

T.C.
MUNZUR ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ



MUNZUR
ÜNİVERSİTESİ
2008

**SİRAZ (*Capoeta umbla* Heckel, 1843) BALIĞININ KÜLTÜR KOŞULLARINDA
ÜREME PERFORMANSI VE LARVAL BÜYÜME ÖZELLİKLERİ**

Abdulselam GÜN

DOKTORA TEZİ
Anabilim Dalı: Su Ürünleri

DANIŞMAN
Prof. Dr. Volkan KIZAK

TUNCELİ – 2022

T.C.
MUNZUR ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

**SİRAZ (*Capoeta umbla* Heckel, 1843) BALIĞININ KÜLTÜR KOŞULLARINDA
ÜREME PERFORMANSI VE LARVAL BÜYÜME ÖZELLİKLERİ**

Abdulselam GÜN
(18120601102)

DOKTORA TEZİ
Anabilim Dalı: Su Ürünleri

DANIŞMAN
Prof. Dr. Volkan KIZAK

TUNCELİ – 2022

T.C.
MUNZUR ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

**SİRAZ (*Capoeta umbla* Heckel, 1843) BALIĞININ KÜLTÜR KOŞULLARINDA
ÜREME PERFORMANSI VE LARVAL BÜYÜME ÖZELLİKLERİ**

**Abdulselam GÜN
DOKTORA TEZİ
SU ÜRÜNLERİ ANABİLİM DALI**

Bu tez 24/05/2022 tarihinde aşağıdaki jüri üyeleri tarafından **oybirliği** ile kabul edilmiştir.

İmza:
Prof. Dr. Volkan KIZAK
(Munzur Üniversitesi)

İmza:
Prof. Dr. Fulya BENZER
(Munzur Üniversitesi)

İmza:
Doç. Dr. Gülözar
TUNA KELEŞTEMUR
(Fırat Üniversitesi)

İmza:
Doç. Dr. Önder AKSU
(Munzur Üniversitesi)

İmza:
Doç. Dr. Başar ALTINTERİM
(Malatya Turgut Özal Üniversitesi)

Bu tez, Enstitümüz Su Ürünleri Anabilim Dalı'nda hazırlanmıştır.

Doç. Dr. Murat KORUNUR
Enstitü Müdürü
İmza ve Mühür

NOT: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, Tablo, Resim ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı “Fikir ve Sanat Eserleri Kanunu”ndaki hükümlere tabidir.

ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ

Bu tezin bana ait, özgün bir çalışma olduğunu; çalışmamın hazırlık, veri toplama, analiz ve ilgilerin sunumu olmak üzere tüm aşamalarında bilimsel etik ilke ve kurallara uygun davrandığımı; bu çalışma kapsamında elde edilen tüm veri ve bilgiler için kaynak gösterdiğimi ve bu kaynaklara kaynakçada yer verdiğimi ve hiçbir şekilde “intihal içermediğini” beyan ederim. Herhangi bir zamanda, çalışmamla ilgili yaptığım bu beyana aykırı bir durumun saptanması durumunda, ortaya çıkacak tüm ahlaki ve hukuki sonuçları kabul ettiğimi bildiririm.

Abdulselam GÜN
İmza

Prof. Dr. Volkan KIZAK
Danışman

TEŞEKKÜR

Tez konumun seçiminden bitimine kadar gerekli bilgi, birikim, deneyim ve desteğini her zaman yanımda hissettiğim değerli danışman hocam Prof. Dr. Volkan KIZAK'a teşekkür ederim.

Tezime destek veren Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğüne, çalışmalarımın yürütülmesi için imkânlarını kullanımına sunan kurumum Elazığ Su Ürünleri Araştırma Enstitüsü Müdürlüğüne teşekkür ederim.

Ayrıca her zaman yanımda olup bütün çalışma boyunca yardımlarını esirgemeyen çok değerli arkadaşım, kardeşim Su Ürünleri Yüksek Mühendisi Fatih GÜNDÜZ'e ve eğitimim boyunca her zaman yanımda olan, beni maddi manevi her konuda destekleyen aileme ve son olarak değerli eşim ve meslektaşım Safiye YILDIZ GÜN'e, kızım Berivan Sude ve oğlum Hakan Arda'ya teşekkürlerimi sunarım.

**Abduselam GÜN
TUNCELİ-2022**

İÇİNDEKİLER

ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ	I
TEŞEKKÜR.....	II
İÇİNDEKİLER.....	III
ŞEKİLLER LİSTESİ	VI
TABLOLAR LİSTESİ	VIII
RESİMLER LİSTESİ	X
SEMBOLLER ve KISALTMALAR LİSTESİ	XIII
ÖZET	XIV
ABSTRACT	XV
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Dünyada ve Türkiye’de Su Ürünleri Üretimi	2
1.1.1. Dünya Su Ürünleri Avcılık Miktarları.....	3
1.1.2. Türkiye Su Ürünleri Avcılık Miktarları	5
1.1.3. Dünya Su Ürünleri Yetiştiricilik Miktarları	6
1.1.4. Türkiye Su Ürünleri Yetiştiricilik Miktarları	8
1.2. İklim Değişikliğinin Su Ürünleri Üretimine Etkileri.....	9
1.3. Alternatif Balık Türleri Yetiştiriciliğinin Önemi	11
1.4. Balıklandırma	12
1.5. Doğal Stoklar Üzerindeki Baskıyı Azaltma ve Türleri Koruma	14
1.6. Yeni Balık Türlerinin Yetiştiriciliğe Kazandırılması	16
1.7. Anaç Temini, Adaptasyonu ve Bakımı.....	17
1.8. Balıklarda Üreme.....	18
1.8.1. Balıklarda Üremenin Uyarılması.....	22
1.8.2. Hormonal İndüksiyon Çalışmaları	29
1.9. Yumurta Kalitesi ve Embriyolojisi.....	34
1.9.1. Balık Embriyolojisi Çalışmaları	35
1.10. Larval Beslenme ve Büyüme.....	37
1.10.1. Larval Besleme Çalışmaları.....	40
1.11. Balıklarda Stok Yoğunluğu	41
1.12. Stok Yoğunluğu ile İlgili Yapılan Çalışmalar	44
1.13. <i>Capoeta umbla</i> (Siraz).....	47
1.14. Siraz Türü ile İlgili Yapılan Çalışmalar	48
2. MATERYAL VE METOT	55
2.1. Siraz Balıklarının Yumurtlatılmasında Ovopel ve Ovaprim ile Hormonal Uyarım.....	55
2.1.1. Materyal.....	55
2.1.1.1. Çalışma Yeri	55
2.1.1.2. Balık Temini, Nakli ve Bakımı.....	56
2.1.1.3. İndüksiyon İçin Kullanılan Hormonlar	60
2.1.1.4. Görüntüleme sistemleri.....	62
2.1.1.5. Su Parametreleri Ölçüm Cihazları	62
2.1.2. Metot.....	64
2.1.2.1. Hormon Uygulamaları.....	64
2.2. Sirazda Embriyonik ve Larval Gelişim	76
2.2.1. Materyal.....	76
2.2.1.1. Çalışma Yeri	76
2.2.1.2. Siraz Yumurtalarının Temini.....	77
2.2.2. Metot.....	77

2.2.2.1. Embriyolojik Gelişim Takibi.....	77
2.2.2.2. Larval Gelişim	77
2.2.2.3. Su Sıcaklığı Ölçümü.....	78
2.3. Siraz Postlarvalarının Farklı Yemleme Protokollerinde Büyüme ve Yaşama Özellikleri.....	78
2.3.1. Materyal.....	78
2.3.1.1. Çalışma Yeri.....	78
2.3.1.2. Balık Materyali	78
2.3.1.3. Yarı Kapalı Devre Sistem ve Ekipmanlar	79
2.3.2. Metot.....	80
2.3.2.1. Deneme Gruplarının Oluşturulması ve Beslenmeleri.....	80
2.3.2.2. Akvaryum Bakımları	83
2.3.2.3. Morfometrik Ölçümler ve Büyüme Parametreleri.....	84
2.3.2.4. Su Parametreleri Ölçümleri	86
2.4. Yavru Siraz Balıkların Farklı Stok Yoğunluklarında Büyüme ve Yaşama Özellikleri.....	86
2.4.1. Materyal.....	86
2.4.1.1. Çalışma Yeri.....	86
2.4.1.2. Balık Materyali	86
2.4.1.3. Yarı Kapalı Devre Sistem ve Ekipmanlar	87
2.4.2. Metot.....	88
2.4.2.1. Deneme Gruplarının Oluşturulması ve Beslenmeleri.....	88
2.4.2.2. Akvaryum Bakımları	89
2.4.2.3. Morfometrik Ölçümler ve Büyüme Parametreleri.....	89
2.5. İstatistiksel Analizler	91
3. BULGULAR	92
3.1. Siraz Balıklarının Yumurtlatılmasında Ovopel ve Ovaprim ile Hormonal Uyarım.....	92
3.2. Sirazda Embriyonik ve Larval Gelişim	100
3.2.1. Siraz yumurtasının özellikleri.....	100
3.2.2. İlk Gelişim (Blastodisk)	100
3.2.3. Hücre Bölünmeleri Dönemi (2-4-8-16-32-64'lü hücre safhaları)	101
3.2.3.1. 2'li Blastomer	101
3.2.3.2. 4'lü Blastomer	102
3.2.3.3. 8'li Blastomer	102
3.2.3.4. 16'lı Blastomer	103
3.2.3.5. 32'li Blastomer	104
3.2.3.6. 64'lü Blastomer	104
3.2.4. Morula Dönemi (128 - 1000 hücreli safhalar).....	105
3.2.5. Blastula Dönemi	106
3.2.6. Gastrula Dönemi.....	109
3.2.7. Segmentasyon ve Organogenez Dönemi.....	113
3.2.8. Larval Yaşama Oranı.....	121
3.2. Siraz Postlarvalarının Farklı Yemleme Protokollerinde Büyüme ve Yaşama Özellikleri.....	125
3.3. Yavru Siraz Balıkların Farklı Stok Yoğunluklarında Büyüme ve Yaşama Özellikleri.....	136
4. TARTIŞMA.....	157
4.1. Siraz Balıklarının Yumurtlatılmasında Ovopel ve Ovaprim ile Hormonal Uyarım...	157
4.2. Sirazda Embriyonik ve Larval Gelişim	165

4.3. Siraz Postlarvalarının Farklı Yemleme Protokollerinde Büyüme ve Yaşama Özellikleri.....	167
4.4. Yavru Siraz Balıklarının Farklı Stok Yoğunluklarında Büyüme ve Yaşama Özellikleri.....	171
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	176
6. KAYNAKLAR.....	177
ÖZGEÇMİŞ	



ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1.1. 2010–2019 yılları arası dünya denizleri ve iç sularında yapılan avcılık miktarları.....	4
Şekil 1.2. 2000–2020 Yılları arası Türkiye deniz ve iç sularında yapılan avcılık miktarları.....	5
Şekil 1.3. 2010–2019 Yılları arası dünya denizleri ve iç sularında yapılan yetiştiricilik miktarları.....	7
Şekil 1.4. 2000–2020 Yılları arası Türkiye denizleri ve iç sularında yapılan yetiştiricilik miktarları.....	9
Şekil 1.5. 2020 yılında Türkiye’de yapılan levrek, çipura, siraz, sariağız-granyöz ve lahoz balıklandırma miktarları	14
Şekil 1.6. Balıklarda üremenin adım adım kontrolü ve yumurtlamanın yapay olarak uyarılmasında kullanılan bazı hormonlar.....	25
Şekil 3.1. Deneme süresince ölçülen su sıcaklığı ve çözünmüş oksijen verileri.....	92
Şekil 3.2. Ovule dışı anaç ağırlığına göre döllenme öncesi ve döllenme sonrası yumurta çapları.	97
Şekil 3.3. Döllenme oranları ve latent periyotlar arası regresyon-korelasyon ilişkisi.	98
Şekil 3.4. Gözlenme oranları ve latent periyotlar arası regresyon-korelasyon ilişkisi.....	98
Şekil 3.5. Kuluçkadan çıkış oranları ve latent periyotlar arası regresyon-korelasyon ilişkisi.....	99
Şekil 3.6. Deforme larva oranları ve latent periyotlar arası regresyon-korelasyon ilişkisi.....	99
Şekil 3.7. Deneme süresince ölçülen su sıcaklığı ve çözünmüş oksijen verileri.....	125
Şekil 3.8. Deneme süresince L1 grubunun boy artışları grafiği.....	127
Şekil 3.9. Deneme süresince L2 grubunun boy artışları grafiği.....	128
Şekil 3.10. Deneme süresince L3 grubunun boy artışları grafiği.....	129
Şekil 3.11. Deneme süresince L4 grubunun boy artışları grafiği.....	130
Şekil 3.12. Deneme süresince L5 grubunun boy artışları grafiği.....	131
Şekil 3.13. Deneme süresince L6 grubunun boy artışları grafiği.....	132
Şekil 3.14. Deneme süresince L7 grubunun boy artışları grafiği.....	133
Şekil 3.15. Deneme süresince tüm grupların % olarak toplam boy artışları grafiği.	134
Şekil 3.16. Deneme süresince tüm grupların mm olarak 21 gün boyunca gerçekleşen boy artışları grafiği.....	134
Şekil 3.17. Deneme süresince ölçülen su sıcaklığı ve çözünmüş oksijen verileri.....	137
Şekil 3.18. Deneme süresince S1 grubunun boy ve ağırlık artışları grafiği.....	139
Şekil 3.19. S1 Grubunun çalışma süresince hesaplanan ortalama kondisyon faktörleri grafiği.....	140
Şekil 3.20. S1 Grubunun boy frekans dağılımları.....	141
Şekil 3.21. S1 Grubunun ağırlık frekans dağılımları.....	141
Şekil 3.22. Deneme süresince S2 grubunun boy ve ağırlık artışları grafiği.....	142
Şekil 3.23. S2 Grubunun çalışma süresince hesaplanan ortalama kondisyon faktörleri grafiği.....	143
Şekil 3.24. S2 Grubunun boy frekans dağılımları.....	144
Şekil 3.25. S2 Grubunun ağırlık frekans dağılımları.....	144
Şekil 3.26. Deneme süresince S3 grubunun boy ve ağırlık artışları grafiği.....	145
Şekil 3.27. S3 Grubunun çalışma süresince hesaplanan ortalama kondisyon faktörleri grafiği.....	146
Şekil 3.28. S3 Grubunun boy frekans dağılımları.....	147

Şekil 3.30. Deneme süresince S4 grubunun boy ve ağırlık artışları grafiği.....	148
Şekil 3.31. S4 Grubunun çalışma süresince hesaplanan ortalama kondisyon faktörleri grafiği.....	149
Şekil 3.32. S4 Grubunun boy frekans dağılımları	150
Şekil 3.33. S4 Grubunun ağırlık frekans dağılımları.....	150
Şekil 3.34. Deneme süresince S5 grubunun boy ve ağırlık artışları grafiği.....	151
Şekil 3.35. S5 Grubunun çalışma süresince hesaplanan ortalama kondisyon faktörleri grafiği.....	152
Şekil 3.36. S5 Grubunun boy frekans dağılımları	153
Şekil 3.37. S5 Grubunun ağırlık frekans dağılımları.....	153
Şekil 3.38. Farklı stoklama yoğunluklarında büyütülen siraz yavru balıklarının 98 günlük canlı ağırlık değişimleri	156



TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo 1.1. 2000–2020 Yılları arası Türkiye iç sularında bazı türlerdeki avcılık miktarları.....	6
Tablo 1.2. Balıkçılık ve Su Ürünleri Genel Müdürlüğü'nün balıklandırma faaliyetleri (BSGM 2021).....	13
Tablo 2.1. Denemelerde kullanılan <i>artemia</i> yumurtalarının besin içerikleri.....	81
Tablo 2.2. Denemelerde kullanılan %45 HP oranlı 300-500 µm alabalık yemi ve %55 HP oranlı 300-500 µm alabalık yemi içerikleri.	83
Tablo 2.3. Deneme grupları ve stoklama yoğunlukları.....	88
Tablo 2.4. Denemelerde kullanılan %45 HP oranlı 300-500 µm ve 500 – 800 µm alabalık yemi içerikleri.....	89
Tablo 3.1. Deneme süresince ölçülen suyun fiziksel analiz verileri.....	92
Tablo 3.2. Deneme süresince suyun ölçülen fizikokimyasal analiz verileri.....	93
Tablo 3.3. Deneme süresince ölçülen fizikokimyasal parametrelerin anyonlar grubu verileri.	93
Tablo 3.4. Deneme süresince ölçülen fizikokimyasal parametrelerin katyonlar grubu verileri.	94
Tablo 3.5. Siraz balığında ovopel ve ovaprim hormon uygulamaları sonrası ovulasyon, latent periyot ve gamet kalitesi verileri (Ort.±s.h).	95
Tablo 3.6. Deneme süresince ölçülen suyun fiziksel analiz verileri.....	125
Tablo 3.7. Deneme süresince suyun ölçülen fizikokimyasal analiz verileri.....	126
Tablo 3.8. Deneme süresince ölçülen fizikokimyasal parametrelerin anyonlar grubu verileri.	126
Tablo 3.9. Deneme süresince ölçülen fizikokimyasal parametrelerin katyonlar grubu verileri.	127
Tablo 3.10. L1 Grubunun ölçümle elde edilen total boy değerlerinin tüm populasyona göre mutlak büyüme ve relatif büyüme oranı tablosu.	128
Tablo 3.11. L2 Grubunun ölçümle elde edilen total boy değerlerinin tüm populasyona göre mutlak büyüme ve relatif büyüme oranlarının tablosu.	128
Tablo 3.12. L3 Grubunun ölçümle elde edilen total boy değerlerinin tüm populasyona göre mutlak büyüme ve relatif büyüme oranlarının tablosu.	129
Tablo 3.13. L4 Grubunun ölçümle elde edilen total boy değerlerinin tüm populasyona göre mutlak büyüme ve relatif büyüme oranlarının tablosu.	130
Tablo 3.14. L5 Grubunun ölçümle elde edilen total boy değerlerinin tüm populasyona göre mutlak büyüme ve relatif büyüme oranlarının tablosu.	131
Tablo 3.15. L6 Grubunun ölçümle elde edilen total boy değerlerinin tüm populasyona göre mutlak büyüme ve relatif büyüme oranlarının tablosu.	132
Tablo 3.16. L7 Grubunun ölçümle elde edilen total boy değerlerinin tüm populasyona göre mutlak büyüme ve relatif büyüme oranlarının tablosu.	133
Tablo 3.17. Farklı yemleme programları ile 21 gün boyunca beslenen 7 farklı grup siraz postlarvalarından elde edilen büyüme parametreleri ve mortaliteler (Ort. ± s.h.).	135
Tablo 3.18. Deneme süresince ölçülen suyun fiziksel analiz verileri.....	137
Tablo 3.19. Deneme süresince ölçülen fizikokimyasal analiz verileri.	137
Tablo 3.20. Deneme süresince ölçülen fizikokimyasal parametrelerin anyonlar grubu verileri.	138
Tablo 3.21. Deneme süresince ölçülen fizikokimyasal parametrelerin katyonlar grubu verileri.	138

Tablo 3.22. Deneme süresince S1 grubunun boy, ağırlık ve kondisyon faktörleri tablosu.....	139
Tablo 3.23. S1 Grubunun ölçümle elde edilen total boy ve ağırlık değerlerinin tüm popülasyona göre mutlak büyüme ve relatif büyüme oranları.....	140
Tablo 3.24. Deneme süresince S2 grubunun boy, ağırlık ve kondisyon faktörleri tablosu	142
Tablo 3.25. S2 Grubunun ölçümle elde edilen total boy ve ağırlık değerlerinin tüm popülasyona göre mutlak büyüme ve relatif büyüme oranları.....	143
Tablo 3.26. Deneme süresince S3 grubunun boy, ağırlık ve kondisyon faktörleri tablosu	145
Tablo 3.27. S3 Grubunun ölçümle elde edilen total boy ve ağırlık değerlerinin tüm popülasyona göre mutlak büyüme ve relatif büyüme oranları.....	146
Tablo 3.28. Deneme süresince S4 grubunun boy, ağırlık ve kondisyon faktörleri tablosu	148
Tablo 3.29. S4 Grubunun ölçümle elde edilen total boy ve ağırlık değerlerinin tüm popülasyona göre mutlak büyüme ve relatif büyüme oranları.....	149
Tablo 3.30. Deneme süresince S5 grubunun boy, ağırlık ve kondisyon faktörleri tablosu	151
Tablo 3.31. S5 Grubunun ölçümle elde edilen total boy ve ağırlık değerlerinin tüm popülasyona göre mutlak büyüme ve relatif büyüme oranları.....	152
Tablo 3.32. Farklı stoklama yoğunluklarında 98 gün boyunca beslenen siraz yavru balıklarında elde edilen büyüme parametreleri, yem dönüşüm oranı ve yaşama oranları (ort. $\pm$ s.h.).	154

RESİMLER LİSTESİ

Resim 2.1. Keban Baraj Gölü ve Elazığ Su Ürünleri Araştırma Enstitüsü AR-GE tesisi. .	55
Resim 2.2. Keban Baraj Gölü Gülüşkür mevkii.	56
Resim 2.3. Oksijen destekli balık taşıma tankı (orijinal).	57
Resim 2.4. Potasyum permanganat ile dezenfeksiyon (orijinal).	57
Resim 2.6. Siraz (<i>Capoeta umbla</i>) erkek birey (orijinal).	59
Resim 2.7. Siraz (<i>Capoeta umbla</i>) erkek balıkta tüberküller (orijinal).	59
Resim 2.8. Siraz (<i>Capoeta umbla</i>) erkek birey abdominal görünüm (orijinal).	59
Resim 2.9. Siraz (<i>Capoeta umbla</i>) dişi birey (orijinal).	59
Resim 2.10. Siraz (<i>Capoeta umbla</i>) dişi birey genital açıklık (orijinal).	60
Resim 2.11. Ovopel ve ovaprim hormonları (orijinal).	60
Resim 2.12. Ovopel hormonunun enjeksiyon öncesi hazırlanması (orijinal).	61
Resim 2.13. Olympus BX53 mikroskop, Olympus DP74 kamera ve Olympus cellSens Entry görüntüleme sistemi (orijinal).	62
Resim 2.14. YSI 55 Model Ölçüm Cihazı (Orijinal)	63
Resim 2.15. Dionex ICS-1000 model İyon Kromatografi cihazı (Orijinal)	63
Resim 2.16. Hach-Lange DR 6000 spektrofotometre (Orijinal).	64
Resim 2.17. Dişi ve erkek balıkların tartım işlemleri (orijinal).	65
Resim 2.18. Dişi ve erkek balıklara yapılan hormon enjeksiyonu (orijinal).	66
Resim 2.19. İntramüsküler hormon enjeksiyonu (orijinal).	66
Resim 2.20. Dişi ve erkek damızlıkların konulduğu seyyar tanklar (orijinal).	68
Resim 2.21. Sağım öncesi dişi ve erkek balıkların kurutulması (orijinal).	69
Resim 2.22. Dişi balıkların sağım işlemi (orijinal).	69
Resim 2.23. Sağımla elde edilen yumurtalar (orijinal).	70
Resim 2.24. Sağımla elde edilen yumurtaların hassas terazide tartım işlemi (orijinal).	70
Resim 2.25. Yumurtaların spermle döllenmesi (orijinal).	70
Resim 2.26. Döllenmiş yumurtalar (orijinal).	71
Resim 2.27. Döllenmiş yumurtaların tüyle karıştırılması işlemi (orijinal).	71
Resim 2.28. Sağım sonrası dişi balık karın kısmı (orijinal).	71
Resim 2.29. Zuger şişelerinde döllenmiş yumurtaların inkübasyonu (orijinal).	72
Resim 2.30. Gerçek sayım metodu ile yumurta sayımı (orijinal).	72
Resim 2.31. Döllenme öncesi yumurtada çap ölçümü (orijinal).	73
Resim 2.32. Döllenme sonrası şişmiş yumurtada yumurta çapı, perivitellin mesafe, şişme oranı ölçümü (Orijinal).	73
Resim 2.33. Döllenmiş ve döllenmemiş yumurta sayımı (orijinal)	74
Resim 2.34. Yumurtadan çıkış yapan keseli larvalar (orijinal).	75
Resim 2.35. Yumurtadan çıkmış bir günlük keseli larvalar (orijinal)	75
Resim 2.36. Çıkış yapan larvaların toplandığı konik tank (orijinal).	76
Resim 2.37. Besin kesesini kısmen tüketmiş 7 günlük siraz prelarvası.	78
Resim 2.38. Siraz postlarvalarının farklı yemleme protokollerinde büyüme ve yaşama özelliklerinin çalışıldığı yarı kapalı devre sistem (orijinal).	79
Resim 2.39. Hazır toz yem ile <i>ad libitum</i> yemleme (orijinal).	81
Resim 2.40. <i>Artemia</i> yumurtalarını açtırma ünitesi ve elde edilen naupliiler (orijinal).	82
Resim 2.41. Ticari olarak satılan <i>Artemia</i> kistleri ürün paketi (orijinal).	82
Resim 2.42. Akvaryumların sifonlama yoluyla dip temizliğinin yapılması (orijinal).	84
Resim 3.1. Blastodisk. Döllenmeden sonra 45 dk. - 1,5 sa.	101
Resim 3.2. 2 hücreli safha. Döllenmeden sonra 1 sa. 45 dk. - 2 sa. 22 dk.	101
Resim 3.3. 4 hücreli safha. Döllenmeden sonra 2 sa. 56 dk. - 3 sa. 10 dk.	102

Resim 3.4. 8 hücreli safha. Döllenmeden sonra 4 sa. - 4 sa. 6 dk.....	103
Resim 3.5. 16 hücreli safha. Döllenmeden sonra 5 sa. - 5 sa. 6 dk.....	103
Resim 3.6. 32 hücreli safha. Döllenmeden sonra 6 sa. 2 dk. - 6 sa. 9 dk.....	104
Resim 3.7. 64 hücreli safha. Döllenmeden sonra 7 sa. 4 dk. - 7 sa. 9 dk.....	104
Resim 3.8. 128 hücreli safha. Döllenmeden sonra 8 sa. - 8 sa. 5 dk.....	105
Resim 3.9. 256 hücreli safha. Döllenmeden sonra 9 sa. 3 dk. - 9 sa. 10 dk.....	105
Resim 3.10. 512 hücreli safha. Döllenmeden sonra 10 sa. 14 dk. - 10 sa. 24 dk.....	106
Resim 3.11. 1k hücreli safha. Döllenmeden sonra 12 sa. 10 dk. - 12 sa. 17 dk.....	106
Resim 3.12. >1k hücreli safha. Döllenmeden sonra 13 sa. 6 dk.	107
Resim 3.13. >1k hücreli safha. Döllenmeden sonra 13 sa. 47 dk. - 14 sa. 17 dk.	107
Resim 3.14. Oblong safha. Döllenmeden sonra 15 sa. 2 dk. - 15 sa. 12 dk.....	108
Resim 3.15. Küre safhası. Döllenmeden sonra 16 sa. 30 dk. - 16 sa. 40 dk.	108
Resim 3.16. Kubbe safhası. Döllenmeden sonra 18 sa. 30 dk. - 18 sa. 42 dk.....	109
Resim 3.17. %30 Epiboli safha. Döllenmeden sonra 20 sa. 30 dk. - 20 sa. 35 dk.....	109
Resim 3.18. %50 Epiboli safha. Döllenmeden sonra 22 sa. 25 dk. - 22 sa. 30 dk.....	110
Resim 3.19. Germ halkası safhası. Döllenmeden sonra 23 sa. - 23 sa. 11 dk.....	110
Resim 3.20. Embriyonik kalkan safhası. Döllenmeden sonra 23 sa. 30 dk. - 23 sa. 40 dk.	111
Resim 3.21. %70 Epiboli safha. Döllenmeden sonra 24 sa. 30 dk. - 24 sa. 36 dk.....	111
Resim 3.22. %75 Epiboli safha. Döllenmeden sonra 26 sa. 30 dk. - 26 sa. 35 dk.....	112
Resim 3.23. %90 Epiboli safha. Döllenmeden sonra 28 sa. - 28 sa. 12 dk.....	112
Resim 3.24. Kuyruk tomurcuğu + %90 Epiboli safha. Döllenmeden sonra 29 sa. 5 dk. - 29 sa. 21 dk.	113
Resim 3.25. Epiboli safhası. Döllenmeden sonra 31 sa. 35 dk. - 31 sa. 44 dk.	113
Resim 3.26. Somit 4-6 safhası. Döllenmeden sonra 34 sa. 48 dk. - 34 sa. 55 dk.	114
Resim 3.27. Somit 10 safhası. Döllenmeden sonra 40 sa. 45 dk. - 40 sa. 55 dk.....	114
Resim 3.28. Somit 13-14 safhası. Döllenmeden sonra 42 sa. 48 dk. - 42 sa. 57 dk.	115
Resim 3.29. Somit 16-18 safhası. Döllenmeden sonra 46 sa. 8 dk. - 46 sa. 15 dk.	115
Resim 3.30. Somit 22-24 safhası. Döllenmeden sonra 49 sa. 3 dk. - 49 sa. 12 dk.	116
Resim 3.31. Somit 25-26 safhası. Döllenmeden sonra 52 sa. - 52 sa. 10 dk.	116
Resim 3.32. Somit 30-32 safhası. Döllenmeden sonra 57 sa. 50 dk. - 58 sa. 8 dk.	117
Resim 3.33. Kas fonksiyonu safhası. Döllenmeden sonra 65 sa. 40 dk. - 66 sa.	117
Resim 3.34. Embriyo 1. Döllenmeden sonra 71 sa. - 71 sa. 9 dk.	118
Resim 3.35. Kalp atışı safhası. Döllenmeden sonra 90 sa. 30 dk. - 90 sa. 55 dk.....	118
Resim 3.36. Embriyo 2. Döllenmeden sonra 95 sa. 17 dk. - 95 sa. 22 dk.	119
Resim 3.37. Embriyo 3. Döllenmeden sonra 118 sa. 55 dk. - 119 sa. 5 dk.	119
Resim 3.38. Embriyo 4. Döllenmeden sonra 120 sa. 20 dk. - 120 sa. 40 dk.	120
Resim 3.39. Embriyo 5. Döllenmeden sonra 142 sa. - 142 sa. 20 dk.	120
Resim 3.40. Kuluçkadan yeni çıkmış prelarva. Döllenmeden sonra 144 sa. - 145 sa.	121
Resim 3.41. 1 günlük prelarva ve besin kesesi.	121
Resim 3.42. 2 günlük prelarva ve besin kesesi.	121
Resim 3.43. 3 günlük prelarva ve besin kesesi.	122
Resim 3.44. 4 günlük prelarva ve besin kesesi.	122
Resim 3.45. 5 günlük prelarva ve besin kesesi.	122
Resim 3.46. 6 günlük prelarva. Hava kesesi şişmiş durumda.	122
Resim 3.47. 7 günlük prelarva.	122
Resim 3.48. 8 günlük prelarva. Sindirim tüpünde yemler.	123
Resim 3.49. 9 günlük postlarva. Besin kesesi bitmiş.	123
Resim 3.50. 10 günlük postlarva.	123

Resim 3.51. 11 günlük postlarva.....	123
Resim 3.52. 12 günlük postlarva.....	124
Resim 3.53. 13 günlük postlarva.....	124
Resim 3.54. 14 günlük postlarva.....	124
Resim 3.55. 15 günlük postlarva.....	124



SEMBOLLER ve KISALTMALAR LİSTESİ

BHG	: Beyin- hipofiz- gonad
°C	: Santigrad derece
CG	: Plasental koryonik gonadotropin
CPE	: Sazan hipofizi
CPH	: Sazan hipofizi homojenatı
DA	: Dopamin
DAant	: Dopamin antagonistleri
FAO	: Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü
FOM	: Son oosit olgunlaşması
FSH	: Folikül uyarıcı hormon
GH	: Büyüme hormonu
GnRH	: Gonadotropin salgılatıcı hormon
GnRHa	: Gonadotropin salgılatıcı hormonun analogları
GTH	: Gonadotropin hormonu
hCG	: İnsan koryonik gonadotropini
LH	: Luteinizing hormonu
LHRH	: Luteinizing hormonu salgılatıcı hormon
LHRH-a	: Luteinizing hormonu salgılatıcı hormon analogları
mGNRH-a	: Memeli gonadotropin salgılama hormonu analogları
mLHRH	: Memeli luteinizing hormonu salgılatıcı hormon
sGNRH-a	: Salmon gonadotropin salgılama hormonu analogları
sLHRH	: Salmon gonadotropin salgılama hormonu
TSH	: Tiroid Uyarıcı Hormon
WHO	: Dünya Sağlık Örgütü

ÖZET

Bu tez çalışması kapsamında, tam kontrollü şartlar altında siraz (*Capoeta umbla*) türünde, hormonal indüksiyon yoluyla üreme performansı, yumurtaların embriyonik gelişimi, farklı besleme protokolleri uygulayarak larval büyüme özellikleri ve farklı stok yoğunluklarında yavru balıkların büyüme özellikleri çalışılmıştır.

Üreme olgunluğuna gelmiş siraz anaçlarında ovulasyonu sağlamak için iki farklı indüksiyon ajanı (ovopel ve ovaprim) farklı dozlarda uygulanmıştır. İndüksiyon ajanları ovopel ve ovaprim hormonları anestezi altındaki balıklara intramüsküler olarak enjekte edilmiştir. Ovopel denemelerinde 1 kg balık başına 0,5 pelet, 1 pelet ve 1,5 pelet doz, ovaprim denemelerinde 1 kg balık başına 0,25 ml, 0,50 ml ve 0,75 ml doz ve kontrol grubunda serum fizyolojik solüsyon enjekte edilmiştir. Yaklaşık 3 gün süren latent periyot sonrası ovule dişi sayısı en fazla ovopel gruplarında tespit edilmiştir. Ovopelde doz arttıkça ovulasyon oranının yükseldiği gözlemlenmiştir. Maksimum ovulasyon oranı 1,5 pelet ovopel/balık kg doz yapılan grupta kaydedilmiştir. Sağım yöntemiyle elde edilen yumurtalar ve spermiler döllenerek döllenme, gözlenme ve kuluçkadan çıkış oranları hesap edilmiştir. Döllenme, gözlenme ve kuluçkadan çıkış oranları en yüksek olan gruplar ovaprim 0,5 (%78,42 - %86,67 - %82,6) ve ovopel 1 (%78,11 - %86,33 - %81,33) olurken, en düşük oranların ovaprim 0,75 (%61,15 - %80,4 - %77) ve ovopel 0,5 (%61,71 - %79,13 - %76,88) gruplarında olduğu belirlenmiştir. Ovopel ve ovaprim hormonlarının siraz balıklarında üremeyi uyarmada etkin olarak kullanılabileceği görülmüştür.

C. umbla türünde embriyonik gelişim 18-19°C su sıcaklığında yaklaşık 144 - 146 saat sürmüştür. Yumurtadan yeni çıkan larvalar açık sarımsı bir renktedir. Besin keselerini kısmen bitirmiş larvaların, *Artemia* nauplii ile birlikte hazır toz yemi de aldıkları gözlemlenmiştir. 9.günde besin kesesi bitmiştir.

Siraz larvalarının farklı yemleme protokollerinde büyüme ve yaşama özelliklerinin 21 gün boyunca incelendiği çalışmada, en yüksek total boy 24,04 mm ile L1 grubunda, en düşük total boy ise 17,89 mm ile L2 grubunda gerçekleşmiştir. En yüksek spesifik büyüme oranının %3,29 ile L1 grubunda, en düşük spesifik büyüme oranının ise %1,91 ile L2 grubunda olduğu tespit edilmiştir. En yüksek mortalite %3,64 ile L5 grubunda, en az mortalite %1,81 ile L4 grubunda kaydedilmiştir. Canlı yem içeren besleme protokolleri daha iyi sonuç vermiştir.

98 gün süren yavru siraz balıkların farklı stok yoğunluklarında büyüme ve yaşama özelliklerinin araştırıldığı denemede, en uzun total boyun 67,07 mm ile S1 grubunda, en düşük total boyun ise 44,91 mm ile S5 grubunda gerçekleştiği görülmüştür. Gruplar arasında en yüksek canlı ağırlık 2,819 gr ile S1 grubunda, en düşük canlı ağırlık 0,859 gr ile S5 grubunda tespit edilmiştir. En yüksek spesifik büyüme oranı %3,419 ile S1 grubunda, en az spesifik büyüme oranı ise, %2,127 ile S5 grubunda olmuştur. Gruplarda en yüksek yaşama oranının %98,75 ile S2 grubunda, en az yaşama oranlarının ise sırasıyla, %97,5 , %97,5 , %97,5 ile S1, S4 ve S5 gruplarında olduğu kaydedilmiştir. Yüksek stoklama yoğunlukları büyüme bakımından siraz yavru balıkları için dezavantajlı bulunmuştur.

Sonuç olarak, elde edilen veriler siraz türünün tam kontrollü koşullar altında yetiştiricilik teknikleri uygulanarak üretiminin mümkün olduğunu göstermektedir.

Anahtar kelimeler: Siraz, *Capoeta umbla*, Hormonal İndüksiyon, Embriyonik Gelişim, Larval Büyüme, Stoklama Yoğunluğu.

ABSTRACT

Breeding Performance and Larval Growth Characteristics of Siraz Fish (*Capoeta umbla* Heckel, 1843) Under Cultural Conditions

In this thesis, reproductive performance by hormonal induction, embryonic development of eggs, larval growth characteristics by applying different feeding protocols and growth characteristics of juvenile fish at different stocking densities were studied under controlled conditions for Tigris scraper (*Capoeta umbla*).

Two different induction agents (ovopel and ovaprim) were applied at different doses to ensure ovulation in Tigris scraper broodstocks that have reached reproductive maturity. The induction agents ovopel and ovaprim hormones were injected intramuscularly into anesthetized fish. 0.5 pellet, 1 pellet and 1.5 pellet per 1 kg of fish doses in the ovopel trials, 0.25 ml, 0.50 ml and 0.75 ml per 1 kg fish doses in the ovaprim trials, and saline solution in the control group were injected. After the latent period, which lasted for about 3 days, the highest ovulated females was determined in the ovopel groups. It was observed that ovulation rate increased as the dose increased in ovopel. The maximum ovulation rate was achieved in the group that received 1.5 pellets of ovopel/kg of fish. Fertilization, eyed and hatching rates were calculated by fertilizing the eggs and sperm obtained by stripping method. The groups with the highest fertilization, eyed and hatching rates were ovaprim 0.5 (78.42% - 86.67% - 82.6%) and ovopel 1 (78.11% - 86.33% - 81.33%) while the lowest rates were found in ovaprim 0.75 (61.15% - 80.4% - 77%) and ovopel 0.5 (61.71% - 79.13% - 76.88%) groups. As a result, it has been observed that ovaprim and ovopel hormones can be used effectively to stimulate reproduction in Tigris scraper.

Embryonic development took approximately 144 - 146 hours at 18-19°C for *C. umbla* species. The newly hatched larvae are a light yellowish color. It has been observed that the larvae, which have partially finished their yolk-sac, also take dry feed together with *Artemia* nauplii. The yolk-sac is finished in the 9th day.

In the study, in which the growth and survival characteristics of the Tigris scraper larvae in different feeding protocols were examined for 21 days, it was observed that the highest total length was 24.04 mm in the L1 group, and the lowest total length was in the L2 group with 17.89 mm. It was determined that the highest specific growth rate was in the L1 group with 3.29%, the lowest specific growth rate was in the L2 group with 1.91%. The highest mortality was recorded in the L5 group with 3.64% and the lowest mortality was recorded in the L4 group with 1.81%. Feeding protocols that included live food gave better results.

In the experiment in which the growth and survival characteristics of juvenile Tigris scraper were investigated at different stocking densities for 98 days, it was recorded that the maximum total length was 67.07 mm in the S1 group, and the minimum total length was in the S5 group with 44.91 mm. Among the groups, the highest live weight was found in S1 group with 2.819 g, the lowest live weight was determined in S5 group with 0.859 g. The highest specific growth rate was in the S1 group with 3,419%, the lowest specific growth rate was in the S5 group with 2,127%. It was noted that the highest survival rate in the groups was 98.75% in the S2 group, and the lowest survival rates were 97.5% , 97.5% , 97.5% in the S1, S4 and S5 groups, respectively. High stocking densities were found to be disadvantageous for growth of *C. umbla* fry.

According to the results, the production of Tigris scraper is possible under controlled conditions by applying aquaculture techniques.

Key words: Tigris scraper, *Capoeta umbla*, Hormonal Induction, Embryonic Development, Larval Growth, Stocking Density.

1. GİRİŞ

Dünyada ve Türkiye’de yetiştiricilik sektörleri içerisinde yıllardır en hızlı gelişen ve halen bu özelliğini devam ettiren sektör akuakültür veya diğer adıyla su ürünleri yetiştiriciliği sektörüdür. 2004 yılında yayınlanan 25507 sayılı Resmi Gazetede yer alan Su Ürünleri Yetiştiriciliği Yönetmeliğine göre; “entansif, yarı entansif veya ekstansif şartlarda yapılan, tesislerde gerçekleştirilen su ürünlerini üretimi ve/veya büyütme faaliyeti” su ürünleri yetiştiriciliği olarak tanımlanmaktadır (Resmi Gazete, 2004). Su ürünleri yetiştiriciliğinin geçmişi Antik Mısır’a kadar uzanmaktadır. Çinlilerin geçmişlerinden gelen ve eski yöntemlerle sazan balığı üretimi yaptığı bilinmektedir. Orta çağ döneminde Avrupa’da sazan yetiştiriciliği manastır ve kilise bahçelerindeki havuzlarda yapılmıştır. Su ürünleri yetiştiriciliği 1940’lı yılların ortalarından sonra büyük gelişmeler kaydetmeye başlamıştır (Yayan, 2015).

Su ürünleri yetiştiriciliğinin yaygınlaşmadığı dönemlerde insanlar ihtiyaç duydukları su ürünlerini sadece doğadan avcılık ile temin etme şeklinde sağlamışlardır. Dünya nüfusunun hızla artmasıyla birlikte insanların gıda ihtiyacının da artması, teknoloji konularında yaşanan ilerlemeler, ekonomilerin hızla büyümesi ve insanların sağlıklı beslenme ihtiyacı gibi faktörler su ürünleri yetiştiriciliğinin gelişmesini ve akabinde üretim miktarlarının artmasını sağlamıştır. Su ürünleri üretiminin başlıca faydalarını sayacak olursak; ihracat ve döviz girişi, yeni istihdam alanları, doğal balık popülasyonları üzerindeki av baskısının azaltılması, biofiltrasyon (su bitkileri ve kabuklu yetiştiriciliği), tarımsal üretim ile beraber yapılması sonucunda tarımda kullanılan kimyasal ilaçların ve sentetik gübre kullanımının büyük ölçüde düşürülmesi, bütünleşmiş ve birden fazla türün yetiştiriciliğinin bir arada yapılması ile ortamda oluşabilecek kirliliğin azaltılmasıdır (Bert, 2007).

Avrupa Birliğine üye olan ülkelerin kendi aralarında yapmış oldukları iş birliği, balıkçılık ile ilgili faaliyetlerin belli bir düzen içerisinde faydalı bir şekilde yürütülmesini amaçlamıştır. Bu amaç için oluşturdukları ortak balıkçılık politikalarının temel amaçlarını genişleterek, hem istihdama katkıda bulunmak hem de gıda güvenliğini sağlamak amacıyla kıyı ve kırsal alanlarda bulunan su ürünleri üretiminin geliştirilmesi ilkesini eklemişlerdir (Yiğit ve ark., 2011).

Birleşmiş Milletler Tarım ve Gıda Örgütü (FAO), su ürünleri sektörünün gelişerek devam etmesi ilkesi ile hareket etmektedir. Bunun için üretim faaliyetlerinin ve üretici

kurumların teknoloji ile beraber gelişmesi, kaynakların korunması ve iyi bir şekilde yönetilmesi gerekir. Böyle bir gelişmenin ekonomik ömrü olur, çevresel etkileri minimize edilmiş, iyi teknikleri barındırır ve sosyal açıdan daha iyi karşılanır (Frankic ve Hershner, 2003).

Dünya genelinde en hızlı büyüyen gıda sektörü olan su ürünleri sektörü, her kıtada hızlı bir şekilde yaygınlaşmaktadır (Subasinghe ve ark., 2009). Dünya genelinde hayvan üretimi yapan bütün işletmelerin bulunduğu gıda sektöründe yıllık ortalama % 8,8 oranında en hızlı büyüyen sektör, su ürünleri sektörü olmuştur. Dünya su ürünleri üreticileri içerisinde ilk sırayı Çin alırken, sıralamada Asya ülkeleri ilk onda yer almakta ve bu ülkeler dünyadaki su ürünleri üretiminin %90'ını gerçekleştirmektedir. Gelişmiş ülkeler ile kıyaslandığında su ürünleri üretimi gelişmekte olan ülkelerde daha hızlı bir şekilde ilerlemektedir. İstatistiklere göre 1970 yılında dünya su ürünleri üretiminin %59'unu geliştirmekte olan ülkeler sağlamıştır. Bu oran 2002 yılında % 90'a ulaşmıştır. Tahminlere göre 2030 yılında dünya su ürünleri üretimi 85 milyon tona ulaşacaktır. Dünya geneli su ürünleri ihracatı yapan ülkelerin çoğu yüksek oranda ithalatta yapabilmektedir. Ancak ülkemiz ihracat değerlerinde birçok ülke ile benzerlik gösterirken, ithalat bakımından birçok ülkeye göre düşüktür (Tatlidil ve ark., 2009).

Türkiye su ürünleri sektörünün geleceği, üretimin artırılmasına ve pazar payının genişletilmesine bağlı olduğu kadar kültüre alınan tür sayısına da bağlıdır. Yetiştiriciliğe yeni balık türlerinin kazandırılması su ürünleri pazarının genişlemesine ve sektörün sürdürülebilirliğine önemli katkılar sunabilir. Siraz (*Capoeta umbla*) türü öncelikli olarak balıklandırma amacıyla üretimi amaçlansa da, özellikleri itibariyle akuakültür için potansiyel yeni bir tür olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu tez çalışması kapsamında, siraz türünde tam kontrollü şartlar altında sırasıyla, iki farklı hormon kullanarak hormonal indüksiyon yoluyla üreme performansı, yumurtaların embriyonik gelişimi, farklı besleme protokolleri uygulayarak larval büyüme özelliklerinin ve yaşama oranlarının tespit edilmesi ve son olarak, farklı stok yoğunluklarında yavru balıkların büyüme performanslarının ve yaşama oranlarının incelenmesi çalışılmıştır.

1.1. Dünyada ve Türkiye'de Su Ürünleri Üretimi

Artan nüfuza karşın azalan kaynakların etkin kullanımı zorunlu hale gelmiştir. Bilimdeki gelişmelere paralel olarak gıda kaynaklarının geliştirilmesi çabaları ve bunun

sonucu olarak topraktan elde edilen üretimde son sınırlara gelinmesi, dünya genelinde farklı kaynak arayışlarını başlatmıştır. Dünya genelinde farklı kaynak olarak en cazip olanı çok geniş bir alan olan sucul sistemdir. Ülkemizde avcılık yolu ile elde ettiğimiz su ürünleri miktarı ekonomik balık stoklarının son zamanlardaki azalışına rağmen, yetiştiricilik ile elde edilen üretim önemli oranda artmıştır. Su ürünleri üretiminde avcılıktan elde edilen miktarlarda artık en üst düzeye ulaşıldığı ve mevcut stokların av baskısıyla karşı karşıya olduğu bildirilmektedir. Yetiştiricilik ile elde edilen su ürünleri miktarlarındaki hızlı artış ise devam etmektedir (Yiğit ve ark., 2011).

Dünyada avcılık faaliyetleriyle elde edilen su ürünleri üretiminde son yıllarda önemli bir artış gözlenmemiştir. En iyi varsayım ile bu artışın biraz daha artması halinde bile maksimum avlanabilecek miktarın 100 milyon tonu bulamayacağı düşünülmektedir. Ancak minimum alandan maksimum verim esasları ile çalışan yetiştiricilik sektöründe sürekli artış söz konusudur. Avcılık yoluyla balıkçılıktaki durgunluğa rağmen toplam su ürünleri artışında da süreklilik sağlaması gerçekleşmiştir (Çakmak ve ark., 2011).

Su ürünleri sektörünün dünya genelinde üretim ve dış ticaret verileri FAO tarafından yayınlanmakta olup 2-3 yıl geriden takip edilebilmektedir. FAO'nun son yirmi yıldaki verileri değerlendirildiğinde; doğal balık stoklarının çoğunluğunda aşırı avcılıktan dolayı ciddi sıkıntılara işaret etmektedir. 2019 yılında, dünyada su ürünleri üretimi 92,5 milyon ton avcılık ve 85,4 milyon tonu yetiştiricilikten olmak üzere toplamda 177,9 milyon tona (değer olarak 235 milyar ABD \$) ulaşmıştır (FAO, 2021a).

FAO 2019 yılı istatistiki verilerine göre, yetiştiricilik ve avcılık yolu ile elde edilen su ürünleri üretiminde Asya kıtasının ilk sırada geldiği görülmektedir (FAO, 2021a).

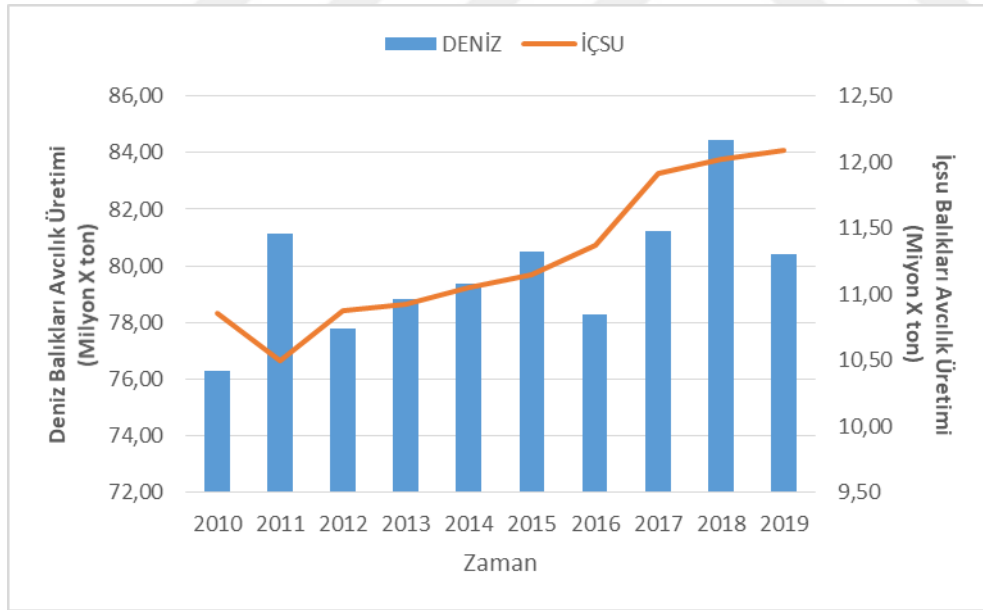
1.1.1. Dünya Su Ürünleri Avcılık Miktarları

2010-2019 Tarihleri arasında dünyada gerçekleşen avcılıktan elde edilen veriler incelendiğinde (Şekil 1.1), dünya üzerindeki denizlerde 2010 yılı içerisinde sadece avcılık ile gerçekleşen su ürünleri toplam miktarı 76.278.358 ton olarak elde edilmiştir (bu rakamların içerisine sudaki bitkiler ve denizdeki memeli canlılar dâhil edilmemiştir). Dünyanın hızla artan nüfusu ile beraber 2010 yılındaki bu rakam, 2019 yılı içerisinde çok fazla değişmemekle birlikte yalnızca 80.419.970 ton olarak elde edilmiştir (FAO, 2021a).

Dünyadaki iç sularda elde edilen su ürünleri avcılık miktarlarını incelediğimizde 2010 yılı içerisinde elde edilen miktar 10.863.861 ton iken, 2019 yılı içerisinde bu miktar

12.088.653 ton olarak gerçekleşmiştir. Şekil 1.1’de de yer aldığı gibi dünyadaki deniz ve iç su toplam su ürünleri verilerine bakıldığında, 2010 yılı içerisinde toplam avcılık miktarı 87.142.219 ton olarak gerçekleşmiş olup bu rakam 2019 yılında 92.508.623 ton olarak kayıtlara geçmiştir (FAO, 2021a). Dünyanın nüfusundaki hızlı artışın oranı göz önünde bulundurulduğunda dünyanın tamamında 2010 ile 2019 tarihleri arasında gerçekleşen toplam su ürünleri avcılık rakamlarında ciddi bir artış söz konusu değildir. Bu veriler, doğal popülasyonlarda avlanabilir miktarın üst sınırına gelindiğini ve su ürünleri stoklarının ciddi baskı altında olduğunu göstermektedir.

Dünya geneli avcılıkla elde edilen balık miktarları son yirmi yıl boyunca aşağı yukarı aynı üretim seviyesinde kalmasına karşın, dünyadaki yetiştiricilik sektöründe yapılan üretim, sektör olarak dünyanın en hızlı gelişen gıda üretim sektörü durumundadır. FAO istatistiklerinde son on yıla ait veriler incelendiğinde, 2019 yılı içerisinde dünyadaki toplam su ürünleri üretiminde ilk defa azalış olmuştur. 2018 yılında 178,5 milyon ton olan toplam su ürünleri üretimi avcılıktaki düşüş etkisi ile bir önceki yıla göre %2,26 azalmıştır (FAO, 2021a).

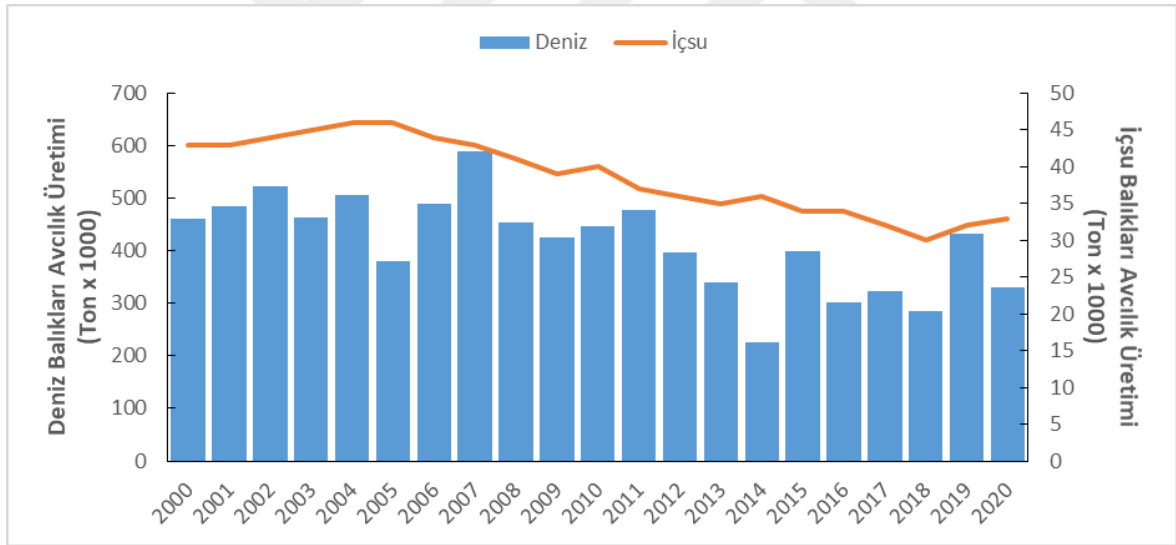


Şekil 1.1. 2010–2019 yılları arası dünya denizleri ve iç sularında yapılan avcılık miktarları (FAO, 2021a), (bu rakamların içerisinde sudaki bitkiler ve denizdeki memeli canlılar dâhil edilmemiştir).

1.1.2. Türkiye Su Ürünleri Avcılık Miktarları

2020 yılında 785.811 ton olan Türkiye su ürünleri üretimi bir önceki yıla göre %6 oranında azalarak gerçekleşmiştir. Bu üretimin 421.411 tonu yetiştiricilik, 364.400 tonu avcılık yoluyla elde edilmiştir. Bu artış ile birlikte bu üretimin parasal olarak karşılığı 13.708.550.105₺ olmuştur. 2020 yılında Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından, Doğu Karadeniz Bölgesi'nde av sezonunda hamsi avcılığının durdurulmasına bağlı olarak avcılıkla yapılan üretim bir önceki yıla göre %21 düşmüş 364.400 tona gerilemiştir. Yetiştiricilik üretimi ise 421 bin 411 ton olarak bir önceki yıla göre %13 oranında artarak gerçekleşmiştir (TÜİK, 2021).

Türkiye denizlerinde 2000 yılında avcılık yolu ile elde edilen su ürünleri miktarı 460.521 ton iken, bu miktar 2020 yılında 331.281 ton olarak gerçekleşmiştir (TÜİK, 2021) (Şekil 1.2.).



Şekil 1.2. 2000–2020 Yılları arası Türkiye deniz ve iç sularında yapılan avcılık miktarları (TÜİK, 2021).

Türkiye’de iç sularda 2000 yılında avcılık 42.824 ton olarak gerçekleşirken, bu rakam 2020 yılında 33.119 tona gerilemiştir. Şekil 1.2 ve Tablo 1.1’de yer alan deniz ve iç su toplam verilerine göre, 2000 yılında toplam 503.345 ton olarak gerçekleşen avcılık miktarı 2020 yılında 364.400 tona gerilemiştir (TÜİK, 2021). Gerilemenin en büyük sebebi son yıllardaki ciddi av baskısı sonucu popülasyonlardaki düşüşler olabileceği gibi, iklim değişikliği, kirlilik, doğal ekosistemlerin tahrip edilmesi gibi faktörler de olabilir.

Tablo 1.1. 2000–2020 Yılları arası Türkiye iç sularında bazı türlerdeki avcılık miktarları (TÜİK, 2021)

Bazı Tatlı Su Balığı Türlerine Göre Türkiye Avcılık Miktarı (Ton)									
Yıl	Türler								
	Alabalık	İnci Kefali	Sazan	Gümüş	Siraz	Yayın	Turna	Kefal	Kerevit
2000	277	15654	14137	1583	1124	1019	224	698	1681
2001	364	15848	12265	1685	1009	813	192	710	1634
2002	352	14930	12965	1733	918	987	217	659	1894
2003	393	14215	13820	1826	1013	912	237	738	2183
2004	352	14259	13451	2107	1027	897	253	820	2317
2005	376	14103	13718	5248	971	804	249	830	809
2006	374	11978	12116	6677	967	1245	279	948	797
2007	550	11623	12286	6540	985	1293	242	927	816
2008	630	11758	11625	6630	993	1275	213	1023	783
2009	557	10685	10964	6184	891	1193	197	970	734
2010	738	11382	12058	4438	962	1178	228	1512	1030
2011	518,5	9167,7	9998,1	6705,2	923,8	946,1	238,2	1325,3	609,6
2012	444	9621	9973	3608,5	812,5	816	215	1138	492
2013	437,5	8600	8276,6	5012,3	735,5	617,9	213,2	1094,4	532,1
2014	431	8310	8036	6471	706	629	240	1192	582
2015	371	8850	7223	4930	695	549	203	1161	532
2016	374	9950	4736	4640	708	512	226	1136	544
2017	309	9830	3543	4892	757	387	195	1424	669
2018	282	9945	2906	4630	622	362	181	1088	524
2019	301	9970	3058	4744	640	370	190	1102	696
2020	279	9734	2893	5629	638	343	183	1149	1233

Türkiye su ürünleri üretiminin iç sulardan avcılık yoluyla elde edilen miktarları, son 10 yıl içerisinde toplam su ürünleri üretiminin %7-10'unu oluşturmaktadır. İç sularda avcılık yoluyla yapılan üretimde türler bazında en büyük payı %28,7 oran ile inci kefali, %28,3 oran ile sazan balığı ve ardından gümüş, kadife, levrek ve kefal almaktadır (BSGM, 2021). Avcılık yolu ile elde edilen siraz miktarı 2000 yılında 1124 ton olarak gerçekleşmiştir. Bu miktar 2020 yılında 638 ton gibi çok daha az olan rakamlara gerilemiştir (TÜİK, 2021). Yıllara göre siraz avcılık miktarlarındaki azalma doğal stoklardaki endişe verici düşüşün bir göstergesidir.

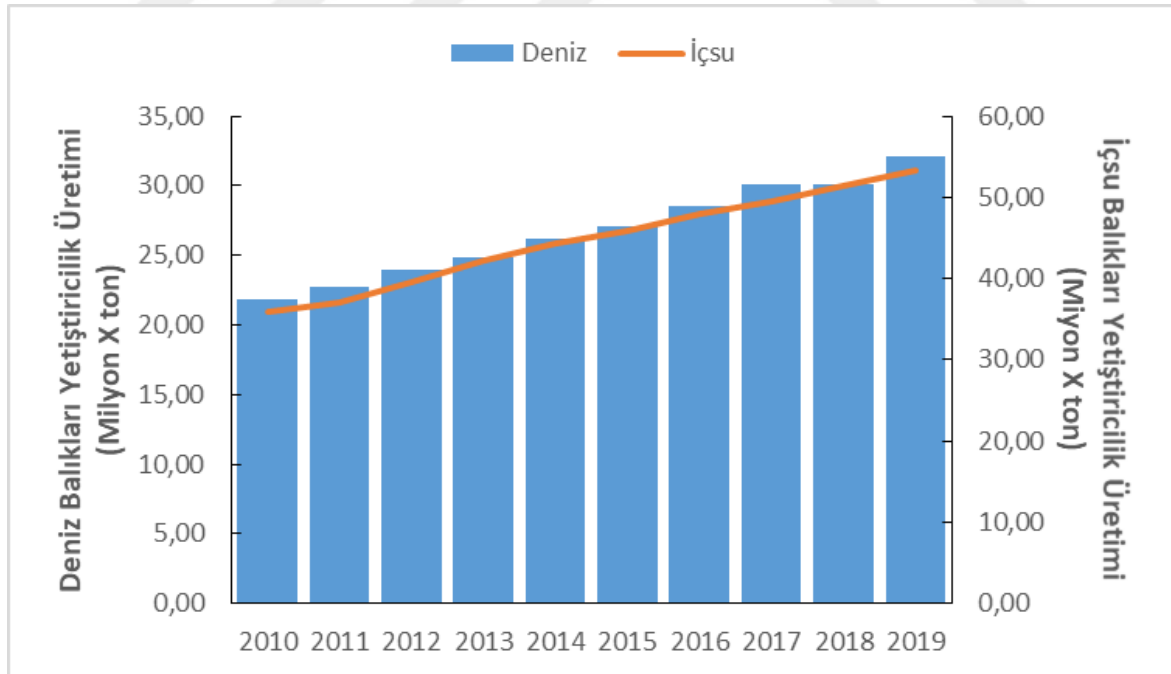
1.1.3. Dünya Su Ürünleri Yetiştiricilik Miktarları

Dünya deniz ve iç sulardaki su ürünleri yetiştiricilik miktarları 2010-2019 yılları arasında artışlar göstermiştir. 2010 yılı içerisinde 57,8 milyon ton olan yetiştiricilik üretim miktarı 2019 yılında 85,4 milyon tona ulaşmış olup 2010 yılına oranla % 47 oranında artış göstermiştir (Şekil 1.3). Dünya geneli artan gıda talebi bu artışı doğurmuştur. Yılda ortalama

%3,2 oranında artan gıda ihtiyacı %1,6 olan dünya nüfus artış oranını ikiye katlamıştır (FAO, 2021a). Bunun yanında, su ürünleri yetiştiricilik alanında üretim tekniklerinin ve teknolojisinin zamanla gelişmesi de göz ardı edilmemelidir.

Dünya genelinde 1980’li yıllarda deniz ve iç sularda yapılan üretim 2,35 milyon ton olarak aynı seviyelerde iken buna karşın iç sularda yıl geçtikçe üretim giderek artmış ve denizlerden elde edilen yetiştiriciliği geride bırakmıştır (FAO, 2014). Dünya deniz ve iç su yetiştiricilik miktarları farkı 2010 yılı içerisinde yaklaşık 14 milyon ton iken, bu rakam 2016 yılında 23 milyon ton olarak gerçekleşmiştir (FAO, 2021a).

Aşırı avcılık altındaki doğal stokların azalması, dünyanın hızla artan nüfusunun protein ihtiyacının yeterince karşılanabilmesi için kültür balıkçılığının önemini artırmıştır. FAO’nun 2016 yılı verileri incelendiğinde yetiştiricilik sektörü son 10 yılda hızla büyüyerek (Şekil 1.3.) dünya genelinde gıda üretim sektörleri içinde en hızlı gelişeni olmuştur (FAO, 2018). Küresel su ürünleri üretiminin çok büyük parçası yetiştiricilik yoluyla sağlanmaktadır. Yetiştiricilik sektörünün üretim miktarları bakımından avcılık sektörünü geçmesi artık bir beklenti olmaktan çıkmış, son iki yılda yetiştiricilik rakamları avcılık rakamlarını geçmiştir (Şekil 1.1. ve Şekil 1.3).



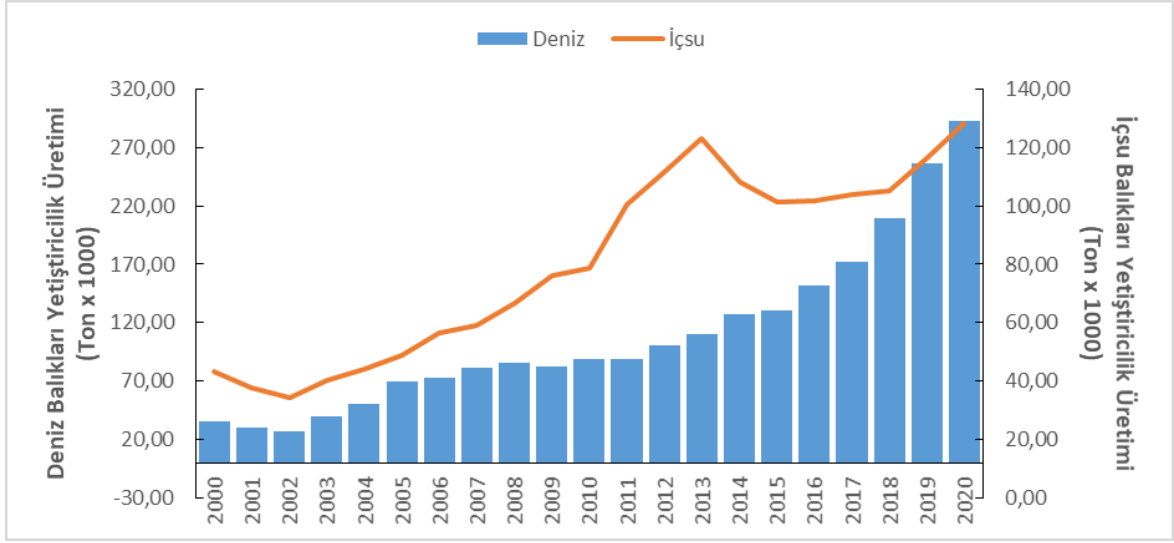
Şekil 1.3. 2010–2019 Yılları arası dünya denizleri ve iç sularında yapılan yetiştiricilik miktarları (FAO, 2021a), (bu rakamların içerisine sudaki bitkiler ve denizdeki memeli canlılar dâhil edilmemiştir).

2010-2019 yılları içerisinde dünyaki deniz ve iç su su ürünleri yetiştiricilik miktarları incelendiğinde (Şekil 1.3), denizlerden 2010 yılında yetiştiricilik ile elde edilen su ürünleri miktarı 21.861.535 ton olarak (bu rakamların içerisinde sudaki bitkiler ve denizdeki memeli canlılar dâhil edilmemiştir) gerçekleşmiştir. Bu rakam 2019 yılında 32.060.104 ton olmuştur (FAO, 2021a). Dünya geneli iç sulardaki yetiştiricilik yolu ile su ürünleri üretimi 2010 yılında 35.945.661 ton iken, 2019 yılında ise 53.302.727 ton olmuştur. Dünya geneli deniz ve iç su yetiştiricilik rakamlarına bakıldığında 2010 yılı içerisinde toplam yetiştiricilik miktarı 57.807.196 ton olarak gerçekleşmiştir. Bu miktar 2019 yılı içerisinde 85.362.832 ton olarak hesaplanmıştır. Tüm bu rakamlara göre, dünya genelinde denizlerden ve iç sulardan elde edilen su ürünleri miktarlarında çok ciddi bir artış söz konusudur. 2010-2019 yılları içerisindeki yetiştiricilik verilerine bakıldığında, iç sularda yapılan su ürünleri yetiştiriciliği miktarları, tüm dünyadaki su ürünleri yetiştiriciliğinin büyük bir bölümünü karşılayacak konuma gelmiştir.

1.1.4. Türkiye Su Ürünleri Yetiştiricilik Miktarları

Ülkemiz denizlerinden avcılık yoluyla elde ettiğimiz su ürünleri üretim miktarı yıllar itibarıyla giderek azalırken (Şekil 1.2.), yetiştiricilik miktarının hızla arttığı görülmektedir (Şekil 1.4). TÜİK'in 2020 yılı verilerine göre, Türkiye su ürünleri üretimi son beş yılda en büyük artışı göstermiştir. 2020 yılında gerçekleşen 1 milyar 20 milyon dolarlık su ürünleri ihracatı 96 ülkeye yapılmış olup bu ülkelerin %75'i Avrupa Birliği ülkeleridir (BSGM, 2021).

Ülkemizde yapılan su ürünleri yetiştiricilik üretiminin %69'u deniz ürünleri yetiştiriciliğinden, geri kalan %31'lik kısmı ise iç sularda balık yetiştiriciliğinden elde edilmiştir. 2010-2015 döneminde su ürünleri yetiştiricilik kapasite kullanımı %49,8 gibi düşük bir orandayken, 2020 yılında alınan önlemler ile kapasite kullanımı %81,4'e yükselmiştir (BSGM, 2021).



Şekil 1.4. 2000–2020 Yılları arası Türkiye denizleri ve iç sularında yapılan yetiştiricilik miktarları (TÜİK, 2021).

Türkiye deniz ve iç sularında gerçekleşen 2000-2020 yılları arasındaki yetiştiricilik verileri incelendiğinde (Şekil 1.4), 2000 yılında denizlerden elde edilen su ürünleri yetiştiricilik miktarı 35.646 ton iken, 2020 yılı içerisinde bu miktar 293.175 ton olarak gerçekleşmiştir (TÜİK, 2021). Yine Türkiye iç sulardaki su ürünleri yetiştiricilik miktarlarına bakıldığında, 2000 yılında 43.385 ton olarak gerçekleşirken, bu miktar 2020 yılında 128.236 ton olarak gerçekleşmiştir. Şekil 1.4.'de yer alan iç su ve deniz toplam verilerine göre, 2000 yılında gerçekleşen toplam yetiştiricilik miktarı 79.031 ton iken, bu oran 2020 yılında 421.411 ton olarak kaydedilmiştir. Türkiye genelinde denizlerden ve iç sulardan yetiştiricilik yolu ile elde edilen su ürünleri miktarlarında ciddi bir artışın olduğu görülmektedir.

İstatistiki verilere göre su ürünleri yetiştiriciliği artan talebi karşılamakta önemli bir fonksiyon icra ederken, değişen çevresel koşullara göre yeni ve alternatif türlerin üretimini de zorunlu kılmaktadır. Aynı zaman da su ürünleri yetiştiriciliği çeşitli sebeplerden (iklim değişikliği, kirlilik, av baskısı) ötürü azalan doğal stokların desteklenmesinin de en önemli araçlarından biri konumundadır.

1.2. İklim Değişikliğinin Su Ürünleri Üretimine Etkileri

Türkiye tarım sektörünün birkaç büyük sektöründen biri olan su ürünleri sektörü, insanların gıda ihtiyacının karşılanmasındaki katkısı, sanayi sektörüne hammadde tedarik

etmesi, yeni istihdam alanları oluşturması ayrıca yüksek ihracat gücüne sahip olması gibi özelliklerinden dolayı çok önemli bir konuma sahiptir. Türkiye su ürünleri sektörü 1984 yılından beri hemen hemen her yıl %11’lik bir büyümeyle, gıda sektörleri arasında en hızlı büyüyen ve hızla gelişen sektör olmuştur (Arda, 2014).

Son yıllarda gelişen teknoloji ve ekonomik büyümeye paralel olarak Türkiye’de su ürünleri yetiştiriciliği ciddi bir ivme kazanmıştır. Aşırı avcılık ve balık popülasyonlarındaki azalmanın neticesinde yetiştiriciliğin önemi artmıştır. Türkiye’deki ilk yetiştiricilik faaliyetleri yetiştirilmesi daha kolay olan sazan yetiştiriciliği ile başlamışsa da günümüzde artık büyük anlamda ekonomik değeri olan alabalık, ipura ve levrek gibi türlerin yetiştiriciliği yaygın olarak yapılmaktadır (Aydın ve Sayılı, 2009).

