

KARADENİZ KALKAN BALIĞI
(*Psetta maxima*, Linnaeus, 1758)
LARVA YETİŞTİRİCİLİĞİNDE
FARKLI IŞIK ŞİDDETLERİNİN
YAŞAMA ORANI ve BÜYÜMEYE ETKİSİ
Bayram AYVAZ
YÜKSEK LİSANS TEZİ
SU ÜRÜNLERİ YETİŞTİRİCİLİĞİ
ANABİLİM DALI

T.C.
SİNOP ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

KARADENİZ KALKAN BALIĞI (*Psetta maxima*, Linnaeus, 1758)
LARVA YETİŞTİRİCİLİĞİNDE FARKLI IŞIK ŞİDDETLERİNİN
YAŞAMA ORANI ve BÜYÜMEYE ETKİSİ

BAYRAM AYVAZ

YÜKSEK LİSANS TEZİ
SU ÜRÜNLERİ YETİŞTİRİCİLİĞİ ANABİLİM DALI

DANIŞMAN
YRD. DOÇ. DR. BİROL BAKI

SİNOP-2014

T.C.
SİNOP ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Bu çalışma jürimiz tarafından 09.06/2014 tarihinde yapılan sınav ile Su Ürünleri Yetiştiriciliği Anabilim Dalında YÜKSEK LİSANS tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan: Prof. Dr. Sedat KARAYÜCEL



Üye: Doç. Dr. Mehmet Emin ERDEM




Üye: Yrd. Doç. Dr. Birol BAKI



ONAY:

Yukarıdaki imzaların adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım.

12.../..6./2014


Doç. Dr. Hünkar Ayni DUYAR
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

**KARADENİZ KALKAN BALIĞI (*Psetta maxima*, Linnaeus, 1758)
LARVA YETİŞTİRİCİLİĞİNDE FARKLI IŞIK ŞİDDETLERİNİN
YAŞAMA ORANI ve BÜYÜMEYE ETKİSİ**

ÖZET

Bu çalışma da, Trabzon Su Ürünleri Merkez Araştırma Enstitüsü (SÜMAE)'nde üretilen Karadeniz kalkan balığı (*Psetta maxima*, L., 1758) larvalarında, dört farklı ışık şiddetinin (50, 300, 600 ve 1.000 lüks) larva yaşama oranı ve büyüme performansı üzerine etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Deneme sonunda, larvaların gruplara göre yaşama oranları; 50 lüks grubu için % 23.54, 300 lüks grubu için % 12.95, 600 lüks grubu için % 8.65 ve 1.000 lüks grubu içinde % 10.93 olarak tespit edilmiştir. Deneme gruplarındaki larvaların ortalama total boyları; 50 lüks grubunda 21.77 ± 2.11 mm, 300 lüks grubunda 22.33 ± 1.66 mm, 600 lüks grubunda 20.22 ± 2.50 mm ve 1.000 lüks grubunda ise 23.25 ± 1.29 mm olarak bulunmuş ve gruplar arasındaki farkın önemli olduğu tespit edilmiştir ($p < 0.05$). Yine gruplardaki larvaların ortalama canlı ağırlıkları; 50 lüks grubunda 0.107 ± 0.03 g, 300 lüks grubunda 0.117 ± 0.03 g, 600 lüks grubunda 0.086 ± 0.03 g ve 1.000 lüks grubunda da 0.136 ± 0.08 g olarak ölçülmüş ve gruplar arasındaki farkın önemli olduğu belirlenmiş ($p < 0.05$); ancak 300 ve 1.000 lüks grupları arasındaki farkın ise önemli olmadığı tespit edilmiştir ($p > 0.05$).

Sonuç olarak, en yüksek larva yaşama oranı en düşük ışık şiddeti grubunda, en düşük larva yaşama oranı ise en yüksek ışık şiddeti grubunda tespit edilmiştir. En büyük ortalama larva total boyu ve canlılığı ağırlığı en yüksek ışık şiddeti grubunda, en küçük ortalama larva total boyu ve canlı ağırlığının ise en düşük ışık şiddeti grubunda olduğu belirlenmiştir. Bu çalışmada larva yaşama oranı ile larvaların büyüme performansları arasında ters bir orantının olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar kelimeler: Karadeniz kalkan balığı (*Psetta maxima*), larva yetiştiriciliği, ışık şiddeti, yaşama oranı, büyüme performansı, larva gelişimi.

EFFECT of DIFFERENT LIGHT INTENSITIES SURVIVAL RATE and GROWTH on LARVAE BREEDING in BLACK SEA TURBOT (*Psetta maxima*, Linnaeus, 1758)

ABSTRACT

In this study, Black Sea turbot (*Psetta maxima*, L., 1758) larvae of produced in Trabzon Central Fisheries Research Institute (CFRI), four different light intensity (50, 300, 600 ve 1.000 lux) intended determine the effects on larvae survival rate and growth performance.

According to the experimental group at the end of the trial, the survival rate of larvae; 50 luxury group 23.54 %, 300 luxury group 12.95 %, 600 luxury group 8.65 % and 1.000 luxury group 10.93 % has been identified as. The mean total length of the larvae in the experimental group; 50 luxury group 21.77 ± 2.11 mm, 300 luxury group 22.33 ± 1.66 mm, 600 luxury group 20.22 ± 2.50 mm and 1.000 luxury group is 23.25 ± 1.29 mm, and the difference between groups statistically significant as were observed ($p < 0.05$). Still the average live weight of larvae in groups, respectively; 50 luxury group 0.107 ± 0.03 g, 300 luxury group 0.117 ± 0.03 g, 600 luxury group 0.086 ± 0.03 g and 1.000 luxury group is 0.136 ± 0.08 g were measured and the difference between groups for statistically significant as determined ($p < 0.05$); however, the difference between 300 and 1.000 luxury group have been found to be significant ($p > 0.05$).

As a result, the highest survival rate in the group with the lowest light intensity, the lowest light intensity, the highest survival rate was determined in the group. The largest average live weight of larvae and larval total length in the group with the highest light intensity and the average total length of the smallest larvae and larvae, the lowest light intensity of live weight was determined to be in the group. This study showed that there is an inverse relationship between the growth performance of larvae with larval survival rate.

Keywords: Black sea turbot (*Psetta maxima*), larval breeding, light intensity, survival rate, growth performance, larval development.

TEŞEKKÜR

Lisansüstü eğitimim süresince ve yüksek lisans tezimin hazırlanmasında ilgisini, desteğini, deneyimlerini ve güvenini benden esirgemeyen danışman hocam Yrd. Doç. Dr. Birol BAKI'ye; tez jüri üyelerim Prof. Dr. Sedat KARAYÜCEL ve Doç. Dr. Mehmet Emin ERDEM'e; tez çalışmasının düzenlenmesi ve uygulanması imkanını sağlayan Trabzon Su Ürünleri Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürü Doç. Dr. İlhan AYDIN'a; deneme süresince yardımlarını esirgemeyen Dr. Ercan KÜÇÜK, Balıkçılık Teknolojisi Yüksek Mühendisi Ayça GÜVEN, Su Ürünleri Yüksek Mühendisi Hamza POLAT, Veteriner Hekim Hüseyin ALP, Tekniker Ümit ÇALIK, Teknisyen Yardımcıları Gökhan KAYA ve Turgay ATASOY başta olmak üzere emeği geçen tüm Enstitü personeline; lisansüstü eğitimim boyunca yine bana destek olan ve yol gösteren Yrd. Doç. Dr. Fatih ŞAHİN'e, Dr. Ercan ERDEM'e, Araştırma Görevlileri Murat KERİM ve Dilara KAYA'ya teşekkür ederim.

Lisans ve lisansüstü eğitimim süresince desteklerini benden esirgemeyen, iyi ve kötü günlerimde her zaman yanımda olan, sevgileri ile bana cesaret veren, deneyimleri ile bana yol gösteren, maddi ve manevi olarak yanımda olan annem Ayten AYVAZ'a, babam Osman AYVAZ'a ve abilerim Bahadır AYVAZ ve Kazım Recep AYVAZ'a teşekkürü bir borç bilirim.

Bayram AYVAZ
Şebinkarahisar, 2014

İÇİNDEKİLER

	Sayfa No
ÖZET	i
ABSTRACT.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
İÇİNDEKİLER	iv
ŞEKİLLER LİSTESİ	vi
ÇİZELGELER LİSTESİ.....	viii
SEMBOLLER ve KISALTMALAR LİSTESİ.....	x
1. GİRİŞ.....	1
2. GENEL BİLGİLER.....	9
2.1. Kalkan Balığının Sistematikteki Yeri	9
2.2. Morfolojik ve Anatomik Yapısı	10
2.3. Biyolojisi	11
2.4. Üreme Özellikleri.....	13
2.5. Kalkan Balığı Yetiştiriciliği	14
3. LİTERATÜR ÖZETİ	18
4. MATERYAL ve METOT	28
4.1. Materyal	28
4.1.1. Denemenin Kurulduğu Yer.....	28
4.1.2. Denemede Kullanılan Larvalar	28
4.1.3. Denemede Kullanılan Deniz Suyu.....	28
4.1.4. Larvaların Stoklandığı Fiber Tanklar ve Kullanılan Diğer Malzemeler... 30	
4.2. Metot	34
4.2.1. Deneme Alanı ve Deneme Tanklarının Hazırlanması	34
4.2.2. Anaç ve Damızlık Balıklardan Döl Alımı ve Suni Dölleme	35
4.2.3. Yumurtalarının İnkübasyonu	39
4.2.4. Larvaların Taşınması ve Stoklama Yoğunluğu	40
4.2.5. Larvaların Beslenmesi	41
4.2.6. Fiziko-Kimyasal Parametrelerin Belirlenmesi.....	47
4.2.7. Işık Şiddetinin Ölçümü	47
4.2.8. Tanklardaki Su Değişim Oranı ve Drenaj Ağlarının Değişimi.....	48
4.2.9. Tank Tabanının Sifonlaması ve Deneme Alanının Temizliği	49
4.2.10. Larva Örneklemeleri	50

4.2.11.	Hastalık Kontrolü.....	50
4.2.12.	Biyometrik Ölçümlerin Yapılması.....	52
4.2.13.	Döllenme ve Çıkış Oranının Belirlenmesi.....	52
4.2.14.	Yaşama Oranlarının Belirlenmesi.....	53
4.2.15.	Verilerin Değerlendirilmesi	53
5.	BULGULAR	55
5.1.	Denemede Kullanılan Yumurtalara İlişkin Bulgular	55
5.2.	Deniz Suyunun Fiziko-Kimyasal Parametrelerine İlişkin Bulgular.....	55
5.2.1.	Deniz Suyu Sıcaklığı	55
5.2.2.	Deniz Suyu Tuzluluğu	55
5.2.3.	Deniz Suyu pH Değerleri.....	56
5.2.4.	Deniz Suyu Doymuş Oksijen Miktarı.....	61
5.2.5.	Deniz Suyu Çözünmüş Oksijen Değeri	65
5.3.	Larval Gelişim.....	70
5.4.	Larvaların Yaşama Oranlarına İlişkin Bulgular	71
5.4.1.	50 Lüks Grubu Larvalarının Yaşama Oranı	71
5.4.2.	300 Lüks Grubu Larvalarının Yaşama Oranı	72
5.4.3.	600 Lüks Grubu Larvalarının Yaşama Oranı	73
5.4.4.	1.000 Lüks Grubu Larvalarının Yaşama Oranı	74
5.5.	Larvaların Büyüme Performanslarına İlişkin Bulgular.....	75
5.5.1.	50 Lüks Grubu Larvalarının Büyüme Performansı	75
5.5.2.	300 Lüks Grubu Larvalarının Büyüme Performansı	75
5.5.3.	600 Lüks Grubu Larvalarının Büyüme Performansı	75
5.5.4.	1.000 Lüks Grubu Larvalarının Büyüme Performansı	76
5.5.5.	Deneme Gruplarının Büyüme Performanslarının Karşılaştırılması.....	76
6.	TARTIŞMA.....	78
7.	SONUÇ.....	82
8.	KAYNAKLAR.....	84
	ÖZGEÇMİŞ.....	91

ŞEKİLLER LİSTESİ

Sayfa No

Şekil 1.1. 1970-2011 yılları arası dünya su ürünleri üretimi (FAO, 2013)	1
Şekil 1.2. 1986-2012 yıllarında ülkemizde su ürünleri üretimi (TÜİK, 2013).....	5
Şekil 1.3. 1996-2012 yılları arası ülkemiz su ürünleri yetiştiricilik üretiminin iç su ve denizel alanlara göre dağılımı (TÜİK, 2013).....	5
Şekil 1.4. 1996-2012 yılları arasında ülkemiz kalkan balığı avcılık miktarı ve ortalama satış fiyatı (TÜİK, 2013).....	7
Şekil 2.1. Karadeniz kalkan balığı (<i>Psetta maxima</i> , L., 1758) (Orijinal).....	11
Şekil 4.1. Denemenin gerçekleştirildiği DHATUÜ binası (Orijinal).....	28
Şekil 4.2. SÜMAE'nün deniz suyu filtrasyon ünitesi (Orijinal)	29
Şekil 4.3. DHATUÜ'ndeki beton su toplama havuzu (a), eşanjör sistemi (b) ve su dağıtım sistemi (c) (Orijinal)	30
Şekil 4.4. Larvaların stoklandığı fiber tanklar (Orijinal).....	30
Şekil 4.5. Deniz suyunun fiziko-kimyasal parametrelerinin belirlenmesinde kullanılan alkollü termometre (a), YSI 556 MPS (b), WTW ph 330i (c) ve HACH HQ40d (d) marka multiparametre ölçüm cihazı (Orijinal)	31
Şekil 4.6. Denemede kullanılan ışık sistemi (a), ayarlanabilir elektrik düğmesi (b) ve ANA-F11 marka ışık ölçer cihazı (c) (Orijinal)	32
Şekil 4.7. Örneklerin incelenmesinde kullanılan Leica MZ7.5 (a) ve Nikon (b) marka ışık mikroskopları (Orijinal)	32
Şekil 4.8. Tank tabanının sifonlanmasında kullanılan boru sistemi (Orijinal).....	33
Şekil 4.9. Elektronik kumpas (a) ve hassas terazi (b).....	33
Şekil 4.10. DHATUÜ'ü içerisinde denemenin kurulduğu alan (Orijinal)	35
Şekil 4.11. Anaç Karadeniz kalkan balığına LHRH-a uygulaması (Yavuz, 2011)	36
Şekil 4.12. Anaç Karadeniz kalkan balığından suni sağım ile yumurta eldesi (Orijinal)	37
Şekil 4.13. Damızlık Karadeniz kalkan balığından suni sağım ile sperm eldesi (Orijinal)	38
Şekil 4.14. Suni döllemesi yapılan Karadeniz kalkan balığı yumurtalarının yıkanması (Orijinal)	39
Şekil 4.15. Döllenenmiş Karadeniz kalkan balığı yumurtalarının konulduğu inkübatörler (Orijinal)	40
Şekil 4.16. Karadeniz kalkan balığı larvalarının inkübatörlerden alınması (a) ve transfer kovalarına konulması (b) (Orijinal)	41
Şekil 4.17. Zenginleştirilmiş rotifer (<i>Brachionus plicatilis</i> , Müller, 1786) (Orijinal)....	42
Şekil 4.18. Larvaların zenginleştirilmiş rotifer ile beslenmesi (Orijinal).....	42
Şekil 4.19. Tanklara verilen yeşil alg ve uygulaması (Orijinal).....	43

Şekil 4.20. <i>Artemia</i> naupli (Orijinal)	44
Şekil 4.21. Denemede kullanılan 100 µ'luk (a) ve 200 µ'luk (b) ticari yemler (Orijinal)	45
Şekil 4.22. Rotifer ve <i>Artemia</i> naupli zenginleştiricilerinin hazırlanması (Orijinal)	46
Şekil 4.23. Deniz suyunun fiziko-kimyasal parametrelerinin ölçülmesi (Orijinal).....	47
Şekil 4.24. Işık şiddetlerinin ölçümü (Orijinal)	48
Şekil 4.25. Denemede kullanılan drenaj ağları (Orijinal).....	49
Şekil 4.26. Sifonlama sonrası alınan dip örnekleri (Orijinal).....	50
Şekil 4.27. Sifonlama sonrası deneme alanının temizliği (Orijinal).....	50
Şekil 4.28. Dip örneğinin mikroskop görüntüsü (Orijinal)	51
Şekil 4.29. Dip örneklerinin mikroskopta incelenmesi (Orijinal)	51
Şekil 4.30. Larvaların biyometrik ölçümlerinin yapılması (Orijinal).....	52
Şekil 5.1. Deneme süresince günlük ölçülen ortalama deniz suyu sıcaklığı	55
Şekil 5.2. Deneme süresince haftalık ölçülen ortalama deniz suyu tuzluluğu değerleri	56
Şekil 5.3. 50 lüks grubu tanklarında haftalara göre ölçülen ortalama pH değerleri	56
Şekil 5.4. 300 lüks grubu tanklarında haftalara göre ölçülen ortalama pH değerleri	57
Şekil 5.5. 600 lüks grubu tanklarında haftalara göre ölçülen ortalama pH değerleri	58
Şekil 5.6. 1.000 lüks grubu tanklarında haftalara göre ölçülen ortalama pH değerleri ..	59
Şekil 5.7. Deneme gruplarında haftalara göre ölçülen ortalama pH değerleri	60
Şekil 5.8. 50 lüks grubu tanklarında haftalara göre ölçülen ortalama DO miktarları.....	61
Şekil 5.9. 300 lüks grubu tanklarında haftalara göre ölçülen ortalama DO miktarları...	62
Şekil 5.10. 600 lüks grubu tanklarında haftalara göre ölçülen ortalama DO miktarları.	63
Şekil 5.11. 1.000 lüks grubu tanklarında haftalara göre ölçülen ortalama DO miktarları	64
Şekil 5.12. Deneme gruplarında haftalara göre ölçülen ortalama DO miktarları.....	65
Şekil 5.13. 50 lüks grubu tanklarında haftalara göre ölçülen ortalama ÇO değerleri	66
Şekil 5.14. 300 lüks grubu tanklarında haftalara göre ölçülen ortalama ÇO değerleri ..	67
Şekil 5.15. 600 lüks grubu tanklarında haftalara göre ölçülen ortalama ÇO değerleri ..	68
Şekil 5.16. 1.000 lüks grubu tanklarında haftalara göre ölçülen ortalama ÇO değerleri	69
Şekil 5.17. Deneme gruplarında haftalara göre ölçülen ortalama ÇO değerleri.....	70

ÇİZELGELER LİSTESİ

Sayfa No

Çizelge 1.1. Dünya 2011 yılı su ürünleri yetiştiricilik üretiminin ISSCAAP'na göre dağılımı (FAO, 2013)	2
Çizelge 1.2. 2006-2011 yıllarında dünya yassı balık yetiştiricilik üretim miktarı (ton) (FAO, 2013).....	2
Çizelge 1.3. 2004-2011 yılları arası dünyada kalkan balığı yetiştiricilik üretim miktarı (ton) (FAO, 2013)	3
Çizelge 1.4. 2005-2012 yıllarında ülkemizde yetiştiriciliği yapılan türlerin üretim miktarları (ton) (TÜİK, 2013).....	6
Çizelge 1.5. 1996-2012 yıllarında ülkemiz kalkan balığı avcılık miktarı ve ortalama satış fiyatı (TÜİK, 2013).....	7
Çizelge 2.1. Karadeniz kalkan balığının morfolojik gelişimi (Çiftci ve ark., 2002)	15
Çizelge 4.1. Denemede Karadeniz kalkan balığı larvalarının beslenmesinde uygulanan yemleme programı	41
Çizelge 4.2. Rotifer ve <i>Artemia</i> nauplinin zenginleştirilmesinde kullanılan Red Pepper'ın içeriği.....	46
Çizelge 4.3. Denemede larva tanklarına uygulanan formaldehit miktarı ve süresi	52
Çizelge 5.1. 50 lüks grubu tanklarında haftalara göre ölçülen ortalama pH değerleri ...	57
Çizelge 5.2. 300 lüks grubu tanklarında haftalara göre ölçülen ortalama pH değerleri .	58
Çizelge 5.3. 600 lüks grubu tanklarında haftalara göre ölçülen ortalama pH değerleri .	59
Çizelge 5.4. 1.000 lüks grubu tanklarında haftalara göre ölçülen ortalama pH değerleri	59
Çizelge 5.5. Deneme gruplarında haftalara göre ölçülen ortalama pH değerleri	60
Çizelge 5.6. 50 lüks grubu tanklarında haftalara göre ölçülen ortalama DO miktarları (%)	61
Çizelge 5.7. 300 lüks grubu tanklarında haftalara göre ölçülen ortalama DO miktarları (%)	62
Çizelge 5.8. 600 lüks grubu tanklarında haftalara göre ölçülen ortalama DO miktarları (%)	63
Çizelge 5.9. 1.000 lüks grubu tanklarında haftalara göre ölçülen ortalama DO miktarları (%)	64
Çizelge 5.10. Deneme gruplarında haftalara göre ölçülen ortalama DO miktarları (%)	65
Çizelge 5.11. 50 lüks grubu tanklarında haftalara göre ölçülen ortalama ÇO değerleri (mg/l)	66
Çizelge 5.12. 300 lüks grubu tanklarında haftalara göre ölçülen ortalama ÇO değerleri (mg/l)	67
Çizelge 5.13. 600 lüks grubu tanklarında haftalara göre ölçülen ortalama ÇO değerleri (mg/l)	68

Çizelge 5.14. 1.000 lüks grubu tanklarında haftalara göre ölçülen ortalama ÇO değerleri (mg/l)	69
Çizelge 5.15. Denem gruplarında haftalara göre ölçülen ortalama ÇO değerleri (mg/l) 70	
Çizelge 5.16. Denemede kullanılan Karadeniz kalkan balığı larvalarının morfolojik gelişimi.....	71
Çizelge 5.17. 50 lüks grubu larvalarının yaşama oranları	72
Çizelge 5.18. 300 lüks grubu larvalarının yaşama oranları	73
Çizelge 5.19. 600 lüks grubu larvalarının yaşama oranları	74
Çizelge 5.20. 1.000 lüks grubu larvalarının yaşama oranları	75
Çizelge 5.21. Deneme sonunda grupların ortalama total boyları (mm)	76
Çizelge 5.22. Deneme sonunda grupların ortalama canlı ağırlıkları (g)	77

SEMBOLLER ve KISALTMALAR LİSTESİ

SEMBOLLER

%	Yüzde
\$	Dolar
₺	Türk lirası
kg	Kilogram
g	Gram
°C	Santigrat derece
mm	Milimetre
µm	Mikrometre
‰	Binde
kcal	Kilokalori
mg	Miligram
cm	Santimetre
ω	Omega
m	Metre
m ³	Metreküp
°	Derece
ml	Mililitre
l	Litre
m ²	Metrekare
µg	Mikrogram
µ	Mikron
ppm	Milyonda bir
IU	Uluslar arası birim, 1 dakikada bir mikromol substratın ürüne dönüştürülmesini katalize eden ürün miktarı
p	Güven aralığı

KISALTMALAR

MÖ	Milattan önce
FAO	Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü
ISSCAAP	Sucul hayvanlar ve bitkilerin uluslararası standart istatistiksel sınıflaması
spp.	Bir cinse ait tüm türler
ark.	Arkadaşları
GTHB	Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu
JICA	Japonya Uluslararası İşbirliği Ajansı
SÜMAE	Trabzon Su Ürünleri Merkez Araştırma Enstitüsü
C16:0	Palmitik asit
C18:1 ω 9	Oleik asit
C18:2 ω 6	Linoleik asit
C22:6 ω 3	Dekosahegzaenoik asit
dB	Desibel
D	Dorsal yüzgeç
K	Kaudal yüzgeç
A	Anal yüzgeç
V	Ventral yüzgeç
P	Pektoral yüzgeç
vb.	ve benzeri
LHRH-a	Luteinizan hormonu salgılatma hormonu türevi
ÇO	Çözünmüş oksijen
TAGEM	Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü
DHATUÜ	Deney Hayvanları Araştırma, Test ve Uygulama Ünitesi
UV	Ultraviyole
DO	Doymuş oksijen
PVC	Polivinil klorür
HUFA	Yüksek doymamış yağ asidi
n-3	Çift bağ içeren doymamış yağ asitleri
DHA	Dokozahekzaenoyik asit.
EPA	Eykozapentaenoyik asit
ARA	Araşidonik asit kaskadı

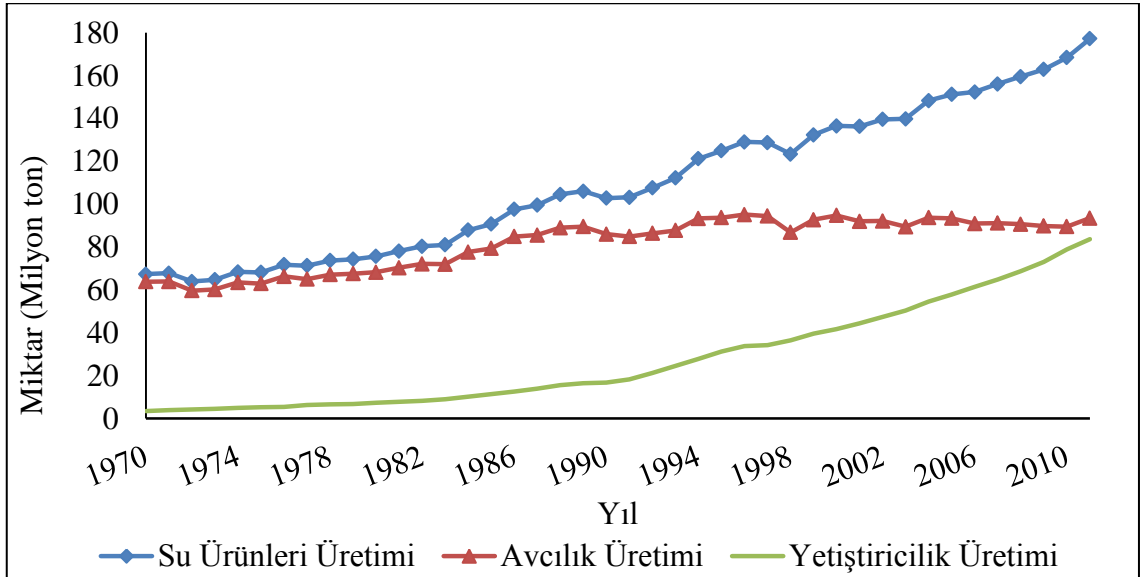
min	Minimum
mak	Maksimum

1. GİRİŞ

Su ürünleri yetiştiriciliği; hayvansal (balık, kabuklu, yumuşakça ve eklembacaklılar) ve bitkisel (yosun ve alg) sucul canlıların entansif ya da yarı entansif şartlar altında besleme, büyütme, üretme, ıslah etme, gıda maddesi, stok takviyesi, süs, sportif ve bilimsel amaçlı yetiştirilmesi olarak tanımlanabilir.