Ülkemizdeki refah düzeyinin ve ekonomik gelirin artması ile yetiştiriciliği yapılan birkaç türe yeni türlerde katılmaya başlanmıştır. Ülkemizdeki birçok baraj gölü ve göletlerden; taşkınlardan korunma, içme suyu ve sulama suyu sağlama ve enerji üretiminin yanı sıra balık yetiştiriciliğinin gelişmesi ile birlikte 1990’lı yıllardan beri balık yetiştiriciliği için de yararlanmaya başlanmıştır. Ülkemizdeki bu sulak alanlarda genel olarak ağ kafesler içerisinde alabalık yetiştiriciliği yapılmakla birlikte i sularımızda diğer balık yetiştiriciliği sistemlerinden de faydalanılmaktadır. Denizlerde, baraj göllerinde ve göletlerde ağ kafeslerde entansif yetiştiricilik yapılmaktadır. Yine aynı şekilde beton havuz ve fiberglas havuzlarda da entansif yetiştiricilik yapılmaktadır. Toprak havuzlarda ve gllerde yarı – entansif yetiştiricilik yapılırken son yıllarda kapalı devre sistemlerde de yetiştiricilik faaliyetleri yapılmaktadır (Yayan, 2015).

Türkiye su ürünleri yetiştiriciliği için uygun su ortamlarına ve kaynaklarına sahiptir. Bu nedenle su ürünleri yetiştiriciliği ülkemiz için önemli bir üretim potansiyeli taşımaktadır (Arda, 2014). Türkiye’de de tüm dünyada olduğu gibi yetiştiriciliği olumsuz etkileyebilecek birtakım ekosistemle alakalı değişimler söz konusudur. Bunlardan en önemlisi ve başta geleni küresel çaptaki iklim değişikliğidir. İklım değişikliği insanlığın karşılaştığı en büyük çevresel sorunlardan biridir. Bu yüzyılın sonuna kadar yeryüzünün yaklaşık 3,9°C’lik bir ısınmaya doğru hızla ilerlediği bildirilmektedir (UNEP, 2020). İklım değişikliğinin etkilerinin, ekonomi ve topluluklar açısından maliyeti düşünüldüğünde, gelişmekte olan ülkelerde daha yoğun hissedilmesi beklenilmektedir (FAO, 2021b).

Balıkçılık ve su ürünleri faaliyetleri hem yerel hem de küresel düzeyde gıda tedarikine, gıda güvenliğine ve ekonomiye önemli katkılarda bulunmaktadır. İklım değişikliği ve buna bağlı çevreyle ilgili değişiklikler balıkçılık ve su ürünleri faaliyetlerini

etkilemektedir. Doğrudan ve dolaylı etkiler arasında hedeflenen popülasyonların aralıklarında ve verimliliklerinde, habitatlarında ve gıda ağlarındaki değişikliklerin yanında su ürünleri ve balıkçılık maliyetleri ve verimliliği ile balıkçı topluluklarının geçimi ve güvenliği üzerindeki etkiler de yer almaktadır. Balıkların beslenme, göç ve üreme davranışları doğrudan etkilenmekte, fiziksel ortamlarındaki değişiklikler ise büyümelerine, ölüm oranlarına ve üremelerine dolaylı olarak etki etmektedir. İç sular iklim değişikliğine karşı özellikle kırılgandır ve kısa vadede su sıcaklığındaki kademeli değişimler, besin maddesi seviyeleri ve kuru sezonda daha düşük su seviyeleri ile iklim değişikliğinin iç su balıkçılığını etkilemesi beklenmektedir. Doğrudan veya dolaylı etkiler nedeniyle iklim değişikliği su ürünlerini olumlu ya da olumsuz yönde etkileyebilir (FAO, 2021b). Çevresel şartların değişmesinin bir sonucu olarak su ürünleri yetiştiriciliğinin karşı karşıya kaldığı iki önemli husus vardır. Bunlardan birincisi, iklim değişikliği sürecinde bazı balık türlerinin popülasyonlarının azalmaya başlaması ve bunun üstesinden balıklandırma yoluyla gelinmesidir. Balıklandırma için ihtiyaç duyulan popülasyonlar yetiştiricilik yöntemleri ile üretilebilir ve doğal stoklar desteklenebilir. İkinci husus ise, yetiştiriciliği yapılan balık türlerinde iklim değişikliği nedeniyle ortam sıcaklığının artması sonucu birtakım sorunların ortaya çıkmasıdır. Alabalık gibi soğuk su türlerinin yetiştiriciliğinin ilerleyen yıllarda ılıman iklim kuşağında yer alan ülkelerde zorlaşması, yeni alternatif tür arayışına yol açacaktır. Soğuk su türlerinden ziyade ılık su türlerinin yetiştiriciliği önem kazanmaya başlayacaktır. İklim değişikliğine karşı Türkiye'deki su ürünleri yetiştiricilik sektörünün alternatif türler üzerine yönelmesi kaçınılmaz görünmektedir.

1.3. Alternatif Balık Türleri Yetiştiriciliğinin Önemi

Yetiştiricilik yoluyla balık üretimi son yıllarda büyük bir hızla gelişmektedir. Ülkemizde yetiştiriciliği yapılan türler arasında iç sularda alabalık ve sazan, denizlerde ise çipura ve levrek yer almaktadır. Ancak yetiştiricilikte kullanılan tür sayısı bu türlerle sınırlı kalmıştır. Bu nedenle oldukça uzun bir süreç olmasına rağmen, yeni türlerin kültüre alınması çalışmaları çok büyük önem taşımaktadır. Su ürünleri üretimin devamlılığının önemli unsurlarından birisi de ürün yelpazesini arttırabilmektir. Dünya genelinde yoğun olarak üretilen türlerin pazarda doygunluk oluşturması durumunda yegâne çözüm alternatif ürünlerle piyasayı genişletmektir.

Balık üretimi genel olarak iki ana konu üzerine yoğunlaşmıştır; yetiştiricilik tesisleri için ticari balık üretimi ve doğal popülasyonların desteklenmesi için balık üretimi. Siraz özellikle doğu Anadolu bölgesinde avcılık açısından önemli olan bir türdür. Akuakültür üretimi için şimdilik söz konusu olmasa da balıklandırmada kullanım ve ilerleyen yıllarda yetiştiricilik için yeni bir tür kazandırılmasında önemli bir yer tutmaktadır. Bu balık türü, “Siraz Balığı (*Capoeta umbla*, Heckel, 1843)’nın Balıklandırma Amacıyla Üretim Olanaklarının Araştırılması” projesi kapsamındaki çalışmalarda görülmüştür ki, tam kontrollü kültür koşulları altında spontane olarak yumurtlayamamaktadır. Bu nedenle ovulasyonun stimülasyonunda hormonal uygulama gerekliliği vardır. Akuakültür için potansiyel bir tür olması, avcılık için ekonomik önemde bir tür olması ve balıklandırma maksadıyla bu türün üretilme zorunluluğu nedenleriyle, kontrollü koşullar altında üremesinin çalışılması ve üreme özelliklerinin ortaya konulması önemlidir.

1.4. Balıklandırma

Mevcut ekosisteme dışarıdan yapılan veya yapılacak olan tüm yapay müdahaleler ile doğal kaynağın geliştirilmesi, devamlılığının sağlanması, ayrıca mevcut türlerin korunması adına yapılan her türlü müdahale balıklandırma olarak tanımlanır. Ticari olarak balıklandırmayı ifade edecek olursak; mevcut bütün su kaynaklarına (doğal göl, akarsu, barajlar, yapay gölet, deniz, dalyan) dışarıdan yapılacak müdahaleler ile stoklarının artırılması ve sürdürülebilirliğinin sağlanması olarak ifade edilebilir. Balıkçılık konusunda gelişmiş olan ülkelerde bugün balık üretiminde özellikle doğal stoklardan avcılık, ayrıca yetiştiricilik faaliyetlerinden ciddi anlamda üretim yapılırken, üçüncü bir seçenek olarak da balıklandırma faaliyetlerinden önemli miktarlarda üretim, bununla birlikte büyük gelirler elde edilmektedir (Zengin, 2010). Doğal ortamında çok büyük oranda kayıplar (%95) vererek üreyen balıklardan, bu kayıplara neden olan sebeplerin (sel, taşkın, bulanıklık, predatörlerin saldırıları vb. nedenler) önüne geçmek adına anaçlar alınmaktadır. Alınan bu anaçlar kuluçkahane şartlarında insan elinde yapay sağım yoluyla çok daha yüksek oranda (%90’ın üzerinde) hayatta kalma oranı ile üretilip anaçlarının alındığı doğal ortama bırakılmaktadır. Böylelikle mevcut popülasyonun devamlılığı sağlanmaktadır (Aksungur ve ark., 2006).

Türkiye’de yapılan ilk balıklandırma çalışması her ne kadar yukarıda bahsedilen amaçlar doğrultusunda yapılmamışsa da kayıtlara geçen ilk balıklandırma, Hatay’ın

Fransızların elinde bulunduğu işgal yıllarında, Amik Gölü'nün bataklıklarında sivrisineklerle mücadele etmek adına sivrisineklerle beslenen sivrisinek balıklarının bırakılmasıdır. Daha sonra bu çalışmalar amacına uygun olarak yapılmışsa da bazen sıkıntılar doğurmuştur. Eğridir Gölü'ne 1950'li yıllarda aşıl原因an sudak balığı gölde bulunan diğer balıkların neslini tehlike altına sokmuştur. Ülkemiz iç sularında, biyolojik mücadele amacıyla 2, verimliliği arttırmak amacı ile 17, istem dışı 4 tür olmak üzere 23 farklı tür ile balıklandırma yapıldığı bildirilmektedir (Cirik ve ark., 2007; Yılmaz ve ark., 2011; Atalay ve Toslak., 2013).

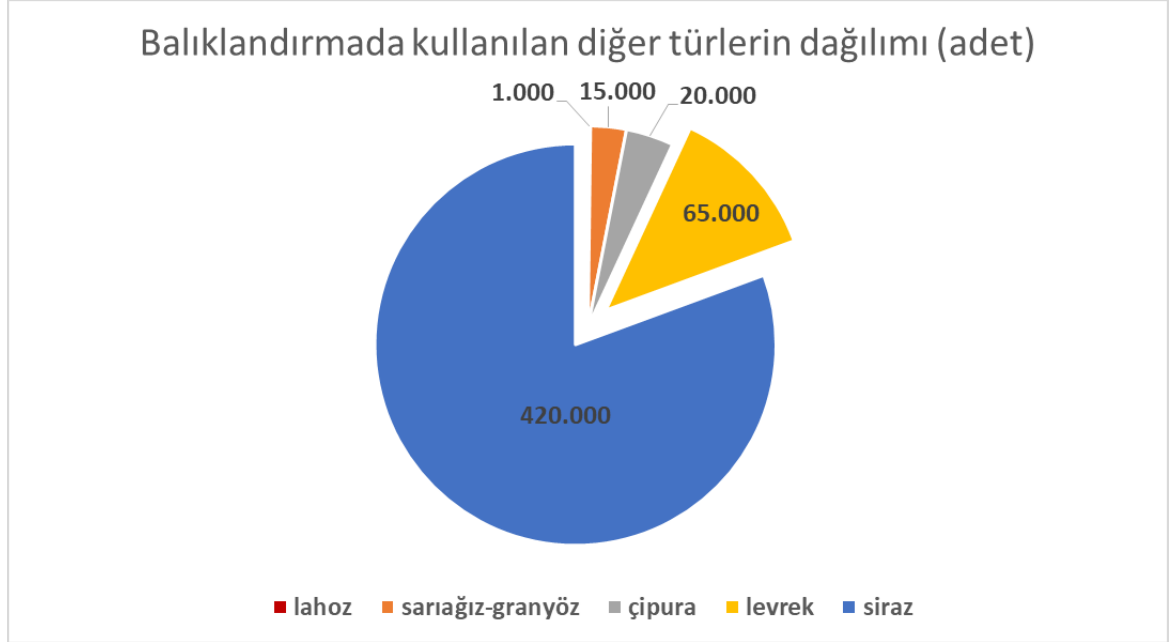
Tablo 1.2. Balıkçılık ve Su Ürünleri Genel Müdürlüğü'nün balıklandırma faaliyetleri (BSGM 2021).

Yıllar	Balıklandırılan;		Balık Miktarı (adet)
	İl Sayısı	Kaynak Sayısı	
2002	28	200	5.540.000
2003	48	274	5.920.000
2004	57	338	6.000.000
2005	48	315	6.485.000
2006	49	317	6.550.000
2007	55	326	4.450.000
2008	56	330	4.730.000
2009	58	401	4.100.000
2010	58	451	5.150.000
2011	62	449	4.550.000
2012	39	498	3.500.000
2013	49	554	4.250.000
2014	32	328	4.030.000
2015	52	378	3.500.000
2016	55	541	5.000.000
2017	60	591	6.085.000
2018	60	686	6.000.000
2019	66	793	6.168.000
2020	63	833	6.691.150
Toplam			98.699.150

Tarım ve Orman Bakanlığı Balıkçılık ve Su Ürünleri Genel Müdürlüğü'nün (BSGM) 2002-2020 yılı verilerine göre (Tablo 1.2.), Türkiye'de 2002 yılında 28 ilde 200 kaynağa toplam 5.540.000 adet Sazan balığı balıklandırma amacıyla bırakılırken, bu oran 2020 yılında 63 il 833 kaynakta 6.691.150 olarak gerçekleştirilmiştir. 2002-2020 Yılları arasında toplamda 98.699.150 adet yavru sazan balıklandırma amacıyla kullanılmıştır.

2020 yılında DSİ'den BSGM'ye devralınan 7 adet üretim istasyonundan 15.155.000 adet sazan, 3.750.000 adet şabut ile Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü

tarafından 4.450.000 adet alabalık olmak üzere 2020 yılında toplam 30.567.000 adet balık kaynaklarımıza bırakılmıştır (BSGM 2021).



Şekil 1.5. 2020 yılında Türkiye’de yapılan levrek, çipura, siraz, sariağız-granyöz ve lahoz balıklandırma miktarları (BSGM, 2021).

Tarım ve Orman Bakanlığı Balıkçılık ve Su Ürünleri Genel Müdürlüğü’nün (BSGM) 2021 yılı verilerine göre, Türkiye’de ayrıca Sazan dışında, 2020 yılında 65.000 adet levrek, 20.000 adet çipura, 15.000 adet sariağız-granyöz, 420.000 adet siraz ve 1.000 adet lahoz kaynaklarımıza bırakılmıştır (Şekil 1.5).

Ülkemiz iç sularında balıklandırma faaliyetleri ticari ve sportif balıkçılıktaki yüksek değerinden dolayı ağırlıklı olarak aynalı ve pullu sazan (*Cyprinus carpio*) türü üzerinden yürütülmüştür. Son yıllarda ise su kaynaklarının yerli türlerle balıklandırılmasına yönelik artan eğilime paralel olarak şabut (*Arabibarbus grypus*) ve siraz (*Capoeta umbla*) gibi yerli türlerimiz de balıklandırma amacıyla kullanılmaktadır.

1.5. Doğal Stoklar Üzerindeki Baskıyı Azaltma ve Türleri Koruma

Balık türlerinin yapay olarak üremesinin sağlanması, insanlar tarafından besin kaynağı olarak ve bazı durumlarda başka amaçlar için kullanılan birçok su türü için su ürünleri yetiştiriciliği operasyonlarının temel uygulamasıdır. Ağırlıklı olarak insan

tüketimine yönelik olarak üretilen balık ve diğer su ürünleri (midye, istiridye, karides vb.) dışında, ticari olmayan balık türleri için geliştirilmiş koruma amaçlı yetiştiricilik uygulamaları bulunmaktadır (Turkowski ve ark., 2008; Ciesla ve ark., 2014; Nowosad ve ark., 2016; Kucharczyk ve ark., 2019; Kujawa ve ark., 2019) ve bu tür yetiştiricilik faaliyetleri ile nehirler, göller, denizler ve okyanuslar için balık veya omurgasızlar üretilir. (Kucharczyk ve ark., 2020). Türkiye’de bu türlerden biri de siraz balığıdır. Yetiştiricilik için aday bir tür olan siraz, iç su balıkları avcılığında önemli yer tutan ekonomik bir türdür. Son yıllarda avcılık yoluyla siraz üretiminin azalması, bu türün doğal stoklarının balıklandırma ile desteklenmesi gerektiğini göstermektedir.

Avcılık faaliyetlerinden dolayı mevcut popülasyonun aşırı kullanımı ve buna bağlı olarak yıpranması, balık gen kaynaklarının da azalmasına neden olmaktadır. Sulak alanlar üzerindeki en büyük tehdit aşırı avcılık olmakla birlikte potansiyel olarak farklı tehditler de bulunmaktadır. Suda bulunan ve besin zincirini oluşturan organizmaların farklı nedenlerden dolayı mevcut ortamdan uzaklaşmasına sebep olmak ve yeni yapılan, balık geçidi bulunmayan baraj-bentlerle suyollarının kesilmesine bağlı olarak balıkların doğal göç yollarının kapanmasına neden olmak gibi tehditler söz konusudur. Bazı yabancı ve istilacı türlerin ayrıca hastalıklara neden olabilecek etkenlerin ortama bilinçli veya bilinçsiz olarak sokulması, sudaki kirliliğin artması, ayrıca insanların yaptıkları çeşitli etkinlikler sonucunda balıkların doğal habitatlarının bozulması gibi etkiler de bulunmaktadır. Tüm bu tehditlerin olumsuz etkilerinin ortadan kaldırılması için iki temel olaydan yararlanılmaktadır. Bunlardan birincisi mevcut gen yapısının korunması, bir diğeri ise genetik çeşitliliğin koruma altına alınmasıdır (Demir, 2017).

Ülkemiz sularında mevcut bulunan yerel balık türleri ile ilgili yapılan çalışmalar genel anlamda popülasyon dinamiği, sistematiikleri, biyo-ekolojisi ve fizyolojileri üzerine yoğunlaşmasına karşın, bu türlerin yetiştiricilik için alternatif tür olma şansı ile ilgili çalışmalar sınırlı sayıda olmuştur. Türkiye’de yapılan balıklandırma çalışmalarında sazan balığı yetiştiriciliği önemli türdür. Alternatif tür olarak yerel türlerden seçilecek bazı türlerin ele alınması yetiştiricilik ve doğal stokların takviyesi açısından çok önemlidir.

Ülkemiz denizlerinde ve iç sularımızdan avcılık yöntemiyle yakalanan su ürünleri üretim miktarlarının sürekli değiştiği ve zaman zaman ciddi manada düşüşler gösterdiği açıktır. Hızlı bir şekilde artan nüfusumuza bağlı olarak kişi başına düşen balık tüketiminde halen istenilen düzeye ulaşmadığımız aşikârdır. Ayrıca gelecekte çok önemli olacak içme suyu kalitesindeki iç sularımızda devamlı olarak sadece karnivor türlerin üretilmesinin

gündemde oluşu, ilerleyen yıllarda ülkemizde temiz su gereksiniminde sıkıntılara yol açacağı da gözardı edilmemelidir. Bu ihtimaller doğrultusunda sazan ve alternatif bir tür olabilecek siraz gibi ekonomik değeri olan herbivor ve omnivor türlerin yetiştiriciliğinin mutlak olarak desteklenmesini sağlayacak politikalar geliştirilmeli ve yaygınlaştırılmalıdır.

1.6. Yeni Balık Türlerinin Yetiştiriciliğe Kazandırılması

Binlerce balık türü birbirinden farklı birçok özellikler göstermektedir. Cinsiyetleri genetik ve çevresel koşulların etkisi altındadır. Hermafroditizmden gonokorizme kadar cinsiyet farklılaşması olabildiği gibi, olgunluk yaşı birkaç aydan birkaç yıla değişkenlik gösterebilir. Fekondite birkaç adet yumurtadan birkaç milyona çıkabilmekte, iç veya dış döllenmeler olabilmektedir. Yumurta boyutlarında geniş bir aralık söz konusudur, bazıları pelajikken bazıları demersaldır ve hatta yapışma özelliği vardır. Ebeveyn korumasında olmayan yumurtalar doğal ortama yayılırken, ovoviviparite özellikte olanlarda parental bakımla doğum gerçekleşir. Çeşitli üreme stratejilerinin varlığı, balık kültürü ve anaç yönetimi için önemli etkilere sahiptir (Mananos ve ark., 2008). Yetiştiriciliğe kazandırılması planlanan balık türlerinde bahsi geçen bütün bu parametrelerin hesaba katılarak bir üretim protokolünün oluşturulması zorunluluğu vardır.

Günümüzde su ürünleri üretiminin neredeyse yarısı yetiştiricilik yoluyla karşılanmasına karşın, bu sektör sadece birkaç tür üzerinde yoğunlaşmıştır. Yeni türlerin yetiştiriciliğe kazandırılması da doğadan uygun bireylerin toplanmasına, kültür şartlarına adapte edilmesine ve kontrollü koşullarda üretilmesine bağlıdır. Doğal ortamdan kültüre alınabilecek balıklar için üreticilerin, araştırmacıların ve benzeri kurumların çalışmalarında planlama, yol haritası oluşturma ve üretim ekibinin belirlenmesi gibi birçok zorunlu stratejik yapılanmaların değerlendirilmesine ve yeni türün adaptasyonunda ve üretiminde karşılaşılan ve/veya karşılaşılabilecek sorunların dikkatli bir biçimde analizine ihtiyaç vardır.

Yeni tür balıkların kültüre alınabilirlik olgusu kendi içerisinde birçok bilimsel ve ekonomik araştırmalara ihtiyaç duyar. Kültüre alınacak balık türünün doğal yaşama ortamı ve doğal yaşam döngüsü ile ilgili özellikleri göz ardı edilmemelidir.

Doğal ortamdan yakalanan anaç veya yavru balıklarda karşılaşılan en önemli sorun kültür ortamına adaptasyon olup ilgili türün adaptasyon yeteneği ve fizyolojisi, beslenme özelliği iyi bilinmelidir. Yetiştiricilik ortamında adaptasyon havuzlarının özellikleri, tasarımı ve sayısı kadar yetiştiricilikte kullanılacak suyun fizikokimyasal özellikleri ve

ayrıca uzman kadronun mevcut durumu adaptasyon çalışmaları için hayati önemdedir. Yeni türlerin kültüre alınabilirlik çalışmaları uzun zamanlar isteyen ve uzman kadrolara sahip modern teknolojilerle donatılmış üretim istasyonlarına ihtiyaç duymaktadır. Uygulama çalışmaları tamamen bilimsel çalışmalara bağlı ilerleyecek uzun soluklu faaliyetlerdir. Bu açıdan, yeni üretime kazandırılması düşünülen balık türleri üzerinde bir araştırma takımı oluşturulması ve yol haritası çizilerek uzun süreçli bir program hazırlanmalıdır.

1.7. Anaç Temini, Adaptasyonu ve Bakımı

Yetiştiricilik faaliyetlerinde kullanılacak anaç adaylarının doğal ortamdan temini sırasında başarılı bir işlem için ilk önce türün morfolojik özellikleri taşıyan sağlıklı erkek ve dişi bireylerden ağırlık, boy ve yaş bakımından birbirine yakın olan damızlık adaylarının seçilmesi gerekmektedir. Aynı zamanda uygun zaman ve uygun av araçları ile yeteri kadar avlanması, bunların türe özgü koşullarda stoklanması ve adaptasyonlarının gerçekleştirilme çalışmaları yetiştiricilik bakımından çok önemlidir (Demir, 2017). Doğal bir balık türünün kültür koşullarına adaptasyonunda, optimal balık refahının, yaşama oranının, beslenmenin ve üremenin sağlanması gibi birtakım zorluklar vardır. Bu zorlukların üstesinden gelmede balık refahı üzerine pozitif etkisi olabilecek doğal çevresel düzenlemeler yapılmalıdır. Doğadan yakalanmış balığın stresini azaltmada ve yetiştiricilik ortamına adaptasyonunda bazı substratlar etkili olabilmektedir (Gün ve Kızak, 2019). Birçok türde tank veya havuz zeminine serilen toprak, kum, çakıl gibi substratlar balık refahı üzerine olumlu etkiler yapmaktadır. Özellikle yüzgeç yaralanmaları başta olmak üzere birçok vücut hasarı asgari düzeye inmekte, agresif balık davranışları azalmakta, düşük mortalite görülmekte ve yem alımına daha hızlı adaptasyon gerçekleşmektedir (Bosakowski ve Wagner, 1995; Mork ve ark., 1999; Gün ve Kızak, 2019). Gökkuşuğu alabalığı yavrularının bulunduğu havuza çakıl taşları yerleştirildikten sonra balıklarda yüzgeç erimesinin azaldığı kaydedilmiştir. Balık refahı ile yüzgeç durumu arasında pozitif korelasyon söz konusudur ve substratların da balık refahına olumlu katkı sunma potansiyelleri vardır (Gerber ve ark., 2015). Doğadan yakalanan siraz damızlıklarının tank ortamına adaptasyonunda toprak substratı diğer substratlara göre çok daha etkilidir, bu nedenle doğal balıkların refahında toprak havuzlar elzemdir (Gün ve Kızak, 2019).

Doğal ortamından avcılıkla yakalanan damızlık balıkların türe özgü üreme özelliklerinin bilinmesi gereklidir. Dişilerden yumurta ve erkeklerden sperm elde edilmesi,

dölleme işlemleri, ardından inkübasyon şartlarının belirlenmesi gibi çalışmalara ilişkin yeni araştırmaların yapılması yeni türlerin yetiştiriciliği açısından çok önemlidir (Demir, 2017). Su ürünleri yetiştiriciliği geçmiş olmaya bir tür için şu bilgi kaynakları kullanılabilir (Mananos ve ark., 2008);

- Doğal popülasyonlardan elde edilmiş üreme stratejileri, maturasyonla gelişim ve yumurta parametreleri
- Balıkçılardan alınan bilgiler, özellikle gonadlarda mevsimsel değişimler
- Olgun bireylerin yakalandığı bölgelerle ilgili çevresel parametreler
- Yakın türlere ait üreme stratejileri, maturasyonla gelişim ve yumurta parametrelerinden istifade ederek olabildiğince tahminlerde/çıkarımlarda bulunma.

Su ürünleri yetiştiriciliği işlemlerinde, dişi ve erkek balıkların üreme kapasitesinin ve fonksiyonunun kontrollü olarak denetimlerinin düzenli yapılması sürdürülebilir üreme ve üretimin temelini oluşturur. Bu bakımdan, doğal üreme mevsimi dışındaki dönemlerde fotoperiyot, su sıcaklığı vb. uygulamalar ile balıkların üreme fonksiyonları kontrollü olarak yönetilir (Constantinos ve ark., 2010).

Bir balık türünde üreme olgunlaşmasını kontrol etmek için bir protokol geliştirmenin temeli, çevresel koşullar, özellikle fotoperiyot ve sıcaklık ile bağlantılı olarak üreme stratejisinin ve üreme döngüsünün anlaşılmasıdır. Cinsiyet farklılaşması, ilk olgunluktaki boyut, çevresel değişikliklerle ilgili olgunlaşma gelişimi, üreme endokrinolojisi, yumurtlama davranışı ve yumurta parametreleri bilgisi, maturasyonun gametogenez geç aşamalarına ve yumurtlamaya kadar ilerlemesine izin veren koşullarda balık bakımı için bir protokolün tasarlanmasına imkan sağlar (Mananos ve ark., 2008).

1.8. Balıklarda Üreme

Gametogenez olarak adlandırılan gamet büyümesi ve farklılaşması prosesi, dişi oosit (oogenez) ve erkek spermatozoon (spermatogenez) formasyonuna sebep olur. Erkek ve dişilerde üreme döngüsünde iki önemli aşama vardır; birincisi, gonadal büyüme ve gelişim (gametogenez) safhası, ikincisi, ovulasyon/spermiasyon ve yumurtlamanın doruk noktası olan maturasyon safhası (Mananos ve ark., 2008). Balıklarda üreme sistemleri; gonad, iletim kanalları ve yardımcı yapılardan oluşur. Gonad yumurta ve spermleri oluşturan organlara verilen genel addır. Bunlar erkeklerde testis, dişilerde ovaryum olarak tanımlanır. Gonadlar üreme için gerekli olan hücrelerin üretiminden sorumlu olan eşeysel hücreleri ve hormonları

oluşturan bezlerdir. Gonadlar vücut boşluğunun dorsal çeperinde karın zarına bağlıdır. Balıkların gonadları karın boşluğunda bir çift olarak uzanır (Karayücel ve Karayücel, 2016). Gelişen gametlerle beraber ovaryum ve testislerin büyümesi hipotalamus (beynin bir bölümü), hipofiz, tiroid, pineal bezler ve gonadlardan salgılanan hormonal salgılarla kontrol edilmektedir (Shepherd ve Bromage, 1992). Hipofiz, beynin ventral kısmında lokalize olan büyük bir endokrin bezidir ve büyüme, metabolizma ve stres adaptasyonu ile ilgili diğer birçok hormona ek olarak gonadotropin hormonların (GTH) salınmasından sorumludur. İki hipofiz GTH'si, FSH ve LH ile birlikte Tiroid Uyarıcı Hormon (TSH) ve plasental koryonik gonadotropin (CG), yapısal olarak ilgili moleküllerin bir ailesini, glikoprotein hormonlarını oluşturur (Mananos ve ark., 2008).

Balıklarda gonadal gelişim üç ana tip göstermektedir; senkronize, grup-senkronize ve asenkronize.

- Senkronize tip gonadal gelişim gösteren türler hayatları boyunca sadece bir defa yumurtlarlar. *Petromyzon* spp., *Anguilla* spp., *Alosa* spp. ve Pasifik somonları buna örnek verilebilir. Bu tip bir ovaryumda bütün oositler gametogenez, FOM (final oosit maturasyonu) ve ovulasyon safhalarında eş zamanlı olarak gelişim kaydeder.
- Grup-senkronize tipinde gelişimi mevsimsel yumurtlayanlar sergiler ve bunlar, yıllık üreme sezonunda bir veya daha fazla sayıda yumurtlarlar. Bu tipte, bir kısım vitellojenik oositler toplanır ve gelişimin sonraki aşamaları boyunca eşzamanlı olarak ilerler, ancak oosit popülasyonunun geri kalanı tutulu kalır. Bu tür ovaryan gelişim iki alt gruba ayrılabilir: tek parça (single-batch) ve çoklu parça (multiple-batch) yumurtlayanlar. Tek parça senkronize yumurtlayan türlerde her sezon oositin sadece tek parçası maturasyona uğrar ve bu türler her yıl için bir kez yumurtlarlar (örneğin; gökkuşağı alabalığı). Çoklu parça senkronize yumurtlayan türler, yumurtlama mevsimi boyunca ardışık oosit gruplarının toplanması ve böylece yılda birkaç yumurtlamanın üretilmesiyle bu süreci birkaç kez tekrarlayabilir. Yumurtlama sayısı, oositlerin toplanma sayısına bağlıdır; örneğin, deniz levreği sezon başına 2-4 yumurtlama üretir.
- Asenkronize tipte ovaryum gelişimi, genişletilmiş bir zaman periyodu (birkaç ay) boyunca birden fazla yumurtlayan türler tarafından sergilenir. Bu, bazı tropikal türler için tipiktir. Oosit popülasyonu asenkronik bir şekilde gelişir ve tüm oosit sınıfları (erken vitellogenenezden geç olgunlaşmaya kadar) üreme döngüsünün herhangi bir anında ovaryumda bulunabilir. Oosit büyümesi parçaları (batches) yoktur. Bu, bazı

türler için bu kategorilerden birinde sınıflandırmayı zorlaştıran, çoklu parça grup senkronize tipte bir ovaryan gelişiminin en uç noktasını temsil eder (Mananos ve ark., 2008).

Yumurtlama tiplerine göre balıklar pelajik ve demersal yumurtlayıcılar olarak ikiye ayrılırlar. Ancak her iki durumda da türünün juvenilleri ya da yetişkinleri demersal ya da pelajenik olabilirler. Demersal yumurtlayıcılar dipte gelişen ve çevrelerini saran sudan daha ağır yumurta üretirler. Bu yumurtalar ya bir tabakaya yapışık ya da dipte yüzerler ve genellikle yapışkan özellik gösterirler. Tüm tatlı su balıklarının yumurtaları bir tabakaya yapışık ya da dip ile gevşek bir bağ söz konusudur. Bu balık yumurtasının ana bileşeni olan proteinin özgül ağırlığının tatlı sudan daha fazla olması ve demersal yumurtanın düşük su içeriği ile ilişkilidir (Karayücel ve Karayücel, 2016).

Üreme döngüsü, üreme eksenini olarak adlandırılan beyin-hipofiz-gonad eksenini boyunca bir dizi hormon tarafından düzenlenir. Bu ekseninde, hipofiz gonadotropinleri (GTH), Folikül Uyarıcı Hormon (FSH) ve Luteinizing Hormon (LH), üremenin endokrin kontrolünde kilit oyuncular. İki GTH'nin salgılanması, Gonadotropin Salgılatıcı Hormonun (GnRH) uyarıcı etkisi aracılığıyla beyin tarafından kontrol edilir. Bu nöropeptid, üremeyi düzenleyen, dış bilgilerin (örneğin çevre) bir entegratörü olarak hareket eden ve üreme ekseninin düzenlenmesi için nöroendokrin girdiler gönderen birincil sistemdir. GnRH doğrudan hipofiz bezine etki ederek FSH ve LH salgılamasını uyarır. Bu salgılar gonada etki etmek üzere kan dolaşımına karışır ve gonada steroid hormonlarının sentezini stimüle eder. Steroid hormonları da gonadal gelişimin nihai etkileyicileridir (Mananos ve ark., 2008).

Sazanlar gonokoristiktir ve ilk yılda olgunlaştıkları rapor edilmişse de daha büyük 2 veya 3 yaşındaki sazanlar (1-5 kg) anaç olarak makbuldür. Genel olarak, doğal yumurtlama, havuzlarda veya su basmış alanlarda ılık bahar veya yaz koşullarını gerektirir. Sazanlar parça yumurtlayıcılardır (batch spawner) ve adi sazan gibi türler tropik bölgelerde tüm yıl boyunca (5 yumurtlama) ve kuzey enlemlerinde yılda sadece bir kez yumurtlarlar. Yumurtlama çok eşlidir ve yumurtalar substrat, bitki örtüsü (sazan), nehir yatakları (Çin sazanları) veya su basmış alanlara (Hint sazanları) saçılır. Su ürünleri yetiştiriciliği için yumurtalar veya yavrular, doğal su kütlelerinde (özellikle Asya'da), özel olarak hazırlanmış havuzlarda (ortak sazan) doğal yumurtlamadan veya kuluçkahanelerde (tüm sazanlarda) hormonal olarak uyarılmış yumurtlamadan elde edilir. Sazan, hem havuzlarda doğal olarak yumurtlar, hem de sazan hipofiz ekstraktı veya sazan gonadotropini ile hormonal uyarımla yumurtlar. Hem

doğal hem de stimüle edilmiş yumurtlamada, anaçların gametogenezin geç aşamalarına ulaşması için önce çevresel olarak uyarılması gerekir (Mananos ve ark., 2008).

Cyprinid türlerinin kontrollü koşullar altında üretilmesinde karşılaşılan önemli hususlardan biri ise yakalamanın doğru zamanda (ne erken ne de geç) olması gerekliliğidir ki bu zamanlama yumurtlama başarısızlığının önemli nedenlerinden biri olabilmektedir. Bu durum sıklıkla hem havuzlarda hem de doğal sularda bulunabilen olumsuz termal koşullardan kaynaklanır (Krejszeff ve ark., 2008; Targonska ve ark., 2010; Kujawa ve ark., 2011). Yumurtlama indüksiyonunun etkinliği büyük oranda su sıcaklığına bağlıdır. Fizyolojik sıcaklıklar aralığı içinde yüksek sıcaklıklar genellikle herhangi bir olumsuz etki yaratmadan işlemleri hızlandırır. Bu aralıklar dışında, yüksek sıcaklık uygun değildir ve gamet salınım başarısını ve yavru kalitesini etkiler (Karayücel ve Karayücel, 2016). Targonska ve ark. (2010) *A. aspius* türünde yaptıkları çalışmada, su sıcaklığı manipülasyonunun dişilerde son gamet maturasyonuna etki etmediğini bildirmişlerdir. Kontrol grubunda yer alan bütün dişilerin de ovule olmadığı ve oositlerinin olgunlaşmadığı görülmüştür. Benzer sonuçlar diğer doğal cyprinid türleri için de bildirilmiştir (Kucharczyk ve ark., 2005; Krejszeff ve ark., 2008; Zarski ve ark., 2009). Bu da göstermektedir ki, kontrollü koşullar altında tek başına çevresel şartların stimülasyonu son gamet maturasyonunu ve ovulasyonu sağlamada yeterli değildir (Targonska ve ark., 2010). Kültür balıklarında çevresel koşullar uygun olmadığında eşeyssel olgunlaşma, şartlar olgunlaşma işleminin tekrar başlaması için uygun duruma gelene kadar ya ertelenir ya da en kötü durumda üreme tamamen durdurulabilir. Çevresel manipülasyonun amacı, gerekli optimal ya da doğal koşullara en yakın şartların sağlanarak balıkların çoğunda eşeyssel olgunluğu ve olgun gamet salımını teşvik etmektir. Çevresel manipülasyonlar iki amaç için kullanılır bunlar; birincisi doğal gamet salımı sezonu boyunca balığın eşeyssel olgunlaşma ve gamet salım işleminin devam etmesi için kültür koşullarının ayarlanması, ikincisi ise doğal gamet salımı sezonu dışında, eşeyssel olgunlaşmanın tam döngüsünün başlatılması için gerekli çevresel değişimlerin tüm döngüsünün sağlanması ve böylece sezon dışı gamet üretimi elde etmektir. Sezon dışı gamet elde etmek için fotoperiyot ve sıcaklık ya da her ikisinin birden manipüle edilmesi gerekir. Doğal şartlar altında balıklarda üreme, dış çevresel şartların değişimi ile zamanlanır. Bu, üretilen yavruların iklim ya da besin ihtiyaçlarının karşılanmasında mevsimsel değişimleriyle senkronize edilmesini sağlar. Yüksek ve düşük enlemlerde yaşayan balıklar genellikle değişen gün uzunluğuna bağlı olarak yumurtlarken subtropikal ve tropikal bölgelerde yaşayan balıklarda yumurtlama daha çok sıcaklık

döngülerine ya da yağmur sezonunun başlama zamanına bağlıdır. Diğer yandan balıkların spesifik çevreye üreme cevabında duyarlılık ve güvenilirlik belirtileri, ihtiyaç üzerine yumurta ve yavru sağlamak için yumurtlama zamanının ayarlanabileceğini göstermektedir (Karayücel ve Karayücel, 2016).

Hormonal manipölasyonların bir diğer fonksiyonu anaç bireylerde yumurtlamada eş zamanlılığı yani senkronizasyonu sağlamasıdır. Bu uygulama maliyeti düşürür, gamet eldesi ve inkübasyon işlemlerini kolaylaştırır (Karayücel ve Karayücel, 2016). Bazı balık gruplarında (Percid) gamet maturasyonu ve ovulasyon için hormonal stimülasyon gerekli olmasa da yumurtlama senkronizasyonuna tesir ettiği bildirilmektedir (Szczerbowski ve ark., 2009; Targonska ve ark., 2010).

Sürdürülebilir gamet tedarikinin kurulmasının ön koşullarından biri, kültür koşulları altındaki balıkların üreme sürecini kontrol etme ve yetiştiricilik için kaliteli yumurta/sperm edinme kapasitesidir (Abubakar ve Ipinjolu, 2019). Dünyada cyprinid su ürünleri yetiştiriciliği esas olarak *C. carpio*, *C. carassius*, *H. nobilis* ve *C. idella* gibi türler üzerinde yoğunlaşmaktadır. Bu türlerin etkin üretimi, esas olarak kontrollü koşullar altında yapay üreme ile mümkün olmaktadır. Uygun şekilde geliştirilmiş üretme ve kontrollü yetiştirme teknikleri, ticari üretimin gerçekleşmesine imkan vermektedir (Horvath ve ark., 1997; Brzuska, 2005; Kucharczyk ve ark., 2008; Kujawa ve ark., 2011).

1.8.1. Balıklarda Üremenin Uyarılması

Su ürünleri yetiştiriciliğinde gamet elde etmede hormonal stimülasyonun kullanılması için iki temel durum vardır: 1) Üreme fonksiyon bozukluğu nedeniyle kültür koşulları altında üremeyle ilgili işlevsel bozukluk durumunda maturasyonu tamamlanmayan veya yumurtlaması öngörülemeyen balık türlerinde yumurtlamayı teşvik etmek ve 2) Anaçların yumurtlamasını senkronize etmek, dolayısıyla yönetimi iyileştirmek (Mananos ve ark., 2008). Doğal ortamdan yakalanan ve kontrollü koşullar altında tutulan veya yetiştirilen türlerde birtakım üremeyle ilgili işlevsel bozukluklar ortaya çıkabilmektedir. Bunun sebebi olarak, yumurtlama sezonunda hipofizden salgılanan luteinizing hormonunun eksikliği nedeniyle oosit maturasyonu, ovulasyon/spermiasyon ve yumurtlama yetmezliği görülebilir (Zohar ve Mylonas, 2001). Üreme ile alakalı bu işlevsel bozukluk kültür ortamında tutulan cyprinidler de dahil olmak üzere birçok tatlı su balığı türünde rapor edilmiştir (Cejko ve Kucharczyki, 2015). Doğal gamet salımının görüldüğü doğal üreme davranışları, akuakültür

koşullarında kaybedilmiş olabilir ve final oosit maturasyonu/spermiasyonun hormonal uyarılması balıkların doğal gamet salınımını sağlamayabilir. Bu, uygun olmayan tank büyüklüğünden, yuva hazırlamak için zemin yapısının uygun olmamasından ve muhtemelen henüz bilinmeyen nedenlerden kaynaklanabilmektedir (Karayücel ve Karayücel, 2016). Birçok cyprinid türünde dopaminerjik inhibitör mekanizmaların varlığı kültür koşullarında tutulan balıklarda üreme bozukluklarına neden olduğundan, anti-dopaminerjik ilaçlarla (metoklopramid, domperidon, pimozi, reserpine ve haloperidol) kombine uygulanan ekzojen hormon terapileri cyprinid türlerinde üreme işlemlerinin kontrolünde etkili bir yöntem olabilmektedir (Lin ve ark., 1986; Peter ve ark., 1988; Cejko ve Kucharczyk, 2015; Zadmajid ve ark., 2017).

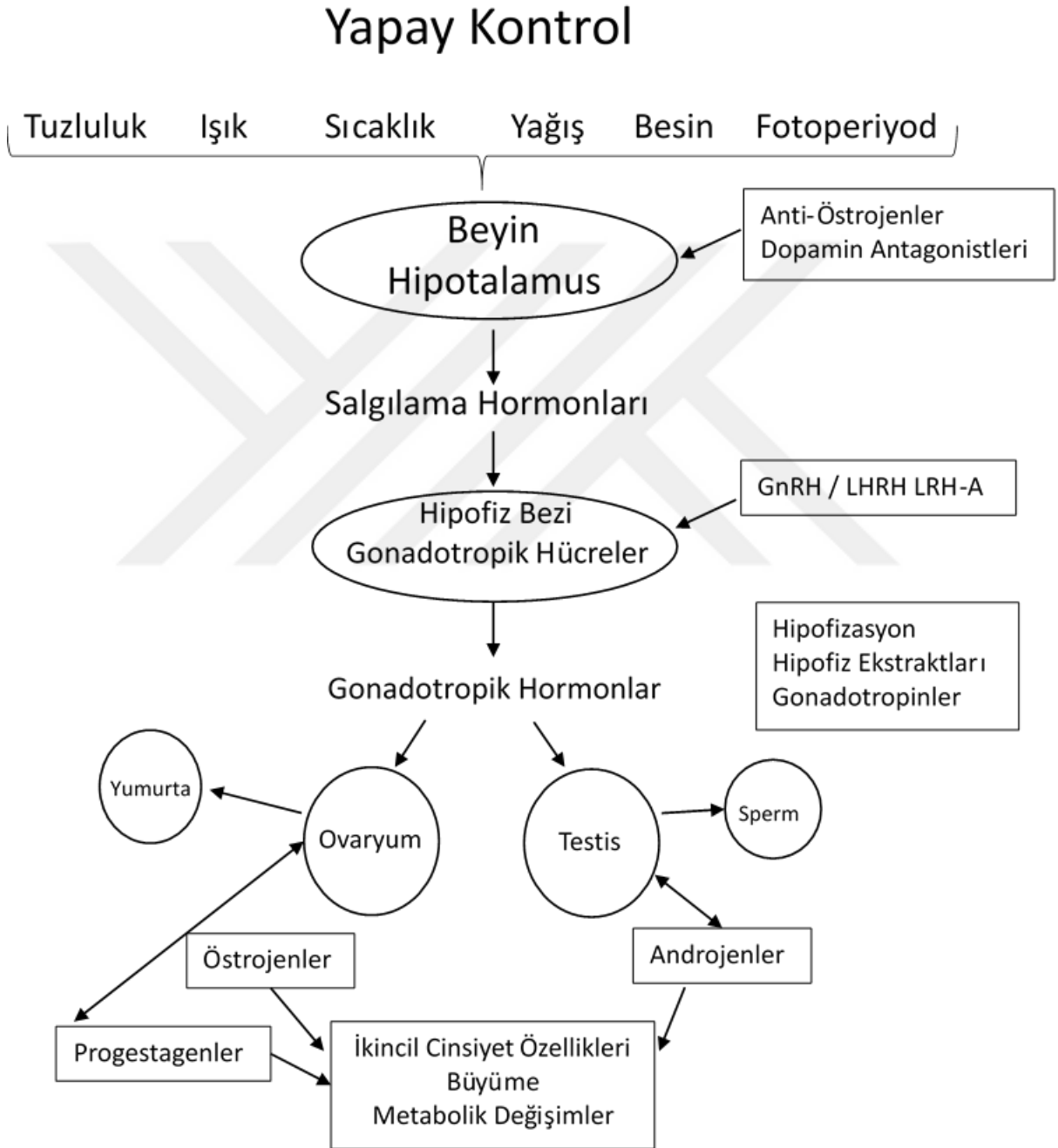
Talebin giderek arttığı birçok balık türünde ovulasyonun uyarılması ve yumurtlamanın kontrolü için iyileştirmeler gerekirken, diğer türler için de bu tekniklerin sıfırdan geliştirilmesi icap eder. Balıklarda hormonal uyarım hipotalamusta, hipofiz bezinde veya gonadlarda olabilir. 1970'lerin başlarında sazan hipofiz bezi kullanma yöntemi, hedef organizmaya ekzojen gonadotropinin verilmesine dayanır (Yaron, 1995). Bu yöntem sorunsuz değildir, çünkü yumurtlamanın başarısı hipofizatın kalitesine ve hormon konsantrasyonuna bağlıdır, bu da uygun dozun belirlenmesini zorlaştırır. Hem ekonomik hem de pratik nedenlerle kontrollü üremenin etkinliğini artırma gerekliliği, daha optimal yöntemlerin aranmasına ivme kazandırdı. İnsan koryonik gonadotropini (hCG), sentetik GnRH analogunda olduğu gibi balık üremesini uyarmak için kullanılmıştır (Kucharczyk, 2002). Birçok balık türünde gonadotropinin hipofizden salgılanımı dopamin tarafından engellenebildiğinden (Peter ve Yu, 1997; Mylonas ve Zohar, 2000), hormonlarla birlikte dopamin antagonistlerinin (metoklopramid, domperidon) verilmesi gerekli hale gelmiştir (Brzuska, 1999; Szabo ve ark., 2002). Her ne kadar bu durum enjeksiyonların uygulanmasını karmaşıktırılmış olsa da, kontrollü üremede çığır açan gelişme, GnRH analoglarının (memeli veya balık) ve endojenik gonadotropini etkileyen dopamin antagonistlerinin karışık preparasyonlarının piyasaya çıkmasıyla gerçekleşti. Karmaşık etkilerine ek olarak, bu yeni preparasyonlar, tatbik edilmesi daha kolay olan granül veya sıvı formlardadır (Jamroz ve ark., 2008). Uygulamanın klasik şekli, gereken dozda tuz solüsyonunda GnRHa'nın intra-peritoneal (karın zarı içerisine) ya da intra-muskular (kas içerisine) enjeksiyonudur. GnRHa'nın tipine, balık türüne ve sıcaklığa bağlı olarak etkisinin yok olmasından önce tek doz GnRHa enjeksiyonunun, LH artımını başlatması 12-72 saat sürer. Bazı durumlarda, bu tek doz GnRHa enjeksiyonunun kısa ömürlülüğü uygulamadan sonra 2-3 gün gamet

salımının başlatılması için yeterlidir. Ancak birçok durumda, LH salımının uzatılması, gonad olgunlaşmasının tamamlanması ve gamet salımının başlatılması için ilave enjeksiyon gerekir. Doğru dozdan emin olmak için iki ya da daha fazla uygulama gerekebilir. Dişilerde çoklu GnRHa enjeksiyonu, asenkronize ya da birden çok parçalı senkronize yumurtlayan ve gonadal gelişimi erken evrelerde inhibe edilen ve tüm olgunlaşma işleminin etkilenmesi için uzatılmış uyarım gerektiren türler için gereklidir. Erkeklerde, testis gelişiminin eş zamanlı olmamasından dolayı çoklu enjeksiyon tavsiye edilir. Diğer yandan, çoklu enjeksiyon zararlıdır, anaçlarda strese neden olur, uzun zaman içerisinde üreme kendiliğinden inhibe edilebilir, strese bağlı patojen görülebilir ve hatta bazı anaçların ölümüne neden olabilir. (Karayücel ve Karayücel, 2016).

Bir balığın üreme olgunlaşmasının kontrolü için bir protokol geliştirilebilmesi, balıkların özellikle fotoperiyot ve sıcaklık gibi çevresel faktörlerle bağlantılı olan üreme stratejilerini ve üreme döngülerini anlamayı gerektirir. Eşeyssel farklılaşma, ilk eşeyssel olgunlaşma büyüklüğü, çevresel parametrelerdeki değişimlerle ilişkili olgunlaşma büyüklüğü, çevresel parametrelerdeki değişimlerle ilişkili olgunlaşma gelişimi, üreme endokrinolojisi, üreme davranışları ve yumurta parametreleri hakkında elde edilen bilgiler, balığın olgunlaşmadan gametogenezin geç evrelerine ilerlemeye ya da gamet salımına izin veren şartlarda tutulması için bir protokolün dizayn edilmesini sağlar. Protokol, olgunlaşma boyunca beslenme, çevresel şartlar, ışık, fotoperiyot, sıcaklık, alan, zemin ve sosyal koşulları tanımlar ve gerektiğinde son olgunlaşmayı uyarmak için hormonal uygulamayı içerir (Karayücel ve Karayücel, 2016).

Başarılı bir yetiştiricilik, hormonal uyarım sonucu suni yumurtlatmaya dayanmaktadır (Kouril ve ark., 2007). Yumurtlamayı uyarıcı hormonların etkinliği birçok faktör tarafından kontrol edilmektedir ki bunlardan biri üreme süreci içerisinde yer alan cinsiyet steroidleridir (Kime, 1993; Abubakar ve Ipinjolu, 2019). Balıklarda beyin, hipofiz ve gonado-somatik aksiden salgılanan üreme hormonlarının kontrolündeki üreme siklusu gametogenez ve oosit maturasyonu/spermiasyonu şeklinde ikiye ayrılır (Mylonas ve ark., 2010). Üreme sürecinin kontrolü beyin, hipofiz ve gonadlar üzerinden gerçekleşmektedir. Beyin; su yükselmesi, çevresel sıcaklık, yemleme, yağmur, fotoperiyot gibi çevresel koşullar ve hormonal uygulamalar neticesinde uyandırılır. Final oosit maturasyonunu (FOM) uyarmada ve döllenmiş yumurta elde etmede hormon etkili bir yöntemdir (Zohar ve Mylonas, 2001; Mylonas ve ark., 2010; Abubakar ve Ipinjolu, 2019). Bununla birlikte, su kalitesi gibi çevresel şartlara bağlı olarak her bir balık türüne göre uyarıcı hormonların gonadtaki son

olgunlaşmaya ve ovulasyona olan etkisinin bilinmesine gereksinim vardır (Abubakar ve Ipinjolu, 2019). Balıklarda üremenin adım adım kontrolü ve yumurtlamanın yapay olarak uyarılmasında kullanılan bazı hormonlarla ilgili şema Şekil 1.6.'de verilmiştir (Shepherd ve Bromage, 1992).



Şekil 1.6. Balıklarda üremenin adım adım kontrolü ve yumurtlamanın yapay olarak uyarılmasında kullanılan bazı hormonlar (Shepherd ve Bromage, 1992).

GnRHa kullanarak hormonal manipölasyon birçok balık türünde yumurtlamanın uyarılması amacıyla kullanılagelmiştir (Zohar ve Mylonas, 2001; Targonska ve ark., 2011; Zadmajid ve ark., 2017). GnRHa hipofizden salgılanan gonadotropinlerin (GTH), foliköl-uyaran hormonun (FSH) ve luteinizing hormonun (LH) ana stimölatorü olduğundan, teleost balıklarda ovaryan steroidogenezi ve oosit maturasyonunu uyarır. FSH daha çok foliköl gelişimi ve vitellogenesezi düzenlerken, LH ise oosit maturasyonu, ovulasyon ve spermiasyon ile ilişkilidir (Nagahama, 1994; Zadmajid ve ark., 2017). Cyprinidlerde gonadotropin-salgılama hormonunun iki formu tanımlanmıştır; tavuk gonadotropin-salgılama hormonu II ve salmon gonadotropin-salgılama hormonu (sLHRH). Hipofizyotropik fonksiyonlar esas olarak salmon gonadotropin-salgılama hormonu tarafından yerine getirilir. Salmon LHRH'u cyprinidlerde aminoasit dizisinin doğal olarak meydana geldiği form olan hipofizyotropik dekaeptiddir (Podhorec ve Kouril, 2009, Targonska ve ark., 2010). sLHRH ve sLHRHa arasındaki fark 6. ve 10. aminoasitlerdedir, fakat sLHRH ile karşılaştırıldığında mLHRHa'u 6. 7. 8. ve 10. aminoasitlerde farklıdır. Bu farklılıklar muhtemelen türe özgü analogların yumurtlama ajanı olarak etkinliğini belirlemektedir. Bununla birlikte, test edilen yumurtlama ajanları, farklı dozlarda uygulanan farklı dopamin antagonistleri içerir. Bu durum, etkinliği ve gecikmeyi de etkiler (Targonska ve ark., 2010).

Balıkların çoğaltılması giderek yapay üremeye bağımlı hale gelmektedir ve uzun yıllardır başarıyla çoğaltılan türlerin kontrollü üremesi için tekniklerin geliştirilmesinde yeni hormonal preparasyonlar fırsat sunmaktadır. Sıklıkla çalışılmamış cyprinid türlerinde ya da koruma altındaki türlerde (Legendre, 1986; Philippart, 1995; Brzuska, 1999; Kucharczyk., 2002; Szabo ve ark., 2002; Kaminski ve ark., 2004; Brzuska, 2006; Kouril ve ark., 2007; Kucharczyk ve ark., 2007; Krejszeff ve ark., 2008; Jamroz ve ark., 2008; Targonska ve ark., 2011; Ciesla ve ark., 2014; Zadmajid ve ark., 2017; Kujawa ve ark., 2019; Zadmajid ve ark., 2019) bu hormonal preparasyonların uygulanması mümkündür. Balık üremesinde herhangi bir hormon preparasyonunun etkinliğinin incelenmesinde dikkate alınması gereken hususlar; anaçlarda kantitatif parametrelere (yumurtlamaya hazır birey sayısı, fekondite), kalitatif parametrelere (yumurtlama sonrası ölüm oranı) ve elde edilen gametler (sperm motilitesi, embriyo yaşama oranı) üzerine etkileridir. Hormonal stimölasyonu uygulama kolaylığı da diğer bir husustur (Jamroz ve ark., 2008).

Akuakölür için yeni sayılabilecek türlerin özellikle cyprinidlerin yetiştiriciliğinde suni üremeyi sağlayabilmek oldukça güçtür, çünkü hormonal stimölasyon olmadan doğal cyprinidlerin kuluçkahane ortamında üremesi mümkün değildir (Kucharczyk ve ark., 2005;

Krejszeff ve ark., 2008; Targonska ve ark., 2008; Zarski ve ark., 2009; Targonska ve ark., 2010). Bu sebeple, CPE (Sazan hipofizi), HCG (Human chorionic gonadotropin), farklı LHRH (Luteinizing hormone releasing hormone) analogları + dopamin antagonistleri (Ovopel, ovaprim, dagin vb.) ticari cyprinid türlerinde gamet maturasyonunu stimule etmek için uygulanmaktadır (Kucharczyk ve ark., 2008; Brzuska, 2006; Krejszeff ve ark., 2009; Targonska ve ark., 2010). Yapılan bu çalışmalara göre, cyprinidlerde maturasyonu uyarmada sadece LHRH analogları etkili değildir. Dikkate değer olarak, memeli analogları daha yaygın olarak bulunabilmektedir ve fiyat yönünden daha cazip görünmektedir. Bununla birlikte, bazı araştırma sonuçlarına göre, birçok cyprinid türünde ovaprim hormonu ovopel hormonuna kıyasla daha iyi çalışmaktadır (Targonska ve ark., 2008; Zarski ve ark., 2009; Targonska ve ark., 2010). Ovopel ile çeşitli balık türlerinde gözlemlenen tatmin edici ovulasyon stimülasyonu sonuçları ve sayısız faydaları (uyarıcıyı tartmadan hassas dozlama imkanı, balıklara uygulanması için hazırlığının basit metodu, ek bir dopamin reseptör bloker enjeksiyonunun bertaraf edilmesi ve yumurtlama gerçekleşmezse kısa bir süre sonra tekrar uygulama olasılığı vb.) bu preparasyonun yüksek değerini açıkça göstermektedir (Brzuska, 2001; Brzuska, 2004). Ovopel, bir memeli GnRH analogu, D-Ala⁶,Pro⁹NEtmGnRH-a ve suda çözünür dopamin reseptör antagonisti - metoklopramid içerir. D-Ala⁶,Pro⁹NEtmGnRH ve metoklopramid konsantrasyonları pelet başına sırasıyla 18–20 µg ve 8–10 mg'dır (Horvath ve ark., 1997). Preparat Cyprinidae için geliştirilmiştir ve iki doz sazan hipofizi ile ovulasyon stimülasyonu cyprinidlerin üremesinde daha etkili olduğundan, Horvath ve ark., (1997) iki doz ovopel uygulanmasını tavsiye etmektedir (Brzuska, 2004). Bununla birlikte, stres eşiği düşük balık türlerinde tek doz enjeksiyonun dikkate alınması zorunluluğu vardır.

Farklı yumurtlatma hormonlarının farklı dozlarda kullanımı farklı ovulasyon oranlarına ve gamet kalitesine sebep olmaktadır ki bu da genellikle balık üzerindeki farklı etkileşimlerden kaynaklanmaktadır (Brzuska, 2005; Szabo ve ark., 2002; Krejszeff ve ark., 2009; Podhorec ve Kouril, 2009; Zarski ve ark., 2009; Kujawa ve ark., 2011). Özellikle çoklu yumurtlayan türlerde üremenin çok daha zor olduğu bildirilmektedir (Kucharczyk ve ark., 1997; Kujawa ve ark., 2011). Örneğin, Kadife balığı, üreme döneminde 2-3 defa üreme özelliğine sahiptir ve yakalama sonrası hormonal enjeksiyon zamanının çok önemli olduğu durumda kontrollü üretim koşulları altında bu yumurtlama özelliği gametlerin elde edilmesinde zorluklara sebep olmaktadır (Horoszewicz, 1983; Kucharczyk ve ark., 2007; Kujawa ve ark., 2011).

Optimal yumurta sağım zamanını saptayabilmek için latent süre çok önemlidir ve yumurta kalitesi için önemli bir belirleyicidir (Craik ve Harvey, 1984). Yapay yolla yapılan dölleme metotlarındaki başarı, ovulasyonla sağım zamanı arasındaki latent periyotta zamanında yapılmış sağımla elde edilen yumurtaların kalitesine bağlıdır. Sağım zamanının geçirilmesi (ovulasyon sonrası latent periyodun aşılması) yumurtaların aşırı olgunlaşmasına ve akabinde yumurtalarda kalite kaybına neden olur, bu da, düşük dölleme oranlarına, embriyo ve larvalarda yüksek mortalitelere ve yüksek sayıda deforme larvalara sebep olabilir (Legendre ve ark., 2000; Aegerter ve Jalabert, 2004; Flajshans ve ark., 2007). Optimal latent süreden daha geç bir zamanda yumurtalar sağılırsa, yumurta kalitesinin düşmesinin bir göstergesi olarak yumurtaların aşırı olgunlaşmasıyla sonuçlanan ovaryum veya sölomik boşlukta ovule yumurtaların olgunluk süreleri aşılmış olur. Aşırı olgunlaşma sırasında gökkuşağı alabalığında yumurtaların ve ovaryum sıvısının içerisinde biyokimyasal ve histolojik değişimler meydana gelir (Lahnsteiner, 2000) ve ovaryum sıvısında yumurta proteini parçalarının birikmesiyle yumurta kalitesi önemli derecede düşer (Helene ve ark., 2004). Bu nedenle, hormonal indüksiyondan sonra her tür için ovulasyon zamanını doğru bir şekilde tahmin etmek ve yumurta kalitesinde önemli bir azalma olmadan ovulasyondan sonra yumurtaların dışının içinde kalabileceği süreyi belirlemek önemlidir (Bromage ve ark., 1994; Mylonas ve ark., 2010; Rasines ve ark., 2012).

Ovaryum sıvısı içerisinde ovule yumurta canlılığının zamanlaması sıcaklığa bağlıdır. Gökkuşağı alabalığı yaklaşık 10°C su sıcaklığında ovulasyon sonrasında yumurtalarını ovaryumda 4-6 gün süresince herhangi bir kalite kaybı olmadan tutabilirken (Springate ve ark., 1984), yaklaşık 9°C su sıcaklığında ovulasyondan bir hafta sonra bile Atlantik somonu yumurtaları iyi durumda kalabilmiştir (Gaudemar ve Beall, 1998). Ilık sularda yaşıyan balık türlerinde durum tam tersi olup ovulasyondan sonra yumurtalar hızlı bir şekilde bozulur. 18-25°C su sıcaklığında yaşıyan *Larimichthys crocea* türünde ovule yumurtaların canlılık süresi oldukça kısa olabilmekte, bu yüzden aşırı olgunlaşmanın önüne geçmede hormon enjeksiyonu ile sağım arasındaki latent periyot kritik önemde olmaktadır (Yu ve ark., 2017).

Birçok balık türü için sağım ile gametlerin yapay yöntemle toplanması ve döllemesi gereklidir. Olgun yumurta ve sperm ayrı kaplar içerisine herhangi bir su ya da ürün bulaşımı olmadan abdominal basınç ya da cerrahi metot uygulanarak toplanır. Kuru metot türlerine bağlı olarak, ortama su eklenmesinden önce, sperm ve yumurtaların karıştırılarak döllemesinin ovaryan sıvıda gerçekleşmesi esasına dayanır. Yaş metot ise sperm ve yumurtanın karıştırılmasından hemen sonra kültür suyunun eklenmesi ve döllemenin su

içinde gerçekleşmesidir. Doğal gamet salınımında spermatozoalar, sperm içinde genellikle hareketsizdir ve öne doğru hareket su ile temasla başlar. Spermatozoit hareketliliğinin çok kısa olmasından dolayı da, sperm sağımı sırasında, yumurtalarla karıştırılmadan önce spermilerin aktif hale gelebilmesinden ötürü herhangi bir su ya da ürün bulaşı istenmez (Karayücel ve Karayücel, 2016).

2018 yılından bu yana TAGEM/HAYSUD/G/17/SU/P-01/06 projesi kapsamında yapılan ön çalışmalar göstermiştir ki, *Capoeta umbla* türü tank veya toprak havuz ortamında spontane olarak üreyememekte, yumurtlama için hormonal müdahaleye ihtiyaç duymaktadır. Bu türün kültür koşullarında üreme fizyolojisinin daha iyi anlaşılmasına ve üretim için anaç yönetiminin belirlenmesine gereksinim vardır. Bazı balık türlerinde oosit olgunlaşmasının istenen seviyede gerçekleşmemesi uygun olmayan yetiştiricilik koşullarına (tank boyutu, su derinliği, su kalitesi, stres vb.) bağlanabilmektedir (Schreck, 2010; Mylonas ve ark., 2013). Bu nedenle, akuakültür için yeni aday türlerin üreme fonksiyonlarının çalışılmasında ilk etapta doğadan yakalanan anaçların kullanılması, ardından kuluçkahane üretiminden olan anaçların kullanılması tam kontrollü üretimin başarılabilmesi adına elzemdir (Mylonas ve ark., 2013). Tam kontrollü koşullarda balık üremesinin uyarılması amacıyla stimülasyon ajanı olarak birçok yeni hormon preparatı akuakültürde uygulanmaktadır. Son yıllarda birçok doğal cyprinid türünün üreme performansı üzerinde bilimsel çalışmaların arttığı görülmektedir. Hem üreme döneminde hem de üreme dönemi dışında balıkların suni olarak gamet vermeleri için hormonal uygulamalar akuakültürde uzun yıllardır kullanılmaktadır (Targonska ve ark., 2005; Jamroz ve ark., 2008; Krejszeff ve ark., 2008; Zarski ve ark., 2008; Cejko ve ark., 2009; Zarski ve ark., 2009). Bununla birlikte, her bir hormonun her bir balık türünde etkileri ve etkinlikleri farklı olabildiğinden, balık türüne göre hormon seçimi, uygulama yöntemi, dozu ve zamanlama gibi faktörlerin tespitinde birçok araştırmaya ihtiyaç vardır.

1.8.2. Hormonal İndüksiyon Çalışmaları

Peter ve ark. (1988)'e göre, pimoizid veya domperidon ilaveli [D-Ala⁶, Pro⁹ NEt]-luteinizing hormon-salgılama hormonu (LHRH-a) veya [D-Arg⁶, Trp⁷, Leu⁸, Pro⁹ NEt]-LHRH (sGnRH-A) hormonu enjeksiyonu ile farklı sazan türlerinde ovulasyon mümkün olmaktadır. Domperidon ve sGnRH-A, çeşitli türlerde daha yüksek potansiyelleri nedeniyle tercih edilir ve düşük dozlarda kullanım imkanı verir. Çoğu tür için, iki ilacın bir dizi

eşzamanlı enjeksiyonunun, öngörülebilir bir süre içinde yüksek bir ovulasyon oranını indüklemek için yeterli olduğu kanıtlanmıştır. Ovulasyonlar gerçekleştikten sonra yumurtaların fertil olduğu görüldü. Kuluçkadan çıkış oranı ve fry yaşama oranları geleneksel yöntemlerle elde edilenler kadar yüksek kaydedildi. İlaç dozajlarının biraz daha iyileştirilmesine gereksinim olsa da, Linpe yönteminin tatlı su balıklarının yumurtlatılması için oldukça başarılı bir prosedür olduğu kanıtlanmıştır.

Legendre ve ark. (2000), üç yıldan uzun bir periyotta *P. hypophthalmus* dişilerinde oosit maturasyonunu ve ovulasyonu gerçekleştirmek için ovaprim ve hCG hormonları uygulamıştır. İki hormonal uygulama ovulasyon oranı (%88 ve %90), kuluçkadan çıkış oranı (%72 ve %82) ve rölatif fekondite bakımından benzer sonuçlar vermiştir. Latent periyodu su sıcaklığıyla negatif korelasyonda iken, her bir dişi balığa bağlı olarak aynı su sıcaklığında önemli varyasyonlar göstermiştir (28-29°C'de 5-11 saat). Bu türde ovulasyon zamanını tespit edebilmek bu nedenle zor olmuştur. Ovulasyondan sonra ovaryan boşlukta tutulan yumurtaların canlılıklarıyla ilgili yapılan değerlendirmelere göre, yumurtalarda aşırı olgunlaşma sürecinin çok hızlı bir şekilde gerçekleştiği belirlenmiştir. Ovulasyondan 2-3 saat sonra yumurta kalitesinin düşmeye başladığı, tam ovulasyon zamanında alınanlara kıyasla kuluçka çıkış oranının azaldığı ve deforme larva sayısının arttığı tespit edilmiştir. Bazı dişilerde bu prosesin daha hızlı geliştiği ve 1-2 saat post-ovulasyonda kuluçkadan çıkışta keskin düşüşlerin olduğu görülmüştür. Kuluçkahanelerde optimize gamet yönetimi için dişilerde ovulasyon oluşumunun dikkatlice kontrol edilmesi (su sıcaklığına bağlı olarak hormon enjeksiyonundan sonra 3-11 saat) ve bundan sonra 2 saatten daha az bir sürede sağılıp yumurtaların dölleme bu tür için tavsiye edilmektedir.

Brzuska (2004), Afrika yayın balığının (*Clarias gariepinus*, Burchell 1822) üremesi üzerindeki etkilerini kontrollü koşullar altında araştırmak amacıyla, ovulasyon stimülatörü olarak sazan hipofizi (4 mg/kg dozunda) ve Ovopel - bir memeli GnRH analogu D-Ala⁶,Pro⁹NEt-mGnRH (1 pelet/ kg) içeren bir preparasyon ile dopamin reseptör antagonisti metoklopramid (10 mg/kg) kullanmıştır. Bu araştırmanın amacı, sazan hipofiz homojenatı veya bir doz Ovopel ile uyarılan üremenin etkilerinde herhangi bir farklılık belirlenip belirlenemeyeceğini bulmaktır. Ovopel uygulaması, hipofizasyonun etkileriyle karşılaştırıldığında, istatistiksel olarak anlamlı derecede kg dişi vücut ağırlığına daha yüksek yumurta ağırlığı ve 24 saatlik inkübasyondan sonra daha yüksek yumurta kalitesi sağladı. Deney ve yumurtlama uyarıcısı arasındaki etkileşim, yumurta dölleme yüzdesi açısından istatistiksel olarak anlamlı iken, elde edilen yumurtaların ağırlığı veya kalitesi üzerinde

deneyin herhangi bir etkisi saptanmamıştır. Yumurta dölleme yüzdesi ile canlı embriyolarınki arasında istatistiksel olarak anlamlı bir korelasyon bulundu, belirlenen korelasyon katsayısı ovopel uygulamasından sonra sazan hipofiz homojenatına göre daha yüksekti. Yayın balığında 30 gr altı yumurta verenler kısmi ovulasyon olarak değerlendirilmiştir. Sazan hipofizi (4 mg/kg) enjeksiyonu yapılan bir deneme grubunda %12,5 oranında kısmi ovulasyon tespit edilmiştir. Bütün denemelerde latent periyodu hipofiz için 11-12 saat, ovopel için 13-14 saat olarak kaydedilmiştir.

Jamroz ve ark. (2008), kontrollü şartlar altında *Leuciscus idus* türünün üremesi üzerinde ovopel ve ovaprim hormonlarının ayrı ayrı ve kombine olarak, ayrıca LH-RH-a'nın etkinliklerini karşılaştırmışlardır. Seçilen hormonal preparatların ovulasyon, spermiyasyon ve elde edilen gametlerin kalitesine etkisini belirlemişlerdir. Sonuçlara göre, hormon kompleksleri ve dopamin antagonistleri ile yumurtlamayı uyarmanın gerekliliğini teyit etmişlerdir. Ovopel ve ovaprim hormonlarının dışı *L. idus* türünde ovulasyon stimülasyonunda yüksek etkinlikleri olduğunu da doğrulamışlardır. Ovopel uygulamasından sonra en yüksek ovulasyon senkronizasyonu elde edilirken (yumurtalar 36 saat sonra elde edilmiştir), kontrollü şartlarda üremede en iyi sonuçları, ovaprim ve ovopel + ovaprim kombinasyonunun sağladığı bildirilmiştir (sırasıyla, %82 ve %85 embriyo yaşama oranı). En yüksek hareketli sperm yüzdesi, ovaprim (%80) ve LH-RH-a (%81) ile uyarılan erkeklerden alınan spermada kaydedilmiştir.

Zarski ve ark. (2009), *Leuciscus leuciscus* ve *Leuciscus idus* türlerinde ovopel ve ovaprim hormonlarını ayrı olarak ve kombinasyon halinde deneyerek hormonal uyarıcı etkinliklerini araştırmışlardır. Ovopel stimülasyonu her iki türde de daha kısa ovulasyon süresi (*L. leuciscus* için 48-50 saat - *L. idus* için 36-38 saat) sağlarken, ovaprim stimülasyonu gözlü yumurta safhasında daha yüksek oranda canlı embriyolar sağlamıştır (iki türde sırasıyla %80 ve %60). En yüksek hormonal stimülasyon etkinliği her iki hormonun kombinasyonunda elde edilmiş; yumurtlamaya hazır olma süresinin daha da kısalması, önemli derecede ovulasyon senkronizasyonu ve en yüksek embriyo yaşama oranları (iki türde sırasıyla yaklaşık %80 ve %70) kaydedilmiştir.

Targonska ve ark. (2010), luteinizing hormonu salgılama hormonu (LHRH) analogları ile dopamin antagonistleri temelli olan iki farklı yumurtlatma ajanını (ovopel ve ovaprim) kullanarak, *Aspius aspius* türünün kontrollü koşullar altında suni üremesini araştırmışlardır. Ovopel ve ovaprim hormonları sırasıyla 2 pelet/kg ve 0,5 ml/kg dozlarda olacak şekilde uygulanmıştır. Üreme sezonu dışı yumurtlatma ve ani su sıcaklığı artışından

sonra üreme durumlarını da çalışmışlardır. Kontrol grubu balıklarında yumurtlama gerçekleşmemiştir. Ovaprim hormonu ile müdahale edilen balıklarda ovopel hormonuna kıyasla daha yüksek ovulasyon oranı (sırasıyla %75-88 ve %25-38) ve gözlü safhada embriyo yaşama oranı (sırasıyla %69-78 ve %36-47) kaydetmişlerdir. Buna karşın, ovulasyona erişme süresi (latent periyot) ovopel grubunda ovaprim grubuna göre daha kısa sürmüştür (sırasıyla 40-42 saat ve 42-48 saat). Sezon dışı üremede de benzer sonuçları elde etmişlerdir. Ovopel ile müdahale edilen dişilerde ani su sıcaklığı artışı sonrası ovulasyon olmamıştır. Bu çalışmaya göre, ovaprim hormonu *A. aspius* türünde başarılı bir şekilde kullanılabilir.

Kujawa ve ark. (2011), *Tinca tinca* türünün doğal ve domestik stoklarında suni yumurtlamasını üç üreme mevsimini kapsayacak şekilde bir araştırma yürütmüşlerdir. Üreme mevsiminde cinsi olgunluğa gelmiş kadife anaçları toprak havuzlardan (domestik stok) ve göllerden (doğal stok) yakalanmıştır. Balıklar kontrollü koşullar altında, hormonlarla uyarıldıktan sonra üremeleri sağlanmıştır. Metoklopramid ile kombine edilmiş GnRHa içeren peletler (Ovopel) ve sazan hipofizi homojenat (CPH) ile hormonal stimulyasyonlar yapılmıştır. Hormonal uyarım sonucunda, yumurta elde edilen dişilerin sayısı göl orjinlilerde (%71,7) havuzdan gelenlere (%58,3) göre daha fazladır. Ovopel hormonunun biraz daha etkili olduğu sonucuna varılmıştır.

Zadmağid ve ark. (2017), doğadan yakalanmış *Capoeta trutta* türünde Ovaprim uygulaması etkili biçimde ovulasyonu ve yumurtlamayı stimule etmiştir. Aynı zamanda steroidogenezi modüle etmiş ve son oosit olgunlaşmasını uyarmıştır. Gamet kalitesi üzerine herhangi bir olumsuz etkisi tespit edilmemiştir. Bu çalışmanın amacı, *C.trutta* türünde hormonal indüksiyon yoluyla üreme tekniklerinin geliştirilmesidir. Balıklar anti-dopaminerjik ilaç (Domperidone) içeren somon gonadotropin-salgılama hormon analogu (sGnRHa) ve fizyolojik su (kontrol) enjeksiyonuna tabi tutulmuştur. sGnRHa grubu son oosit olgunlaşmasını hızlandırıp yumurtlamayı uyarırken, kontrol grubu yumurtlamada başarısız olmuştur. sGnRHa ile muamele edilen balıklarda kontrole kıyasla gonadosomatik indeks ve yumurta çapında artış olmuştur. Ortalama mutlak fekondite, nisbi fekondite, döllenme ve kuluçkadan çıkış oranları sırasıyla 8237,712 yumurta/yumurtlama, 45.52 yumurta/gr vücut ağırlığı, %95,5 ve %81 olarak kaydedilmiştir. Histolojik analizlere göre sGnRHa muamelesinden sonra çok sayıda FOM safhasında oosit olduğu ve buna 4 kat seviyesinde 17,20 β -dihydroxy-4-pregnen-3-one artışının eşlik ettiği görülmesine karşın, 17 β -estradiol seviyelerinin düştüğü görülmüştür. Embriyonik gelişim zamanlamadaki

varyasyonlara rağmen teleost şemasına yakından benzemektedir. Kuluçkadan 1 ve 12 gün sonra larval yaşama oranları sırasıyla %97 ve %95 düzeyindedir. Sonuçlara göre, hem balıklandırma hem de üretim amaçları doğrultusunda sGnRHa hormonu *C.trutta* türünde ovulasyon/yumurtlama için etkilidir.

Abubakar ve Ipinjolu (2019), *Heterobranchus bidorsalis* anaç balıklarında ovulasyon stimülasyonu ve yumurtlama performansı üzerine ovaprim ve ovatid hormonlarının etkinliğini çalışmıştır. Ovaprim C ve ovatid hormonlarından üçer doz denenmiştir (sırasıyla; 0,25, 0,5, 0,75 ml/kg ve 0,1, 0,2, 0,3 ml/kg). Ovaprim ve ovatid hormonlarının yaklaşık 12 saatlik ovulasyon süresi ile ovulasyon uyarımını ve 26,1-29°C su sıcaklığında 23 saatte kuluçkadan çıkışı sağladığı görülmüştür. Ovaprimde 0,5 ml/kg ve ovatide hormonunda 0,1 ml/kg dozların daha etkin olduğu ve benzer ovulasyon, nisbi fekundite, döllenme oranı ve kuluçkadan çıkış oranı sağladığı tespit edilmiştir. Bu dozların, etkili ovulasyon ve yumurtlama performansında gerekli olduğu, kuluçkahane maliyetlerini düşürdüğü görülmektedir. 0,25 ml/kg ovaprim C kuluçkadan yeni çıkmış larva yaşama oranı açısından en düşük performansa sahiptir.

Kucharczyk ve ark. (2020), *Leuciscus idus* türünün yapay üremesi kontrollü koşullar altında yürütülmüştür. Farklı yumurtlama ajanları uygulanmıştır; İnsan koriyonik gonadotropin (hCG) hormonu, sazan hipofiz bezi homojenatı (CPH), ovopel - yumurtlamayı uyaran ticari bir ajan (memeli gonadotropin salgılama hormon analogu mGnRHa ile birlikte dopamin antagonisti metoklopramid içerir) ve ovaprim – bir ticari ajan (salmon gonadotropin salgılama hormon analogu sGnRHa ile birlikte dopamin antagonisti domperidon içerir). Kontrol grubu dişilerde ovulasyon gerçekleşmemiştir. hCG dozlarının 500-1000 IU/kg uygulamalarında ovulasyon oranları (%90), embriyo yaşama oranları (>%92) ve kuluçkadan çıkış oranları (>%91) arasında bir farklılık yoktur. Farklı yumurtlama ajanlarının karşılaştırılmasında ise bütün gruplarda ovulasyon %100 oranında olmuştur. En kısa ve en uzun latent periyotları sırasıyla CPH (26 saat) ve hCG (79 saat) olarak kaydedilmiştir. En yüksek embriyo yaşama oranı (> %93) ve kuluçka (> %91) oranları, hCG uygulamasının bir sonucu olarak meydana geldi ve bu değerler Ovaprim, ovopel ve CPH hormonlarına kıyasla yüksektir. Latent periyot ile kuluçkadan çıkma oranı arasındaki ilişki göstermiştir ki, daha yavaş bir final oosit olgunlaşması (FOM) olduğunda daha yüksek kuluçkadan çıkma oranları meydana gelir.

1.9. Yumurta Kalitesi ve Embriyolojisi

Erken dönem embriyonik gelişimde döllenmiş yumurtanın kalitesini anlamada güvenilir bir yöntemin, düşük çıkış oranı olasılığına sahip yumurtaların elimine edilerek gereksiz maliyetleri engellemesi yetiştiricilik sektörü için oldukça faydalıdır. Embriyogenez sırasında hücrel morfolojinin gözlemlenmesi, embriyo kalitesinin potansiyel bir erken göstergesi olarak artan ilgi görmüştür (Avery and Brown, 2005; Avery ve ark., 2009). Yüksek kalitede olmayan gametler nedeniyle embriyoların ve sonrasında larvaların yaşama oranları düşük olacağından, bir türün sürdürülebilir yetiştiriciliğinin sağlanması yüksek kalitede gametlere bağlıdır (Bromage ve ark., 1992). Yumurta kalitesi veya oosit gelişimsel yeterliliği, yumurtanın döllenebilme ve ardından normal bir embriyoya dönüşebilme yeteneği olarak tanımlanabilir (Bobe ve Labbe, 2010). Birçok hayvan üreme programında olduğu gibi, su ürünleri yetiştiriciliğinde de gamet kalitesinin kontrolü büyük önem taşımaktadır (Migaud ve ark., 2013; Bobe, 2015). Bir türün yaşam döngüsüne yaklaşımda ve gelecek nesilleri sağlamada iyi kalitede erkek ve dişi gametler elzemdir. Gametlerin kalitesinde veya mevcudiyetinde olabilecek varyasyonlar, sonraki üretimi tehlikeye atabilir ve genetik seçim gerçekleştirme olasılıklarını sınırlayabilir. Anaç yetiştirmenin yüksek maliyeti göz önüne alındığında, gametlerin niceliği veya kalitesindeki büyük farklılıklar, balık çiftliklerinin ve su ürünleri yetiştiriciliği şirketlerinin rekabet gücünü ve sürdürülebilirliğini derinden etkileyebilir. Kaliteli gametlerin kontrol edilmesi, önemli ekonomik sonuçları olan su ürünleri yetiştiriciliğinde hassas bir konudur (Bromage ve ark., 1992; Migaud ve ark., 2013; Bobe, 2015)

Çok sayıda yüksek kaliteli yumurta üretebilme yeteneği, su ürünleri yetiştiriciliğinin gelişiminde önemli bir konudur. Yumurta kalitesi çevresel faktörlerden ve yetiştiricilik uygulamalarından derinden etkilenir. Yetiştiricilik koşullarında düşük yumurta kalitesi, döllenme eksikliğinin yanında yumurta aktivasyonu sorunları, gelişme duraklamaları, embriyonik ölümler ve deformiteler gibi çeşitli sorunlara yol açabilir (Bobe ve Labbe, 2010; Migaud ve ark., 2013; Bobe, 2015). Bazı çevresel faktörler ve yetiştiricilik uygulamaları belirli malformasyonları tetikleyebileceğinden, yumurta kalitesini tam olarak değerlendirmek için embriyonik gelişimin kapsamlı karakterizasyonuna ihtiyaç vardır (Bonnet ve ark., 2007).

Embriyonik yumurta kalite kriterleri genellikle yumurtanın yaşama oranı, döllenme oranı ve kuluçka oranı ile ilgilidir. Normal embriyolar, kuluçka oranı ve larval stres testleri

arasında yüksek korelasyon olduğu bildirilmektedir (Kjorsvik ve ark., 2003; Avery ve Brown, 2005). Bu sebeple, balıklarda gelişim mekanizmaları üzerine yapılan çalışmalar için embriyonik gelişim safhalarının incelenmesi önemlidir (Zadmajid ve ark., 2017). Birçok balık türünde embriyonik gelişim detaylı olarak tanımlanmıştır (Kimmel ve ark., 1995; Jug-Dujakovic ve ark., 1995; Iwamatsu, 2004; Saka ve ark., 2006; Honji ve ark., 2012; Zadmajid ve ark., 2017; Hamzacebi, 2018; Zhu ve ark., 2018; Zadmajid ve ark., 2019; Park ve ark., 2020). *Capoeta umbla* türünde embriyonik gelişim aşamalarının, gelecekteki embriyolojik ve yetiştiricilik çalışmalarına ışık tutma adına ayrıntılı incelenmesine ve gözlenmesine ihtiyaç vardır. Bu nedenle, kontrollü koşullar altında hormonal indüksiyon yapılarak sağılan yumurtalar döllendikten sonra embriyonik gelişim ve yaşama oranları çalışılmıştır.

1.9.1. Balık Embriyolojisi Çalışmaları

Kimmel ve ark. (1995), zebra balığında (*Danio rerio*) embriyonik gelişim safhalarını çalışmışlardır. Zebra balığı embriyogenezde 7 geniş dönem tanımlamışlardır. Bu dönemler; zigot, bölünme, blastula, grastula, segmentasyon, faringula ve kuluçkadan çıkış periyotlarıdır.

Jug-Dujakovic ve ark. (1995), laboratuvar şartlarında üretilen *Dentex dentex* türüne ait embriyonik ve keseli larva gelişimini görsellerle tanımlamıştır. Bu türün erken yaşam döngüsünü ve ihtiyoplanktonik aşamaların tanımlayarak, hem ihtiyoplanktonik bilimsel çalışmalara hem de ticari su ürünleri yetiştiriciliğine katkı sunulması amaçlanmıştır. Olgun yumurtalar tipik sparid yumurtası olup çapı 958 µm olarak ölçülmüştür. Yumurtalar pozitif yüzer konumlu, pigmentsiz tek yağ damlacığı içermektedir. Döllenen yumurtaların çoğu yüzeyde yüzerken, ölü yumurtalar dibe batmıştır. Döllenen sonra küçük bir perivitellin mesafe gelişmiştir. İlk bölünme döllenmeden yaklaşık 1 saat 45 dakika sonra olmuştur. Döllenen 5 saat 10 dakika sonra morula, 10 saat 30 dakika sonra gastrula, 24 saat 30 dakika sonra nörula ve 30 saat 20 dakika sonra embriyo safhaları teşekkül etmiştir. İnkübasyon periyodu 17°C su sıcaklığında 81 saattir. Yeni kuluçkadan çıkmış prelarvanın total boyu 2170 µm'dir.

Iwamatsu (2004), döllenmemiş *Oryzias latipes* yumurtalarını 26°C su sıcaklığında yapay olarak döllenmiş ve kuluçkalamıştır. Işık mikroskobu ile embriyonik gelişim sürecinin dikkatli bir şekilde gözlemlemesi ile embriyonik gelişimde 39 safha belirlemiştir. Kuluçkadan çıkıştan sonra larvalarda 6 safha bildirmiştir.

Saka ve ark. (2006), Sinagrit (*Dentex dentex*) yumurtalarının embriyolojik gelişimleri akuakültür ortamında sabit sıcaklıkta incelenmiştir. Deneme yaklaşık 18°C’de su sıcaklığında gerçekleştirilmiştir. Yumurtaların çapı yaklaşık 1,032 mm ve yağ damlası çapı 0,233 mm olarak tespit edilmiştir. Yumurtalardaki embriyolojik gelişim erken safhalarda 15 dakikada sonrasında ise saatte bir gözlenmiştir. Morula, gastrula, neurula ve somit-kupfer şekillenmesi döllenmeden sonra 04:15, 10:00, 17:00 ve 23:00 saatlerde tespit edilmiştir. Yumurtaların açılım oranı %71,6-78,4 arasında saptanmıştır. Larvalar 56,30 saatte yumurtadan çıkmışlardır.

Honji ve ark. (2012), doğal bir tür olan *Steindachneridion parahybae* türünde embriyonik ve larval gelişimi çalışmışlardır. Ana embriyonik safhalar zigot, bölünme (morula, blastula ve gastrula), organogenez ve çıkış olarak belirlenmiştir. Döllenme öncesi yumurta çapı 1,10 mm iken, döllenme ve hidrasyondan sonra yumurta çapı 1,90 mm olmuştur. Hücre bölünmesi döllenmeden 2 dk sonra başlamıştır. Döllenmeden 54 saat sonra toplu çıkış meydana gelmiş ve larva boyu yaklaşık 4,30 mm ölçülmüştür. Larval gelişimin ilk 2 gününde besin kesesinde kademeli düşüş gözlemlenmiştir. 2.gün sonunda ilk yemleme gerçekleşmiştir. Larval safhada kanibalizm, heterojen larval büyüme ve fotofobiya gözlemlenmiştir.

Zadmajid ve ark. (2017), doğadan yakalanmış *Capoeta trutta* türünde embriyonik gelişimi incelemişlerdir. Kuluçkahane üretiminde yumurtaların döllenmesi ve yavruların yetiştirilmesinde tekniklerin geliştirilmesinde gamet kalitesi bilgisinin ön koşul olduğunu belirtmiştir. *C. trutta* türünde embriyonik gelişim, zamanlamadaki farklılıklara rağmen teleost şemasına çok benzerdir. Larval yaşama oranları kuluçkadan çıkış sonrası 6. ve 12. günlerde sırasıyla %98 ve %95 olarak kaydedilmiştir.

Zhu ve ark. (2018), *Pseudorasbora parva* türünde ilk kez embriyonik ve larval gelişimi incelemişlerdir. *P. parva* yumurtaları transparan, yapışkan ve eliptiktir. Döllenmiş yumurta çapı 1,63×1,31 mm ebatlarındadır. Döllenmeden çıkışa kadar embriyonik gelişimi 8 safha ve 34 evreye ayırmıştır. 24°C su sıcaklığında inkübasyon periyodu 109,25 saat sürmüştür. Yeni çıkmış larvanın boyu 4,1 mm olarak ölçülmüş ve besin kesesi absorpsiyonu çıkıştan sonra 6 günde tamamlanmıştır. Birinci ve ikinci yüzme kesesi formasyonu sırasıyla 3. ve 9.günde gerçekleşmiştir. Kuluçkadan çıkış safhası öncesi pektoral yüzgeç formasyonu gerçekleşmiş, bunu kaudal, dorsal, anal ve ventral yüzgeç formasyonları kuluçkadan sonra takip etmiştir. Kuluçkadan yaklaşık 20 gün sonra yavru balıkların morfolojisi yetişkinlere benzer olmuştur.

Hamzacebi (2018), *Dentex gibbosus* türünde yumurtaların embriyonik gelişimini incelemiştir. %35 tuzlulukta ve 19,5°C su sıcaklığında çalışmayı yürütmüştür. Yumurta ve yağ damlası çapı sırasıyla 0,7252 mm ve 0,1517 mm olarak ölçülmüştür. Döllenmeden sonra morula safhası, gastrula safhası, nörola safhası, somit formasyonu ve kupffer cisimciği formasyonu zamanlarını belirlemiştir. Döllenmeden 39,41 saat sonra çıkış meydana gelmiştir. Kuluçkadan çıkış oranları %86-89 olarak kaydedilmiştir. Yeni çıkmış prelarva boyu yaklaşık 2,52 mm olarak ölçülmüştür.

Zadmajid ve ark. (2019), *Capoeta damascina* türünde embriyonik ve erken dönem larval gelişimi çalışmıştır. Çalışmada doğadan yakalanmış damızlık balıklar kullanılmıştır. Döllenmeden çıkışa kadar embriyonik gelişim yaklaşık 105-110 saat sürmüştür. Larvalar, pigmentsiz gözler ve vücut morfolojisinin yanı sıra farklılaşmamış bir sindirim sistemi ile kuluçkadan çıkmıştır. Ağız, çıkışta orofaringeal membran tarafından kapalı iken, erken endojen beslenme periyodu ile açılmıştır.

Park ve ark. (2020), *Lefua costata* türünün erken dönem gelişimini gözlemlemek ve balitorid balıklar için temel taksonomik araştırma verilerini ortaya koymak için bu çalışmayı gerçekleştirmiştir. Döllenmiş yumurtalar açık yeşil renkte, küresel şekilli olup çapları 1,21 mm'dir. Kuluçkadan çıkan larvaların boyu 2,81 mm olarak ölçülmüştür. Kuluçkadan sonra 3.günde prefleksiyon larva boyu 4,64 mm olup ağızları dış beslenme için açılmıştır.

1.10. Larval Beslenme ve Büyüme

Su ürünleri sektöründe yumurta alımından larva yetiştiriciliğine kadar olan süreçte başarı sağlayacak üç ana unsur vardır. Bunlar;

- Damızlıkların elde edilmesi ve yönetimi, kültür ortamına adaptasyon, sağım, yumurtaların döllenmesi ve inkübasyonu çalışmaları,
- En uygun üretim alanlarında larvaların büyütülmesi çalışmaları,
- Larvaların ilk dönemlerinde sağlıklı ve hızlı gelişimini sağlayan canlı yem üretimi ile larvaların beslenmesi çalışmalarının yapılmasıdır.

Larva yetiştiriciliğinde dikkat edilmesi gereken birkaç unsur daha vardır. Bunlara dikkat edilmediği takdirde kitlesel ölümler yaşanabilir. Bunlar; su kalitesi, kanibalizm ve salgın hastalık konularıdır. Uygun yem/yemleme programları ve boylama ile kanibalizm önlenabilir. Kapalı devre sistemlerinin yetiştiricilikte kullanılmasıyla da su kalitesi ve salgın hastalıklar kontrol altına alınabilir (Demir, 2017). Bunların dışında larva yetiştirme

sürecinde yeşil su kültürü, kapalı devre sistemler ve ozonla dezenfeksiyon gibi uygulamalar ile larvaların keseli evreden karma yeme geçiş dönemine kadar ki süreç içerisinde ölüm oranlarının azaldığı bildirilmiştir (Liao ve ark., 2001).

Sürdürülebilir su ürünleri yetiştiriciliği, nesli tükenmekte olan balık türlerinin aktif olarak korunmasında çok önemli bir rol oynamaktadır ve larvaların kontrollü koşullar altında yetiştirilmesi, balıklandırma amaçlı stok materyali üretiminde en etkili yöntemlerden biridir. Bu, uygun boyutta ve kalitede ürünün uygun zamanda doğaya salınmasına doğrudan bağlı olan balıklandırma operasyonlarının etkinliği ile ilgilidir (Cowx, 1994; Sarkar ve ark., 2006; Ross ve ark., 2008; Zarski ve ark., 2011).

Besin kesesini bitirmiş balık larvaları doğal ortamda zooplankton ile beslenir, ancak yoğun yetiştiricilik koşullarında zooplankton genelde mevcut değildir. Bu nedenle, rotifer ve artemia gibi canlı yemler kontrollü şartlarda üretilir (Lubzens ve ark., 1989; Poulet ve Williams, 1991; Hsieh ve Chiu, 2002; Policar ve ark., 2007; Lahnsteiner ve ark., 2012). Zooplanktonla besleme, balık yetiştiriciliğinde yoğun kültür koşullarında da uygulanabilir. Zooplankton toplama için yeterli ortamlar (göller veya göletler) mevcut olduğunda, yüksek sayıda canlı yem hasat edilebileceği ve aynı anda düşük çabayla farklı boyutlarına ayrılabilmesi için besleme yönteminin avantajları vardır (Lahnsteiner ve ark., 2012).

Yem türü gibi faktörlerin yetiştirme üzerinde doğrudan etkisi vardır ve çeşitli türler arasında önemli ölçüde farklılık gösterebilir (Zarski ve ark., 2011). Formüle edilmiş mikro yemler, larvalar için başlangıç yemi olarak değişken başarı ile test edilmiştir (Lahnsteiner ve ark., 2012). Mikro yem uygulaması, yetiştirme maliyetlerini önemli ölçüde azaltır ve daha akılcı ve zamandan tasarruflu beslemeye olanak tanır. Bazı tatlı su balık türlerinin larvaları, hayatta kalmaları üzerinde önemli bir etki olmaksızın ilk günden itibaren karma yemle beslenebilir, ancak diğer tatlı su türlerinin canlı yem yoluyla ekzojen sindirim enzimlerini almaya ihtiyacı vardır (Kujawa, 2004; Wolnicki, 2005; Zarski ve ark., 2011). Çoğu cyprinid larvaları, dışarıdan beslenmenin ilk birkaç gününde doğal besine ihtiyaç duyar (Wolnicki ve Gorny, 1995; Kujawa, 2004; Wolnicki, 2005). Bu safhada bu durum, canlı yem ile birlikte alınan ekzojen enzimlere dayalı sindirime bağımlı tam olarak şekillenmemiş sindirim tüpüyle bağlantılıdır. Cyprinid larvaları, zayıf enzim kompozisyonuyla kısa ve yetersiz gelişmiş sindirim kanalları ile karakterize edilen üçüncü grupta yer alırlar (Dabrowski, 1984). Larvaları sadece başlangıç yemiyle (starter food) beslemeye başlamanın, çoğu durumda iştahsızlıktan, büyümenin durmasından ve hastalık direncinde önemli bir

azalmadan kaynaklanan %100 stok ölüm oranıyla sonuçlandığı bildirilmektedir (Grudniewski, 1980; Kujawa, 2004).

Son yıllarda balık larvası yetiştirme tekniklerinde büyük ilerlemelerin kaydedildiği görülmektedir. Bununla birlikte, birçok balık türü için halen farklı metotların geliştirilmesine gereksinim vardır (Kujawa ve ark., 1999). Nesli tükenmekte olan balıkların larvalarının etkin ve güvenli bir şekilde yetiştirilmesi, yoğun yetiştiriciliğe uygun mikro yemlerin kullanılmasıyla kolaylaştırılabilir (Demeny ve ark., 2012). Balık larvalarının, özellikle ekzojen beslenmenin başlangıcında, verilen yiyeceğe duyarlı olduğu kanıtlanmıştır ve sadece hazır yeme dayalı beslemenin, larvaların kondisyonunu azalttığı ve mortaliteyi arttırdığı bulunmuştur (Zarski ve ark., 2011). Hazır yem ifadesinin karşılığı farklı yerlerde toz yem, karma yem, mikrokapsül yem, starter-başlangıç yemi vb. olabilmektedir.

Yoğun yetiştiricilikte canlı yem kullanımı zahmetli ve riskli olduğundan, canlı yem ihtiyacını en aza indirgeyen hazır yeme dayalı bir besleme protokolü geliştirmek önemlidir (Demeny ve ark., 2012). *Artemia* bazı ticari yemlerden çok daha pahalı olduğundan bu durum aynı zaman da ekonomik bir sorundur (Kujawa, 2004). Canlı yem ile formüle ticari yemlerin kombinasyonu larvaların beslenmesinde başarılı bir şekilde kullanılagelmıştır (Lahnsteiner ve ark., 2012). Bununla birlikte, larvalarda artan mortalite riski olmadan hazır yemle beslemeye başlamanın güvenli olduğu anı belirlemeye yönelik araştırmalar önemlidir. Çalışmaların çoğunda, reofilik cyprinid larvaları canlı veya ticari hazır yemlerle beslenmiştir ve bir yemden diğerine geçiş genellikle ani olmuştur (Kujawa, 2004).

Demeny ve ark. (2012), *C. carassius* larva kültüründe canlı yem takviyeli hazır yem temelli besleme protokollerinin, safi canlı yem diyetiyle karşılaştırılabilir yüksek hayatta kalma oranı sağlayabileceğini ve bu nedenle, tek önemli kriterin yüksek sayıda ön büyütmesi yapılmış larva olduğu durumlarda kullanılabileceğini belirtmektedir. Bununla birlikte, bu larvaların küçük boyutlu olması, daha fazla büyütme için geniş havuzlara ve popülasyon arttırma ve türlerin korunması amacıyla doğal veya rehabilite edilmiş habitatlara stoklanmasını kısıtlar. Çoğu ekolojik süreçler güçlü bir şekilde boyuta bağlı olduğunda, larvanın stoklandığı andaki boyutu sonraki performansında son derece etkilidir. Daha büyük veya daha hızlı büyüyen bireyler, daha büyük ve daha bol gıdaya daha erken geçebilir, predasyondan kaçınabilir ve çevresel stres faktörlerine karşı daha az duyarlı olabilir (Sogard, 1997). Bu nedenle, yoğun larva kültürlerinde uygulanan besleme protokolleri, yalnızca yüksek hayatta kalma oranını sağlamakla kalmamalı, aynı zamanda yüksek bir büyüme oranını da garanti etmelidir. Yoğun balık yetiştiriciliğinde canlı yemler tercih

edilmediğinden, hazır yemlerin kalitesinin ayarlanması ve larvaların besin gereksinimlerinin daha iyi anlaşılması gerekmektedir (Demeny ve ark., 2012).

Siraz türünün tam kontrollü koşullar altında yapay üremesi başarılı olmasına rağmen, larvaların yoğun bir şekilde yetiştirilmesini sağlayan uygun bir besleme (yemleme) protokolü yoktur. Bu çalışmada, kontrollü koşullar altında üretilen siraz larvalarının büyümesinde ve yaşama oranında *Artemia* nauplii ve hazır yemlerin etkinlikleri test edilmiştir.

1.10.1. Larval Besleme Çalışmaları

Kujawa ve ark. (1999), 25 gün süren kontrollü koşullar altındaki çalışmalarında *Lota lota* türü yavru balıkların beslenmesinde *Paramecium* sp. ve *Artemia* nauplii canlı yemlerini kullanmışlardır. 30 lt'lik cam akvaryumlara 40 adet larva/lt yoğunlukta stoklama yapmışlardır. Yemleme *ad libitum* olarak yapılmıştır. Kontrol grubu olarak *Artemia* nauplii seçilmiş, deneme grupları 3 gün, 5 gün, 7 gün *Paramecium* ardından *Artemia* nauplii olarak oluşturulmuştur. *L. lota* larvalarında en iyi büyüme oranını ve en yüksek mortaliteyi *Artemia* nauplii grubunda kaydetmişlerdir.

Kwiatkowski ve ark. (2008), *Leuciscus* cinsi larvalar için alternatif bir besin olarak kullanılan ticari yemin, kontrollü koşullar altında yetiştirme sırasında büyüme ve yaşama oranı üzerindeki etkisini incelemişlerdir. Farklı *Leuciscus* türlerine ait larvalar kontrollü koşullar altında elde edilmiş ve kapalı devre sistemde 21 gün boyunca beslenmişlerdir. Kontrol grubu *Artemia* nauplii ile beslenmiştir. Deneme gruplarında ise hazır yem kullanılacak şekilde karma yemleme programları uygulamışlardır. Bulgular, yemleme uygulamalarının yüksek etkiye sahip olduğunu göstermiştir.

Memiş ve ark. (2009), *Acipenser gueldenstaedtii* türüne ait 8-11 günlük larvaları *Artemia* nauplii ile günde beş defa yemlemiştir. Kuluçkadan sonra 12.-16. gün arasında larvaları *Artemia* ve *Tubifex* ile beslemiştir. Kuluçkadan sonra 17.-18. günlerde *Artemia*, *Tubifex* ve hazır yem ile yemleme yapmıştır. Kuluçkadan sonra 19.-32. günler arasında *Tubifex* ve hazır yem kullanmıştır. Deneme sonunda mersin larvaları 12 cm boya ve 5,25 gr ağırlığa erişmişlerdir. 33-75. günler arasında sadece ticari alabalık yemiyle günde beş kez yemlenmişlerdir. 75 günlük deneme sonunda Rusya mersin balığı türünde yaşama oranı yaklaşık %27 olarak kaydedilmiştir.

Zarski ve ark. (2011), kontrollü koşullarda kapalı devre sistemde *Carassius carassius* larvalarının beslenmesini 21 gün çalışmışlardır. Yem olarak *Artemia* nauplii, dekapşüle *Artemia* kistleri ve ticari yemler kullanmışlardır. Yaşama oranı ve diğer parametreler üzerine hazır yem uygulamasının olumsuz etkileri olmuştur. En yüksek yaşama oranı yeni ıkımış *Artemia* nauplii ile beslenen grupta kaydedilmiştir. Sonuç olarak, *C. carassius* larvalarının yaşamın ilk günlerinde sunulan yiyecek türüne karşı çok yüksek duyarlılığı dikkate alınmalıdır.

Lahnsteiner ve ark. (2012), *Lota lota* türünde 30 günlük periyotta birçok farklı yem türü denemiştir. Bu yemleri, doğadan toplanmış doğal zooplankton canlı yemi ile karşılaştırmıştır. Deneme sonunda sadece canlı zooplankton yemiyle beslenen grupta %80'in üzerinde yaşama oranı elde etmiştir. Yapay mikrodietlerle beslenenlerde yaşayan olmamıştır. *Agar agar* bağlı mikropartiküllerle ve formüle hazır yemlerle beslenen larvalarda 15.günde yaşama oranları oldukça düşük ıkımıştır. Canlı zooplankton yemleme metodu büyük ölçekli olarak 25000 larva/tank olarak 100 gün denenmiştir. 100 gün sonunda larva yaşama oranı %65'in üzerinde gerçekleşmiştir ve vücut boyu 6 kat artmıştır.

Demeny ve ark. (2012), *Carassius carassius* larvalarında canlı yemin azaltıldığı ya da hiç kullanılmadığı yemleme protokollerini denemişlerdir. Denemede farklı hazır ticari yemler kullanılmıştır. 21 günlük ekzojen yemleme göstermiştir ki, ne bütünüyle hazır yem ne de karma yem diyetleri, *Artemia* nauplii kadar etkili olamamıştır. Test edilen protokollerin bazılarında larvaların yaşama oranı yüksek düzeyde tutulabilmesine rağmen, hazır yem içeren tüm yemleme protokollerinde büyüme oranında güçlü bir düşüş kaydedilmiştir.

1.11. Balıklarda Stok Yoğunluğu

Populasyon yoğunluğu, potansiyel rakipler ve gıda mevcudiyeti gibi çeşitli biyotik faktörlerden balıkların büyümesi etkilenir (Fox ve Flowers, 1990). Larvaların kontrollü yetiştirilmesine ilişkin çalışmalar, belirli bir türün biyolojik koşullarından kaynaklanan uygun büyüme için gerekli koşulların objektif ve kesin bir şekilde belirlenmesini sağlar (Zarski ve ark., 2011). Yem türü, yemleme sıklığı, yetiştiricilik ortamı faktörleri kadar stoklama yoğunluğu faktörünün de yetiştiricilik üzerinde doğrudan tesiri vardır ve farklı türler arasında önemli farklılıklar söz konusu olabilir (Huang ve Chiu, 1997; El-Sayed, 2002;

Wolnicki, 2005; Merino ve ark., 2007; Zarski ve ark., 2008b; Zarski ve ark., 2011; Niazie ve ark., 2013; Usandi ve ark., 2019; Santana ve ark., 2020).

Sınırlı arazi kaynakları ve arazi için tarımla yüksek rekabet nedeniyle, mevcut birim alan başına üretim eksikliklerini minimize etmek için uygun stoklama yoğunluklarının zamanında benimsenmesi gerekmektedir (M'balaka ve ark., 2012). Stoklama yoğunluğunun yüksek tutulmasının en önemli nedenleri olarak alan yeterliliği ve maliyetler görülebilir. Alan ve hacim bakımından yetersiz kaldığı durumlarda balıkların oransal olarak yüksek sayıda stoklanması kaçınılmazdır. Yüksek stoğun birtakım dezavantajlı yönleri olsa da, yetiştiricilik ürünlerinin maksimum sayıda yetiştirilmesine ve elde tutulmasına olanak tanır. Yüksek stoklama yoğunluklarının uygulanması üretim maliyetlerini olumlu yönde etkileyebilir (Kupren ve ark., 2008; Zarski ve ark., 2011).

Yaşama oranı, büyüme parametreleri ve su kalitesi stok yoğunluğundan etkilenir (Imanpoor ve ark., 2009). Stok yoğunluğunun büyüme, yaşama oranı ve dolayısıyla üretim üzerinde doğrudan etkileri olması nedeniyle balık yetiştiriciliğinde stoklama yoğunluğu önemli bir parametre olarak kabul edilir (Hasan ve ark., 2010). Özellikle kapalı devre sistemlerde larvaların entansif olarak yetiştirilmesinde ve yetiştirme etkinliğini etkileyen kilit faktörlerden biri popülasyon yoğunluğudur (Kupren ve ark., 2011). Farklı stoklama yoğunluklarında besin bulunabilirliği farklıdır. Besin alımı için rekabet, balık büyümesinde önemli ve sınırlayıcı bir faktördür ve besin eksikliği durumlarında balık rekabeti ve toplanması artar (Holm ve ark., 1990). Uygun olmayan stoklama yoğunlukları strese yol açar, bu da balık davranışlarına ve fizyolojisine etki eder (Montero ve ark., 1999; Ellis ve ark., 2002). Bu durum, yetiştirilen balıkların sağlık koşullarını tehlikeye atabilir ve böylece su ürünleri yetiştiriciliği endüstrisinin karlılığını da etkileyebilir (Menezes ve ark., 2015).

Artan balık yoğunluğu sosyal strese, bu da kronik stres tepkisine neden olur. Bunun neticesinde, muhtemelen stres tepkisi tarafından tetiklenen fizyolojik değişikliklerle diyet (beslenme) enerjisinin harekete geçirilmesinden dolayı balık büyümesi zarar görür (Kebus ve ark., 1992). Yetiştiriciliği yapılan birçok balık türünde, büyüme ile stok yoğunluğu ters orantılıdır. Ebrahimi ve ark. (2010), bunun sebebi olarak, özellikle, balıkların büyümesini etkileyebilecek bir tür kronik stres yaratan yiyecek veya yaşam alanı rekabeti sırasındaki sosyal etkileşimler olarak görmektedir. Hasan ve ark. (2010), stoklama yoğunluğu azaldıkça balıkların büyüme hızının giderek artmasını, benzer büyüklükteki bir havuzda nispeten daha az sayıda balığın aynı anda daha fazla alan, yiyecek ve çözünmüş oksijen alabilmesine bağlamaktadır.

Stok yoğunluğu balıklarda büyüme, verim ve üreme performansını etkileyen önemli bir faktör olup spesifik stok yoğunluğunun balık büyümesi üzerinde olumlu ve olumsuz etkileri olabilir (Merino ve ark., 2007). Larval kültürle ilgili olarak, özellikle balığın performansı üzerinde stoklama yoğunluğu ve yemleme rejimlerinin etkileri konusunda bilgiler sınırlı olup bazen tartışmalı olabilmektedir (El-Sayed, 2002). Birçok farklı balık türü üzerinde stoklama yoğunluğunun etkisi konusunda çalışmalar yapılmıştır (El-Sayed, 2002; Sahoo ve ark., 2004; Kupren ve ark., 2011; Zarski ve ark., 2011; Niazie ve ark., 2013; Usandi ve ark., 2019; Santana ve ark., 2020).

Yüksek stoklama yoğunluğunun bazı balık türlerinde büyüme indeksleri ve yaşama oranı üzerinde olumsuz etkileri olabileceğini göstermektedir (Imanpoor ve ark., 2009; Usandi ve ark. 2019). Aynı şekilde, Huang ve Chiu (1997), yüksek yoğunlukta balık larvalarının düşük büyümeye ve yaşama oranlarına sahip olduğunu bildirmektedir. Bu alanda yapılan birkaç çalışma göstermiştir ki, büyüme ve yaşama oranlarındaki azalmaların büyük ölçüde stok yoğunluğuna bağlı olduğu rapor edilmiştir (El-Sayed, 2002; Alvarez-Gonzalez ve ark., 2001; Sahoo ve ark., 2004; Kujawa, 2004; Zarski ve ark., 2008b; Zarski ve ark., 2011; Usandi ve ark. 2019). Bazı çalışmalara göre ise, yaşama oranı üzerinde stoklama yoğunluğunun herhangi bir önemli etkisi yoktur (Kupren ve ark., 2011; Zarski ve ark., 2011; Niazie ve ark., 2013; Arifin ve ark., 2019). Genel olarak, büyüme ile stoklama yoğunluğu arasında negatif bir korelasyon olduğuna işaret edilmektedir (Alvarez-Gonzales ve ark., 2001; El-Sayed, 2002; Zarski ve ark., 2008b; Kupren ve ark., 2011; Usandi ve ark. 2019). Bununla birlikte, Menezes ve ark. (2015), 16 ila 32 kg/m³ stok yoğunluğunda yetiştirilen *Rhamdia quelen* juvenillerinin en düşük yoğunlukta tutululardan daha iyi bakıldığını ifade etmektedir. Yine benzer şekilde, Santana ve ark. (2020) daha yüksek büyüme ve yaşama oranları yanı sıra popülasyonda daha homojen boyda balık bulunması nedeniyle *Arapaima* larvası yetiştiriciliği için çalışmalarında en yüksek yoğunluk olan 2000 larva/m³ stoklama yoğunluğunun uygun olduğunu belirtmiştir. Arifin ve ark. (2019)'na göre de, stok yoğunluğu balık boyunda heterojenliğe sebep olmamaktadır. Bu da göstermektedir ki, düşük stoklama yoğunluğu her balık türü için uygun olmayabilmektedir ve her balık türü için kendi yetiştiricilik koşullarında ve biyolojik özellikleri kapsamında inceleme yapıp optimal stoklama yoğunluğunun türe özgü olarak belirlenmesine ihtiyaç vardır.

Larvalar ve yavru balıklar üzerine yapılan birçok stoklama yoğunluğu çalışmasında stok oranları oldukça değişkenlik göstermektedir (El-Sayed, 2002; Kujawa, 2004; Sahoo ve ark., 2004; Zarski ve ark., 2008b; Kupren ve ark., 2009; Niazie ve ark., 2013). Kupren ve

ark. (2011), cyprinid larvalarının başlangıç büyütmelerinde stoklama yoğunluğunun kontrollü koşullarda nadiren 100 larva/lt'yi geçtiğini bildirmesine karşın, Cyprinid larvalarında yaşama oranları ve kondisyonları üzerinde olumsuz bir etki olmaksızın 400 adet/lt'ye kadar stoklamanın mümkün olduğu bildirilmektedir (Kupren ve ark. 2009; Zarski ve ark., 2011). Bununla birlikte, değişken besleme rejimleri (yem türü, miktarı ve yemleme sıklığı), farklı yetiştirme sıcaklıkları ve fotoperiyotlar nedeniyle önceki çalışmalara dayanarak optimum stok yoğunluğunun ve larvalar üzerindeki etkisinin belirlenmesi oldukça zordur (Wolnicki, 2005). Tatlı su balık larvaları üzerine yapılan birçok stoklama yoğunluğu çalışması göstermektedir ki, her bir balık türü için uygun yetiştirme koşullarının belirlenmesi gerekmektedir (Zarski ve ark., 2011). Özellikle türe özgü olarak zamana bağlı larva ve sonrasında juvenil başlangıç boylarının farklılık göstermesi stoklama yoğunluklarının da değişken olmasına neden olmaktadır.

Optimum stok yoğunluğunun belirlenmesi, yoğun balık yetiştiriciliğindeki önemi nedeniyle son yıllarda büyük ilgi görmektedir. Yüksek stok yoğunluğunun balık kültürü üzerindeki zararlı etkileri, düşük büyüme oranlarına, sosyal hiyerarşinin oluşmasına ve balık fizyolojisinde değişikliklere sebep olur (Sahoo ve ark., 2004). Bu nedenle, her bir balık türünde farklı sonuçlar elde edildiği gibi, aynı tür için de farklı bulgular rapor edilebilmektedir. Bunda, yetiştiricilik ortamlarının değişkenlik göstermesi büyük etkindir. Siraz juvenilleri üzerine daha önceden yapılmış çalışmalar olmadığından, bu çalışmada kaydedilen veriler ilk olma niteliği taşımaktadır ve siraz yavru balık kültürü hakkında ön bilgiler sağlamaktadır. Bu çalışmada, siraz yavru balıklarında farklı stoklama yoğunluklarının büyüme parametreleri ve yaşama oranı üzerine olan etkileri yarı kapalı devre sistemde 98 günlük süreçte incelenmiştir.

1.12. Stok Yoğunluğu ile İlgili Yapılan Çalışmalar

El-Sayed (2002), Nil tilapiyası larvalarında stoklama yoğunluğu ve yemleme seviyelerinin yaşama oranı, büyüme oranı, yem kullanımı ve vücut kompozisyonlarına olan etkilerini ardışık iki çalışmayla incelemişlerdir. Birinci denemede, 0,016 gr ortalama canlı ağırlığa sahip larvaları 20 lt'lik fiberglas tanklara 3, 5, 10, 15 ve 20 larva/lt olacak şekilde stoklamış ve %40 ham protein içerikli yem ile *ad libitum* olarak 40 gün boyunca beslemiştir. Yaşama oranı, büyüme yüzdesi ve spesifik büyüme oranı, stoklama yoğunluğu ile negatif korelasyon göstermiştir. En iyi performans 3 larva/lt stok yoğunluğunda kaydedilmiştir.

Bununla birlikte, 3 ve 5 larva/lt stok yoğunlukları arasında büyüme parametreleri bakımından bir farklılık söz konusu değildir. İkinci denemede ise, 0,016 gr ortalama canlı ağırlığa sahip larvalar 5 larva/lt olarak stoklanmış ve %40 ham protein içerikli yem ile günlük olarak vücut ağırlığının %10, %20, %25, %30, %35 oranında ve *ad libitum* olarak 40 gün boyunca yemlenmişlerdir. %10 yemleme yapılan grupta büyüme ve yaşama oranları oldukça zayıf çıkmış, lakin bu oranlar %30 gruplara doğru yükselmiştir. Yem dönüşüm oranı yemleme seviyesiyle negatif korelasyon göstermiştir. Bu çalışmaya göre, Nil tilapiyası larvalarında optimum stoklama yoğunluğu ve yemleme oranı sırasıyla 5 larva/lt ve günlük %30 olarak tespit edilmiştir.

Sahoo ve ark. (2004), *Clarias batrachus* larvaları ve yavru balıklarında kuluçkahane koşullarında optimum stok yoğunluğunu belirlemeyi amaçlamıştır. 13 günlük denemede artan stoklama yoğunluğu *C. batrachus* larvalarında büyüme oranlarını düşürmüştür. Yaşama oranı en yüksek 1000 m² stoklama yoğunluğunda, en düşük 5000 m² stoklama yoğunluğunda elde edilmiştir. Stok yoğunluğu larvalarda toplam biyomasi etkilememiştir. *C. batrachus* yavru balıklarının performansı 28 gün boyunca çalışılmış ve 100 m² stoklama yoğunluğunda en yüksek toplam vücut ağırlığına ulaşılmıştır. Stok yoğunluğunun 300 m² ve üzerine çıkmasıyla yaşama oranı %59-61 seviyesine düşmüştür. Kuluçkahane sürecinde *C. batrachus* larva ve yavru balıkları büyüme ve yaşama oranları stoklama yoğunluğunun etkisinde kalmıştır. Larvalarda en iyi performans 2000 m² stok yoğunluğunda elde edilirken, *C. batrachus* yavru balıklarında en yüksek yaşama oranı 200 m² stok yoğunluğunda kaydedilmiştir.

Kupren ve ark. (2011), *Aspius aspius*, *Leuciscus idus* ve *Leuciscus cephalus* larvalarının laboratuvar koşulları altında stoklama yoğunluğunun büyüme, yaşama oranı ve gelişmesi üzerine etkilerini incelemişlerdir. 1 lt hacimli 16 adet tank kullanılmıştır. 8 farklı stoklama yoğunluğu denenmiştir (50-400 larva/lt) ve çalışma 25°C su sıcaklığında 21 gün sürdürülmüştür. Deneme sonunda her üç tür için en yüksek ortalama büyüme oranı en düşük stoklama yoğunluğunda elde edilmiştir. Deneme sırasında stoklama yoğunluğunun larva ölümleri üzerinde hiçbir etkisinin bulunmadığı bildirilmiştir.

Zarski ve ark. (2011), *Carassius carassius* larvalarında stoklama yoğunluğunu (50 – 600 larva/lt) 21 gün çalışmıştır. En iyi sonuçları 50 larva/lt stoklama yoğunluğunda elde ederken, 200-600 larva/lt aralığında önemli farklılıklar olmadığını bildirmiştir. Bu sonuçlara göre, oldukça yüksek stok yoğunluklarında *C. carassius* larvalarının yetiştirilebileceğini rapor etmiştir.

Niazie ve ark. (2013), Japon balığı (*Carassius auratus*) yavru balıklarında yaşama oranı ve büyüme üzerine stoklama yoğunluğunun etkisini araştırmışlardır. Ortalama canlı ağırlığı 3,5 gr olan 126 adet balık akvaryum başına 6, 9, 12 ve 15 adet balık olacak şekilde stoklanmışlardır ve deneme üç tekerrürlü olarak 5 ay sürmüştür. Deneme sonunda ortalama canlı ağırlıklar sırasıyla 14,79, 15,98, 33,15 ve 14,2 gr olarak tespit edilmiştir. Japon balığı yavru balıklarında stoklama yoğunluğu artışı büyüme parametreleri ve yem dönüşü oranında önemli farklılıklara sebep olurken, kondisyon faktöründe farklılıklar olmamıştır. Yaşama oranları farklı stoklama yoğunluklarında farklılık göstermemiştir. Bu çalışmanın sonuçları, stok yoğunluğunun büyümeyi önemli ölçüde etkilediği, fakat yaşama oranı üzerinde önemli bir etkisinin olmadığını göstermiştir.

Menezes ve ark. (2015), 16 ila 32 kg/m³ stok yoğunluğunda yetiştirilen *Rhamdia quelen* juvenillerinin en düşük yoğunlukta tutulanlardan daha iyi bakıldığını ifade etmektedir.

Usandi ve ark. (2019), ortalama canlı ağırlığı 1 mg olan koi larvalarında stok oranlarını optimize çalışması yapmıştır. Sırasıyla 2500, 5000, 7500, 10000 ve 12500 larva/m³ stoklama yoğunluklarını üç tekerrürlü olarak denemiştir. En yüksek büyüme değerlerini ve yaşama oranlarını (%62,67) en düşük stok yoğunluğunda elde etmiştir. En düşük yaşama oranını (%21,67) en yüksek stoklama yoğunluğunda kaydetmiştir. Bu sonuçlara göre, stoklama yoğunluğunun büyüme ve yaşama oranı ile negatif bir ilişkisi vardır.

Arifin ve ark. (2019), dev gurami (*Osphronemus goramy*) larvalarında stoklama yoğunluğunun yaşama oranına, yem alımına ve büyümeye olan etkisine bakmışlardır. Stoklama yoğunluğunun yaşama oranı (>%98) ve balık büyüklüğü heterojenitesi üzerine bir etkisinin olmadığını, ancak büyümenin negatif yönde etkilendiğini bildirmişlerdir. Daha yüksek stoklarda düşük büyümenin yem alımındaki azalmadan kaynaklanabileceğini rapor etmişlerdir.

Santana ve ark. (2020), *Arapaima gigas* larvalarında stoklama yoğunluğunun büyüme performansı, kortizol seviyeleri ve arapaima larva üretim maliyetleri üzerine etkisini araştırmışlardır. Ortalama ağırlıkları 1,32 gr olan *Arapaima* larvaları 400, 800, 1200, 1600 ve 2000 larva/m³ olarak stoklanmışlardır. Daha yüksek büyüme, daha homojen balık, daha iyi yaşama oranları ve dolayısıyla en düşük *arapaima* larva üretim maliyeti ile sonuçlandığından, arapaima larvası yetiştiriciliği için stoklama yoğunluğu 2000 larva/m³ olarak tavsiye edilmiştir.

1.13. *Capoeta umbla* (Siraz)

Elazığ Su Ürünleri Araştırma Enstitüsü tarafından hazırlanıp Tarımsal Araştırmalar ve politikalar Genel Müdürlüğüne sunulan ve Tarım ve Orman bakanlığı Su Ürünleri Tescil Komitesi tarafından tescil edilip Resmi Gazetede yayınlanan Siraz balığının genel özellikleri aşağıda sıralanmıştır.

Tür adı: Siraz

Bilimsel adı: *Capoeta umbla* (Heckel, 1843)

Sinonimleri: *Scaphiodon umbla*

Yerel adları: Sarı Balık, Çay Balığı, Siraz, Göl Balığı

Benzerleri: *Capoeta angorae*, *Capoeta antalyensis*, *Capoeta baliki*, *Capoeta barroisi*, *Capoeta aelestis*, *Capoeta damascina*, *Capoeta ekmekciae*, *Capoeta sieboldii*, *Capoeta tinca*, *Capoeta trutta*

Sistematikteki yeri:

Âlem : Animalia

Alt âlem : Metazoa

Şube : Chordata

Alt şube : Vertebrata

Üst sınıf : Pisces

Grup : Gnathostomata

Sınıf : Osteichthyes

Alt sınıf : Actinopterygii

Takım : Cypriniformes

Alt takım : Cyprinoidei

Aile : Cyprinidae

Cins : *Capoeta*

Tür : *Capoeta capoeta*

Alttür : *Capoeta umbla* (Heckel, 1843).

Elde edilişi : Doğal (Avcılık)

Yaşam ve geçiş alanları: Göl ve Akarsular

Yayılım alanı: Fırat ve Dicle Nehir Sistemi

Vücut yapısı: Vücut kısmen yanlardan basık olup çok az silindirik yapıda ve küçük pullarla kaplı durumdadır. Siraz balığının en fazla vücut yüksekliği balığın standart boyunun

1/4'ü kadardır. Burun kısmı küt, ağız yapısı büyük ve ağız enine yarıklıdır. Siraz balığının dudakları boynuzsu yapıdaki sert bir deri ile kaplıdır. Ağız kenarlarında bir çift kısa bıyık mevcuttur. Dorsal yüzgecin son kemiksi ışını biraz az gelişmiş olup posterior kenarında küçük dişçikler bulunmaktadır. Son olarak dorsal yüzgecinin serbest kenarı içe doğru meyillidir ve başlangıç kısmı ventral yüzgeçlerin biraz önünde yer almaktadır.

Renk: Siraz balığının rengi sırt kısmında koyu esmer, vücudun yan kısımlarında kahverengi-sarı ve karın kısmında ise çoğu zaman kirli beyaz bir görünüme sahiptir.

Baş formu: Burun kısmı dar, arkaya doğru genişlemektedir.

Göz yapısı: Başın her iki yanında, orta büyüklüktedir.

Ağız/Burun yapısı: Ağız yarım ay şeklinde ve subterminal konumlu olup, burun küt yapıdadır

Çene yapısı: Normal olup, alt çene üst çeneden biraz daha kısadır.

Bıyık sayısı ve özellikleri: Bir çift kısa bıyık vardır.

Diğer ayırt edici özellikleri: Vücut üzerinde düzensiz dağılmış siyah lekelerin olmaması ve dorsal yüzgecin sonuncu kemiksi ışınının az gelişmiş olmasıyla *Capoeta trutta* türünden ayrılır.

Döllenme şekli: Ovipar

Eşeyssel dimorfizm: Üreme döneminde erkeklerin burunlarının üzerinde tüberküller oluşmaktadır.

Üreme alanı: Fırat ve Dicle nehirleri ve havzayı besleyen akarsuların kolları

Üreme dönemi: Nisan - Temmuz

Vücut şekli: Fusiform (Resmi Gazete, 2020).

1.14. Siraz Türü ile İlgili Yapılan Çalışmalar

Berker ve Çolak (1979), Keban Baraj Gölü'nde bulunan *Capoeta capoeta umbla* balıklarının besin analizlerini çalışmışlardır.

Ekingen ve Sarıyyüpoğlu (1981), Keban Baraj Gölü'nden avladıkları *C. c. umbla*'nın taksonomik özelliklerini belirlemişlerdir.

Keban Baraj Gölü'nde yapılan bir çalışmada gölde bulunan balık türleri Çolak (1981), tarafından çalışılmıştır.

Şen (1982), Elazığ ili Sivrice ilçesinde bulunan Hazar Gölü'ndeki *C. c. umbla*'nın sindirim sistemi içeriğini çalışmıştır.

Özdemir (1982a), Elazığ ili Sivrice ilçesi sınırlarında bulunan Hazar Gölü'nden yakalanan *Capoeta capoeta umbla*'nın et verimi ve bazı vücut organları arasındaki ilişkilerini incelediği çalışmasında, 1480 numunede baş, yüzgeç ve iç organların ağırlıklarının tüm vücut ağırlığına oranı ile gövde yüksekliğinin vücut uzunluğuna oranı ve et verimliliğini karşılaştırmıştır.

Özdemir (1982b), Hazar Gölü'nden avlanılan *Capoeta capoeta umbla*'nın ekonomik değeri ve yetiştirilebilme olanaklarının yanında biyolojik özelliklerini incelediği çalışmasında popülasyondaki yaş-boy-ağırlık oranı, erkek ve dişilerin oranı, üreme yaşı ve dönemi ile ilgili özelliklerini ortaya koymuştur. Hazar gölünde üreme dönemi ve yaşı ile ilgili yaptığı çalışmasında üreme döneminin Mart-Haziran olduğu ve erkeklerin 3. dişilerin 4. yaşında üreme olgunluğa eriştiklerini belirtmiştir.

Şen (1985), Elazığ ili Karakoçan ilçesinde bulunan ve sulama amacıyla kullanılan Kalecik Göleti'nin balık faunasını çalışmıştır.

Aras ve ark. (1986), Keban Baraj Gölü'ne dökülen Karasu Nehri'nde bulunan *Capoeta capoeta umbla*'nın et verimi ve organları arasındaki ilişkiyi araştırmışlardır.

Şen ve Özdemir (1986), Elazığ ili Hazar Gölü'nde bulunan *Capoeta capoeta umbla*'nın sindirim sistemi içeriğini inceledikleri çalışmalarında *C. c. umbla*'nın sindirim sistemindeki organizmaların mevsimlere göre dağılımlarını belirlemişlerdir.

Şen ve Özdemir (1986), beslenme alışkanlığının tespiti amacıyla yaptıkları çalışmada, Hazar Gölü'nde bir yıl içerisinde yakalanan toplam 855 balık numunesinin incelenmesi sonucunda organizmalar sınıflandırılmış, 13'ü hayvansal ve 23'ü bitkisel kökenli olmak üzere toplam 36 adet organizma teşhis etmişlerdir. Sonuç olarak besinin %99,2'sini bitkisel ve %0,8'i hayvansal organizmalardan oluştuğunu tespit etmişlerdir. Yine aynı çalışmada sindirim sisteminde bol miktarda çamur, taş kırıntıları ve darı tohumlarına rastlanmasının ağız tipinin ventral olmasıyla ilgili olabileceğine karar vermişlerdir.

Ekingen ve Polat (1987), Keban Baraj Gölü'nde bulunan *Capoeta capoeta umbla*'da yaş tayini ile boy ağırlık ilişkisini inceledikleri çalışmalarında *C. c. umbla*'nın boy-ağırlık ilişkisini, otolit, omur, operkül, pul ve dorsal yüzgeç ışıının kemiksi yapısını kullanılarak yaşı belirlenmiş ve karşılaştırılmasını yapmışlardır.

Şen (1988) ve Yüksel (2002), *Capoeta capoeta umbla*'nın üreme dönemi içerisinde erkeklerinin baş kısımlarında tüberküllerin oluştuğunu ve bu tüberküllere Eylül ayına kadar rastlandığını tespit etmişlerdir. *C. c. umbla*'nın yumurta çapını Şen (1988) 0,9-1,7 mm arasında olduğunu ifade etmiştir.

Şen (1988), Karakoçan sulama göletinin balık faunası belirlediği çalışmasında *C. capoeta umbla*'nın üreme dönemini ve cinsi olgunluk yaşını belirlemiştir.

Şen (1988), Kalecik Baraj Gölü'nde yaptığı çalışmada; *Capoeta capoeta umbla*'nın üreme yaşı ve döneminin Nisan ayından Temmuz sonuna kadar olduğunu, erkek ve dişi bireylerin dört yaşında cinsi olgunluğa ulaştıklarını tespit etmiştir.

Aras ve ark. (1992), Karasu Irmağı'ndan avladıkları *C. c. umbla*'nın et verimi ile vücut organları arasındaki ilişkileri incelemişlerdir.

Bircan ve Polat (1995), Altinkaya Baraj Bölü'nde bulunan *C. capoeta*'nın cinsel olgunluğa ulaşma yaşı ve üreme mevsimi ile ilgili çalışmalar yapmışlardır.

Konar ve Yılmaz (1995), Hazar Gölü'nde bulunan *Capoeta capoeta umbla*'nın yağ asidi miktarı ile yağ asidi cinslerinin mevsimlere göre değişimlerini çalışmışlardır.

Yılmaz ve ark. (1995), Hazar Gölü'nde avlanılan *C. c. umbla*'nın dişi ve erkek bireylerinde bazı dokularının lipid ve yağ asidi bileşimlerini çalışmışlardır.

Bircan ve Polat (1995), Altinkaya Baraj Gölü'nde bulunan *C. capoeta* bireylerinin cinsel olgunluk yaşının erkek ve dişiler için 3. yaş olduğunu ve üreme döneminin de Temmuz-Ağustos olduğunu belirtmişlerdir. Altinkaya Baraj Gölü'nde bulunan *C. capoeta*'nın yumurta çaplarının 0,7-2,46 mm arasında olduğunu tespit etmişlerdir.

Yılmaz ve ark (1996), Elazığ ili Keban Baraj Gölü'nde yaşayan *Capoeta capoeta umbla* ve *Capoeta trutta* balıklarının toplam lipid ve yağ asidi bileşimi incelemişlerdir.

Kalkan ve ark. (1996), Abdulharap Çayı'nda bulunan *Capoeta capoeta umbla*'nın büyüme parametrelerini çalışmışlardır.

Aksoy (1996), Elazığ ili Sivrice ilçesinde bulunan Hazar Gölü'nde avlanılan *Capoeta capoeta umbla*'da endohelminthlerin araştırılmasını çalışmıştır.

Öztürk (1996), Elazığ ili Sivrice İlçesinde bulunan Hazar Gölü'nde yaptığı çalışmada erkeklerin 2. dişilerin ise 3. yaşında cinsel olgunluğa eriştiklerini, üreme döneminin Haziran-Temmuz olduğunu ve bu dönemin Ağustos ayına kadar da devam ettiğini belirtmiştir.

Girgin ve ark. (1997), Karakaya Baraj Gölü'nde bulunan *Capoeta capoeta umbla*'da bazı büyüme parametrelerini çalışmışlardır.

Erbucan ve Girgin (1997), Keban Baraj Gölü'nde ve Elazığ ili Sivrice ilçesinde bulunan Hazar gölünde yaşayan *Capoeta capoeta umbla*'nın bazı morfolojik özelliklerinin karşılaştırılmasını çalışmışlardır.

Kocaman ve ark. (1998), Tuzla çayında bulunan *Capoeta capoeta umbla*'nın bazı biyo-ekolojik özelliklerin araştırılmasını çalışmışlardır.

Şeker ve ark. (1998), Elazığ ili Sivrice ilçesinde bulunan Hazar Gölü'nde yaşayan *Capoeta capoeta umbla*'da bazı ağır metal birikimlerinin çalışmışlardır.

Korkmaz ve Atay (1999), Şuğul Deresinde bulunan siraz balıkların (*C. c. umbla*) yaş ve büyüme özelliklerini çalışmışlardır.

Siraz balığı başlıca önemli nehir sistemleri olan Fırat ve Dicle olmak üzere Hazar Gölü, Murat Nehri, Karasu, Munzur Suyu, Haman Suyu, Batman Suyu gibi Doğu ve Güneydoğu Anadolu Bölgesindeki birçok akarsu ve göllere yayılım göstermiştir (Geldiay ve Balık, 1999; Atay, 1987).

Fırat ve Dicle nehir sistemlerinin yukarı havzalarının siraz balığının doğal yayılım alanıdır. Bu türün ilk tespit edildiği yer Musul'dur. Bazı araştırmacıların yaptıkları tespitlerine göre; Dicle Nehri, Batman Suyu, Hazar Gölü, Haman Suyu, Murat Nehri, Karasu, Munzur Suyu; Fırat ve Dicle nehir sistemlerinde varlığı tespit edilmiştir (Geldiay ve Balık, 1999).

Aydın (2000), Elazığ ili Sivrice ilçesinde bulunan Hazar Gölü'nde avlanan *Capoeta capoeta umbla*'nın yaşının en iyi okunduğu kemiksi yapıları çalışmıştır.

Şen ve Aydın (2000), Elazığ ili Sivrice ilçesi sınırlarındaki Hazar Gölü'nde bulunan *C. c. umbla*'nın büyüme özelliklerini çalışmışlardır.

Türkmen ve ark. (2000), Karasu Irmağı'nın Aşkale Mevkii'nde bulunan *C. c. umbla* balığının kan glikoz seviyesini araştırmışlardır.

Canpolat ve Çalta (2001), Elazığ ili sınırlarındaki Hazar Gölü'nde bulunan *C. c. umbla*'nın kas dokularındaki bazı ağır metallerin karşılaştırılmasını çalışmışlardır.

Kılıçdemirok ve Ünlü (2001), Dicle Nehri'nde (Cyprinidae) *Capoeta capoeta umbla* ve *Capoeta trutta* türlerinin karyotipleri konusunu çalışmışlardır.

Şen ve ark. (2001), Elazığ ili sınırlarındaki Hazar Gölü'nde bulunan *C. c. umbla* popülasyonunda otolit uzunluğu-balık uzunluğu ilişkisini çalışmışlardır.

Öztürk ve ark. (2001), Hazar Gölü'nde avlanan *Capoeta capoeta umbla*'nın yaş tayini için kemiksi yapılarını çalışmışlardır.

Yüksel (2002), Hazar Gölü'nde avlanan *Capoeta capoeta umbla*'nın avcılığına ilişkin biyolojik verilerini tespit etmiştir.

Yüksel (2002), Elazığ Hazar Gölü'nde yaptığı çalışmada üreme olgunluğuna gelmiş dişi ve erkek bireylerin (dişilerde 2. erkeklerde ise 1. yaş) Nisan ayı ortasında akarsulara girmeye başladıklarını ve üremenin Haziran ayı sonuna kadar devam ettiğini belirtmiştir.

Aydın ve Şen (2002), Elazığ ili sınırlarındaki Hazar Gölü'nde bulunan *C. c. umbla*'da aynı kemiksi yapıların sağ ve solları arasındaki yaş ilişkisini çalışmışlardır.

Çalta ve Canpolat (2002), Elazığ ili sınırlarındaki Hazar Gölü'nden bulunan *C. c. umbla*'da bazı ağır metal miktarlarının tespitini çalışmışlardır.

Erdoğan ve ark. (2002), *Capoeta capoeta umbla* serum gonadal steroid ve serum lipitlerinin yıllık olarak değişimlerini incelemişlerdir.

Kocaman ve ark. (2002), Karasu Nehrine dökülen Tuzla Çayı'nda bulunan *C. c. umbla*'nın bazı populasyon parametreleri çalışmışlardır.

Şen ve ark. (2002), *C. c. umbla*'nın geriye hesaplama yolu ile otolit boyundan çatal boyunun tahminini çalışmışlardır.

Türkmen ve ark. (2002), Karasu Nehri Aşkale Bölgesi'nde bulunan *C. c. umbla*'nın büyüme ve yaş özellikleri ile birlikte üreme stratejilerini çalışmışlardır.

Köprücü ve Özdemir (2003), Keban Baraj Gölü ve Hazar Gölü'nde yaşayan *Capoeta capoeta umbla*'nın et verimi ve bazı büyüme parametrelerini karşılaştırmalı olarak çalışmışlardır.

Canpolat ve Çalta (2003), *C. c. umbla*'da bazı doku ve organlardaki ağır metallerin vücut büyüklüğü, yaş, eşey ve mevsim ile ilişkisini çalışmışlardır.

Örün ve Erdemli (2003), Elazığ ve Malatya illeri arasındaki Karakaya Baraj Gölü'nde bulunan *C. c. umbla*'nın kan parametrelerini çalışmışlardır.

Yüce ve Şen (2003), Mart 1995 – Şubat 1996 tarihleri arasında yaptıkları bir çalışmada, Elazığ Hazar Gölü'nde yaşayan *C. c. Umbla*'nın dişi erkek dağılımları ve yaş kompozisyonu, üreme periyodu, cinsel olgunluk yaşı, yumurta çapı ve yumurta verimi çalışmışlardır. Bu çalışmada dişilerin 3 yaşında, erkeklerin ise 2 yaşında cinsel olgunluğa eriştikleri ve üreme döneminin Mayıs-Temmuz olduğu, ortalama yumurta çapının ise 1-1,7 mm arasında değiştiğini belirtmişlerdir.

Yılmaz ve ark. (2003a), siraz (*Capoeta capoeta umbla*) balığından surumi elde etme konusunda bir araştırma yapmıştır.

Yılmaz ve ark. (2003b), Yukarı Fırat Nehri'nin Sivas-Erzincan arasında kalan bölümünde yaşayan *C. c. umbla*'nın büyüme performanslarını çalışmışlardır.

Gül ve ark. (2005b), 2,4-D'nin siraz balığındaki (*C. c. umbla*) LC50 değerini belirleme üzerine çalışmışlardır.

Bayır ve ark. (2007), *C. c. umbla*'nın kan serumunun biyokimyasal profilini çalışmışlardır.

Celayir (2007), Elazığ ili Hazar Gölü'nden avlanılan *Capoeta capoeta umbla*'dan alınan yumurtalar üzerine sperm ilave edilerek döllenmesini ve döllenmiş yumurtaların yapışkanlığını gidermek ve döllenme oranının arttırmak amacıyla üre-tuz solüsyonunu 30, 45 ve 60 dakika süreyle uygulamıştır. Zuger şişelerine bağlanan suyun sıcaklığı 23°C, pH 7,7 ve oksijen miktarı 8,3 mg/L olarak ifade edilmiştir.

Güneş (2007), Tercan Baraj Gölü'nde ve Tuzla Çayı'nda bulunan *Capoeta capoeta umbla*'nın bazı biyolojik özellikleri, yağ asidi kompozisyonlarının ve total yağ karşılaştırılmasını çalışmıştır.

Ceyhun ve Erdoğan (2008), Kilise Deresi'nde bulunan *Capoeta capoea umbla*'nın popülasyon yapısı ve Kilise Deresi suyunun özelliklerini çalışmışlardır.

Aras ve ark. (2009), Tuzla Çayı ve Tercan Baraj Gölü'nde yaptıkları çalışmalarında Şubat 2006 - Ocak 2007 tarihlerinde *Capoeta capoeta umbla*'nın göl ve gölü besleyen akarsularından avladıkları toplam 630 birey üzerinde çalışmışlardır. Çalışma sonucunda boy dağılımları 9,6-34,5 ; 9,5-35,3 cm olarak bulunmuştur.

Elazığ ili Keban Baraj Gölü'nde bulunan *C. umbla*'nın popülasyonundan elde edilen 355 örneklemeden besin kompozisyonunu oluşturan organizmaların belirlenmesi amacıyla Nisan 2009-Mart 2010 tarihleri arasında toplam 80 adet balığın sindirim sistemi içerikleri mikroskopik olarak incelenmiştir. Elazığ Keban Baraj Gölünde bulunan *C. umbla*'nın sindirim sistemi içeriğinde toplam 10 hayvansal organizma taksonu teşhis edilmiştir (Saler ve ark., 2010).

Çoban ve Şen (2011a), 2006- 2007 tarihleri arasında Hazar Gölü ve Keban Baraj Gölü'nden avlanılan *Capoeta umbla* üzerinde yapılan çalışmalarında; her iki bölgeden elde edilen bireylerin 2-7 yaş grupları arasında dağılım gösterdiği ifade etmişlerdir. Total boy ve ağırlık değerlerinin sırasıyla Hazar Gölü'nde 17,00-38,30 cm, 45,00-527,10 gr arasında, Keban Baraj Gölü'nde ise 23,80-38,90 cm ve 116,00-615,40 gr arasında değiştiğini ortaya koymuşlardır.

Çoban ve Şen (2011 b), Elazığ Keban Baraj Gölü ve Elazığ Hazar Gölü'nde yaşayan *Capoeta umbla*'nın kan ve kastaki glikojen seviyelerini çalışmışlardır.

Malatya ili sınırlarında bulunan Şiro Çayı'ndan avlanan 118 adet *Capoeta umbla* ve 93 adet *Capoeta trutta*'nın bazı meristik ve morfometrik özellikleri araştırıldığı çalışmada, dorsal ve anal yüzgeçteki ışın sayısı, linea lateralde bulunan toplam pul sayısı, farinks dış sayıları incelenmiştir. Ayrıca *C. umbla* ve *C. trutta* türlerinin total boy, çatal boy, standart boy, predorsal boy, kuyruk sapı uzunluğu, vücut genişliği, vücut yüksekliği, göz çapı,

interorbital uzunluk, preorbital ve postorbital uzunluk, baş uzunluğu, baş yüksekliği, baş genişliği ölçümleri alınmıştır (Dağlı ve Erdemli, 2011).

Çoban ve ark. (2013), Elazığ ili sınırları içerisinde bulunan Hazar Gölü'ndeki *Capoeta umbla* populasyonunun boy frekansları, büyüme parametreleri ve av miktarları, ölüm oranları gibi populasyon parametreleri ve stok büyüklüğünü incelemiştir.

Uzunçayır Baraj Gölü'nde Mayıs 2011-Eylül 2012 tarihleri arasında gerçekleştirilen başka bir çalışmada toplam 446 adet (288 erkek, 158 dişi) *Capoeta umbla* yakalanmış, balıkların dişi/erkek oranının 1:0,55 olduğu ve 1-12 yaş grupları arasında dağılım gösterdiği tespit edilmiştir. Total boy değerlerinin dişi bireylerde 14,6-44,6 cm ve erkek bireylerde 12,0-42,7 cm; ağırlık değerlerinin dişilerde 28,0-654,0 gr ve erkeklerde 15,8-605,0 gr; kondisyon faktörü değerlerinin ise dişilerde 0,762-0,980, erkeklerde 0,846-0,952 arasında değiştiği saptanmıştır (Gündüz ve ark., 2015).

Gün ve Kızak (2019), siraz (*Capoeta umbla* Heckel, 1843) anaçlarını kültür ortamına adapte edebilmek amacıyla balık tanklarına adaptasyonunu araştırmış ve farklı substratlar test etmişlerdir. Balıklar 2 m çapında 3 m³'lük dairesel fiberglas tanklara stoklanmıştır. Substratlarla kaplanmış toplam 12 dairesel fiberglas tank zemini; adaptasyon testi için toprak, kum ve suni çim hazırlanmış. Stok yoğunluğu her tank için 2,3 kg/m³ civarında tutulmuştur. Stoklamadan sonra balıklara günlük 3 mm alabalık yemi verilmiştir. Çalışma sonunda ölüm oranları toprak, kumlu ve suni çim tanklar için sırasıyla %18,75, %87,5 ve %95 olarak bulunmuştur. Siraz anaçlarının tank ortamına adaptasyonunda toprağın önemli bir etkisi olduğu açıkça görülmüştür. Doğadaki balıkların yetiştiricilik koşullarına adaptasyonunda toprak havuzlar, yakalanan balık anaçlarının refahı için ciddi bir faktör olarak görülmüştür.