Su ürünleri yetiştiriciliğinin, ilk defa milattan önce (MÖ) 2000 yılında Çin’de başladığı sanılmaktadır. Romalılar, sahillerdeki havuzlarda balık yetiştirmeye başlamışlardır. Daha sonraları ise Orta Çağ’da kale ve manastırların hendeklerine sazan (*Cyprinus carpio*, L., 1758) stoklanmışır (Başçınar, 2004). Dünyada, deniz balıkları yetiştiriciliğinin ise MÖ 1400’lü yıllarda gel-git olayları sırasında yakalanan süt balığı (*Chanos chanos*, Forsskål, 1775) yavrularının havuzlara stoklanması ile başladığı ifade edilmektedir (De Silva, 2001).

Dünya su ürünleri üretimi, 1970 yılında 67.363.000 ton iken 2011 yılında 177.170.001 tona yükselmiştir. 1970 yılında, 3.526.000 ton ile su ürünleri üretiminin % 5’ini oluşturan yetiştiricilik üretimi; 2011 yılında ise 83.675.661 tona çıkmış ve su ürünleri üretiminin % 47’sini karşılar hale gelmiştir (Şekil 1.1). 2011 yılında, 83.675.661 ton su ürünleri yetiştiricilik üretiminin ekonomik değeri ise 135.732.965.000 \$’dır (FAO, 2013).



Şekil 1.1. 1970-2011 yılları arası dünya su ürünleri üretimi (FAO, 2013)

Dünyada 2011 yılında, sucul hayvanlar ve bitkilerin uluslararası standart istatistiksel sınıflaması (ISSCAAP)’na göre 62.700.300 ton sucul hayvan ve 20.975.361

ton sucul bitki yetiştiriciliği yapılmıştır (Çizelge 1.1). Yetiştiricilik üretiminin 44.008.756 tonu iç sularda; 39.666.905 tonu ise denizlerde gerçekleştirilen üretim faaliyetleri sonucunda oluşmuştur (FAO, 2013).

Çizelge 1.1. Dünya 2011 yılı su ürünleri yetiştiricilik üretiminin ISSCAAP'na göre dağılımı (FAO, 2013)

ISSCAAP	Miktar (ton)
Sucul Hayvan Üretimi	62.700.300
Tatlı Su Balıkları	35.599.434
Yumuşakça	14.394.810
Kabuklu	5.876.253
Diadrom Balıklar	4.041.631
Deniz Balıklar	2.008.690
Diğer Denizel Hayvanlar	779.481
Sucul Bitki	20.975.361
Toplam	83.675.661

Dünya 2011 yılı sucul hayvan üretiminin % 3'ünü 2.008.690 ton ile karşılayan deniz balıkları yetiştiricilik üretiminin, ekonomik değeri 8.666.169.000 \$'dır.

Dünyadaki yassı balık yetiştiricilik üretimi, son yıllarda dalgalı bir seyir izlemiştir. 2006-2011 yılları arasında dünyadaki yassı balık yetiştiricilik üretimi Çizelge 1.2'de verilmiştir.

Çizelge 1.2. 2006-2011 yıllarında dünya yassı balık yetiştiricilik üretim miktarı (ton) (FAO, 2013)

Tür	2006	2007	2008	2009	2010	2011
<i>Bothidae</i>	15.520	16.549	23.141	26.672	24.978	47.589
<i>Hippoglossus hippoglossus</i>	1.528	2.486	1.832	1.806	1.821	2.883
<i>Platichthys flesus</i>	0	0	1	1	0	0
<i>Pleuronectidae</i>	4.544	5.382	8.274	11.521	5.372	8.463
<i>Solea solea</i>	9	19	32	30	125	84
<i>Solea senegalensis</i>	32	36	60	63	224	235
<i>Soleidae</i>	11	6	0	0	20	20
<i>Psetta maxima</i>	47.980	58.510	64.661	69.006	70.303	75.413
<i>Paralichthys olivaceus</i>	48.465	45.764	50.596	59.328	44.909	44.280
<i>Paralichthys spp.</i>	0	47	56	52	1	0
Toplam	120.095	130.806	150.661	170.488	149.763	178.967

Bugüne kadar ki en yüksek yassı balık yetiştiricilik üretimi, 2011 yılında 178.967 ton ile gerçekleşmiştir. Yassı balık üretiminde en fazla yetiştiriciliği yapılan tür

ise kalkan balığı (*Psetta maxima*, L., 1758) olmuştur. Son 6 yıllık yassı balık üretiminin ortalama % 43'lük kısmını oluşturan kalkan balığı yetiştiriciliği, 2011 yılı üretiminin % 42'sini karşılamıştır. Ayrıca 178.967 ton yassı balık yetiştiricilik üretiminin 2011 yılı ekonomik getirisi 1.179.755.000 \$'dır (FAO, 2013).

İngiltere ve Fransa'nın öncülüğünde 1980'li yıllarda başlayan kalkan balığı yetiştiriciliği, 1990'lı yıllardan sonra İspanya'nın öncülüğünde devam etmiştir (Polat, 2011). İspanya 2002 yılına kadar kalkan balığı yetiştiriciliğinde hem dünyanın hem de Avrupa kıtasının önde gelen ülkesi olmuştur. 2003 yılından itibaren ise Çin, dünyada en fazla kalkan balığı yetiştiriciliğin yapıldığı ülke olmuştur. Çin 64.000 tonluk yetiştiricilik üretimi ile 2011 yılı kalkan balığı yetiştiriciliğinin % 85'sini karşılamıştır (Çizelge 1.3). 2011 yılında 75.413 ton kalkan balığı yetiştiricilik üretiminin ekonomik değeri ise 600.332.000 \$'dır (FAO, 2013).

Çizelge 1.3. 2004-2011 yılları arası dünyada kalkan balığı yetiştiricilik üretim miktarı (ton) (FAO, 2013)

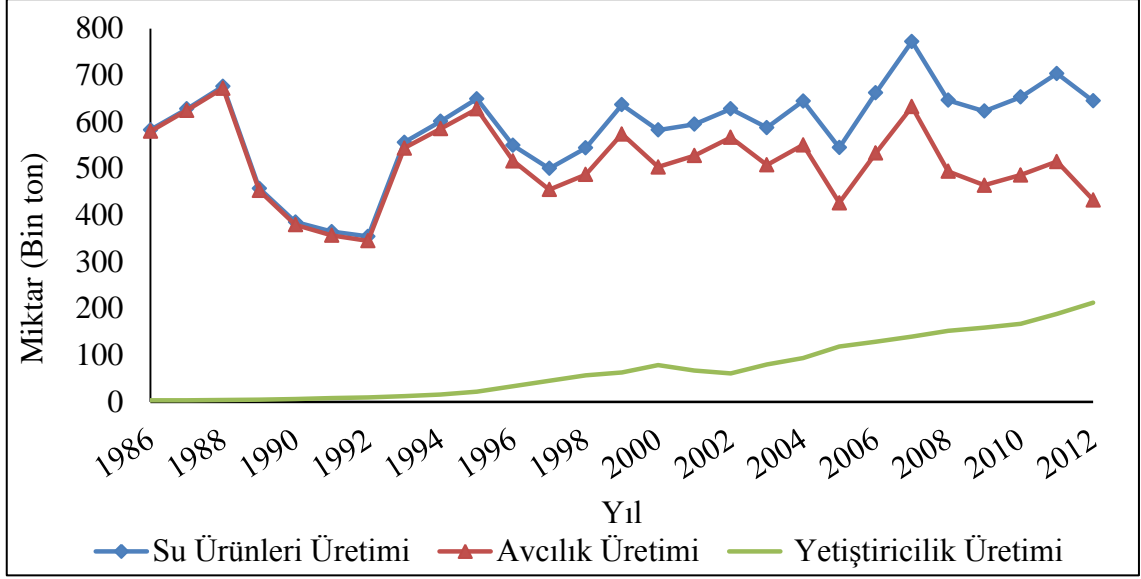
Ülke	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Almanya	58	68	60	60	0	0	0	0
Çin	20.000	25.000	40.000	50.000	55.000	60.000	60.000	64.000
Danimarka	6	8	7	38	278	2	6	5
Fransa	949	791	870	850	656	0	400	400
Güney Afrika	2	1	0	0	0	0	0	0
Hollanda	75	75	100	90	90	150	250	200
İngiltere	233	58	62	62	20	0	0	0
İrlanda	25	6	0	0	0	0	0	0
İspanya	4.347	5.572	6.419	6.838	7.932	7.188	6.882	7.337
İzlanda	46	46	0	70	51	68	46	20
Manş Adaları	0	0	0	0	1	3	3	3
Portekiz	269	214	185	167	351	1.276	2.424	3.197
Şili	273	296	277	335	282	319	292	252
Toplam	26.283	32.135	47.980	58.510	64.661	69.006	70.303	75.414

Ülkemizde su ürünleri yetiştiriciliği, 1970 yılında iç sularda aynalı sazan ve gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*, Walbaum, 1792) türlerinin yetiştiriciliği ile başlamış olup, 1980'li yılların ortalarından itibaren Ege ve Akdeniz'de çipura (*Sparus aurata*, L., 1758) ve levrek (*Dicentrarchus labrax*, L., 1758), 1990'lı yıllarda Karadeniz'de kafeslerde gökkuşağı alabalığı ve 2000'li yılların başında yine Ege ve Akdeniz'de orkinos (*Thunnus thynnus*, L., 1758) semirtmeciliğinin başlaması ile büyük bir ivme kazanmıştır (Akbulut, 2004). Ülkemizdeki ilk çipura ve levrek kuluçkahanesi

de 1985 yılında Ege Bölgesi'nde kurulmuştur (Çelikkale ve ark., 1999). Resmi kayıtlara girmemesine rağmen ülkemizde bazı alabalık işletmelerinde az miktarda da olsa kaynak alabalığı (*Salvelinus fontinalis*, Mitchill, 1814) ve kahverengi alabalık (*Salmo trutta*, L., 1766) yetiştiriciliği de yapılmaktadır. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı (GTHB)'na bağlı Su Ürünleri Araştırma Enstitülerinde yetiştiricilik çalışmalarına başlanmış ve önemli başarılar sağlanmış balık türleri ise Karadeniz alabalığı (*Salmo trutta labrax*, Pallas, 1811) ve Karadeniz kalkan balığıdır. Ülkemiz araştırma kuruluşlarında üzerinde çalışmaların sürdüğü diğer türler ise fangri (*Pagrus pagrus*, L., 1758), mercan (*Pagellus erythrinus*, L., 1758), sinagrit (*Dentex dentex*, L., 1758), lahoz (*Epinephelus fasciatus*, Forsskål, 1775), sivriburun karagöz (*Diplodus puntazzo*, Walbaum, 1792) ve kerevit (*Astacus leptodactylus*, Eschscholtz, 1823)'tir. Doğadan yakalanan küçük yılan balıklarının (*Anguilla anguilla*, L., 1758) kültür ortamında besleme çalışmalarında başarı sağlanmış ve porsiyonluk boya kadar büyütülmüştür. Mersin balıkları (*Acipenser* sp.) ile ilgili çalışmalar devam etmektedir. Özel sektörde ise mercan, sinagrit, sivriburun karagöz ve fangriden döl alımı başarılmıştır. Diğer taraftan, yetiştiricilik kayıtlarına girmeyen ancak uzun süreden beri Marmara Bölgesi'nde birkaç dalyanda ekstansif olarak istiridye (*Ostrea edulis*, L., 1758), akivades (*Tapes decussatus*, L., 1758) ve kidonya (*Venus verrucosa*, L., 1758) yetiştiriciliği, Adana Çukurova Üniversitesi'nde tilapya balıklarının üretimi de yapılmaktadır (Başçınar, 2004).

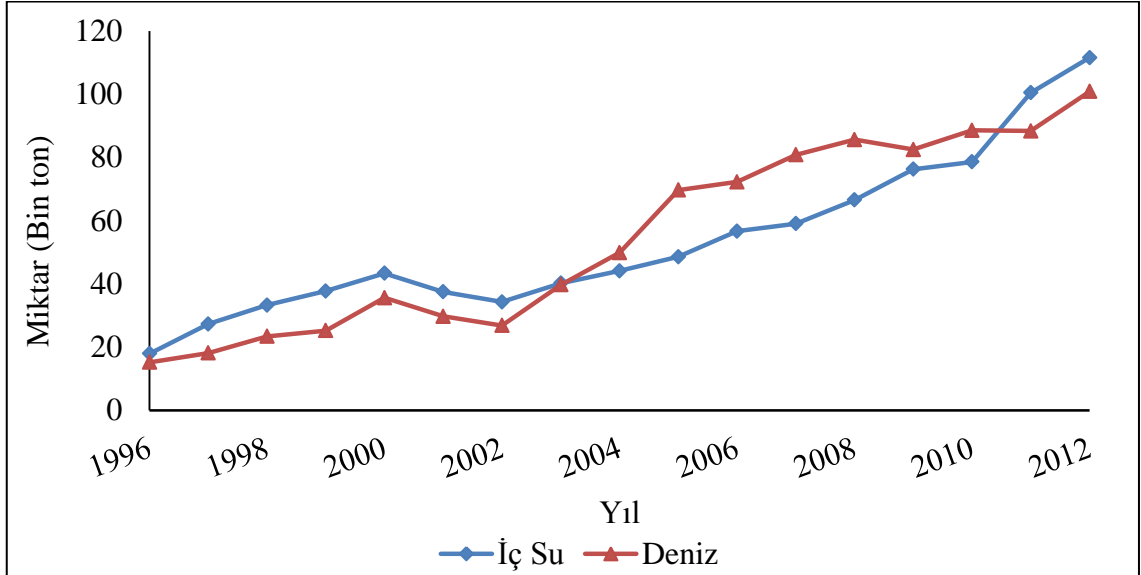
Günümüzde ülkemizde, iç sularda gökkuşağı alabalığı ve aynalı sazan; denizlerde gökkuşağı alabalığı, levrek, çipura, orkinos, midye (*Mytilus galloprovincialis*, Lamarck, 1819) ve 15 adet alternatif türün yetiştiriciliği yapılmaktadır.

Ülkemizde, 1986 yılında 582.920 ton olan su ürünleri üretimi, yıllar içerisinde avcılığa bağlı dalgalanmalar göstermiş olup, 2012 yılında 644.852 ton olarak gerçekleşmiştir. Ülkemiz su ürünleri yetiştiricilik üretimi ise 1986 yılında 3.075 tondur. Dünyadaki teknolojik gelişmelerin paralelinde özellikle 90'lı yılların ikinci yarısından itibaren hızla gelişmeye başlayan ülkemiz yetiştiricilik üretimi, 2012 yılında 212.410 tona yükselmiş ve su ürünleri üretiminin % 33'ünü karşılar hale gelmiştir (Şekil 1.2) (TÜİK, 2013).



Şekil 1.2. 1986-2012 yıllarında ülkemizde su ürünleri üretimi (TÜİK, 2013)

Ülkemizde, 1996 yılındaki 33.201 ton su ürünleri yetiştiricilik üretiminin; 17.960 tonu iç sularda ve 15.241 tonu da denizlerde gerçekleştirilen üretim faaliyetleri sonucunda oluşmuştur. 2012 yılı 212.410 ton yetiştiricilik üretiminin ise 111.557 tonu iç sularda; 100.853 tonu da denizlerdeki üretim faaliyetleri sonucunda gerçekleşmiştir (Şekil 1.3) (TÜİK, 2013).



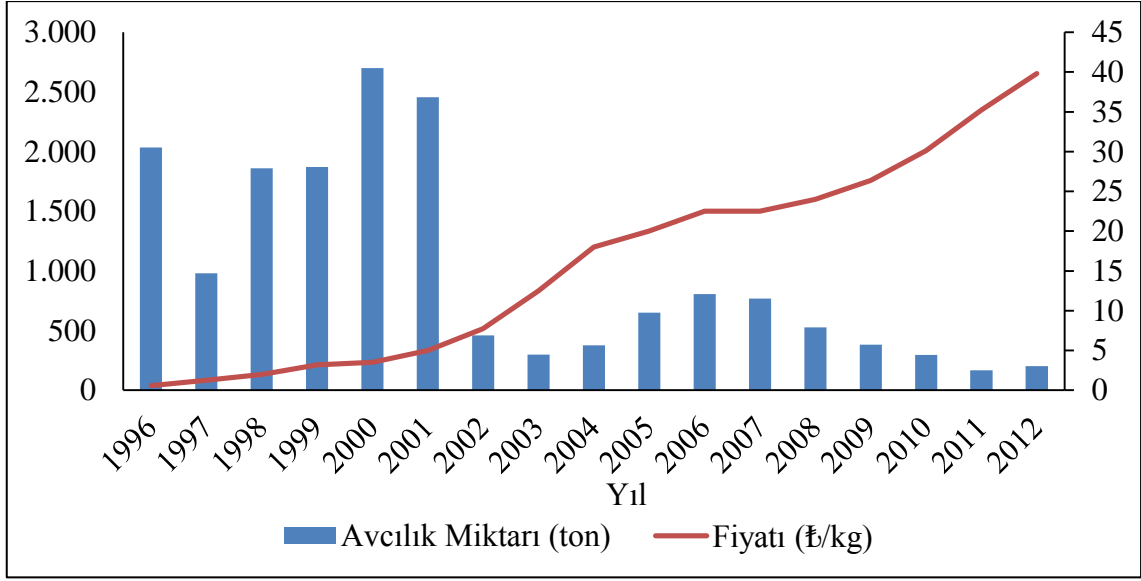
Şekil 1.3. 1996-2012 yılları arası ülkemiz su ürünleri yetiştiricilik üretiminin iç su ve denizel alanlara göre dağılımı (TÜİK, 2013)

Ülkemiz, 2012 yılı yetiştiricilik üretimi tür bazında incelendiğinde; en fazla üretimi yapılan türün gökkuşacağı alabalığı olduğu görülmektedir. Gökkuşacağı alabalığını, levrek ve çipura türlerinin üretimleri takip etmektedir. 2012 yılında iç sularda 111.335 ton gökkuşacağı alabalığı, 65.512 ton levrek, 30.743 ton çipura, 3.234 ton denizde gökkuşacağı alabalığı, 1.364 ton diğer denizel canlılar ve 222 ton aynalı sazan üretimi yapılmıştır (Çizelge 1.4) (TÜİK, 2013). Ayrıca ülkemiz, levrek balığı yetiştiriciliğinde de dünyada 2004 yılından itibaren en yüksek üretimin yapıldığı ülke olmuştur (FAO, 2013).

Çizelge 1.4. 2005-2012 yıllarında ülkemizde yetiştiriciliği yapılan türlerin üretim miktarları (ton) (TÜİK, 2013)

Tür	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
İç su	48.604	56.694	59.033	66.557	76.248	78.568	100.446	111.557
Alabalık	48.033	56.026	58.433	65.928	75.657	78.165	100.239	111.335
Aynalı Sazan	571	668	600	629	591	403	207	222
Deniz	69.673	72.249	80.840	85.629	82.481	88.573	88.344	100.853
Alabalık	1.249	1.633	2.740	2.721	5.229	7.079	7.697	3.234
Çipura	27.634	28.463	33.500	31.670	28.362	28.157	32.187	30.743
Levrek	37.290	38.408	41.900	49.270	46.554	50.796	47.013	65.512
Midye	1.500	1.545	1.100	196	89	340	5	0
Diğer	2.000	2.200	1.600	1.772	2.247	2.201	1.442	1.364
Toplam	118.277	128.943	139.873	152.186	158.729	167.141	188.790	212.410

Ülkemizde henüz özel sektör tarafından deneme üretimlerinin yapıldığı bilinen ve halen yetiştiricilik istatistiklerine geçmemiş olan kalkan balığının, yıllara göre avcılık miktarları ve ortalama satış fiyatları Şekil 1.4 ve Çizelge 1.5’de verilmiştir.



Şekil 1.4. 1996-2012 yılları arasında ülkemiz kalkan balığı avcılık miktarı ve ortalama satış fiyatı (TÜİK, 2013)

Çizelge 1.5. 1996-2012 yıllarında ülkemiz kalkan balığı avcılık miktarı ve ortalama satış fiyatı (TÜİK, 2013)

Yıl	Avcılık Miktarı (ton)	Fiyatı (₺/kg)	Toplam Değeri (₺)
1996	2.035	0,596	1.213
1997	980	1,25	1.225
1998	1.860	2	3.720
1999	1.870	3,2	5.984
2000	2.700	3,5	9.450
2001	2.455	5	12.275
2002	459	7,75	3.557
2003	300	12,5	3.750
2004	376	18	6.768
2005	649	20	12.980
2006	807	22,5	18.158
2007	769	22,5	17.303
2008	528	24	12.672
2009	383	26,36	10.096
2010	295	30,11	8.882
2011	166	35,23	5.862
2012	202	39,81	8.069

Ülkemizde kalkan balığı avcılık miktarı, 1996 yılından günümüze kadar olan süreçte inişli-çıkışlı bir seyir izlemiştir. Özellikle 2002 yılından itibaren elde edilen avcılık ürün miktarı azalmaya başlamıştır. Öyle ki 2002 yılı ürün miktarı bir önceki yıla göre yaklaşık olarak % 82 oranında azalma göstermiş ve 459 tona gerilemiştir. Bu

durum 2002 yılını takip eden yıllarda da benzer bir durum göstermiş ve 2012 yılı ürün miktarı 202 ton olarak gerçekleşmiştir. Yıllar içerisinde en fazla avcılık 2.700 ton ile 2000 yılında; en az avcılık ise 166 ton ile 2011 yılında gerçekleşmiştir. Her yıl avcılık miktarındaki azalmaya bağlı olarak kalkan balığının kg satış fiyatı da artış göstermiştir. 2002 yılında ortalama kg satış fiyatı 7.75 ₺ iken, 2012 yılında yaklaşık % 514 oranında artış göstererek ortalama kg satış fiyatı 39.81 ₺'na yükselmiştir. Ayrıca ülkemizde kalkan balığı avcılığının en fazla yapıldığı istihlal sahası da Batı Karadeniz Bölgesi olmuştur (TÜİK, 2013).