Özcan ve Serdar (2021), 2017 ve 2019 tarihleri arasında Pülümür Nehri'nden yakalanan *Capoeta umbla*'da (644 dişi, 743 erkek) cinsiyet dağılımı, büyüme parametreleri, yaş tayini, boy ve ağırlık ilişkisi ve kondisyon faktörü gibi bazı büyüme parametrelerini çalışmışlardır. Dişilerde total boy 7,1-38,8 cm ve ağırlık 3,4-514,2 gr arasında bulunmuş olup erkeklerde ise total boy 7,3-38,3 cm ve ağırlık 3,5-450,4 gr arasında değişkenlik göstermiştir. *C. umbla* için cinsiyet oranı (dişi/erkek) 1:1,154 olarak hesaplanmış olup *C. umbla* için yaş grupları 0-11 yaş olduğu tespit edilmiştir.

2. MATERYAL VE METOT

2.1. Siraz Balıklarının Yumurtlatılmasında Ovopel ve Ovaprim ile Hormonal Uyarım

2.1.1. Materyal

2.1.1.1. Çalışma Yeri

Bu çalışma, Tarım ve Orman Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü'ne bağlı Elazığ Su Ürünleri Araştırma Enstitüsü Müdürlüğüne ait Elazığ Merkez Meşeli köyünde (38.829968 enlem ve 39.252633 boylam) bulunan AR-GE tesisinde yapılmış olup (Resim 2.1), “Siraz Balığı (*Capoeta umbla*, Heckel, 1843)’nın Balıklandırma Amacıyla Üretim Olanaklarının Araştırılması” adlı ve TAGEM/HAYSUD/G/17/SU/P-01/06 nolu, Tarım Orman Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğünün (TAGEM) projesi kapsamında çalışılmıştır.



Resim 2.1. Keban Baraj Gölü ve Elazığ Su Ürünleri Araştırma Enstitüsü AR-GE tesisi.

2.1.1.2. Balık Temini, Nakli ve Bakımı

Damızlık olarak kullanılan Siraz (*Capoeta umbla* Heckel, 1843) balığına ait dişi ve erkek bireyler, üreme dönemi başlangıcında (22 Nisan 2021) 38/45/50 ve 55 mm göze açıklıklarına sahip galsama ağlarıyla, Elazığ ili sınırları içinde bulunan Keban Baraj Gölü Gülüşkür (38,643481 enlem ve 39,717139 boylam) mevkiinde avcılık yoluyla elde edilmiştir (Resim 2.2). Doğal damızlıklar avlanma sırasında strese, çeşitli manipulasyonlara ve elle müdahaleye çok hassas olmaları nedeniyle, olası yaralanmaların ve ölümlerin önüne geçmek için, balıklar ağdan çok hassas (anaç balık sıkıştırılmadan gerekirse ağlar kesilerek) bir şekilde çıkarılmıştır. Avcılık işleminden sonra damızlık sirazlar saf oksijen destekli taşıma tanklarıyla çalışmanın yapılacağı tesise nakil edilmiştir (Resim 2.3). Nakil sırasında balıklarda oluşabilecek stresi azaltma amacıyla taşıma suyuna 100 µl /lt konsantrasyonda 2-fenoksietanol anestezi madde kullanılmıştır.

Çalışmanın tüm aşamalarında Nisan 2021-Eylül 2021 tarihleri arasında toplam 140 adet anaç balık, 6300 adet larva ve 1800 adet yavru balık incelenmiştir. Araştırma, Elazığ Veteriner Kontrol Enstitüsü Hayvan Deneyleri Yerel Etik Kurulu'nun 2017/04-07 sayılı izni ve hayvan deneyleri için belirlenen etik değerlere uygun olarak gerçekleştirilmiştir.



Resim 2.2. Keban Baraj Gölü Gülüşkür mevki.



Resim 2.3. Oksijen destekli balık taşıma tankı (orijinal).

Doğadan gelen balıklar klinik muayeneleri yapıldıktan sonra önce dezenfeksiyon, ardından ön adaptasyon tanklarına alınmıştır. Vücutlarında oluşabilecek herhangi bir lezyona karşı potasyum permanganat ya da %1 tuz (NaCl) ile dezenfeksiyon işlemi uygulanmıştır (Resim 2.4).



Resim 2.4. Potasyum permanganat ile dezenfeksiyon (orijinal).

Taşıma sonrasında damızlıklar tanklara yerleştirilmeden önce ikincil eşey özelliklerine göre dişi ve erkek balıklar olarak ayrılmıştır. Erkek balıklardan sperm gelmesi, baş kısmında tüberküllerin bulunması, dişilerde karın bölgesinin şişkin olması, genital bölgedeki şişkinlik, kızarıklık gibi fiziksel özellikler dikkate alınmıştır (Resim 2.6, 2.7, 2.8, 2.9 ve 2.10). Bu işlemler sırasında damızlık balıklar 1000 µl/lt konsantrasyonda 2-fenoksietanol ile anestezi edilmiştir. Uygulama esnasında balıklara yün eldiven ya da kuru havlularla müdahale edilmiştir. Eşeyssel ayırımı yapılan dişi ve erkek balıklar ayrı tanklara 10 balık/tank olacak şekilde stoklanmıştır. Tankların üzeri balıkların dışarı sıçrama ihtimaline karşı kuşgözü ağlarla örtülmüştür (Resim 2.5). Siraz balıkları bulundukları ortama adapte olmaları ve mevcut stresten uzaklaşmaları için üç gün boyunca tanklarda adaptasyona tabii tutulmuştur. Daha sonra hormon uygulamalarına geçilmiştir.



Resim 2.5. Siraz (*Capoeta umbla*) balıklarının ayrı ayrı stoklandığı tanklar (orijinal).



Resim 2.6. Siraz (*Capoeta umbla*) erkek birey (orijinal).



Resim 2.7. Siraz (*Capoeta umbla*) erkek balıkta tüberküller (orijinal).



Resim 2.8. Siraz (*Capoeta umbla*) erkek birey abdominal görünüm (orijinal).



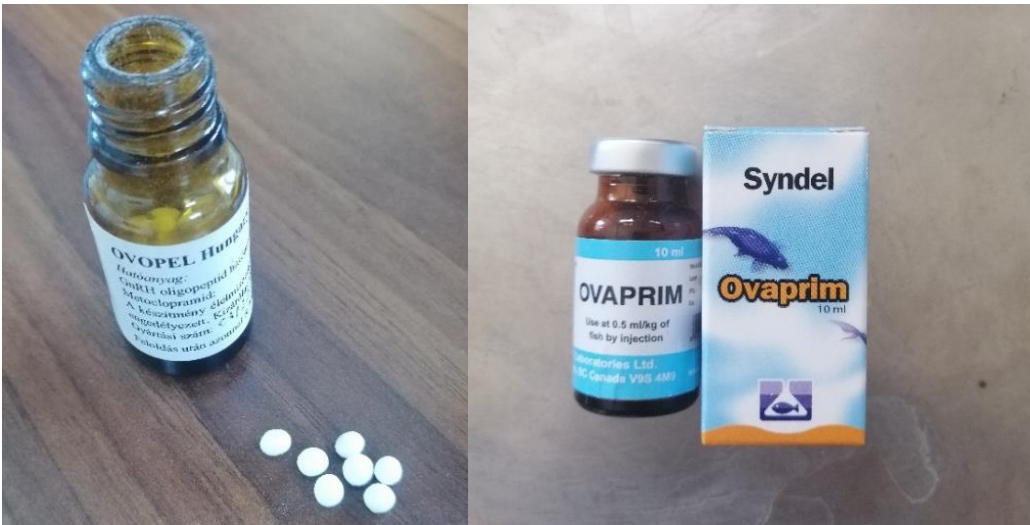
Resim 2.9. Siraz (*Capoeta umbla*) dişi birey (orijinal).



Resim 2.10. Siraz (*Capoeta umbla*) dişi birey genital açıklık (orijinal).

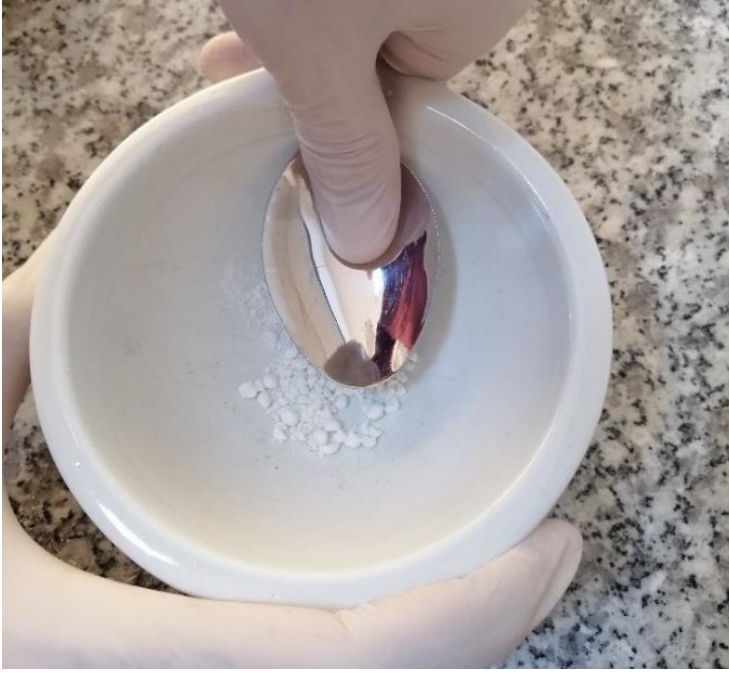
2.1.1.3. İndüksiyon İçin Kullanılan Hormonlar

Bu tez çalışmasında yumurtlatma hormonları ticari olarak satılan ovopel (Hungary A.U.V. marka ve Macaristan üretimi) ve ovaprim (Syndel marka ve Kanada üretimi) hormonları kullanılmıştır (Resim 2.11).



Resim 2.11. Ovopel ve ovaprim hormonları (orijinal)

+4°C sıcaklıkta ve uygun ortamda muhafaza edilen pelet halindeki ovopel hormonunun hazırlanmasında ‰9'luk (NaCl) serum fizyolojik solüsyon kullanılmıştır. Pelet şeklindeki ovopel hormonu havanda iyice öğütölüp toz haline getirildikten sonra 1/1 oranında serum fizyolojik içerisinde çözöndürölmüştür (Resim 2.12). Ovaprim hormonu ise sıvı halde olduğundan herhangi bir işleme tabii tutulmadan doğrudan kullanılmıştır. Her iki hormon solusyonu enjeksiyondan kısa bir süre önce taze olarak hazırlanmış ve hormonun sıcaklığı balıkların bulunduğı suyun sıcaklığına yakın tutulmuştur.



Resim 2.12. Ovopel hormonunun enjeksiyon öncesi hazırlanması (orijinal).

Bu tez çalışmasında ovopel ve ovaprim yumurtlatma hormonlarının farklı dozları çalışılarak siraz anaçlarında ovulasyona, latent periyoda, fekonditeye, döllenme oranına, gözlenme oranına, çıkış oranına, larva deformite oranına olan etkileri incelenmiştir. Bir adet ovopel peleti 18–20 µg memeli GnRH analoğı (mGnRHa) ve 8–10 mg dopamin antagonist –metoklopramid içerir (Horvath ve ark., 1997). Bir ml ovaprim 20 µg salmon GnRH analoğı (sGnRHa) ve 10 mg domperidon içerir (Peter ve ark., 1993).

2.1.1.4. Görüntüleme sistemleri

Tez çalışması boyunca yumurta ve larvalarda yapılan bütün fotoğraflama ve bu fotoğraflar üzerinden yapılan bütün ölçümlerde Olympus BX53 mikroskop, Olympus DP74 kamera ve Olympus cellSens Entry görüntüleme sistemi kullanılmıştır (Resim 2.13).



Resim 2.13. Olympus BX53 mikroskop, Olympus DP74 kamera ve Olympus cellSens Entry görüntüleme sistemi (orijinal).

2.1.1.5. Su Parametreleri Ölçüm Cihazları

Deneme süresince doğal fotoperiyot ve termoperiyot uygulandı. Sabah yemlemeden 1 saat önce ve akşam yemlemeden 1 saat sonra günde iki kez sıcaklık, oksijen ve pH değerleri YSI 55 Model ölçüm cihazı ile ölçüldü. Ayrıca deneme süresince haftalık olarak suyun kimyasal parametreleri Hach-Lange DR 6000 spektrofotometre ve Dionex ICS-1000 model İyon Kromatografi cihazı ile yapıldı. Ölçümlerde kullanılan cihazların resimleri resim 2.14, 2.15 ve 2.16’da verilmiştir.



Resim 2.14. YSI 55 Model Ölçüm Cihazı (Orijinal)



Resim 2.15. Dionex ICS-1000 model İyon Kromatografi cihazı (Orijinal)



Resim 2.16. Hach-Lange DR 6000 spektrofotometre (Orijinal)

2.1.2. Metot

2.1.2.1. Hormon Uygulamaları

26 Nisan'da su sıcaklığının 17-18°C'yi bulması ile birlikte dişi ve erkek damızlık balıklar hormon uygulaması için tanklarından düğümsüz ağ kepçe yardımı ile alınarak 1000 µl/lt 2-fenoksietanol ile anestezi edilmiştir. İlk önce erkek damızlıklar enjeksiyona hazır hale getirilmiştir. Ön çalışmalarda erkek bireyler için tespit edilen en uygun doz 0,50 ml ovaprim/kg balık olarak belirlenmiştir. Anestezi banyosundan tek tek alınan erkek damızlıklar ilk önce bir havlu yardımı ile kurutulmuş (Resim 2.21) ve ardından hassas terazi ile ağırlıkları ölçülmüştür (Resim 2.17). Operasyon masasına alınan her erkek balığa ağırlıklarına göre ovaprim hormonu insülin enjektörü kullanılarak dorsal yüzgecin altından 45° açı ile intramusküler olarak (Resim 2.19) enjekte edilmiştir. Enjeksiyon işlemi biten balıklar tekrar kendi tanklarına stoklanıp üzerleri örtülmüştür. Erkeklerin ortalama canlı ağırlığı $918,25 \pm 27,90$ gr ve çatal boyu $38,14 \pm 0,50$ cm (n=70) olarak ölçüldü.



Resim 2.17. Dişi ve erkek balıkların tartım işlemleri (orijinal).

Deneme grupları toplam 6 adet olarak belirlenmiştir. Ovopel hormonu dişiler için 1 kg balık başına 0,5 pelet (OL-0.5), 1 pelet (OL-1), ve 1,5 pelet (OL-1.5) olarak, ovaprim hormonu ise dişiler için 1 kg balık başına 0,25 mL (OM-0.25), 0,50 mL (OM-0.5) ve 0,75 mL (OM-0.75) olarak tek enjeksiyon tekniği ile siraz anaçlarına enjekte edilmiştir (Resim 2.18). En az 10 dişi siraz balığından oluşan kontrol grubuna ise %0,9 NaCl solüsyonu 1 ml/kg balık dozunda enjekte edilmiştir.

Kontrol grubu, ovopel ve ovaprim grupları aşağıdaki gibi her bir deneme grubu için en az 10 adet birbirine yakın ağırlıkta yumurtlamaya hazır dişi balıklar olacak şekilde oluşturuldu. Tüm gruplardaki dişilerin ortalama canlı ağırlığı $1138,2 \pm 33,62$ gr ve çatal boyu $42,96 \pm 0,43$ cm (n=70), olarak ölçüldü.

Kontrol grubu	→ 1ml/kg balık (%0,9 NaCl)	→10 dişi
Ovopel 0,5 (OL-0.5)	→ yarım pelet / kg balık	→10 dişi
Ovopel 1 (OL-1)	→ bir pelet / kg balık	→10 dişi
Ovopel 1,5 (OL-1.5)	→ 1,5 pelet / kg balık	→10 dişi
Ovaprim 0,25 (OM-0.25)	→ 0,25 mL / kg balık	→10 dişi
Ovaprim 0,5 (OM-0.5)	→ 0,5 mL / kg balık	→10 dişi
Ovaprim 0,75 (OM-0.75)	→ 0,75 mL / kg balık	→10 dişi

Bu gruplardan ilk önce kontrol grubu dişileri anestezi edilmiş, ardından havlu ile kurutulup canlı ağırlıkları ölçülmüştür. Operasyon masasına alınan her dişi balığa 1 ml/kg balık dozunda %0,9 NaCl solüsyonu insülin enjektörü kullanılarak dorsal yüzgecin altından

45° açı ile intramusküler olarak enjekte edilmiştir (Resim 2.19). Enjeksiyon işlemi biten balıklar tekrar kendi tanklarına stoklanıp üzerleri örtülmüştür. OL-0.5, OL-1, OL-1.5, OM-0.25, OM-0.5 ve OM-0.75 deneme gruplarına ait dişi anaçlara, kontrol grubu balıklarına uygulandığı şekilde hormonal enjeksiyonlar yapılmıştır. Daha sonra tanklarına geri stoklanmışlar ve üzerleri örtülmüştür.



Resim 2.18. Dişi ve erkek balıklara yapılan hormon enjeksiyonu (orijinal).



Resim 2.19. İntramusküler hormon enjeksiyonu (orijinal).

Uygulamanın yapıldığı her balık için; balık ağırlığı, hormon adı ve dozu, enjeksiyon tarihi ve saati kayıt altına alınmıştır. Balıkların stoklandığı bütün tanklar etiketlenip üzerleri

balıkların sıçramasını önleyecek şekilde sıkıca kapatılmıştır. Tanklara 0,4-0,5 lt/sn su debisi sağlanmıştır.

Enjeksiyon işlemleri tamamlandıktan sonra gözlem sürecine geçilmiştir. Ovopel ve ovaprim ile daha önce yapılan ön denemelerde ovulasyon için en az üç gün latent periyod tespit edildiği için, her bir tankta bulunan dişi ve erkek balıkların üç gün boyunca düzenli aralıklarla 6 saatte bir sağım kontrolü gerçekleştirilmiştir. Bu kontroller her gruptan bir balığın alınıp anestezi altında karın kısmının hafifçe sıvazlanması şeklinde yapılmıştır. Kontroller esnasında dişi balıklardan yumurta salınımı olmazken, erkeklerden her zaman hafif bir temas ile sperm salınımı olduğu görülmüştür. Üçüncü günün sonuna doğru yapılan kontrollerde dişilerden de yumurta salınımı görülmeye başlanmıştır ve sağım aşamasına geçilmiştir.

Sağım aşamasına başlamadan önce gerekli olabilecek bütün malzemeler hazır edilmiştir. Zuger şişeleri her bir dişi balık yumurtasının ayrı ayrı konulması için numaralandırılmıştır. Yumurtaların sirkülasyonu için zuger şişelerinin su debisi 1,4-1,6 lt/dk olarak ayarlanmıştır. Erkek ve dişi balıklar için ayrı tanklar hazırlanmış ve her iki tanka devamlı taze su girişi sağlanmıştır. Balıkların anestezi edilmesi için de anestezi tankı oluşturulmuştur.

Sağım işlemi (Resim 2.22) uygulamalarına kontrol grubundan başlanmıştır. Dişiler tek tek anestezi edildikten sonra ağırlıkları tartılmıştır, ardından kuru bir havlu yardımıyla karın kısmının sıvazlanması yöntemi ile sağım işlemi yapılmıştır. Tüm bireylerin aynı işlemle sağım çalışması gerçekleştirilmiştir. Kontrol grubunda tüm bireylerde yapılan sağım işlemi neticesinde yumurta elde edilememiştir (Resim 2.23). İşlemleri biten dişiler tekrar stoklandıkları etiketli tanklara geri stoklanmıştır. Seyyar tank (Resim 2.20) boşaltılıp temizlendikten sonra tekrar doldurulup su akışı sağlanmış ve diğer deneme grubuna geçilmiştir.



Resim 2.20. Dişi ve erkek damızlıkların konulduğu seyyar tanklar (orijinal).

Çalışmanın ilk sıradaki hormon grubu olan OL-0.5 dişileri stoklandıkları tanktan seyyar tanka (Resim 2.20) alınmıştır. OL-0.5 dişileri tek tek anestezi edildikten sonra operasyon masasına alınmıştır. Kurutulup sağım öncesi ağırlıkları tartılmış, ardından kuru bir havlu yardımıyla karın kısmının sıvazlanması yöntemi ile sağım işlemi yapılmıştır. Sağılan yumurtaların (Resim 2.24) ve sağım sonrası dişilerin (Resim 2.28) ağırlıkları ölçülerek kaydedilmiştir. Her bir dişiden sağılan yumurtaların döllenmesinde en az 2 erkek siraz balığından alınan sperm (Resim 2.25) kullanılmıştır. Yumurtalarda çok az bir yapışkanlık gözlemlendiği için woynarovich solüsyonuna gerek görülmemiş, yumurta ve sperm karışımı 20 dk kadar, uzun süreli mekanik karıştırma uygulanmıştır (Resim 2.27). Bu karışımın üzerine zuger sisteminden alınan bir miktar su eklendikten sonra 5 dk daha karıştırma işlemine devam edilmiştir. Her bir dişiden sağılan yumurtalardan 3'er adet 10'ar gr'lık yumurtalar (Resim 2.26) alınarak zuger şişelerine yerleştirilmişlerdir. Bu şekilde her bir deneme grubu 3 tekerrürlü olarak oluşturulmuştur. Ardından kalan yumurtalar her bir balık için numaralandırılmış zuger şişelerine konulmuştur (Resim 2.29). Sağım işlemleri bittikten sonra ovule olanlar ve ovule olmayan dişiler ayrı tanklara stoklanmışlardır. Yumurta vermeyenler daha sonra belli aralıklarla tekrar sağım kontrollerinden geçirilmiştir. Kontrol sırasında ovulasyona uğramış dişilere aynı prosedürler uygulanmıştır. Seyyar tank boşaltılıp temizlendikten sonra tekrar doldurulmuş ve su akışı sağlanmıştır. Bu işlemler sırasıyla OL-1, OL-1.5, OM-0.25, OM-0.5 ve OM-0.75 deneme gruplarında da uygulanmıştır.



Resim 2.21. Sağım öncesi dişi ve erkek balıkların kurutulması (orijinal).



Resim 2.22. Dişi balıkların sağım işlemi (orijinal).



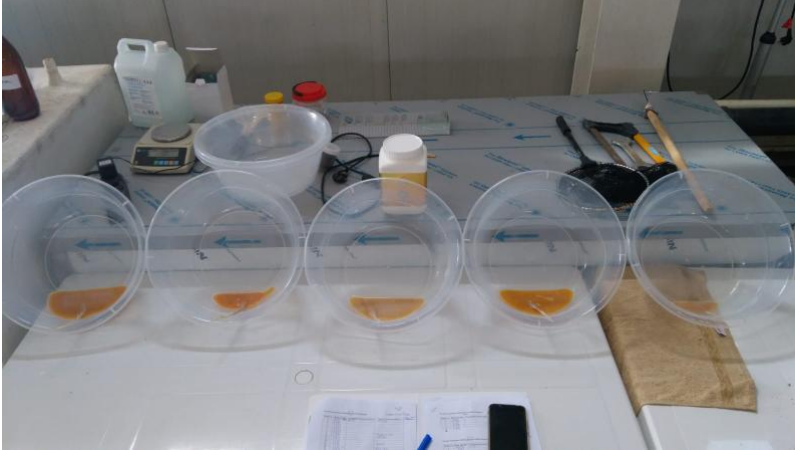
Resim 2.23. Sağımla elde edilen yumurtalar (orijinal).



Resim 2.24. Sağımla elde edilen yumurtaların hassas terazide tartım işlemi (orijinal).



Resim 2.25. Yumurtaların spermle dölllenmesi (orijinal).



Resim 2.26. Dölllenmiş yumurtalar (orijinal).



Resim 2.27. Dölllenmiş yumurtaların tüyle karıştırılması işlemi (orijinal).



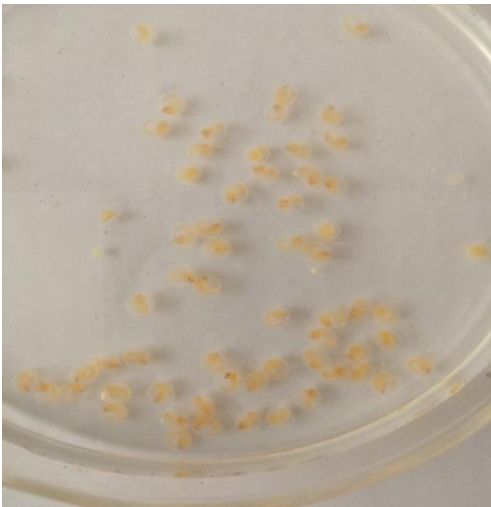
Resim 2.28. Sağım sonrası dişi balık karın kısmı (orijinal).



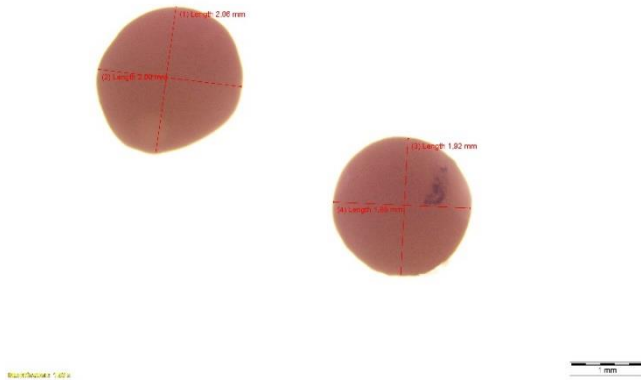
Resim 2.29. Zuger şişelerinde döllenmiş yumurtaların inkübasyonu (orijinal).

2.1.2.2. Ölçümler ve Hesaplamalar

Sağılan yumurtalardan 1 gr numune alınıp numaralandırılmış ayrı bir petri kabına konulduktan sonra gerçek sayım yöntemi (Resim 2.30) ile büyüteç altında 10 defa sayılarak 1 gr'daki yumurta sayısı tespit edilmiştir (Atay, 1987). Alınan her numuneden 10 adet yumurta alınarak, Olympus BX53 mikroskop, Olympus DP74 kamera ve Olympus cellSens Entry görüntüleme sistemi (Resim 2.13) kullanılarak hassas bir şekilde her bir yumurtanın enine ve boyuna uzunlukları alınarak bu uzunluklar ikiye bölünüp yumurta çapı bulunmuştur. Bu işlem çap ölçümü yapılan tüm yumurtalar için yapılmıştır.



Resim 2.30. Gerçek sayım metodu ile yumurta sayımı (orijinal).



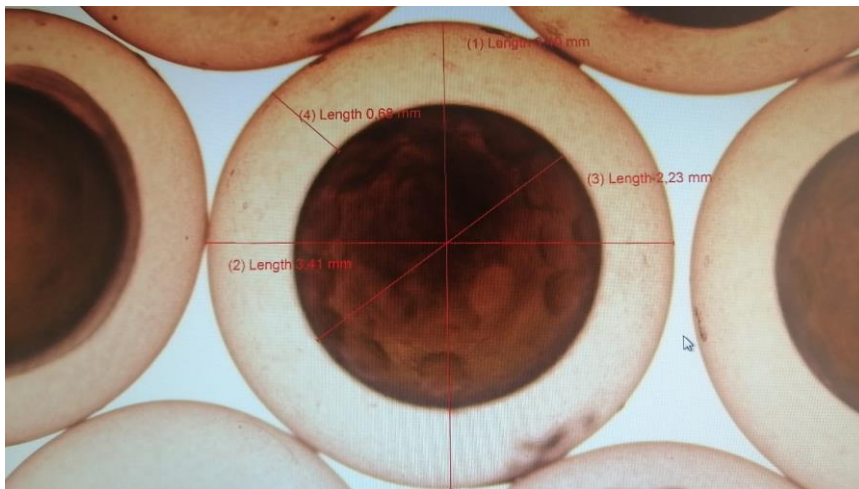
Resim 2.31. Döllenme öncesi yumurtada çap ölçümü (orijinal).

Mutlak Fekondite: Sağım sonrası elde edilen toplam yumurta sayısı/balık.

Nısbî Fekondite: 1 kg balık başına düşen sağım sonrası yumurta sayısı.

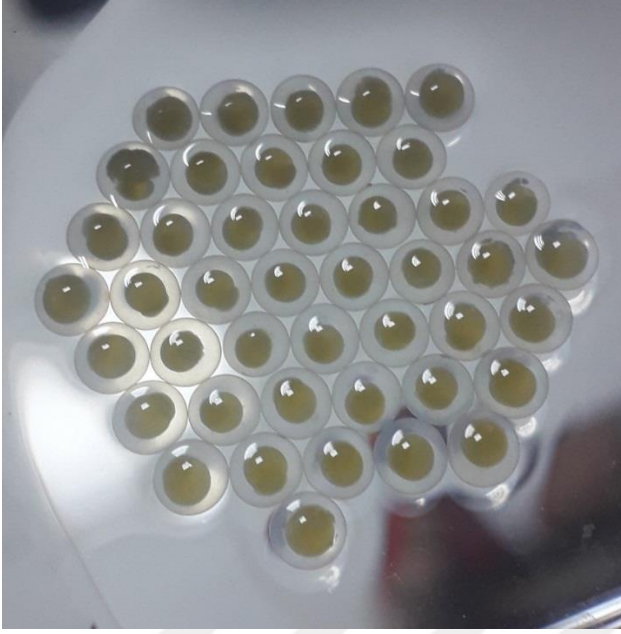
Sağım öncesi ve sonrası dişilerin ağırlıkları ve sağılan yumurtaların ağırlıkları tartılarak kaydedilmiştir. 1 gr ağırlığındaki yumurta yığınının bulunan yumurta sayısı, bir dişiden sağılan yumurtaların ağırlığı ile çarpılarak mutlak fekondite hesaplanmıştır. Mutlak fekonditenin dişî anacın ağırlığına bölünmesi ile de nısbî fekondite hesaplanmıştır.

Tüm deneme gruplarında, döllenme öncesi yumurtalardan (Resim 2.31), ardından döllenmiş ve hidrasyonunu tamamlamış yumurtalardan (Resim 2.32) en az 20-30 adet örnek alınmıştır ve ölçekli fotoğrafları çekilmiştir (Resim 2.33). Perivitellin mesafe dahil diğer ölçülebilir bütün parametreler resim üzerinde ölçülerek ortalama yumurta çapı, perivitellin mesafe, şişme oranı hesaplanmıştır.



Resim 2.32. Döllenme sonrası şişmiş yumurtada yumurta çapı, perivitellin mesafe, şişme oranı ölçümü (Orijinal).

Fertilizasyon oranı, döllenmeden yaklaşık 4-6 saat sonra zuger içinden 10 ml cam pipet yardımıyla yumurta örneklerinin 5 defa alınmasıyla belirlenmiştir. Yaklaşık 100 adet yumurta $\times 2$ büyütmede mikroskop altında incelenerek döllenmiş ve döllenmemiş yumurtaların sayımı (Resim 2.33) yapılmış ve fertilizasyon oranı hesaplanmıştır.



Resim 2.33. Döllenmiş ve döllenmemiş yumurta sayımı (orijinal)

Fertilizasyon Oranı (%) = (Döllenmiş yumurta sayısı $\times$ 100)/Örneklenen yumurta sayısı

Gözlenme oranı, döllenmeden yaklaşık 5 gün sonra sonra zuger içinden 10 ml cam pipet yardımıyla yumurta örneklerinin 5 defa alınmasıyla belirlenmiştir. Yaklaşık 100 adet yumurta $\times 2$ büyütmede mikroskop altında incelenerek gözlenmiş ve gözlenmemiş yumurtaların sayımı yapılmış ve döllenmiş yumurta sayısı üzerinden gözlenme oranı hesaplanmıştır.

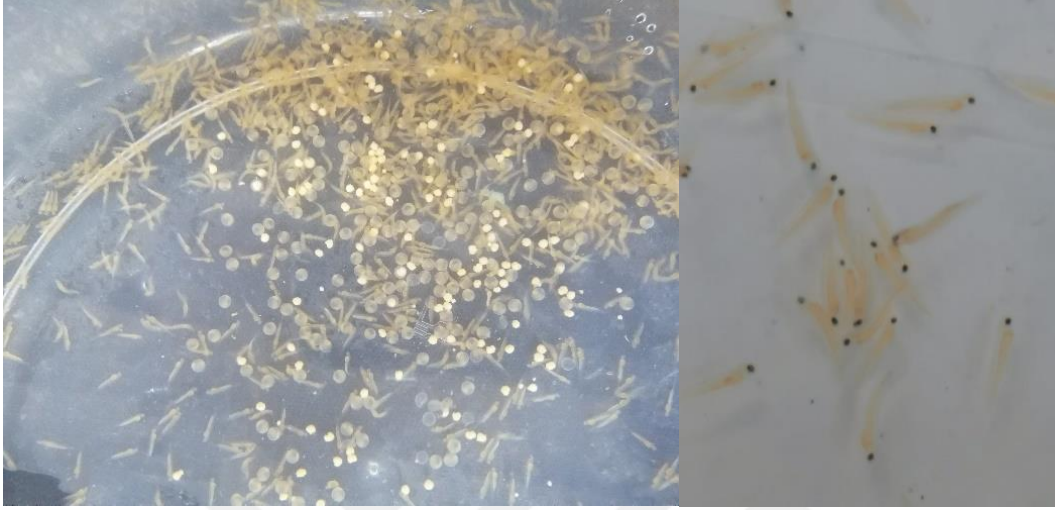
Gözlenme Oranı (%) = (Gözlenen yumurta sayısı $\times$ 100)/Örneklenen yumurta sayısı

İnkübasyon zamanı, döllenme anından kuluçka çıkışına kadar geçen süre saat olarak belirlendi.

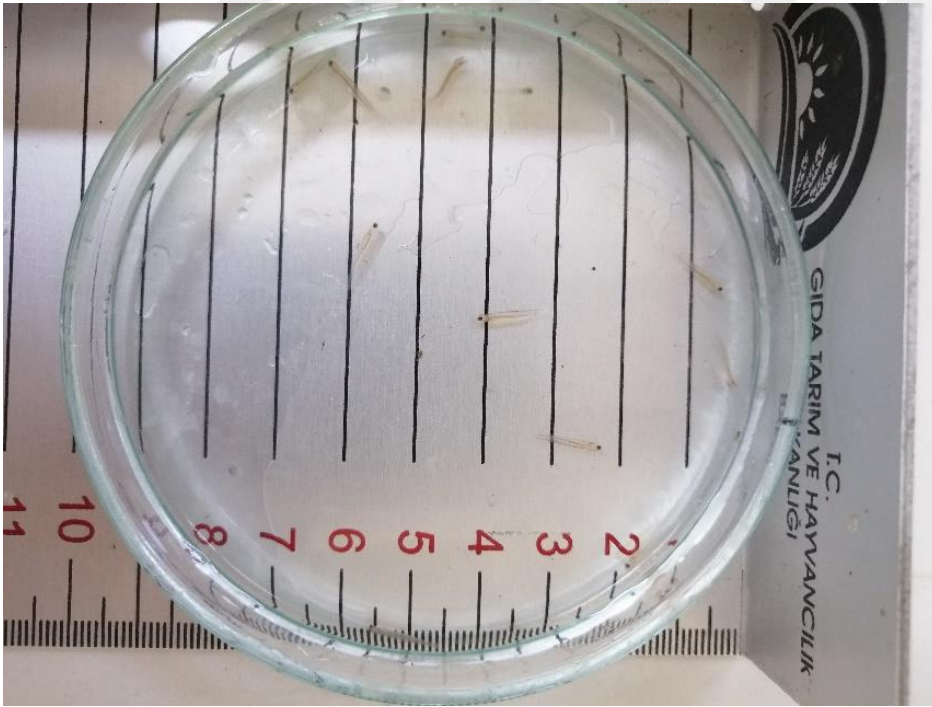
Yumurta ve larva sayılarının belirlenmesinde volumetrik ölçüm yöntemi uygulandı. Yumurta veya larva örnekleri 500 ml su hacmi içinde 5 defa sayılıp ortalaması alınarak ve toplam yumurta veya larva sayısı, 500 ml içinde bulunan ortalama örnek sayısının toplam su hacmine çarpılmasıyla hesaplandı.

Yumurtadan (Kuluçkadan) Çıkış Oranı (%): Döllenmiş yumurtalardan çıkan keseli larva (Resim 2.34) sayısına göre kuluçkadan çıkış oranı hesaplanmıştır.

Yumurtadan çıkış oranı (%) = (Keseli larva sayısı x 100)/döllenmiş yumurta sayısı



Resim 2.34. Yumurtadan çıkış yapan keseli larvalar (orijinal)



Resim 2.35. Yumurtadan çıkmış bir günlük keseli larvalar (orijinal)

Deforme Larva Oranı (%): Deforme olarak yumurtadan çıkış yapan larvalar yeni çıkmış larva (Resim 2.36; Resim 2.35) sayısına göre oranlanıp deforme larva oranı

hesaplanmıştır. Deforme larvalar kıvrık kuyrukları, kısa ve eğri vücut yapılarıyla tanımlanmıştır.



Resim 2.36. Çıkış yapan larvaların toplandığı konik tank (orijinal).

2.2. Sirazda Embriyonik ve Larval Gelişim

2.2.1. Materyal

2.2.1.1. Çalışma Yeri

Bu çalışma, Tarım ve Orman Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü'ne bağlı Elazığ Su Ürünleri Araştırma Enstitüsü Müdürlüğüne ait Elazığ Merkez Meşeli köyünde (38.829968 enlem ve 39.252633 boylam) bulunan AR-GE tesisinde yapılmış olup (Resim 2.1), “Siraz Balığı (*Capoeta umbla*, Heckel, 1843)’nın Balıklandırma Amacıyla Üretim Olanaklarının Araştırılması” adlı ve TAGEM/HAYSUD/G/17/SU/P-01/06 nolu, Tarım Orman Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğünün (TAGEM) projesi kapsamında çalışılmıştır.

2.2.1.2. Siraz Yumurtalarının Temini

Çalışma ortalama 18-19°C su sıcaklığında gerçekleştirilmiştir. Eşeyssel olgunluğa gelmiş dişi siraz anaçlarında ovulasyonu stimüle etmek için ovopel hormonu 1 pelet/kg balık dozda intramüsküler olarak dorsal yüzgeç ventralinden enjekte edilmiştir. Erkek balıklara da aynı doz ve yöntem ile enjeksiyon yapılmıştır. Yaklaşık 3 gün süren latent periyot sonunda dişiler sağılmıştır. Yumurtalar sperm ile döllendikten sonra zugerlere yerleştirilmiştir.

2.2.2. Metot

2.2.2.1. Embriyolojik Gelişim Takibi

Embriyolojik gelişim zamanlarını ölçmek maksadıyla bölünme ve gastrula dönemlerinde her 15 dakikada bir yaklaşık 50 adet yumurta ve sonraki süreçte kuluçkadan çıkışa kadar 30 dakikada bir ve üstü zaman aralıklarında yaklaşık 50 adet yumurta fotoğraf çekimi için örneklenmiştir. Döllenmiş yumurtalardaki embriyolojik gelişimin gözlenmesi ve ölçümler için, Olympus BX53 mikroskop, Olympus DP74 kamera ve Olympus cellSens Entry görüntüleme sistemi (Resim 2.13), ayrıca çukur lam, lamel ve petri kapları kullanılmıştır. Örneklenen yumurtalar petri kabına konmuş, görüntüleme sisteminde resimleri çekilmiştir. Embriyolojik gelişim takibinde safhalandırma için önceki literatürlerden istifade edilmiştir (Kimmel ve ark., 1995; Zadmajid ve ark., 2017; Zadmajid ve ark., 2019). Embriyogenez; zigot (blastodisk), bölünme (blastomerler), morula, blastula, gastrula, segmentasyon, organogenez ve kuluçkadan çıkış ana safhalarına ayrılmıştır. Zamana göre alt safhalar morfolojik özelliklere göre tanımlanmıştır. Larvaların kuluçkadan çıkış oranlarının tespiti için 3 tekerrürlü gruplar oluşturulmuştur.

2.2.2.2. Larval Gelişim

Prelarva ve postlarva safhalarında en az 20 adet larva örneklenerek görüntüleme cihazında total boyları µm cinsinden ölçülmüştür. 7. ve 14. günlerde larvaların yaşama oranları tespit edilmiştir.

2.2.2.3. Su Sıcaklığı Ölçümü

Deneme süresince doğal fotoperiyot ve termoperiyot uygulandı. Günde iki kez su sıcaklığı ölçümü yapıldı (YSI 55).

2.3. Siraz Postlarvalarının Farklı Yemleme Protokollerinde Büyüme ve Yaşama Özellikleri

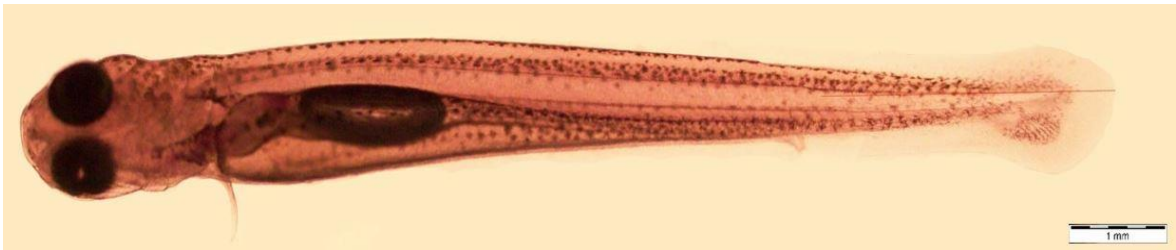
2.3.1. Materyal

2.3.1.1. Çalışma Yeri

Bu çalışma, Tarım ve Orman Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü'ne bağlı Elazığ Su Ürünleri Araştırma Enstitüsü Müdürlüğüne ait Elazığ Merkez Meşeli köyünde (38.829968 enlem ve 39.252633 boylam) bulunan AR-GE tesisinde yapılmış olup (Resim 2.1), “Siraz Balığı (*Capoeta umbla*, Heckel, 1843)’nın Balıklandırma Amacıyla Üretim Olanaklarının Araştırılması” adlı ve TAGEM/HAYSUD/G/17/SU/P-01/06 nolu, Tarım Orman Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü’nün (TAGEM) projesi kapsamında çalışılmıştır.

2.3.1.2. Balık Materyali

Çalışmada, total boyu 11,95 – 12,10 mm aralığında olan, besin kesesi kısmen bitmiş ve hava kesesi şişmiş 7 günlük siraz larvaları kullanılmıştır (Resim 2.37).



Resim 2.37. Besin kesesini kısmen tüketmiş 7 günlük siraz prelarvası.

2.3.1.3. Yarı Kapalı Devre Sistem ve Ekipmanlar

Tez çalışmasında, Elazığ Su Ürünleri Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü AR-GE tesisinde bulunan toplam 30 adet 40 litrelik akvaryumdan oluşan yarı kapalı devre larva bakım ve besleme ünitesi kullanılmıştır. Bu ünite her akvaryuma su girişi ve çıkışı verilmiş olup su çıkışları larvaların kaçışına engel olacak şekilde paslanmaz krom eleklerle kapatılmıştır. Tüm akvaryumlardan çıkan su atık su toplama borusu vasıtasıyla çok katmanlı elyaf filtrelerden geçirilerek katı atıklarından arındırıldıktan sonra 500 lt'lik ana depoda toplanmıştır. Daha sonra üç sıra akvaryum grubunun her birine bir adet olacak şekilde üç ayrı temiz su dalgıç pompa (RTRMAX, Clean Water Submersible Pump, 400 W) yardımıyla su, bir miktar taze su girişi ile birlikte tekrar akvaryumlara pompalanmıştır. Su pompaları zamanlayıcı bir mekanizma ile 15 dk çalıştıktan sonra 15 dk dinlenme moduna geçmiştir. Su debisi 40 lt/15 dk olacak şekilde (Pompa 15 dk çalıştığında bir akvaryumdaki suyu tamamen yenileyebilecek şekilde) ayarlanmıştır. Ayrıca bütün akvaryumlara hava pompası (HAILEA, Vortex Blower, 390 W) ile havalandırma ve sünger filtreler yoluyla filtrasyon sağlanmıştır. Bu filtreler düzenli olarak iki günde bir dikkatli bir şekilde akvaryumlardan çıkarılıp temizlenmiş ve tekrar yerine konulmuştur (Resim 2.38).



Resim 2.38. Siraz postlarvalarının farklı yemleme protokollerinde büyüme ve yaşama özelliklerinin çalışıldığı yarı kapalı devre sistem (orijinal).

2.3.2. Metot

2.3.2.1. Deneme Gruplarının Oluşturulması ve Beslenmeleri

15 Mayıs itibariyle besin kesesini kısmen tüketmiş, hava kesesi şişmiş ve serbest yüzme aşamasına geçmiş 7 günlük siraz larvaları, *Artemia* nauplii ve hazır yemle 7 farklı yemleme protokolünde 21 gün boyunca büyütülmüş (Resim 2.39), larval gelişim ve yaşama oranları incelenmiştir.

Besin keseli 6 günlük siraz larvaları deneme akvaryumlarına alınıp besin keselerinin büyük kısmını tükettikleri 7. günden itibaren farklı yemleme protokollerine tabi tutulmuşlardır. Herbir akvaryuma 300 adet larva stoklanmıştır. 7 farklı deneme grubu (L1, L2, L3, L4, L5, L6 ve L7) 3 tekerrürlü olarak oluşturulmuştur. Toplamda 21 adet cam akvaryum deneme ortamı olarak kullanılmıştır. Yemleme günde 6 öğün olarak ve *ad libitum* şeklinde yapılmıştır. Larvanın midesinde dış yem varlığı tespiti için 10 adet larva örnekleme yapıp mikroskop altında gözlemlenmiş ve ölçekli olarak fotoğrafları çekilmiştir. Deneme başı ve sonunda larva sayımı ve boy ölçümleri yapılarak yaşama oranları ve büyüme parametreleri kaydedilmiştir. Deneme grupları aşağıdaki şekilde oluşturulmuştur:

L1 deneme grubunda sadece *Artemia* nauplii 5-10 adet/ml yoğunlukta verildi.

L2 deneme grubunda sadece %45 HP oranlı 300-500 µm alabalık yemi verildi.

L3 deneme grubunda ilk 5 gün *Artemia* nauplii, kalan 16 gün ise %45 HP oranlı 300-500 µm alabalık yemi verildi.

L4 deneme grubunda ilk 10 gün *Artemia* nauplii, kalan 11 gün ise %45 HP oranlı 300-500 µm alabalık yemi verildi.

L5 deneme grubunda sadece %55 HP oranlı 300-500 µm alabalık yemi verildi.

L6 deneme grubunda ilk 5 gün *Artemia* nauplii, kalan 16 gün ise %55 HP oranlı 300-500 µm alabalık yemi verildi.

L7 deneme grubunda ilk 10 gün *Artemia* nauplii, kalan 11 gün ise %55 HP oranlı 300-500 µm alabalık yemi verildi.

Larva bakım ve besleme çalışmasında besin içeriği açısından zengin, canlı yem olarak kullanılan *Artemia* yumurtaları ticari olarak satılan hazır ürün (*Artemia* Cysts Koral) şeklinde alınmıştır (Tablo 2.1, Resim 2.41). Açırtma ünitesinde (Resim 2.40) *Artemia* yumurtalarının açılması için uygun su koşulları sağlanarak (sıcaklık, pH ve tuzluluk), günlük

olarak naupliiler süzme kepçesi ile alınıp deneme gruplarına verilmiştir. Bir sonraki gün için yenisi hazırlanmıştır.



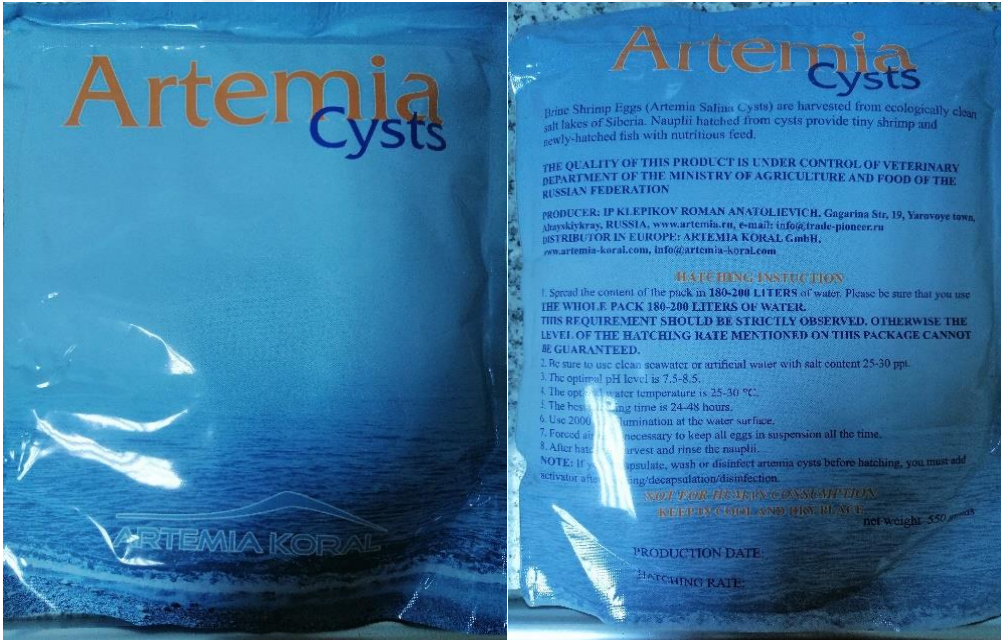
Resim 2.39. Hazır toz yem ile *ad libitum* yemleme (orijinal).

Tablo 2.1. Denemelerde kullanılan *artemia* yumurtalarının besin içerikleri

Besin	Değer
Nem (%)	8.0
Protein (%)	53.0
Lipitler (%)	13.0
Kül (%)	6.0
Lif (%)	13.0
DHA (%)	2.31
EPA (%)	8.96



Resim 2.40. *Artemia* yumurtalarını açtırma ünitesi ve elde edilen naupliiler (orijinal).



Resim 2.41. Ticari olarak satılan *Artemia* kistleri ürün paketi (orijinal).

%45 HP ve %55 HP oranlı 300-500 µm alabalık yemleri ticari bir firmadan (Hem-Yem) temin edilmiştir (Tablo 2.2). Verilen yemlerin kayıtları tutularak yem tüketimleri hesaplanmıştır.

Tablo 2.2. Denemelerde kullanılan %45 HP oranlı 300-500 µm alabalık yemi ve %55 HP oranlı 300-500 µm alabalık yemi içerikleri.

Toplam Değerler Elit 300-500 µm alabalık yemi için		
Yem Bileşenleri	%45'lik HP Alabalık Yemi	%55'lik HP Alabalık Yemi
Toplam Protein	45,00	55,00
Toplam Yağ	17,00	17,00
Toplam Selülöz	2,31	1,94
Toplam Kalsiyum	2,10	2,21
Toplam Fosfor	0,83	0,59
Lizin	2,39	3,25
Metionin	1,15	1,52
Toplam Enerji kcal/kg	4970,30	4943,30
Metabolik Enerji kcal/kg	3461,63	3602,60
Tablodan Hesap Enerji	3467,58	3351,44
Kül	8,21	13,07
Histidin	1,01	1,17
Lösin	3,70	3,89
Valin	2,09	2,51
Arginin	2,54	2,77
Triptofan	0,47	0,57
Sodyum	0,35	0,58
Özgül Ağırlık	0,61	0,61

2.3.2.2. Akvaryum Bakımları

Çalışma süresi boyunca her yemlemeden önce ve sonra tüm akvaryumlar kontrol edilmiştir. Akvaryumlarda ölen bireyler o akvaryum için oluşturulan karta kaydedilmiştir. Günlük yapılan yemlemeler ve o akvaryum ile ilgili günlük olarak yapılması gereken tüm işlemlerin yazılı olduğu kartlar akvaryumların üst kısmına monte edilip düzenli bir şekilde tüm akvaryumların takipleri yapılmıştır. Ayrıca sabah yemlemesinden bir saat önce ve akşam son yemlemeden bir saat sonra her gün düzenli olarak tüm akvaryumların dibinde bulunan yem ve dışkı artıkları hassas bir şekilde sifonlanarak (Resim 2.42) akvaryumların düzenli olarak temizliği sağlanmıştır.



Resim 2.42. Akvaryumların sifonlama yoluyla dip temizliğinin yapılması (orijinal).

2.3.2.3. Morfometrik Ölçümler ve Büyüme Parametreleri

Çalışmanın 7., 14. ve 21. günleri tüm gruplardan rastgele örnekleme metodu ile alınan larvaların hassas dijital kumpas ile boy ölçümleri gerçekleştirilmiştir (n=20). Çalışmanın başında ve sonunda larvaların boy ölçümleri yapılırken, çalışma sonunda hassas terazide ağırlık ölçümleri de yapılmıştır. Ölçümler sabah ilk yemleme yapılmadan önce uygulanmıştır. Tartım işleminde balıkların stres ve yaralanma gibi olumsuz faktörlerden etkilenmemeleri için 600 µl/lt 2-fenoksietanol kullanılmıştır. Larvaların deneme sonu canlı ağırlıkları 0,0001 gr hassasiyetli dijital terazi kullanılarak tartılmıştır. Tartımdan önce her bir larva kağıt havlu kullanılarak mümkün olduğunca sudan arındırılmıştır. Total boy ölçümleri mm cinsinden dijital kumpas kullanılarak yapılmıştır.



Resim 2.43. Boy ve ağırlık ölçümlerinin yapıldığı dijital kumpas ve hassas terazi (orijinal).

Büyüme parametrelerinin hesaplanmasında aşağıdaki formüller kullanılmıştır (Lugert ve ark., 2016).

➤ **Boyca Mutlak Büyüme (MB)**

$$MB = L_t - L_i$$

L_t : Final total boyu (mm)

L_i : Başlangıç total boyu (mm)

➤ **Boyca Relatif Büyüme Oranı (RBO)**

$$RBO = [(L_t - L_i) / L_i] \times 100$$

L_t : Final total boyu (mm)

L_i : Başlangıç total boyu (mm)

➤ **Boyca Spesifik Büyüme Oranı (SBO)**

$$SBO = [(\ln L_t - \ln L_i) / t] \times 100$$

L_t : Final total boyu (mm)

L_i : Başlangıç total boyu (mm)

t : Periyot (gün)

2.3.2.4. Su Parametreleri Ölçümleri

21 günlük çalışma süresi boyunca doğal fotoperiyot ve termoperiyot uygulandı. Sabah yemlemeden 1 saat önce ve akşam yemlemeden 1 saat sonra günde iki kez sıcaklık, oksijen ve pH değerleri YSI 55 Model ölçüm cihazı ile ölçüldü. Ayrıca deneme süresince haftalık olarak suyun kimyasal parametreleri Hach-Lange DR 6000 spektrofotometre ve Dionex ICS-1000 model İyon Kromatografi cihazı ile yapıldı. Ölçümlerde kullanılan cihazların resimleri resim 2.14, 2.15 ve 2.16’da verilmiştir.

2.4. Yavru Siraz Balıklarının Farklı Stok Yoğunluklarında Büyüme ve Yaşama Özellikleri

2.4.1. Materyal

2.4.1.1. Çalışma Yeri

Bu çalışma, Tarım ve Orman Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü’ne bağlı Elazığ Su Ürünleri Araştırma Enstitüsü Müdürlüğüne ait Elazığ Merkez Meşeli köyünde (38.829968 enlem ve 39.252633 boylam) bulunan AR-GE tesisinde yapılmış olup (Resim 2.1), “Siraz Balığı (*Capoeta umbla*, Heckel, 1843)’nın Balıklandırma Amacıyla Üretim Olanaklarının Araştırılması” adlı ve TAGEM/HAYSUD/G/17/SU/P-01/06 nolu, Tarım Orman Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü’nün (TAGEM) projesi kapsamında çalışılmıştır.

2.4.1.2. Balık Materyali

Yavru siraz balıklarının farklı stok yoğunluklarında büyüme ve yaşama özellikleri 98 gün boyunca (Haziran - Eylül) incelendi. Denemede kullanılan postlarva sürecini tamamlamış siraz yavru balıklarının başlangıç canlı ağırlıkları 0,099-0,107 gr olarak belirlenmiştir (Tablo 3.32).

2.4.1.3. Yarı Kapalı Devre Sistem ve Ekipmanlar

Çalışmada, Elazığ Su Ürünleri Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü AR-GE tesisinde bulunan ve toplam 30 adet 40 litrelik akvaryumdan oluşan yarı kapalı devre ünitesinin 15 adet akvaryumu kullanılmıştır. Keban Baraj Gölü'nden dalgıç pompalarla çekilen, çöktürme havuzundan sonra tambur filtrelerden geçirilen su sisteme verilmiştir. Bu ünite her akvaryuma su girişi ve çıkışı verilmiş olup su çıkışları yavruların kaçışına engel olacak şekilde paslanmaz krom eleklerle kapatılmıştır. Tüm akvaryumlardan çıkan su atık su toplama borusu vasıtasıyla çok katmanlı elyaf filtrelerden geçirilerek katı atıklarından arındırıldıktan sonra 500 lt'lik ana depoda toplanmıştır. Daha sonra üç sıra akvaryum grubunun her birine bir adet olacak şekilde üç ayrı temiz su dalgıç pompa (RTRMAX, Clean Water Submersible Pump, 400 W) yardımıyla su, bir miktar taze su girişi ile birlikte tekrar akvaryumlara pompalanmıştır. Su pompaları zamanlayıcı bir mekanizma ile 15 dk çalıştıktan sonra 15 dk dinlenme moduna geçmiştir. Su debisi 40 lt/15 dk olacak şekilde ayarlanmıştır. Bütün akvaryumlara hava pompası (HAILEA, Vortex Blower, 390 W) yardımı ile hem havalandırma hem de sünger filtreler yoluyla filtrasyon sağlanmıştır. Bu filtreler düzenli olarak iki günde bir temizlenmiştir (Resim 2.44).



Resim 2.44. Denemelerin yapıldığı akvaryumlar.

2.4.2. Metot

2.4.2.1. Deneme Gruplarının Oluşturulması ve Beslenmeleri

Deneme grupları ve stoklama yoğunlukları Tablo 2.3’de verilmiştir.

Tablo 2.3. Deneme grupları ve stoklama yoğunlukları.

Grup No.	Stok Yoğunluğu (adet yavru balık/40 lt)
S1	40
S2	80
S3	120
S4	160
S5	200

5 deneme grubundan oluşan çalışmada her grup 3 tekerrürlü olup toplamda 15 adet akvaryum kullanılmıştır. Yavru siraz balıklarına 300 – 500 µm ve 500 – 800 µm alabalık yavru büyütme yemleri verilmiştir. Stoklama yoğunluğu çalışması 98 gün sonunda tamamlandı.

Çalışma başlatılmadan önce siraz yavru balıklarının başlangıç ağırlıkları ve total boyları ölçüldü. Tartım işleminde stres ve yaralanma gibi olumsuz faktörleri engellemek için yavru balıklar 600 µl/lt 2-fenoksietanol ile anestezi edilmiştir. Akvaryumlarda biriken yem artıkları ve dışkıların temizlenmesi için rutin olarak her gün son yemleme sonrasında sifonlama yapılmıştır.

Yavru balıklar günde 4 kez olmak üzere 09:30 ve 15:30 saatleri arasında iki saatte bir *ad libitum* olarak beslendi. Ayrıca, tanklarda görülen ölü balıklar tank içerisinden uzaklaştırılıp kaydedildi.

%45 HP oranlı 300-500 µm ve 500 – 800 µm alabalık yemi bir firmaya hazırlanmıştır (Tablo 2.4).

Tablo 2.4. Denemelerde kullanılan %45 HP oranlı 300-500 µm ve 500 – 800 µm alabalık yemi içerikleri

Yem Bileşenleri	%45'lik HP Alabalık Yemi
Toplam Protein	45,00
Toplam Yağ	17,00
Toplam Selülöz	2,31
Toplam Kalsiyum	2,10
Toplam Fosfor	0,83
Lizin	2,39
Metionin	1,15
Toplam Enerji kcal/kg	4970,30
Metabolik Enerji kcal/kg	3461,63
Tablodan Hesap Enerji	3467,58
Kül	8,21
Histidin	1,01
Losin	3,70
Valin	2,09
Arginin	2,54
Triptofan	0,47
Sodyum	0,35
Özgül Ağırlık	0,61

2.4.2.2. Akvaryum Bakımları

Çalışma süresi boyunca her yemlemeden önce ve sonra tüm akvaryumlar kontrol edilmiştir. Akvaryumlarda ölen bireyler o akvaryum için oluşturulan karta kaydedilmiştir. Günlük yapılan yemlemeler ve o akvaryum ile ilgili günlük olarak yapılması gereken tüm işlemlerin yazılı olduğu kartlar akvaryumların üst kısmına monte edilip düzenli bir şekilde takipleri yapılmıştır. Ayrıca sabah yemlemesinden bir saat önce ve akşam son yemlemeden bir saat sonra her gün düzenli olarak tüm akvaryumların dibinde bulunan yem ve dışkı artıkları hassas bir şekilde sifonlanmıştır.

2.4.2.3. Morfometrik Ölçümler ve Büyüme Parametreleri

Canlı ağırlık ve total boy ölçümleri için her deneme grubundan rastgele örnekleme metodu ile en az 10 adet yavru balık örneklenmiştir. Haftalık olarak 0,0001 gr hassasiyetli elektronik terazi ile tartımlar yapılmıştır. Tartım işleminde stres ve yaralanma gibi olumsuz faktörleri engellemek için yavru balıklar 600 µl/lt 2-fenoksietanol ile anestezi edilmiştir. Total boy ölçümleri mm cinsinden dijital kumpas kullanılarak yapılmıştır (Resim 2.43).

Büyüme parametrelerinin hesaplanmasında aşağıdaki formüller kullanılmıştır (Korkut ve ark., 2007; Lugert ve ark., 2016).

➤ **Mutlak Büyüme (MB)**

$$MB = W_t - W_i$$

W_t : Final ağırlığı (gr)

W_i : Başlangıç ağırlığı (gr)

➤ **Relatif Büyüme Oranı (RBO)**

$$RBO = [(W_t - W_i) / W_i] \times 100$$

W_t : Final ağırlığı (gr)

W_i : Başlangıç ağırlığı (gr)

➤ **Spesifik Büyüme Oranı (SBO)**

$$SBO = [(\ln W_t - \ln W_i) / t] \times 100$$

W_t : Final ağırlığı (gr)

W_i : Başlangıç ağırlığı (gr)

t: Periyot (gün)

➤ **Kondisyon Faktörü (KF)**

$$KF = (W / L^3) \times 100$$

W : Ağırlık (gr)

L : Total boy (cm)

➤ **Yem Dönüşüm Oranı (FCR)**

$$FCR = \text{Tüketilen yem miktarı (gr)} / \text{Canlı ağırlık artışı (gr)}$$

2.4.2.4. Su Parametreleri Ölçümleri

98 günlük çalışma süresi boyunca doğal fotoperiyot ve termoperiyot uygulandı. Sabah yemlemeden 1 saat önce ve akşam yemlemeden 1 saat sonra günde iki kez sıcaklık, oksijen ve pH değerleri YSI 55 Model ölçüm cihazı ile ölçüldü. Ayrıca deneme süresince haftalık olarak suyun kimyasal parametreleri Hach-Lange DR 6000 spektrofotometre ve

Dionex ICS-1000 model İyon Kromatografi cihazı ile yapıldı. Ölçümlerde kullanılan cihazların resimleri resim 2.14, 2.15 ve 2.16’da verilmiştir.

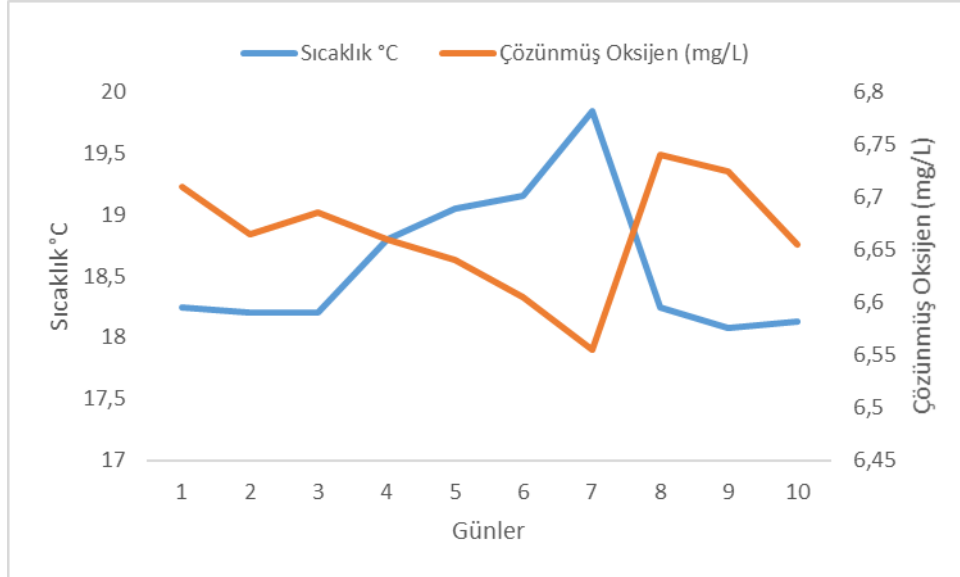
2.5. İstatistiksel Analizler

Elde edilen verilerin değerlendirilmesinde SPSS istatistik programı (14.0) ve Excel programı kullanılmıştır. Sonuçlar ortalama $\pm$ standart hata olarak verilmiştir. Verilerin normalliği ve homojenliği, ANOVA varsayımlarına uyacak şekilde kontrol edilmiştir. Verilerin normal dağılım göstermediği ve varyasyonların homojen olmadığı durumlarda non-parametrik testlerden Kruskal-Wallis uygulanmıştır. Verilerin değerlendirilmesi $p < 0,05$ önem seviyesinde test edilmiştir. Farklılıkların analizinde tek yönlü varyans analizi (one-way ANOVA) ve ortalamalar arasındaki farklılıkların belirlenmesinde Duncan testi uygulanmıştır. Parametreler arasındaki ilişkiler regresyon-korelasyon grafikleri (Excel programı) ile gösterilmiştir.

3. BULGULAR

3.1. Siraz Balıklarının Yumurtlatılmasında Ovopel ve Ovaprim ile Hormonal Uyarım

Ovopel ve ovaprim hormonlarının siraz anaçlarında ovulasyona ve yumurta kalitesine olan etkilerinin karşılaştırıldığı çalışmada, su sıcaklığı ortalama $18,6 \pm 0,19^\circ\text{C}$ olarak kaydedilmiştir (Şekil 4.1). Ortalama çözülmüş O_2 değeri $6,66 \pm 0,017 \text{ mg/Lt}$, pH değeri $8,13 \pm 0,02$ ve elektriksel iletkenlik değeri $268,3 \pm 2,701 \mu\text{S}$ olarak ölçülmüştür (Tablo 3.1).



Şekil 3.1. Deneme süresince ölçülen su sıcaklığı ve çözülmüş oksijen verileri.

Tablo 3.1. Deneme süresince ölçülen suyun fiziksel analiz verileri.

Analizler	Ortalama	Standart Hata	Minimum	Maksimum
Sıcaklık (°C)	18,60	0,18778	18,075	19,85
Çözülmüş oksijen (mg/Lt)	6,66	0,01767	6,555	6,74
Oksijen Doygunluğu (%)	69,12	0,04417	68,805	69,28
pH	8,13	0,0185	8,015	8,195
Elektriksel iletkenlik (μS)	268,30	2,70103	274	280

Çalışma süresi boyunca suyun fizikokimyasal değerlerinden toplam fosfor ortalama $0,03 \pm 0,005$ mg/lt, toplam azot ortalama $2,87 \pm 0,46$ mg/lt, kimyasal O₂ ihtiyacı ortalama $7,52 \pm 0,204$ mg/lt, alkalinite ortalama $16,34 \pm 0,092$ mg/lt ve toplam sertlik ortalama $338,08 \pm 7,969$ mg/lt olarak ölçülmüştür (Tablo 3.2). Araştırma süresince ölçülen fizikokimyasal su parametrelerinde önemli bir dalgalanma olmamıştır.

Tablo 3.2. Deneme süresince suyun ölçülen fizikokimyasal analiz verileri.

Analizler	Ortalama	Standart Hata	Minimum	Maksimum
Toplam fosfor (mg/lt)	0,03	0,00451617	0,016	0,036
Toplam Azot (mg/lt)	2,87	0,458664	1,95	3,86
KOI (mg/lt)	7,52	0,204995	7,17	8,07
Alkalinite (mg/lt)	16,34	0,092466	16,15	16,57
Toplam Sertlik (mg/lt)	338,08	7,969855	314,4047	347,9133

Çalışma süresi boyunca fizikokimyasal su parametrelerinin anyonlar grubunda florür ortalama $0,098 \pm 0,0008$ mg/lt, klorür ortalama $13,53 \pm 0,895$ mg/lt, nitrat ortalama $0,42 \pm 0,182$ mg/lt ve sülfat ortalama $24,89 \pm 0,379$ mg/lt olarak ölçülmüştür. Nitrit ve bromür $<0,039$ mg/lt, fosfat $<0,078125$ mg/lt olan cihazın okuyabildiği minimum değerlerin altında olduğu için hesaplamaları yapılmamıştır (Tablo 3.3). Çalışma süresi boyunca ölçülen fizikokimyasal su parametrelerinin anyonlar grubunda önemli bir dalgalanma olmamıştır.

Tablo 3.3. Deneme süresince ölçülen fizikokimyasal parametrelerin anyonlar grubu verileri.

Anyonlar	Ortalama	Standart Hata	Minimum	Maksimum
Florür (mg/lt)	0,098525	0,000848	0,0963	0,1002
Klorür (mg/lt)	13,53348	0,895613	11,6583	15,6396
Nitrit (mg/lt)	$<0,039$	-	-	-
Bromür (mg/lt)	$<0,039$	-	-	-
Nitrat (mg/lt)	0,423425	0,182074	0,1066	0,8745
Fosfat (mg/lt)	$<0,078125$	-	-	-
Sülfat (mg/lt)	24,89033	0,379825	24,2221	25,9785

Çalışma süresi boyunca fizikokimyasal su parametrelerinin katyonlar grubunda potasyum ortalama $4,16 \pm 0,130$ mg/lt, magnezyum ortalama $18,94 \pm 0,490$ mg/lt, kalsiyum ortalama $104,15 \pm 2,427$ mg/lt ve sodyum ortalama $33,61 \pm 2,204$ mg/lt olarak ölçülmüştür. Lityum $<0,0625$ mg/lt ve amonyum $<0,3125$ mg/lt olan cihazın okuyabildiği minimum değerlerin altında olduğu için hesaplamaları yapılmamıştır (Tablo 3.4). Çalışma süresi boyunca ölçülen fizikokimyasal su parametrelerinin katyonlar grubunda önemli bir dalgalanma olmamıştır.

Tablo 3.4. Deneme süresince ölçülen fizikokimyasal parametrelerin katyonlar grubu verileri.

Katyonlar	Ortalama	Standart Hata	Minimum	Maksimum
Lityum (mg/lt)	$<0,0625$	-	-	-
Sodyum (mg/lt)	33,61045	2,204357	27,468	37,3649
Amonyum (mg/lt)	$<0,3125$	-	-	-
Potasyum (mg/lt)	4,16345	0,130562	3,8509	4,482
Magnezyum (mg/lt)	18,94423	0,49092	17,5144	19,661
Kalsiyum (mg/lt)	104,1521	2,42729	97,0286	107,5241

Tablo 3.5. Siraz balığında ovopel ve ovaprim hormon uygulamaları sonrası ovulasyon, latent periyot ve gamet kalitesi verileri (Ort.±s.h).

Deneme grupları	Kontrol	OM-0.25	OM-0.5	OM-0.75	OL-0.5	OL-1	OL-1.5
Doz	1 mL ‰9 NaCl/kg	0,25 mL ovaprim/kg	0,5 mL ovaprim/kg	0,75 mL ovaprim/kg	0,5 pelet ovopel/kg	1 pelet ovopel/kg	1,5 pelet ovopel/kg
Enjeksiyon yapılan dişi sayısı	10	10	10	10	10	10	10
Latent periyot (saat)	-	-	71-73	66-68	76-78	71-73	66-68
Ovulasyonda senkronizasyon	-	-	var	var	var	var	var
Ovule dişi sayısı	0	0	3	3	3	5	8
Ovulasyon oranı (%)	0	0	30	30	30	50	80
Döllenme oranı (%)	-	-	78,42 ± 1,74 ^c	61,15 ± 0,98 ^a	61,71 ± 0,82 ^a	78,11 ± 0,61 ^c	69,55 ± 0,90 ^b
Gözlenme oranı (%)	-	-	86,67 ± 1,56 ^b	80,4 ± 1,33 ^a	79,13 ± 1,67 ^a	86,33 ± 1,28 ^b	81 ± 1,83 ^a
Larva çıkış oranı (%)	-	-	82,6 ± 1,58 ^b	77 ± 1,15 ^a	76,88 ± 1,74 ^a	81,33 ± 1,4 ^{ab}	77,33 ± 1,66 ^a
Deforme larva oranı (%)	-	-	0,07 ± 0,003 ^a	0,09 ± 0,009 ^{ab}	0,10 ± 0,009 ^b	0,07 ± 0,003 ^a	0,09 ± 0,007 ^{ab}

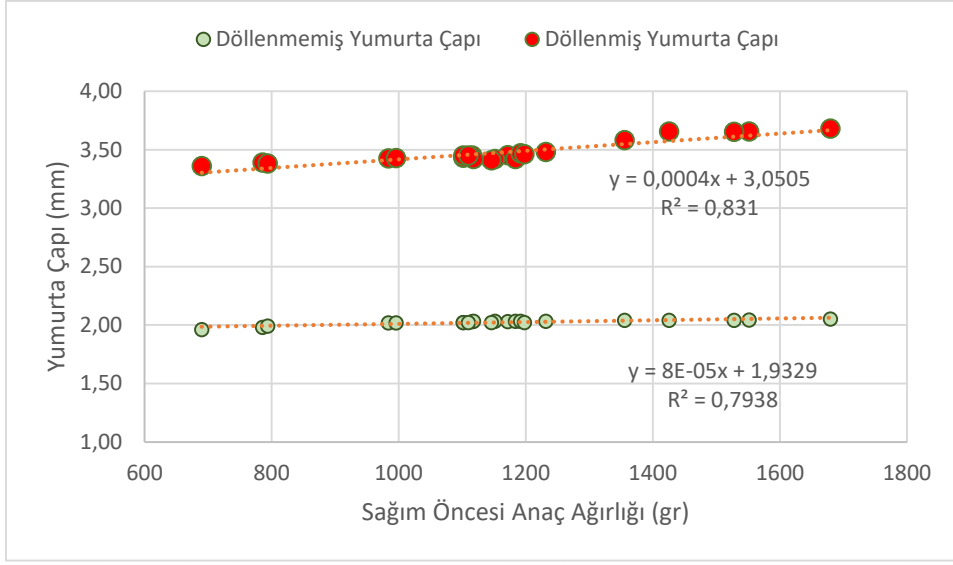
*Aynı satır için farklı harflere sahip veriler arasında istatistiksel farklılık önemlidir (p<0,05).

Hormon uygulamalarında kontrol grubu balıklarla beraber toplam 70 adet siraz anacı kullanılmıştır. Siraz anaçlarının ortalama canlı ağırlıkları $1138,2 \pm 33,62$ gr olarak kaydedilmiştir. Ovule olan anaçların ortalama canlı ağırlıkları ise $1164,4 \pm 34,39$ gr olarak tespit edilmiştir. Erkek siraz damızlıkların ortalama canlı ağırlıkları $918,25 \pm 27,90$ gr olarak hesaplanmıştır.

10'ar adet olgunlaşmış dişi siraz anaçlarından oluşan kontrol, OM-0.25, OM-0.5, OM-0.75, OL-0.5, OL-1 ve OL-1.5 deneme gruplarına sırasıyla 1 ml %9 NaCl/kg, 0,25 ml ovaprim/kg, 0,50 ml ovaprim/kg, 0,75 ml ovaprim/kg, 0,5 pelet ovopel/kg, 1 pelet ovopel/kg ve 1,5 pelet ovopel/kg dozlarında hormonal enjeksiyonlar yapılmıştır. Kontrol grubu ve OM-0.25 deneme grubunda dişilerde ovulasyon gerçekleşmemiştir. Latent periyotlar OM-0.5 grubunda 71-73 saat, OM-0.75 grubunda 66-68 saat, OL-0.5 grubunda 76-78 saat, OL-1 grubunda 71-73 saat ve OL-1.5 grubunda 66-68 saat olarak kaydedilmiştir. En uzun latent periyot OL-0.5 grubunda, en kısa periyot ise OL-1.5 grubunda görülmüştür. Hormon dozları arttıkça latent periyotlar kısalmıştır (Tablo 3.5).

OM-0.5, OM-0.75, OL-0.5, OL-1 ve OL-1.5 deneme gruplarında ovulasyon oranları sırasıyla %30, %30, %30, %50 ve %80 olarak gerçekleşmiştir. Düşük dozlu ovaprim hormonunun ovulasyona bir etkisinin olmadığı görülmüştür. Bunun yanında, ovaprim hormonu doz artışının ovulasyon oranına bir etkisi olmaz iken, ovopel hormonu doz artışının ovule dişi sayısını arttırdığı kaydedilmiştir (Tablo 3.5).

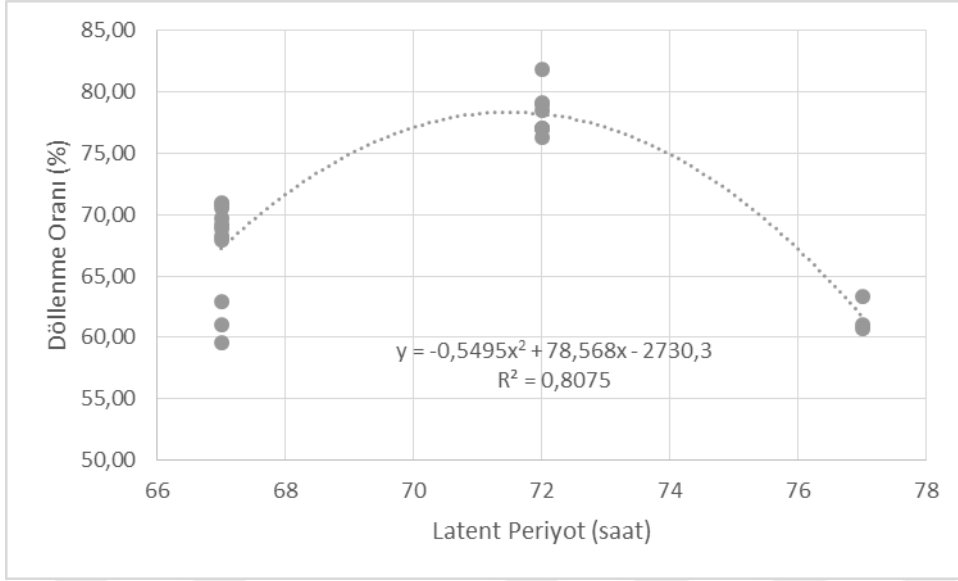
Ovule olmuş dişilerden sağılan döllenme öncesi yumurtaların ortalama çapları OM-0.5, OM-0.75, OL-0.5, OL-1 ve OL-1.5 deneme grupları için sırasıyla $2,03 \pm 0,006$ mm, $2,03 \pm 0,007$ mm, $2,02 \pm 0,003$ mm, $2,004 \pm 0,014$ mm ve $2,025 \pm 0,006$ mm olarak ($p > 0,05$), döllenmiş yumurtaların ortalama çapları ise sırasıyla $3,51 \pm 0,074$ mm, $3,58 \pm 0,075$ mm, $3,43 \pm 0,012$ mm, $3,40 \pm 0,013$ mm ve $3,49 \pm 0,032$ mm olarak hesaplanmıştır ($p < 0,05$). Yumurtaların şişme oranlarına bakıldığında, OM-0.5, OM-0.75, OL-0.5, OL-1 ve OL-1.5 deneme grupları için sırasıyla ortalama $\%73,01 \pm 3,06$, $\%76,04 \pm 3,13$, $\%69,15 \pm 0,52$, $\%69,88 \pm 0,64$ ve $\%72,51 \pm 1,16$ olarak bulunmuştur ($p < 0,05$) (Şekil 3.2).



Şekil 3.2. Ovule dışı anaç ağırlığına göre döllenme öncesi ve döllenme sonrası yumurta çapları.

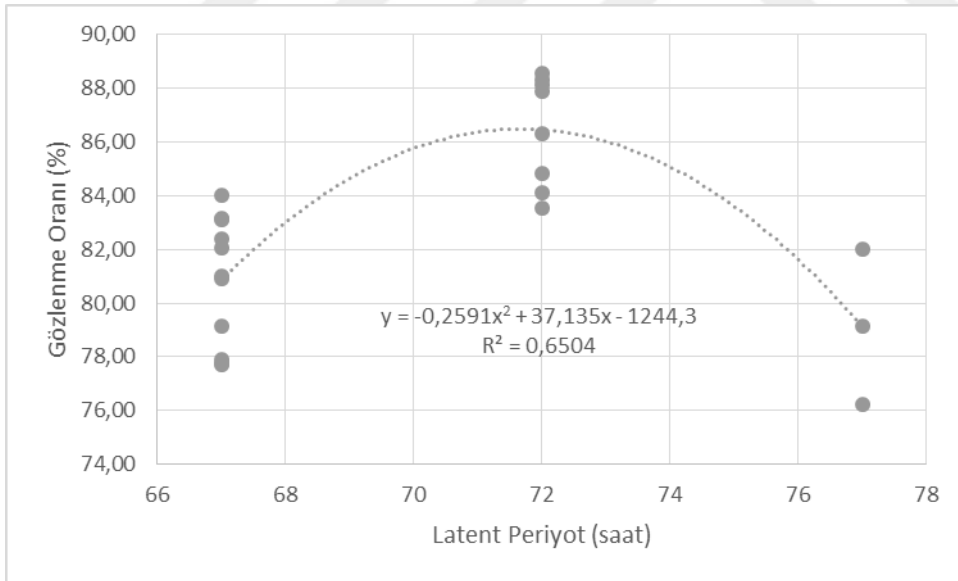
Siraz anaç ağırlığı ile döllenme öncesi yumurta çapı arasında doğrusal kuvvetli pozitif bir ilişki kaydedilmiştir ($R^2=0,7938$). Aynı şekilde, anaç ağırlığı ile döllenmiş yumurta çapı arasında da doğrusal kuvvetli pozitif bir ilişki vardır ($R^2=0,831$) (Şekil 3.2).

Döllenme oranı en yüksek çıkan gruplar OM-0.5 ve OL-1 olurken, en düşük döllenme oranlarına sahip gruplar ise OM-0.75 ve OL-0.5 olmuştur. Deneme grupları arasında döllenme oranları bakımından farklılıklar istatistiksel olarak önemlidir ($p<0,05$), (Tablo 3.5). Gözlenme oranı en yüksek grup OM-0.5 olurken, bunu OL-1 takip etmiştir ($p>0,05$). En düşük gözlenme oranı OL-0.5 grubunda kaydedilmiştir. Gözlenme oranları arasında istatistiksel farklılıklar vardır ($p<0,05$). Larva çıkış oranlarının en yüksek olduğu gruplar OM-0.5 ve OL-1 deneme grupları olmuştur. En düşük oran ise OL-0.5 deneme grubunda tespit edilmiştir. Deneme grupları arasında larva çıkış oranları farklılıkları istatistiksel olarak önemlidir ($p<0,05$). Deforme larva oranları gruplarda birbirine yakın çıkmakla beraber, en yüksek oran OL-0.5 grubunda kaydedilmiştir. En düşük deforme oranları ise OM-0.5 ve OL-1 deneme gruplarında elde edilmiştir. Deforme larva oranları açısından deneme grupları arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0,05$), (Tablo 3.5). Döllenme, gözlenme, kuluçkadan çıkış ve deforme larva oranları ile dişilerin ovule olma zamanı olan latent periyotlar arasında doğrudan bir ilişki mevcuttur (Şekil 3.3, 3.4, 3.5, 3.6).



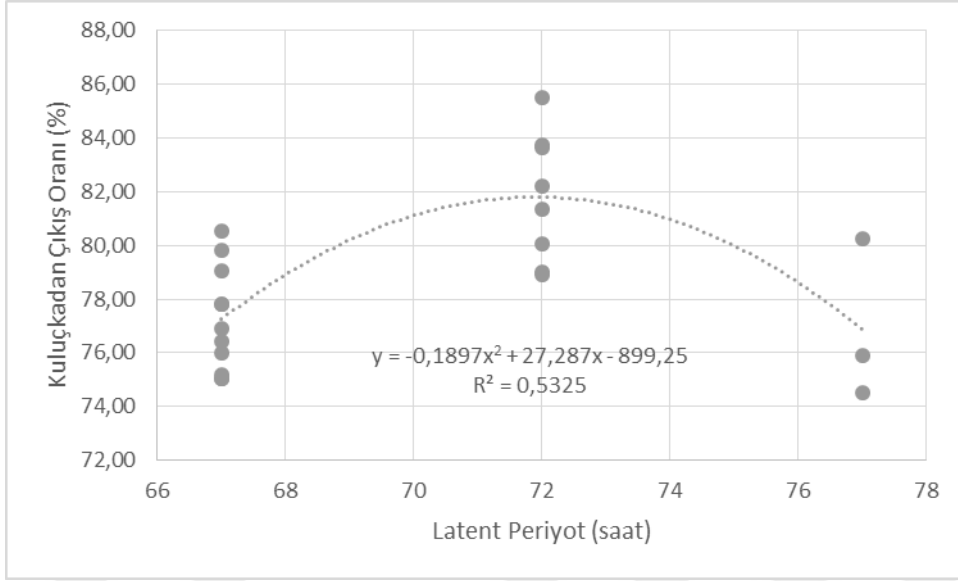
Şekil 3.3. Döllenme oranları ve latent periyotlar arası regresyon-korelasyon ilişkisi.

Döllenme oranları ve latent periyotlar arasında kuvvetli pozitif bir ilişki vardır ($R^2=0,8075$). Yüksek döllenme oranı için en uygun latent süre yaklaşık 72 saattir.



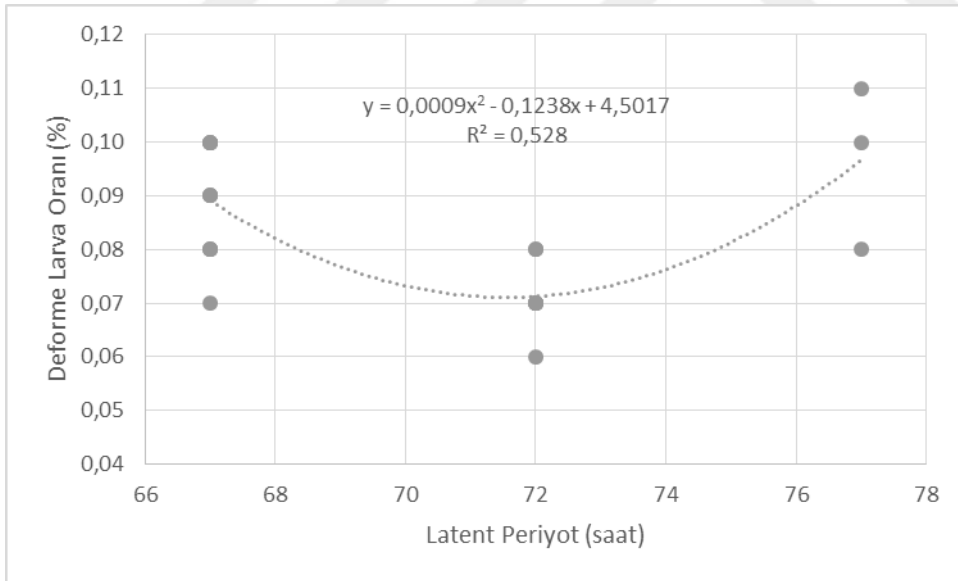
Şekil 3.4. Gözlenme oranları ve latent periyotlar arası regresyon-korelasyon ilişkisi.

Gözlenme oranları ve latent periyotlar arasında kuvvetli pozitif bir ilişki vardır ($R^2=0,6504$). Yüksek gözlenme oranı için en uygun latent süre yaklaşık 72 saattir.



Şekil 3.5. Kuluçkadan çıkış oranları ve latent periyotlar arası regresyon-korelasyon ilişkisi.

Kuluçkadan çıkış oranları ve latent periyotlar arasında pozitif bir ilişki vardır ($R^2=0,5325$). Yüksek kuluçkadan çıkış oranı için en uygun latent süre yaklaşık 72 saattir.



Şekil 3.6. Deforme larva oranları ve latent periyotlar arası regresyon-korelasyon ilişkisi.

Deforme larva oranları ve latent periyotlar arasında pozitif bir ilişki vardır ($R^2=0,528$). Bu grafikteki regresyon-korelasyon ilişkisine göre, gamet kalite kriterleri bakımından önemli parametreler olan döllenme, gözlenme ve çıkış oranları için yaklaşık 72

saat optimal latent süredir ve bunun altı veya üstü periyotlar, deforme larva oranının yüksek çıkmasına neden olmaktadır.

Mutlak fekondite OM-0.5, OM-0.75, OL-0.5, OL-1 ve OL-1.5 deneme gruplarında sırasıyla $28638 \pm 12289,5$ adet/balık, $43083 \pm 13515,7$ adet/balık, $23475,3 \pm 1758,3$ adet/balık, $19644,8 \pm 4482,9$ adet/balık ve $31845,5 \pm 3576,2$ adet/balık olarak belirlenmiştir ($p<0,05$). Hormonlarda doz artışına bağlı olarak sağılan yumurta sayısının da arttığı görülmektedir. Nısbî fekondite OM-0.5, OM-0.75, OL-0.5, OL-1 ve OL-1.5 deneme gruplarında sırasıyla $21713,9 \pm 6567,5$ adet/kg, $31024,3 \pm 7003,5$ adet/kg, $20277,9 \pm 1386,9$ adet/kg, $20337,4 \pm 3683,6$ adet/kg ve $26562,5 \pm 3036,9$ adet/kg olarak hesaplanmıştır ($p<0,05$). Aynı şekilde, nısbî fekondite de doz artışına bağlı olarak bir artış söz konusudur.

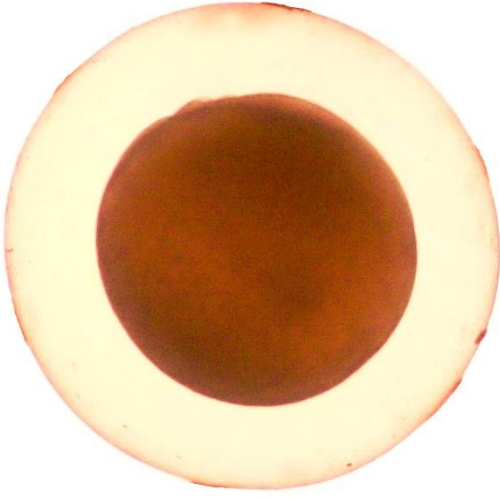
3.2. Sirazda Embriyonik ve Larval Gelişim

3.2.1. Siraz yumurtasının özellikleri

Siraz yumurtasının döllenme öncesi ortalama çapı $2,03 \pm 0,0017$ mm iken, döllendikten sonra ortalama çapı $3,45 \pm 0,0107$ mm olarak ölçülmüştür ($n=50$). Perivitellin şişme oranı ortalama $\%70,31 \pm 0,45$ olarak hesaplanmıştır. Küresel şekilli olan siraz yumurtası açık turuncu renkte olmasına rağmen transparan görünümündedir. *C. umbla* yumurtaları hafif yapışma özelliği göstermektedir. Spermle döllendikten sonra yaklaşık 20-25 dk boyunca yapılan karıştırma işlemi yumurtaların yapışkanlığını gidermektedir. Böylece diğer cyprinid türlerinde uygulanan klasik yapışkanlığı giderme tekniklerinin siraz türünde uygulanmasına gerek kalmamaktadır. Siraz yumurtası koryon adı verilen kalın bir yumurta kabuğu ile çevrelenmektedir. Yağ damlası ya da damlaları yoktur.

3.2.2. İlk Gelişim (Blastodisk)

Döllenmeden yaklaşık 45 dk. sonra sitoplazma animal kutba doğru konsantre oldu ve blastodisk şekillenmeye başladı. Oositin hücre zarı (oolemma) döllenmeden sonra 45 dk. – 1,5 sa. aralığında görünür hale geldi ve kuluçka bitimine kadar devam etti (Resim 3.1).

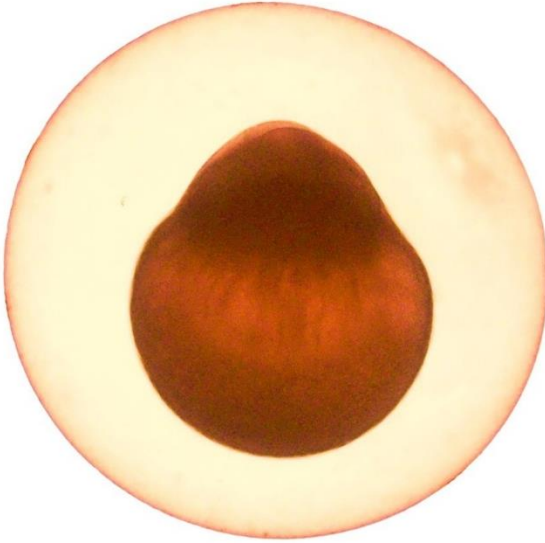


Resim 3.1. Blastodisk. Döllenmeden sonra 45 dk. - 1,5 sa.

3.2.3. Hücre Bölünmeleri Dönemi (2-4-8-16-32-64'lü hücre safhaları)

3.2.3.1. 2'li Blastomer

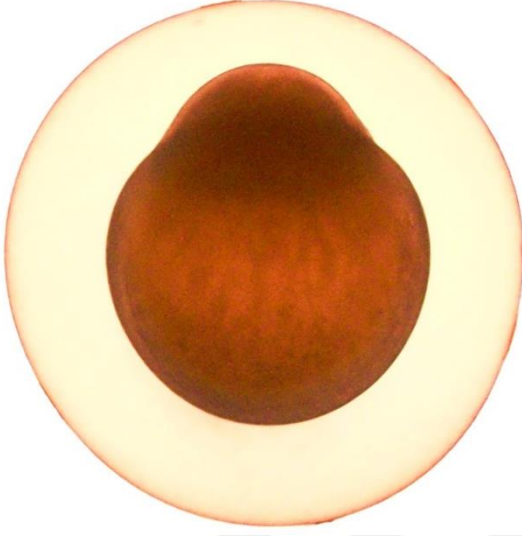
İlk bölünme döllenmeden sonra 1 sa. 45 dk. - 2 sa. 22 dk. aralığında blastodiskın bir yüzünde başladı. Blastodiskın uzun eksenine dikey düzlemde bir oluk belirdi ve blastodiski iki eşit boyutta blastomere böldü (Resim 3.2).



Resim 3.2. 2 hücreli safha. Döllenmeden sonra 1 sa. 45 dk. - 2 sa. 22 dk.

3.2.3.2. 4'lü Blastomer

İkinci bölünme 2 sa. 56 dk. - 3 sa. 10 dk. aralığında dört eşit boyutlu blastomer oluşturdu (Resim 3.3).



Resim 3.3. 4 hücreli safha. Döllenmeden sonra 2 sa. 56 dk. - 3 sa. 10 dk.

3.2.3.3. 8'li Blastomer

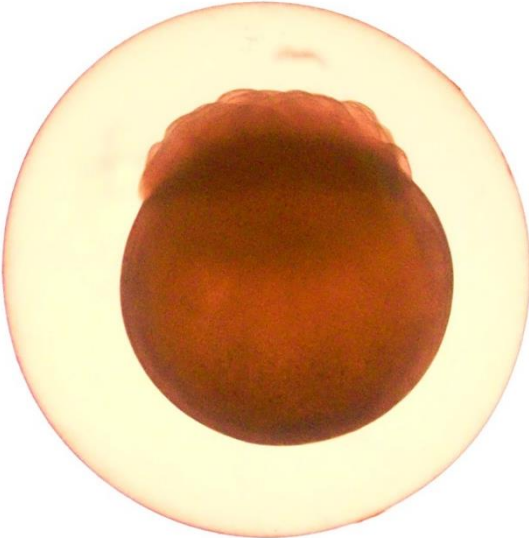
Döllenmeden sonra 4 sa. - 4 sa. 6 dk. aralığında 8'li blastomer meydana geldi. 8 hücreli aşamadan itibaren, hücreler birbirini izleyen her bölünmede kademeli olarak boyut ve şekil olarak farklılaştı (Resim 3.4).



Resim 3.4. 8 hücreli safha. Döllenmeden sonra 4 sa. - 4 sa. 6 dk.

3.2.3.4. 16'lı Blastomer

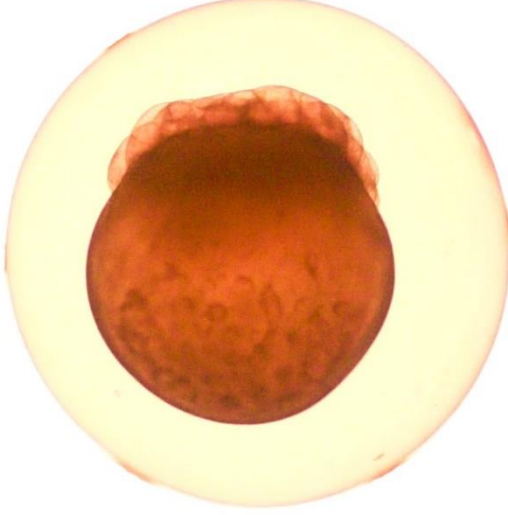
Döllenmeden sonra 5 sa. - 5 sa. 6 dk. aralığında 16'lı blastomer oluştu (Resim 3.5).



Resim 3.5. 16 hücreli safha. Döllenmeden sonra 5 sa. - 5 sa. 6 dk.

3.2.3.5. 32'li Blastomer

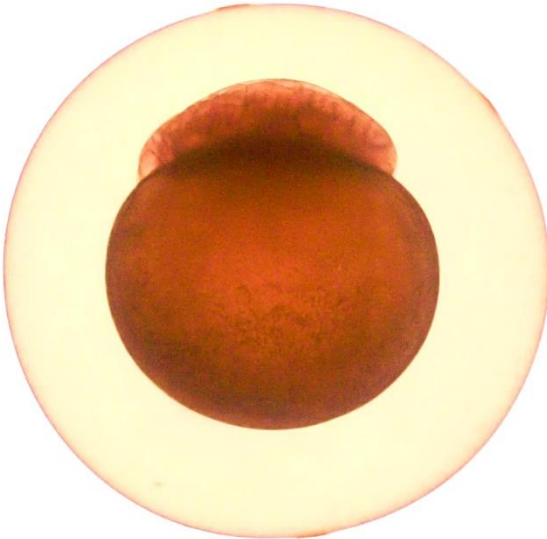
Döllenmeden sonra 6 sa. 2 dk. - 6 sa. 9 dk. aralığında 32'li blastomer oluştu (Resim 3.6).



Resim 3.6. 32 hücreli safha. Döllenmeden sonra 6 sa. 2 dk. - 6 sa. 9 dk.

3.2.3.6. 64'lü Blastomer

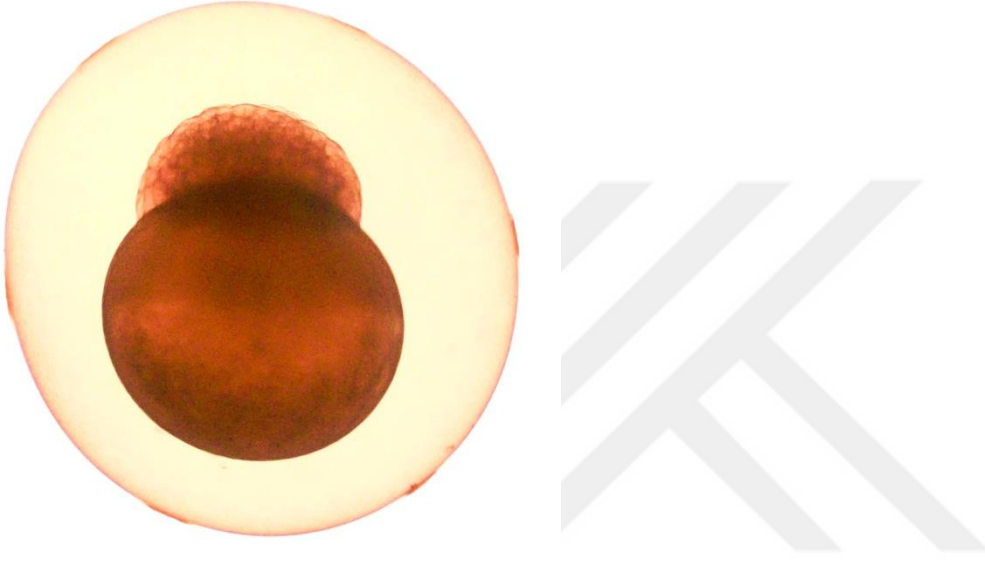
Döllenmeden sonra 7 sa. 4 dk. - 7 sa. 9 dk. aralığında 64'lü blastomer oluştu (Resim 3.7).



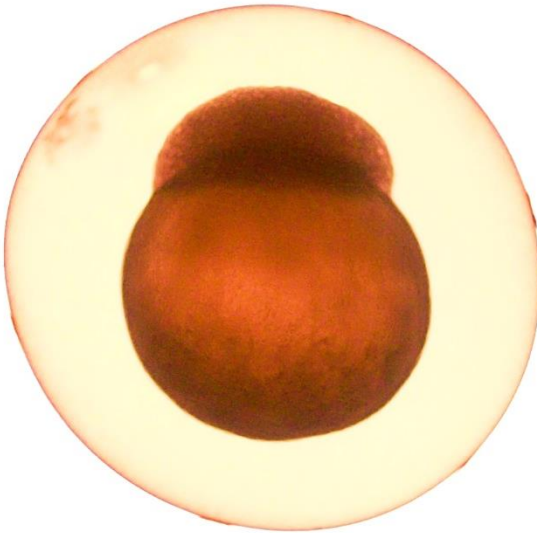
Resim 3.7. 64 hücreli safha. Döllenmeden sonra 7 sa. 4 dk. - 7 sa. 9 dk.

3.2.4. Morula Dönemi (128 - 1000 hücreli safhalar)

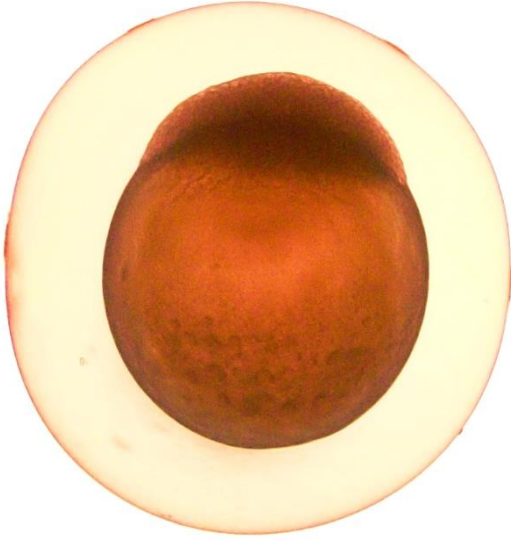
64'lü hücre safhasından sonra blastomerler daha küçük boyuta geldi ve blastomerlerin hızlı bölünmesi nedeniyle bölünme düzlemleri tam olarak izlenemedi. 64 hücreli safhanın bitimi çok hücreli safha olarak tanımlanan morula dönemini başlatır. Morula dönemi, 128-hücre ila 1000 hücre aşamalarını içerir.



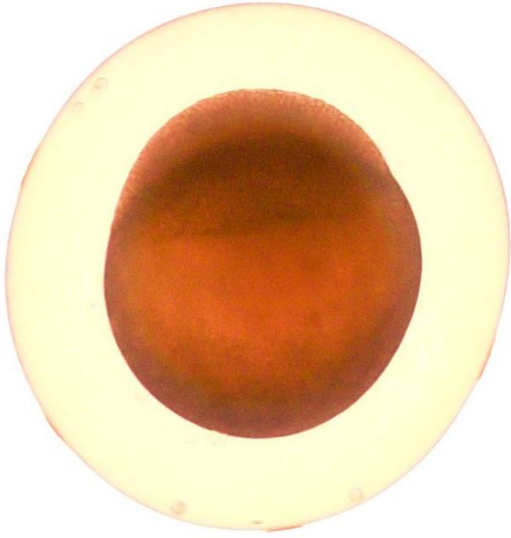
Resim 3.8. 128 hücreli safha. Döllenmeden sonra 8 sa. - 8 sa. 5 dk.



Resim 3.9. 256 hücreli safha. Döllenmeden sonra 9 sa. 3 dk. - 9 sa. 10 dk.



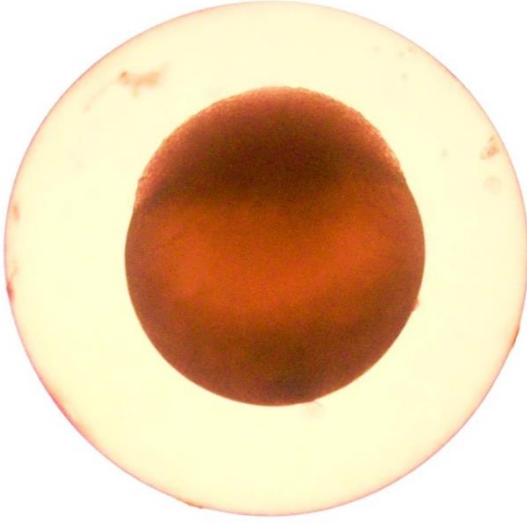
Resim 3.10. 512 hücreli safha. Döllenmeden sonra 10 sa. 14 dk. - 10 sa. 24 dk.



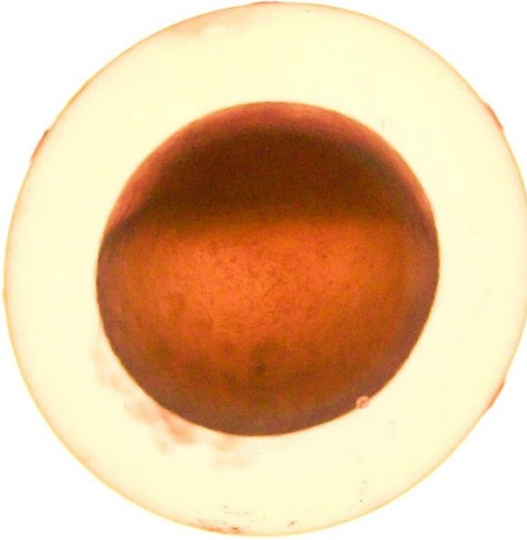
Resim 3.11. 1k hücreli safha. Döllenmeden sonra 12 sa. 10 dk. - 12 sa. 17 dk.

3.2.5. Blastula Dönemi

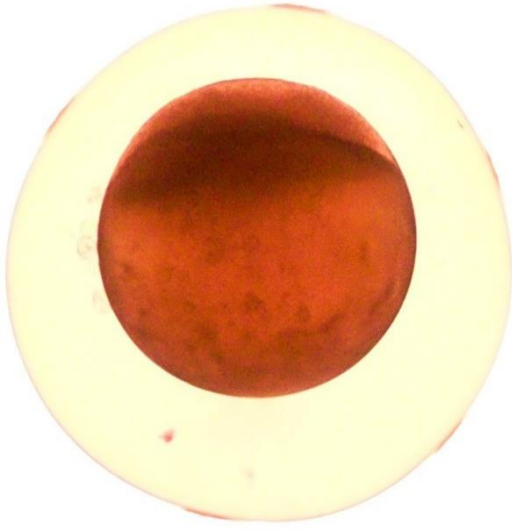
Hücre bölünmelerinin devam etmesiyle yuvarlak şekilli blastodisk yumurtanın animal kutbunda görünür hale geldi. Blastula dönemi hücre bölünmelerinde senkronizasyon gözlenmedi. Hücre topunun kenarını çevreleyen periferik blastomerler, yumurta sarısı sinsityal katmanını (YSL) oluşturmak için birleşir ve yumurta sarısı hücrelerinin animal kutuba doğru şişkinleşmesiyle geç blastula döneminde epiboli başlar. Epiboli gastrula dönemine kadar devam etti (Resim 3.12, Resim 3.13, Resim 3.14, Resim 3.15, Resim 3.16, Resim 3.17).



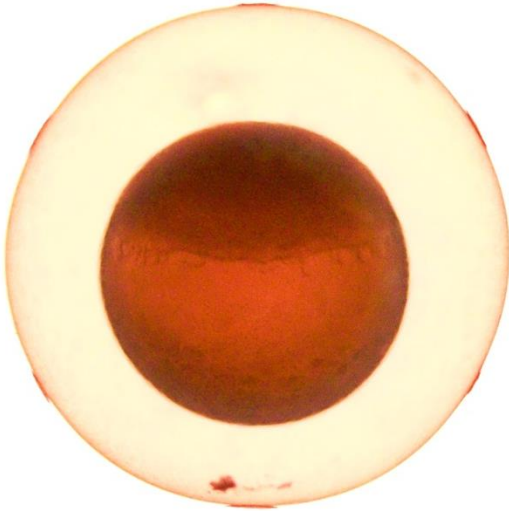
Resim 3.12. >1k hücreli safha. Döllenmeden sonra 13 sa. 6 dk.



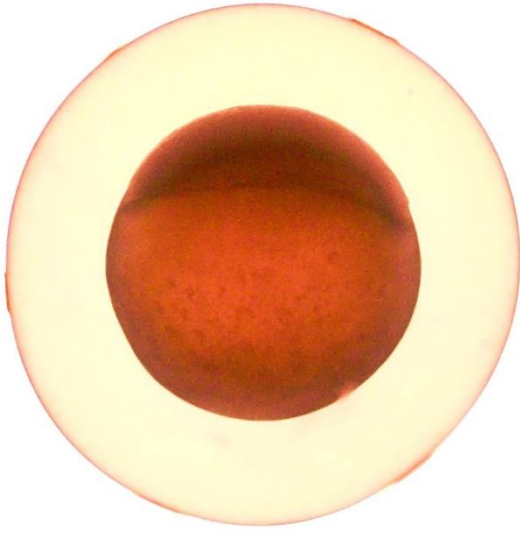
Resim 3.13. >1k hücreli safha. Döllenmeden sonra 13 sa. 47 dk. - 14 sa. 17 dk.



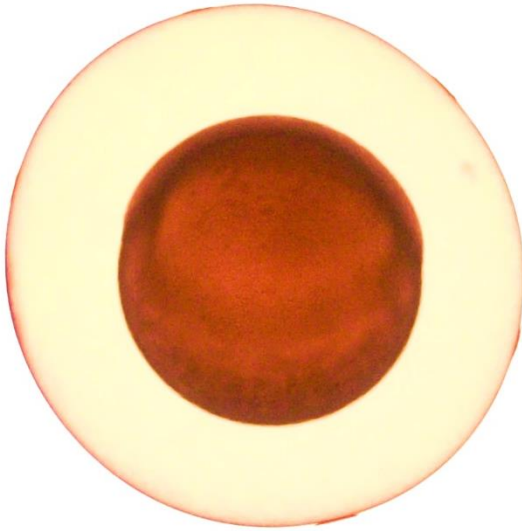
Resim 3.14. Oblong safha. Döllenmeden sonra 15 sa. 2 dk. - 15 sa. 12 dk.



Resim 3.15. Küre safhası. Döllenmeden sonra 16 sa. 30 dk. - 16 sa. 40 dk.



Resim 3.16. Kubbe safhası. Döllenmeden sonra 18 sa. 30 dk. - 18 sa. 42 dk.

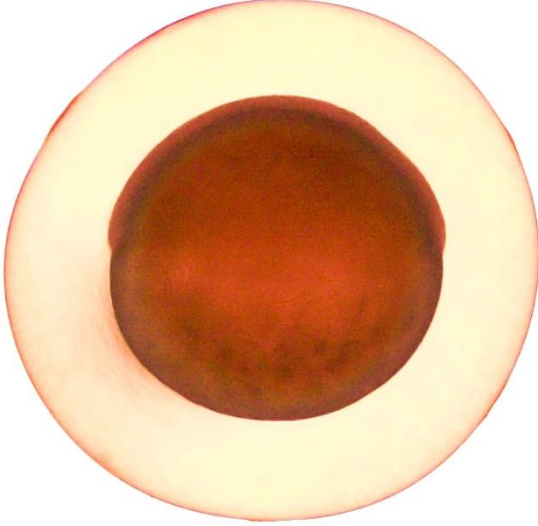


Resim 3.17. %30 Epiboli safha. Döllenmeden sonra 20 sa. 30 dk. - 20 sa. 35 dk.

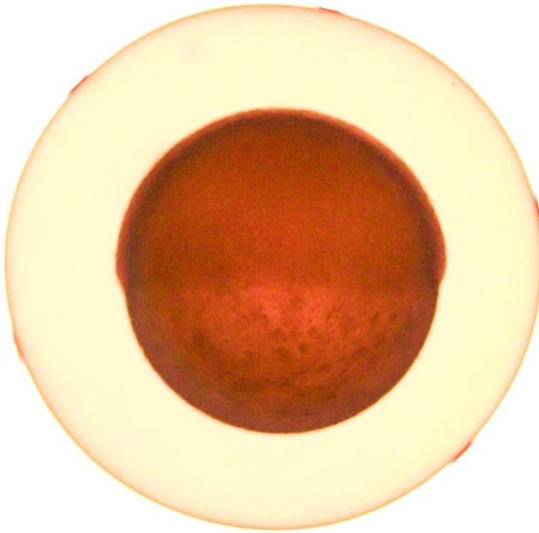
3.2.6. Gastrula Dönemi

İnvölüsyon ve konvergens morfogenetik hücre hareketleri, birincil germ tabakalarını ve embriyonik eksenleri üreterek gastrulasyon dönemini başlattı. Germ halkası olarak adlandırılan kalınlaşmış marjinal bölge, kendi üzerine katlanarak blastoderm marjının vejetal kutup tarafında bir şerit olarak görüldü. Germ halkasının oluşumundan sonra blastoderm marjının iç tarafındaki konvergent morfogenetik hücre hareketleri embriyonik kalkanı meydana getirdi. Geç embriyonik kalkan safhasında, yumurta sarısı hücrelerinin yarısı blastoderm tarafından kaplanmış halde kaldı ve %50 epiboliye ulaştı. Gastrulasyon

sürecinde, blastoderm marjı (blastoderm kenarı) yumurta sarısı hücresinin etrafını tamamen kaplayacak şekilde ilerledi ve epiboli ile birlikte gastrula dönemi tamamlanmış oldu (Resim 3.18, Resim 3.19, Resim 3.20, Resim 3.21, Resim 3.22, Resim 3.23, Resim 3.24, Resim 3.25).



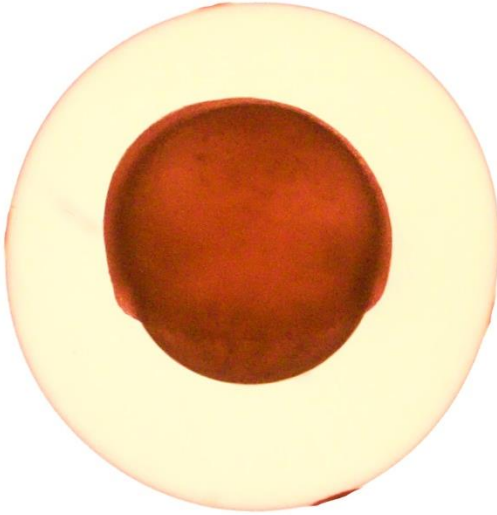
Resim 3.18. %50 Epiboli safha. Döllenmeden sonra 22 sa. 25 dk. - 22 sa. 30 dk.



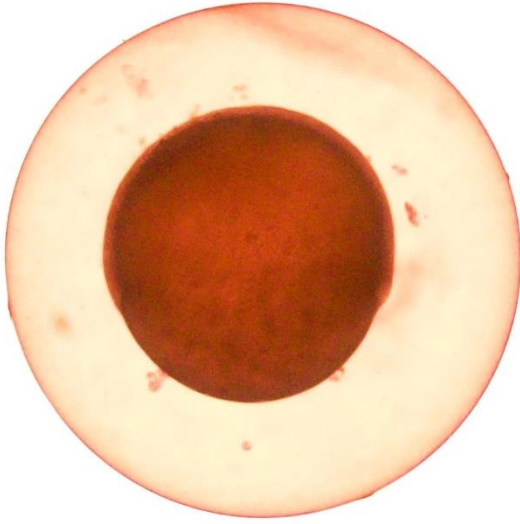
Resim 3.19. Germ halkası safhası. Döllenmeden sonra 23 sa. - 23 sa. 11 dk.



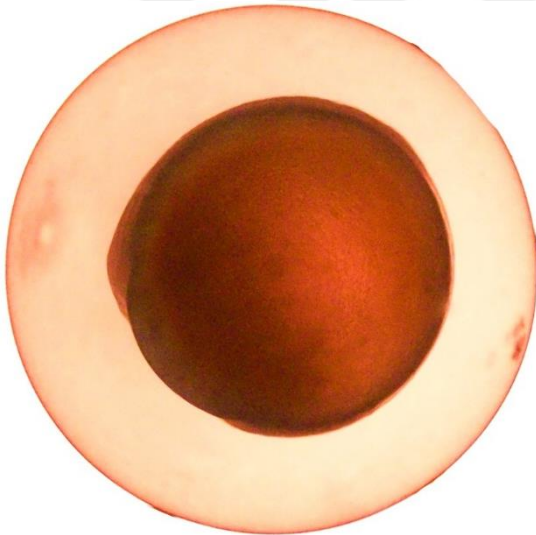
Resim 3.20. Embriyonik kalkan safhası. Döllenmeden sonra 23 sa. 30 dk. - 23 sa. 40 dk.



Resim 3.21. %70 Epiboli safha. Döllenmeden sonra 24 sa. 30 dk. - 24 sa. 36 dk.



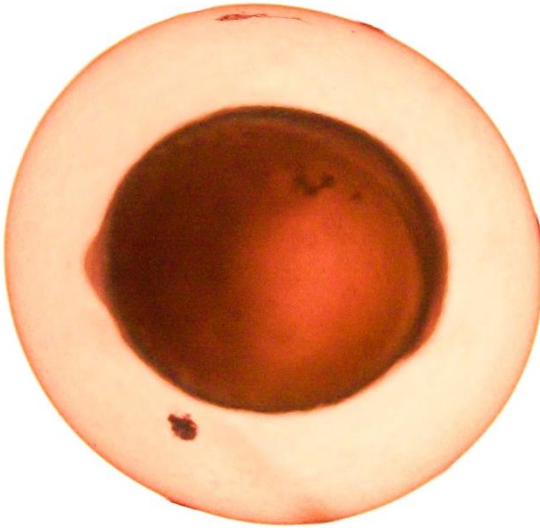
Resim 3.22. %75 Epiboli safha. Döllenmeden sonra 26 sa. 30 dk. - 26 sa. 35 dk.



Resim 3.23. %90 Epiboli safha. Döllenmeden sonra 28 sa. - 28 sa. 12 dk.



Resim 3.24. Kuyruk tomurcuğu + %90 Epiboli safha. Döllenmeden sonra 29 sa. 5 dk. - 29 sa. 21 dk.



Resim 3.25. Epiboli safhası. Döllenmeden sonra 31 sa. 35 dk. - 31 sa. 44 dk.

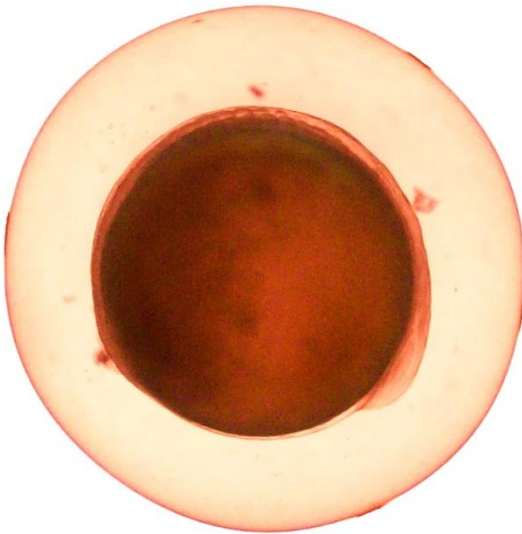
3.2.7. Segmentasyon ve Organogenez Dönemi

Segmentasyonun başlangıcı, embriyonun orta bölgesindeki ilk somit izinin ortaya çıkması başlar ve burada epiblast kapsamlı morfogenez geçirir. Segmentasyon dönemi boyunca zamana göre lineer olarak oluşan somitlerin sayısına göre safhalandırma yapılır. Somitler, notokorda bitişik presomitik mezodermden eksenel iskelet ile birlikte ikili çiftler halinde oluşur. Döllenmeden yaklaşık 42 saat sonra embriyonun baş kısmı belirgin bir şekilde şekillenmeye başladı ve somit 13-14 safhasında optik loblar oluştu. Somitlerin sayısı

arttıkça embriyo anterior-posterior eksen boyunca uzamaya başladı, kuyruk tomurcuğu gelişti ve birincil organların temelleri görünür hale geldi. İlk embriyonik hareketler döllenmeden yaklaşık 65-66 saat sonra başladı. Bu hareketlerin sıklığı kuluçkadan çıkış öncesi arttı. Yaklaşık 6 gün sonunda embriyolar, kuluçka bezlerinin salgı aktivitesi ve ani kuyruk hareketleri ile koryonu delip çıkış yaptılar. (Resim 3.26, Resim 3.27, Resim 3.28, Resim 3.29, Resim 3.30, Resim 3.31, Resim 3.32, Resim 3.33, Resim 3.34, Resim 3.35, Resim 3.36, Resim 3.37, Resim 3.38, Resim 3.39, Resim 3.40, Resim 3.40). *C. umbla* türünde embriyonik gelişim 18-19°C su sıcaklığında yaklaşık 144 - 146 saat sürmüştür. Kuluçkadan çıkış oranı ortalama $79,99 \pm 0,90$ olarak tespit edilmiştir.



Resim 3.26. Somit 4-6 safhası. Döllenmeden sonra 34 sa. 48 dk. - 34 sa. 55 dk.



Resim 3.27. Somit 10 safhası. Döllenmeden sonra 40 sa. 45 dk. - 40 sa. 55 dk.



Resim 3.28. Somit 13-14 safhası. Döllenmeden sonra 42 sa. 48 dk. - 42 sa. 57 dk.



Resim 3.29. Somit 16-18 safhası. Döllenmeden sonra 46 sa. 8 dk. - 46 sa. 15 dk.



Resim 3.30. Somit 22-24 safhası. Döllenmeden sonra 49 sa. 3 dk. - 49 sa. 12 dk.



Resim 3.31. Somit 25-26 safhası. Döllenmeden sonra 52 sa. - 52 sa. 10 dk.

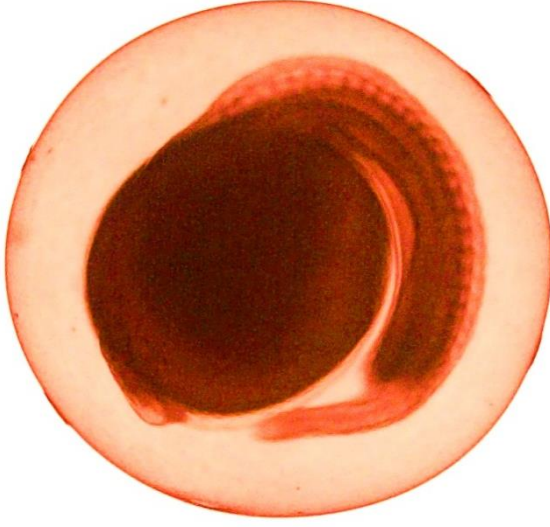


Resim 3.32. Somit 30-32 safhası. Döllenmeden sonra 57 sa. 50 dk. - 58 sa. 8 dk.

Döllenmeden yaklaşık 65-66 saat sonra kas kasılması yoluyla ilk embriyonik hareketler başladı. Bu hareketler, kuyrukta ani seğirme ve koryon içinde bütün vücudun kıvrınması şeklindedir. Henüz kalp atışı yok (Resim 3.33).

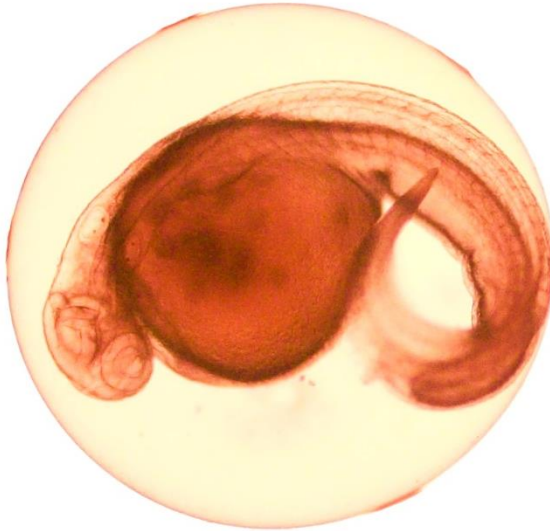


Resim 3.33. Kas fonksiyonu safhası. Döllenmeden sonra 65 sa. 40 dk. - 66 sa.

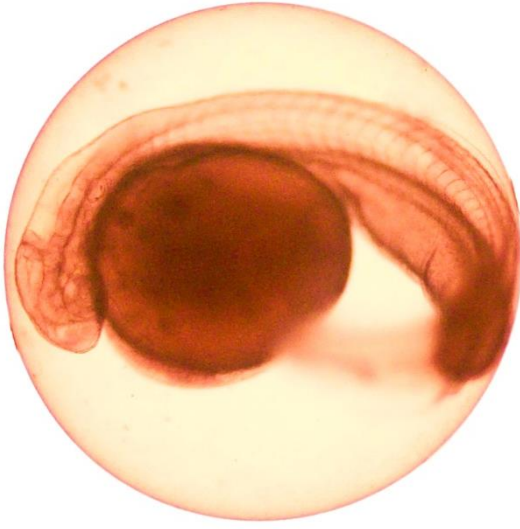


Resim 3.34. Embriyo 1. Döllenenmeden sonra 71 sa. - 71 sa. 9 dk.

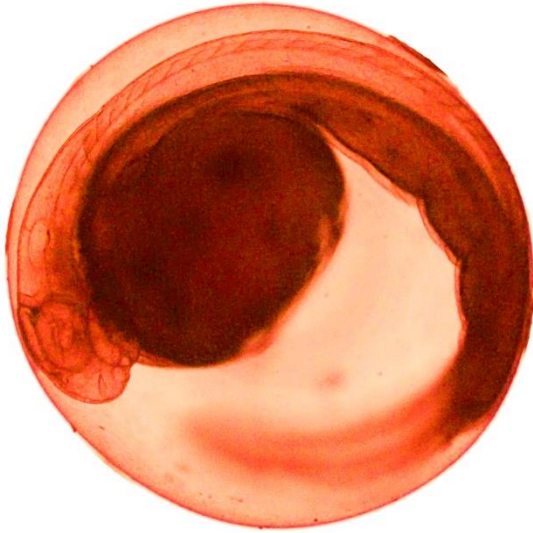
Döllenenmeden 90 sa. 30 dk. - 90 sa. 55 dk sonra embriyonun göz ve besin kesesi arasında kalp atışı gözlemlendi. Otolit oluşmuş durumda (Resim 3.35).



Resim 3.35. Kalp atışı safhası. Döllenenmeden sonra 90 sa. 30 dk. - 90 sa. 55 dk.



Resim 3.36. Embriyo 2. Döllenmeden sonra 95 sa. 17 dk. - 95 sa. 22 dk.

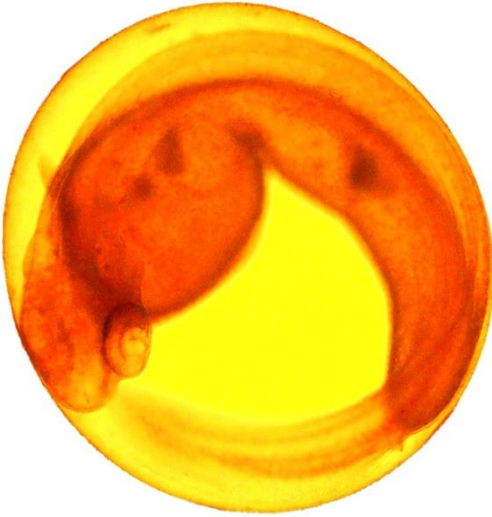


Resim 3.37. Embriyo 3. Döllenmeden sonra 118 sa. 55 dk. - 119 sa. 5 dk.

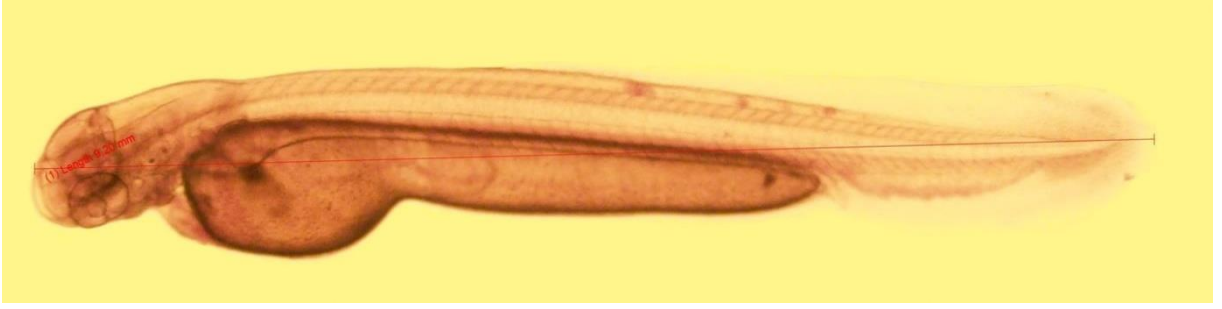


Resim 3.38. Embriyo 4. Döllenmeden sonra 120 sa. 20 dk. - 120 sa. 40 dk.

Döllenmeden 142 sa. - 142 sa. 20 dk. sonra embriyo gözlerinde pigmentasyon oluşumu başladı (Resim 3.39).



Resim 3.39. Embriyo 5. Döllenmeden sonra 142 sa. - 142 sa. 20 dk.



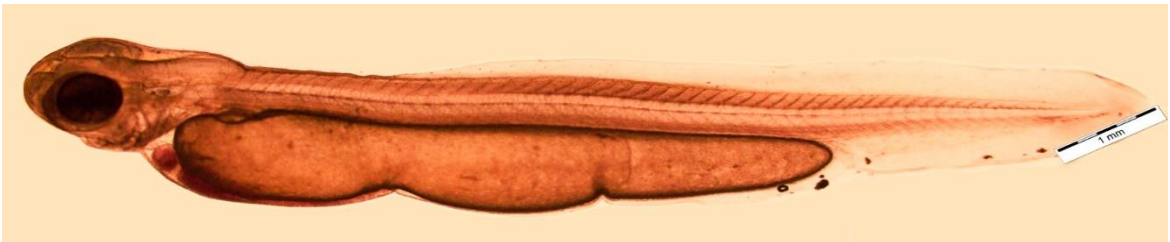
Resim 3.40. Kuluçkadan yeni çıkmış prelarva. Döllenmeden sonra 144 sa. - 145 sa.

3.2.8. Larval Yaşama Oranı

Yumurtadan yeni çıkan larvalar açık sarımsı bir renktedir ve büyük yumurta sarısı kesesinden dolayı zeminde konumlanmıştır. Ağızları kapalı durumdadır ve tek besin kaynakları besin keseleridir. Yeni çıkmış larvanın ortalama total boyu $9,39 \pm 0,145$ mm, canlı ağırlığı ise $0,0074 \pm 0,000$ gr olarak kaydedildi. Retina pigmentasyonu döllenmeden sonra 2. günde belirginleşti. Başın yüzey alanı ve vücudun dorsal kısmı 3. günde yoğun siyah pigmentle kaplandı. Larva yaşama oranları 7. ve 14. günlerde sırasıyla %91,3 ve %87 olarak tespit edildi. 6.günden itibaren larvalar besin keselerini kısmen bitirmişler ve eksojen beslenmeye başlamışlardır. *Artemia* nauplii canlı yemini alabildikleri gibi hazır toz yemi de aldıkları gözlemlenmiştir. 9.günden itibaren besin keseleri tamamen tüketilmiş durumdaydı.



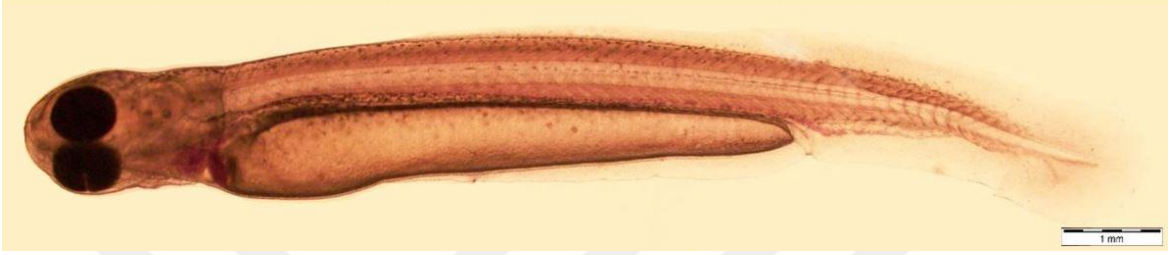
Resim 3.41. 1 günlük prelarva ve besin kesesi.



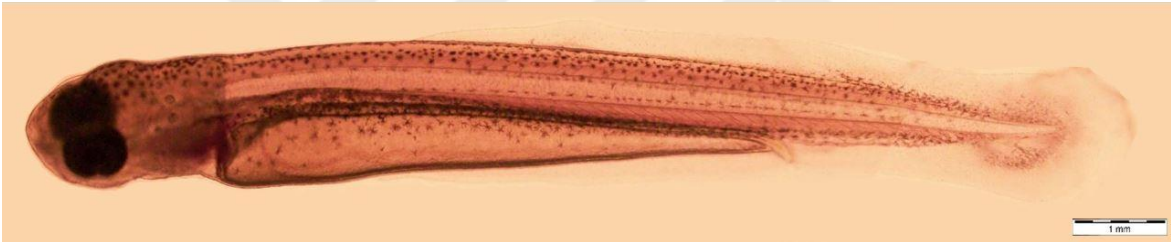
Resim 3.42. 2 günlük prelarva ve besin kesesi.



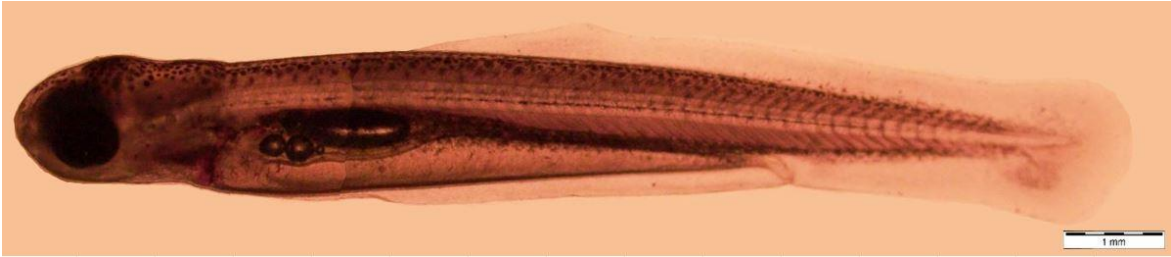
Resim 3.43. 3 günlük prelarva ve besin kesesi.



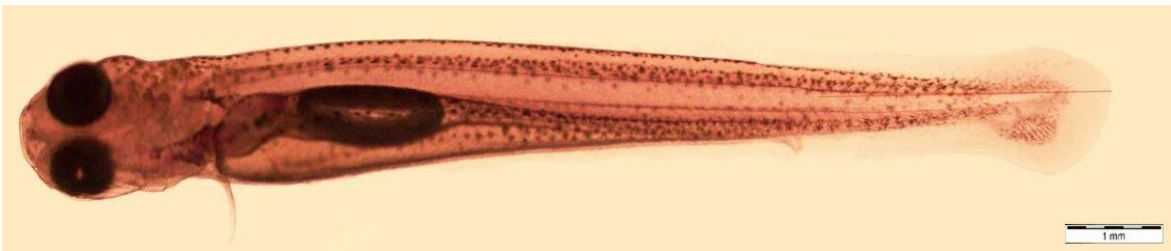
Resim 3.44. 4 günlük prelarva ve besin kesesi.



Resim 3.45. 5 günlük prelarva ve besin kesesi.



Resim 3.46. 6 günlük prelarva. Hava kesesi şişmiş durumda.



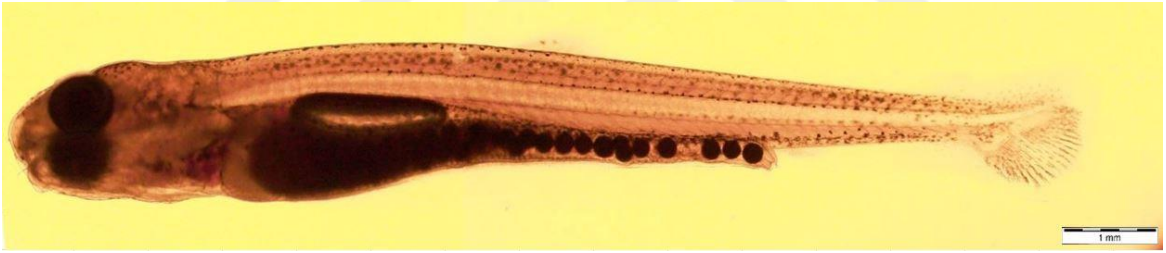
Resim 3.47. 7 günlük prelarva.



Resim 3.48. 8 günlük prelarva. Sindirim tüpünde yemler.



Resim 3.49. 9 günlük postlarva. Besin kesesi bitmiş.



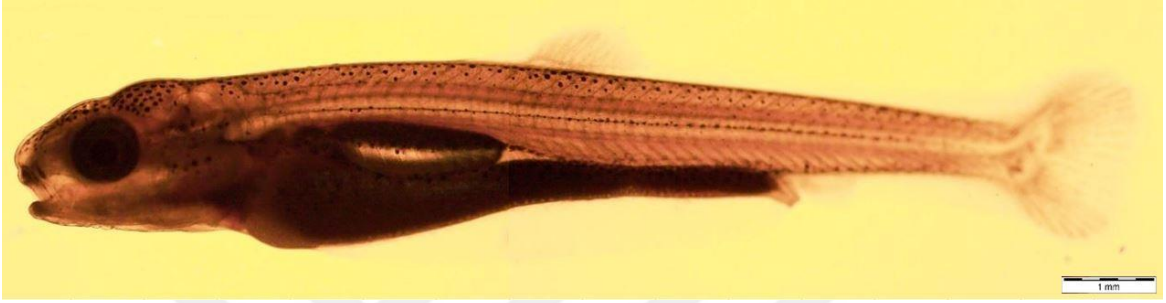
Resim 3.50. 10 günlük postlarva.



Resim 3.51. 11 günlük postlarva.



Resim 3.52. 12 günlük postlarva.



Resim 3.53. 13 günlük postlarva.



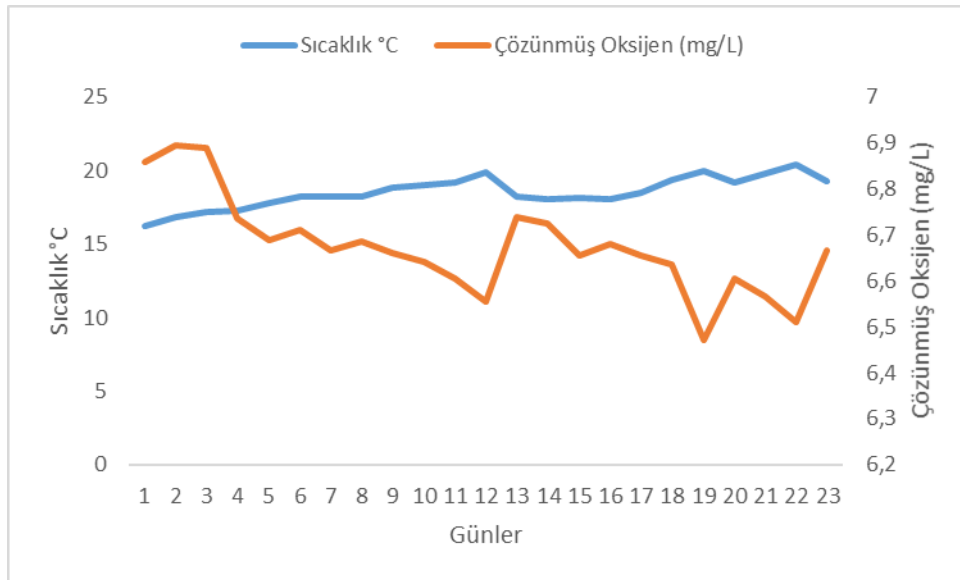
Resim 3.54. 14 günlük postlarva.



Resim 3.55. 15 günlük postlarva.

3.2. Siraz Postlarvalarının Farklı Yemleme Protokollerinde Büyüme ve Yaşama Özellikleri

Siraz postlarvalarının farklı yemleme protokollerinde büyüme ve yaşama özelliklerinin araştırılması amacı ile yapılan 3 tekerrürlü çalışmada kaydedilen su sıcaklığı ortalama $18,51 \pm 0,218$ °C ve çözünmüş O₂ ortalama $6,67 \pm 0,022$ mg/lt olarak kaydedilmiştir (Şekil 3.7). Deneme süresi boyunca O₂ doygunluğu ortalama %69,11 $\pm$ 0,050, pH ortalama $8,14 \pm 0,011$ ve elektriksel iletkenlik ortalama $266,87 \pm 1,382$ µS olarak ölçülmüştür (Tablo 3.6). Ölçülen su parametrelerinde önemli bir dalgalanma olmamıştır.



Şekil 3.7. Deneme süresince ölçülen su sıcaklığı ve çözünmüş oksijen verileri.

Tablo 3.6. Deneme süresince ölçülen suyun fiziksel analiz verileri.

Analizler	Ortalama	Standart Hata	Minimum	Maksimum
Sıcaklık (°C)	18,51	0,218834	16,25	20,4
Çözünmüş Oksijen (mg/lt)	6,67	0,02224	6,47	6,895
Oksijen Doygunluğu (%)	69,11	0,05042	68,73	69,775
pH	8,14	0,01138	8,15	8,25
Elektriksel İletkenlik µS	266,87	1,38285	254	280

Çalışma süresi boyunca suyun fizikokimyasal değerlerinden toplam fosfor ortalama $0,03 \pm 0,005$ mg/lt, toplam azot ortalama $3,14 \pm 0,447$ mg/lt, kimyasal O₂ ihtiyacı ortalama

7,48±0,165 mg/lt, alkalinite ortalama 16,45±0,132 mg/lt ve toplam sertlik ortalama 330,01±10,158 mg/lt olarak ölçülmüştür (Tablo 3.7). Ölçülen fizikokimyasal su parametrelerinde önemli bir dalgalanma olmamıştır.

Tablo 3.7. Deneme süresince suyun ölçülen fizikokimyasal analiz verileri.

Analizler	Ortalama	Standart Hata	Minimum	Maksimum
Toplam Fosfor (mg/lt)	0,03	0,00498397	0,016	0,046
Toplam Azot (mg/lt)	3,14	0,44714	1,95	4,23
KOI (mg/lt)	7,48	0,165457	7,17	8,07
Alkalinite (mg/lt)	16,45	0,132944	16,15	16,9
Toplam Sertlik (mg/lt)	330,01	10,15816	297,7449	347,9133

Çalışmada fizikokimyasal su parametrelerinin anyonlar grubunda florür ortalama 0,101±0,0029 mg/lt, klorür ortalama 13,20±0,768 mg/lt, nitrat ortalama 0,39±0,144 mg/lt ve sülfat ortalama 24,88±0,295 mg/lt olarak ölçülmüştür. Nitrit ve bromür <0,039 mg/lt, fosfat <0,078125 mg/lt olan cihazın okuyabildiği minimum değerlerin altında olduğu için hesaplamaları yapılmamıştır (Tablo 3.8). Çalışmada ölçülen fizikokimyasal su parametrelerinin anyonlar grubunda önemli bir dalgalanma olmamıştır.

Tablo 3.8. Deneme süresince ölçülen fizikokimyasal parametrelerin anyonlar grubu verileri.

Anyonlar	Ortalama	Standart Hata	Minimum	Maksimum
Florür (mg/lt)	0,10132	0,002871	0,0963	0,1125
Klorür (mg/lt)	13,20392	0,768036	11,6583	15,6396
Nitrit (mg/lt)	<0,039	-	-	-
Bromür (mg/lt)	<0,039	-	-	-
Nitrat (mg/lt)	0,39276	0,144329	0,1066	0,8745
Fosfat (mg/lt)	<0,078125	-	-	-
Sülfat (mg/lt)	24,8763	0,294545	24,2221	25,9785

Çalışma süresi boyunca fizikokimyasal su parametrelerinin katyonlar grubunda sodyum ortalama 32,06±2,303 mg/lt, potasyum ortalama 4,03±0,169 mg/lt, magnezyum ortalama 18,52±0,57L mg/lt ve kalsiyum ortalama 101,62±3,150 mg/lt olarak ölçülmüştür. Lityum <0,0625 mg/lt ve Amonyum <0,3125 mg/lt olan cihazın okuyabildiği minimum

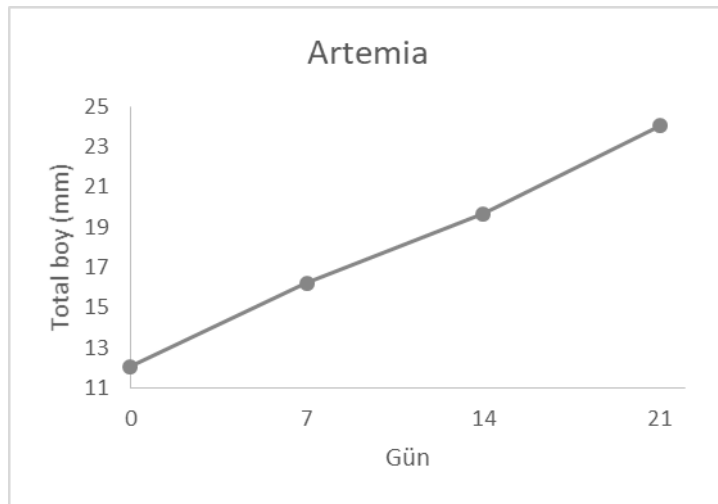
değerlerin altında olduğu için hesaplamaları yapılmamıştır (Tablo 3.9). Çalışma süresi boyunca ölçülen fizikokimyasal su parametrelerinin katyonlar grubunda önemli bir dalgalanma olmamıştır.