Ülkemizde, son yıllarda alternatif balık türlerinin yetiştiriciliği ilgi çekmektedir. Bu türlerden biride ekonomik değeri çok yüksek ve besin içeriği zengin olan kalkan balığıdır. Ülkemizde kalkan balığı yetiştiricilik çalışmaları 1997 yılında Japonya Uluslararası İşbirliği Ajansı (JICA) ve GTHB'na bağlı Trabzon Su Ürünleri Merkez Araştırma Enstitüsü (SÜMAE)'nün "Karadeniz'de Balık Yetiştiriciliğini Geliştirme Projesi: Kalkan Yetiştiriciliği (1997-2004)" projesi ile başlamıştır. Daha sonraları ise "Karadeniz'de Kalkan Balığı Yetiştiriciliğinin Araştırılması: Pazar Boyuna Kadar Büyütme (2000-2003), Yetiştiricilik Yoluyla Üretilen Kalkan Balığı Yavrularının Doğal Stoka Katılımları ve Biyoekolojik Özelliklerinin İncelenmesi (2000-2005), Karadeniz'de Balık Yetiştiriciliğini Geliştirme Projesi: Kalkan Balığında Sürdürülebilir Larva Üretiminin Araştırılması (2005-2007), Kalkan Balığı Yetiştiricilik Tekniklerinin Geliştirilmesi (2007-2010), Karadeniz Kalkan Balığı (*Psetta maxima*) Yetiştiriciliğinin Geliştirilmesi (2011-)" gibi projeler ile devam etmiştir (Anonim, 2013). Yapılan bu projeler ile kalkan balığının farklı yaşama dönemlerindeki özelliklerinin belirlenmesi, yetiştiricilik tekniklerinin geliştirilmesi, azalmaya başlayan doğal stokların takviye edilmesi ve özel sektörün de kalkan balığı yetiştiriciliği hakkında bilgi edinmesi amaçlanmıştır.

Kalkan balığı ile ilgili yetiştiricilik çalışmaları son yıllarda artış göstermiş ve yapılan bu çalışmalar sayesinde türe ait larval dönemdeki birçok biyolojik ve fizyolojik özellikler ayrıntılı bir şekilde tanımlanmış, bunun sonucunda da larva kültüründe farklı teknikler de başarıyla uygulanmaya başlanmıştır. Bu çalışmada, kalkan balığının larval döneminde kullanılan dört farklı ışık şiddetinin (50, 300, 600 ve 1.000 lüks) larva yaşama oranı ve büyüme üzerine etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Kalkan Balığının Sistematikteki Yeri

Kalkan balığı (*Psetta maxima*, L., 1758), 14 aile ve 716 tür ile temsil edilen yassı balıklar takımının bir üyesidir (Munreo, 2005). Kalkan balığının sistematik sınıflandırmadaki yeriyle ilgili olarak; Akşiray (1954), Slastenenko (1956), Geldiay (1969), Fisher ve ark., (1987), Mater ve ark., (1989) ve Amaoka ve ark., (2001) tarafından yapılan çalışmalar bulunmaktadır.

Kalkan balığının sistematik sınıflandırması aşağıdaki gibidir.

Üst alem-Supkingdom: Ökaryotlar-Eukaryota

Alem-Kingdom: Hayvanlar-Animalia

Alt alem-Subkingdom: Gerçek dokulular-Eumetazoa

Üst şube-Supphylum: İkincil ağızlılar-Deutrostomia

Şube-Phylum: Kordalılar/Sırtı iplikliler-Chordata

Alt şube-Subphylum: Omurgalılar-Vertebrata

İnfa şube-Infraphylum: Gerçekçeneliler-Gnathostomata

Üst sınıf-Supclass: Kemikli balıklar-Osteichthyes

Sınıf-Class: Işınsal yüzgeçliler-Actinopterygii

Takım-Order: Yassı balıklar-Pleuronectiformes

Aile-Family: Kalkan balıkları-Scophthalmidae

Cins-Genus: Kalkan-Psetta

Tür-Species: Kalkan balığı/Düğmeli kalkan/Çivili kalkan-*Psetta maxima*
(L., 1758)

Psetta maxima maeotica (Pallas, 1814)

Psetta maxima maxima (L., 1758)

Cins-Genus: Çivisiz kalkanlar-Scophthalmus

Tür-Species: Çivisiz kalkan-*Scophthalmus rhombus* (L., 1758)

Dişi kalkan-*Scophthalmus maximus* (L., 1758)

Kalkan-*Scophthalmus maeoticus* (Pallas, 1814)

Scophthalmus ponticus (Ninni, 1932)

Kalkan balığının sistematik sınıflandırmadaki yeriyle ilgili olarak birçok çalışma mevcut olmasına rağmen isimlendirmesinde halen ortak bir nokta bulunamamıştır (Amaoka ve ark., 2001). Akşiray (1954) ve Geldiay'a (1969) göre, Türkiye sularındaki kalkan balıklarının farklı coğrafik ırklara ait olup olmadığı konusu belirsizdir. Nielsen (1986) ve Amaoka ve ark., (2001) ise, Karadeniz kalkan balığının vücudunun her iki

yanındaki kemiksi dikenlerden dolayı Atlantik kalkanı (*Scophtalmus maximus*, L., 1758)'ndan morfolojik olarak farklı olduğunu ancak taksonomik olarak aynı olduklarını ifade etmişlerdir. Nielsen (1986), Karadeniz kalkanının bölge için endemik bir tür olduğunu bildirmiş ve *Psetta maxima maeotica* olarak isimlendirmiştir. Amaoka ve ark., (2001) tarafından ise *Psetta maxima* olarak ifade edilmiştir. Chanet (2003)'de, Karadeniz'de yaşayan kalkan balığını *Psetta maxima maeotica* olarak bildirmiş ve Karadeniz kalkanının *Scophtalmus maximus* ile aynı tür içinde değerlendirilmesinin en ılımlı yaklaşım olacağını ifade etmiştir. Ayrıca Amaoka ve ark., (2001), Karadeniz'de iki alt türden bahsetmişler ancak bu iki alt türün kolayca ayrılamayacağını da bildirmişlerdir. Buna göre çeşitli kaynaklarda kullanılan *Scophtalmus* ve *Psetta* cins isimleri birbirlerinin sinonimleridir (Çolak, 2002).

2.2. Morfolojik ve Anatomik Yapısı

Karadeniz kalkan balığı, üstten yassı, dairesel ve asimetrik bir vücut şekline sahiptir. Vücut latteralleri yassılaştırmıştır. Ağız, geniş ve hafif dorsal konumdadır. Üst ve alt çenede birçok sıra oluşturan dişler mevcuttur ve dudaklarda da ince ve sertleşmiş halkalar bulunmaktadır. Burun delikleri gözlerin önünde yer almaktadır. Gözler, metamorfoz sonucu vücudun pigment içeren sol tarafına yerleşmiştir. Vücudun her iki tarafında sayıları ve büyüklükleri farklılıklar gösteren kemikli ya da kemiksiz yapılar bulunmaktadır. Lateral çizgi, vücudun her iki tarafında yerleşik olup oldukça belirgindir. Göz hizasından başlayan lateral çizgi pektoral yüzgeç hizasında bir kavis oluşturur ve ondan sonra da düz bir şekilde kaudal yüzgeç başlangıcına kadar devam eder. Vücutta karakteristik pullar yoktur. Vücudun çeşitli yerlerine dağılmış koyu kahverengi veya siyah lekeler bulunmaktadır. Deri kalın ve kaygandır. Vücudun üst kısmının rengi açık veya koyu kahverengi arasında değişim gösterirken alt kısım beyaz renklidir (Şekil 2.1).



Şekil 2.1. Karadeniz kalkan balığı (*Psetta maxima*, L., 1758) (Orijinal)

Yüzgeçler genellikle esmer-grimsi renkte olup, tamamen lekesiz veya belirli yerlerinde koyu esmer-siyahımsı lekeler taşıyabilirler. Dorsal yüzgeç (D) burunun bitiminden, kaudal yüzgeç (K) basenine kadar kesintisiz olarak uzanır. Dorsal yüzgecin bitiminden itibaren başlayan yelpaze şeklinde bir kaudal yüzgeç mevcuttur. Anal yüzgeç (A), ağız bitiminden başlayarak kaudal yüzgeç basenine kadar devam eder. Dorsal ve anal yüzgeçlerde pul bulunmaz ve bu yüzgeçlerin uç kısımlarında ayrılmış ışınlar yoktur. Ventral yüzgeçler (V) uzun ve basit yapılı ve 1. ışın kör tarafta buna karşılık 2. ışın gözlü tarafta bulunur. Tür için yüzgeç formülü; D 60-71, A 45-52, P 10-13, V 6, K 15-18 şeklindedir [Akşiray (1954), Geldiay (1969), Fisher ve ark., (1987)]. Ayrıca solungaçlar üzerinde de 10-12 adet dikenimsi yapı bulunmaktadır (Memiş, 2010).

2.3. Biyolojisi

Kalkan balığı karnivor bir balık türü olup tipik bir dip balığıdır. Kumlu ve çamurlu olan zeminleri daha çok tercih etmektedir. Bazen taşlık zeminlerde de rastlanılabilmektedir. Özellikle Karadeniz'in midye biyobentosunda ve buna bağlı üst tabakası ile bitişik fazeolin çamurunda daha çok yayılım gösterirler. Bu saha dar bir şerit halinde kıyı boyunca uzanmakta, Kerç Boğazı ve Odessa Körfezinde ise genişlemektedir (Slastenenko, 1956).

Kalkan balıklarının, yaşama dönemlerine göre davranışları ve yaşadıkları ortamlar farklılık göstermektedir. Yumurtadan çıkan larvalar yaz boyunca denizin açıklarında, 18-25 °C'deki su sütununun üst tabakasında bulunurlar. Bu devrenin ilk iki ayında pelajik olan larvalar zooplankton ile beslenir. Metamorfozdan sonra yazın ikinci yarısında bentik yaşama geçen larvalar, sığ kıyı sularında ve kumlu koylarda toplanarak küçük kabuklular ile beslenirler. Eylül-Ekim aylarında, suların soğuması ile birlikte yavru balıklar, kıydan uzaklaşarak 15-20 m derinliğe inerler. Henüz eşeyssel olgunluğa erişmemiş 1-2 yaşındaki genç bireyler ile 3 yaşındaki balıkların bir kısmı, 15-30 m derinliklerde yayılım gösterirler. Başlıca kabuklular, küçük balık ve balık yavruları [kaya balığı (*Amblyeleotris guttata*, Fowler, 1938), hamsi (*Engraulis encrasicolus*, L., 1758), gümüş balığı (*Atherina boyeri*, Risso, 1810) vb.] ile beslenirler. Ergin ve eşeyssel olgunluğa ulaşmış balıklar ise mevsime ve fizyolojik durumlarına bağlı olarak, Karadeniz'de bütün kıta sahanlığından 120 m derinliğe kadar olan alanda dağılım gösterirler. Daha yaşlı olan gruplar ise derinlerde, genellikle termoklin tabakanın altında ve 80 m derinlikteki soğuk su tabakalarında yaşarlar. Bu balıkların başlıca besinlerini dip ve pelajik balık türleri, kabuklu ve yumuşakçalar oluşturur. Beslenme faaliyeti, üreme döneminde yavaşlamakta, üreme sonrasında ise artmaktadır (Altundağ, 2010). Yazın suların çok sıcak olduğu zamanlarda beslenme azalmaktadır. Yaz mevsiminde 40-90 m derinliklerde bulunmakla birlikte, sonbaharda beslendikleri balık sürülerinin peşinden çok sığ sulara da göç ederler. Kış aylarında ise beslendikleri balıkların yoğunluğuna bağlı olarak 50-140 m derinlikteki sahalara göç ederler (Karapetkova, 1980).

Kalkan balığı lokal göçler yapabilen bir türdür. Göçleri popülasyon büyüklükleri, üreme ve beslenme davranışları ile yakından ilişkilidir. Güney Karadeniz kıyısı boyunca Nisan ayından itibaren başlayarak Haziran ayı başlarına kadar kıyı ve sahil sularına doğru üreme göçü yaparlar. Bu dönemde ergin popülasyon genel olarak 30-40 m ve daha sığ sularda yoğunlaşmaktadır. Aynı popülasyon üreme sonrasında Temmuz ve Ağustos aylarında 50 m'den daha derinlere doğru göç eder. Güney Karadeniz littoralinde maksimum 90 m derinliğe kadar dağılım gösterirler ve genel olarak sonbahar ve kış periyodunu littoral bölgenin daha derin sularında geçirirler. Geç sonbahardan, erken ilkbahara kadarki periyotta çok düşük yaşam aktivitesi gösterirler. Bu dönemde beslenme çok zayıftır ve büyüme sınırlıdır (Zengin, 2000).

2.4. Üreme Özellikleri

Kalkan balıkları ilkbaharda kıyı şeridinde, genellikle sahile yakın yerlere, 20-50 m derinliklere doğru yumurtlama göçü yaparlar (Ivanov ve Beverton 1985). Yumurtlama su sıcaklığına bağlı olarak, 8-12 °C'lerde, Mart-Haziran ayları arasında gerçekleşir (Slastenenko, 1956; Fisher ve ark., 1987).

Karadeniz'deki kalkan balıklarının ilk eşeyssel olgunluk yaşı, yapılan birçok çalışma ile farklı olarak bildirilmektedir. Fisher ve ark., (1987), dişi bireylerin eşeyssel olgunluğa, 3. ya da 4. yılda, nadiren de 2-5 yaşlarında ulaştıklarını ifade etmişlerdir. Bulgaristan kıyılarında yapılan bir araştırmada ise, kalkan balıklarının 2 yaşında da eşeyssel olgunluğa ulaşabildikleri, ancak daha çok eşeyssel olgunluğun 3-5 yaşlarında meydana geldiği belirtilmiştir (Ivanov ve Beverton, 1985). Karadeniz'in kuzey kıyılarında yapılan araştırmalarda da, eşeyssel olgunluk yaşının daha geç başladığı bildirilmiştir. Popülasyonun % 5'inin, erkek bireylerde 3-4 yaşlarında, % 60-70'inin ise 5-6 yaşları arasında; dişi bireylerin çoğunluğunun ise 6-8 yaşları arasında eşeyssel olgunluğa ulaştıkları ifade edilmiştir (Popova, 1972).

Ülkemizde Sinop kıyılarında yapılan bir çalışmada popülasyonun % 94.7'sinin 3 yaşında eşeyssel olgunluğa ulaştığı bildirilmiştir (Erdem, 1997). Doğu Karadeniz'de yapılan çalışmalarda ise, Genç ve ark., (1999) eşeyssel olgunluk yaşını 4; Zengin (2000) ise eşeyssel olgunluk boyunu 38.8 cm olarak belirtilmiştir. Kuluçkahane orjinli kalkan balıklarında dişilerin 4-5 yaşında (2.5 kg) ve erkeklerinde 3-4 yaşında (2 kg) gamet vermeye başladığı; doğal koşullar uygulandığında da erkeklerden Kasım ayından Eylül ayına kadar sperma elde edilebileceği ifade edilmiştir (Küçük, 2011). Dişilerin gonad gelişimi Mart sonu Nisan başı gibi başlayıp (McEvoy, 1984), Haziran ayına kadar devam etmektedir (Genç, 2001). Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı (GTHB)'na bağlı Trabzon Su Ürünleri Merkez Araştırma Enstitüsü (SÜMAE)'nün Deniz Balıkları Kuluçkahanesi'nde tutulan dişi balıkların bazılarında 24 aylık iken yumurta alındığı da bildirilmiştir (Hara, 2002).

Kalkan balıkları, bir üreme dönemi içerisinde seri olarak, çok defada yumurtalarını bırakan bir türdür. Yumurtalıklarında üreme mevsimi boyunca değişik büyüklüklerde yumurtalara rastlamak mümkündür (Talikina, 1972; Jones, 1974a; McEvoy, 1992). Genel olarak yumurtalarını partiler halinde, yaklaşık 10 haftada bırakırlar. Yumurtlama sıklığı su sıcaklığı ve gün ışığı süresi ile doğru orantılıdır. Bir sezondaki yumurtlama sıklığı çeşitli araştırmacılar tarafından farklı olarak bildirilmesine karşın ortalama 10-12 batım olarak saptanmıştır (Howell ve Scott, 1989;

McEvoy, 1989). Atlantik kalkanının ortalama yumurta sayısı, ergin bireyler için 3.5-4.2 milyon olarak bildirilmektedir (Jones, 1974b; Girin, 1989). Karadeniz kalkan balığının yıllık toplam yumurta miktarının ise 9 milyon olduğu belirtilmektedir (Samsun, 2004). Svetovidov (1964) ise balık ağırlığına bağlı olarak yumurta veriminin çok yüksek olduğunu ve bir kalkan balığının üreme sezonu süresince 3-13 milyon arasında yumurta bırakabileceğini ifade etmektedir (Zengin, 2000; Samsun, 2004). Kalkan balığı Karadeniz’de su sıcaklığının dipte 8-9 °C, yüzeyde 12-13 °C olduğu dönemde yumurta bırakmaya başlar. Bu dönem Karadeniz’de su sıcaklığına bağlı olarak Nisan-Haziran ayları arasındadır (Spectorova ve ark., 1974; Genç ve ark., 1999; Zengin, 2000; Samsun, 2004).

Kalkan balığının yumurtaları pelajik, yumurta kapsülleri düzgün ve küresel, previtellin mesafesi dar, vitellüsleri homojen ve posterior konumlu tek bir yağ damlası içerir. İnkübasyon süresi su sıcaklığına bağlı olarak değişmektedir. Larvanın yumurtadan çıkış süresi; 10 °C’de 9-10 gün, 12 °C’de 7 gün ve 14.5 °C’de yaklaşık 5 gündür. Bu dönemde larvalar planktoniktir ve dalga hareketleri ile kıyıya yakın, yaklaşık 10 m derinlikteki sulara taşınırlar. Larva boyu yaklaşık 6 mm’ye ulaştığında yüzgeç ışınları gelişmeye başlar. Pelajik evre yaklaşık 60-70 günde son bulur. Bu safhanın sonunda metamorfoza uğrayan balık dibe göç eder ve gelişimini asimetric olarak burada sürdürür. Beslenme ortamları olarak değerlendirilen ve 0 yaş grubundaki yavru balıkların stoka katılmadan önce, yaz ve sonbahar ayları boyunca (yaklaşık 6 ay) toplu olarak buldukları bu sahalar, kıyıya çok yakın bölgelerdir (Russell, 1976).





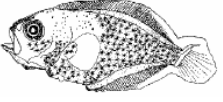
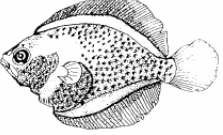

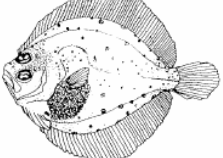
2.5. Kalkan Balığı Yetiştiriciliği

Kalkan balığı yetiştiriciliğinde, doğadan ya da yetiştiricilik ortamından temin edilen anaç balıklardan kültür ortamında yumurta alımını kontrol etmek için luteinizan hormonu salgılatma hormonu türevi hormonu (LHRH-a) pelet halinde dişilere uygulanmaktadır (Hara ve ark., 2002). Yumurtaların suni olarak döllenmesinde kuru, yarı kuru ve yaş döllenme metotları kullanılmaktadır (Hara ve ark., 2002; Maslova, 2002; Kjærsvik ve ark., 2003).

Anaç kalkanlar 20-30 m³’lük kare veya dairesel, 1 m derinliğe sahip tanklarda 3-6 kg/m³ gibi düşük stok yoğunluğunda tutulurlar. Optimum yumurtlama sıcaklığı 14±1 °C’dir. Her dişi 3-6 gün aralıklarla, bir yumurtlama sezonunda 12 defaya kadar sağılabilir. Optimum inkübasyon sıcaklığı 13-15 °C arasındadır (Person Le-Ruyet, 2010).

Karadeniz kalkan balığı, larval safhadan yavru safhasına geçiş aşaması olan metamorfoz süresince morfolojik olarak önemli değişiklikler göstermektedir (Çizelge 2.1). Bu süre yaklaşık 70 gün sürmekte ve larvalar yetişkin birey formuna sahip olarak yavru evresine geçmektedirler. Kalkan balığı larvalarının 18-21 °C’de, 70 günlük büyüme döneminde morfolojik gelişimleri üç bölüme ayrılmaktadır (Üstündağ ve Küçük, 2003).

Çizelge 2.1. Karadeniz kalkan balığının morfolojik gelişimi (Çiftci ve ark., 2002)

Yaş (gün)	Total boy (mm)	Karakteristikleri	Görünüm
0	2.5	Yumurtadan yeni çıkmış larvada; gözler renklenmemiş, ağız henüz oluşmamış ve anüs kapalıdır. Melanoforlar merkezi nokort üzerinde dağılmıştır.	
5	4.0	Pektoral yüzgeç membranı belirir.	
10	4.8	Pektoral yüzgeçler iyi gelişmiştir. Melanoforlar notokortun her iki yanında alt ve üst kısımlarında dağılırlar.	
15	6.3	Anal yüzgeç kıvrımı başlangıcından farklılaşır ve arka kısım hariç notokort üzerindeki melanoforlar iyice gelişir.	
20	9.6	Dorsal, anal ve kuruk yüzgeçlerinin hepsi farklılaşır; notokortun son ucunun eğilmesi hızlı bir şekilde ilerler ve ventral yüzgeç membranı belirir. Notokortun arka kısmında birçok melanofor dağılım gösterir.	
25	14.1	Tüm yüzgeç ışınları fonksiyonel olarak farklılaşır. Başın ön kısmı hariç notokort üzerinde çok sayıda melanofor dağılım gösterir.	
30	17.6	Simetrik pozisyona bulunan sağ taraftaki gözün sola göçü başlar.	
70	43.3	Nispeten vücudun diğer kısımlarının büyümesiyle kıyaslandığında yavaş ilerleyen göz göçü yumurtadan çıktıktan 70 gün sonra tamamlanır.	

Yumurtadan çıkıştan sonra ağız ve anüsün kapalı olduğu, gözlerin renklenmediği 0-2 günlük safha ön larva safhasıdır. Yumurta kesesi ve yağ damlacığına sahip olan larva şekil olarak simetriktir. Larvanın ortalama total boyu 2.5 mm’dir. Yumurta kesesinin tüketimine bağlı olarak larva, hızlı bir şekilde büyür. Fakat bu esnada beslenme davranışları görülmez. Pektoral yüzgeçler henüz görülmemektedir. Larvalar su yüzeyine yakın baş aşağı asılı dururlar (Çiftci ve ark., 2002).

Larvaların gözlerinin renklendiği, ağız ve anüsün açıldığı, ilk yemlemenin başladığı 3-29. günler arası post larva safhasıdır. 5. günde pektoral yüzgeçler gözükür. 7. günde düz olan sindirim kanalı genişlemeye ve kıvrılmaya başlar. 10. günde pektoral yüzgeçler iyice gelişir, salınım ve kuyruk hareketleri kuvvetlenir, larvalar bazen akıntıya karşı yüzer, durur ve akıntı ile geri sürüklenerek bir önceki pozisyonlarını alırlar. 12. günde, larvalar S-şeklili alırlar, sonra aniden düzleşir ve yemlik organizmaları yakalamak amacıyla ileriye doğru ok gibi fırlarlar. Aktif yem alımı bu safhada başlar. 13. günde yüzgeç ışınlarının gelişimi başlar. 20. günde kaudal yüzgeç ışınları tamamlanır. Dorsal ve anal yüzgeç ışınları ise 25. günde tamamlanmaktadır. Bu türde sık olmamakla birlikte 25. günden sonra büyük larvaların küçüklere saldırdığı (kanibalizm) görülebilir (Çiftci ve ark., 2002).

Larval evreden yavru evresine geçiş dönemi olan, göz göçünün başladığı, balıkların tankın dibine yöneldiği 30-70. günler arası da metamorfoz evresidir. Balık asimetrik şekil alır ve göz göçü başlar. Buna bağlı olarak balık tankın dibine yerleşmeye yönelir. Bu safhada balıkların çoğu yatay ve oblik (45 °'lik açı ile dikey) pozisyonda su yüzeyine yakın olarak yüzerler (Çiftci ve ark., 2002).

Larvalar 3. günden 25. güne kadar günde 2 defa olmak üzere 5-10 adet/ml zenginleştirilmiş rotifer (*Brachionus sp.*) ile, 12. günden 45. güne kadar *Artemia* naupli ile, 20. günden itibaren ise ticari toz yemler ile beslenmektedir. Ayrıca yeşil su tekniğinin sağlanması ve rotiferlerin beslenmesi için *Nannochloropsis*, *Tetraselmis*, *Isochrysis* gibi algler de kullanılmaktadır (Üstündağ ve ark., 2002; Üstündağ ve Küçük, 2003; Şahin ve Üstündağ, 2003; Person Le-Ruyet, 2010).

Yumurtadan yeni çıkmış larvalar tanklara 20-30 adet/l yoğunluğunda stoklanırlar. Sıcaklık birkaç gün içinde 13-15 °C'lik inkübasyon sıcaklığından 18-21 °C'lik yetiştirme sıcaklığına çıkartılır (Üstündağ ve Küçük, 2003; Person Le-Ruyet, 2010). Yavrular yaklaşık 20 mm boya ulaşır tankın tabanına yerleşmeye başladığında tankın taban alanı hacminden daha önemli hale gelir. Bu nedenle, bu safhadan itibaren stoklama yoğunluğu hesaplanırken tankın taban alanı dikkate alınır (Maslova, 2002). Yavrular ticari yetiştiricilik ünitelerine satılabilecek boy olan 10 cm büyüklüğe ulaşana kadar kuluçkahanede büyütülür (Çiftci ve ark., 2002; Üstündağ ve ark., 2002).

Son yıllarda yapılan çalışmalarda kalkan balığının yaşam oranı 0-40. günlerde % 20'nin üzerinde olurken 40-110. günlerde % 90'ın üstüne çıkmıştır (Aydın ve ark., 2010; Person Le-Ruyet, 2010).

Kalkan balığının yetiştiriciliği ön büyütme ve büyütme olarak ikiye ayrılmaktadır. Kuluçkahanede 4-5 ayda yaklaşık 10 g ağırlığa ulaşan balıklar 50-60 g ağırlığa ulaşacakları 4-5 aylık bir dönem için ön büyütme alınmaktadır. Bu evrede stoklama yoğunluğu 10 kg/m² olarak (150 adet/m²) başlamakta ve evrenin sonunda 30 kg/m²'ye kadar çıkmaktadır. Atlantik kalkanında optimum büyüme 10 g'lık bireyler için 16-22 °C ve 40-50 g'lık bireyler için 16-19 °C'dir. 5 °C'nin altında ve 25 °C'nin üstündeki sıcaklıklarda beslenme durmaktadır. Tuzluluk ‰ 20-27 aralığında, optimum ‰ 20'dir. Maksimum büyüme için gerekli olan minimum oksijen miktarı 6 mg/l'dir. Oksijen miktarı 3 mg/l olduğunda beslenme durmaktadır. Ön büyütme sonunda ilk boylama yapılmaktadır. Bu dönemde balıkların büyümesi su sıcaklığı başta olmak üzere çevre şartlarına, besin ve yavru kalitesine bağlı olarak değişmektedir. 9 ay sonunda 200 g ağırlığa ulaşan işletmeler olduğu gibi 60-75 g ağırlıkta kalanlar da vardır. Bu dönemde 0.8-1.0 gibi düşük yem değerlendirme oranı elde edilmektedir. Su kalitesinin iyi olduğu şartlarda yaşam oranı % 75-85'dir (Person Le-Ruyet, 2002; Person Le-Ruyet, 2010).

Kalkan balığının büyütme döneminde karada kurulu açık ya da kapalı devre yetiştiricilik sistemleri kullanılmaktadır. Yüzer kafesler Kuzeybatı İspanya'da deneme olarak kullanılmaktadır (Person Le-Ruyet, 2010). Yetiştiricilik sisteminde uygulanan stoklama yoğunluğu 300 g'lık balıklar için 30-35 kg/m², 750 g'lık balıklar için 45 kg/m², daha büyük balıklar için ise 60-80 kg/m²'ye kadar uygulanmaktadır. Kalkan balıkları tank tabanını kullanır ve genellikle birbiri üzerine yatarlar, bundan dolayı yüksek yoğunlukta stoklanabilirler. Bu evrede optimum sıcaklık 16-18 °C'dir. 14 °C'nin altında ve 20 °C'nin üstündeki sıcaklıklarda büyüme oranı düşmekte, 8 °C'nin altında ve 22 °C'nin üstündeki sıcaklıklarda ise beslenme durmaktadır. Su yüzeyinde 200 lüks ışık büyümede ve yem alımında olumsuz etki yaratmamaktadır. Büyütme döneminde ideal yem değerlendirme oranı 1.2-1.3'tür (Person Le-Ruyet, 2002; Person Le-Ruyet, 2010).

Kalkan balığı genellikle 3 yıl veya daha uzun sürede 3 kg ağırlığa ulaşmaktadır. Su sıcaklığı yetiştiricilikte önemli bir faktördür. 14-18 °C'de 3 yıldan daha az bir sürede 2-2.5 kg ağırlık elde edilirken, 9-19 °C'de 3 yılda 1.2-1.5 kg ağırlığa ulaşılmaktadır (Person Le-Ruyet, 2002; Person Le-Ruyet, 2010).

3. LİTERATÜR ÖZETİ

Çolak (1992), doğadan yakaladığı kalkan balığı (*Psetta maxima*, L., 1758) yavrularının kontrollü şartlar altında yapay yeme alıştırılması ve büyüme özelliklerinin belirlenmesini amaçladığı tez çalışmasında, ortalama canlı ağırlıkları 5.80 g olan 35 adet kalkan balığı yavrusunu 11-18 °C arasında değişen su sıcaklığında laboratuvar ortamında 147 gün; 25 adet ortalama canlı ağırlıkları 135.50 g olan kalkan balığı yavrularını ise su sıcaklığı 1-17 °C arasında değişen tanklarda 100 gün süreyle taze balık eti ve yapay olarak hazırlandığı yaş yem ile beslemiştir. Çalışma sonunda kalkan balığı yavrularının ortalama canlı ağırlıklarını, 1. grupta 14.60 g, 2. grupta ise 143.40 g; yaşama oranlarını ise 1. grupta % 88.58, 2. grupta % 84.00 olarak tespit etmiştir.

Şahin (2001)'in, doğadan yakalanan Karadeniz kalkan balığı anaç-damızlık balıklarından elde ettiği yumurta ve larvalar ile laboratuvar koşullarında yapmış olduğu çalışmasında, ‰ 18 deniz suyu tuzluluğu ve 15 °C su sıcaklığında yumurtaların dölleme oranını % 28, döllemiş yumurtaların ortalama çapını 1.21 mm ve 5 gün sonunda da larva çıkış oranını da % 74 olarak ifade etmiştir. Yumurtadan yeni çıkan larvaların ortalama total boylarının 3.12 mm olduğunu ve larva yetiştiricilik döneminde deniz suyunu sıcaklığının 17-23 °C, çözünmüş oksijen (ÇO) miktarının 6.34-8.37 mg/l ve pH miktarının da 7.75-8.37 aralığında değiştiğini belirtmiştir. Metamorfoz sürecinin 17-60. günler arasında gerçekleştiğini, ilk beslemenin ise larva çıkışından 3 gün sonra yapıldığını bildirmiştir. 5. gün larva yaşama oranını % 64.52, 15. gün yaşama oranını % 12.47, 25. gün yaşama oranını % 5.48 ve 60. gün yaşama oranını da % 5.20 olarak tespit etmiştir. 60. gün ortalama larva total boyunu 33.38 mm ve ortalama larva canlı ağırlığını da 0.55 g olarak ifade etmiştir.

Çiftci ve ark. (2002), Karadeniz kalkan balığında döllemiş yumurta çapının 1.08-1.21 mm arasında değiştiğini, larva yetiştiriciliğinde deniz suyu tuzluluğunun ‰ 17-19 ve su sıcaklığının da 15-21 °C arasında olması gerektiğini belirtmişlerdir.

Çolak (2002), doğal ortamda olgunlaşan anaç ve damızlık kalkan balıklarını kullandığı tez çalışmasında, yapay yöntem ile döllenen kalkan balığı yumurtalarının embriyolojik gelişimini ve larvaların metamorfoz sürecini incelemiştir. Anaç balıklardan elde edilen yumurtaların çaplarının 0.9-1.1 mm arasında değiştiğini bildirmiştir. Kuru dölleme metodu ile döllenen yumurtaları, 15-16 °C su sıcaklığında inkübe etmiş ve 4 gün sonunda larva çıkışının gerçekleştiğini tespit etmiştir. Larvalara 3-15. günler arasında rotifer (*Brachionus* sp.) ve alg; 15-25. günler arasında *Artemia* naupli; 25-60. günler arasında ise *Artemia* metanaupli ve mikrokapsül (80-200 µm) yem

ile beslemiştir. Metamorfoz aşamasının 15-60. günler arasında gerçekleştiğini ifade etmiştir. Çalışma sonunda kalkan balığı yumurtalarının döllenme oranını % 80, larva çıkış oranını % 64; kalkan balığı larvalarının 3-5. günler arası yaşama oranını % 30, *Artemia*'ya geçiş dönemi yaşama oranını % 28, metamorfoz başlangıç dönemi yaşama oranını % 1.2 ve 60. gün yaşam oranını da % 6.9 olarak belirtmiştir.

Sakamoto ve ark. (2002), Karadeniz kalkan balığı larva yetiştiriciliğinde besin kesesini tüketen larvaların ortalama total boyunun 3.6 mm ulaştığı bildirmiştir. Ayrıca larval dönemde deniz suyu sıcaklığının 14-18 °C, tuzluluğunun ‰ 18-19, pH miktarının 8.3-8.5 ve ÇO miktarının 5.5-6.5 mg/l arasında bulunması gerektiğini de ifade etmişlerdir.

Üstündağ ve Küçük (2003), ön larva safhasında (yumurtadan çıkıştan sonraki 0-2 günler arası) larvaların ortalama total boyunun 2.5 mm olduğunu; larva yetiştiriciliğinde de deniz suyu sıcaklığının 18-21 °C aralığında olması gerektiğini belirtmiştir.

Karaali (2005), farklı protein kaynakları ve farklı enerji oranlarına sahip isonitrojenik rasyonların kalkan balığı yavrularında, büyüme, kimyasal yapı ve toplam nitrojen boşaltımına etkilerini incelediği tez çalışmasında, enerji değerleri 5.27, 5.06, 5.22, 4.99 kcal/g ve protein oranı % 53.48, % 53.85, % 53.45, % 53.41 olan 4 farklı yem rasyonu hazırlamıştır. 1 ve 2 numaralı rasyonlarda hamsi unu, 3 ve 4 numaralı rasyonlarda ise beyaz balık unu kullanmıştır. Çalışma sonunda, en yüksek canlı ağırlık artışı ve spesifik büyüme oranının beyaz balık unu ve yüksek enerji içeren grupta gerçekleştiğini bildirmiştir. En iyi yem değerlendirme sayısı, protein dönüşüm randımanı, net protein verimliliği, balık vücudunda tutulan yağ, net yağ verimliliği, balık vücudunda tutulan enerji ve net enerji verimliliğinin yine beyaz balık unu ve yüksek enerji içeren rasyon ile beslenen gruptan elde edildiğini tespit etmiştir. Rasyondaki enerji düzeyinin artması ile toplam balık vücudundaki ham yağ ve toplam enerji oranının arttığını; ham protein ve ham kül oranının ise azaldığını ifade etmiştir. En düşük toplam nitrojen tüketimi, toplam nitrojen boşaltımı ve balık vücudunda tutulan nitrojenin beyaz balık unu ve yüksek enerji içeren rasyon ile beslenen grupta gerçekleştiğini belirtmiştir. Kalkan balığı yavrularının optimum büyümesi için protein enerji/toplam enerji oranının 0.5, protein/enerji oranının 102.39 mg/kcal ve en uygun protein kaynağının ise beyaz balık unu olduğunu bildirmiştir.

Aydın (2008), Karadeniz kalkan balığı yumurtalarının blastomer morfolojisinin yumurta yaşama oranı ile ilişkisini ve triploid birey oluşturmak için uygulanan soğuk

şokun yumurta kalitesi üzerine etkisini araştırdığı tez çalışmasında, kuluçkahane orjinli 4 yaşında, ortalama total boyları 47.40 ± 1.69 cm ve ortalama canlı ağırlıkları 2050.70 ± 165.32 g 10 adet damızlık; ortalama total boyları 54.80 ± 8.55 cm ve ortalama canlı ağırlıkları 3423.10 ± 962.58 g 5 adet anaç balık kullanmıştır. Kontrol grubunda yumurtaların dölleme oranını ortalama % 84, soğuk şok grubunda ise ortalama % 81; larva çıkış oranını kontrol grubu için ortalama % 81, soğuk şok grubu içinse ortalama % 38 olarak tespit etmiştir. Larva çıkışından 6 gün sonra ortalama larva yaşama oranlarını ise % 60.40 kontrol grubu ve % 46.00 soğuk şok grubu için ifade etmiştir. Çalışmasında, normal blastomer oranları ile yaşama oranları arasında önemli bir pozitif ilişkinin; asimetric hücre anormalliği ve hücre büyüklüğü farklı olan yumurta anormalliği ile yaşama oranları arasında önemli bir korelasyon olduğunu belirtmiştir. Ancak, bu anormallikler ile şok grubu yumurtaların yaşama oranları arasında negatif bir ilişki olduğunu; kenarları belirgin olmayan hücre anormalliği ile yaşama oranı arasında da önemli negatif bir ilişki olduğunu bildirmiştir. Çalışması sonucunda, kalkan balığı yumurtalarında blastomerlerde asimetric hücre veya hücrelerin farklı büyüklükte olması ve ayrı hücre veya kenarları belirgin olmayan hücre anormalliklerinin görülmesinin kalitenin kötü olduğunun göstergesi olarak değerlendirilebileceğini tespit etmiştir.

Altundağ (2010), kalkan balığı beslemesinde kullanılan yemlerde yağ kaynağı olarak aspir yağı ve balık yağının büyüme, yem değerlendirme ve vücut kompozisyonu üzerine etkilerini incelediği tez çalışmasında, ortalama canlı ağırlıkları 62.21 ± 1.28 g olan kalkan balıkları için % 100 aspir yağı ve % 100 balık yağı içeren izonitrojenik ve izokalorik iki farklı yem hazırlamış ve 104 gün süreyle balıkların beslemesini yapmıştır. Çalışma sonunda aspir yağı ile beslenen grupta canlı ağırlık artışının 62.34 g, balık yağı ile beslenen grupta ise 52.23 g olarak gerçekleştiğini ifade etmiştir. Spesifik büyüme oranını aspir yağı grubunda 0.65 ± 0.04 , balık yağı grubunda 0.58 ± 0.03 ; yem değerlendirme sayısını aspir yağı grubunda 0.90, balık yağı grubunda 1.07 olarak belirtmiştir. Balık etindeki yağ asiti kompozisyonlarının, deneme yemlerinde tespit edilen yağ asiti kompozisyonları ile benzer olup, etteki yağ asitleri içerisinde en fazla bulunan yağ asitlerinin ise palmitik asit (C16:0), oleik asit (C18:1 ω 9), linoleik asit (C18:2 ω 6) ve dekosahegzaenoik asit (C22:6 ω 3) olduğunu bildirmiştir. Doymuş yağ asitleri ile toplam tekli, ω 3 ve ω 6 doymamış yağ asidi gruplarının oranları arasında önemli farklar olduğunu da tespit etmiştir. Çalışma sonunda, kalkan balığı yeminde balık yağının tamamı yerine aspir yağı kullanımının balıklarda büyüme ve yem değerlendirme üzerinde herhangi bir olumsuz etki yaratmadığını, büyüme

performansına ilişkin elde edilen değerlerin balık yağı kullanıldığında elde edilen değerlerle çok yakın olduğunu, ancak aspir yağı içeren yemle beslenen balıkların yağ asidi kompozisyonunda bazı değişimlerin tespit edildiğini ifade etmiştir.

Çatlı (2010), kalkan balığında farklı müzik şiddetlerinin büyüme, vücut kompozisyonu ve bazı besleme parametreleri üzerine etkilerini incelediği tez çalışmasında, ortalama canlı ağırlıkları 160.61 ± 1.53 g olan 132 adet kalkan balığını 60 gün süreyle özel bir firmaya ait Aqua-K Ekstrude kalkan büyütme yemi ile beslemiştir. Deneme süresince ortalama deniz suyu sıcaklığının 20.13 ± 1.13 °C olduğunu belirtmiştir. Balıklara 3 farklı şiddette (30-40 dB, 50-60 dB ve 90-110 dB) müziği yemlemeden 30 dakika önce, yemleme süresince ve yemlemeden sonra sindirim olayının tamamlandığı kabul edilen 5 saat süresince dinletmiştir. Balıkların günde iki öğün olacak şekilde yemlemesini yapmıştır. Çalışması sonucunda, ortalama canlı ağırlıklarını 30-40 dB grubu için 238.03 ± 4.05 g, 50-60 dB grubu için 231.52 ± 8.87 g ve 90-110 dB grubun içinse 205.60 ± 5.48 g olarak bildirmiştir. 90-110 dB şiddetli müzik dinletilen grubun büyümesinin olumsuz yönde etkilendiğini ancak 30-40 dB şiddetli müzik dinletilen grubun ise büyümesinin olumlu yönde etkilendiğini tespit etmiş, stresli şartların büyümeyi azalttığı, müzik dinletisinin aynı zamanda, balık etindeki protein ve yağ içeriğini de etkilediğini ifade etmiştir.

Küçük (2011), diploid ve triploid Karadeniz kalkan balıklarında mısır gluteni ve soya unu kullanımının büyüme performansı ve et kalitesi üzerine etkilerini incelediği tez çalışmasının, birinci aşamasında ortalama canlı ağırlıkları 71 g olan balıklar üzerinde, balık unu proteininin % 30'u oranında soya unu ve mısır gluteninin ayrı ayrı ve karışık kullanımı; ikinci aşamasında ise ortalama canlı ağırlıkları 186 g'lık diploid ve triploid balıklar üzerinde balık unu proteininin % 30'u ve % 40'ı oranında soya unu ve mısır gluteni ununun karışık kullanımını denemiştir. Çalışma sonunda, 90 gün süren birinci aşamada balık unu proteininin % 30'u oranında soya unu ve mısır gluteni ununun karışık kullanımının ayrı ayrı kullanıma göre daha iyi büyüme sağladığı ve et kalitesinde önemli bir değişikliğe yol açmadığını belirtmiştir. 84 gün süren ikinci aşamada ise balık unu proteininin % 30 ve % 40'ı oranında soya unu ve mısır gluteni ununun karışık kullanımının diploid ve triploid balıklarının büyüme performansı ve et kalitesi üzerinde önemli bir değişikliğe yol açmadığını bildirmiştir.

Polat (2011), Karadeniz kalkan balığı yumurtalarının embriyonik gelişimine farklı sıcaklıkların (8, 10, 12, 14, 16 ve 18 °C) ve tuzlulukların (% 5, % 10, % 15, % 18, % 20, % 25, % 30, % 35 ve % 40) etkisini incelediği tez çalışmasında

kuluçkahane orjinli 6 yaşında, ortalama total boyları 58.9 ± 3.34 cm ve ortalama canlı ağırlıkları 4599.8 ± 821.25 g olan 5 adet anaç ve 4 yaşında ortalama total boyları 53.9 ± 7.43 cm ve ortalama canlı ağırlıkları 3220.9 ± 852.51 g olan 10 adet damızlık balık kullanılmıştır. Ortalama yumurta çapını 1.09 ± 0.03 mm olarak tespit etmiştir. Çalışmanın % 18 sabit tuzluluk aşamasında farklı su sıcaklığındaki ortalama döllenme oranlarını, 8 °C'de % 71.0 ± 0.56 , 10 °C'de % 73.62 ± 0.20 , 12 °C'de % 84.68 ± 0.22 , 14 °C'de % 90.83 ± 0.29 , 16 °C'de % 88.76 ± 0.29 ve 18 °C'de % 85.32 ± 0.72 ; ortalama larva çıkış oranlarını ise 8 °C'de % 40.28 ± 0.31 , 10 °C'de % 49.85 ± 0.59 , 12 °C'de % 67.68 ± 0.54 , 14 °C'de % 76.96 ± 0.50 , 16 °C'de % 57.41 ± 0.60 ve 18 °C'de % 33.46 ± 0.60 olarak ifade etmiştir. Çalışmanın 14 °C sabit sıcaklık bölümünde farklı tuzlulukta ortalama döllenme oranlarını % 15'de % 69.80 ± 0.74 , % 18'de % 78.29 ± 0.47 , % 20'de % 78.3 ± 0.47 , % 25'de % 77.35 ± 0.73 , % 30'da % 74.92 ± 0.36 , % 35'de % 69.01 ± 0.72 ve % 40'da % 55.48 ± 0.75 ; ortalama larva çıkış oranlarını % 15'de % 33.57 ± 0.91 , % 18'de % 75.99 ± 0.66 , % 20'de % 71.30 ± 0.38 , % 25'de % 71.85 ± 0.65 , % 30'da % 69.32 ± 0.97 , % 35'de % 66.0 ± 0.58 ve % 40'da % 53.15 ± 0.71 olarak belirtmiştir. Çalışma sonunda, su sıcaklığının döllenme ve çıkış oranı, larvada gözlenen anormallikler ve prelarva ortalama total boyu üzerine önemli etkileri olduğunu bildirmiştir. Ayrıca embriyonik gelişim ile inkübasyon suyu sıcaklığı arasında negatif bir ilişkinin olduğu tespit etmiştir. Sonuç olarak, Karadeniz kalkan balığı yetiştiriciliğinde yüksek döllenme ve çıkış oranı ve düşük larva anormalliği açısından en uygun inkübasyon suyu sıcaklığının 14 °C, en uygun tuzluluğun ise % 18 olduğunu ifade etmiştir.