Tablo 3.9. Deneme süresince ölçülen fizikokimyasal parametrelerin katyonlar grubu verileri.

Katyonlar	Ortalama	Standart Hata	Minimum	Maksimum
Lityum (mg/lt)	<0,0625	-	-	-
Sodyum (mg/lt)	32,0649	2,303093	25,8827	37,3649
Amonyum (mg/lt)	<0,3125	-	-	-
Potasyum (mg/lt)	4,02756	0,169393	3,484	4,482
Magnezyum (mg/lt)	18,51792	0,571259	16,8127	19,661
Kalsiyum (mg/lt)	101,6245	3,150239	91,5139	107,5241

Siraz postlarvalarının farklı yemleme protokollerinde büyüme ve yaşama özelliklerinin 21 gün boyunca araştırılması amacı ile oluşturulan çalışmada, her gruba ait total boy artışları, mutlak büyüme ve relatif büyüme oranı verileri grafiklerde ve tablolarda verilmiştir.

L1 Grubu (21 gün *Artemia* nauplii)



Şekil 3.8. Deneme süresince L1 grubunun boy artışları grafiği.

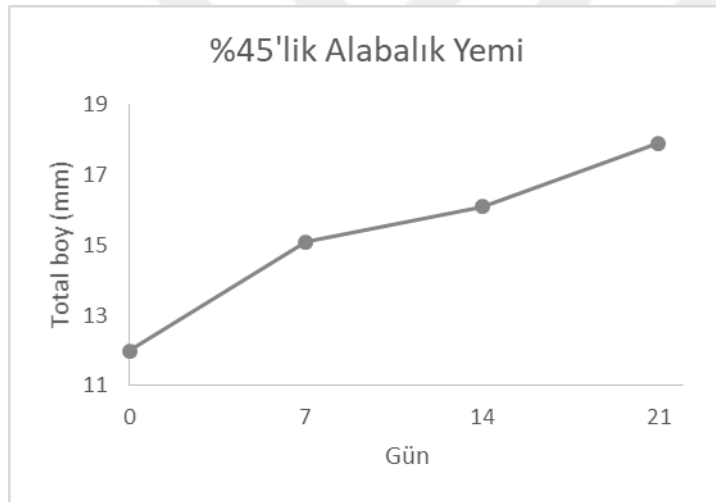
L1 grubunun total boy verileri incelendiğinde 0. günde 12,04 mm, 7. günde 16,20 mm, 14. günde 19,68 mm ve 21. günde 24,04 mm olarak ölçülmüştür (Şekil 3.8).

Tablo 3.10. L1 Grubunun ölçümle elde edilen total boy değerlerinin tüm popülasyona göre mutlak büyüme ve relatif büyüme oranı tablosu.

Ölçülen boy	Ölçümle bulunan	
	Mutlak büyüme (mm)	Relatif büyüme oranları (%)
12,04	4,152	34,470
16,20	3,481	21,492
19,68	4,358	22,150
24,04	11,991	99,557

Siraz postlarvalarının L1 grubunda total boy, mutlak büyüme ve relatif büyüme oranları hesaplanmıştır. Mutlak büyüme artışı 11,991 mm olurken, relatif büyüme oranı %99,557 olarak hesaplanmıştır (Tablo 3.10).

L2 Grubu (Sadece %45'lik alabalık yemi)



Şekil 3.9. Deneme süresince L2 grubunun boy artışları grafiği.

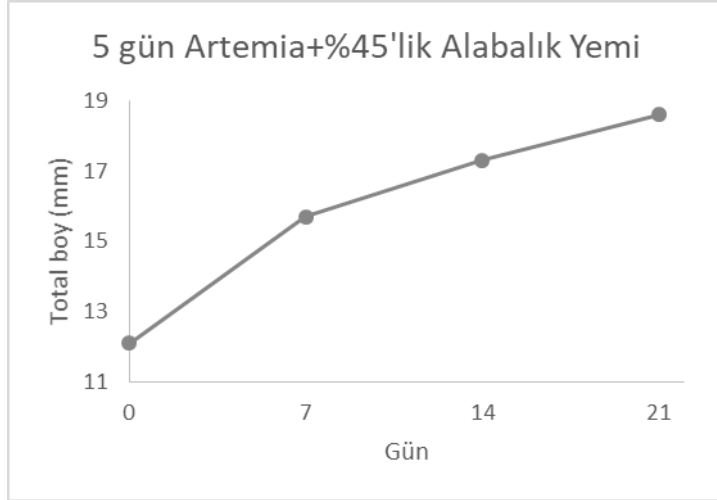
L2 grubunun total boyları 0. günde 11,99 mm, 7. günde 15,10 mm, 14. günde 16,11 mm ve 21. günde 17,90 mm olarak ölçülmüştür (Şekil 3.9).

Tablo 3.11. L2 Grubunun ölçümle elde edilen total boy değerlerinin tüm popülasyona göre mutlak büyüme ve relatif büyüme oranlarının tablosu.

Ölçülen boy	Ölçümle bulunan	
	Mutlak büyüme (mm)	Relatif büyüme oranı (%)
11,99	3,101	25,853
15,10	1,010	6,691
16,11	1,793	11,130
17,90	5,903	49,218

Siraz postlarvalarının L2 grubunda total boy, mutlak büyüme ve relatif büyüme oranları hesaplanmıştır. Mutlak büyüme artışı 5,903 mm olurken, relatif büyüme oranı %49,218 olarak hesaplanmıştır (Tablo 3.11).

L3 Grubu (İlk beş gün *Artemia*, devamında %45'lik alabalık yemi)



Şekil 3.10. Deneme süresince L3 grubunun boy artışları grafiği.

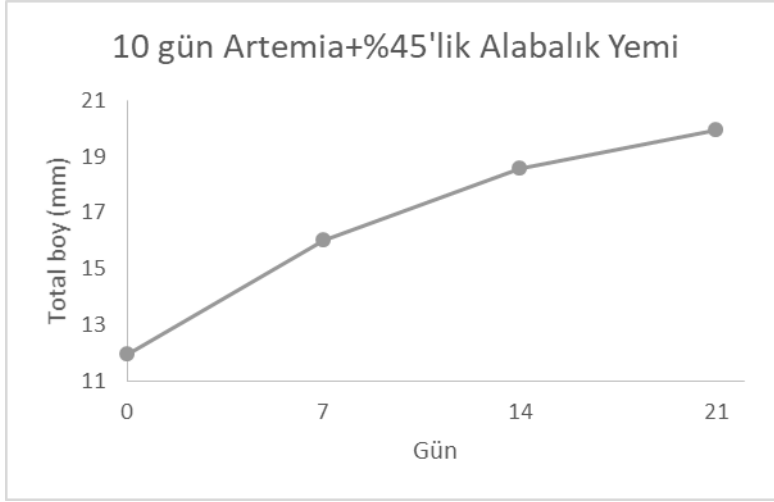
L3 grubunun total boy verileri 0. günde 12,10 mm, 7. günde 15,69 mm, 14. günde 17,31 mm ve 21. günde 18,61 mm olarak ölçülmüştür (Şekil 3.10).

Tablo 3.12. L3 Grubunun ölçümle elde edilen total boy değerlerinin tüm popülasyona göre mutlak büyüme ve relatif büyüme oranlarının tablosu.

Ölçülen boy	Ölçümle bulunan	
	Mutlak büyüme (mm)	Relatif büyüme oranı (%)
12,10	3,593	29,686
15,69	1,616	10,296
17,31	1,297	7,491
18,61	6,505	53,753

Siraz postlarvalarının L3 grubunda total boy, mutlak büyüme ve relatif büyüme oranları hesaplanmıştır. Mutlak büyüme artışı 6,505 mm olurken, relatif büyüme oranı %53,753 olarak hesaplanmıştır (Tablo 3.12).

L4 Grubu (İlk on gün *Artemia*, devamında %45'lik alabalık yemi)



Şekil 3.11. Deneme süresince L4 grubunun boy artışları grafiği.

L4 grubunun total boy verileri 0. günde 11,95 mm, 7. günde 16,03 mm, 14. günde 18,59 mm ve 21. günde 19,95 mm olarak ölçülmüştür (Şekil 3.11).

Tablo 3.13. L4 Grubunun ölçümle elde edilen total boy değerlerinin tüm popülasyona göre mutlak büyüme ve relatif büyüme oranlarının tablosu.

Ölçülen boy	Ölçümle bulunan	
	Mutlak büyüme (mm)	Relatif büyüme oranı (%)
11,95	4,074	34,089
16,03	2,563	15,995
18,59	1,356	7,294
19,95	7,993	66,880

Siraz postlarvalarının L4 grubunda total boy, mutlak büyüme ve relatif büyüme oranları hesaplanmıştır. Mutlak büyüme artışı 7,993 mm olurken, relatif büyüme oranı %66,880 olarak hesaplanmıştır (Tablo 3.13).

L5 Grubu (Sadece %55'lik alabalık yemi)



Şekil 3.12. Deneme süresince L5 grubunun boy artışları grafiği.

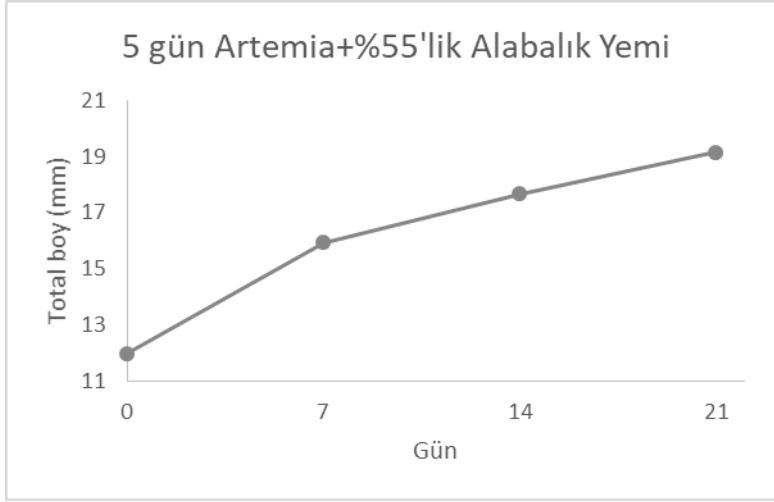
L5 Grubunun total boy verileri 0. günde 11,99 mm, 7. günde 14,64 mm, 14. günde 16,48 mm ve 21. günde 18,29 mm olarak ölçülmüştür (Şekil 3.12).

Tablo 3.14. L5 Grubunun ölçümle elde edilen total boy değerlerinin tüm popülasyona göre mutlak büyüme ve relatif büyüme oranlarının tablosu.

Ölçülen boy	Ölçümle bulunan	
	Mutlak büyüme (mm)	Relatif büyüme oranı (%)
11,99	2,649	22,098
14,64	1,847	12,616
16,48	1,803	10,935
18,29	6,298	52,537

Siraz postlarvalarının L5 grubunda total boy, mutlak büyüme ve relatif büyüme oranları hesaplanmıştır. Mutlak büyüme artışı 6,298 mm olurken, relatif büyüme oranı %52,537 olarak hesaplanmıştır (Tablo 3.14).

L6 Grubu (İlk beş gün *Artemia*, devamında %55'lik alabalık yemi)



Şekil 3.13. Deneme süresince L6 grubunun boy artışları grafiği.

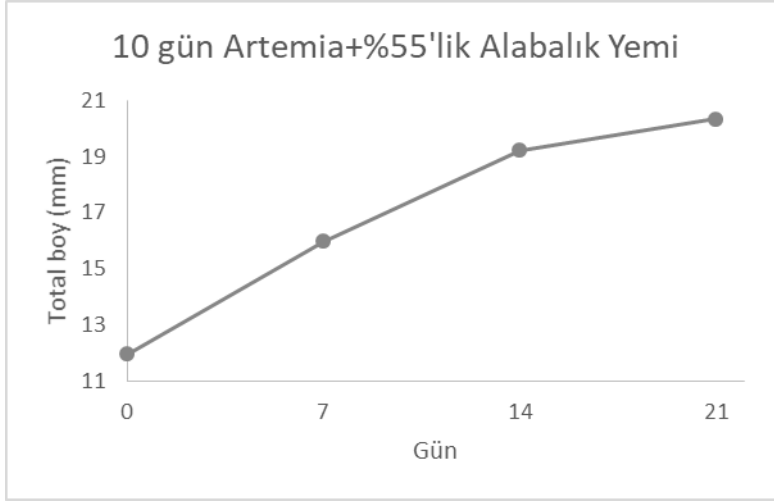
L6 grubunun total boy verileri 0. günde 11,97 mm, 7. günde 15,92 mm, 14. günde 17,68 mm ve 21. günde 19,15 mm olarak ölçülmüştür (Şekil 3.13).

Tablo 3.15. L6 Grubunun ölçümle elde edilen total boy değerlerinin tüm popülasyona göre mutlak büyüme ve relatif büyüme oranlarının tablosu.

Ölçülen boy	Ölçümle bulunan	
	Mutlak büyüme (mm)	Relatif büyüme oranı (%)
11,97	3,952	33,004
15,92	1,752	11,000
17,68	1,472	8,326
19,15	7,175	59,927

Siraz postlarvalarının L6 grubunda total boy, mutlak büyüme ve relatif büyüme oranları hesaplanmıştır. Mutlak büyüme artışı 7,175 mm olurken, relatif büyüme oranı %59,927 olarak hesaplanmıştır (Tablo 3.15).

L7 Grubu (İlk on gün *Artemia*, devamında %55'lik alabalık yemi)



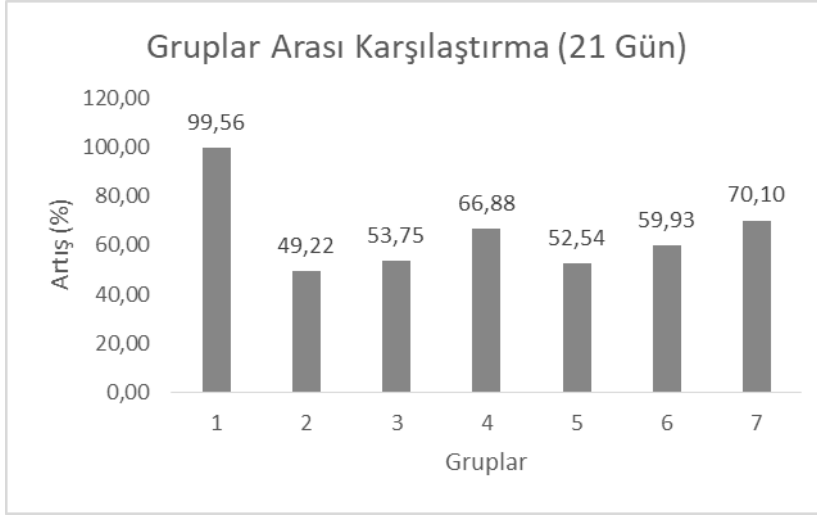
Şekil 3.14. Deneme süresince L7 grubunun boy artışları grafiği.

L7 Grubunun total boy verileri 0. günde 11,96 mm, 7. günde 15,97 mm, 14. günde 19,21 mm ve 21. günde 20,35 mm olarak ölçülmüştür (Şekil 3.14).

Tablo 3.16. L7 Grubunun ölçümle elde edilen total boy değerlerinin tüm popülasyona göre mutlak büyüme ve relatif büyüme oranlarının tablosu.

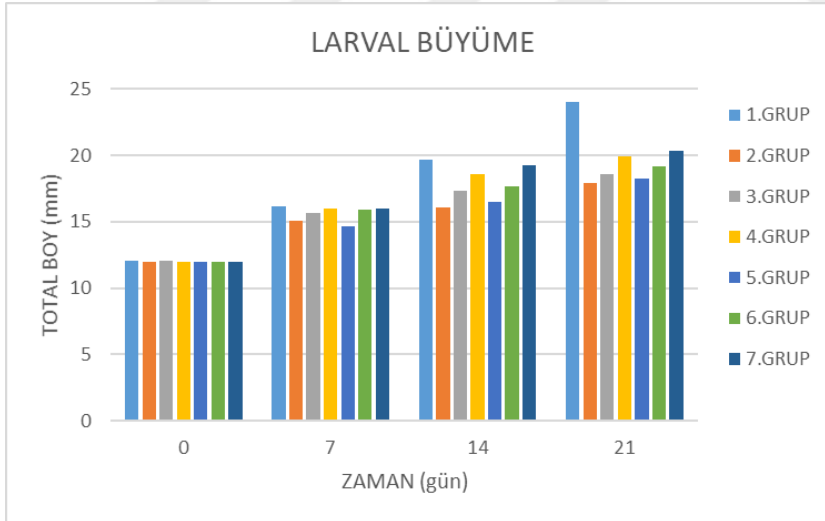
Ölçülen boy	Ölçümle bulunan	
	Mutlak büyüme (mm)	Relatif büyüme oranı (%)
11,96	4,004	33,470
15,97	3,246	20,328
19,21	1,137	5,916
20,35	8,387	70,103

Siraz postlarvalarının L7 grubunda total boy, mutlak büyüme ve relatif büyüme oranları hesaplanmıştır. Mutlak büyüme artışı 8,387 mm olurken, relatif büyüme oranı %70,103 olarak hesaplanmıştır (Tablo 3.16).



Şekil 3.15. Deneme süresince tüm grupların % olarak toplam boy artışları grafiği.

Deneme süresi sonunda gruplar arası karşılaştırma yapıldığında, total boy bakımından relatif büyümede en yüksek artış %99,56 L1 grubunda (Sadece *Artemia* nauplii ile beslenen) gerçekleşirken, en az artış %49,22 ile L2 grubunda (sadece %45 HP'lik alabalık yemi ile beslenen) görülmüştür ($p<0,05$) (Şekil 3.15) (Tablo 3.17).



Şekil 3.16. Deneme süresince tüm grupların mm olarak 21 gün boyunca gerçekleşen boy artışları grafiği.

21 gün süren çalışmada total boy bakımından en yüksek değerler sadece *Artemia* nauplii ile beslenen L1 grubunda gerçekleşirken, en düşük değerler sadece %45 HP'lik alabalık yemi ile beslenen L2 grubunda kaydedilmiştir (Şekil 3.16) (Tablo 3.17).

Tablo 3.17. Farklı yemleme programları ile 21 gün boyunca beslenen 7 farklı grup siraz postlarvalarından elde edilen büyüme parametreleri ve mortaliteler (Ort. $\pm$ s.h.).

DENEME GRUPLARI	0.GÜN TOTAL BOY (mm)	21.GÜN TOTAL BOY (mm)	21.GÜN CANLI AĞIRLIK (gr)	21.GÜN BİYOMAS (gr)	MUTLAK BÜYÜME (mm)	RELATİF BÜYÜME ORANI (%)	SPESİFİK BÜYÜME ORANI (%)	MORTALİTE (%)
L1	12,05 $\pm$ 0,065	24,04 $\pm$ 0,27 ^e	0,122 $\pm$ 0,0031 ^d	35,97 $\pm$ 0,32 ^e	11,99 $\pm$ 0,03 ^g	99,56 $\pm$ 0,25 ^g	3,29 $\pm$ 0,006 ^g	2,42 $\pm$ 0,40 ^b
L2	11,99 $\pm$ 0,132	17,89 $\pm$ 0,16 ^a	0,048 $\pm$ 0,0046 ^a	14,22 $\pm$ 0,04 ^b	5,90 $\pm$ 0,03 ^a	49,22 $\pm$ 0,23 ^a	1,91 $\pm$ 0,007 ^a	1,97 $\pm$ 0,15 ^b
L3	12,10 $\pm$ 0,115	18,58 $\pm$ 0,12 ^b	0,047 $\pm$ 0,0019 ^a	13,79 $\pm$ 0,08 ^b	6,51 $\pm$ 0,04 ^c	53,75 $\pm$ 0,35 ^c	2,05 $\pm$ 0,011 ^c	2,27 $\pm$ 0,26 ^b
L4	11,95 $\pm$ 0,095	19,95 $\pm$ 0,15 ^d	0,058 $\pm$ 0,0018 ^b	17,08 $\pm$ 0,12 ^c	7,99 $\pm$ 0,07 ^e	66,88 $\pm$ 0,57 ^e	2,44 $\pm$ 0,016 ^e	1,81 $\pm$ 0,26 ^b
L5	11,99 $\pm$ 0,157	18,29 $\pm$ 0,14 ^{a b}	0,041 $\pm$ 0,0019 ^a	11,86 $\pm$ 0,09 ^a	6,29 $\pm$ 0,01 ^b	52,54 $\pm$ 0,07 ^b	2,01 $\pm$ 0,002 ^b	3,64 $\pm$ 0,26 ^a
L6	11,97 $\pm$ 0,080	19,15 $\pm$ 0,13 ^c	0,057 $\pm$ 0,0019 ^b	16,73 $\pm$ 0,22 ^c	7,17 $\pm$ 0,05 ^d	59,92 $\pm$ 0,38 ^d	2,24 $\pm$ 0,011 ^d	2,42 $\pm$ 0,15 ^b
L7	11,96 $\pm$ 0,194	20,35 $\pm$ 0,14 ^d	0,066 $\pm$ 0,0022 ^c	19,58 $\pm$ 0,50 ^d	8,39 $\pm$ 0,04 ^f	70,11 $\pm$ 0,29 ^f	2,53 $\pm$ 0,008 ^f	2,27 $\pm$ 0,26 ^b

*Aynı sütun içinde farklı harflere sahip değerler arasında istatistiksel farklılıklar önemlidir (p<0,05).

Siraz postlarvalarının farklı yemleme protokollerinde büyüme ve yaşama özelliklerinin araştırılması amacıyla yapılan çalışmada, 21 gün sonunda en yüksek total boy ortalama $24,04 \pm 0,27$ mm ile L1 grubunda, en düşük total boy ortalama $17,89 \pm 0,16$ mm ile L2 grubunda kaydedilmiştir (Tablo 3.17). Gruplar arasında istatistiksel olarak farklılıklar bulunmuştur ($p<0,05$).

En yüksek canlı ağırlık ortalama $0,122 \pm 0,0031$ gr ile L1 grubunda, en düşük canlı ağırlık ortalama $0,041 \pm 0,0019$ gr ile L5 grubunda tespit edilmiştir (Tablo 3.17). Gruplar arasında istatistiksel olarak farklılıklar önemlidir ($p<0,05$).

Tüm gruplar içinde en yüksek biyomas ortalama $35,97 \pm 0,32$ gr ile L1 grubunda, en düşük biyomas ortalama $11,86 \pm 0,09$ gr ile L5 grubunda kaydedilmiştir (Tablo 3.17). Gruplar arasında istatistiksel farklılıklar önemli bulunmuştur ($p<0,05$).

Gruplarda en fazla mutlak büyüme ortalama $11,99 \pm 0,03$ mm ile L1 grubunda, en az mutlak büyüme ortalama $5,90 \pm 0,03$ mm ile L2 grubunda hesaplanmıştır (Tablo 3.17). Gruplar arası farklılıklar istatistiksel olarak önemlidir ($p<0,05$).

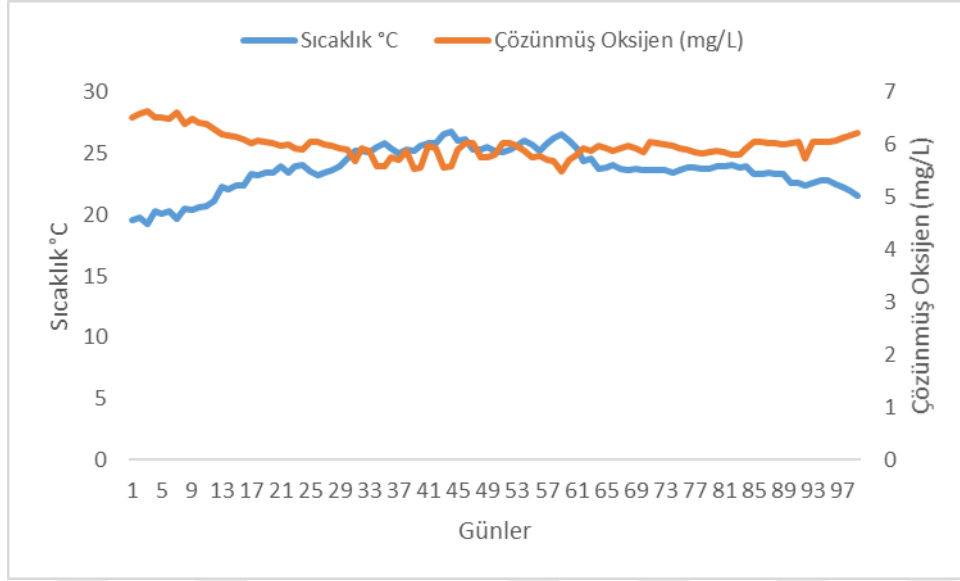
En yüksek relatif büyüme oranı ortalama $\%99,56 \pm 0,25$ ile L1 grubunda, en düşük relatif büyüme oranı ise ortalama $\%49,22 \pm 0,23$ ile L2 grubunda bulunmuştur (Tablo 3.17). Gruplar arasında yapılan istatistiksel analizler neticesinde önemli farklılıklar bulunmuştur ($p<0,05$).

En yüksek spesifik büyüme oranı ortalama $\%3,29 \pm 0,006$ ile L1 grubunda, en düşük spesifik büyüme oranı ise ortalama $\%1,91 \pm 0,007$ ile L2 grubunda tespit edilmiştir (Tablo 3.17). Gruplar arasında istatistiksel olarak farklılıklar önemlidir ($p<0,05$).

En yüksek mortalite ortalama $\%3,64 \pm 0,26$ ile L5 grubunda, en düşük mortalite ise ortalama $\%1,81 \pm 0,26$ ile L4 grubunda kaydedilmiştir (Tablo 3.17). Gruplar arasında istatistiksel olarak farklılıklar önemli bulunmuştur ($p<0,05$).

3.3. Yavru Siraz Balıkların Farklı Stok Yoğunluklarında Büyüme ve Yaşama Özellikleri

Yavru siraz balıkların farklı stok yoğunluklarında büyüme ve yaşama özelliklerinin araştırılması amacıyla oluşturulan çalışmada, su sıcaklığı ortalama $23,69 \pm 0,178$ °C olarak kaydedilmiştir. (Şekil 3.17). Deneme süresi boyunca çözünmüş O₂ ortalama $5,98 \pm 0,024$ mg/lt, O₂ doygunluğu ortalama $\%65,47 \pm 0,130$, pH ortalama $7,66 \pm 0,013$ ve elektriksel iletkenlik ortalama $294,48 \pm 1,196$ µS olarak tespit edilmiştir. (Tablo 3.18). Araştırma süresince ölçülen su parametrelerinde önemli bir dalgalanma olmamıştır.



Şekil 3.17. Deneme süresince ölçülen su sıcaklığı ve çözünmüş oksijen verileri.

Tablo 3.18. Deneme süresince ölçülen suyun fiziksel analiz verileri.

Analizler	Ortalama	Standart Hata	Minimum	Maksimum
Sıcaklık (°C)	23,69	0,178269	19,2	26,725
Çözünmüş Oksijen (mg/Lt)	5,98	0,02438	5,5	6,635
Oksijen Doygunluğu (%)	65,47	0,1308	63,875	69,07
pH	7,66	0,01317	7,395	8,045
Elektriksel İletkenlik (µS)	294,48	1,1963	261	315

Suyun fizikokimyasal değerlerinden toplam fosfor ortalama $0,09 \pm 0,020$ mg/Lt, toplam azot ortalama $3,53 \pm 0,218$ mg/Lt, kimyasal O_2 ihtiyacı ortalama $8,21 \pm 0,338$ mg/Lt, alkalinite ortalama $15,67 \pm 0,246$ mg/Lt ve toplam sertlik ortalama $294,81 \pm 2,513$ mg/Lt olarak ölçülmüştür (Tablo 3.19). Araştırma süresince fizikokimyasal su parametrelerinde önemli bir dalgalanma olmamıştır.

Tablo 3.19. Deneme süresince ölçülen fizikokimyasal analiz verileri.

Analizler	Ortalama	Standart Hata	Minimum	Maksimum
Toplam Fosfor (mg/Lt)	0,09	0,02081567	0,027	0,334
Toplam Azot (mg/Lt)	3,53	0,218122	2,06	5,36
KOI (mg/Lt)	8,21	0,338612	6,13	10,7
Alkalinite (mg/Lt)	15,67	0,246494	14,11	17,22
Toplam Sertlik (mg/Lt)	294,81	2,513289	281,9437	320,9491

Fizikokimyasal su parametrelerinin anyonlar grubunda florür ortalama $0,084 \pm 0,0087$ mg/lt, klorür ortalama $13,41 \pm 0,295$ mg/lt, sülfat ortalama $27,04 \pm 0,258$ mg/lt ve nitrat ortalama $0,59 \pm 0,069$ mg/lt olarak ölçülmüştür. Nitrit ve bromür $<0,039$ mg/lt ve fosfat $<0,078125$ mg/lt olan cihazın okuyabildiği minimum değerlerin altında olduğu için hesaplamaları yapılmamıştır (Tablo 3.20). Çalışma süresince fizikokimyasal su parametrelerinin anyonlar grubunda önemli bir dalgalanma olmamıştır.

Tablo 3.20. Deneme süresince ölçülen fizikokimyasal parametrelerin anyonlar grubu verileri.

Anyonlar	Ortalama	Standart Hata	Minimum	Maksimum
Florür (mg/lt)	0,084307	0,008757	0,0356	0,1398
Klorür (mg/lt)	13,416	0,295648	11,8857	16,6546
Nitrit (mg/lt)	$<0,039$	-	-	-
Bromür (mg/lt)	$<0,039$	-	-	-
Nitrat (mg/lt)	0,591107	0,069148	0,1034	0,8844
Fosfat (mg/lt)	$<0,078125$	-	-	-
Sülfat (mg/lt)	27,04601	0,25885	24,8202	28,6948

Fizikokimyasal su parametrelerinin katyonlar grubunda sodyum ortalama $29,61 \pm 0,589$ mg/lt, amonyum ortalama $0,63 \pm 0,064$ mg/lt, potasyum ortalama $4,86 \pm 0,285$ mg/lt, magnezyum ortalama $18,95 \pm 0,279$ mg/lt ve kalsiyum ortalama $86,80 \pm 0,921$ mg/lt olarak ölçülmüştür. Lityum, cihazın okuyabildiği minimum değer olan $<0,0625$ mg/lt'nin altında olduğu için hesaplamaları yapılmamıştır (Tablo 3.21). Çalışma boyunca ölçülen fizikokimyasal su parametrelerinin katyonlar grubunda önemli bir dalgalanma olmamıştır.

Tablo 3.21. Deneme süresince ölçülen fizikokimyasal parametrelerin katyonlar grubu verileri.

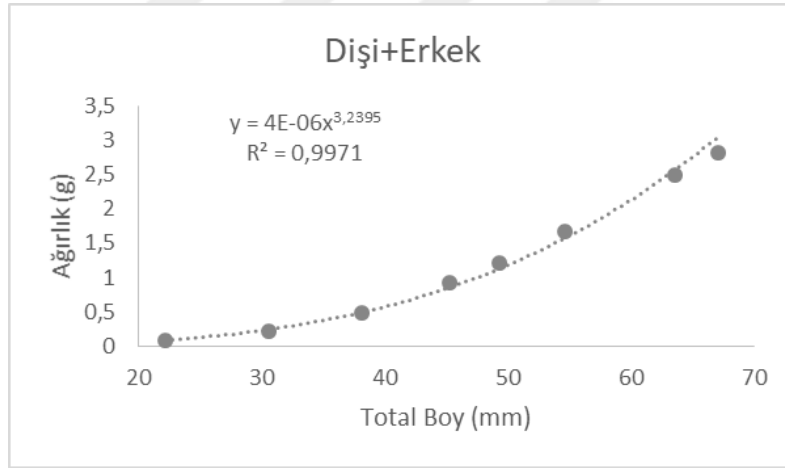
Katyonlar	Ortalama	Standart Hata	Minimum	Maksimum
Lityum (mg/lt)	$<0,0625$	-	-	-
Sodyum (mg/lt)	29,61657	0,589703	25,8827	33,5334
Amonyum (mg/lt)	0,63346	0,064563	0,3314	0,9748
Potasyum (mg/lt)	4,86576	0,285756	3,484	6,941
Magnezyum (mg/lt)	18,95284	0,279723	16,8127	20,2665
Kalsiyum (mg/lt)	86,80893	0,921984	82,5491	94,9192

S1 Grubu

Tablo 3.22. Deneme süresince S1 grubunun boy, ağırlık ve kondisyon faktörleri tablosu.

Tarih	TB (mm)	Ağırlık (gr)	KF
9.06.2021	22,86	0,099	0,7954
23.06.2021	30,648	0,21994	0,7640
7.07.2021	38,19	0,47861	0,8593
21.07.2021	45,339	0,93109	0,9990
4.08.2021	49,326	1,20304	1,0024
18.08.2021	54,666	1,66385	1,0185
1.09.2021	63,554	2,5009	0,9742
15.09.2021	67,072	2,81914	0,9345

S1 grubunda başlangıç total boyu 22,86 mm olarak ölçülürken, çalışma sonunda 67,072 mm olarak ölçülmüştür. Başlangıç canlı ağırlığı 0,099 gr olarak, final ağırlığı ise 2,81914 gr olarak kaydedilmiştir. Kondisyon faktörü deneme başında 0,7954 iken, çalışma sonunda 0,9345 olarak hesaplanmıştır (Tablo 3.22).



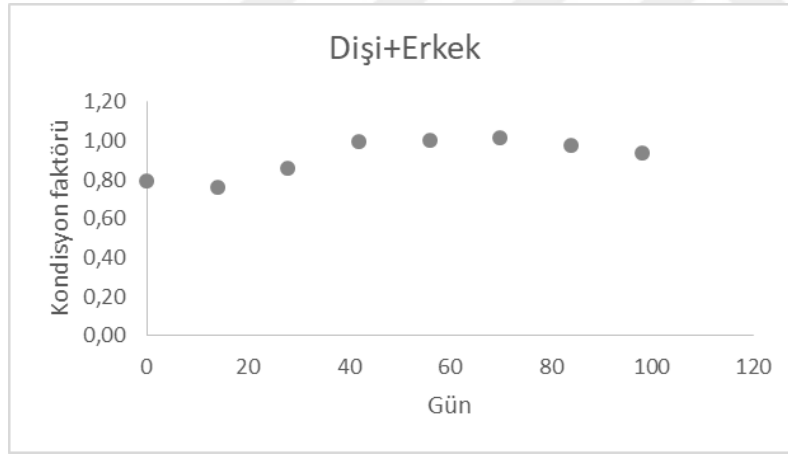
Şekil 3.18. Deneme süresince S1 grubunun boy ve ağırlık artışları grafiği.

S1 grubunun boy ve ağırlık artışları grafiğine göre, R^2 değeri 0,9971 olarak hesaplanmış olup boy-ağırlık arasındaki ilişki kuvvetli düzeydedir. Ayrıca, b değeri 3,2395 ile pozitif allometrik (+A) olarak tespit edilmiştir (Şekil 3.18).

Tablo 3.23. S1 Grubunun ölçümle elde edilen total boy ve ağırlık değerlerinin tüm popülasyona göre mutlak büyüme ve relatif büyüme oranları.

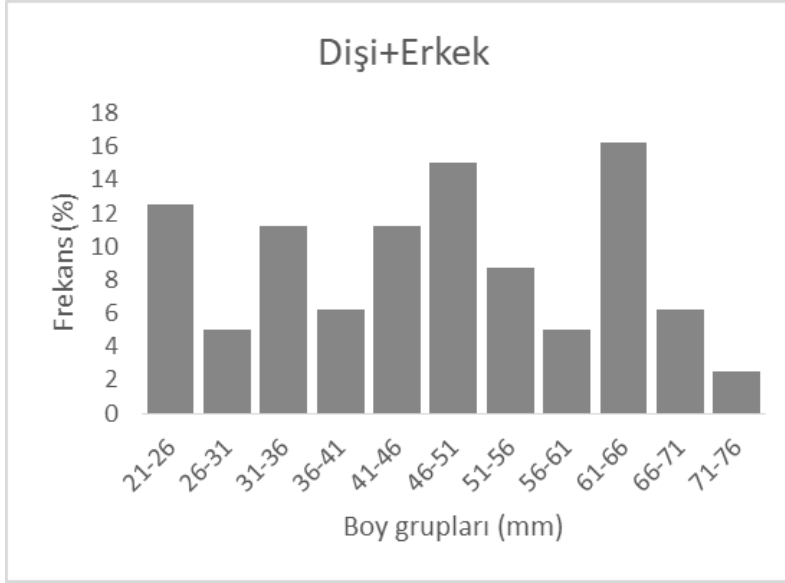
E+D						
Tarih	Ölçülen boy	Ölçülen ağırlık	Ölçümle bulunan			
			Mutlak büyüme (mm)	Relatif büyüme oranı (%)	Mutlak büyüme (gr)	Relatif büyüme oranı (%)
9.06.2021	22,86	0,099	8,497	38,359	0,133	154,413
23.06.2021	30,65	0,22	7,542	24,608	0,259	117,609
7.07.2021	38,19	0,48	7,149	18,720	0,452	94,540
21.07.2021	45,34	0,93	3,987	8,794	0,272	29,208
4.08.2021	49,33	1,20	5,340	10,826	0,461	38,304
18.08.2021	54,67	1,66	8,888	16,259	0,837	50,308
1.09.2021	63,55	2,50	3,518	5,535	0,319	12,745
15.09.2021	67,07	2,82	44,921	202,794	2,72	2751,48

S1 grubunda total boy bakımından mutlak büyüme artışı 44,921 mm olurken, relatif büyüme oranı %202,794 olarak gerçekleşmiştir. Canlı ağırlık bakımından mutlak büyüme artışı 2,72 gr olarak, relatif büyüme oranı %2751,48 olarak hesaplanmıştır (Tablo 3.23).



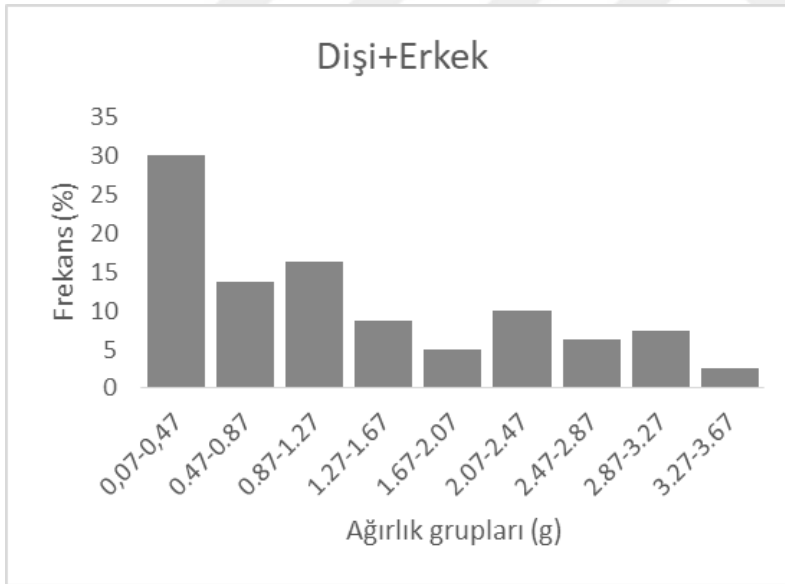
Şekil 3.19. S1 Grubunun çalışma süresince hesaplanan ortalama kondisyon faktörleri grafiği.

S1 grubunda ortalama kondisyon faktörleri deneme başında $0,792003 \pm 0,032$ (min 0,744054 - max 0,836790) iken, çalışma sonunda ortalama $0,927166 \pm 0,060$ (min 0,834477 - max 1,031384) olarak hesaplanmıştır (Şekil 3.19).



Şekil 3.20. S1 Grubunun boy frekans dağılımları

S1 grubunda boy frekans dağılımlarında en fazla bireyin 61-66 mm total boy grubunda, en az bireyin ise 71-76 mm total boy grubunda olduğu belirlenmiştir (Şekil 3.20).



Şekil 3.21. S1 Grubunun ağırlık frekans dağılımları

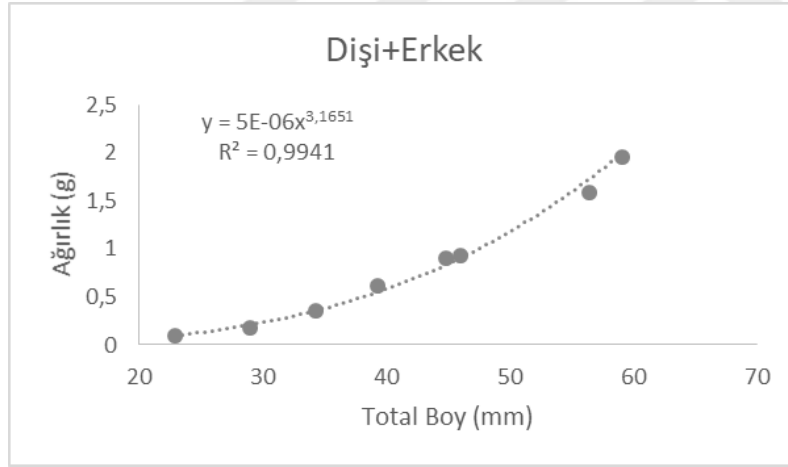
S1 grubunda ağırlık frekans dağılımlarında en fazla bireyin 0,07-0,47 gr canlı ağırlık grubunda, en az bireyin ise 3,27-3,67 gr canlı ağırlık grubunda olduğu tespit edilmiştir (Şekil 3.21).

S2 Grubu

Tablo 3.24. Deneme süresince S2 grubunun boy, ağırlık ve kondisyon faktörleri tablosu

Günler	TB (mm)	Ağırlık (gr)	KF
0	22,881	0,10311	0,8564
14	28,994	0,18454	0,7571
28	34,342	0,35534	0,8773
42	39,309	0,61682	1,0155
56	44,878	0,89772	0,9932
70	45,967	0,93305	0,9607
84	56,393	1,59139	0,8874
98	59,05	1,95595	0,9499

S2 grubunda başlangıç total boyu 22,881 mm olarak ölçülürken, çalışma sonunda 59,05 mm olarak ölçülmüştür. Başlangıç canlı ağırlığı 0,10311 gr olarak, final ağırlığı ise 1,95595 gr olarak kaydedilmiştir. Kondisyon faktörü deneme başında 0,8564 iken, çalışma sonunda 0,9499 olarak hesaplanmıştır (Tablo 3.24).



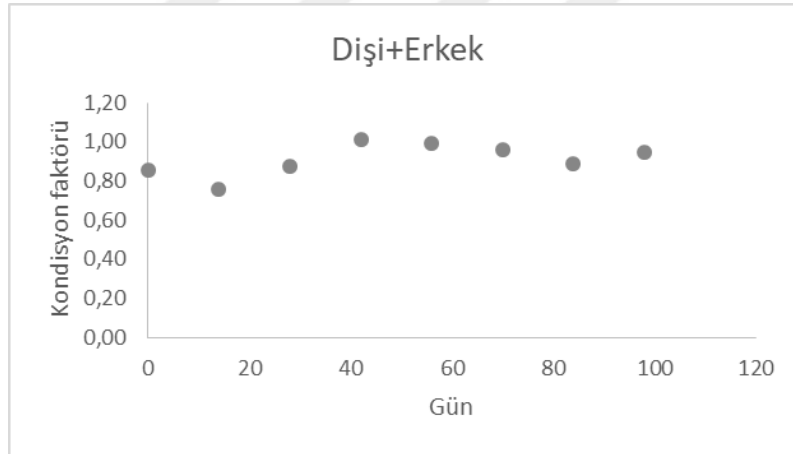
Şekil 3.22. Deneme süresince S2 grubunun boy ve ağırlık artışları grafiği.

S2 grubunun boy ve ağırlık artışları grafiğine göre, R^2 değeri 0,9941 olarak hesaplanmış olup boy-ağırlık arasındaki ilişki kuvvetli düzeydedir. Ayrıca, b değeri 3,1651 ile pozitif allometrik (+A) olarak tespit edilmiştir (Şekil 3.22).

Tablo 3.25. S2 Grubunun ölçümle elde edilen total boy ve ağırlık değerlerinin tüm popülasyona göre mutlak büyüme ve relatif büyüme oranları.

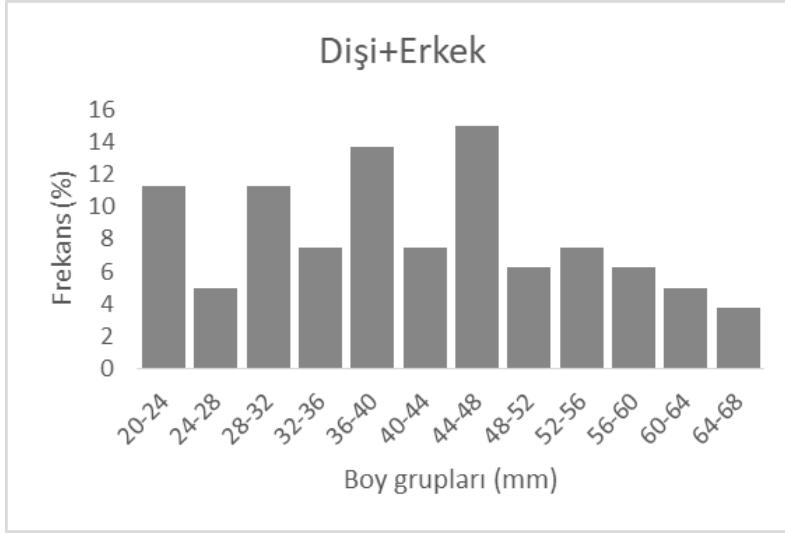
E+D						
Tarih	Ölçülen boy	Ölçülen ağırlık	Ölçümle bulunan			
			Mutlak büyüme artışı (mm)	Relatif büyüme oranı (%)	Mutlak büyüme artışı (gr)	Relatif büyüme oranı (%)
9.06.2021	22,881	0,10311	6,119	26,750	0,082	80,021
23.06.2021	28,994	0,18454	5,348	18,445	0,171	92,554
7.07.2021	34,342	0,35534	4,967	14,463	0,261	73,586
21.07.2021	39,309	0,61682	5,569	14,167	0,281	45,540
4.08.2021	44,878	0,89772	1,089	2,427	0,035	3,936
18.08.2021	45,967	0,93305	10,426	22,681	0,658	70,558
1.09.2021	56,393	1,59139	2,657	4,712	0,365	22,908
15.09.2021	59,05	1,95595	36,175	158,142	1,853	1799,18

S2 grubunda total boy bakımından mutlak büyüme artışı 36,175 mm olurken, relatif büyüme oranı %158,142 olarak gerçekleşmiştir. Canlı ağırlık bakımından mutlak büyüme artışı 1,853 gr olarak, relatif büyüme oranı %1799,18 olarak hesaplanmıştır (Tablo 3.25).



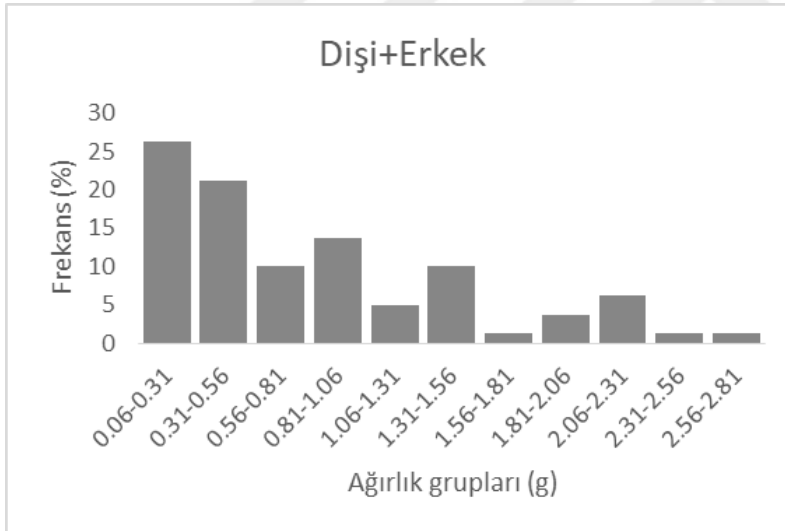
Şekil 3.23. S2 Grubunun çalışma süresince hesaplanan ortalama kondisyon faktörleri grafiği

S2 grubunda ortalama kondisyon faktörleri deneme başında $0,848692 \pm 0,091$ (min 0,725305 - max 1,016163) iken, çalışma sonunda ortalama $0,929168 \pm 0,033$ (min 0,885371 - max 0,986849) olarak hesaplanmıştır (Şekil 3.23).



Şekil 3.24. S2 Grubunun boy frekans dağılımları

S2 grubunda boy frekans dağılımlarında en fazla bireyin 44-48 mm total boy grubunda, en az bireyin ise 64-68 mm total boy grubunda olduğu belirlenmiştir (Şekil 3.24).



Şekil 3.25. S2 Grubunun ağırlık frekans dağılımları

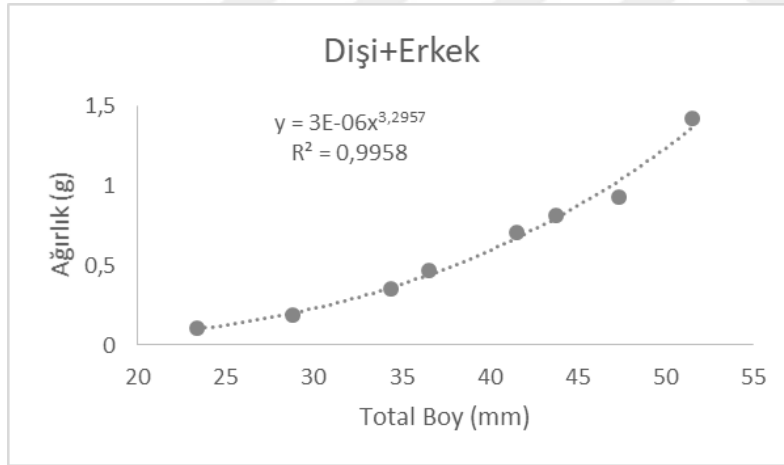
S2 grubunda ağırlık frekans dağılımlarında en fazla bireyin 0,06-0,31 gr canlı ağırlık grubunda, en az bireyin ise 2,56-2,81 gr canlı ağırlık grubunda olduğu tespit edilmiştir (Şekil 3.25).

S3 Grubu

Tablo 3.26. Deneme süresince S3 grubunun boy, ağırlık ve kondisyon faktörleri tablosu

Günler	TB (mm)	Ağırlık (gr)	KF
0	23,422	0,10413	0,8079
14	28,814	0,18877	0,7891
28	34,376	0,35346	0,8701
42	36,58	0,46584	0,9517
56	41,57	0,70419	0,9803
70	43,799	0,81068	0,9648
84	47,357	0,93013	0,8758
98	51,559	1,41756	1,0343

S3 grubunda başlangıç total boyu 23,422 mm olarak ölçülürken, çalışma sonunda 51,559 mm olarak ölçülmüştür. Başlangıç canlı ağırlığı 0,10413 gr olarak, final ağırlığı ise 1,41756 gr olarak kaydedilmiştir. Kondisyon faktörü deneme başında 0,8079 iken, çalışma sonunda 1,0343 olarak hesaplanmıştır (Tablo 3.26).



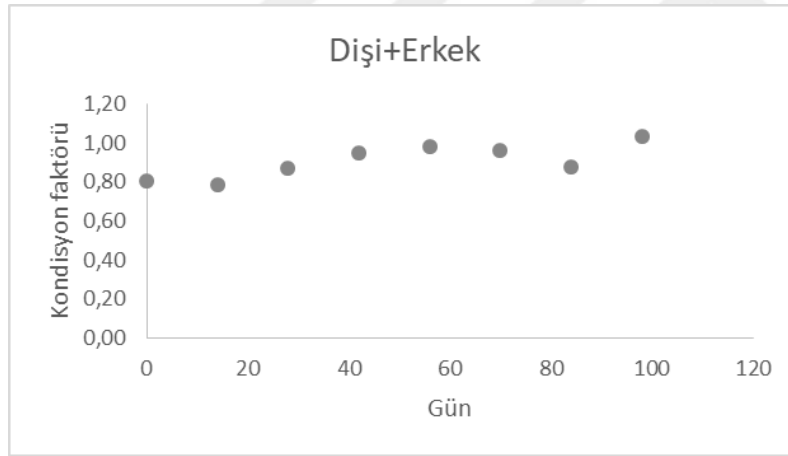
Şekil 3.26. Deneme süresince S3 grubunun boy ve ağırlık artışları grafiği.

S3 grubunun boy ve ağırlık artışları grafiğine göre, R^2 değeri 0,9958 olarak hesaplanmış olup boy-ağırlık arasındaki ilişki kuvvetli düzeydedir. Ayrıca, b değeri 3,2957 ile pozitif allometrik (+A) olarak tespit edilmiştir (Şekil 3.26).

Tablo 3.27. S3 Grubunun ölçümle elde edilen total boy ve ağırlık değerlerinin tüm popülasyona göre mutlak büyüme ve relatif büyüme oranları.

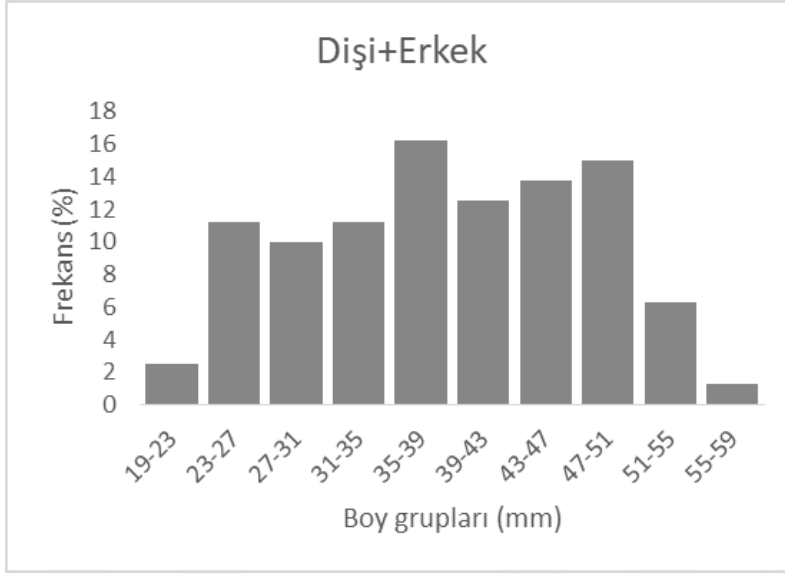
E+D						
Tarih	Ölçülen boy	Ölçülen ağırlık	Ölçümle bulunan			
			Mutlak büyüme artışı (mm)	Relatif büyüme oranı (%)	Mutlak büyüme artışı (gr)	Relatif büyüme oranı (%)
9.06.2021	23,422	0,10413	5,392	23,021	0,085	81,842
23.06.2021	28,814	0,18877	5,562	19,303	0,165	87,244
7.07.2021	34,376	0,35346	2,204	6,411	0,112	31,794
21.07.2021	36,58	0,46584	4,990	13,641	0,238	51,166
4.08.2021	41,57	0,70419	2,229	5,362	0,106	15,122
18.08.2021	43,799	0,81068	3,558	8,123	0,119	14,735
1.09.2021	47,357	0,93013	4,202	8,873	0,487	52,405
15.09.2021	51,559	1,41756	28,137	120,131	1,314	1263,433

S3 grubunda total boy bakımından mutlak büyüme artışı 28,137 mm olurken, relatif büyüme oranı %120,131 olarak gerçekleşmiştir. Canlı ağırlık bakımından mutlak büyüme artışı 1,314 gr olarak, relatif büyüme oranı %1263,433 olarak hesaplanmıştır (Tablo 3.27).



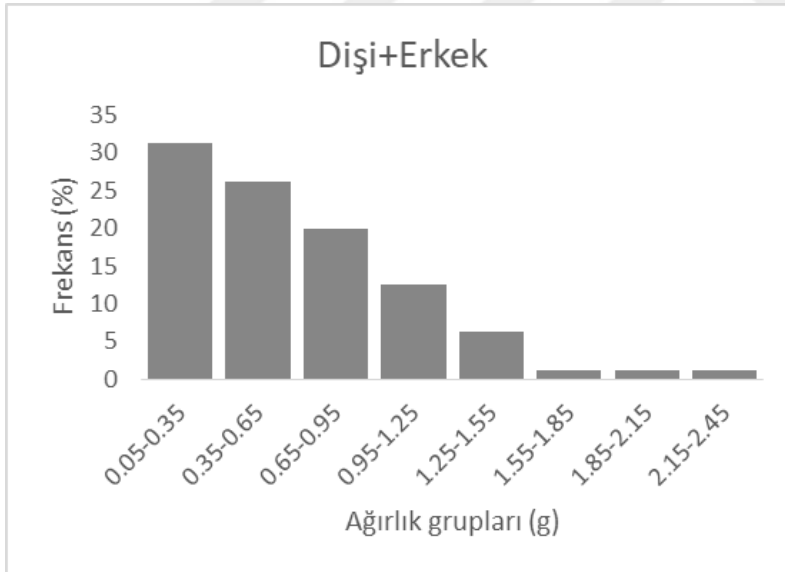
Şekil 3.27. S3 Grubunun çalışma süresince hesaplanan ortalama kondisyon faktörleri grafiği

S3 grubunda ortalama kondisyon faktörleri deneme başında $0,796668 \pm 0,047$ (min 0,712355 - max 0,882466) iken, çalışma sonunda ortalama $1,019218 \pm 0,251$ (min 0,851002 - max 1,691615) olarak hesaplanmıştır (Şekil 3.27).



Şekil 3.28. S3 Grubunun boy frekans dağılımları

S3 grubunda boy frekans dağılımlarında en fazla bireyin 35-39 mm total boy grubunda, en az bireyin ise 55-59 mm total boy grubunda olduğu belirlenmiştir (Şekil 3.28).



Şekil 3.29. S3 Grubunun ağırlık frekans dağılımları

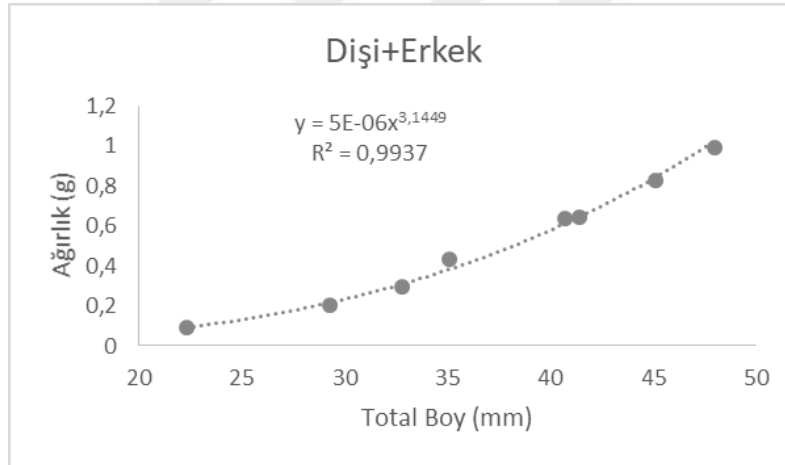
S3 grubunda ağırlık frekans dağılımlarında en fazla bireyin 0,05-0,35 gr canlı ağırlık grubunda, en az bireyin ise 2,15-2,45 gr canlı ağırlık grubunda olduğu tespit edilmiştir (Şekil 3.29).

S4 Grubu

Tablo 3.28. Deneme süresince S4 grubunun boy, ağırlık ve kondisyon faktörleri tablosu

Günler	TB (mm)	Ağırlık (gr)	KF
0	22,743	0,10021	0,8418
14	29,253	0,20033	0,8003
28	32,794	0,29506	0,8366
42	35,081	0,43498	1,0075
56	40,709	0,63552	0,9420
70	41,387	0,644945	0,9098
84	45,131	0,82466	0,8971
98	47,962	0,98904	0,8964

S4 grubunda başlangıç total boyu 22,743 mm olarak ölçülürken, çalışma sonunda 47,962 mm olarak ölçülmüştür. Başlangıç canlı ağırlığı 0,10021 gr olarak, final ağırlığı ise 0,98904 gr olarak kaydedilmiştir. Kondisyon faktörü deneme başında 0,8418 iken, çalışma sonunda 0,8964 olarak hesaplanmıştır (Tablo 3.28).



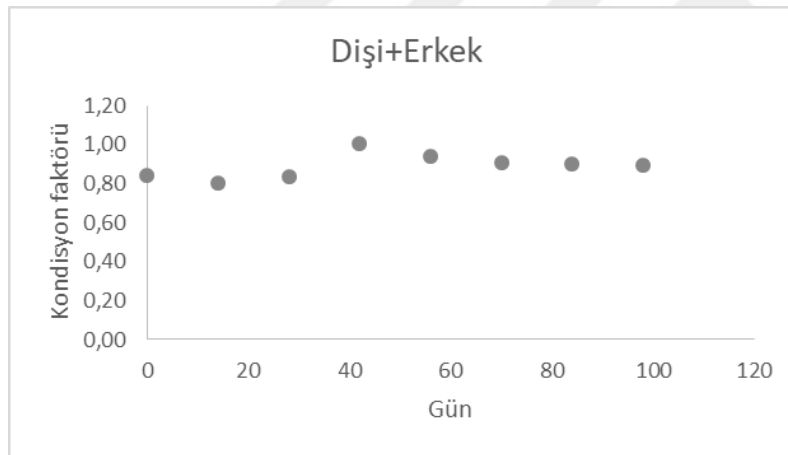
Şekil 3.30. Deneme süresince S4 grubunun boy ve ağırlık artışları grafiği.

S4 grubunun boy ve ağırlık artışları grafiğine göre, R^2 değeri 0,9937 olarak hesaplanmış olup boy-ağırlık arasındaki ilişki kuvvetli düzeydedir. Ayrıca, b değeri 3,1449 ile pozitif allometrik (+A) olarak tespit edilmiştir (Şekil 3.30).

Tablo 3.29. S4 Grubunun ölçümle elde edilen total boy ve ağırlık değerlerinin tüm popülasyona göre mutlak büyüme ve relatif büyüme oranları.

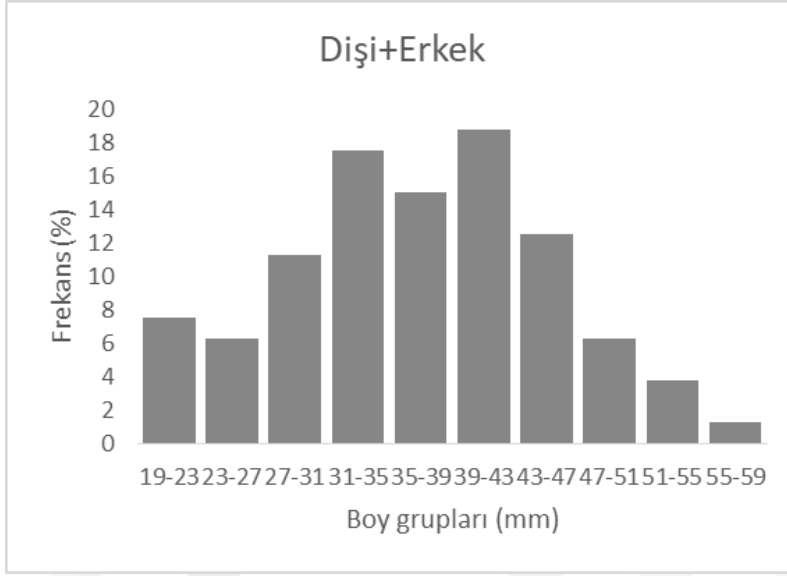
E+D						
Tarih	Ölçülen boy	Ölçülen ağırlık	Ölçümle bulunan			
			Mutlak büyüme artışı (mm)	Relatif büyüme oranı (%)	Mutlak büyüme artışı (gr)	Relatif büyüme oranı (%)
9.06.2021	22,743	0,10021	6,954	31,185	0,107	114,624
23.06.2021	29,253	0,20033	3,541	12,105	0,095	47,287
7.07.2021	32,794	0,29506	2,287	6,974	0,140	47,421
21.07.2021	35,081	0,43498	5,628	16,043	0,201	46,103
4.08.2021	40,709	0,63552	0,678	1,665	0,009	1,483
18.08.2021	41,387	0,644945	3,744	9,046	0,180	27,865
1.09.2021	45,131	0,82466	2,831	6,273	0,164	19,933
15.09.2021	47,962	0,98904	25,663	115,086	0,889	889,01

S4 grubunda total boy bakımından mutlak büyüme artışı 25,663 mm olurken, relatif büyüme oranı %115,086 olarak gerçekleşmiştir. Canlı ağırlık bakımından mutlak büyüme artışı 0,889 gr olarak, relatif büyüme oranı %889,01 olarak hesaplanmıştır (Tablo 3.29).



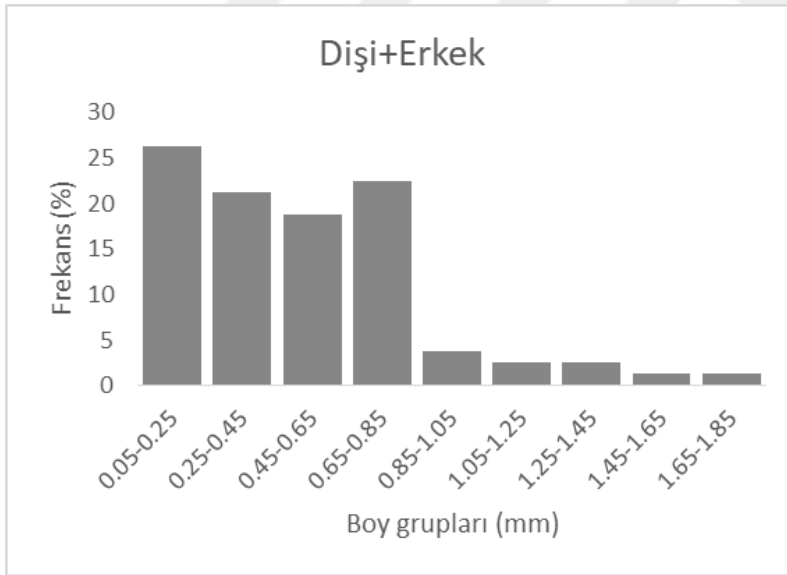
Şekil 3.31. S4 Grubunun çalışma süresince hesaplanan ortalama kondisyon faktörleri grafiği

S4 grubunda ortalama kondisyon faktörleri deneme başında $0,814805 \pm 0,115$ (min 0,680134 - max 1,045626) iken, çalışma sonunda ortalama $0,879029 \pm 0,051$ (min 0,807113 - max 0,947961) olarak hesaplanmıştır (Şekil 3.31).



Şekil 3.32. S4 Grubunun boy frekans dağılımları

S4 grubunda boy frekans dağılımlarında en fazla bireyin 39-43 mm total boy grubunda, en az bireyin ise 55-59 mm total boy grubunda olduğu belirlenmiştir (Şekil 3.32).



Şekil 3.33. S4 Grubunun ağırlık frekans dağılımları

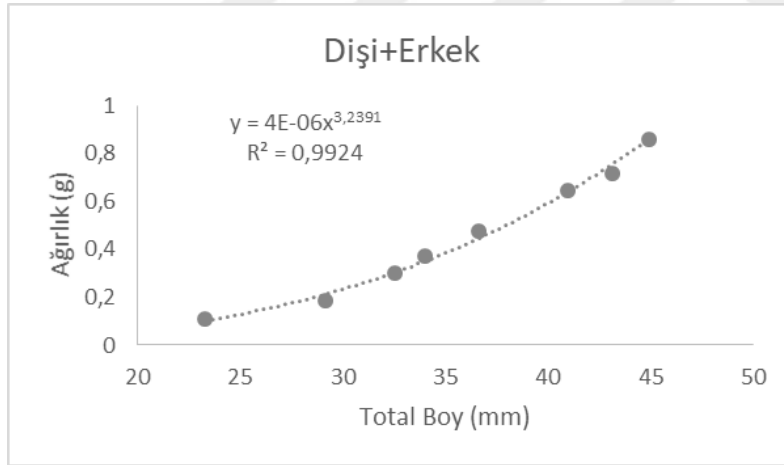
S4 grubunda ağırlık frekans dağılımlarında en fazla bireyin 0,05-0,25 gr canlı ağırlık grubunda, en az bireyin ise 1,65-1,85 gr canlı ağırlık grubunda olduğu tespit edilmiştir (Şekil 3.33).

S5 Grubu

Tablo 3.30. Deneme süresince S5 grubunun boy, ağırlık ve kondisyon faktörleri tablosu

Günler	TB (mm)	Ağırlık (gr)	KF
0	23,301	0,10731	0,8442
14	29,132	0,18819	0,7612
28	32,546	0,30214	0,8764
42	33,997	0,37121	0,9447
56	36,592	0,47741	0,9744
70	40,951	0,64654	0,9415
84	43,106	0,71941	0,8982
98	44,911	0,85941	0,9493

S5 grubunda başlangıç total boyu 23,301 mm olarak ölçülürken, çalışma sonunda 44,911 mm olarak ölçülmüştür. Başlangıç canlı ağırlığı 0,10731 gr olarak, final ağırlığı ise 0,85941 gr olarak kaydedilmiştir. Kondisyon faktörü deneme başında 0,8442 iken, çalışma sonunda 0,9493 olarak hesaplanmıştır (Tablo 3.30).



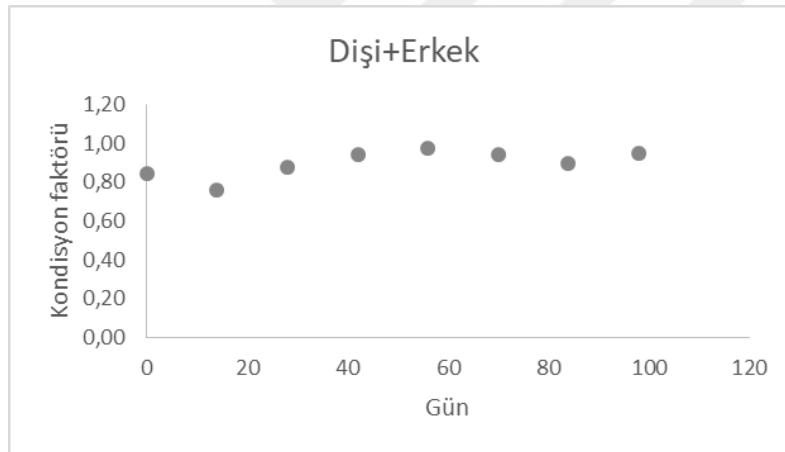
Şekil 3.34. Deneme süresince S5 grubunun boy ve ağırlık artışları grafiği.

S5 grubunun boy ve ağırlık artışları grafiğine göre, R^2 değeri 0,9924 olarak hesaplanmış olup boy-ağırlık arasındaki ilişki kuvvetli düzeydedir. Ayrıca, b değeri 3,2391 ile pozitif allometrik (+A) olarak tespit edilmiştir (Şekil 3.34).

Tablo 3.31. S5 Grubunun ölçümle elde edilen total boy ve ağırlık değerlerinin tüm popülasyona göre mutlak büyüme ve relatif büyüme oranları.

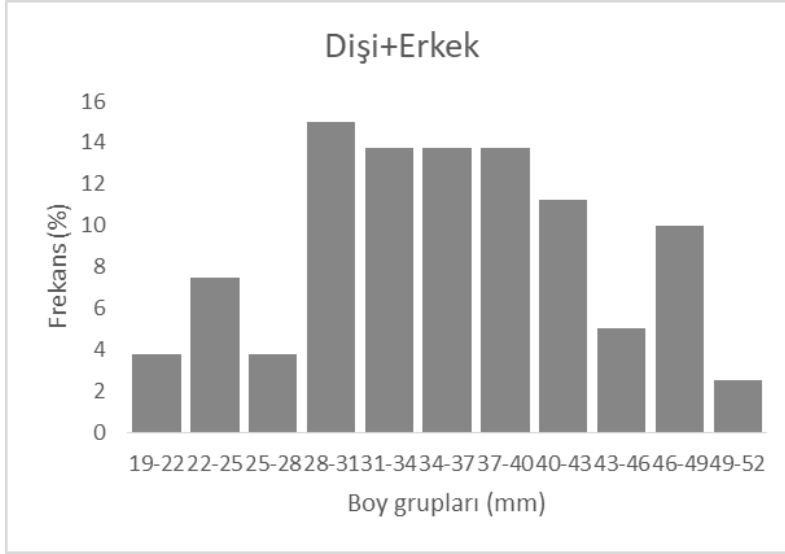
E+D						
Tarih	Ölçülen boy	Ölçülen ağırlık	Ölçümle bulunan			
			Mutlak büyüme artışı (mm)	Relatif büyüme oranı (%)	Mutlak büyüme artışı (gr)	Relatif büyüme oranı (%)
9.06.2021	23,301	0,10731	5,830	25,019	0,081	76,191
23.06.2021	29,132	0,18819	3,414	11,719	0,114	60,551
7.07.2021	32,546	0,30214	1,451	4,458	0,069	22,860
21.07.2021	33,997	0,37121	2,595	7,633	0,106	28,609
4.08.2021	36,592	0,47741	4,359	11,912	0,169	35,427
18.08.2021	40,951	0,64654	2,155	5,262	0,073	11,271
1.09.2021	43,106	0,71941	1,805	4,187	0,141	19,530
15.09.2021	44,911	0,85991	21,609	92,735	0,753	703,74

S5 grubunda total boy bakımından mutlak büyüme artışı 21,609 mm olurken, relatif büyüme oranı %92,735 olarak gerçekleşmiştir. Canlı ağırlık bakımından mutlak büyüme artışı 0,753 gr olarak, relatif büyüme oranı %703,74 olarak hesaplanmıştır (Tablo 3.31).