Yavuz (2011), Karadeniz kalkan balığında yumurta kalitesini etkileyen faktörleri araştırdığı tez çalışmasında, 8 yaşında ortalama total boyları 63.73 ± 1.59 cm ve ortalama canlı ağırlıkları 5374.25 ± 439.97 g olan 4 adet anaç; 5 yaşında ortalama total boyları 46.57 ± 1.29 cm ve ortalama canlı ağırlıkları 1898.16 ± 182.81 g olan 15 adet damızlık kalkan balığının üreme döneminin farklı evrelerine ait yumurtalarının yağ asidi kompozisyonlarını, döllenme ve larva çıkış oranlarını ve yaşama oranlarını incelemiştir. Deneme süresince inkübasyon su sıcaklığını ortalama 14.08 ± 0.01 °C olarak belirtmiştir. Üreme sezonu başı, ortası ve sonundaki yumurta partilerinin ortalama döllenme oranlarını sırasıyla, % 54.91 ± 5.90 , % 60.36 ± 1.61 , % 71.69 ± 1.56 ; ortalama larva çıkış oranlarını ise sırasıyla, % 34.67, % 42.22 ve % 84.41 olarak bildirmiştir. Yumurtadan çıkan larvaların ortalama total boylarını sırası ile 3.01 ± 0.10 mm, 3.28 ± 0.01 mm ve 3.33 ± 0.04 mm; besin kesesini tüketen larvaların ortalama total boylarını ise 4.22 ± 0.18

mm, 3.89 ± 0.05 mm ve 3.68 ± 0.02 mm olarak tespit etmiştir. Besin kesesini tüketen larvaların ortalama yaşama oranlarını sırası ile % 9.85 ± 1.32 , % 40.45 ± 8.17 ve % 44.79 ± 7.98 ; besin kesesini tükettikten sonraki ilk üç gün sonunda larvaların ortalama yaşama oranlarının ise sırasıyla, % 2.86 ± 1.31 , % 12.34 ± 1.29 ve % 11.14 ± 2.90 olduğunu ifade etmiştir. Ortalama toplam doymuş yağ asiti miktarlarını sırasıyla, % 23.65 ± 0.44 , % 18.89 ± 0.49 ve % 22.77 ± 0.56 ; ortalama toplam tekli doymamış yağ asitleri miktarlarını sırasıyla % $26.050.30$, % 24.53 ± 1.61 ve % 25.16 ± 0.76 ; ortalama toplam çoklu doymamış yağ asitleri miktarını ise sırasıyla % 22.78 ± 0.27 , % 20.44 ± 0.30 ve % 21.21 ± 0.57 olarak belirtmiştir. Çalışma sonunda, yağ asidi kompozisyonunun yumurta kalitesini belirlemede kullanılabilecek bir kriter olamayacağını bildirmiştir.

Sırtkaya (2013), saf ve karışık olarak yetiştirilen gökkuşaağı alabalığı ve kalkan balıklarının büyüme performansları, günlük yem tüketimleri, yem değerlendirme oranları ve kondisyon faktörlerini incelediği 90 günlük tez çalışmasına 154.88 ± 29.82 g ortalama canlı ağırlığında 23.77 ± 1.71 cm ortalama total boyunda gökkuşaağı alabalıkları ve 44.93 ± 0.63 g ortalama canlı ağırlığında 14.53 ± 0.11 cm ortalama total boyunda kalkan balıkları ile başlamıştır. Çalışma sonunda, saf gökkuşaağı alabalığı grubu ortalama canlı ağırlığının 282.15 ± 9.98 g, ortalama total boyunun 27.24 ± 0.32 cm; karışık gruptaki gökkuşaağı alabalığı ortalama canlı ağırlığının 256.77 ± 9.71 g, ortalama total boyunun 26.98 ± 0.52 cm; karışık gruptaki kalkan balığı ortalama canlı ağırlığının 67.53 ± 6.71 g, ortalama total boyunun 15.69 ± 0.67 cm; saf kalkan balığı ortalama canlı ağırlığının ise 69.07 ± 1.17 g, ortalama total boyunun 15.98 ± 0.19 cm olduğunu tespit etmiştir. Ortalama yem değerlendirme oranlarını saf gökkuşaağı alabalığı grubunda 0.89 ± 0.04 , saf kalkan balığı grubunda 1.40 ± 0.12 ve polikültür grubunda 1.20 ± 0.06 ; ortalama yem tüketim oranlarını saf gökkuşaağı alabalığı grubunda 0.94 ± 0.03 , saf kalkan balığı grubunda 1.04 ± 0.04 ve polikültür grubunda 1.00 ± 0.09 olarak ifade etmiştir. Kalkan balıklarında saf kültüre göre karışık kültürde grup içi çekingenlikten dolayı nispeten daha yavaş büyüme dışında herhangi bir sorun olmadığını belirtmiştir.

Işık şiddeti, canlıların yaşamsal faaliyetlerini düzenlenmede, çevresel faktörler içerisinde oldukça önemli bir role sahiptir (Boeuf ve Le Bail, 1999). Kültür çalışmalarında ışık faktörü, şiddeti ve süresi önemli bir etken olmasına rağmen az çalışılan bir konu olmuştur. Özellikle ışığın larval gelişim üzerine olan etkisinin araştırıldığı çalışmalar, uzunca bir süredir yetiştiriciliği yapılan levrek, çipura ve alabalık türleri üzerinde yoğunlaşmıştır. Yapılan bu çalışmalar da, düşük ışık şiddetinin (30-100 lüks), yüksek ışık şiddetlerine (500-3000 lüks) göre larval gelişim ve yaşama

oranı açısından daha iyi sonuçlar verdiği belirtilmiştir (Stefansson ve ark., 1993; Saka ve ark., 2001).

Karadeniz kalkan balığı larva yetiştiriciliğinde, farklı ışık şiddetlerinin larva yaşama oranı ve büyüme performansı üzerine olan etkilerinin belirlendiği herhangi bir çalışma bulunmamaktadır. Bu nedenle, konu ile ilgili fikir vermesi açısından diğer balık türleri ile yapılan ışık şiddeti çalışmalarına yer verilmiştir.

Özden ve ark. (1998), levrek (*Dicentrarchus labrax*, L., 1758) larvalarında farklı tuzluluk ve aydınlatma koşullarının hava kesesi hipertrofisine etkisini araştırmışlardır. Çalışmalarında doğal (‰ 36) ve düşük (‰ 26) deniz suyu tuzluluğu ile yüksek ve artan aydınlatmaları denemiş olup, 1. grupta doğal deniz suyu tuzluluğu, artan aydınlatma; 2. grupta doğal deniz suyu tuzluluğu, yüksek aydınlatma; 3. grupta düşük deniz suyu tuzluluğu, artan aydınlatma ve 4. grupta da düşük deniz suyu tuzluluğu, yüksek aydınlatmayı kullanmışlardır. Artan aydınlatma uygulamasını 5. günde 12 saat 50 lüks, 11. günde 13 saat 450 lüks ve 17. gün ve sonrası içinde 16 saat aydınlık olacak şekilde yapmışlardır. Yüksek aydınlatmada ise 24 saat 940 lüks ışık şiddetini kullanmışlardır. 50. gün sonunda gruplardaki levrek larvalarının yaşama oranını sırası ile % 1, % 2, % 4 ve % 29; ortalama total boyunu ise 24.86 mm, 26.02 mm, 27.91 mm ve 24.17 mm olarak tespit etmişlerdir. 4. gruptaki levrek larvalarının boyca gelişiminin en düşük olmasını, grubun yaşama oranının yüksek olmasına bağlı olarak, stok yoğunluğunun fazlalığı ile ilişkilendirmişlerdir. Ayrıca 1. gruptaki levrek larvalarının boyca gelişiminin, 2 ve 3. gruplara göre düşük kalmasını ise yüksek aydınlatma ve düşük tuzluluk gibi larva gelişimi üzerinde olumlu etkisi olan faktörlerin bu tankta uygulanmamış olmasından kaynaklandığını ifade etmişlerdir. 4. gruptaki yüksek yaşama oranının da yüksek aydınlatma ve düşük tuzluluğa bağlı olduğunu belirtmişlerdir.

Tekşam ve Diler (2000)'in, levrek larvalarının gelişimi ve yüzme kesesi oluşumu üzerine aydınlatma süresinin ve ışık şiddetinin etkisini araştırdıkları çalışmalarında 6. günden itibaren 4 farklı ışık rejimi uygulamışlardır. Çalışmada 1 ve 2. gruplara ilk gün 8 saat, daha sonra her gün birer saat arttırmak suretiyle 14. günde 16 saat ve deneme sonuna kadar sabit kalacak şekilde; 3 ve 4. gruplara da deneme süresince 16 saat aydınlık uygulaması yapmışlardır. Işık şiddetini ise 1 ve 3. gruplarda 50 lüksten başlayarak kademeli olarak (10. gün 120 lüks, 15. gün 450 lüks, 20. gün 700 lüks ve 25. gün 920 lüks) 30. günde 1.000 lükse çıkarmış; 2 ve 4. gruplarda ise başlangıçtan deneme sonuna kadar 350 lükste sabit tutmuşlardır. Gruplardaki levrek

larvaların 30. gündeki ortalama total boyunu sırasıyla 11.30 mm, 10.69 mm, 10.82 mm ve 8.16 mm; ortalama canlı ağırlıklarını ise 16.3 mg, 15.2 mg, 15.6 mg ve 14.9 mg olarak bildirmişlerdir. Tanklarda 40. gündeki levrek larvalarının yaşama oranını ise % 32, % 25, % 28 ve % 22 olarak tespit etmişlerdir. Çalışmalarında, seçilen ışık şiddeti ve süresi için fark görülmediğini, ancak aydınlatma süresi ve ışık yoğunluğunun larva gelişimi açısından önemli bir fiziksel faktör olduğu sonucuna vardıklarını ifade etmişlerdir.

Saka ve ark. (2001), çipura (*Sparus aurata*, L., 1758) larvalarında inkübasyon süresi ve ağızın tamamen açıldığı dönemde farklı ışık şiddetlerinin yağ damlacığı ve hava kesesi hacmine, sindirim kanalı uzunluğuna, total boya ve yaşama oranına olan etkilerini incelemişlerdir. Çalışmalarında 0, 30 ve 450 lüks ışık şiddetlerini kullanmış olup 30 ve 450 lüks gruplarında 24 saat aydınlık uygulaması yapmışlardır. Larva çıkışından 62 saat sonra gruplardaki çipura larvalarının yaşama oranını sırası ile % 89, % 87 ve % 84; ortalama total boyunu ise 4.12 mm, 4.02 mm ve 3.97 mm olarak belirtmişlerdir. Çalışmalarında erken larval safhada karanlık ortamın larva gelişiminde olumlu etkisi olduğu sonucuna varmışlardır. Bunu da larvaların ışık varlığında belirli aralıklarla kasılma hareketi yapmalarına ve aydınlatmanın yarattığı stres faktörüyle ilişkilendirmişlerdir. Bu olumsuz şartların metabolik enerji ihtiyacını arttırarak larva gelişimini etkilediğini bildirmişlerdir.

Puvanendran ve Brown (2002)'un, Atlantik morinosu (*Gadus morhua*, L., 1758) larvalarında 24 saat aydınlıkta 300, 600, 1.200 ve 2.400 lüks ışık şiddetlerinin yem alımı, büyüme ve yaşama oranına olan etkilerini araştırdıkları çalışmalarında, düşük ışık şiddeti gruplarındaki (300 ve 600 lüks) larvaların yaşama oranlarının, total boylarının ve canlı ağırlıklarının yüksek ışık şiddeti gruplarına (1.200 ve 2.400 lüks) göre daha düşük olduğunu ifade etmişlerdir.

Fırat ve ark. (2003), sinagrit (*Dentex dentex*, L., 1758) larvalarında inkübasyon ve ağız açıklığının ilk görüldüğü dönemi kapsayan çalışmalarında yağ damlacığı ve hava kesesi hacmi, sindirim kanalı uzunluğu, total boy ve yaşama oranına farklı ışık şiddetlerinin etkisini araştırmışlardır. Çalışmalarında 0, 30 ve 450 lüks ışık şiddetlerini kullanmışlar, 30 ve 450 lüks gruplarında aydınlanma süresini 24 saat tutmuşlardır. Ağız açıklıkları 0 lüks grubunda larva çıkışında 84 saat; 30 ve 450 lüks gruplarında ise 83 saat sonra tamamen oluşmuştur. Ağız açıklıklarının tamamlanmasından sonra yapılan örneklemelerde gruplardaki sinagrit larvalarının yaşama oranını sırası ile % 88.6, % 82.4 ve % 80.1; ortalama total boyu ise 3.52 mm, 3.40 mm ve 3.36 mm olarak

belirtmişlerdir. Çalışmaları sonucunda tür için erken larval safhada, larval gelişim için en uygun ortamın karanlık ortam olduğunu bildirmişlerdir.

Süzer ve Kamacı (2004)'nın, kırma mercan (*Pagellus erythrinus*, L., 1758) balığında farklı ışık şiddetlerinin larval gelişim üzerine olan etkilerinin belirlendiği çalışmalarında, 10, 30 ve 100 lüks ışık şiddetlerini her bir grupta 24 saat olacak şekilde ayarlamışlardır. Toz yeme tamamen geçişin olduğu 35. gündeki kırma mercan larvalarının yaşama oranını sırası ile % 23.8, % 39.6 ve % 35.4; ortalama total boyu 16.44 mm, 18.10 mm ve 17.64 mm; ortalama canlı ağırlığını ise 68.54 mg, 84.33 mg ve 77.86 mg olarak tespit etmişlerdir. Elde ettikleri veriler sonucunda, 30 lüks ışık şiddetinin, larva yaşama oranı ve larval gelişim bakımından olumlu sonuçlar verdiğini ifade etmişlerdir.

Süzer ve Kamacı (2005)'nin fangri balığı (*Pagrus pagrus*, L., 1758)'nin larval döneminde 10, 30 ve 100 lüks olmak üzere 3 farklı ışık şiddetinin larval gelişime olan etkilerinin araştırıldığı çalışmalarında 35. günde gruptardaki fangri larvalarının yaşama oranlarının sırası ile % 12.4, % 24.5 ve % 22.6; ortalama total boylarının 16.35 mm, 18.67 mm ve 18.12 mm; ortalama canlı ağırlıklarının ise 72.41 mg, 93.97 mg ve 89.63 mg olduğunu belirtmişlerdir. Çalışmalarında elde ettikleri verileri değerlendirdiklerinde, fangri balığı larva yetiştiriciliğinde ışık şiddeti olarak 30 lüks değerinin uygulanmasının, larva yaşama oranı ve larval gelişim bakımından olumlu sonuçlar verdiğini bildirmişlerdir.

Copeland ve Watanabe (2006), Karadeniz levreği (*Centropristis striata*, L., 1758) larvalarında 100, 500, 1.000 ve 1.500 lüks ışık şiddetlerinin yaşama oranı, total boy ve yaş ve kuru canlı ağırlık oranı üzerine olan etkilerini incelemişlerdir. Gruplarda aydınlatma süresi olarak 12 saat aydınlık, 12 saat karanlık uygulamışlardır. Çalışmanın 15. gününde gruptardaki Karadeniz levreği larvalarının yaşama oranını sırası ile % 1.7, % 4.2, % 9.0 ve % 17.4; ortalama total boyunu 3.84 mm, 4.24 mm, 4.42 mm ve 4.32 mm; ortalama yaş canlı ağırlığını 0.48 mg, 0.66 mg, 0.91 mg ve 0.89 mg; ortalama kuru canlı ağırlığını da 0.12 mg, 0.15 mg, 0.20 mg ve 0.16 mg olarak tespit etmişlerdir. Çalışmalarında yüksek ışık şiddetinin (1.000 lüks ve üzeri) Karadeniz levreği larvalarında embriyonik gelişim ve erken larva safhasında büyüme ve yaşama oranına olumlu etkilerinin yüksek olduğunu ifade etmişlerdir. Ayrıca daha yüksek ışık şiddetlerinin kültür performansında artmaya neden olabileceğini de belirtmişlerdir. Bunu da, doğal ortamlarında yumurta ve larvaların sığ ve kıyıya yakın yerlerde bulunması ile

ilişkilendirmişler ve böylece embriyonik gelişim ve erken larva safhasında ihtiyaç duyulan ışık şiddetinin böyle karşılandığını bildirmişlerdir.

Stuart ve Drawbirdge (2011)'nin, Kaliforniya sarıkuyruk (*Seriola lalandi* Valenciennes, 1833) larvalarında farklı ışık şiddetlerinin ve yeşil su tekniğinin larva gelişimine etkisini araştırdıkları çalışmalarında 360, 1.675 ve 14.850 lüks ışık şiddetlerini kullanılmışlardır. Çalışmanın 16. gününde gruplardan yapılan Kaliforniya sarıkuyruk larvası örneklemelerinde larva yaşama oranını sırası ile % 3.4, % 2.9 ve % 9.2; ortalama total boyunu 6.44 mm, 6.42 mm ve 7.01 mm; ortalama kuru canlı ağırlığını ise 545 µg, 565 µg ve 865 µg olarak tespit etmişlerdir. Çalışmalarında yüksek ışık yoğununun ve yeşil su tekniğinin larval gelişimde olumlu etkisinin ön planda olduğunu ifade etmişlerdir.

Honryo ve ark. (2013) Pasifik mavi yüzgeçli orkinosu (*Thunnus orientalis*, Temminck & Schlegel, 1844) larvaları ile yapmış oldukları çalışmalarında 12 saat aydınlık 12 saat karanlık olacak şekilde 0, 5, 15 ve 150 lüks ışık şiddetlerinin etkilerini incelemişlerdir. Çalışma sonunda gruptaki Pasifik mavi yüzgeçli orkinosu larvalarının yaşama oranı sırasıyla % 64.3, % 60.9, % 57.2 ve % 75.8 olarak belirtmişlerdir. Yaptıkları çalışma sonucunda, artan ışık şiddetinin yaşama oranı üzerinde ki olum etkisinin önemli olduğuna dikkat çekmişlerdir. Özellikle bu tür için 150 lüks ve üstü ışık yoğunluğunun larval dönemdeki yaşama oranındaki etkisinin daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir.

Yıldırım ve ark. (2013) 10, 30 ve 100 lüks ışık şiddetlerinin sinagrit larvalarında büyüme parametreleri ve hava kesesi oluşumuna etkilerini araştırdıkları çalışmalarında 35. günde gruptaki sinagrit larvalarının yaşama oranlarının sırası ile % 8.8, % 23.5 ve % 19.9; ortalama total boylarının 16.23 mm, 18.43 mm ve 18.03 mm; ortalama canlı ağırlıklarının ise 28.53 mg, 38.48 mg ve 36.72 mg olarak tespit etmişlerdir. Çalışmaları sonunda farklı ışık şiddetlerinin sinagrit larvalarının büyüme parametrelerini etkilediğini ve 30 lüks ışık şiddetinin bu türün yetiştiriciliğinde daha olumlu sonuçlar verdiğini ifade etmişlerdir.

4. MATERYAL ve METOT

4.1. Materyal

4.1.1. Denemenin Kurulduğu Yer

Deneme, Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı (GTHB) Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü (TAGEM)'ne bağlı Trabzon Su Ürünleri Merkezi Araştırma Enstitüsü (SÜMAE)'nün, Deney Hayvanları Araştırma, Test ve Uygulama Ünitesi (DHATUÜ)'nde yapılmıştır (Şekil 4.1).



Şekil 4.1. Denemenin gerçekleştirildiği DHATUÜ binası (Orijinal)

4.1.2. Denemede Kullanılan Larvalar

Denemede kullanılan, Karadeniz kalkan balığı (*Psetta maxima*, L., 1758) larvaları, SÜMAE'nün deniz balıkları kuluçkahanesinde üretilen anaç ve damızlık balıklardan elde edilmiştir. Boyu 52.5 cm, canlı ağırlığı 4.030 g ve 7 yaşında 1 adet anaç balık; ortalama boyu 48 ± 2.8 cm ve ortalama canlı ağırlığı ise 2.180 ± 38.8 g olan 5 yaşında 2 adet damızlık balık sağımda kullanılmıştır. Deneme içinde, elde edilen larvaların 48.000 adedi rasgele olarak seçilmiştir.

4.1.3. Denemede Kullanılan Deniz Suyu

Ünitenin deniz suyu ihtiyacı, saatte 60 m^3 su çekme kapasiteli 3 farklı boru hattı ile sağlanmaktadır. Bu boru hatlarının sırasıyla kıydan uzaklıkları 500 m, 650 m ve 850

m; derinlikleri ise 18 m, 40 m ve 55 m'dir. Boru hatlarıyla alınan deniz suyu ilk önce kaba ön filtreden geçmekte daha sonra ise dinlendirme havuzlarına ve oradan da rezerv tanklarına aktarılmaktadır. Rezerv tanklarındaki su 0.8 mm çapındaki antrasit ve farklı büyüklüklerde kum içeren mekanik filtrelerden, 5 µ'luk kartuş filtrelerden ve son olarak da ultraviyole (UV) filtrelerinden geçmektedir (Şekil 4.2).



Şekil 4.2. SÜMAE'nün deniz suyu filtrasyon ünitesi (Orijinal)

Filtrasyon ünitesinden çıkan deniz suyu daha sonra çalışmanın yapıldığı ünite içerisindeki beton su toplama havuzuna gelmektedir. Son olarak da su toplama havuzunda eşanjör sistemi ile istenilen sıcaklığına getirilen deniz suyunun tanklara dağıtımı yapılmaktadır (Şekil 4.3).



Şekil 4.3. DHATUÜ'ndeki beton su toplama havuzu (a), eşanjör sistemi (b) ve su dağıtım sistemi (c) (Orijinal)

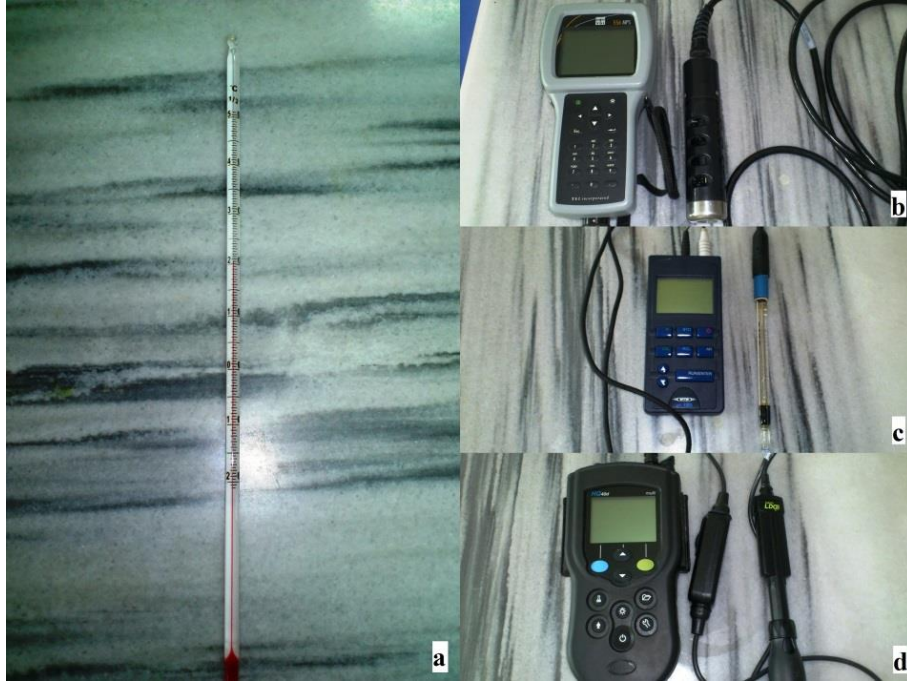
4.1.4. Larvaların Stoklandığı Fiber Tanklar ve Kullanılan Diğer Malzemeler

Larvalar, 230 l hacimli, ortadan deşarjlı ve yuvarlak fiber tanklara stoklanmıştır (Şekil 4.4).



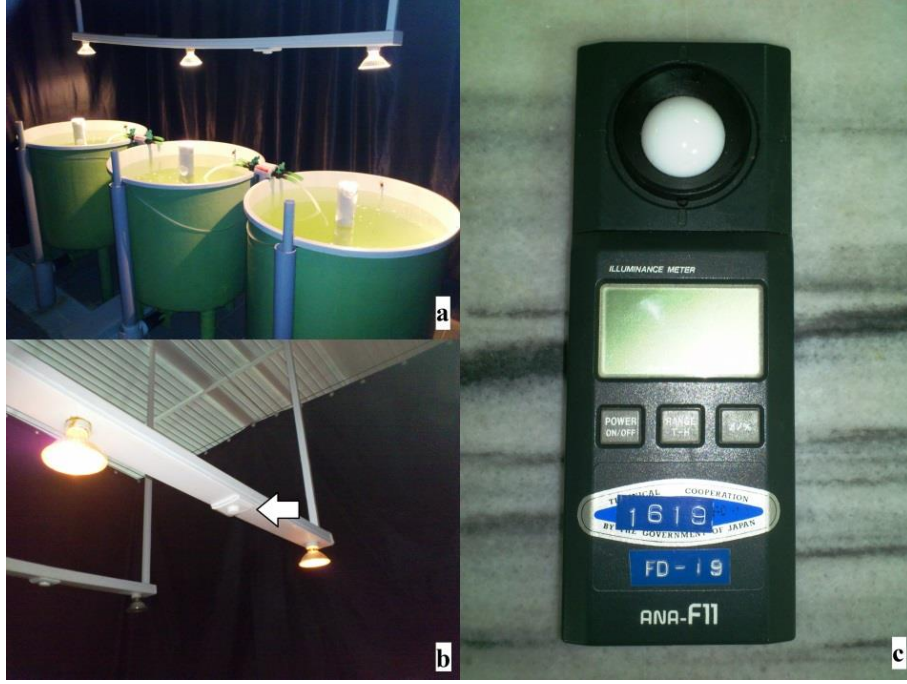
Şekil 4.4. Larvaların stoklandığı fiber tanklar (Orijinal)

Deneme tanklardaki deniz suyunun fiziko-kimyasal parametrelerinin belirlenmesinde, günlük deniz suyu sıcaklığı ölçümü için 0.5 °C hassasiyetli alkollü termometre (a); haftalık deniz suyu tuzluluğu için YSI 556 MPS marka (b); pH miktarı için WTW ph 330i marka (c); doymuş oksijen (DO) ve ÇO miktarları için de HACH HQ40d marka (d) multiparametre ölçüm cihazları kullanılmıştır (Şekil 4.5).



Şekil 4.5. Deniz suyunun fiziko-kimyasal parametrelerinin belirlenmesinde kullanılan alkollü termometre (a), YSI 556 MPS (b), WTW ph 330i (c) ve HACH HQ40d (d) marka multiparametre ölçüm cihazı (Orijinal)

Deneme gruplarında ışık kaynağı olarak, sarı renkli spot lambalar (a) kullanılmış olup ışık şiddetleri ayarlanabilir elektrik düğmeleri (b) ile ayarlanmıştır. Lambaların ışık şiddetleri ANA-F11 marka (c) ışık şiddeti ölçer cihazı ile ölçülmüştür (Şekil 4.6).



Şekil 4.6. Denemede kullanılan ışık sistemi (a), ayarlanabilir elektrik düğmesi (b) ve ANA-F11 marka ışık ölçer cihazı (c) (Orijinal)

Denemede grulardan elde edilen canlı larva örnekleri, Leica MZ7.5 marka (a); tanklardan alınan su numuneleri, dip örnekleri, ölü larvaların mide içerikleri ve verilen canlı yemler ise Nikon marka (b) ışık mikroskobu ile incelenmiştir (Şekil 4.7). Bu örneklerin mikroskop görüntüleri ise dijital fotoğraf makinası ile görüntülenmiştir.



Şekil 4.7. Örneklerin incelenmesinde kullanılan Leica MZ7.5 (a) ve Nikon (b) marka ışık mikroskopları (Orijinal)

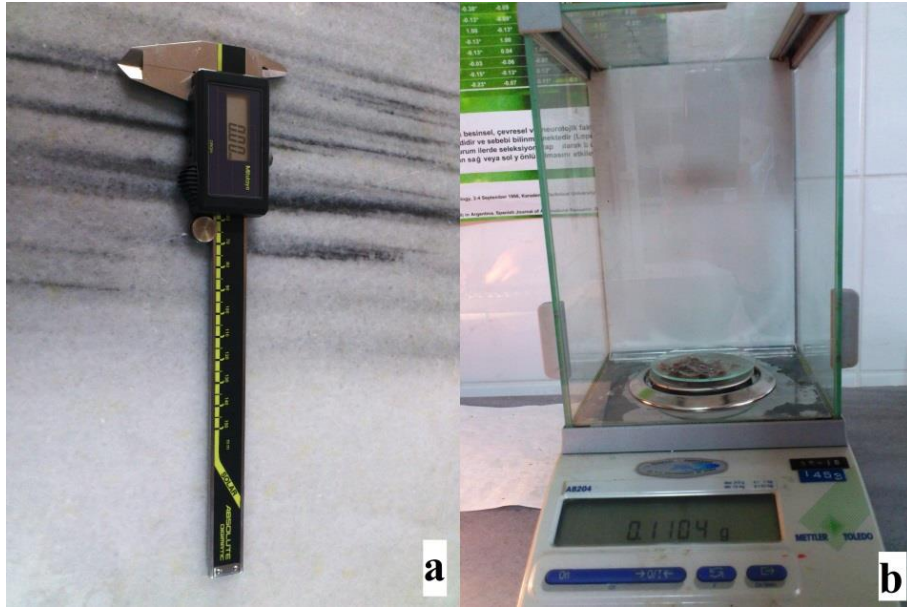
Tank tabanının sifonlamasında Şekil 4.8'deki boru sistemi kullanılmıştır. Bu boru sistemi 20 mm çapındaki PVC borunun emme ucuna T şeklinde bir başlık ve çıkış

uçuna da 25 mm çapında spiral boru bağlanarak hazırlanmıştır. Emme ucuna sünger bağlanarak daha etkin sifonlama yapılması sağlanmıştır.



Şekil 4.8. Tank tabanının sifonlanmasında kullanılan boru sistemi (Orijinal)

Deneme sonunda larvaların boy ölçümleri Mitutoyo marka 0.01 mm okuma hassasiyetli elektronik kumpas (a); ağırlık ölçümleri ise Metler Toledo marka 0.1 mg tartım hassasiyetli hassas terazi (b) ile yapılmıştır (Şekil 4.9).



Şekil 4.9. Elektronik kumpas (a) ve hassas terazi (b)

Deneme süresince su değişim oranının ayarlanmasında, larva örneklemesinde, canlı yem ve konsantre verilmesinde, dip örneklerinin ve su numunelerinin alınmasında

ve dezenfeksiyon ve ilaçlama yapılması işlemlerinde çeşitli plastik kova, mezür, beher ve cam pipet gibi laboratuvar ekipmanları kullanılmıştır.

4.2. Metot

Denemede 50, 300, 600 ve 1.000 lüks ışık şiddetlerinin Karadeniz kalkan balığı larvalarında yaşama oranı ve büyümeye olan etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Deneme her bir ışık şiddeti grubu için 3 tekerrürlü olarak planlanmıştır. Çalışma 8.5.2013-17.6.2013 tarihleri arasında 40 gün süreyle yürütülmüştür.

4.2.1. Deneme Alanı ve Deneme Tanklarının Hazırlanması

Deneme tankları ve tank ekipmanları (hava taşları, hava hortumları, drenaj boruları ve ağları) larvaların stoklanmasından önce vanodin ve çamaşır suyu ile dezenfekte edilmiştir.

Dezenfeksiyon işlemi için tanklar ve tank ekipmanları öncelikle vanodin ile yıkanmış ve sonrasında bol tatlı su ile durulanmıştır. Tank ekipmanları yerlerine monte edildikten sonra tanklar 200 l tatlı su ile doldurulmuş ve tanklara 200 ppm (40 ml) çamaşır suyu ilave edilerek 4 saat bekletildikten sonra tanklar boşaltılmış, bol tatlı su ile durulanmış ve 1 gün kurumaya bırakılmıştır.

Dezenfeksiyon işlemi tamamlanan tanklar ünite içerisinde belirlenen alana deneme planına göre yerleştirilmiştir. Tanklarının etrafı ve deneme gruplarının arası farklı ışık kaynaklarından etkilenmemeleri amacıyla koyu renkli perdeler ile kapatılmıştır (Şekil 4.10).



Şekil 4.10. DHATUÜ’i içerisinde denemenin kurulduğu alan (Orijinal)

Deneme alanının hazırlanmasında sonra tanklar, 200 l deniz suyu ile doldurularak tanklardaki deniz suyu sıcaklığı, larvaların tutulduğu inkübatördeki deniz suyu sıcaklığı olan 14.5 °C’ye ayarlanmıştır.

Deniz suyu sıcaklığının istenilen değerde tutulması ve tanklarda su kaçaklarının olması ihtimaline karşı tanklar 1 gün boyunca kontrol edilmiştir.

Son olarak deneme planına göre grupların ışık şiddetleri 50, 300, 600 ve 1.000 lüks olacak şekilde ayarlanmış ve gün içerisinde ışık şiddetlerinde değişim olup olmadığı belirli aralıklarla takip edilmiştir.

4.2.2. Anaç ve Damızlık Balıklardan Döl Alımı ve Suni Dölleme

Öncelikle olgunlaşmakta olan anaç Karadeniz kalkan balıklarında oosit kontrolü yapılmıştır. Oosit çapı ortalama 400 µm’den büyük olan bir anaç Karadeniz kalkan balığı denemede kullanılmak üzere seçilmiştir. Seçilen anaç Karadeniz kalkan balığına daha önceden hazırlanan ve -18 °C’de muhafaza edilen luteinizan hormonu salgılatma hormonu türevi (LHRH-a) 100 mg/kg olacak şekilde sağımdan bir hafta önce uygulanmıştır (Şekil 4.11).



Şekil 4.11. Anaç Karadeniz kalkan balığına LHRH-a uygulaması (Yavuz, 2011)

Damızlık Karadeniz kalkan balıklarında gonad kısmına yapılan baskı ile sperm verenler olgun olarak değerlendirilmiş ve sperm örnekleri mikroskop altında incelenmiştir. Uygun görülen 2 adet damızlık Karadeniz kalkan balığı deneme için seçilmiştir. Seçilen damızlık Karadeniz kalkan balıklarında sperm miktarı ve sperm hareketliliği yeterli görüldüğü için her hangi bir hormon uygulaması yapılmamıştır.

Anaç ve damızlık Karadeniz kalkan balıkları sağım öncesinde adaptasyon tanklarına nakledilmiştir. Adaptasyon tanklarındaki deniz suyu sıcaklığı kademeli olarak 10 °C'den 14 °C'ye yükseltilmiştir.

Yapılan günlük kontroller sonucunda LHRH-a uygulaması yapılan anaç Karadeniz kalkan balığında bir hafta sonunda karın bölgesinde yeterli şişlik görülmüş ve anaç Karadeniz kalkan balığı suni sağım işlemi için hazırlanmıştır. Sağım masasına alınan anaç Karadeniz kalkan balığının gözleri temiz bir havlu ile kapatılıp, gonad bölgesi sıvazlanarak yumurtalar temiz bir kaba sağılmıştır (Şekil 4.12). Sağım işlemi sonunda anaç Karadeniz kalkan balığından 372 g (334×10^6 adet) yumurta stoku elde edilmiştir. Elde edilen yumurta stokundan 50 adet yumurta çap ve yağ damlacığı çapı ölçümü için ayrılmış ve ölçümler mikroskopta yapılmıştır.



Şekil 4.12. Anaç Karadeniz kalkan balığından suni sağım ile yumurta eldesi (Orijinal)

Yumurta stokuna 14.5 °C sıcaklıkta ve % 18 tuzluluktaki deniz suyu ilave edilmiştir. Damızlık Karadeniz kalkan balıkları sırayla sağım masasına alınmış, gözleri temiz bir havlu ile kapatılmış ve gonad bölgeleri sıvazlanarak sperm yumurta stokunun bulunduğu kaba ilave edilmiştir (Şekil 4.13). Steril bir cam çubuk yardımıyla hafifçe karıştırılarak dölleme işlemi gerçekleştirilmiştir.



Şekil 4.13. Damızlık Karadeniz kalkan balığından suni sağımla sperm eldesi (Orijinal)

Döllenme zamanı olarak spermin yumurta ile birleşme anı kabul edilmiştir. Yumurtaların döllenmeden sonra yaşama kalitesini artırmak amacıyla yumurta üzerindeki sperm ve ovaryum sıvısını uzaklaştırmak için deneme sıcaklığı ve tuzluluğundaki stok suyu ile döllenmiş yumurtaların yıkama işlemi yapılmıştır (Şekil 4.14).



Şekil 4.14. Suni döllemesi yapılan Karadeniz kalkan balığı yumurtalarının yıkanması (Orijinal)

4.2.3. Yumurtalarının İnkübasyonu

Suni dölleme işleminden sonra, dölleme oranının hesaplanması için rastgele olacak şekilde yaklaşık 100 adet örnek alınmıştır.

Döllenmiş yumurtalar 2.000 adet/l olacak şekilde 100 l'lik inkübatörlere yerleştirilmiştir (Şekil 4.15). İnkübatörlerdeki deniz suyu sıcaklığı 14.5 °C ve deniz suyu tuzluluğu da ‰ 18 olup, su değişim oranı günde 15 defa olacak şekilde ayarlanmıştır. Günlük kontroller yapılarak ölü yumurta ve larvalar beher yardımıyla ortamdan uzaklaştırılmıştır.

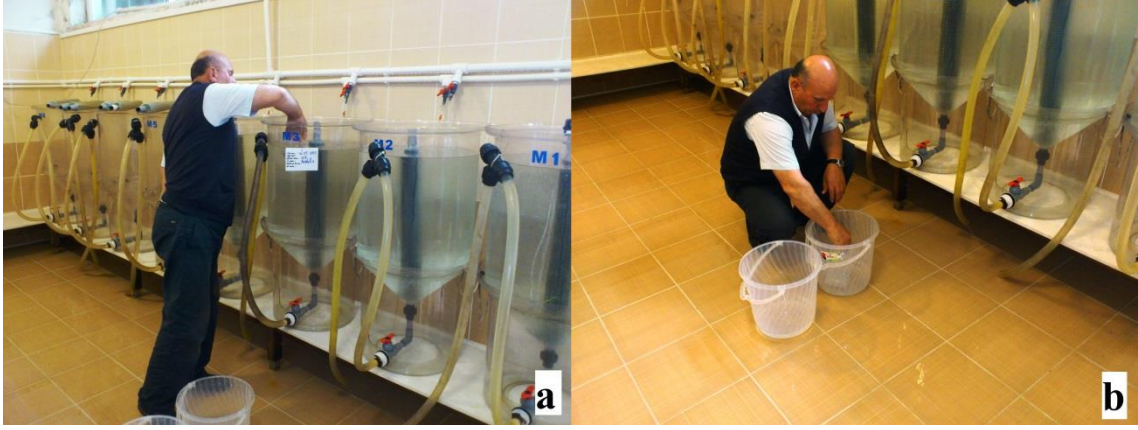


Şekil 4.15. Dölllenmiş Karadeniz kalkan balığı yumurtalarının konulduğu inkübatörler (Orijinal)

Larva çıkış oranını belirlemek için yaklaşık 100 adet örnek alınmıştır.

4.2.4. Larvaların Taşınması ve Stoklama Yoğunluğu

Larvaların deneme tanklarına taşınmasından önce tanklardaki deniz suyunun sıcaklığı, larvaların tutulduğu inkübatörlerdeki deniz suyu sıcaklığı (14.5 °C) ile aynı olacak şekilde ayarlanmıştır. İnkübatör içerisindeki gelişmeyen ve bozuk olan yumurta ve larvalar sifonlanarak inkübatörlerden uzaklaştırılmıştır. İnkübatörlerde kalan sağlıklı larvalar steril edilmiş 1 l'lik plastik beherler ile su yüzeyinden toplanıp (a) 15 l'lik steril edilmiş plastik transfer kovalarına (b) konulmuştur (Şekil 4.16). Kovalar fazla sarsılmadan çalışmanın yapılacağı üniteye götürülmüş ve larvalar nazik bir şekilde deneme tanklarına bırakılmıştır.



Şekil 4.16. Karadeniz kalkan balığı larvalarının inkübatörlerden alınması (a) ve transfer kovalarına konulması (b) (Orijinal)

Larvalar, deneme tanklarına 20 adet/l olacak şekilde stoklanmıştır. Bu şekilde her bir tanka 4.000 adet, her bir deneme grubuna ise 12.000 adet olarak stoklanmıştır. Çalışmada da toplam 48.000 adet larva kullanılmıştır.

4.2.5. Larvaların Beslenmesi

Larvaların beslenme rejimlerinde zamana bağlı olarak zenginleştirilmiş rotifer (*Brachionus plicatilis*, Müller, 1786), *Artemia* naupli, *Artemia* metanaupli ve yapay yem olmak üzere dört çeşit yem kullanılmıştır.

Denemede uygulanan yemleme programı Çizelge 4.1’de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Denemede Karadeniz kalkan balığı larvalarının beslenmesinde uygulanan yemleme programı

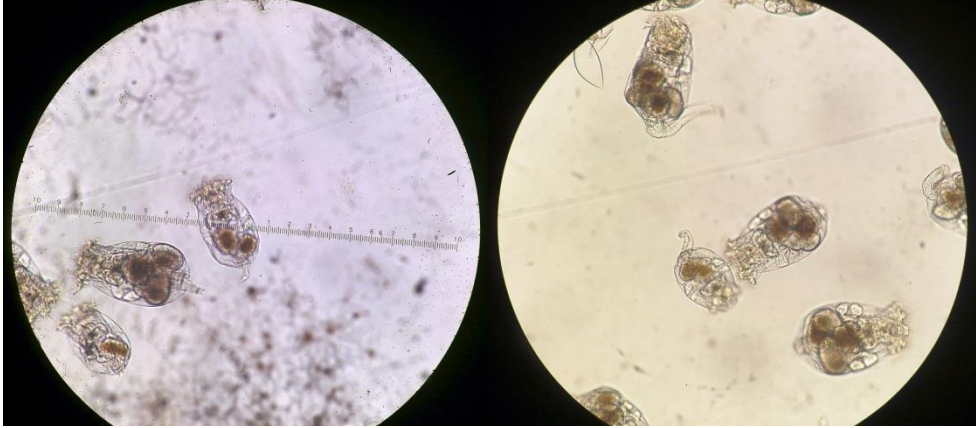
Gün	00:00	03:00	05:00	08:00	09:00	11:00	13:00	14:00	15:00	18:00	19:00	21:00
2									ZR			
3					ZR				ZR			ZR
4-7		ZR			ZR				ZR			ZR
8-13		ZR			ZR	A			ZR			ZR
14		ZR			A			ZA			ZA	
15-16	ZA		ZA		A			ZA			ZA	
17-22	ZA		ZA		ZA			ZA			ZA	
23	ZA		ZA	YY	ZA			ZA		YY		ZA
24-39		ZA		YY	ZA		YY		ZA	YY		ZA
40	ZA											

*ZR: Zenginleştirilmiş rotifer, A: *Artemia* naupli, ZA: *Artemia* metanaupli, YY: Yapay yem

4.2.5.1. Zenginleştirilmiş Rotifer ile Besleme

Larvaların, zenginleştirilmiş rotifer ile beslemeleri 2-14. günler arasında 13 gün sürmüştür (Şekil 4.17). Besleme sürecinde tanklardaki rotifer yoğunluğu ml’de 1

adetten başlamış ve larval safhaya bağlı olarak ml’de 3 adete kadar çıkarılmıştır. Rotiferler 03:00, 09:00, 15:00 ve 21:00 saatlerinde olmak üzere günde 4 öğün olarak verilmiştir. Rotiferler, beher yardımıyla yavaşça larvaları rahatsız etmeyecek şekilde tanklara ilave edilmiştir (Şekil 4.18). Ayrıca rotiferle beslemenin yapıldığı her gün tanklara 09:00 ve 15:00 saatlerinde olmak üzere 2 öğünde yeşil alg (*Nannochloropsis*, Hibberd, 1981) de verilmiştir.



Şekil 4.17. Zenginleştirilmiş rotifer (*Brachionus plicatilis*, Müller, 1786) (Orijinal)



Şekil 4.18. Larvaların zenginleştirilmiş rotifer ile beslenmesi (Orijinal)

Larvalar henüz 2 günlük iken zenginleştirilmiş rotifer ile ilk beslemeleri saat 15:00’da ml’de 1 adet olacak şekilde yapılmıştır. Yemlemenin 1 gün erken yapılmasının nedeni; mikroskop altında incelenen larvaların, ağız açıklıklarının belirginleşmeye başladığı görülmüş olup ağzın tamamen açılmasının kısa sürede gerçekleşmesi durumunda ortamda tüketilmeye hazır yemin bulunmasıdır. Ayrıca aynı zamanda tanklara yeşil alg de verilmiştir.

Rotiferlerin tanklardaki yoğunluğu; beslemenin yapıldığı 1. günde 1 adet/ml, 2-3. günlerde 1.5 adet/ml, 3-5. günlerde 2 adet/ml ve 5-13. günler arasında da 3 adet/ml'dir.

Rotifer ile besleme süresince tanklara yeşil alg verilmesinin nedeni, rotiferlerin tank içerisinde beslenmelerine devam etmelerinin sağlanması, rotiferlerin şeffaf olan görünülerinin yeşile dönmesi ile larvalar tarafından kolayca ayırt edilebilmelerinin sağlanması ve larvaların tank içerisinde homojen bir şekilde dağılımlarının sağlanmasıdır (Şekil 4.19).



Şekil 4.19. Tanklara verilen yeşil alg ve uygulaması (Orijinal)

4.2.5.2. *Artemia* naupli ile Besleme

Larvalar, 8-16. günler arasında 9 gün *Artemia* naupli ile beslenmiştir (Şekil 4.20). Beslemede *Artemia* naupli yoğunluğu tanklarda 0.3 adet/ml olacak şekilde tutulmuş ve besleme günde 1 öğün yapılmıştır.

Artemia naupli ile ilk besleme, larvalar 8 günlük iken saat 11:00'da yapılmıştır. Bu besleme uygulaması 14. güne kadar aynı şekilde devam etmiş, 14-16. günler arasında besleme saat 09:00'da yapılmıştır. Besleme işlemi beherler yardımıyla gerçekleştirilmiştir.



Şekil 4.20. *Artemia* naupli (Orijinal)

4.2.5.3. *Artemia* metanaupli ile Besleme

Larvaların, *Artemia* metanaupli ile beslemeleri 14-40. günler arasında 28 gün yapılmıştır. Besleme süresince tanklardaki *Artemia* metanaupli yoğunluğu ml'de 0.2 adetten 5 adete kadar yükseltilmiştir. *Artemia* metanaupli ile beslemenin yapıldığı 1-3. günler arasında 00:00, 05:00, 14:00 ve 19:00 saatlerinde olmak üzere günde 4 öğün; 4-10. günler arasında 00:00, 05:00, 09:00, 14:00 ve 19:00 saatlerinde olmak üzere günde 5 öğün; 11.-28. günler arasında da 03:00, 09:00, 15:00 ve 21:00 saatlerinde olmak üzere günde 4 öğün verilmiştir.

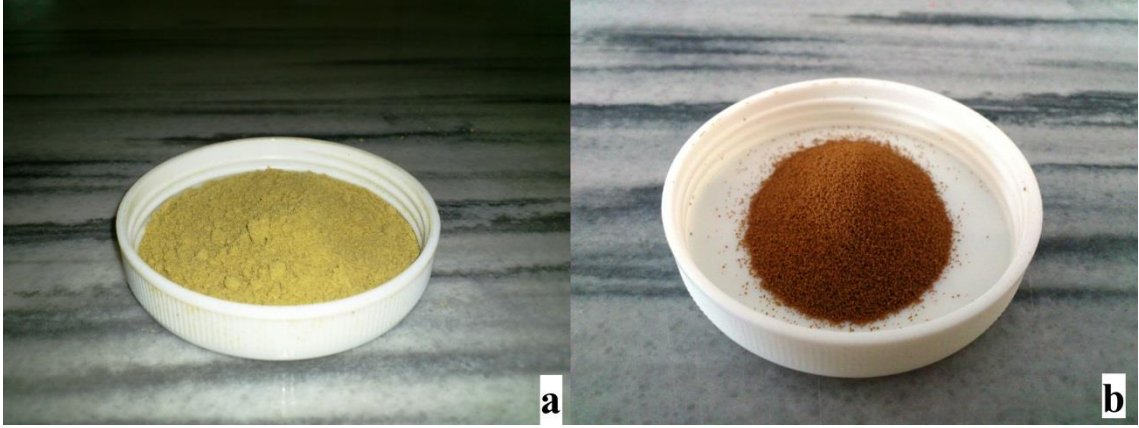
Artemia metanaupli ile ilk besleme, larvalar 14 günlük iken saat 14:00 ve 19:00'da ml'de 0.2 adet olacak şekilde 2 öğün yapılmıştır.