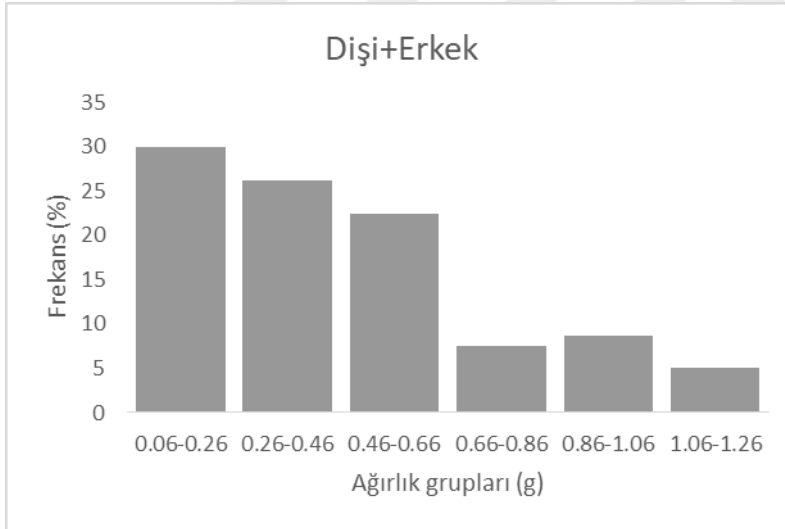
Şekil 3.35. S5 Grubunun çalışma süresince hesaplanan ortalama kondisyon faktörleri grafiği

S5 grubunda ortalama kondisyon faktörleri deneme başında $0,826812 \pm 0,075$ (min 0,653340 - max 0,929049) iken, çalışma sonunda ortalama $0,928065 \pm 0,066$ (min 0,862284 - max 1,045409) olarak hesaplanmıştır (Şekil 3.33).



Şekil 3.36. S5 Grubunun boy frekans dağılımları

S5 grubunda boy frekans dağılımlarında en fazla bireyin 28-31 mm total boy grubunda, en az bireyin ise 49-52 mm total boy grubunda olduğu belirlenmiştir (Şekil 3.36).



Şekil 3.37. S5 Grubunun ağırlık frekans dağılımları

S5 grubunda ağırlık frekans dağılımlarında en fazla bireyin 0,06-0,26 gr canlı ağırlık grubunda, en az bireyin ise 1,06-1,26 gr canlı ağırlık grubunda olduğu tespit edilmiştir (Şekil 3.37).

Tablo 3.32. Farklı stoklama yoğunluklarında 98 gün boyunca beslenen siraz yavru balıklarında elde edilen büyüme parametreleri, yem dönüşüm oranı ve yaşama oranları (ort. $\pm$ s.h.).

		DENEME GRUPLARI				
		S1	S2	S3	S4	S5
PARAMETRELER	BAŞLANGIÇ TOTAL BOY (mm)	22,86 ± 0,34	22,88 ± 0,35	23,42 ± 0,46	22,74 ± 0,66	23,30 ± 0,65
	FİNAL TOTAL BOY (mm)	67,07 ± 1,13 ^d	59,05 ± 1,79 ^c	51,56 ± 1,14 ^b	47,96 ± 1,40 ^{a b}	44,91 ± 1,21 ^a
	BAŞLANGIÇ CANLI AĞIRLIK (gr)	0,099 ± 0,006	0,103 ± 0,006	0,104 ± 0,006	0,100 ± 0,010	0,107 ± 0,009
	FİNAL CANLI AĞIRLIK (gr)	2,819 ± 0,157 ^d	1,956 ± 0,161 ^c	1,418 ± 0,144 ^b	0,989 ± 0,087 ^a	0,859 ± 0,073 ^a
	KONDİSYON FAKTÖRÜ	0,927 ± 0,018 ^{a b}	0,93 ± 0,010 ^{a b}	1,019 ± 0,079 ^b	0,879 ± 0,016 ^a	0,928 ± 0,021 ^{a b}
	MUTLAK BÜYÜME (gr)	2,721 ± 0,012 ^e	1,853 ± 0,012 ^d	1,314 ± 0,009 ^c	0,889 ± 0,006 ^b	0,753 ± 0,013 ^a
	RELATİF BÜYÜME ORANI (%)	2751,48 ± 11,97 ^e	1799,18 ± 12,19 ^d	1263,00 ± 8,60 ^c	889,01 ± 5,77 ^b	703,74 ± 11,90 ^a
	SPESİFİK BÜYÜME ORANI (%)	3,419 ± 0,004 ^e	3,004 ± 0,006 ^d	2,666 ± 0,007 ^c	2,338 ± 0,006 ^b	2,127 ± 0,015 ^a
	YEM DÖNÜŞÜM ORANI	4,55 ± 0,03 ^a	4,63 ± 0,02 ^a	5,65 ± 0,02 ^b	7,54 ± 0,04 ^c	8,56 ± 0,14 ^d
	YAŞAMA ORANI (%)	97,5 ± 1,44	98,75 ± 0,72	98,33 ± 0,48	97,5 ± 0,36	97,5 ± 0,29
FİNAL BİYOMAS (gr)	109,98 ± 2,09 ^a	154,52 ± 0,14 ^b	167,28 ± 1,88 ^c	154,29 ± 1,47 ^b	167,69 ± 1,99 ^c	

*Aynı satır içinde farklı harflere sahip değerler arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemlidir (p<0,05).

98 gün süren yavru siraz balıkların farklı stok yoğunluklarında büyüme ve yaşama özelliklerinin araştırıldığı denemede, en fazla boy artışının $67,07 \pm 1,13$ mm ile S1 grubunda, en az boy artışının ise $44,91 \pm 1,21$ mm ile S5 grubunda gerçekleştiği görülmüştür (Tablo 3.32). Gruplar istatistiksel olarak farklılık vardır ($p < 0,05$).

Gruplar arasında en fazla canlı ağırlık $2,819 \pm 0,157$ gr ile S1 grubunda, en az canlı ağırlık $0,859 \pm 0,073$ gr ile S5 grubunda tespit edilmiştir (Tablo 3.32). Gruplar arasında farklılıklar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0,05$).

Tüm grupların kondisyon faktörü verileri arasında istatistiksel olarak farklılık yoktur ($p > 0,05$).

Deneme gruplarında en fazla mutlak büyümenin $2,721 \pm 0,012$ mm ile S1 grubunda, en az mutlak büyümenin ise $0,753 \pm 0,013$ mm ile S5 grubunda olduğu kaydedilmiştir (Tablo 3.17). Gruplar arasında istatistiksel olarak farklılıklar bulunmuştur ($p < 0,05$).

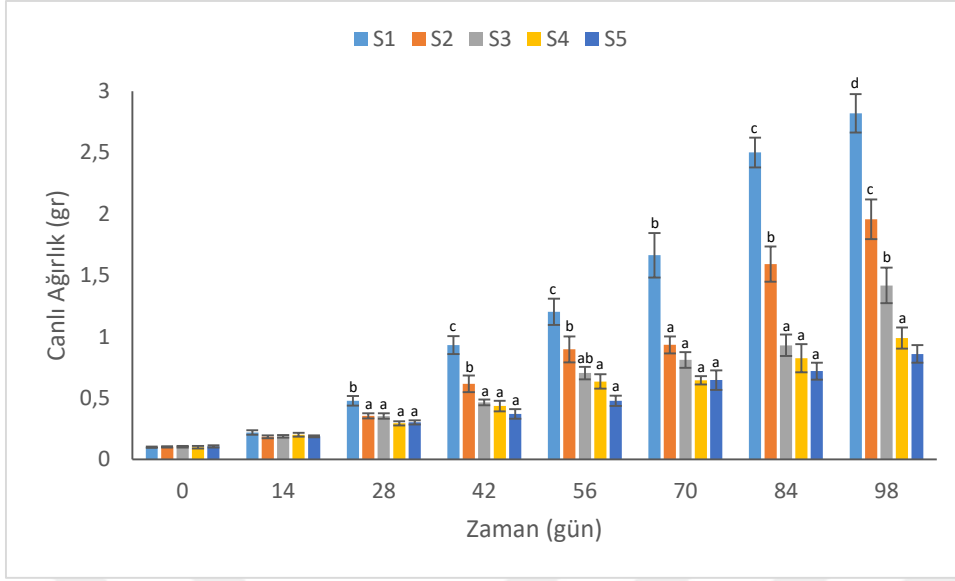
Relatif büyüme oranları incelendiğinde, en yüksek relatif büyüme oranının $\%2751,48 \pm 11,97$ ile S1 grubunda, en düşük relatif büyüme oranının ise $\%703,74 \pm 11,90$ ile S5 grubunda olduğu tespit edilmiştir (Tablo 3.17). Deneme grupları arasında istatistiksel olarak farklılıklar vardır ($p < 0,05$).

Spesifik büyüme oranlarına bakıldığında, en fazla spesifik büyüme oranının $\%3,419 \pm 0,004$ ile S1 grubunda, en az spesifik büyüme oranının ise $\%2,127 \pm 0,015$ ile S5 grubunda olduğu tespit edilmiştir (Tablo 3.17). Gruplar arasında istatistiksel olarak farklılıklar bulunmuştur ($p < 0,05$).

Deneme gruplarında en fazla yem dönüşüm oranı $8,56 \pm 0,14$ ile S5 grubunda, en az yem dönüşüm oranı ise $4,55 \pm 0,03$ ile S1 grubunda hesaplanmıştır (Tablo 3.17). Gruplar arasında farklılıklar istatistiksel olarak önemlidir ($p < 0,05$).

Gruplarda en fazla yaşama oranının $\%98,75 \pm 0,72$ ile S2 grubunda, en az yaşama oranının ise sırasıyla, $\%97,5 \pm 1,44$, $\%97,5 \pm 0,36$, $\%97,5 \pm 0,29$ ile S1, S4 ve S5 grubunda olduğu görülmüştür (Tablo 3.17). Yaşama oranları arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemlidir ($p < 0,05$).

Tüm grupların final biyomas verileri incelendiğinde; en fazla biyomasın $167,28 \pm 1,88$ gr ile S5 grubunda, en az biyomasın ise $109,98 \pm 2,09$ gr ile S1 grubunda olduğu tespit edilmiştir (Tablo 3.17). Gruplar arasında final biyomas bakımından istatistiksel olarak önemli farklılıklar vardır ($p < 0,05$).



Şekil 3.38. Farklı stoklama yoğunluklarında büyütülen siraz yavru balıklarının 98 günlük canlı ağırlık değişimleri. Aynı zaman dilimi için farklı harflere sahip canlı ağırlık değerleri arasında istatistiksel olarak farklılık vardır ($p<0,05$).

98 gün boyunca farklı stoklama yoğunluklarında yapılan büyütme sonuçlarında, gruplar arası karşılaştırma yapıldığında canlı ağırlık artışı en fazla S1 grubunda gerçekleşirken, diğer gruptaki artışlar sırasıyla S2, S3, S4 ve S5 gruplarında gerçekleşmiştir (Şekil 3.38). Gruplar arasında istatistiksel olarak önemli farklılık vardır ($p<0,05$).

4. TARTIŞMA

4.1. Siraz Balıklarının Yumurtlatılmasında Ovopel ve Ovaprim ile Hormonal Uyarım

Yeni teknik ve teknolojilerin gelişimi nedeniyle akuakültüre yeni türlerin kazandırılması hızlı bir şekilde genişlemekte, birçok balık türünün yanı sıra nesli tükenmekte ve tehdit altında olan balık türlerinin üretilmesine de fırsatlar doğmaktadır (Duarte ve ark., 2007; Arthington ve ark., 2016; Zadmajid ve ark., 2017). Balıkçılık ile elde edilen üretimin belli bir düzeyde kalacak olması, dünya su ürünleri üretiminin sürdürülebilirliğini sürekli başarılı üretimin olduğu yetiştiriciliğe bağlamaktadır (Mylonas ve ark., 2010). Bütün üretim sistemlerinde olduğu gibi su ürünleri yetiştiriciliğinde de temel amaçlar, pazar ve tüketicinin talebi doğrultusunda düşük maliyetli ve yüksek kaliteli ürün üretebilmektir. Akuakültürde sürdürülebilir bir üretim ise gamet elde etmenin sürekliliğine bağlıdır (Abubakar ve Ipinjolu, 2019).

Doğal koşullar altında bahar ve yaz mevsimleri sırasında su sıcaklığındaki hızlı ve sık değişimler, üreme dönemindeki yumurtlama sayılarını etkileyebilir. Kış mevsimindeki termal rejim ve yumurtlama periyodu öncesindeki termal derecelendirme oranının da gametogenez üzerinde güçlü bir etkisi vardır (Horoszewicz, 1981; Linhart ve ark., 2006; Kujawa ve ark., 2011). Sudaki termal dalgalanmalar birçok durumda üreme başarısızlığının nedenidir (Horoszewicz, 1983) ve yumurtlama etkinliğinin parametrelerinden olan ovule dişi sayısı ve embriyo yaşama oranı üzerine yumurtlama öncesi su sıcaklığındaki dalgalanmanın olumsuz etkileri *L. idus*, *A. aspius* ve *L. lota* türlerinde rapor edilmiştir (Targonska ve ark., 2010; Zarski ve ark., 2010; Kujawa ve ark., 2010). Denemede su sıcaklığı ortalama $18,60 \pm 0,19^{\circ}\text{C}$ olarak ölçülmüştür (Şekil 3.1, Tablo 3.1). Minimum ve maksimum su sıcaklığı değerlerine bakıldığında ($18,08 - 19,85^{\circ}\text{C}$) üreme dönemi için su sıcaklığının stabil olduğu görülecektir. Dolayısıyla siraz anaçlarının ovule olmasını engelleyebilecek termal dalgalanmalar olmamıştır.

Yetiştiricilikte çoğu durumda, yumurtlama için kullanılan anaç balıklar doğal yaşam alanlarından alınır ve daha sonra tanklara yerleştirilmek üzere kuluçkahanelere nakledilir. Yapay üreme prosedürlerinin yürütülmesi sırasında anaçlar strese girer. Fototermal manipülasyonlar final oosit olgunlaşmasını (FOM) uyarmada kuluçka koşullarında genellikle yetersiz kalır. FOM ve ovulasyon, ovaryum fonksiyonlarını uyaran hormonal

tekniklerin uygulanmasını gerektirir ve bunlar genellikle kontrollü koşullarda yumurtlayan doğal cyprinidlerde kullanılır (Kucharczyk ve ark., 2005; Ciesla ve ark., 2014; Cejko ve Kucharczyk, 2015; Kucharczyk ve ark., 2020). Hormonal indüksiyon yapılmadan siraz anaçlarının ovule olmadığı ve tank veya toprak havuz ortamında spontane olarak üremediği ön çalışmalarda tespit edilmiştir. Çalışma kapsamında doğadan yakalanmış siraz anaçlarında tam kontrollü koşullar altında ilk kez tek doz ovopel (mGnRHa içerikli) ve ovaprim (sGnRHa içerikli) enjeksiyonu yapılmış ve hormonal indüksiyon yöntemiyle ovulasyon ve yapay üreme imkanları çalışılmıştır.

Kontrollü koşullar altında balıkların üremesi sağlanırken, beraberinde sayısız manipölasyonların uygulanması sırasında yumurtlayan ve sperm veren balıkları rahatsız eden stres faktörlerinin azaltılmasına özel dikkat gösterilmelidir. Hormon enjeksiyonları da stres faktörlerinden biridir (Brzuska, 2004). Genel olarak hormonal uygulamalar ardışık iki enjeksiyon olarak yapılmasına karşın, tek enjeksiyonlu hormonal uygulamalar da yapılabilmektedir. Tek doz uygulamasının tercih edilmesindeki başlıca sebep, bazı balık türlerinin manipölasyonlara karşı hassas oluşudur. Siraz balığı kültüre alınmamış doğadan elde edilen bir tür olup kültür koşullarına adaptasyonu oldukça zordur (Gün ve Kızak, 2019). Toprak havuzlara kolay adapte olsa da tank ortamına adapte olamamakta ve kısa sürede mortaliteler gerçekleşmektedir. Strese ve ellemeye hassasiyetinin yüksek olmasından dolayı, sirazda hormonal uygulamalarda tek doz enjeksiyon yöntemi uygun görülmüştür. Birkaç balık türünde de ovulasyon için tek doz hormonal uyarımın yeterli ve yararlı olduğu rapor edilmektedir. Targonska ve ark. (2010), dişi *A. aspius* türünde LHRHa bazlı ovopel ve ovaprim hormonlarını intraperitoneal olarak ventral yüzgecin kaidesinden tek enjeksiyon yaptıkları hormonal stimülasyon ile ovulasyon sağlamıştır. Afrika yayın balığı (*S. glanis*) türünde hormonal stimülasyon doğal yumurtlama mevsiminde gerçekleştirilirse ve yumurtlayanlar iyi bir üreme kondisyonuna sahipse, iki doz ovopelin gerekli olmadığı, tek doz ovopel uygulamasının üreme bulguları açısından tatmin edici düzeyde gerçekleştiği bildirilmektedir (Brzuska, 2003; Brzuska, 2004). *C. macrocephalus* üzerine yapılan bir çalışmada ovulasyon stimulatörü olarak sadece bir doz D-Ala⁶,Pro⁹LHRH-etilamid kullanılmıştır (Tan-Fermin ve ark., 1997). *C. gariepinus* türünde iki doz ve tek doz ovopel ile stimüle edilen gruplar arasında, yumurtaların ağırlık ve kaliteleri bakımından istatistiksel olarak bir farklılığın önemsiz olduğu belirtilmektedir (Brzuska ve ark., 1998). Bir diğer yayın türü *S. glanis* de strese karşı oldukça hassas bir türdür. Bir ya da iki ovopel dozla yapılan uygulamanın, ovulasyon yüzdesini ve latent periyodu etkilemediği, ovulasyon

stimulasyonunda tek doz ovopel uygulamasının sadece başarılı üremeye değil, aynı zaman da balıktaki stresi ve stimulasyon masrafını azaltmaya etkisinin olduğu görülmüştür. Kuluçkahane operasyonları açısından bakıldığında, dişilerde yumurtlama senkronizasyonunun sağlanması amacıyla ovopel hormonunun tek doz uygulaması makul sayılmaktadır. Bir doz ovopel ayrıca kontrollü üretimde işçiliği de azaltmaktadır. Üreme sonuçlarını olumsuz etkilemiyorsa, yumurtlama stimülasyonu ile ilişkili manipülasyonların sayısının azaltılması tavsiye edilmektedir (Brzuska, 2004). Siraz gibi kolay strese giren ve kısa sürede hastalanan balık türlerinde manipülasyon sayısının mümkün olduğunca azaltılması elzemdir. Hormonal uygulamalarda gözlemlenen, siraz balıklarının nakil, elleme, enjeksiyon gibi operasyonel faaliyetlerden çok olumsuz etkilendiğidir. Tank ortamına adapte olamaması ve ellendikten sonra mantarlaşma gibi hastalıkların hızlı bir şekilde ilerlemesi, müdahalelerin olabildiğince az ve kısa sürede yapılmasını gerektirmektedir. Bu nedenle, ovopel ve ovaprim uygulamalarında siraz balıklarında aşırı stresi ve zedelenmeyi asgari düzeye indirmek maksadıyla tek doz enjeksiyon tercih edilmiştir.

Tam kontrollü koşullar altında ovopel ve ovaprim uygulamalarının, gamet kalitesine herhangi yan etkisi olmadan doğal cyprinidlerde ve diğer balık türlerinde ovulasyonu uyardığı ve yumurtlamayı sağladığı birçok araştırmada bildirilmektedir (Horvath ve ark., 1997; Brzuska ve Grzywaczewski, 1999; Szabo ve ark., 2002; Szabo, 2003; Kucharczyk ve ark., 2005; Brzuska, 2006; Jamroz ve ark., 2008; Zarski ve ark., 2009; Vazirzadeh ve ark., 2011; Ciesla ve ark., 2014; Das ve ark., 2016; Lim, 2016; Mandal ve ark., 2016; Zadmajid ve ark., 2017; Zadmajid ve ark., 2019; Abubakar ve Ipinjolu, 2019; Kucharczyk ve ark., 2020). Bir adet ovopel peleti 18–20 µg memeli GnRH analogu (mGnRHa) ve 8–10 mg dopamin antagonist - metoklopramid içerirken (Horvath ve ark., 1997), 1 ml Ovaprim 20 µg salmon GnRH analogu (sGnRHa) ve 10 mg domperidon içerir (Peter ve ark., 1993). Zadmajid ve ark. (2017) dopamin antagonisti ile kombinasyon halinde sGnRHa'larının doğadan yakalanmış cyprinidler için etkili ve güvenli olduğunu belirtmektedir. *L. idus* türünün kontrollü üremesinde ovopel ve ovaprim hormonlarının indüksiyon etkinliğinin incelendiği iki çalışmada (Jamroz ve ark., 2008; Kucharczyk ve ark., 2020), ovulasyon oranları ovopel ve ovaprim için sırasıyla %95-100 ve %100 olarak bildirilmiştir. Siraz anaçlarında ovopel ve ovaprim hormonlarının farklı dozlarının ovulasyon indüksiyon kapasitelerine bakıldığında, ovopelde ovulasyon oranı %30-80 arasında, ovaprimde ise %30 oranında kaydedilmiştir (Tablo 3.5). sGnRHa hormonunun yumurtlamayı uyarmadaki etkinliği türler arasında farklılık gösterebildiği gibi, bu etkinlik üzerinde hormon dozunun,

uygulama yönteminin ve uygulama zamanındaki anacın olgunluk düzeyinin de tesiri vardır (Zohar ve Mylonas, 2001; Szabo, 2003; Zadmajid ve ark., 2017). Ovaprim ve ovopel arasındaki üreme performansı farklılıkları, farklı LHRH analoglarının kullanılmasının yanı sıra farklı dopamin antagonistlerinin ve her ikisinin farklı dozlarının uygulanmasının etkisi olabileceği belirtilmiştir (Targonska ve ark., 2010). Turna balığı üzerine yapılan bir çalışmada, dişiler mLHRHa ile ovule olmaz iken, sLHRHa ile domperidon (ovaprim) uygulamasında yarısından fazlası ovulasyon geçirmiştir (Szabo, 2003). Bir başka araştırmada, *A. aspius* türünde ovaprim ile stimule edilen ovule dişi yüzdesi ovopel hormonuna göre çok daha fazladır. Ovopel hormonuyla ovulasyon oranı %25-38 aralığında iken, ovaprimde ovulasyon oranı %75-88 aralığında verilmiştir. sLHRHa bir doz uygulandığında memeli analoguna göre 4 kat daha etkili bulunmuştur (Targonska ve ark., 2010). Yaptığımız çalışmada ise, siraz anaçlarında ovulasyonu gerçekleştirmede ovopel hormonunun ovaprim hormonuna kıyasla daha etkin olduğu görülmektedir. Bu sonuçlar göstermektedir ki, doğadan yakalanan *C. umbla* türünde üreme döneminde ekzojen hormonlarla, özellikle ovopel ile kayda değer ovulasyon oranı elde etmek mümkündür.

Doğal cyprinidlerde bu hormonların düşük dozlu tek enjeksiyonlu uygulamalarının final oosit maturasyonuna etki etmediği bildirilmektedir (Kucharczyk ve ark., 2005; Brzuska 2006; Targonska ve ark., 2008). Nitekim, denemede siraz anaçlarına yapılan tek enjeksiyon OM-0.25 (0,25 ovaprim/kg balık) sonuç vermez iken, OL-0.5 (0,5 pelet/kg balık) %30 ovulasyon sağlayabilmiştir (Tablo 3.5). Bu da, tavsiye edilen dozdan düşük dozların dişilerde ovulasyon sağlayamamasını teyit etmektedir. Bununla birlikte, Targonska ve ark. (2010) farklı LHRH analogları kullanıldığı için bu tip verilerin karşılaştırılmasının oldukça zor olduğunu belirtmektedir.

Yumurtlama indüksiyon protokollerinde hormonların etkin kullanımı, oosit olgunlaşmasının son aşamaları (FOM) ve ovulasyon ile sonuçlanır ve nihayetinde yumurtlamanın gerçekleşmesi veya manuel olarak yumurtaların sağılması sağlanır. Hormon uygulaması ile ovulasyon arasındaki süre genellikle latent periyot (gecikme süresi) olarak adlandırılır (Mylonas ve Zohar, 2007). Bu sürenin uzunluğu stres ve hormon dozu gibi çevresel faktörlerin etkisinde olup (Chen, 2005; Mylonas ve Zohar, 2007; Pereira ve ark., 2018; Kucharczyk ve ark., 2020) üreme dönemi su sıcaklığına, hormon türüne/dozuna, hormonal uygulama anında anacın olgunluk seviyesine bağlıdır ve türler arasında çok değişkenlik gösterir (Legendre, 1986; Mylonas ve ark., 1996; Matsuyama ve ark., 1997; Wang ve ark., 2009; Das ve ark., 2016; Zadmajid ve ark., 2017; Abubakar ve Ipinjolu, 2019).

Latent periyot sıklıkla su sıcaklığı ile ilişkili olup sıcaklığın artmasıyla kısalmaktadır ve bu sürecin su sıcaklığına bağlı olması nedeniyle daha yüksek sıcaklıklarda yumurtalar daha hızlı ovule olabilmektedir (Kucharczyk ve ark., 2005; Abubakar ve Ipinjolu, 2019). Bununla birlikte, su sıcaklığının latent periyod üzerindeki etkisinin yanında, uygulanan hormonların türü ve doz artışları da bu periyodu önemli ölçüde etkilemektedir. Nitekim, *L. idus* türünün kontrollü üremesinde ovopel ve ovaprim hormonlarının indüksiyon etkinliğinin incelendiği iki çalışmada (Jamroz ve ark., 2008; Kucharczyk ve ark., 2020), latent periyotlar sırasıyla 34-36 saat ve 36-44 saat olarak bildirilmiştir. Latent periyodlar ovaprim gruplarında ovopel göre daha uzun çıkmıştır. *L. leucicus* türünde ise, iki doz ovopel, tek doz ovaprim ve ovopel-ovaprim uygulamalarında latent periyotlar sırasıyla 48-50 saat, 48-72 saat ve 48 saat olarak verilmiştir (Zarski ve ark., 2009). Siraz anaçlarında latent periyod aralıkları OM-0.5 ve OM-0.75 için sırasıyla 71-73 saat ve 66-68 saat olarak, OL-0.5, OL-1 ve OL-1.5 için sırasıyla 76-78 saat, 71-73 saat ve 66-68 saat olarak kaydedilmiştir (Tablo 3.5). Siraz balığında latent periyod üzerine hormon türünün bir etkisinin olmadığı, ancak farklı dozların etkisinin yüksek olduğu, her iki hormonda da doz artışına bağlı olarak latent periyodların kısaldığı görülmüştür. *C. umbla* türüne yakın iki balık türü üzerinde yapılan çalışmaya göre, *Capoeta trutta*'da 21°C su sıcaklığında 0,5 ml/kg doz ovaprim enjeksiyonu sonrası latent periyod yaklaşık olarak 12 saat (Zadmajid ve ark., 2017), *Capoeta damascina*'da 18-20°C su sıcaklığında 0,5 ml/kg doz ovaprim enjeksiyonu sonrası latent periyod yaklaşık olarak 20-25 saat (Zadmajid ve ark., 2019) verilmiştir. Yaptığımız çalışmada ortalama su sıcaklığı 18,6±0,19°C olup *C. umbla* için latent periyod süreleri diğer *Capoeta* türleri ile kıyaslandığında oldukça uzun çıkmaktadır. OM-0.5 için latent periyot 71-73 saat olarak kaydedilmiştir. Burada, latent periyotlar arasındaki farklılıklarda su sıcaklığı haricinde başka faktörlerin de etkili olabileceği anlaşılmaktadır. Latent periyotlar arasındaki yüksek farklılıkların 17 α ,20 β -dihydroxy-4-pregnen-3-one (DHP)'nin erken zamanda pik yapması sonucu yumurtlamanın öne çekilmesiyle ilgili olabileceği gibi, latent periyodun kısalmada göç eden germinal kesecik safhasında ve erken dönem final oosit maturasyonu safhasında olan oositleri içeren anaçların seçilmesinin de bir diğer faktör olabileceği bildirilmektedir (Zadmajid ve ark., 2017). Üremeyi uyarıcı hormonal uygulamadan sonra farklı ovulasyon sürelerinin gerçekleşmesi birçok türde rapor edilmiştir (Yaron, 1995; Brzuska, 2000; Zarski ve ark., 2009) Zarski ve ark. (2009), ovopel ve ovaprim ile uyarılan gruplarda dişilerin yumurtlama olgunluğuna ulaşma zamanları arasındaki farkın, bu preparatların farklı bileşimlerinden kaynaklanabileceğini belirtmektedir. Farklı GnRH

analogları ile müdahaleden kaynaklanan ovulasyon süresindeki farklılıklar *C. carpio* ve *L. idus* türleri için de bildirilmiştir (Brzuska, 2006). Yine benzer şekilde *A. aspius* türünde yapılan bir çalışmada, ovopel hormonuna kıyasla ovaprim ile müdahalenin daha uzun ovulasyon süresine sebep olduğu rapor edilirken (Zarski ve ark., 2008a), kadife balığında sazan hipofizi, ovopel hormonuna kıyasla daha kısa latent periyot vermektedir (Kujawa ve ark., 2011).

Siraz balıklarında yumurtlama kendi başına gerçekleşmediğinden sağlıklı yumurtalar alınmıştır. Denemede tek enjeksiyon ovaprim ve ovopel hormon uygulamalarında en yüksek mutlak fekondite 43083 ± 13515 adet yumurta/balık ile OM-0.75 deneme grubunda, en yüksek nisbi fekondite 31024 ± 7003 adet yumurta/kg ile yine OM-0.75 deneme grubunda elde edilmiştir. Her iki hormonal uygulamada en yüksek mutlak ve nisbi fekonditeler en yüksek dozlarda kaydedilmiştir. Siraz balığında ovaprim hormonu ovopel hormonuna kıyasla hem mutlak hem de nisbi fekondite bakımından daha iyi sonuç vermiştir. Bu durum balık türlerine göre farklılık gösterebilmektedir. Brzuska (2004), Afrika yayın balığında ovopel uygulamasının hipofize göre daha iyi sonuçlar verdiğini, daha yüksek sayıda yumurta alınırken, yumurta kalitesinin de daha iyi olduğunu kaydetmiştir.

Döllenme öncesi siraz yumurtalarının çapları 2,004 - 2,03 mm aralığında ölçülmüştür ($p>0,05$). Döllenme sonrası yumurtalarda %69,15 - %76,04 aralığında hidrasyon gerçekleşmiştir. Döllenmiş siraz yumurtalarının çapları 3,58 - 3,40 mm aralığında ölçülmüştür ($p<0.05$) (Şekil 3.2). Siraz yumurtası bu özellikleriyle *C. trutta* (Zadmajid ve ark., 2017) ve *C. damascina* (Zadmajid ve ark., 2019) türleriyle oldukça benzerdir. Bununla birlikte, Zadmajid ve ark. (2017) ve Zadmajid ve ark. (2019) yumurta yapışkanlığını gidermek için Woynarovich solüsyonu kullanmış olsalar da, çalışmamızda Woynarovich solüsyonuna gerek olmadan döllenme sürecinde yaklaşık 30 dk'lık bir karıştırma işlemi kısmi yapışmayı gidermek için yeterli olmuştur.

19 - 23°C su sıcaklığında Nisan sonu ile Ağustos başı arasında üreyen *C. trutta* türünün asenkron yumurtlayan balıklardan olduğu belirtilmektedir (Abdoli, 2000). Benzer şekilde, Zadmajid ve ark. (2017) *C. trutta* türünde ovaryumlarda farklı safhalarda oositler tespit ederek bu türün asenkron oosit maturasyonu nedeniyle çoklu yumurtlayan cyprinidlerden olduğunu belirtmişlerdir. *Larimichthys crocea* türünde tam latent zamanında uygulandığında birçok dişinin kolay sağılabilir olması ve iyi kalitede yumurta veriyor olmasına rağmen, bazı olgunlaşmamış beyaz yumurtaların ovaryumda kaldığı bildirilmektedir. Bunun olası sebebi olarak ise, *L. crocea* türünün kısa bir dönem yerine,

belirli bir yumurtlama mevsimi boyunca birden fazla kez yumurtlayan (batch spawner) bir balık türü olmasına bağlanmaktadır (Yu ve ark., 2017). Siraz anaçlarında kısmi fekonditelerin gerçekleşmesi bu yumurtlama stratejisiyle açıklanabilir. Üreme periyodu boyunca siraz türü farklı zaman dilimlerinde birden çok yumurtlama özelliği gösterdiğinden, hormonal stimülasyon yoluyla ancak son olgunlaşma safhasındaki oositler ovule olmakta ve sağlanabilmekte, diğer safhalardaki oositlerin ise folikül çözülmesi olmadığından ovaryum içinde kaldığı düşünülmektedir.

Kuluçkahane üretiminde yumurtaların döllemesi ve yavruların yetiştirilmesi için gamet kalitesi bilgisi ön koşuldur (Zadmajid ve ark., 2017). Yüksek yumurta kalitesi genel olarak yüksek dölleme oranı, kuluçkadan çıkış oranı ve pre-larva döneminde düşük mortalite ile ifade edilmektedir (Bromage ve ark., 1992). Hormonal stimülasyon uygulamasının etkinliğinin en önemli parametrelerinden biri olan gözlü yumurta safhasındaki yüzde, aynı zamanda gametlerin biyolojik kalitesinin de bir ifadesidir (Zarski ve ark., 2009). Fertilizasyon başarısı gamet kalitesinin en erken belirteçlerinden biri olup yumurtaları şeffaf olan balık türlerinde değerlendirmesi kolay iken, opak olanlarda zordur (Bobe ve Labbe, 2010; Zadmajid ve ark., 2017). Denemede, siraz türünün yumurtaları açık turuncu renkte şeffaf özelliğe sahip olduğundan, fertilizasyon sonrası hücresel bölünmelerin ve akabinde embriyolojik gelişimin takibi mikroskop altında kolay olmuştur. Döllemeden sonra 6-8. saatlerde fertilizasyon oranı her bir deneme grubu için tespit edilmiştir. En yüksek dölleme oranları OM-0.5 ve OL-1 deneme gruplarında kaydedilirken ($p<0,05$) (Tablo 3.5), bu gruplarda latent periyotların (OM-0.75 ve OL-1.5 deneme gruplarına göre) nispeten uzun olduğu görülmüştür (Şekil 3.3).

Kontrollü koşullar altında spontane olarak üremeyen türlerde ovulasyon sürecine bağlı olarak yumurtlama zamanının tespit edilmesi ve sağımın tam vaktinde yapılması, sağlıklı yumurtaların elde edilmesi ve aşırı olgunlaşmadan kaynaklı düşük kaliteli yumurtaların asgari düzeyde tutulması açısından önemlidir (Zohar ve Mylonas, 2001). Bu nedenle, yüksek kaliteli gametlerle birlikte yüksek yumurtlama başarısı elde etmek için ovulasyon ve sağım arasındaki tolere edilebilir maksimum süre iyi ayarlanmalıdır (Zadmajid ve ark., 2017). Hormonal uyarımla ovulasyona ve kontrollü koşullarda yapay döllemeye dayalı üretim tekniklerinin başarısı hormon enjeksiyonuyla sağım zamanı arasındaki gecikmeye (latent periyot) bağlıdır (Bromage ve Roberts, 1995; Legendre ve ark., 2000). Yumurtaların sağılmasını gerektiren türlerde ovulasyon zamanının yüksek doğrulukla tahmin edilmesi, genellikle yumurta ve larva kalitesinde daha iyi sonuçlar verir (Chen, 2005;

Mylonas ve Zohar, 2007; Pereira ve ark., 2018; Kucharczyk ve ark., 2020). Sağım zamanının ovulasyondan sonra geciktirilmesi yumurtaların aşırı olgunlaşmasına ve akabinde düşük dölleme oranına, yüksek sayıda deforme embriyoya, embriyo ve larvalarda yüksek mortaliteye neden olur. Ovulasyondan sonra yumurtanın canlılığı (ovulasyon ile yumurtanın başlangıçtaki kalitesinin düşmeye başladığı andaki zaman farkı) türlere göre değişkenlik gösterir. Gökkuşluğu alabalığında bu süre 6 ila 30 gün iken, ovipar teleostların birçoğunda birkaç saattir (Springate ve ark., 1984; Legendre ve ark., 2000). Sirazda dölleme, gözlenme ve çıkış oranları en yüksek olan ($p<0,05$) deneme gruplarının (OM-0.5 ve OL-1) latent periyotları 71-73 saat aralığındadır ve bu süre, çalışmanın yapıldığı su sıcaklığında siraz türünde iyi gamet kalitesi için optimal latent süre olarak kabul edilebilir (Şekil 3.3, 3.4, 3.5, 3.6). Oranların düşük olduğu OL-0.5 grubunda latent periyodun 76-78 saat olduğu ve yumurta sağımı için optimal ovulasyon süresinin aşılması sebebiyle yumurtalarda aşırı olgunlaşmanın gerçekleştiği, bu nedenle gamet kalitesinin azalması sonucunda da üreme verimliliğinin düştüğü görülmektedir.

Abubakar ve Ipinjolu (2019), ovaprim ve ovatid hormonlarının yüksek dozlarında latent periyodların kısaldığını, doz artırımından ötürü herhangi bir yan etkiye rastlanmadığını bildirirken, Jamroz ve ark. (2008), ovaprim gruplarında ovopele göre latent periyodların daha uzun ve yumurtlamada asenkronizasyonun daha fazla olmasına rağmen, gözlü dönemdeki embriyonik yaşama oranının %20 daha yüksek çıktığını ifade etmektedir. Targonska ve ark. (2010), latent süreleri ve gözlü safhada embriyo yaşam oranlarını ovopel ve ovaprim için sırasıyla 40-42 saat ile 42-48 saat ve %35,5-44,6 ile %68,9-78,3 olarak vermiştir. Gözlenme oranının latent süre uzadıkça arttığı görülmektedir. Kucharczyk ve ark. (2020) *L. idus* türünde en kısa ve en uzun latent periyodları sırasıyla sazan hipofizi (26 saat) ve hCG (79 saat) hormonlarında kaydetmiştir. Latent periyodun en yüksek olduğu hCG grubunda en yüksek embriyo yaşama oranını ($> \%93$) ve kuluçka oranını ($> \%91$) elde etmiş ve bu değerlerin ovaprim, ovopel ve sazan hipofizi hormonlarına kıyasla yüksek çıktığını bildirmiştir. Kucharczyk ve ark. (2020)'e göre, gözlü dönem embriyo yaşama oranı ve kuluçkadan çıkma oranı ile latent periyod arasında bir korelasyon vardır. hCG uygulamasıyla final oosit maturasyonu için daha uzun latent periyodun gerçekleşmesi, oosit kalitesinde artışa ve akabinde daha yüksek embriyo yaşama oranına ve kuluçkadan çıkış oranına sebep olmuştur. Muhtemeldir ki, diğer hormonal uygulamaların ovaryum fonksiyonları üzerine hiper-stimülatif etkileri hızlı oosit maturasyonuna ve sonrasında daha düşük kaliteli oositlere neden olmuştur. Ayrıca, kısa latent periyotta kuluçkadan çıkış oranı

daha az olarak gerçekleşmiş ve deforme larva oranı daha yüksek çıkmıştır. Siraz çalışmasında, doz artışına bağlı olarak latent süreler kısalmıştır ve en kısa latent süreler (66-68 saat) OM-0.75 ve OL-1.5 deneme gruplarında elde edilmiştir (Tablo 3.5). Buna karşın, döllenme, gözlenme ve çıkış oranları düşük bulunmuştur ($p<0.05$). Bu durum, optimal latent periyottan daha kısa bir sürenin sirazda gamet kalitesini olumsuz yönde etkilediğinin bir göstergesidir. Sirazda döllenme, gözlenme, kuluçkadan çıkış ve deforme larva oranları ile dişilerin ovule olma zamanı olan latent periyotlar arasında doğrudan bir ilişki mevcuttur. Döllenme, gözlenme, kuluçkadan çıkış oranları ve latent periyotlar arasında pozitif bir ilişki vardır ($R^2=0,8075$, $R^2=0,6504$, $R^2=0,5325$) ve yüksek oranlar için en uygun (optimal) latent süre yaklaşık 72 saat olarak görünmektedir (Şekil 3.3, 3.4, 3.5). Bununla birlikte, deforme larva oranları ve latent periyotlar arasında pozitif bir ilişki olmasına karşın ($R^2=0,528$), gamet kalite kriterleri bakımından önemli parametreler olan döllenme, gözlenme ve çıkış oranları için yaklaşık 72 saat optimal latent süredir ve bunun altı veya üstü periyotlar, deforme larva oranının yüksek çıkmasına neden olmaktadır (Şekil 3.6). Deforme larva oranında düşük değerlere ulaşabilmek 72 saat latent periyot ile mümkün görünmektedir. Sonuç olarak, latent periyod gametlerin kalitesini etkilemektedir ve latent periyot ile kuluçkadan çıkma oranı arasındaki ilişki göstermiştir ki, daha yavaş bir final oosit olgunlaşması (FOM) olduğunda daha yüksek kuluçkadan çıkma oranları meydana gelir (Kucharczyk ve ark., 2020). Dolayısıyla, siraz anaçlarıyla yapılan bu denemede latent periyotların uzun süreli olması kuluçkahane operasyonları açısından bir dezavantaj gibi görülmesine karşın, gamet ve larval kalite bakımından olumlu olduğu elde edilen verilerden anlaşılmaktadır. Her iki hormonda da gözlü dönem embriyo yaşama oranlarının ve kuluçkadan çıkış oranlarının yüksek çıkmasında faktörlerden biri olarak latent periyodun uzun süreli olması gösterilebilir.

4.2. Sirazda Embriyonik ve Larval Gelişim

Balık türleri, yetiştiricilik için damızlık olarak alınmadan evvel, üreme stratejileriyle ilgili olarak bilinmesi, tanınması ve dikkate alınması gereken birçok farklı özellikler sergilerler. Hermafroditizm, gonokorizm, olgunluk yaşı, fekondite, iç veya dış döllenme, yumurta boyutu ve yüzerliği, ovipar, ovovivipar, ebeveyn bakımı gibi özellikler balık kültürü ve anaç yönetimi için önemli etkilere sahiptir (Mananos ve ark., 2008). Farklı balık türlerinde embriyonik gelişimin çalışılması embriyoloji bilimi açısından önemli olduğu

kadar, tam kontrollü koşullar altında verimli balık üretimi için de önemli bir konudur. Bu doğrultuda birçok balık türünde yumurtalarda embriyonik gelişim ayrıntılı olarak çalışılmıştır. Zadmajid ve ark. (2017), doğadan yakalanan *C. trutta* türünün kontrollü koşullar altında embriyonik gelişiminin farklı safhalarının karakterize edilmesinin, hem bu türün gelişimi, hem de akuakültür endüstrisi için temel bir referans teşkil etmesi açısından önemli olduğunu vurgulamaktadır. Bu denemede, *C. umbla* türünün embriyonik gelişimi ayrıntılı olarak çalışılmıştır ve her safhası görüntülü mikroskop altında fotoğraflanarak kaydedilmiştir.

Embriyonik çalışmada kullanılan siraz yumurtasının döllenme öncesi ortalama çapı $2,03 \pm 0,0017$ mm olarak kaydedilmiştir. Döllenme öncesi yumurtalar perivitellin mesafenin olmadığı koryon ile çevrilidir. Sperm ile döllendikten sonra hidrasyon sonucu ortalama $\%70,31 \pm 0,45$ oranında yumurtalarda şişme gerçekleşmiş ve belirgin bir perivitellin mesafe oluşmuştur. Döllenmiş siraz yumurtası çapı ortalama $3,45 \pm 0,0107$ mm olarak tespit edilmiştir. *C. trutta* türünde ise, sağılan yumurtaların 1,8-2,3 mm çapında ve açık turuncu renkte olduğu belirtilmektedir. Yumurtaların kalın bir koryon ile çevrili olduğu ve herhangi bir yağ damlacığı veya vakuol izine rastlanmadığı bildirilmektedir (Zadmajid ve ark., 2017). *C. damascina* türünde ise döllenme öncesi yumurtalar 1,90 mm çapında iken döllenmiş yumurtalar 3,22 mm çapındadır (Zadmajid ve ark., 2019). Siraz yumurtaları küresel özellikte olup açık turuncu renktedir ve demersaldır. Bu yumurta özellikleriyle siraz türünün diğer *Capoeta* türleriyle oldukça benzeştiği görülmektedir. Bununla birlikte, ilgili literatürlerde (Zadmajid ve ark., 2017; Zadmajid ve ark., 2019) yumurta yapışkanlığını gidermek için Woynarovich solüsyonu kullanılsa da, çalışmamızda siraz yumurtalarının döllenmesinde kullanılmamıştır. Siraz yumurtalarının hafif yapışma özelliği olup Woynarovich solüsyonuna gerek olmadan döllenme sırasında yaklaşık 20-25 dk'lık bir karıştırma işlemi kısmi yapışmayı gidermek için yeterli olmuştur.

Teleost türlerin yumurtalarında meroblastik bölünme vardır (Zadmajid ve ark., 2017). *C. umbla* türünde de bu özellik görülmektedir ve bütün embriyolojik safhalar normal bir düzende devam etmiştir. Döllenmeden sonra (zigot dönemi) ve animal kutbun yakınında ilk olarak sitoplazma yoğunlaştıktan sonra blastodisk oluşumu gerçekleşmiştir. Yumurta kabuğu (koryon) ile vitellin membran arasında belirgin bir perivitellin boşluk oluşmuştur. İlk hücre bölünmeleri fertilizasyondan sonra 1 sa. 45 dk. – 2 sa. 22 dk. arasında meydana gelmiştir. Döllenmiş yumurtalar arasındaki gelişimdeki bu zamana bağlı uyumsuzluk, bir yumurta kütlesi içindeki yumurta kalitesindeki farklılıklara bağlanabileceği gibi,

yumurtalardaki mikro koşullar ve/veya yumurtanın dışından içine potansiyel oksijen gradyanları da ilk bölünmedeki farklılıklara etkide bulunabilir (Grizzle, 1985; Zadmajid ve ark., 2017).

C. umbla türünde embriyonik gelişim 18-19°C su sıcaklığında yaklaşık 6 gün (144 - 146 saat) sürmüş ve ardından kuluçkadan çıkış başlamıştır. *C. trutta* türünde yumurtaların kuluçka süresi 21°C su sıcaklığında 71-74 saat arasında (Zadmajid ve ark., 2017) iken, *C. damascina* türünde yumurtaların kuluçka süresi 19,3°C su sıcaklığında 105-110 saat arasında (Zadmajid ve ark., 2019) bildirilmektedir. Bu durum, eşdeğer izotermal sıcaklıklara sahip benzer bir ortamda yaşayan yakından ilişkili türler arasında bile, yüksek derecede gelişimsel heterokroni ve potansiyel çeşitlilik olduğunu göstermektedir (Zadmajid ve ark., 2017).

C. umbla türünde kuluçkadan çıkışlar eşzamanlı olarak gerçekleşmeyip genel olarak 144-146 saat aralığında olmuştur. Birçok balık türünde olduğu gibi, *C. trutta* türünde de kuluçkadan çıkışların farklı yumurta grupları arasında olduğu kadar aynı grup yumurtalar içinde de eş zamanlı olarak gerçekleşmediği ve düzensiz aralıklarla meydana geldiği bildirilmektedir (Zadmajid ve ark., 2017). Aynı anda döllen ve en uygun koşullarda yetiştirilen bir yumurta kümesinde bile gelişimde uyumsuzluk söz konusudur (Kimmel ve ark., 1995; Ma ve ark., 2008; Tsai ve ark., 2013). Türler içinde ve türler arasında gelişimsel özelliklerin zamanlamasında bazı farklılıkların olduğu ve bu varyasyonun bir kısmının muhtemelen her deneyde kullanılan farklı yetiştirme sıcaklıklarından kaynaklanabileceği bildirilmektedir (Zadmajid ve ark., 2017). Ayrıca, anneye ait faktörler (örn. boyut, yaş ve kondisyon durumu) gamet kalitesini etkileyebilir (Marteinsdottir ve Steinarsson, 1998), bu da embriyonik gelişim hızını etkileyebilir (Morrison ve ark., 2001; Sorensen ve ark., 2016).

4.3. Siraz Postlarvalarının Farklı Yemleme Protokollerinde Büyüme ve Yaşama Özellikleri

Siraz larvasının başlangıç total boyu (yem almaya başladığı dönem) bilinen cyprinid türleri içinde en büyüklerinden biridir. Çalışmada siraz larvasının başlangıç total boyu 11,95-12,10 mm aralığında ölçülmüştür (Tablo 3.17). Cyprinid larvaları üzerine yapılan araştırmalara göre, *Leuciscus cephalus*, *L. idus* ve *L. leuciscus* larvaları total başlangıç boyları 7,86-9,12 mm (Kwiatkowski ve ark., 2008), *C. carassius* larvası 5,49 mm (Zarski ve ark., 2011), *C. carpio* larvası 5,3-6,8 mm (Kucharczyk ve ark., 2008) olarak

bildirilmektedir. Yumurta büyüklüğüne bağlı olarak larvanın daha büyük olması, larvanın doğrudan hazır yeme geçmesine imkan tanıdığı gibi, *Paramecium* veya *Rotifer* gibi küçük boyutlu canlı yemlere gerek kalmadan *Artemia* nauplii ile başlangıç beslemesi yapma olanağı sağlayabilir.

21 gün *Artemia* nauplii ile beslenen L1 grubunda (Kontrol grubu) büyümenin ve büyüme parametrelerinin diğer deneme gruplarına göre önemli derecede üstün olduğu görülmektedir ($p<0,05$) (Tablo 3.17). Bazı cyprinid türlerinde larvaların canlı yemlerle beslenmesi üzerine yapılan çalışmalarda da benzer sonuçlar bildirilmektedir (Kujawa, 2004; Zarski ve ark., 2011; Demeny ve ark., 2012; Lahnsteiner ve ark., 2012). Balık larvaları tam gelişmiş sindirim kanalına sahip olmadan önce, besin kaynakları olan canlı yemlerdeki ekzojen sindirim enzimleri uygun gelişimlerine olanak tanır. Yetersiz miktarda yem verilmesi ya da gıda eksikliği, larvalarda büyüme oranlarının düşmesine ve kitlesel ölümle sonuçlanan hastalıklara dirençlerinin bozulmasına neden olur. Cyprinid larvaları dış beslenmenin olduğu ilk günlerde doğal besinlerle yemlenmelidir. Ancak daha sonra formüle edilmiş hazır yemlerde bulunan maddeleri etkili bir şekilde özümseyebilirler (Grudniewski, 1980; Dabrowski ve Poczczynski, 1988; Kwiatkowski ve ark., 2008). Denemede hazır yemlerin dahil olduğu farklı yemleme protokolleri larval büyümede bariz bir şekilde geride kalmıştır ($p<0,05$). Kujawa (2004)'ya göre, larvaların yetiştirilmesi sırasında verilen besinlerin yeterli miktarda ve uygun kalitede olması esastır. Çalışmada yemleme *ad libitum* olarak uygulandığından bütün gruplara verilen yem miktarında bir eksiklik söz konusu değildir. Ancak, larvaların sindirim tüplerinin tam gelişmemiş olması nedeniyle, özellikle sadece hazır yem ile beslenen deneme gruplarında büyümenin kontrol grubuna ve karma beslenen deneme gruplarına göre düşük çıkması, larvaların hazır yemlerde bulunan maddeleri etkili bir şekilde sindiremediğini ve özümseyemediğini göstermektedir. Bununla birlikte, farklı canlı yemlerin test edildiği çalışmalar göstermiştir ki, larva ağız açıklığına göre canlı yemin büyüklüğünün yanı sıra, larvanın büyümesi kadar hayatta kalmasına da etki edebilen canlı yemin enerji içeriği de larva beslenmesinde önemlidir. Kujawa ve ark. (1999), *L. lota* larvalarında en iyi büyümeyi *Artemia* nauplii ile sağlamış, bunu sırasıyla 3, 5 ve 7 günlük *Paramecium* + *A. nauplii* grupları takip etmiştir. Başlangıç olarak *Paramecium* ile en kısa süreli beslenen gruptaki büyümenin diğer deneme gruplarına göre fazla olmasını, canlı yemlerin enerji içeriği farklılığından kaynaklanmış olabileceğine bağlamıştır. Larval beslemede verilen yemin enerji içeriğinin önemine vurgu yapılmıştır. Başka bir çalışmada (Lahnsteiner ve ark., 2012) ise, *L. lota* larvalarının ilk beslenmesinde hazır yemler (artificial

microdiets) kullanılmış, fakat denemeler başarısızlıkla sonuçlanarak %100 mortalite kaydedilmiştir. Bunun sebepleri olarak bazı olasılıklar sayılmaktadır. Kurutma ve proses süreçleri yapay yemin besinsel değerlerini azaltmış olabilir, yem parçacıkları suda kararsız olabilir, hızla çözülebilir ve yem partikülleri larvalar tarafından alınmayabilir (Lahnsteiner ve ark., 2012). Bu sonuçlar göstermektedir ki, türlere özgü olarak larvaların ilk beslenmesinde verilecek olan yemin nitelikleri (canlı yem, hazır yem, yem büyüklüğü, yem içeriği, besinsel değeri ve enerjisi vb.) larval büyüme ve yaşama oranı açısından hayati önem arz etmektedir. Nitekim, yoğun larva yetiştiriciliğinde en kritik noktalardan biri olarak başlangıç yeminin seçimi görülmektedir (Demeny ve ark., 2012). Çalışmada, siraz larvalarında büyümenin ve büyüme parametrelerinin en düşük olduğu gruplar, 21 günlük süreçte sadece hazır yemle beslenen L2 ve L5 grupları olmuştur. L2 ve L5 grupları arasında istatistiksel olarak önemli farklılık olmasa da ($p>0,05$), %55 HP içerikli yemle beslenen L5 grubu larvaların L2 grubu larvalardan daha iyi büyüdüğü ($p>0,05$), ancak yaşama oranı olarak daha düşük ($p<0,05$) kaldığı tespit edilmiştir (Tablo 3.17). Wolnicki ve Gorny (1995), larvalarda başlangıç yemi olarak hazır yem (mikroyem veya starter feed) kullanımı mümkün olsa da, daha düşük larval büyüme ve daha yüksek mortaliteyi de rapor etmiştir. *C. carassius* larvalarında tek besin olarak hazır yemin uygulanmasının, sadece *Artemia* ile beslenen gruba kıyasla analiz edilen tüm göstergelerde düşüşe neden olduğu, ticari yemlerin hiçbirinin özellikle larvaların hayatta kalma oranlarına çok iyi yansıyan doğal yem ile eşleşmediği ve yem yemeyen larvaların ölümünün bu dönemde meydana geldiği bildirilmektedir (Zarski ve ark., 2011). Bazı cyprinid larvalarında da benzer bir hassasiyet gözlemlendiği belirtilmektedir (Wolnicki ve Gorny 1995; Zarski ve ark., 2011; Demeny ve ark., 2012). Sadece hazır yem ile yetiştirilen diğer cyprinid larvalarının çoğunda da düşük büyüme oranı bulunmuştur (Mamcarz ve ark., 2011; Demeny ve ark., 2012). Bununla birlikte, Mamcarz ve ark. (2011), yaşama oranlarına negatif bir etkisi olmaksızın *T. tinca* larvalarının sadece hazır yem ile başarılı bir şekilde yetiştirilmenin mümkün olduğunu rapor etmektedir. Nitekim, çalışmada sadece hazır yemle beslenmiş L2 ve L5 grubu siraz larvalarında mortalite oranları (Tablo 3.17) çok düşük kaydedilmiş olup bu durumu teyit eder niteliktedir.

Kujawa (2004), canlı yemlerin verilme süresinin 8-12 gün arasında olmasını tavsiye etmektedir. Bu periyottan sonra larva yaşama oranı üzerinde herhangi bir olumsuz etki olmadan ticari yemlerin kullanımı mümkündür. Çalışmada karma yem protokollerinin uygulandığı 4 deneme grubu vardır. L3 ve L6 grupları ilk 5 gün *Artemia nauplii* ardından

hazır yem, L4 ve L7 grupları ilk 10 gün *Artemia* nauplii ve ardından hazır yem yemleme protokolleridir. L4 ve L7 grupları büyüme bakımından diğer karma yem gruplarına kıyasla daha iyi sonuç vermiştir ($p<0,05$) (Tablo 3.17). Mortalite oranlarında ise istatistiksel olarak farklılık yoktur ($p>0,05$). Kwiatkowski ve ark. (2008) yaptıkları çalışmada, oldukça uzun geçiş periyodu ile ticari yemin yetiştirme parametreleri üzerindeki olumsuz etkisini sınırlamayı amaçlamıştır. Karma yem protokolleri birkaç cyprinid türünde test edilmiştir ve safi hazır yem diyeti olanlara kıyasla daha iyi performans gösterdiği bulunmuş olsa da, özellikle büyüme oranları açısından hiçbir zaman safi canlı yem diyeti kadar etkili olamadıkları bildirilmektedir (Wolnicki ve Gorny, 1995; Kaiser ve ark., 2003; Mamcarz ve ark., 2011; Demeny ve ark., 2012). İstisnai bir durum olarak, bazı *Leuciscus* sp. larvalarında ise karma yem programının kontrol grubu *Artemia*'ya göre büyüme parametreleri bakımından daha iyi sonuçlar verdiği rapor edilmektedir (Kwiatkowski ve ark., 2008).

Çalışmada, hazır yem gruplarıyla (L2 ve L5 grupları) karşılaştırdığımızda, karma yem programlarıyla (L3, L4, L6 ve L7 grupları) larvaların büyüme oranlarını arttırma mümkün olsa da, karma yem gruplarının büyüme yönünden halen canlı yem protokolünün altında kaldıkları görülmektedir (Tablo 3.17). Bununla birlikte, karma yem programının olumlu etkileri bazı cyprinid türlerinde bildirilmektedir (Kaiser ve ark., 2003; Kwiatkowski ve ark., 2008). Çalışmada, karma yem protokolleri içinde büyüme parametreleri bakımından en iyi sonuçlar, canlı yem periyodunun en uzun tutulduğu (10 gün *Artemia* nauplii + 11 gün hazır yem) karma yem deneme gruplarında (L4 ve L7) elde edilmiştir ($p<0,05$). Tecrübelerden yola çıkıldığında ve Cyprinid larvalarının yetiştirilmesinde hazır yemlerin limitleri göz önüne alındığında, olabilecek en iyi yemleme programlamasının, 5-15 günlük daha uzun canlı yem periyodu, akabinde kademeli olarak hazır yeme geçiş olacağı varsayılmaktadır (Demeny ve ark., 2012).

Hazır yemlere adaptasyon başarısında ve yemden yararlanma konusunda larvanın orjini önemli bir faktördür. Yapılan çalışmalar göstermiştir ki, herhangi bir balık türünün kültür kaynaklı olması, larvaların hazır yemi almasını ve daha iyi değerlendirmesini kolaylaştırmaktadır. *Leuciscus* türleri üzerine yapılan bir araştırmaya göre, *L. idus* türüne ait sarı pigmentli form (orfe – yetiştiricilik formu) diğer *Leuciscus* türlerine göre büyüme bakımından karma diyetle en iyi sonucu vermektedir. İslah edilmiş balık popülasyonlarından elde edilen larvaların, doğal popülasyonlardan tam kontrollü koşullarda yumurtlatmayla sağlanan larvalara göre yetiştirme koşullarına daha iyi adapte olduğu açıkça görülmektedir (Kwiatkowski ve ark., 2008). Tymchuk ve Devlin (2005), gökkuşağı alabalığının kültür

formlarının doğal olanlara kıyasla daha hızlı geliştiğini ve kondisyon yönünden daha iyi durumda olduğunu rapor etmektedir. Bu bağlamda, siraz türünün uzun vadede yetiştiricilik yoluyla ıslah edilmesi, larvaların hazır yemden daha iyi istifade etmesini sağlayabilecek ve yetiştiricilik operasyonlarını kolaylaştıracaktır.

Çalışmada mortalite oranları bütün gruplar için oldukça makul düzeyde kalmış olup (Tablo 3.17) yaklaşık %96'nın üzerinde yaşama oranlarıyla birçok literatürdeki cyprinid larvaları için rapor edilen bulgulardan daha yüksek olarak kaydedilmiştir. Diğer balık türlerinin larvalarında *Artemia* nauplii ile besleme sonucunda elde edilen yaşama oranları %87,5-99 arasında değişkenlik göstermektedir (Wolnicki ve Gorny, 1995; Zarski ve ark., 2011; Demeny ve ark., 2012; Lahnsteiner ve ark., 2012), *L. lota* larvalarına doğadan temin edilmiş zooplanktonlar ile yapılan besleme sonucunda %70'in üzerinde yaşama oranı kaydetmiştir. Kujawa ve ark. (1999), *L. lota* larvalarının beslenmesinde kontrol grubu olarak *Artemia* nauplii ve deneme grupları olarak 3, 5 ve 7 günlük *Paramecium* + *A. nauplii* kullandığı çalışmada en yüksek mortaliteyi *Artemia* nauplii grubunda kaydetmiştir. *L. lota* larvalarının başlangıç yemi olarak *Artemia* nauplii'den daha küçük olan canlı yemlerle, örneğin; protozoan veya rotiferler, beslenmesinin uygun olacağı kanaati belirtilmiştir. 21 gün boyunca *Artemia* ile beslenen *Leuciscus* sp. larvalarında %79,6-99,1 arasında yaşama oranı, karma yem gruplarında ise %85,1-96,1 yaşama oranı bildirilmektedir (Kwiatkowski ve ark., 2008). Yaşama oranlarındaki değişkenlikler, ilgili literatürler doğrultusunda tür farklılığına, larva orjinine (ıslah veya kültür), yem türüne, yemin büyüklüğüne, yemin besinsel ve enerji içeriğine, yemleme protokolüne ve zamanlamasına bağlanabilir.

4.4. Yavru Siraz Balıkların Farklı Stok Yoğunluklarında Büyüme ve Yaşama Özellikleri

Hızla artan dünya nüfusunun hayvansal protein ihtiyacı büyük oranda su ürünleri avcılık ve yetiştiriciliğinden elde edilmektedir. Yıllar bazında farklılık göstermekle beraber avcılıktan elde edilen ürün miktarı çok değişmemektedir. Avcılık miktarının arttığı zamanlarda ise doğal popülasyon üzerinde ciddi bir av baskısı oluşturmaktadır. Buna karşın dünya genelinde yetiştiricilikten elde edilen su ürünleri miktarları hızla artmaktadır. Bu artış istenilen bir seviyede olurken tür çeşitliliğinde çok az bir artış söz konusudur. Yetiştiricilik yoluyla elde edilen tür sayısındaki artışın devam etmesi adına araştırmacıların su ürünleri

yetiştiriciliğinde alternatif türler üzerine daha çok çalışma yapması ve sektöre yeni türler kazandırmaları büyük önem taşımaktadır.

Stok yoğunluğu, su ürünleri yetiştiriciliğinde en önemli değişkenlerden biri olup yaşama, büyüme, davranış, sağlık, su kalitesi, besleme ve üretimi doğrudan etkiler. Verimli bir yönetim sağlamak, üretim ve karlılığı maksimize etmek için her tür ve üretim aşaması için optimum stoklama yoğunluklarının belirlenmesi gerekir (Rowland ve ark., 2006). Balık larva kültüründe elverişsiz stok yoğunluğu beslenmeye zarar veren dominant davranışa sebep olabilir, bu da strese, bir çok heterojen balığa ve düşük verimliliğe yol açar (Santana ve ark., 2020). Sahoo ve ark. (2004), yetiştiricilik alanının en iyi şekilde kullanılmasının kuluçkahanede larva üretimini optimize edebileceğini bildirmektedir. Stok yoğunluğu büyümeyi, besin arzını, çevresel koşulları ve genetik karakteri etkileyen önemli bir faktördür. Siraz juvenilleri ile yaptığımız çalışmada, stoklama yoğunluğunun büyüme parametreleri ve YDO üzerinde önemli derecede negatif etkisinin olduğu görülmektedir ($p<0,05$) (Tablo 3.32). Stok yoğunluğu arttıkça büyüme oranları azalmış ve YDO değerleri artmıştır. En düşük stoklama yoğunluğunun (40 adet/40 lt) siraz juvenillerinde büyüme parametreleri açısından optimal olduğu anlaşılmaktadır. Farklı balık türlerinin larvaları ve yavru balıkları üzerine yapılan stoklama yoğunluğu çalışmaları da göstermektedir ki, düşük stoklama yoğunluğunun büyüme üzerine olumlu etkileri vardır (El-Sayed, 2002; Kupren ve ark., 2011; Zarski ve ark., 2011; Arifin ve ark., 2019; Usandi ve ark. 2019). Zarski ve ark. (2011) *C. carassius* larvalarında en yüksek büyüme oranını en düşük stoklama yoğunluğunda elde etmiştir. SBO'ndaki (%17,38-20,06) farklılıkların önemsiz olduğunu bildirmiştir. Siraz juvenillerinde en yüksek SBO (%3,419) ve en düşük YDO (4,55) minimum stok yoğunluğunda elde edilirken, en düşük SBO (%2,127) ve en yüksek YDO (8,56) maksimum stok yoğunluğunda kaydedilmiştir ($p<0,05$) (Tablo 3.32). Bununla birlikte, bazı türler için optimal stok yoğunlukları farklılık gösterebilmekte, en düşük stok yerine orta seviye yoğunluklar daha iyi sonuç verebilmektedir (Sahoo ve ark., 2004; Niazie ve ark., 2013). El-Sayed (2002) tilapiya larvalarında en iyi performansı 3 larva/lt stok yoğunluğunda kaydetmesine rağmen, aralarında istatistiki olarak önemli fark olmaması nedeniyle optimum stoklama yoğunluğunu 5 larva/lt olarak belirlemiştir. Siraz juvenillerinde ise bariz bir şekilde stok yoğunluğu artışının büyüme parametrelerine etkisi olumsuz yönde olmuştur.

Stok yoğunluğunun büyüme üzerindeki olumsuz etkisi birçok faktöre bağlanabilmektedir. Farklı oranlarda stoklanan *Clarias batrachus* larvalarının azalan

büyüme ve yaşama oranlarının yoğun stoklanmadan kaynaklanabileceğini belirten Sahoo ve ark. (2004), yoğun stoklamanın da balıkların hareket etmesine ve yiyeceğe ulaşmasının zorlaşmasına ve dolayısıyla beslenme hızının düşmesine neden olabileceğine iddia etmektedir. Niazie ve ark. (2013) stok yoğunluğu arttıkça yavru Japon balıklarının büyüme oranlarının azaldığını ve en yüksek spesifik büyüme oranının en düşük stok yoğunluğunda olduğunu bildirmektedir. Bununla birlikte, stok yoğunluğu artışına paralel olarak dönüşüm oranlarının (YDO) yükseldiğini ve en yüksek YDO'nun (27,58) en yoğun stokta gerçekleştiğini belirtmektedir. Bunun sebebini de, yüksek yoğunlukta yetiştirilen balıklarda meydana gelen stresin metabolizmayı arttırmasına ve böylece balıkların enerji gereksinimini yükseltmesine bağlamaktadır. Balıkların büyümesi üzerinde önemli etkileri olan stresin (Fox ve Flowers, 1990; Holm ve ark., 1990) oluşma nedenlerinden biri de stok yoğunluğudur (Pickering, 1993). Balık-balık etkileşimindeki sosyal baskınlıktan kaynaklanan kronik stres ve sağlık sorunları, yoğun su ürünleri yetiştiriciliğinde nispeten yaygındır. Agresif olmayan balıkların yeme erişimi azalır ve kronik stresin kalorik enerji maliyetleri nedeniyle bu balıklar daha yavaş büyürler (Wedemeyer, 1996). Yetiştiricilik koşullarında stres etkenleri sebebiyle balıklar homeostasisi sağlayabilmek için daha fazla enerji harcamaya ihtiyaç duyarlar (Schreck, 1982). Enerjinin büyüme yerine stres için harcanmasının yanında, azalan yem alımı, balıkların daha yüksek yoğunluklarda karşılaştığı yüksek stres düzeylerinin bir göstergesi olabilir (Moradyan ve ark., 2012). De silva ve Davy (1992) sindirilebilirlikte yeterli gıda alımının, yem dönüşüm oranının azaltılmasında önemli rol oynadığını belirtmişlerdir. Sindirilebilirlik, günlük besleme oranına, yemleme sıklığına ve verilen yem tipine bağlıdır (Chiu ve ark., 1987). El-Sayed (2002) nil tilapiyası larvalarında artan stok yoğunluğuyla ters orantılı olarak azalan SBO (%10,05-7,78) ve YDO (3,45-2,65) kaydetmiştir. Tilapia larvalarında en düşük stok yoğunluğunda (3 larva/lı) düşük yem kullanım verimliliğinin olmasını yani en yüksek YDO çıkmasını, yem için yeterli rekabetin olmamasına ve/veya sosyal hiyerarşiye bağlamıştır. Buna ilave olarak, yem kullanım verimliliğinin zayıf olmasında, yem partiküllerini izlemenin zorluğu yem tüketiminin azalmasına ve yenmemiş yemin drenaj suyuyla atılmasına neden olarak yem kullanım verimliliğinin bozulmasına neden olabilir (El-Sayed, 2002). Doğadan temin edilen ve daha önce hiçbir şekilde kültüre alınmamış bir tür olan siraz türünden elde edilen juveniller, yapılan gözlemler neticesinde hazır yem ile beslenmede herhangi adaptasyon zorluğu çekmemiştir. Morfometrik ölçümlere göre de bireyler arasında büyüklük bakımından bir heterojenlik söz konusu değildir. Her ne kadar yem alımı iyi olsa da türe özgü yemin

olmayışı ve *ad libitum* yemleme gibi nedenlerden dolayı YDO değerlerinin yüksek çıktığı düşünülmektedir.

Çalışmada stoklama yoğunluğunun siraz juvenilleri yaşama oranı üzerinde önemli bir etkisinin olmadığı görülmektedir (Tablo 3.32). Farklı türlerle yapılan stoklama çalışmalarına göre balık yoğunluğunun yaşama oranı üzerine bir etkisi yoktur (Kupren ve ark., 2011; Zarski ve ark., 2011; Niazie ve ark., 2013; Arifin ve ark., 2019). Stoklama yoğunluğunun larva yaşama oranları üzerinde sınırlı etkisinin olabileceği bildirilmektedir (El-Sayed, 2002). Nitekim tilapiya larvaları üzerine yapılmış stoklama yoğunluğu çalışmalarında %90 üzerinde yaşama oranları verilmektedir (Dambo ve Rana, 1992; El-Sayed, 2002). *O. mossambicus* yavrularında artan stoklama yoğunluğunun bireyler arasında sosyal dominantlığı azalttığı, bunun da daha yüksek yaşama oranı sağlamakla beraber daha düşük bireysel büyüme oranlarına neden olduğu bildirilmektedir (Macintosh ve De Silva, 1984). Zarski ve ark. (2011) *C. carassius* larvalarında en yüksek yaşama oranlarını en düşük stoklama yoğunluğunda elde etmiş, yaşama oranlarındaki (%88-91) farklılıkların önemsiz olduğunu bildirmiştir. Siraz juvenillerinde en yüksek yaşama oranları orta gruplarda gerçekleşirken, oranlar arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur ($p>0,05$). Bununla birlikte, siraz için daha yüksek yoğunluklu denemelerin ilerleyen dönemlerde yapılmasıyla, yaşama oranını zorlayacak stok yoğunluğu kritik üst seviyesinin belirlenmesi mümkün olacaktır.

Larva ve yavru balıklarda büyüme ve stoklama yoğunluğu arasındaki negatif korelasyon birçok çalışmada geçmektedir ve özellikle balık büyümesi üzerine stoklama yoğunluğunun olumsuz etkisi birçok çalışmada ortaya konulmuştur. Bu etkide sosyal etkileşimlerin tesiri kadar kanibalizm ve yüksek stoklamadan kaynaklı su kalitesi değişimlerinin de etkisi olabilir (Alvarez-Gonzalez ve ark., 2001; Zarski ve ark., 2008b; Zarski ve ark., 2011). Bazı balık türlerinde larval ve juvenil aşamada kanibalizm rapor edilirken (Baras ve ark., 2003), siraz juvenillerinde çalışma boyunca kanibalizm gözlemlenmemiştir. Bunun yanında, artan stok yoğunluğu stresli koşulların oluşmasına neden olan su kalitesinde bozulmaya yol açabilir (Pankhurst ve Van der Kraak, 1997). Çalışmamızda yarı kapalı devre sistem kullanıldığından su kalitesinde herhangi bir olumsuz durum meydana gelmemiştir. Su kalitesi parametrelerine ait değerler optimal sınırlarda seyretmiştir (Şekil 3.7, Tablo 3.6, 3.7, 3.8, 3.9). Dolayısıyla, çalışmada su kalitesinin bozulması ve buna bağlı stres ortamı oluşumu söz konusu değildir.

Kupren ve ark. (2011), yüksek stok yoğunluğunun reofilik cyprinid larvalarının büyüme oranlarına olumsuz etkileri de olsa da, yaşama oranı üzerinde önemli bir etkisinin olmadığını, dolayısıyla yüksek yoğunluklu su ürünleri yetiştiriciliğinin bu reofilik türlerin üretimi için uygun olabileceğini dile getirmektedir. Aynı şekilde siraz juvenillerinde de yüksek stok yoğunluklarının yaşama oranlarına negatif etkisinin olmaması, birim hacimde yüksek sayıda siraz juvenillerinin zorunlu hallerde stoklanabileceği anlamına gelmektedir. Zarski ve ark. (2011), aynı hacim biriminden daha yüksek bir stoklama yoğunluğu ile önemli ölçüde daha büyük bir biyokütle elde edilmesine dikkat çekmektedir. Siraz türünde her ne kadar stoklama yoğunluğu artışının büyüme üzerine negatif etkileri olsa da, birim alan veya hacimde daha fazla ürün yetiştirme ve stoklama imkanı kazanılmaktadır. Nitekim elde edilen son biyomas verileri de bunu teyit eder niteliktedir (Tablo 3.32).

Çalışmada kondisyon faktörleri normal düzeylerinde kalmış olup gruplar arasında farklılıklar vardır ($p<0,05$). Niazie ve ark. (2013) Japon balığı yavru balıklarında stoklama yoğunluğu artışının büyüme parametreleri ve yem dönüşü oranında önemli farklılıklara sebep olduğunu, ancak kondisyon faktöründe farklılıkların oluşmadığını bildirmektedir. Bu durum göstermektedir ki, türlere göre kondisyon faktörü stoklama yoğunluğu etkisinde değişkenlik gösterebilir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Kujawa ve ark. (2011), yumurtlama stimulasyon ajanları içerisinde ovopel hormonunun üreme ve ekonomik etkinliği bakımından öne çıktığını, Brzuska (2004) da makul fiyatı ve tatmin edici üreme sonuçları ile ovopelin artı özellikler taşıdığını belirtmektedirler. Tam kontrollü koşullar altında siraz türünün (*Capoeta umbla*) üretiminde ovopel ve ovaprim hormonları başarılı bir şekilde kullanılabileceği görülmüştür. Bu yumurtlama ajanlarının kullanımı uzun latent periyotlara sebep olsa da yüksek kalitede yumurta ve daha sonrasında çıkış oranları sağlamaktadır. Yumurta kalitesinin optimize edilmesi, bu sayede döllenme, çıkış ve gözlenme gibi parametrelerin iyileştirilmesi için yeni metotların denenmesinde de yarar vardır. Jamroz ve ark. (2008), bu iki hormonun kombinasyonunun, ovaprime göre en yüksek biyolojik kalitedeki gametleri ve daha iyi senkronize yumurtlamayı sağladığını bildirmiştir. Siraz anaçlarında ilerleyen dönemlerde ovopel ve ovaprim hormonlarının kombinasyonları denenerek üreme verimlilikleri artırılabilir.

C. umbla larvaları başlangıç yemi olarak hazır yeme kolay adapte olabilmektedir. Bu da yetiştiricilik operasyonlarını makul ölçüde azaltabildiği gibi, ekonomik olarak da önemli bir katkı sunmaktadır. Öte yandan mikro yemle başlayan larvalarda yaşama oranları ideal düzeyde kalabilmektedir. Her ne kadar canlı yem ile beslenen larvalara göre büyümeleri geride kalsa da, türe özgü yem rasyonlarının hazırlanması, ıslah çalışmalarının yapılarak yemden yararlanması yüksek kültür ırklarının oluşturulması gibi geleceğe dönük araştırmalar bu dezavantajı ortadan kaldırabilir.

Siraz larvalarının stoklama yoğunluğu denemelerinin sonuçları iki farklı açıdan değerlendirilebilir. Düşük stoklama yoğunluğunda ortalama canlı ağırlığın ve büyüme parametrelerinin daha iyi olması, balıklandırma için kullanılacak bireylerin erken zamanda daha büyük boyutlu olarak doğal ortama salınmasına imkan tanır. Öte yandan yüksek stoklama yoğunlukları siraz için büyüme yönünden dezavantajlı gibi görünse de, çalışma sonunda elde edilen toplam biyomas verileri dikkate alındığında, birim alan veya hacimde daha fazla sayıda siraz yavru balığı yetiştirme ve stoklama olanağı elde edilmektedir. Bu nedenle, yetiştiricilik amacı ve hedefleri doğrultusunda siraz yavru balığı için ideal stoklama yoğunluğunun ihtiyaçlara göre belirlenmesi daha mantıklı olacaktır. Talep edilen boyutta maksimum balık sayısını elde etmek için çeşitli stoklama yoğunluklarında yetiştirme koşullarının, yani farklı su sıcaklığı, yemler, yemleme sıklığı, yemleme oranları ve ışık koşullarının etkisinin incelendiği daha ileri çalışmalara ihtiyaç vardır.

6. KAYNAKLAR

- Abdoli, A.**, 2000. The Inland Water Fishes of Iran. *Iranian Museum of Nature and Wildlife*, pp. 378.
- Abubakar, M.Y., Ipinjolu, J.K.**, 2019. Spawning Performance of *Heterobranchus bidorsalis* in Sokoto Dry Sub Humid Nigeria using Ovaprim C and Ovatide Hormones. *Asian Journal of Emerging Research*, 1(4): 141-153. <https://doi.org/ajerpj.2019.141.153>
- Aegerter, S., Jalabert, B.**, 2004. Effects of post-ovulatory oocyte ageing and temperature on egg quality and on the occurrence of triploid fry in rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. *Aquaculture* 231, 59–71.
- Aksungur, M., Çakmak, E., Aksungur, N., Çavda, Y.**, 2006. Deniz Alabalıklarında Stok Yönetimi ve Balıklandırma Stratejileri 1. *Balıklandırma ve Rezervuar sempozyumu* Antalya.
- Alvarez-Gonzalez, C., Ortiz-Galindo, J.L., Dumas, S., Martinez-Diaz, S., Hernandez-Ceballos, D.E., Grayeb-Del Alamo, T., Moreno-Legoretta, M., Pena-Martinez, R., Civera-Cerecedo, R.**, 2001. Effect of stocking density on the growth and survival spotted sand bass *Paralabrax maculatofasciatus* larvae in a closed recirculating system. *Journal of the World Aquaculture Society.*, 32: 130–137.
- Arda, Y.**, 2014. Ordu ve Trabzon İllerinde Deniz Balığı Yetiştiriciliği Yapan İşletmelerin Yapısal Analizi Yüksek Lisans Tezi Ordu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Balıkçılık Teknolojisi Mühendisliği Anabilim Dalı.
- Arifin, O.Z., Prakoso, V.A., Subagja, J., Kristanto, A.H., Pouil, S., Slembrouck, J.**, 2019. Effects of stocking density on survival, food intake and growth of giant gourami (*Osphronemus goramy*) larvae reared in a recirculating aquaculture system. *Aquaculture*, 509; 159-166.
- Atalay, M.A., Toslak, C.**, 2013. Balıklandırma, Yabancı ve İstilacı Balık Türleri ile İlgili Ulusal ve Uluslararası Mevzuat *İstanbul Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi* 28: 39-62.
- Aydın, O., Sayılı, M.**, 2009. Samsun ilinde alabalık işletmelerinin yapısal ve ekonomik analizi. *Gazi Osmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 26: 97-107.
- Aksoy, Ş.**, 1996. Hazar Gölü'nden Yakalanan *Capoeta capoeta umbla*'da Endohelminthlerin Araştırılması, *Yüksek Lisans Tezi*, Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Elazığ, 39 s.
- Aras, N.M., Güneş, M., Bayır, A., Sirkecioğlu, A.N., Haliloğlu, H.İ.**, 2009. Tuzla Çayı ve Tercan Baraj Gölü'ndeki *Capoeta capoeta umbla* Heckel, 1843'nın Bazı Biyo-Ekolojik Özellikleri ile Total Yağ ve Yağ Asitleri Kompozisyonlarının Karşılaştırılması *Ekoloji* 19, 73, 55-64

- Aras, M.S., Yanar, M., Bircan, R.,** 1986. Karasu Irmağı'nda Yaşayan *Capoeta capoeta umbla* (Heckel, 1843)'nın Et Verimi ile Çeşitli Vücut Organları Arasındaki İlişkiler, *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Yüksekokulu, Su Ürünleri Dergisi*, 3, 9-10-11-12, 106-115.
- Aras, M.S., Yanar, M., Bircan, R.,** 1992. Karasu Irmağı'nda yaşayan *Capoeta capoeta umbla* (Heckel, 1843)'nın et verimi ile çeşitli vücut organları arasındaki ilişkiler, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Erzurum, 106-115.
- Arthington, A. H., Dulvy, N. K., Gladstone, W., Winfield, I. J.,** 2016. Fish conservation in freshwater and marine realms: status, threats and management. *Aquatic Conservation Marine Freshwater Ecosystems* 26, 838–857.
- Atay, D.,** 1987. İçsu Balıkları ve Üretim Tekniği, *Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları*, Yayın No: 1035, 467 s.
- Aydın, R.,** 2000. Elazığ- Hazar Gölü'nde Yaşayan *Capoeta capoeta umbla* (Heckel, 1843)'nın Kemiksi Yapılarından Karşılaştırılmalı Yaş Tayini, *Doktora Tezi*, Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Elazığ, 100 s.
- Aydın, R., Şen, D.,** 2002. Hazar Gölü'nde yaşayan *C. c. umbla* (Heckel, 1843)'da aynı kemiksi yapıların sağ ve solları arasındaki yaş ilişkisi, *Fırat Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 14(2): 209–220.
- Avery, T.S., Brown, J.A.,** 2005. Investigating the relationship among abnormal patterns of cell cleavage, egg mortality and early larval condition in *Limanda ferruginea*. *Journal of Fish Biology* 67, 890-896
- Avery, T.S., Killen, S.S., Hollinger, T.R.,** 2009. The relationship of embryonic development, mortality, hatching success, and larval quality to normal or abnormal early embryonic cleavage in Atlantic cod, *Gadus morhua*. *Aquaculture* 289: 265–273
- Baras, E., Kestemont, P., Me'lard, C.,** 2003. Effect of stocking density on the dynamics of cannibalism in sibling larvae of *Perca fluviatilis* under controlled conditions. *Aquaculture*, 219: 241-255.
- Bayır, A., Sirkecioğlu, A.N., Polat, H., Aras, M.,** 2007. Biochemical profile of blood serum of siraz. *C. c. umbla*, *Comparative Clinical Pathology*, 16: 119–126.
- Berker, A., Çolak, A.,** 1979. Keban Baraj Gölü'nde Bulunan Sazangiller, Cyprinidae Familyasına Ait Bazı Türlerin Besinsel Analizleri Üzerine Araştırmalar, *Veteriner Hekimler Derneği Dergisi*, 29(4): 45-59 .
- Bert, T.,** 2007. Environmentally Responsible *Aquaculture A Work In Progress Chapter 1*.

- Bircan, R., Polat, N.,** 1995. Altinkaya Baraj Gölü'ndeki *Capoeta capoeta* (Güldenstaedti, 1773), 'nın Üreme Mevsimi, Yumurta Verimi ve Eşeyssel Olgunluk Yaşı Üzerine İncelemeler, *Doğu Anadolu Bölgesi II. Su Ürünleri Sempozyumu*, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Su Ürünleri Bölümü, Erzurum 287-305.
- Bobé, J., Labbe, C.,** 2010. Egg and sperm quality in fish. *Gen. Comp. Endocrinol.* 165:535–548.
- Bobé, J.,** 2015. Egg quality in fish: Present and future challenges. *Animal Frontiers*, Jan. 2015, 5(1): 66-72. doi:10.2527/af.2015-0010
- Bonnet, E., Fostier, A., Bobé, J.,** 2007. Characterization of rainbow trout egg quality: A case study using four different breeding protocols, with emphasis on the incidence of embryonic malformations. *Theriogenology* 67:786–794.
- Bosakowski, T., Wagner, E.J.,** 1995. Experimental use of cobble substrates in concrete raceways for improving fin condition of cutthroat (*O. clarkii*) and rainbow trout (*O. mykiss*). *Aquaculture*, 130; 159-165.
- Bromage, N.R., Jones, J., Randall, C., Thrush, M., Davies, B., Springate, J., Duston, J., Barker, G.,** 1992. Broodstock management, fecundity, egg quality and the timing of egg production in the rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture*, 100:141–166.
- Bromage, N., Bruce, M., Basavaraja, N., Rana, K., Shields, R., Young, C., Dye, J., Smith, P., Gillespie, M., Gamble, J.,** 1994. Egg quality determinants in finfish: the role of overripening with special reference to the timing of stripping in the Atlantic halibut *Hippoglossus hippoglossus*. *Journal of World Aquaculture Society* 25:13–21.
- Bromage, N.R., Roberts, R.J.,** 1995. Broodstock Management and Egg and Larval Quality, *Blackwell Science*, Oxford, 424 pp.
- Brzuska, E., Rzemieniewski, A., Adamek, J.,** 1998. Wyniki stymulowania owulacji u suma afrykańskiego (*Clarias gariepinus* Burchell 1822) przy zastosowaniu Ovopelu. *Komunikaty Rybackie*, 4:15–16.
- Brzuska, E., Grzywaczewski, R.,** 1999. Artificial spawning of carp (*Cyprinus carpio* L.); differences between the effects on reproduction in females of Israeli strain Dor-70 and its crossbred treated with carp pituitary and Ovopel. *Aquaculture*, 30:559–570.
- Brzuska, E.,** 1999. Artificial spawning of herbivorous fish: use of an LH-RH-a to induce ovulation in grass carp *Ctenopharyngodon idella* (Valenciennes) and silver carp *Hypophthalmichthys molitrix* (Valenciennes)– *Aquaculture Research*, 30: 849-856.
- Brzuska, E.,** 2000. Artificial spawning of carp *Cyprinus carpio* differences between the effects on reproduction in females of Polish and Hungarian provenance treated with carp pituitary and (D-Ala6) GnRH ProNHet (Kobarelin). *Aquaculture*, 31:457–465.

- Brzuska, E.,** 2001. Artificial spawning of European catfish *Silurus glanis* differences between propagation results after stimulation of ovulation with carp pituitary and Ovopel. *Aquaculture Research*, 32:11–19.
- Brzuska, E.,** 2003. Artificial propagation of European catfish (*Silurus glanis*): application of a single dose of pellets containing D-Ala6,Pro9NEt-mGnRH and dopamine inhibitör metoclopramide to stimulate ovulation in females of varied body weight. *Czech Journal of Animal Science* 48:152–163.
- Brzuska, E.,** 2004. Artificial propagation of African catfish (*Clarias gariepinus*) the application of a single dose of pellets containing D-Ala6,Pro9NEt-mGnRH and dopamine inhibitor metoclopramide. *Czech Journal of Animal Science* 49,(7): 289–296.
- Brzuska, E.,** 2005. Artificial spawning of carp (*Cyprinus carpio* L.), differences between females of Polish strain 6 and Hungarian strain W treated with carp pituitary homogenate, Ovopel or Dagin. *Aquaculture Research*, 36:1015–1025. doi:10.1111/j.1365-2109.2005.01311.x
- Brzuska, E.,** 2006. Artificial spawning of female Lithuanian strain B carp (*Cyprinus carpio* L.) after treatment with carp pituitary homogenate, Ovopel or [D-Tle6, ProNHet9] GnRH-a (Lecirelin). *Aquaculture Research*, 37: 264–271.
- BSGM,** 2021. Tarım ve Orman Bakanlığı Balıkçılık ve Su Ürünleri Genel Müdürlüğü [https://www.tarimorman.gov.tr/BSGM Bilgi Dökümanlar / İstatistikler / Su Ürünleri İstatistikleri](https://www.tarimorman.gov.tr/BSGM/Bilgi/Dökümanlar/Istatistikler/Su_Ürünleri_Istatistikleri), 10 Ocak 2022.
- Canpolat, Ö., Çalta, M.,** 2001. The comparison of some heavy metal levels in muscles taken from three different parts of *C. c. umbla* (Cyprinidae Pisces), *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 4, 891-892.
- Canpolat, Ö., Çalta, M.,** 2003. Heavy metals in some tissues and organs of *C. c. umbla* (Heckel, 1843) fish species in relation to body size, age, sex and seasons, *Fresenius Environmental Bulletin*, 12, (9), 961-966.
- Cejko, B.I., Kowalski, R.K., Kucharczyk, D., Targońska, K., Krejszeff, S., Żarski, D., Glogowski, J.,** 2009. Influence of the length of time after hormonal stimulation on selected parameters of milt of ide *Leuciscus idus* L. *Aquaculture Research*, 41(6):804-813 doi.org/10.1111/j.1365-2109.2009.02357.x
- Cejko, B.I., Kucharczyk, D.,** 2015. Application of dopaminergic antagonist: metoclopramide, in reproduction of crucian carp *Carassius carassius* (L.) under controlled conditions. *Animal Reproduction Science* 160, 74–81.
- Celayir, Y.,** 2007. Siraz (*Capoeta Capoeta Umbla*, Heckel 1843) 'dan Tam Kontrollü Döl Alımı Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Yetiştiriciliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi.

- Ceyhun, S.B., Erdoğan, O.,** 2008. Kilise Deresi'nde (Hınıs) Yaşayan *Capoeta capoeta umbla* (Heckel, 1843)'nın populasyon yapısı ve dere suyunun bazı özellikleri. *Saltuk Buğrahan Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Derg.* 39 (1), 35-41.
- Chen, Y.F.,** 2005. Induced ovulation and embryonic development of ocellated puffer, *Takifugu ocellatus*. *The Journal of Applied Ichthyology* 21: 136–140.
- Chiu, Y.N., Sumagaysay, N.S., Sastrillo, M.G.S.,** 1987. Effect of feeding frequency and feeding rate on the growth and feed efficiency of milk fish, *Chanos chanos* (Forsk.) Juveniles. *Asian Fish Science*, 1: 27-31.
- Ciesla, M., Jonczyk, R., Gozdowski, D., Sliwinski, J., Rechulicz, J., Andrzejewski, W.,** 2014. Changes in the *Leuciscus idus* (L.) females' reproductive parameters after stimulation with carp pituitary homogenate (CPH) and Ovopel: the effect of domestication? *Aquaculture International*, 22:77–88.
- Cirik, Ş., Cirik, S., Çelik, İ., Çelik, P.,** 2007. İç Sulardaki İstilacı Türler ve Biyolojik Çeşitliliğe Etkileri, *Göller Kongresi*, Isparta.
- Constantinos, C., Fostier, M. A., Zanuy, S.,** 2010. Broodstock management and hormonal manipulations of fish reproduction. *General and Comparative Endo* 16,5 516–534.
- Cowx, I.G.,** 1994. Stocking strategies. *Fish Management Ecology* 1:15–30
- Craik, J.C.A., Harvey, S.M.,** 1984. Egg quality in rainbow trout: the relation between egg viability, selected aspects of egg comp, and time of stripping. *Aquaculture* 40:115–134
- Çakmak, E., Aksungur, N., Firidin, Ş., Aksungur, M., Çavdar, Y., Kurtoğlu, İ.Z., Başçınar, N.S., Akbulut, B., Savaş, H., Üstündağ, E., Alkan, A., Ergün, H., Ertekin, A., Zengin, B., Serdar, S., Fidan, D., Özkan, B.,** 2011. Karadeniz Alabalığı (*Salmo trutta labrax* Pallas, 1811)'nın Özel Sektöre Kazandırılması, *Proje Sonuç Raporu Kitabı*, TAGEM/HAYSÜD/2006/ 09/03/02, Trabzon, 147 s.
- Çalta, M., Canpolat, Ö.,** 2002. Hazar Gölü'nden yakalanan *Capoeta capoeta umbla* (Heckel, 1843)'da bazı ağır metal miktarlarının tespiti, *Fırat Üniversitesi Fen ve Müh. Bilimleri Dergisi*, 14(1): 225-230.
- Çoban, M.Z., Şen, D.,** 2011a. *Capoeta Umbla* (Heckel, 1843)'nın Hazar Gölü (Dicle Nehri) ve Keban Baraj Gölü (Fırat Nehri) Populasyonlarının Büyüme Özelliklerinin Karşılaştırılması, *Journal Of Fisheries Sciences*. Com E-Issn 1307-234x
- Çoban, M.Z., Şen, D.,** 2011b. Examination of liver and muscle glycogen and blood glucose levels of *Capoeta umbla* (Heckel, 1843) living in Hazar Lake and Keban Dam Lake (Elazığ, Turkey). *African Journal of Biotechnology*, 10 (50): 10271-10279.

- Çoban, M.Z., Gündüz, F., Demirel, F., Örnekçi, G.N., Karakaya, G., Türkgülü, İ., Alp, A.,** 2013. Population Dynamics and Stock Assessment of *Capoeta umbla* (Heckel, 1843) in Lake Hazar, Elazığ, Turkey *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 13: 221-231
- Çolak, A.,** 1981. Keban Baraj Gölü'nde bulunan balık türleri. *Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*. Fac. Vet. Med., Univ. Ankara 28(1-4): 167-181
- Dabrowski, K.,** 1984. The feeding of fish larvae, present "state of the art" and perspectives. *Reproduction Nutrition Development* 24:807-833.
- Dabrowski, K., Poczyczynski, P.,** 1988. Comparative experiments on starter diets for grass carp and common carp – *Aquaculture* 69:317-332.
- Dağlı, M., Erdemli, A.Ü.,** 2011. *Capoeta Umbla* (Heckel, 1843) ve *Capoeta Trutta* (Heckel, 1843)'nın Bazı Meristik ve Morfometrik Özelliklerinin Karşılaştırılması *Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi / The Black Sea Journal Of Science* Issn: 1309-4726: 46-56
- Dambo, W.B., Rana, K.J.,** 1992. Effects of stocking density on growth and survival of Nile Tilapia *Oreochromis niloticus* (L.) fry in the hatchery. *Aquaculture and Fisheries Management* 23:71-80.
- Das, P., Behera, B.K., Meena, D.K., Singh, S.K., Mandal, S.C., Sahoo Das, S., Yadav, A.K., Bhattacharjya, B.K.,** 2016. Comparative efficacy of different inducing agents on breeding performance of a near threatened cyprinid *Osteobrama belangeri* in captivity. *Aquaculture Reports*, 4:178-182.
- Demeny, F., Trenovszki, M.M., Sokoray-Vargal, S., Hegyi, A., Urbanyi, B., Zarski, D., Acs, B., Miljanovic, B., Specziar, A., Müller, T.,** 2012. Relative Efficiencies of *Artemia nauplii*, Dry Food and Mixed Food Diets in Intensive Rearing of Larval Crucian Carp (*Carassius carassius* L.). *Turkish Journal of Fisheries and Aqua Science* 12: 691-698.
- Demir, O.,** 2017. Endemik İç Su Balıkları Yetiştiriciliğinin Önemi: Eğirdir Sirazı (*Capoeta pestai* Pietschmann, 1933) *Süleyman Demirel Üniversitesi Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Dergisi*, 13(1): 88-98.
- De Silva, S.S., Davy, F.B.,** 1992. Fish nutrition research system in Asia. *Asian Fish Science*, 5:129-144.
- Duarte, M., Marbá, N., Holmer, M.,** 2007. Rapid domestication of marine species. *Science* 316:382-383.
- Ebrahimi, M.H., Imanpoor, M.R., Adlo, M.,** 2010. Effects of stocking density on growth factors, survival and blood and tissue parameters, in Giant gourami (*Osphronemus goramy* (Lacepede, 1801)). *Journal of Fisheries*, 4(2): 97-106.

- Ellis, T., North, B., Scott, A.P., Bromage, N.R., Porter, M., Gadd, D.,** 2002. The relationships between stocking density and welfare in farmed rainbow trout. *Journal. Fish Biology*. 61:493–531.
- El-Sayed, A.F.M.,** 2002. Effects of stocking density and feeding levels on growth and feed efficiency of Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus* L.) fry. *Aquaculture Research*, 33: 621-626.
- Erbucan, S., Girgin A.,** 1997. Keban Baraj Gölü ve Hazar Gölü’nde Yaşayan *Capoeta capoeta umbla* (Heckel,1843) Popülasyonlarının Morfolojik Özelliklerinin Karşılaştırılması, *IX. Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu*, 1:131-139.
- Erdoğan, O., Haliloğlu, H.İ., Çiltaş, A.,** 2002. Annual cycle of serum gonadal steroids and serum lipids in *Capoeta capoeta umbla*, Güldenstaedt, 1772 (Pisces: Cyprinidae), *Turkish Journal of Veterinary and Animal Science*, 26:1093-1096.
- Ekingen, G., Sarıeyyüpoğlu, M.,** 1981. Keban Baraj Gölü Balıkları, *Fırat Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 6(1-2):7-22.
- Ekingen, G., Polat, N.,** 1987. Age Determination and Length-Weight Relations *Capoeta capoeta umbla* (Heckel,1843) in Lake Keban, *Doğa Turkish Journal of Zoo*, 11(1):5-15.
- FAO.,** 2014. The State of World Fisheries and Aquaculture, Rome.
- FAO.,** 2018. *FAO Yearbook*. Fishery and Aquaculture Statistics Rome
- FAO.,** 2021a. FAO Yıllığı. Balıkçılık ve Su Ürünleri İstatistikleri 2019 / *FAO annuaire*. İstatistikler Roma
- FAO.,** 2021b. Sanal çalıştay raporu balıkçılık ve su ürünleri yetiştiriciliğinde iklim değişikliğine adaptasyon 23–24 Haziran 2020. Ankara.
- Flajshans, M., Kohlmann, K., Ráb, P.,** 2007. Autotriploid tench *Tinca tinca* (L.) larvae obtained by fertilization of eggs previously subjected to postovulatory ageing in vitro and in vivo. *Journal of Fish Biology* 71:868–876
- Fox, M.G., Flowers, D.D.,** 1990. Effect of fish density on growth, survival and food consum. by juvenile walleyes in rearing ponds. *Transactions of the American Fisheries Society* 119: 112-121.
- Frankic, A., Hershner, C.,** 2003. Sustainable aquaculture: developing the promise of aquaculture. *Aquaculture International* 11: 517–530.
- Gaudemar, B., Beall, E.,** 1998. Effects of overripening on spawning behaviour and reproductive success of Atlantic salmon females spawning in a controlled flow channel. *Journal Fish Biology* 53:434–446

- Geldiay, R., Balık, S.,** 1999. Türkiye Tatlısu Balıkları, *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayınları* No: 46, III.. Baskı, Ege Üniversitesi Basımevi, Bornova-İzmir 533s.
- Gerber, B., Stamer, A., Stadlander, T.,** 2015. Environmental Enrichment and its effects on welfare in fish. Review. *Research Institute of Organic Agriculture*. 70p.
- Girgin, A., Öztürk, S., Emiroğlu, S., Şen, D.,** 1997. Karakaya Baraj Gölü'nde Yaşayan *Capoeta capoeta umbla* (Heckel,1843) 'nın Büyüme Özellikleri IX. *Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu*, Eğirdir-Isparta, 98-109.
- Grizzle, J.,** 1985. Reproductive Biology, in: Tucker, C.S., (Ed), *Channel catfish culture*. Elsevier, Amsterdam, The Netherlands, pp. 229-282.
- Grudniewski, C.,** 1980. The impact of starvation on the survival of newly hatched vendace (*Coregonus albula* L.), whitefish (*Coregonus lavaretus* L.), and peled (*Coregonus peled* Gmel.) – *Zesz. Nauk. ART. Olszt.* 10: 3-38
- Gül, S., Nur, G., Kaya, T.Ö.,** 2005b. 2,4-D'nin siraz balığındaki (*C. c. umbla*, Heckel, 1843) LC50 değeri, www.akuademi.net/USG/USG2005/SKCK/skck03.pdf, 245-249.
- Gün, A., Kızak, V.,** 2019. Adaptation of Captured Siraz (*Capoeta umbla* Heckel, 1843) Broodstocks to Fish Tanks for Domestication. 2. *International Symposium on Limnology and Freshwater Fisheries* Elazığ Turkey
- Gündüz, F., Demirel, F., Çoban, M.Z., Yüksel, F., Kurtoğlu, M., Yıldız, N., Kılıç, A.,** 2015. Uzunçayır Baraj Gölü'ndeki *Capoeta umbla* (Heckel, 1843)'nın Bazı Populasyon Parametreleri *International Journal Pure Applied Science*. 1(2):100-111
- Güneş, M.,** 2007. Tercan Baraj Gölü ve Tuzla Çayı'nda Yasayan *Capoeta capoeta umbla* Heckel, 1843 populasyonlarının bazı biyo-ekolojik özellikleri, total yağ ve yağ asidi kompozisyonlarının karşılaştırılması, *Doktora Tezi*, A. Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Hamzacebi, S.,** 2018. Embryonic Development Stages of Pink Dentex *Dentex gibbosus* (Rafinesque, 1810) Eggs in Aquaculture Conditions. *Turkey Journal Fish & Aquatich. Science*. 19(4):297-303 http://doi.org/10.4194/1303-2712-v19_4_04
- Hasan, S.J., Mian, S., Rashid, A.H.A., Rahmatullah, S.M.,** 2010. Effects of stocking density on growth and production of GIFT (*Oreochromis niloticus*). *Bangladesh Journal Fish Research*, 14(1-2): 45-53.
- Helene, R., Nathalie, G., Charles, P., Emilie, B., Julien, B., Bernard, J.,** 2004. Post-ovulatory ageing and egg quality: a proteomic analysis of rainbow trout coelomic fluid. *Reprod Biology Endocrinology* 2:26
- Holm, J., Refstie T., Sigbjør, S.,** 1990. The effect of fish density and feeding regimes on individual growth rate and mortality in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture*, 89: 225-232.

- Honji, R.M., Tolussi, C.E., Mello, P.H., Canepelle, D., Moreira, R.G., 2012.** Embryonic development and larval stages of *Steindachneridion parahybae* (Siluriformes: Pimelodidae) - implications for the conservation and rearing of this endangered Neotropical species. *Neotropical Ichthyology*, 10(2): 313-327.
- Horoszewicz, L., 1981.** Effect of different thermal regimes on reproductive cycles of tench *Tinca tinca* (L.) Part VIII towards understanding of reproduction mechanisms and requirements for controlled spawning. *Polish Archives Hydrobiology*, 28:257–262
- Horoszewicz, L., 1983.** Reproductive rhythm in tench *Tinca tinca*, in fluctuating temperatures. *Aquaculture* 32(1/2):79–92
- Horvath, L., Szabo, T., Burke, J., 1997.** Hatchery testing of GnRH analogue-containing pellets on ovulation in four cyprinid species. *Polish Archives Hydrobiology*, 44:221–226
- Hsieh, C. H., Chiu, T. S., 2002.** Summer spatial distribution of copepods and fish larvae in relation to hydrography in the northern Taiwan Strait. *Zoological Studies*, 41:85-98.
- Huang, W.B., Chiu, T.S., 1997.** Effects of stocking density on survival, growth, size variation and production of Tilapia fry. *Aquaculture Research* 28: 165-173.
- Imanpoor, M.R., Ahmadi, A.R. Kordjazi, M., 2009.** Effects of stocking density on survival and growth indices of common carp (*Cyprinus carpio*). *Iranian Scientific Fisheries Journal*, 18(3): 1-9.
- Iwamatsu, T., 2004.** Stages of normal development in the medaka *Oryzias latipes*. *Mechanisms of Development* 121: 605–618.
- Jamroz, M., Kucharczyk, D., Hakuc-Blazowska, A., Krejszeff, S., Kujawa, R., Kupren, K., Kwiatkowski, M., Targońska, K., Zarski, D., Cejko, B.I., Glogowski, J., 2008.** Comparing The Effectiveness Of Ovopel, Ovaprim, And Lh-Rh Analogue Used In The Controlled Reproduction Of Ide, *Leuciscus Idus* (L.). *Archives of Polish Fisheries*, 16(4): 363-370.
- Jug-Dujakovic, J., Dulcic, J., Katavic, I., 1995.** Embryonic and yolk-sac larval development of the sparid *Dentex (Dentex) dentex* (Linnaeus, 1758). *Fisheries Research*, 24:91-97.
- Kaiser, H., Endemann, F., Paulet, T.G., 2003.** A comparison of artificial and natural foods and their combinations in the rearing of goldfish, *Carassius auratus* (L.). *Aquaculture Research*, 34: 943-950. doi:10.1046/j.1365-2109.2003.00948.x
- Kalkan, E., Erdemli, A.Ü., Başusta, N., Erdem, Ü., 1996.** Abdulharap Çayı'nda (Adıyaman) Yaşayan *Capoeta capoeta umbla* (Heckel,1843)'nın Büyüme Özelliklerinin İncelenmesi, XIII.. *Ulusal Biyoloji Kongresi*, 5:138-146.

- Kaminski, R., Kuszniierz, J., Myszkowski, L., Wolnicki, J.,** 2004. The first attempt to artificially reproduce the endangered cyprinid lake minnow *Eupallasella perenurus* (Pallas) – *Aquaculture International*, 12: 3-10.
- Karayücel, İ., Karayücel, S.,** 2016. *Balıklarda Üreme Kitabı* Nobel yayınları yayın no: 1535 Fen Bilimleri no: 118 ISBN: 978-605-320-441-1 Eylül 2016 1. Basım.
- Kebus, M.J., Collins, M.T., Brownfield, M.S., Amundson, C.H., Kayes, T.B., Malison, J.A.,** 1992. Effects of rearing density on stress response and growth of rainbow trout. *Journal of Aquatic Animal Health*, 4:1-6.
- Kocaman, E., Yanık, T., Güneş, M.,** 1998. Determination of some bio-ecological properties of *Capoeta capoeta umbla* (Heckel, 1843) living in Tuzla Stream. *First International Symposium on Fisheries and Ecology*
- Kocaman, E., Yanık, T., Güneş, M.,** 2002. Some population parameters of *Capoeta capoeta umbla* (Heckel, 1843), living in Tuzla Stream of Karasu River. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 33 (3):309-312.
- Kılıçdemirok, N., Ünlü, E.,** 2001. Karyotypes of Cyprinid Fish *Capoeta trutta* and *Capoeta capoeta umbla* (Cyprinidae) From the Tigris River. *Turkey Journal. Zoology*, 25:389-393.
- Kime, D.E.,** 1993. 'Classical' and 'non-classical' reproductive steroids in fish. *Rev. Fish Biology*, 3: 160-180
- Kimmel, C.B., Ballard, W.W., Kimmel, S.R., Ullmann, B., Schilling, T.F.,** 1995. Stages of embryonic development of the zebrafish. *Developmental Dynamics*, 203:253–310.
- Kjorsvik, E., Hoehne-Reitan, K., Reitan, K.I.,** 2003. Egg and larval quality criteria as predictive measures for juvenile production in turbot (*Scophthalmus maximus* L.). *Aquaculture* 227:9–20
- Konar, V., Yılmaz, Ö.,** 1995. Elazığ Hazar Gölü'nde Yaşayan *Capoeta capoeta umbla* (Heckel,1843)'nın Total yağ Asidi Miktarı ile Yağ Asidi Cinslerinin Mevsimsel Değişimi, *Fırat Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*,7(2):109-128.
- Korkmaz, A. Ş., Atay, D.,** 1999. Şuğul Deresi sarıbalıklarının (*C. c. umbla* Heckel, 1843) yaş ve büyüme özellikleri, *X. Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu*, Çukurova Üniversitesi, Adana, 476-485.
- Korkut, A.Y., Kop, A., Demirtaş, N., Cihaner, A.,** 2007. Balık Beslemede Gelişim Performansının İzlenme Yöntemleri. *Ege Ün. Su ürün. Dergisi*, 24(1-2):201-205
- Kouril, J., M. Svoboda., J. Hamackova., P. Kalab., J. Kolarova.,** 2007. Repeated administration of different hormonal preparations for artificial propagation and their effects on reproduction, survival and blood biochemistry profiles of female tench (*Tinca tinca* L.). *Czech Journal Animal Science.*, 52: 183-188

- Köprücü, K., Özdemir, Y.,** 2003. *Capoeta capoeta umbla* (Heckel, 1843)'nın Keban Baraj Gölü ve Hazar Gölü'nde (Elazığ) Yaşayan Populasyonlarının Et Verimi ve Bazı Büyüme Öz. Karşılaştırılması, *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, İzmir 20(3-4): 337-343.
- Krejszeff, S., Kucharczyk, D., Kupren, K., Targońska, K., Mamcarz, A., Kujawa, R., Kaczkowski, Z., Ratajski, S.,** 2008. Reproduction of chub, *Leuciscus cephalus* L., under controlled conditions. *Aquaculture Research*, 39:907–912. doi:10.1111/j.1365-2109.2008.01942.x
- Krejszeff, S., Targońska, K., Żarski, D., Kucharczyk, D.,** 2009. Domestication affects spawning of the ide (*Leuciscus idus*) preliminary study. *Aquaculture* 295:145–147.
- Kucharczyk, D., Kujawa, R., Mamcarz, A., Wyszomirska, E.,** 1997. Artificial spawning in bream (*Abramis brama* L.). *Pol. Arch. Hydrobiology*., 44:201-205.
- Kucharczyk, D.,** 2002. Controlled reproduction and androgenesis of chosen species of cyprinid fish –*Rozprawy monografie*, 63:81
- Kucharczyk, D., Kujawa, R., Mamcarz, A., Targońska-Dietrich, K., Wyszomirska, E., Głogowski, J., Babiak, I., Szabo, T.,** 2005. Induced spawning in bream (*Abramis brama* L.) using pellets containing LH-RH. *Czech Journal of Animal Science*, 50 (3): 89–95.
- Kucharczyk, D., Kujawa, R., Mamcarz, A., Targonska, K., Krejszeff, S., Wyszomirska, E.,** 2007. Artificial spawning of common tench (*Tinca tinca* L.) collected from wild populations. *Polish Journal of Natural Sciences*, 22:107–115
- Kucharczyk, D., Targonska, K., Hliwa, P., Gomulka, P., Kwiatkowski, M., Krejszeff, S., Perkowski, J.,** 2008. Reproductive parameters of common carp (*Cyprinus carpio* L.) spawners during natural season and out-of-season spawning. *Reproductive Biology*, 8 (3): 285–289.
- Kucharczyk, D., Nowosad, J., Kucharczyk, D.J., Kucharczyk, D.J., Kupren, K., Targońska, K., Wyszomirska, E., Kujawa, R.,** 2019. Out-of-season artificial reproduction of common dace (*Leuciscus leuciscus* L.) under controlled conditions. *Animal Reproduction Science*. 202: 21–25.
- Kucharczyk, D., Nowosad, J., Wyszomirska, E., Cejko, B.I., Arciuch-Rutkowska, M., Juchno, D., Boroń, A.,** 2020. Comparison of artificial spawning effectiveness of hCG, CPH and GnRHa in combination with dopamine inhibitors in a wild strain of ide *Leuciscus idus* (L.) in hatchery conditions. *Animal Reproduction Science* 221 (2020) 106543
- Kujawa, R.J.,** 2004. Biological foundations for rearing rheophilic cyprinid species under controlled conditions - *Rozprawy monografie* 88:88

- Kujawa, R., Kucharczyk, D., Mamcarz, A., 1999.** The Rearing Methods Of Burbot (*Lota lota* L.) Fry Under Controlled Conditions. Aquaculture Europe Towards Predictable Quality, *European Aquaculture Society, Special Publication*, 27:135-136.
- Kujawa, R., Kucharczyk, D., Mamcarz, A., Jamroz, M., Kwiatkowski, M., Targonska, K., Zarski D., 2010.** Impact of supplementing natural feed with dry diets on the growth and survival of larval asp, *Aspius aspius* (L), and nase, *Chondrostoma nasus* (L). *Archives of Polish Fisheries* 18:13–23
- Kujawa, R., Kucharczyk, D., Mamcarz, A., Zarski, D., Targonska, K., 2011.** Artificial spawning of common tench *Tinca tinca* (Linnaeus, 1758), obtained from wild and domestic stocks. *Aquacult International*, 19:513–521. DOI 10.1007/s10499-010-9366-z.
- Kujawa, R., Cejko, B.I., Fopp-Bayat, D., Judycka, S., Glińska-Lewczuk, K., Timofte, C.M., Nowosad, J., Kucharczyk, D., 2019.** Reproduction of endangered river lamprey (*Lampetra fluviatilis*) in controlled conditions. *Animal Reproduction Science* 203:75–83.
- Kupren, K., Turkowski, K., Kucharczyk, D., Krejszeff, S., Zarski, D., Hakuc-Blazowska, A., Targonska, K., Kwiatkowski, M., Jamroz, M., Czarkowski, T., 2008.** Economic aspects of rearing larval asp, *Aspius aspius* (L), and ide, *Leuciscus idus* (L) in closed re-circulating systems. *Archives Polish Fisheries* 16: 413-420.
- Kupren, K., Zarski, D., Krejszeff, S., Kucharczyk, D., Targonska, K., Mamcarz, A., 2009.** The influence of stocking density on survival and growth of dace *Leuciscus leuciscus* (L) larvae reared under lab. conditions. *Eur. Aquaculture Society Special Publications*, 38: 217-220.
- Kupren, K., Zarski, D., Krejszeff, S., Kucharczyk, D. Targonska, K., 2011.** Effect of stocking density on growth, survival and development of asp *Aspius aspius* (L.), ide *Leuciscus idus* (L.) and chub *Leuciscus cephalus* (L.) larvae during initial rearing under laboratory conditions, *Italian Journal of Animal Science*, 10:3-34, DOI: 10.4081/ijas.2011.e34
- Kwiatkowski, M., Zarski, D., Kucharczyk, D., Kupren, K., Jamroz, M., Targonska, K., Krejszeff, S., Hakuc-Blazowska, A., Kujawa, R., Mamcarz A., 2008.** Influence of feeding natural and formulated diets on chosen rheophilic cyprinid larvae. *Archives of Polish Fisheries*, 16(4):383–396
- Lahnsteiner, F., 2000.** Morphological, physiological and biochemical parameters characterizing the over-ripening of rainbow trout eggs. *Fish Physiol Biochem* 23:107–118
- Lahnsteiner, F., Kletzl, M., Weismann, T., 2012.** Rearing of Burbot, *Lota lota* (Pisces, Teleostei), Larvae with Zooplankton and Formulated Microdiets. *Journal of Agricultural Science*. 4(9): 269-277.

- Legendre, M.**, 1986. Seasonal changes in sexual maturity and fecundity and HCG-induced breeding of the catfish, *Heterobranchus longifilis* Val. (Clariidae), reared in Ebrie Lagoon (Ivory coast). *Aquaculture*, 55: 201-213
- Legendre, M., Slembrouck, J., Subagja, J., Kristanto, A.H.**, 2000. Ovulation rate, latency period and ova viability after GnRH- or hCG-induced breeding in the Asian catfish *Pangasius hypophthalmus* (Pangasiidae). *Aquatic Living Resource*, 13:145–151.
- Liao, I.C., Su, H.M., Chang, E.Y.**, 2001. Techniques in finfish larviculture in Taiwan, *Aquaculture* 200: 1–3.
- Lim, H.K.**, 2016. Effect of exogenous hormones on ovulation and gonadal steroid plasm levels in starry flounder, *Platichthys stellatus*. *Aquaculture International*, 24:1061–1071.
- Lin, H.R., Kraak, G., Liang, J.Y., Peng, C., Li, G.Y., Lu, L.Z., Zhou, X.J., Chang, M.L., Peter, R.E.**, 1986. The effect of LHRH analogue and drugs which block the effects of dopamine on gonadotropin secretion and ovulation in fish cultured in China, in: Billard, R., Marcel, J., (Eds.), *Aquaculture of Cyprinids*. INRA, Paris, France, pp. 139–150.
- Linhart, O., Rodina, M., Kocour, M., Gela, D.**, 2006. Insemination, fertilization and gamete management in tench, *Tinca tinca* (L.). *Aquaculture International*, 14:61–73
- Lubzens, E., Tandler, A., Minkoff, G.**, 1989. Rotifers as food in aquaculture. *Hydrobiologia*, 186:387-400.
- Lugert, V., Thaller, G., Tetens, J., Schulz, C., Krieter, J.**, 2016. A review on fish growth calculation: multiple functions in fish production and their specific application. *Reviews in Aquaculture*, 8:30–42
- M’balaka, M., Kassam, D., Rusuwa, B.**, 2012. The effect of stocking density on the growth and survival of improved and unimproved strains of *Oreochromis shiranus*. *The Egyptian Journal of Aquatic Research*, 38(3): 205-211. <https://doi.org/10.1016/j.ejar>.
- Ma, L., Pan, X.F., Wei, Y.H., Li, Z.Y., Li, C.C., Yang, J.X., Mao, B.Y.**, 2008. Embryonic stages and eye-specific gene expression of the local cyprinoid fish *Anabarilius grahmi* in Fuxian Lake, China. *Journal Fish Biology* 73:1946–1959.
- Macintosh, D.J. De Silva, S.S.**, 1984. The influence of stocking density and food ration on fry survival and growth in *Oreochromis mossambicus* and *O. niloticus* x *O. aureus* male hybrids reared in a closed circulated system. *Aquaculture*, 41:345-358.
- Mamcarz, A., Targonska, K., Kucharczyk, D., Kujawa, R., Zarski, D.**, 2011. Effect of live and dry food on rearing of tench (*Tinca tinca* L.) larvae under controlled conditions. *Italian Journal of Animal Science*, 10: 42-46. doi: 10.4081/ijas.2011.e9

- Mananos, E., Duncan, N., Mylonas, C.,** 2008. Reproduction And Control Of Ovulation, Spermiation And Spawning In Cultured Fish. Methods In Reproductive Aquaculture Marine And Freshwater Species. Academia. Accelerating the world's research. *Marine Biology Series* p. 27-87.
- Mandal, B., Kumar, R., Jayasankar, P.,** 2016. Efficacy of exogenous hormone (GnRHa) for induced breeding of climbing perch *Anabas testudineus* (Bloch, 1792) and influence of operational sex ratio on spawning success. *Animal Reproduction Science*, 171: 114–120.
- Marteinsdottir, G., Steinarsson, A.,** 1998. Maternal influence on the size and viability of Iceland cod *Gadus morhua* eggs and larvae. *Journal Fish Biology*, 52:1241–1258.
- Matsuyama, M., Chuda, H., Ikeda, Y., Tanaka, H., Matsuura, S.,** 1997. Induction of ovarian maturation and ovulation in the cultured tiger puffer *Takifugu rubripes* by different hormonal treatments. *Suisanzoshoku* 45:67–73.
- Memiş, D., Ercan, E., Çelikkale, M.S., Timur, M., Zarkua, Z.,** 2009. Growth and Survival Rate of Russian Sturgeon (*Acipenser gueldenstaedtii*) Larvae from Fertilized Eggs to Artificial Feeding. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 9: 47-52
- Menezes, C., Ruiz-Jarabo, I., Martos-Sitcha, J.A., Toni, C., Salbego, J., Becker, A., Loro, V.L., Martínez-Rodriguez, G., Mancera, J.M., Baldisserotto, B.** 2015. The influence of stocking density and food deprivation in silver catfish (*Rhamdia quelen*): A metabolic and endocrine approach. *Aquaculture*, 435: 257-264. <http://dx.doi.org/10.1016/j.aquaculture.2014.09.044>.
- Merino, G.E., Piedrahita, R.H., Conklin, D.E.,** 2007. The effect of fish stocking density on the growth of California halibut (*Paralichthys californicus*) juveniles. *Aquaculture*, 265: 176-186.
- Migaud, H., G. Bell, E. Cabrita, B. McAndrew, A. Davie, J. Bobe, M.P. Herraiez, Carrillo.,** 2013. Gamete quality and broodstock management in temperate fish. *Rev. Aquaculture* 5:194–223.
- Montero, D., Izquierdo, M.S., Tort, L., Robaina, L., Vergara, J.M.,** 1999. High stocking density produces crowding stress altering some physiological and biochemical parameters in gilthead seabream, *Sparus aurata*, juveniles. *Fish Physiology Biochemical*. 20:53–60.
- Moradyan, H., Karimi, H., Gandomkar, H.A., Sahraeian, M.R., Ertefaat, S., Sahafi, H.H.,** 2012. The Effect of Stocking Density on Growth Parameters and Survival Rate of Trout Alevins (*Oncorhynchus mykiss*). *World Journal of Fish and Marine Sciences*, 4(5): 480-485.
- Mork, O.I., Bjerkeng, B., Rye, M.,** 1999. Aggressive interactions in pure and mixed groups of juvenile farmed and hatchery-reared wild Atlantic salmon *Salmo salar* L. in relation to tank substrate. *Aquaculture Research*, 30: 571-578.

- Morrison, C. M., Miyake, T., Wright, J. R. Jr.,** 2001. Histological study of the development of the embryo and early larva of *Oreochromis niloticus* (Pisces: Cichlidae). *Journal Morphology*, 247:172–195.
- Mylonas, C.C., Magnus, Y., Gissis, A., Klebanov, Y., Zohar, Y.,** 1996. Application of controlled release, GnRHa-delivery systems in commercial production of white bass × striped bass hybrids (*sunshine bass*), using captive broodstocks. *Aquaculture*, 140:265–280.
- Mylonas C.C., Zohar Y.,** 2000. Use of GnRHa-delivery systems for the control of reproduction in fish –Rev. *Fish Biology*, 10: 463-491.
- Mylonas, C.C., Zohar, Y.,** 2007. Promoting oocyte maturation, ovulation and spawning in farmed fish. In: Babin, P.J., Cerdá, J., Lubzens, E. (Eds.), *The Fish Oocyte: from Basic Studies to Biotechnological Applications. Kluwer Academic Publishers Dordrecht, The Netherlands*, pp. 433–470.
- Mylonas, C.C., Fostier, A., Zanuy, S.,** 2010. Broodstock management and hormonal manipulations of fish reproduction. *General and Comparative Endocrinology*, 165: 516-534
- Mylonas, C.C., Mitrizakis, N., Papadaki, M., Sigelaki, I.,** 2013. Reproduction of hatchery-produced meagre *Argyrosomus regius* in captivity I. Description of the annual reproductive cycle. *Aquaculture*, 414–415: 309–317.
- Nagahama, Y.,** 1994. Endocrine control of gametogenesis. *International Journal Developmental Biology* 38:217–229.
- Niazie, E.H.N., Imanpoor, M., Taghizade, V., Zadmajid, V.,** 2013. Effects of Density Stress on Growth Indices and Survival Rate of Goldfish (*Carassius auratus*). *Global Veterinaria*, 10 (3): 365-371. DOI: 10.5829/idosi.gv.2013.10.3.72112
- Nowosad, J., Kucharczyk, D., Targońska, K., Wyszomirska, E., Chwaluczyk, R., Kupren, K.,** 2016. The synergistic effect of temperature and hormonal stimulation on spawning efficiency of common barbel, *Barbus Barbus* l. *Turkish Journal Fish Aquatic Science*, 16 (3): 517–524.
- Örün, İ., Erdemli, A.Ü.,** 2003. A study on blood parameters of *C. c. umbla* (Heckel, 1843) captured from Karakaya Dam Lake, *Fırat Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 15(2):17-25.
- Özcan, E.İ., Serdar, O.,** 2021. Some Growth Parameters of *Capoeta umbla* (Heckel, 1843) Population Living In The Pülümür River Int. *Journal Pure Applied Science*, 7(3):410-418
- Özdemir, N.,** 1982a. Elazığ-Hazar Gölünde Bulunan *Capoeta capoeta umbla* (Heckel, 1843)'nın Et Verimi İle İlgili Bazı Vücut Organları Arasındaki İlişkiler, *Fırat Üniversitesi, Fen Fakültesi Dergisi*, 2(2):195-200.

- Özdemir, N.**, 1982b. Elazığ-Hazar Gölünde Bulunan *Capoeta capoeta umbla* (Heckel, 1843)'nın Ekonomik Değeri ve Yetiştirilme Olanaklarına İlişkin Biyolojik Özellikleri, *Doğa Bilim Dergisi*, 6(1):69-75.
- Öztürk, S.**, 1996. Hazar Gölü'nde Yaşayan *Capoeta capoeta umbla* (Heckel, 1843)'nın Üreme Biyolojisi, *Yüksek Lisans Tezi*, Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Elazığ, 45 s.
- Öztürk, S., Saler, S., Şen, D.**, 2001. Hazar Gölü'nde Yaşayan *Capoeta capoeta umbla* (Heckel, 1843)'nın Yaş Tayininde En İyi Okunan Kemiksi Yapıların Belirlenmesi, *Fırat Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 12(1):339-344.
- Pankhurst, N.W., Van der, Kraak G.**, 1997. Effects of stress on reproduction and growth of fish. In: *Fish Stress and Health in Aquaculture* (Ed. By J.K Iwama ve A.D. Pickering), pp. 73-93. *Cambridge University Press*, Cambridge.
- Park, J.M., Cho, S.J., Han, K.H.**, 2020. Early Life History of *Lefua costata* (Cypriniformes : Balitoridae) from Korea. *Development & Reproduction*, 24(4): 307-316. <https://doi.org/10.12717/DR.2020.24.4.307>
- Pereira, T.S.B., Boscolo, C.N.P., Moreira, R.G., Batlouni, S.R.**, 2018. *Leporinus elongatus* induced spawning using carp pituitary extract or mammalian GnRH analogue combined with dopamine receptor antagonists. *Animal Reproductives*, 15:64–70.
- Peter, R.E., Lin, H.R., Van Der Kraak, G.**, 1988. Induced ovulation and spawning in cultured fresh water fish in China: advanced in application of GnRH analogue and dopamine antagonists. *Aquaculture*, 74:1–10.
- Peter, R.E., Lin, H.R., Van Der Kraak, G., Little, M.**, 1993. Releasing hormones, dopamine antagonists and induced spawning. In: In: Muir, J.P., Roberts, R.J. (Eds.), *Recent Advances in Aquaculture, Institute of Aquaculture Blackwell Scientific Publications*, 4:25–30.
- Peter R.E., Yu K.L.**, 1997. Neuroendocrine regulation of ovulation in fish: basic and applied aspects – *Reviews Fish Biology*, 7:173-197.
- Philippart J.C.**, 1995. Is captive breeding an effective solution for the preservation of endemic species. *Biology Conservation* 72: 281-295.
- Pickering, A.D.**, 1993. Growth and stress in fish production. *Aquaculture*, 111: 51-63.
- Podhorec, P., Kouril, J.**, 2009. Induction of final oocyte maturation in Cyprinidae fish by *hypothalamic factors*: a review. *Veterinarier Medicine* 54:97–110.

- Policar, T., Kozák, P., Hamácková, J., Lepicová, A., Musil, J., Kouril, J., 2007.** Effects of short-time *Artemia* spp. feeding in larvae and different rearing environments in juveniles of common barbel (*Barbus barbus*) on their growth and survival under intensive controlled conditions. *Aquatic Living Resources*, 20:175-183. doi.org/10.1051/alr:2007029
- Poulet, S. A., Williams, R., 1991.** Characteristics and properties of copepods affecting the recruitment of fish larvae. *Bulletin of the Plankton Society of Japan, Special Volume*, 271-290.
- Rasines, I., Gomez, M., Martín, I., Rodriguez, C., Mananos, E., Chereguini, O., 2012.** Artificial fertilization of Senegalese sole (*Solea senegalensis*): Hormone therapy administration methods, timing of ovulation and viability of eggs retained in the ovarian cavity. *Volumes 326–329*: 129-135
- Ross, L.G., Martinez, C., Palacios, A., Morales, E.J., 2008.** Developing native fish species for aquaculture, the interacting demands of biodiversity, sustainable aquaculture and livelihoods. *Aquaculture Research*, 39:675–683
- Rowland, S.J., Mifsud, C.H., Nixon, M., Boyd, P., 2006.** Effects of stocking density on the performance of the Australian freshwater silver perch (*Bidynus bidynus*) in cages. *Aquaculture*, 253(1-4): 301-308. 10.1016/j.aquaculture.2005.04.049
- Sahoo, S.K., Giri, S.S., Sahu, A.K., 2004.** Effect of stocking density on growth and survival of *Clarias batrachus* (Linn.) larvae and fry during hatchery rearing. *Journal of Applied Ichthyology*, 20:302–305.
- Saka, Ş., Firat, K., Çoban, D., 2006.** Embryonic Development of Common Dentex (*Dentex dentex* L.) Eggs. *Turkish Journal Veterinary Animal Science*, 30: 35-40.
- Saler, S., Sönmez, F., Çelik, B., Örnekçi, G.N., Yüce, S., 2010.** Keban Baraj Gölü'nde Yaşayan *C. Umbla* ve *C. Trutta* Türlerinin Sindirim Sistemi İçerikleri e- *Journal of New Sciences Academy*.
- Santana, T.M., Elias, A.H., Fonseca, F.A.L., Freitas, O.R., Kojima, J.T., Gonçalves, L.U., 2020.** Stocking density for arapaima larviculture. *Aquaculture*, 528: 735565. https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2020.735565.
- Sarkar, U.K., Deepak, P.K., Negi, R.S., Singh, S., Kapoor, D., 2006.** Captive breeding of endangered fish *Chitala chitala* (Hamilton–Buchanan) for species conservation and sustainable utilization. *Biodiversity Conservation* 15:3579–3589
- Schreck, C.B., 1982.** Stress and rearing of salmonids. *Aquaculture*, 8: 319-326.
- Schreck, C.B., 2010.** Stress and fish reproduction, the roles of allostasis and hormesis. *Gen. Comp. Endocrinology*, 165:549–556.
- Shepherd, J., Bromage, N., 1992.** Intensive Fish Farming. *Blackwell Scientific Publications*, Oxford, London, 404 p.

- Sogard, S.M.**, 1997. Size-selective mortality in the juvenile stage of teleost fishes: a review. *Bulletin of Marine Science*, 60:1129-1157.
- Sorensen, S.R., Tomkiewicz, J., Munk, P., Butts, I.A., Nielsen, A., Lauesen, P., Graver, C.**, 2016. Ontogeny and growth of early life stages of captive-bred European eel. *Aquaculture*, 456:50–61.
- Springate, J.R.C., Bromage, N.R., Elliott, J.A.K., Hudson, D.L.**, 1984. The timing of ovulation and stripping and their effects on the rates of fertilization and survival to eying, hatch and swim-up in the rainbow trout (*Salmo gairdneri* R.). *Aquaculture*, 43: 313–322.
- Subasinghe, R., Soto, D., Jia, J.**, 2009. Global aquaculture and its role in sustainable development. *Aquaculture*, 1: 2-9.
- Szabo, T., Medgyasszay, C., Horva'th, L.**, 2002. Ovulation induction in nase (*Chondrostoma nasus*, Cyprinidae) using pituitary extract or GnRH analogue combined with domperidone. *Aquaculture*, 203:389–395. doi:10.1016/S0044-8486(01)00635-4
- Szabo, T.**, 2003. Ovulation induction in northern pike *Esox lucius* L. using different LH–RH analogues, Ovaprim, Dagin and carp pituitary. *Aquaculture Research*, 34:479–486.
- Szczerbowski, A., Kucharczyk, D., Mamcarz, A., Łuczyński, M.J., Targońska, K., Kujawa, R.**, 2009. Artificial off-season spawning of Eurasian perch *Perca fluviatilis* L. *Archives Polish Fisheries*, 17:95–98.
- Şeker, E., Özmen, H., Aksoy, Ş.**, 1998. Elazığ-Hazar Gölü'nde Yaşayan *Capoeta capoeta umbla* (Heckel, 1843)'da Ağır Metal Birikimlerinin Araştırılması, *Fırat Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 10(2):13-20.
- Şen, D.**, 1982. Elazığ Hazar Gölü'ndeki *C. c. umbla* (Heckel, 1843)'nın (Pisces: Cyprinidae) sindirim aygıtı muhteviyatı, *Yüksek Lisans Tezi*, Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Şen, D.**, 1985. Karakoçan-Kalecik Sulama Göleti'nin balık faunasının incelenmesi, *Doktora Tezi*, Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Şen, D.**, 1988. Karakoçan-Kalecik (Elazığ) Göleti'nin ve Su Ürünlerinin İncelenmesi, *Doğa Türk Biyoloji Dergisi*.12(1): 69-85.
- Şen, D., Özdemir, N.**, 1986. Hazar Gölü'ndeki *Capoeta capoeta umbla* (Heckel, 1843)'nın (Pisces: Cyprinidae) Sindirim Aygıtı Muhteviyatı, 8. *Ulusal Biyoloji Kongresi*, 2:644-655.

- Şen, D., Aydın, R., 2000.** Elazığ Hazar Gölü'nde yaşayan *C. c. umbla* (Heckel, 1843)'nın büyüme özellikleri, *Fırat Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 12(2):261-273.
- Şen, D., Aydın, R., Çalta, M., 2001.** Relationships between fish length and otolith length in the population of *C. c. umbla* (Heckel, 1843) inhabiting Hazar Lake, Elazığ, Turkey, *Archives of Polish Fisheries*, 9 (2) :267-272.
- Şen, D., Aydın, R., Çalta, M., 2002.** Back-calculation of fork lengths of *C. c. umbla* (Pisces: Cyprinidae) from otolith lengths, *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 5 (4): 506-508.
- Tan-Fermin, J.D., Pagador, R.R., Chavez, R.C., 1997.** LHRH-a and pimozone – induced spawning of Asian catfish *Clarias macrocephalus* (Gunther) at different times during an annual reproductive cycle. *Aquaculture*, 148: 323–331.
- Targonska, K., Kucharczyk, D., Krasucka, A., Mamcarz, A., 2005.** Artificial reproduction of minnow (*Phoxinus phoxinus*) in captivity. *Aquaculture Europe 2005 Conference “Optimizing the Future”*, Trondheim, Norway, 5–8.
- Targonska, K., Zarski, D., Kucharczyk, D., 2008.** A review of the artificial reproduction of asp, *Aspius aspius* (L.) and nase, *Chondrostoma nasus* (L.). *Archives Polish Fisheries* 16(4): 341–354.
- Targonska, K., Kucharczyk, D., Kujawa, R., Mamcarz, A., Zarski, D., 2010.** Controlled reproduction of asp, *Aspius aspius* (L.) using luteinizing hormone releasing hormone (LHRH) analogues with dopamine inhibitors. *Aquaculture* 306: 407–410. doi:10.1016/j.aquaculture.2010.05.027
- Targonska, K., Kucharczyk, D., Zarski, D., Cejko, B.I., Krejszeff, S., Kupren, K., Krol, R., Dryl, K., Kowalski, R.K., Glogowski, J., 2011.** Artificial reproduction of wild and cultured barbel (*Barbus barbus*, Cyprinidae) under controlled conditions. *Acta Veterinaria Hungarica*, 59: 363–372.
- Tatlıdil, F., Aktürk, D., Batramoglu, Z., Fidan, H., 2009.** Development Trends of Aquaculture in the World. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 8 (11): 2291-2298.
- Tsai, H.Y., Chang, M., Liu, S.C., Abe, G., Ota, K.G., 2013.** Embryonic development of goldfish (*Carassius auratus*): A model for the study of evolutionary change in developmental mechanisms by artificial selection. *Developmental Dynamics*, 242:1262–1283.
- T.C. Resmi Gazete, Su Ürünleri Yetiştiriciliği Yönetmeliği (25507 mükerrer), 29.5.2004,** madde 4.
- T.C. Resmi Gazete, Su Ürünleri Tescil Komitesi Kararları, 09.8.2020, Sayı 31208.**

- Turkowski, K., Kucharczyk, D., Kupren, K., Hakuc-Blazowska, A., Targonska, K., Zarski, D., Kwiatkowski, M.,** 2008. Economic aspects of the experimental rearing of asp, *Aspius aspius* (L.), ide, *Leuciscus idus* (L.), and dace, *Leuciscus leuciscus* (L.), under controlled conditions. *Archives of Polish Fisheries*, 16:397–411.
- TÜİK.,** 2021. Türkiye İstatistik Kurumu <http://www.tuik.gov.tr> Konularına Göre İstatistikler /Tarım/Su Ürünleri İstatistikleri/İstatistiksel Tablolar. 10 Ocak 2022.
- Türkmen, M., Erdoğan, O., Haliloğlu, H.İ.,** 2000. Karasu Irmağı'nın Aşkale Mevkii'nden *C. c. umbla* (Heckel, 1843) balığının kan glikoz düzeyi üzerine bir araştırma, *Doğu Anadolu Bölgesi IV. Su Ürünleri Sempozyumu*, Atatürk Üniversitesi, Erzurum, 252-260.
- Türkmen, M., Erdoğan, O., Yıldırım, A., Akyurt, İ.,** 2002. Reproduction tactics, age and growth of *C. c. umbla* Heckel, 1843 from the Aşkale Region of the Karasu River, *Turkish Fisheries Research*, 54:317-328.
- Tymchuk, W.E., Devlin, R.H.,** 2005. Growth differences among first and second generation hybrids of domesticated and wild rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture*, 245:295-300.
- Usandi, B., Saini, V.P., Ojha, M.L., Jain, H.K.,** 2019. Effect of larval rearing density on growth and survival of koi carp, *Cyprinus carpio*. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 7(2):548-553.
- UNEP.,** 2020. Emissions Gap Report 2020. <https://www.unep.org/emissions-gap-report>.
- Vazirzadeh, A., Mojazi Amiri, B., Yelghi, S., Hajimoradloo, A., Nematollahi, M.A., Mylonas, C.C.,** 2011. Comparison of the effects of different methods of mammalian and salmon GnRH administration on spawning performance in wild-caught female carp (*Cyprinus carpio carpio*) from the Caspian Sea. *Aquaculture*, 320:123-128.
- Wang, Y., Hu, M., Wang, W., Li, X., Cheung, S.G., Shin, P.K.S., Song, L.,** 2009. Effects of GnRH (D-Ala6, Pro9-NEt) combined with domperidone on ovulation induction in wild loach *Misgurnus anguillicaudatus*. *Aquaculture*, 291:136–139.
- Wedemeyer, G.A.,** 1996. Physiology of Fish in Intensive Culture Systems. *Chapman and Hall*, Melbourne. 232 pp.
- Wolnicki, J., Gorny, W.,** 1995. Controlled rearing of ide (*Leuciscus idus* L.) larvae using live food and dry feed. *Aquaculture*, 129:255-256. doi10.1016/0044-8486(95)91977-4.
- Wolnicki, J.,** 2005. Intensive rearing of early stages of cyprinid fish under controlled conditions *Archives of Polish Fisheries*, 13:5-87.
- Yaron, Z.,** 1995. Endocrine control of gametogenesis and spawning induction in the carp. *Aquaculture*, 129:49-73.

- Yayan, D.T.**, 2015. Durgun Sularda Balık Yetiştiriciliğinin Besin Elementleri Açısından Etkilerinin Azaltılması *Uzmanlık Tezi*, Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Ankara, 2s.
- Yılmaz, E., Yılmaz, A., Arslan, D.**, 2011. İç Sularımızda Yapılan Balıklandırma çalışmaları ve Sonuçları. *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi*, 4(1):15-17.
- Yılmaz, Ö., Konar, V., Çelik, S.**, 1995. Elazığ Hazar Gölü'nde yaşayan *C. c. umbla*'nın dişi ve erkek bireylerinde bazı dokularının total lipid ve yağ asidi bileşimleri. *Biyokimya Dergisi*, 20(2):31-42.
- Yılmaz, Ö., Konar, V., Çelik S.**, 1996. Elazığ Keban Baraj Gölü'nde yaşayan *C. capoeta umbla* ve *Capoeta trutta*'nın toplam lipid ve yağ asidi bileşimi. *Gıda*, 21(6):477-483.
- Yılmaz, H.,N., Aras, M., Haliloğlu, İ.,Yılmaz, M.**, 2003a. Siraz (*C. capoeta umbla* Heckel, 1843) balığından surumi üretimi üzerine bir araştırma. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 34(1):63-67.
- Yılmaz, M., Gül, A., Solak, K.**, 2003b. Yukarı Fırat Nehri'nin Sivas-Erzincan arasında kalan bölümünde yaşayan *C. c. umbla* (Heckel,1843)'nın büyüme performansları. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 23(2):23-40.
- Yiğit, N., Koca. S., Terzioğlu, S., Didinen, I.**, 2011. Sürdürülebilir Su Ürünleri Yetiştiriciliğinde Çevre Dostu Üretim. *Ankara Üniversitesi Çevre Bilimleri Dergisi*, 3(1):107-113.
- Yu, X., Wu, C., Gjoen, H.M.**, 2017. Artificial fertilization and generating families for a selective breeding programme of large yellow croaker (*Larimichthys crocea*). *International Aquatic Research*, 9:161-167. DOI 10.1007/s40071-017-0164-3
- Yüce, Ş., Şen, D.**, 2003. Hazar Gölü'nde (Elazığ) Yaşayan *Capoeta capoeta umbla* (Heckel, 1843)'nın Üreme Özellikleri. *Fırat Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 15(1):107-116.
- Yüksel, F.**, 2002. Hazar Gölü'nde (Elazığ) Yaşayan *Capoeta capoeta umbla* (Heckel,1843)'nın Avcılığına İlişkin Biyolojik Özellikleri. *Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 14(2):193-200.
- Zadmajid, V., Mirzae, R., Hoseinpour, H., Vahedi, N., Butts, I.A.E.**, 2017. Hormonal induction of ovulation using salmon gonadotropin-releasing hormone analogue (D-Arg6, Pro9-NEt) with dopamine antagonist and its impact on embryonic development of wild-caught Longspine scraper, *Capoeta trutta* (Heckel, 1843). *Animal Reproduction Science*, 187:79-90. doi.org/10.1016/j.anireprosci.2017.10.009
- Zadmajid, V., Sorensen, S.R., Butts, I.A.E.**, 2019. Embryogenesis and early larval development in wild-caught Levantine scraper, *Capoeta damascina* (Valenciennes, 1842). *Journal of Morphology*, 280:133-148. DOI: 10.1002/jmor.20926

- Zarski, D., Targonska, K., Ratajski, S., Kaczowski, Z., Kucharczyk, D., 2008.** Artificial reproduction of nase, *Chondrostoma nasus* (L.), in captivity. *Archives of Polish Fisheries*, 16(4): 355–362.
- Zarski, D., Kucharczyk, D., Targonska, K., Chwaluczyk, R., Krejszeff, S., Kwiatkowski, M., Jamroz, M., 2008a.** Wpływ środka hormonalnego ovaprim na efektywność rozrodu bolenia (*Aspius aspius*) w warunkach kontrolowanych. [W:] *Biotechnologia w akwakulturze* Red. Z. Zakes, J. Wolnicki, K. Demska-Zakes, R. Kaminski, D. Ulikowski, Wyd. IRS, Olsztyn, 153–158.
- Zarski, D., Kucharczyk, D., Kwiatkowski, M., Targonska, K., Kupren, K., Krejszeff, S., Jamroz, M., Hakuc-Blazowska, A., Kujawa, R., Mamcarz, A., 2008b.** The effect of stocking density on the growth and survival of larval asp, *Aspius aspius* (L.), and European chub, *Leuciscus cephalus* (L.), during rearing under controlled conditions. *Archives of Polish Fisheries*, 16:371-382.
- Zarski, D., Kucharczyk, D., Targonska, K., Jamroz, M., Krejszeff, S., Mamcarz A., 2009.** Application of ovopel and ovaprim and their combinations in controlled reproduction of two reophilic cyprinid fish species. *Polish Journal of Natural Science*, 24(4): 235–244.
- Zarski, D., Kucharczyk, D., Sasinowski, W., Targonska, K., Mamcarz, A., 2010.** The influence of temperature on successful reproduction of burbot *Lota lota* L. under the hatchery conditions. *Polish Journal of Natural Science*, 25:93–105. doi:10.2478/v10020-010-0007-9
- Zarski, D., Targonska, K., Krejszeff, S., Kwiatkowski, M., Kupren, K., Kucharczyk, D., 2011.** Influence of stocking density and type of feed on the rearing of crucian carp, *Carassius carassius* (L.), larvae under controlled conditions. *Aquaculture International*, 19: 1105-1117. doi: 10.1007/s10499-011-9427-y
- Zengin, M., 2010.** Balıklandırma Raporu. Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı.
- Zhu, D., Yang, K., Sun, N., Wang, W., Zhou, X., 2018.** Embryonic and larval development of the topmouth gudgeon, *Pseudorasbora parva* (Teleostei: Cyprinidae). *Zoologia*, 35: e22162 DOI: 10.3897/zoologia.35.e22162
- Zohar, Y., Mylonas, C.C., 2001.** Endocrine manipulations of spawning in cultured fish: From hormones to genes. *Aquaculture*, 197: 99-136