Artemia metanauplinin tanklardaki yoğunluğu; 1-3. günlerde 0.2 adet/ml, 3-4. günlerde 1 adet/ml, 4-9. günlerde 3 adet/ml ve 9-28. günler arasında da 5 adet/ml olacak şekilde besleme yapılmıştır.

4.2.5.4. Yapay Yem ile Besleme

Larvalar, denemenin son 18 günü (23-40. günler) yapay yemle beslenmiştir. Beslemede 100 μ (a) ve 200 μ (b) ticari bir firmaya ait toz yemler kullanılmıştır (Şekil

4.21). Yapay yemle besleme 08:00, 13:00 ve 18:00 saatlerinde olmak üzere günde 3 öğünde yapılmıştır.



Şekil 4.21. Denemede kullanılan 100 µ'luk (a) ve 200 µ'luk (b) ticari yemler (Orijinal)

Yapay yem ile ilk besleme, larvalar 23 günlük iken yapılmıştır. 100 µ'luk yapay yem 23-25. günlerde verilmiştir. 25. gün den itibaren denemenin sonuna kadar 200 µ'luk yem kullanılmıştır.

4.2.5.5. Rotifer ve *Artemia* nauplinin Zenginleştirilmesi

Yoğun kültürü yapılan rotifer ve *Artemia* nauplinin besin değeri, larvaların gelişimi için ihtiyacı olan besinsel değeri, özellikle yüksek doymamış yağ asidi (HUFA) yönünden yetersizdir. Ayrıca birçok çalışmada belirtildiği gibi kalkan balığı larvalarının üst kısmında gözlenen pigmentasyon anormalliğinin canlı yem organizmalarının kalitesi tarafından önemli oranda etkilendiği de bilinmektedir. Bu bakımdan rotiferin ve *Artemia* nauplinin besin değerinin artırılması larva kültürü için bir gereksinimdir (Çiftci ve ark., 2002).

Rotiferler 4 saat aç bırakıldıktan sonra ortama ilk zenginleştirici ilave edilmiştir. 16 saat sonra aynı miktarda zenginleştirici tekrar verilmiş ve 1 saat sonra rotiferler hasat edilmiştir. Rotiferlerin bakteri sayısını en aza indirmek için, rotifer tankına 3 ppm sodyum nifurstirenat asit ilave edilmiştir. Tank su sıcaklığı 22 °C'de muhafaza edilmiştir.

7 saat aç bırakılan *Artemia* nauplilere zenginleştirici 13 saat içinde 4 öğünde verilmiştir. Son zenginleştiricinin verilmesinden 1 saat sonra da hasat işlemi yapılmış ve tank su sıcaklığı 20 °C'de muhafaza edilmiştir.



Şekil 4.22. Rotifer ve *Artemia* naupli zenginleştiricilerinin hazırlanması (Orijinal)

Denemede kullanılan rotifer ve *Artemia* nauplinin zenginleştirilmesinde Red Pepper kullanılmıştır. Zenginleştiricinin içeriği Çizelge 4.2’de verilmiştir.

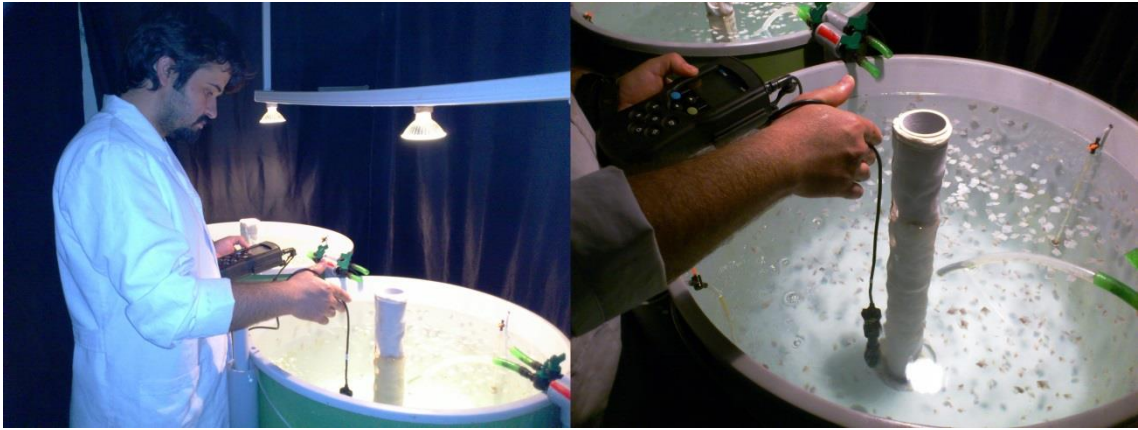
Çizelge 4.2. Rotifer ve *Artemia* nauplinin zenginleştirilmesinde kullanılan Red Pepper’ın içeriği

Kompozisyonu	Su, mikrokapsül balık yağı, mikro algler (<i>Haematococcus</i> sp.), araşidirik asit yağı.
Analitik bileşenleri	Nem % 68, ham protein % 3, ham yağ % 14, ham kül % 3, ham lif %5, toplam fosfor % 0.2, toplam kalsiyum % 0.2, sodyum % 0.5, n-3 HUFA 65 mg/g, DHA 55mg/g, EPA 5 mg/g, ARA 1.5 mg/g.
Katkı maddeleri	Anti oksidanlar: E306 doğal kökenli tokoferal zengin ekstraları. Preservatives: E330 sitrik asit, E200 sobrik asit. Truce elements: E6 Aminoasit çinko şelat 300 ppm, E5 aminoasitlerin magnezli şelatı 150 ppm, E4 aminoasitlerin bakırlı şelatı 60 ppm, E3 Kobalt-Kobalyat sülfatmnohidrat 20 ppm, E2 susuz kalsiyum iodate 10 ppm, 3b8.12 selanomethiorline from <i>Saccharomyces cerevisiae</i> 1 ppm Vitamin ve Probiyotikleri: Vit E. 500 ppm, E 672 Vit. A 50.000 IU/kg, E 671 Vit. D3 10.000 IU/kg, E 304 6-Palinityl-L-askorbik asit 11.500 IU/kg.

4.2.6. Fiziko-Kimyasal Parametrelerin Belirlenmesi

Deneme tanklardaki deniz suyunun fiziko-kimyasal parametrelerinden sıcaklık günlük; tuzluluk, pH, DO ve O miktarları ise haftalık olarak lm ve ortalama değerleri belirlenmiştir.

Sıcaklık lm, alkollü termometre ile 02:00, 06:00, 09:00, 15:00, 19:00 ve 23:00 saatlerinde olmak üzere günde 6 defa yapılmıştır. Tuzluluk, pH, DO ve O düzeylerinin ölümleri ise larvaların yemlenmesinden 2 saat sonra multiparametre ölüm cihazları ile gerçekleştirilmiştir. İlk hafta ölümleri tankın yüzeyinden yapılırken; daha sonraki haftalarda, larvaların tank içerisindeki yayılmalarına bağlı olarak ölümlerin yapıldığı nokta tankların orta seviyelere kadar inmiştir (ekil 4.23).



Şekil 4.23. Deniz suyunun fiziko-kimyasal parametrelerinin llmesi (Orijinal)

4.2.7. Işık Şiddetinin lm

Işık Şiddetinin lm deneme başlangıcından önce ve deneme süresince 0, 3, 8 ve 15. günlerde yapılmıştır. Ölüm işlemi tankların drenaj borularının etrafında 3 ayrı noktadan su yüzeyine en yakın noktalardan yapılmış olup 3 ölüm noktasındaki iık Şiddetlerinin birbirine yakın olması sağlanmıştır (ekil 4.24).



Şekil 4.24. Işık şiddetlerinin ölçümü (Orijinal)

4.2.8. Tanklardaki Su Değişim Oranı ve Drenaj Ağlarının Değişimi

Deneme süresince tanklardaki su değişim oranı günlük % 40 oranından başlayıp % 400'e kadar çıkmıştır. Su değişim oranı steril edilmiş plastik mezür yardımı ile ayarlanmıştır.

Karadeniz kalkan balığı yetiştiriciliğinde larval aşamanın ilk üç günün de tanklar da su değişiminin olmaması istenir (Çiftci ve ark., 2002). Ancak denemede kullanılan tanklarda su kaçağının tespit edilmesi üzerine 0-2. günler arasında günlük su değişim oranı % 40 olarak belirlenmiştir. Daha sonrasında ise günlük su değişim oranları; 3-5. günler arasında % 50, 6-8. günler arasında % 75, 9-13. günler arasında % 100, 14-19. günler arasında % 150, 20-22. günler arasında % 200, 23-29. günler arasında % 300 ve 30-40. günler arasında % 400 olarak ayarlanmıştır.

Deneme süresince 3 farklı drenaj ağı kullanılmış olup deneme başında kullanılan ilk drenaj ağları 14. günde; kullanılan 2. grup drenaj ağları ise 30. günde değiştirilmiştir (Şekil 4.20). İlk drenaj ağı değişiminden sonra drenaj boruları ve ağları 5 gün aralıklarla deneme sonuna kadar bol tatlı su ile yıkayıp tıkanan gözeneklerin açılması sağlanmıştır.



Şekil 4.25. Denemede kullanılan drenaj ağları (Orijinal)

4.2.9. Tank Tabanının Sifonlaması ve Deneme Alanın Temizliği

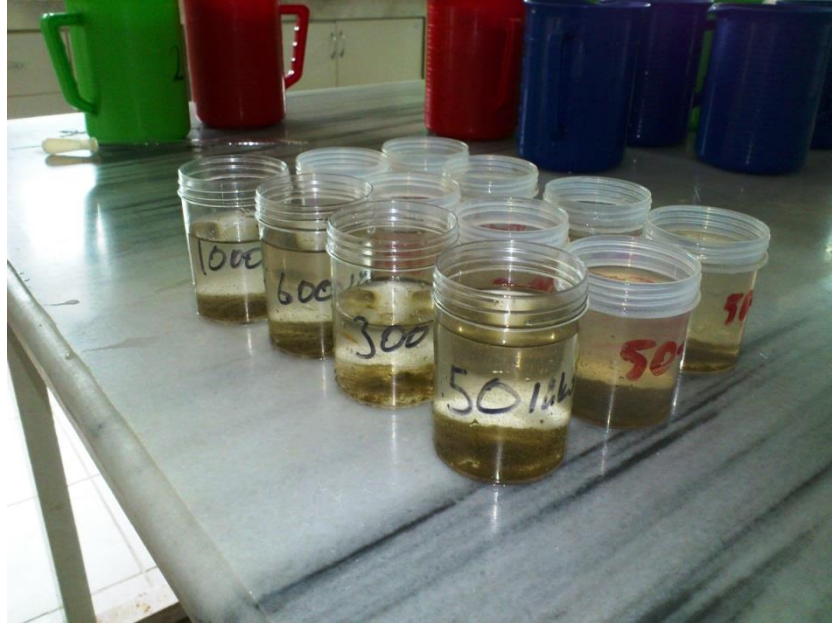
Tankların ilk sifonlaması 9. günde yapılmış olup 12. günden itibaren sifonlama işlemi her gün yapılmıştır. Sifonlama sabah yemlemesinden 1 saat önce gerçekleştirilmiştir. Sifonlamadan sonra tanklardaki su miktarı % 50 oranında azaltılıp tankların yan yüzeylerinin de temizliği yapılmıştır.

Sifonlama ile tank tabanında biriken yem artıkları, dışkılar ve ölü larvaların uzaklaştırılması sağlanmıştır. Böylelikle ortamda bakteri ve parazit oluşumuna neden olabilecek faktörlerin kısmen de olsa gelişmeleri engellenmiştir.

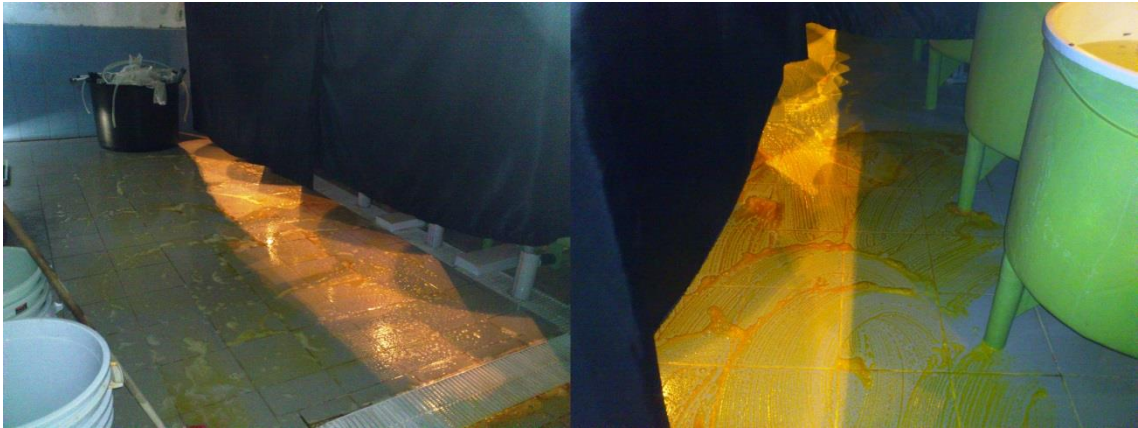
Her bir deneme grubu için ayrı sifon ekipmanı hazırlanmıştır. Grup içinde kullanılan sifon ekipmanı tank değişimi esnasında önce etil alkol daha sonra ise bol tatlı su ile yıkanıp diğer tankın temizliğinde kullanılmıştır. Sifonlama işleminden sonra tüm sifon ekipmanları içerisinde 40 ppm (2 ml) çamaşır suyu ve tatlı su bulunan 50 l'lik plastik kovada tutulmuştur.

Sifonlama esnasında sifon ekipmanının serbest ucu 50 l'lik plastik kovanın içinde tutulup dip atıklarının ve ölü ve kaçan canlı larvaların burada toplanması sağlanmıştır. Daha sonra canlı larvalar kepçe yardımıyla toplanarak sifonlamanın yapıldığı tanka geri bırakılmıştır. Kovalarda biriken dip atıkları ve ölü larvaların bir kısmı küçük plastik kaplara alınarak mikroskop incelemesi için ayrılmıştır (Şekil 4.26).

Sifonlama işlemi sonrasında deneme alanının tabanı vanodin ile yıkanmış ve tatlı su ile durulanmıştır (Şekil 4.27).



Şekil 4.26. Sifonlama sonrası alınan dip örnekleri (Orijinal)



Şekil 4.27. Sifonlama sonrası deneme alanının temizliği (Orijinal)

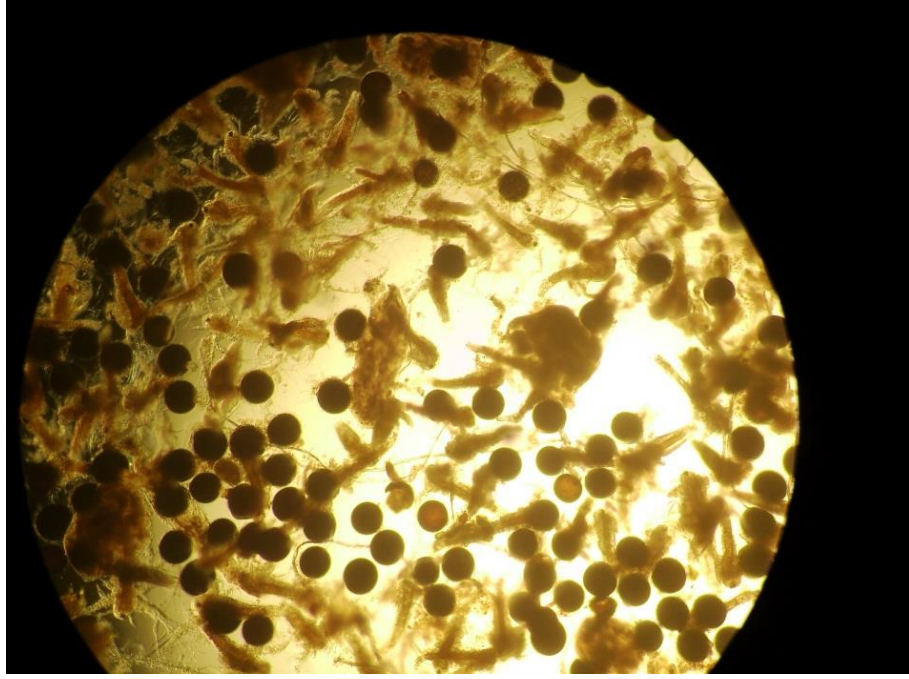
4.2.10. Larva Örneklemeleri

Canlı larva örneklemeleri 0, 10, 20, 30 ve 40. günlerde 1.000 lük grubunun 2. tankından rastgele olarak yapılmıştır. Bu örnekleme ile genel olarak larvaların morfolojik gelişimleri takip edilmiş ve larvaların mikroskop görüntüleri fotoğraflanmıştır.

4.2.11. Hastalık Kontrolü

Larvalar buldukları dönem itibariyle parazit ve hastalıklara karşı oldukça hassas durumdadırlar. Sifonlama sonucunda oluşan dip örnekleri ve ölü larvalar her gün mikroskopta incelenerek parazit miktarları takip edilmiş ve gerek görüldüğünde

formaldehit uygulaması yapılmıştır (Şekil 4.28; 4.29). Deneme süresince larvalara formaldehit uygulamasının yapıldığı günler, uygulama miktarı ve süresi Çizelge 4.3’de verilmiştir.



Şekil 4.28. Dip örneğinin mikroskop görüntüsü (Orijinal)



Şekil 4.29. Dip örneklerinin mikroskopta incelenmesi (Orijinal)

Çizelge 4.3. Denemede larva tanklarına uygulanan formaldehit miktarı ve süresi

Gün	Miktar (ppm)	Süre (saat)
15	75	1.5
19	100	1.5
24	100	1.5
27	125	2
30	125	2
35	150	2

Tüm deneme tanklarına denemenin 23. gününde anti bakteriyel amaçlı olarak 200 ppm Vil-floks 1.5 saat süre ile uygulanmıştır.

4.2.12. Biyometrik Ölçümlerin Yapılması

Larvaların biyometrik ölçümleri, deneme sonunda her bir tanktan tesadüfi olarak alınan 35 adet larvadan yapılmıştır. Larvalar ölçüm işlemi öncesinde 6 saat aç bırakılmıştır. Larvalar MS-222 ile bayıltılmış ve sonrasında boy ve ağırlıkları ölçülmüş ve kaydedilmiştir (Şekil 4.30).



Şekil 4.30. Larvaların biyometrik ölçümlerinin yapılması (Orijinal)

4.2.13. Döllenme ve Çıkış Oranının Belirlenmesi

Yumurta gelişimi 2-64 hücreli durumda örnekleme yapılarak döllenmiş yumurta sayısı belirlenmiştir. Sadece temiz ve seffaf yumurtalar kullanılarak hücre bölünmesi

durumuna göre hücre bölünmeleri görünüyorsa döllenmiş, bölünmeler görünmüyorsa döllenmemiş olarak kaydedilmiştir (Howell ve ark., 1991, Aydın, 2008; Polat, 2011).

Döllenme oranının hesaplanmasında beherdeki bulunan yaklaşık 100 adet yumurtanın tamamı gözlemlenerek değerlendirilmiştir. Döllenme oranı, döllenmiş yumurta sayısının toplam yumurta sayısına oranlanması ile hesaplanmıştır (Howell ve ark., 1991; Nissling ve ark., 2006; Aydın, 2008; Polat, 2011).

$$\text{Döllenme Oranı (\%)} = \frac{\text{Döllenmiş yumurta sayısı (adet)}}{\text{Toplam yumurta sayısı (adet)}} \times 100 \quad (4.1)$$

Çıkış oranı, çıkan larvaların tamamı sayılarak döllenmiş yumurtaya sayısına oranı ile hesaplanmıştır (Polat, 2011).

$$\text{Çıkış Oranı (\%)} = \frac{\text{Çıkan larva sayısı (adet)}}{\text{Döllenmiş Yumurta sayısı (adet)}} \times 100 \quad (4.2)$$

4.2.14. Yaşama Oranlarının Belirlenmesi

20. günden itibaren sifonlama işlemi esnasında ve gün içerisinde yapılan gözlemler sırasında tespit edilen ölü larvaların sayıları deneme sonuna kadar kaydedilmiştir. Deneme sonunda her bir tanktaki canlı larvalar sayılmış ve yaşama oranları hesaplanmıştır. Yaşama oranının hesaplanmasında aşağıdaki formül kullanılmıştır (Pickering ve ark., 1987).

$$\text{Yaşama oranı (\%)} = \frac{\text{Deneme sonu birey sayısı (adet)}}{\text{Deneme başı birey sayısı (adet)}} \times 100 \quad (4.3)$$

4.2.15. Verilerin Değerlendirilmesi

Deneme süresince elde edilen; deneme başı ve deneme sonu canlı larva sayısı, günlük deniz suyu sıcaklığı, deneme tanklarındaki günlük su değişim oranı, larvaların beslemesinde kullanılan canlı yem ve yapay yem miktarı, yeşil su tekniği için verilen yeşil alg miktarı, deniz suyunun fiziko-kimyasal parametreleri, ölü larva sayıları ve deneme sonunda canlı larvaların biyometrik ölçümlerine ait tutulan kayıtlardan elde edilen sayısal veriler Microsoft Excel 2010 programı ile kayıt altına alınmıştır.

Larvaların yaşama oranlarının, lavra total boylarının ve canlı ağırlıklarının karşılaştırılmasında tek yönlü varyans analiz testi (tek yönlü anova testi) ile yapıldıktan sonra farklılıklar Tukey testi ($p<0.05$) ile de test edilmiştir. Verilerin değerlendirilmesinde Minitab 16 ve Microsoft Excel 2010 programları kullanılmıştır.

5. BULGULAR

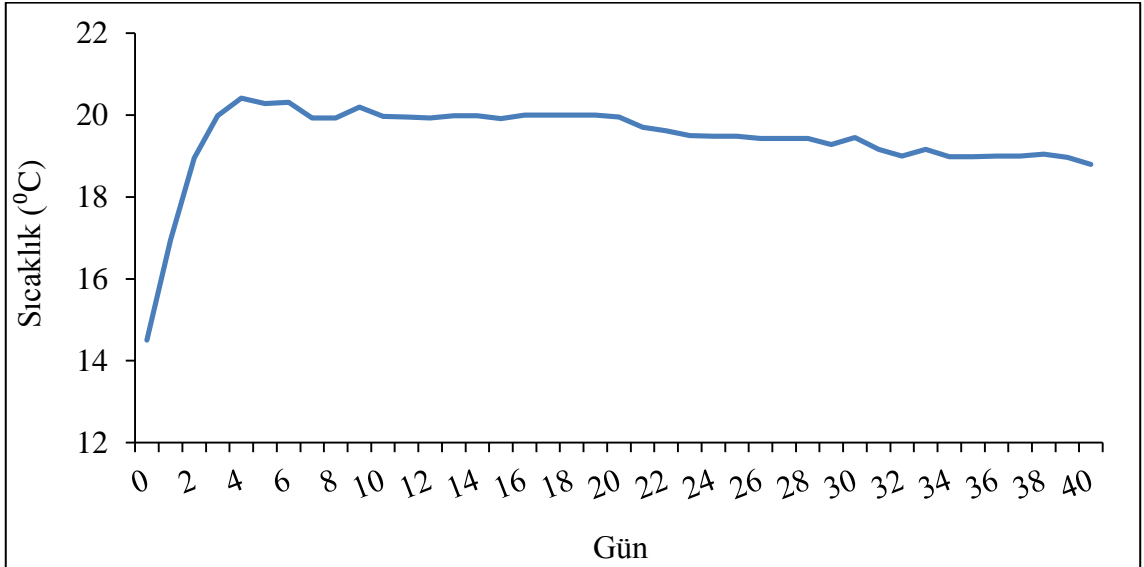
5.1. Denemede Kullanılan Yumurtalara İlişkin Bulgular

Deneme için, oluşturulan Karadeniz kalkan balığı (*Psetta maxima*, L., 1758) yumurta stokundan yapılan örneklemelemlerle, ortalama yumurta çapı 1.14 ± 0.03 mm (min: 1.08 mm, mak: 1.18 mm) ve ortalama yağ damlacığı çapı da 0.24 ± 0.01 mm (min: 0.22 mm, mak: 0.25 mm) olarak tespit edilmiştir. Yumurtalarının dölllenme oranı % 57.7; döllenmiş yumurtalardan larva çıkışı ise 116 saatte tamamlanmış olup, larva çıkış oranı da % 55.2 olarak hesaplanmıştır.

5.2. Deniz Suyunun Fiziko-Kimyasal Parametrelerine İlişkin Bulgular

5.2.1. Deniz Suyu Sıcaklığı

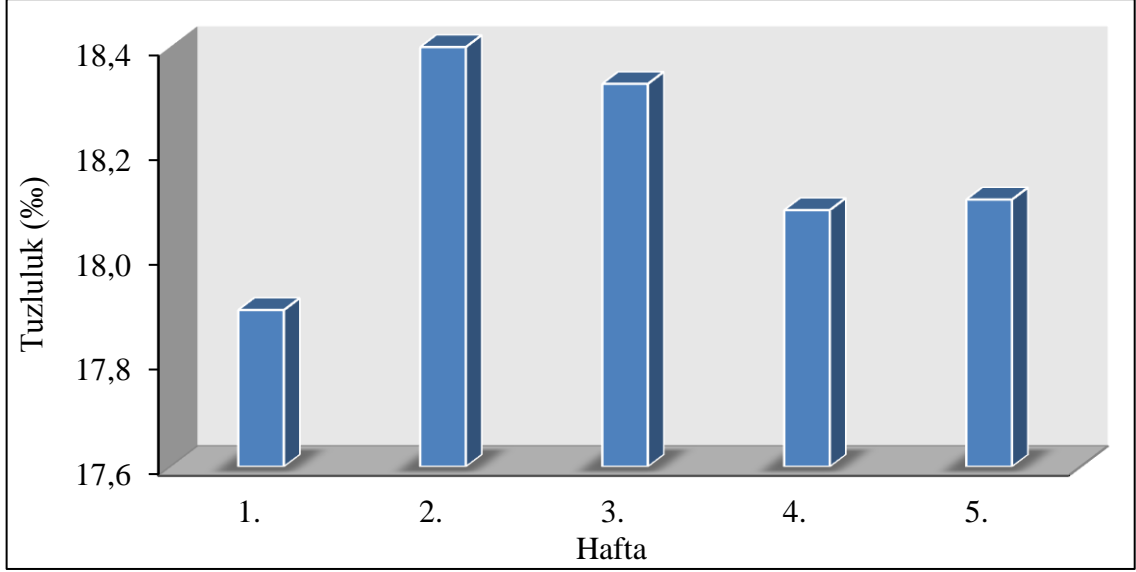
Denemede, deniz suyu ihtiyacı ortak bir su toplama havuzundan karşılanmıştır. Bu nedenle deneme grubu tankları için ortak bir deniz suyu sıcaklık değeri elde edilmiş ve ortalama deniz suyu sıcaklığı 19.4 ± 1.0 °C (min: 14.5 °C, mak: 21.2 °C) olarak ölçülmüştür (Şekil 5.1).



Şekil 5.1. Deneme süresince günlük ölçülen ortalama deniz suyu sıcaklığı

5.2.2. Deniz Suyu Tuzluluğu

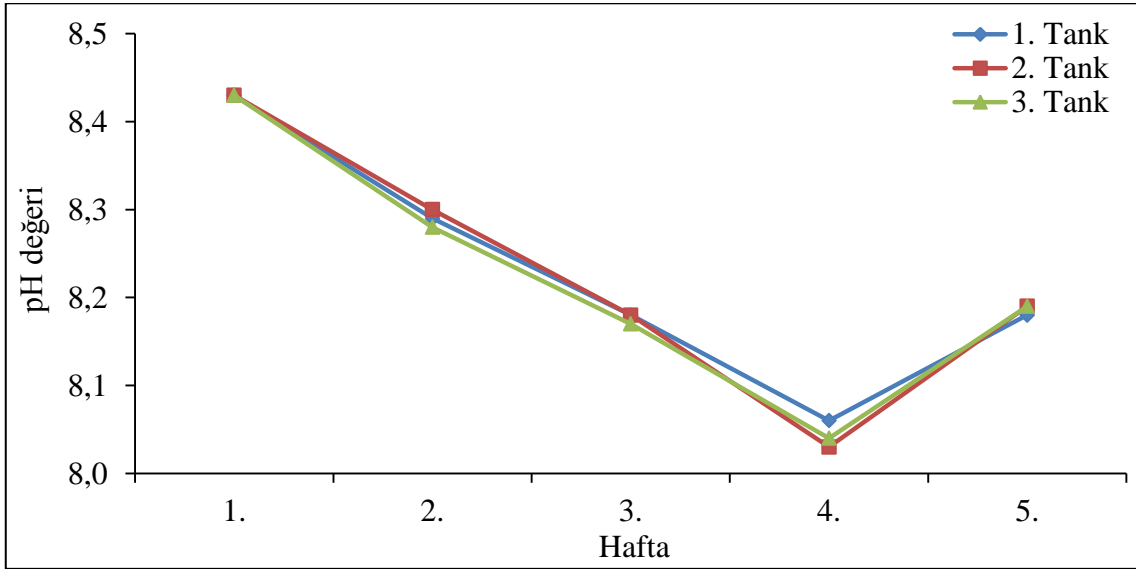
Ortak bir su toplama havuzunun kullanılması nedeniyle deneme grupları için ortak bir deniz suyu tuzluluğu değeri elde edilmiştir. Haftalık yapılan ölçümler sonucunda ortalama deniz suyu tuzluluğu $\% 18.17 \pm 0.18$ (min: $\% 17.90$, mak: $\% 18.41$) olarak tespit edilmiştir (Şekil 5.2)



Şekil 5.2. Deneme süresince haftalık ölçülen ortalama deniz suyu tuzluluğu değerleri

5.2.3. Deniz Suyu pH Değerleri

50 lüks grubunun ortalama deniz suyu pH değerleri; 1. haftada 8.43 ± 0.00 , 2. haftada 8.29 ± 0.01 , 3. haftada 8.18 ± 0.00 , 4. haftada 8.04 ± 0.01 ve 5. haftada 8.19 ± 0.00 olarak belirlenmiştir (Şekil 5.3) (Çizelge 5.1).



Şekil 5.3. 50 lüks grubu tanklarında haftalara göre ölçülen ortalama pH değerleri

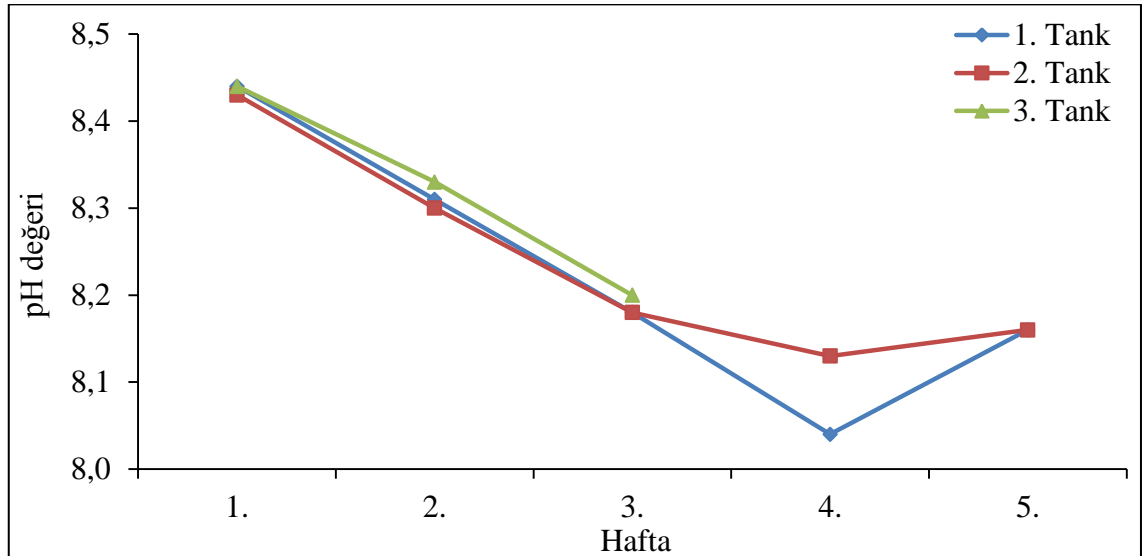
Çizelge 5.1. 50 lüks grubu tanklarında haftalara göre ölçülen ortalama pH değerleri

	Hafta				
	1.	2.	3.	4.	5.
1. Tank	8.43	8.29	8.18	8.06	8.18
2. Tank	8.43	8.30	8.18	8.03	8.19
3. Tank	8.43	8.28	8.17	8.04	8.19
Ortalama	8.43±0.00^d	8.29±0.01^c	8.18±0.00^b	8.04±0.01^a	8.19±0.00^b

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

50 lüks grubu pH değerleri istatistiksel olarak incelendiğinde, haftalar arasındaki farkın önemli olduğu tespit edilmiştir ($p < 0.05$). pH değerlerinde haftalar arasında fark tespit edildiği için, bu farkın hangi haftalar arasında olduğunu belirlemek için çoklu karşılaştırma testi yapılmıştır. Bu test sonucunda sadece 3-5. hafta pH değerleri arasındaki farkın önemli olmadığı belirlenmiştir ($p > 0.05$).

300 lüks grubu tanklarının pH değerleri ortalaması; 1. hafta 8.44 ± 0.00 , 2. hafta 8.31 ± 0.01 , 3. hafta 8.19 ± 0.01 , 4. hafta 8.09 ± 0.05 ve 5. hafta 8.16 ± 0.00 olarak ölçülmüştür (Şekil 5.4) (Çizelge 5.2).



Şekil 5.4. 300 lüks grubu tanklarında haftalara göre ölçülen ortalama pH değerleri

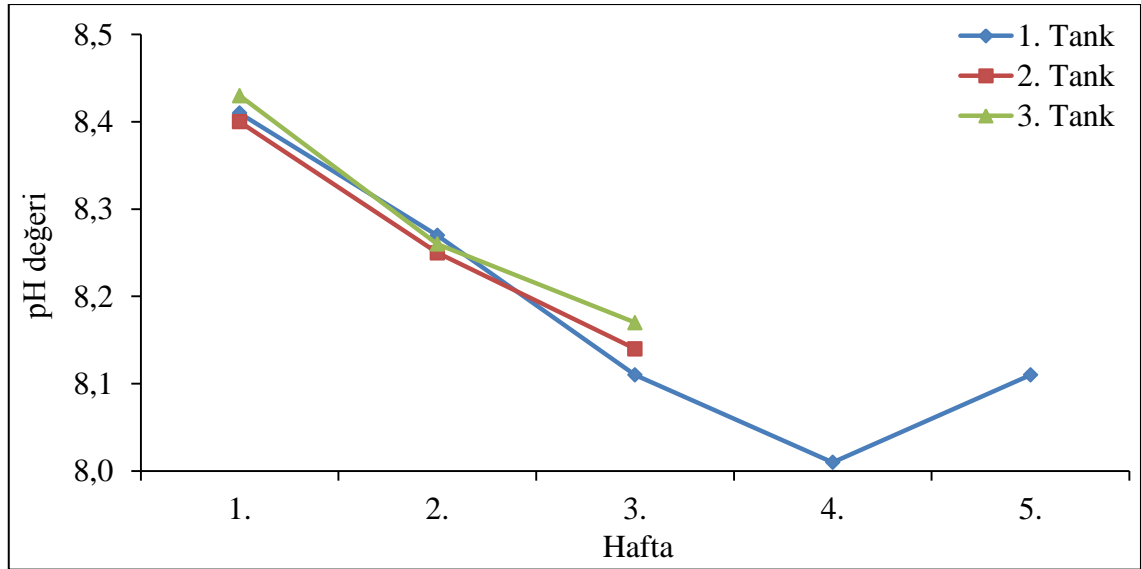
Çizelge 5.2. 300 lüks grubu tanklarında haftalara göre ölçülen ortalama pH değerleri

	Hafta				
	1.	2.	3.	4.	5.
1. Tank	8.44	8.31	8.18	8.04	8.16
2. Tank	8.43	8.30	8.18	8.13	8.16
3. Tank	8.44	8.33	8.20		
Ortalama	8.44±0.00^c	8.31±0.01^b	8.19±0.01^a	8.09±0.05^a	8.16±0.00^a

Aynı satırdaki farklı üssel harflerle ifade edilen değerler istatistiki olarak birbirinden farklıdır (p<0.05).

300 lüks grubu tanklarının pH değerleri istatistiki olarak değerlendirildiğinde, haftalar arasındaki farkın önemli olduğu (p<0.05); ancak farkın hangi haftalar arasında olduğunu belirlemek için çoklu karşılaştırma testi yapıldığında 3, 4 ve 5. hafta değerleri arasındaki farkın önemli olmadığı tespit edilmiştir (p>0.05).

600 lüks grubu ortalama pH değerleri; 1. haftada 8.41±0.01, 2. haftada 8.26±0.01, 3. haftada 8.11±0.02, 4. haftada 8.01 ve 5. haftada da 8.11 olarak belirlenmiştir (Şekil 5.5) (Çizelge 5.3).



Şekil 5.5. 600 lüks grubu tanklarında haftalara göre ölçülen ortalama pH değerleri

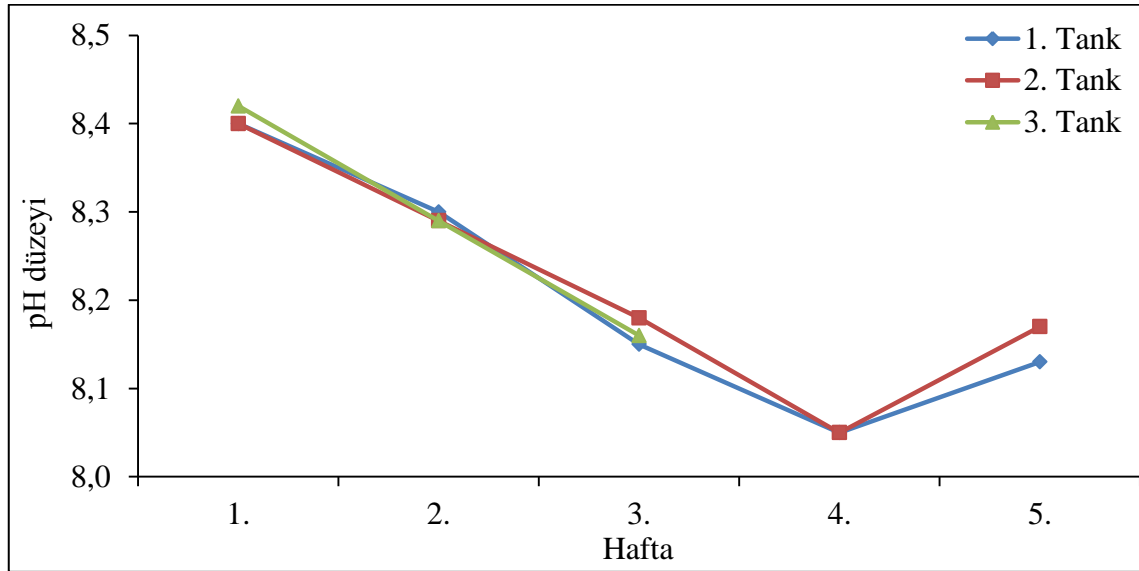
Çizelge 5.3. 600 lüks grubu tanklarında haftalara göre ölçülen ortalama pH değerleri

	Hafta				
	1.	2.	3.	4.	5.
1. Tank	8.41	8.27	8.11	8.01	8.11
2. Tank	8.40	8.25	8.14		
3. Tank	8.43	8.26	8.17		
Ortalama	8.41±0.01^a	8.26±0.01^b	8.14±0.02^c	8.01	8.11

Aynı satırdaki farklı üssel harflerle ifade edilen değerler istatistiki olarak birbirinden farklıdır (p<0.05).

600 lüks grubu pH değerleri istatistiksel açıdan incelendiğinde, haftalar arasındaki fark önemli olarak tespit edilmiştir (p<0.05).

1.000 lüks grubunun pH değerleri ortalaması; 1. hafta 8.41±0.01, 2. hafta 8.29±0.00, 3. hafta 8.16±0.01, 4. hafta 8.05±0.00 ve 5. hafta 8.15±0.02 olarak ölçülmüştür (Şekil 5.6) (Çizelge 5.4).



Şekil 5.6. 1.000 lüks grubu tanklarında haftalara göre ölçülen ortalama pH değerleri

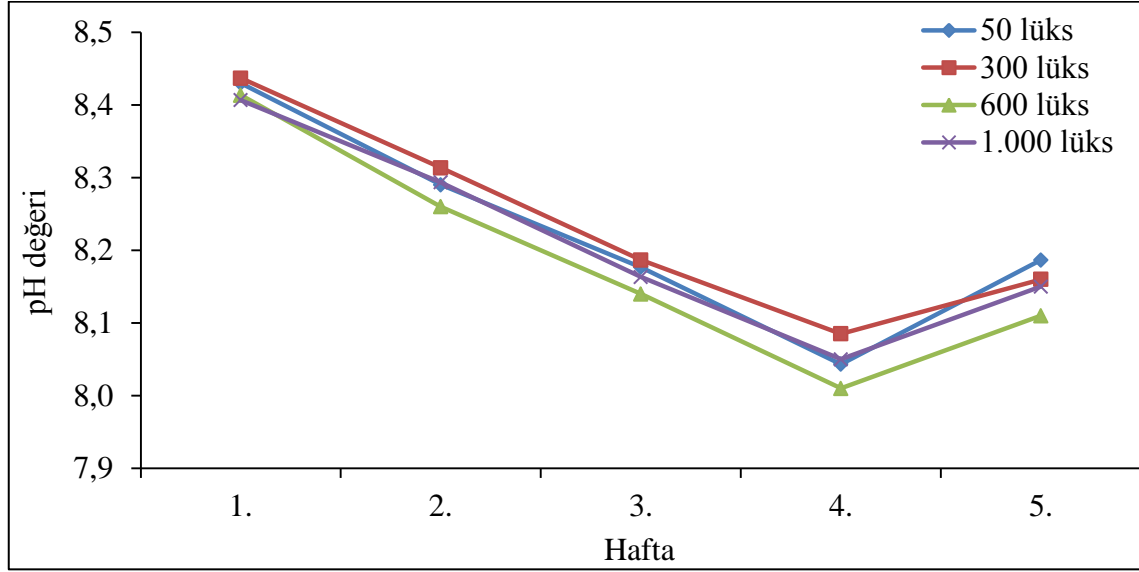
Çizelge 5.4. 1.000 lüks grubu tanklarında haftalara göre ölçülen ortalama pH değerleri

	Hafta				
	1.	2.	3.	4.	5.
1. Tank	8.40	8.30	8.15	8.05	8.13
2. Tank	8.40	8.29	8.18	8.05	8.17
3. Tank	8.42	8.29	8.16		
Ortalama	8.41±0.01^d	8.29±0.00^c	8.16±0.01^b	8.05±0.00^a	8.15±0.02^b

Aynı satırdaki farklı üssel harflerle ifade edilen değerler istatistiki olarak birbirinden farklıdır (p<0.05).

1.000 lüks grubunun pH değerleri istatistiki açıdan değerlendirildiğinde, haftalar arasındaki fark önemli olarak belirlenmiştir ($p < 0.05$). Ancak farkın hangi haftalar arasında olduğunu belirlemek için çoklu karşılaştırma testi yapıldığında 3-5. hafta pH değerleri arasındaki farkın ise önemli olmadığı belirlenmiştir ($p > 0.05$).

Deneme sonunda grupların haftalara göre ortalama pH değerleri Şekil 5.7’de ve Çizelge 5.5’de verilmiştir.



Şekil 5.7. Deneme gruplarında haftalara göre ölçülen ortalama pH değerleri

Çizelge 5.5. Deneme gruplarında haftalara göre ölçülen ortalama pH değerleri

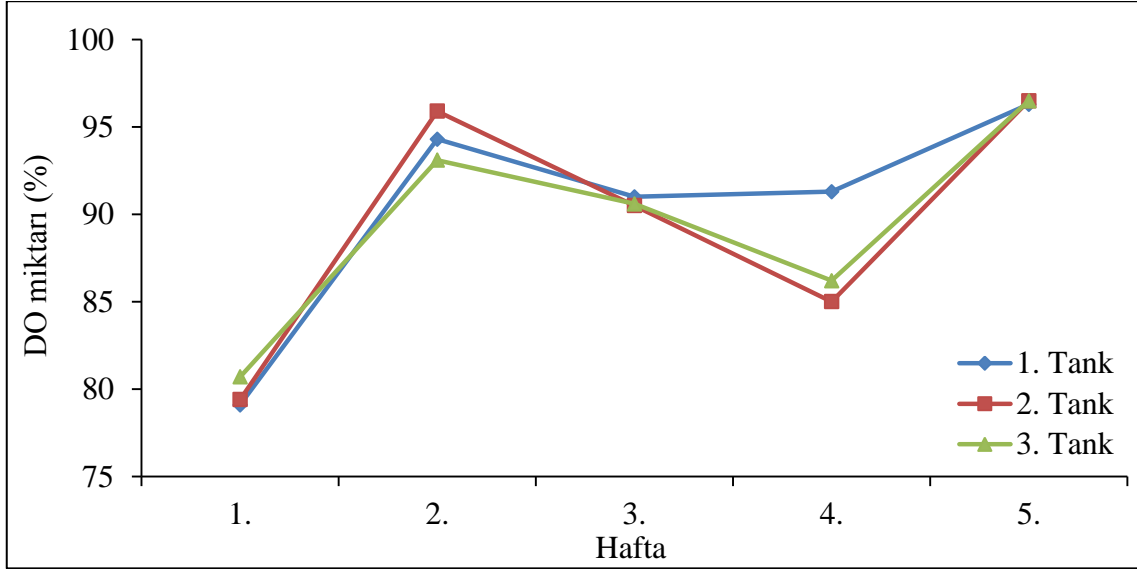
	Işık Şiddeti (lüks)			
	50	300	600	1.000
1. hafta	8.43±0.00	8.44±0.00	8.41±0.01	8.41±0.01
2. hafta	8.29±0.01	8.31±0.01	8.26±0.01	8.29±0.00
3. hafta	8.18±0.00	8.19±0.01	8.14±0.02	8.16±0.01
4. hafta	8.04±0.01	8.09±0.05	8.01	8.05±0.00
5. hafta	8.19±0.00	8.16±0.00	8.11	8.15±0.02
Genel ortalama	8.23±0.13^a	8.24±0.12^a	8.19±0.14^a	8.21±0.12^a

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

Deneme gruplarının haftalık ortalama pH değerleri incelendiğinde gruplar arasındaki farkın önemli olmadığı tespit edilmiştir ($p > 0.05$). Deneme sonunda tüm gruplar için ortalama pH değeri 8.22 ± 0.13 olarak bulunmuştur.

5.2.4. Deniz Suyu Doymuş Oksijen Miktarı

50 lüks grubunun ortalama deniz suyu DO miktarları; 1. haftada % 79.10±0.69, 2. haftada % 94.43±1.15, 3. haftada % 90.70±0.22, 4. haftada % 87.50±2.73 ve 5. haftada da % 96.43±0.09 olarak ölçülmüştür (Şekil 5.8) (Çizelge 5.6).



Şekil 5.8. 50 lüks grubu tanklarında haftalara göre ölçülen ortalama DO miktarları

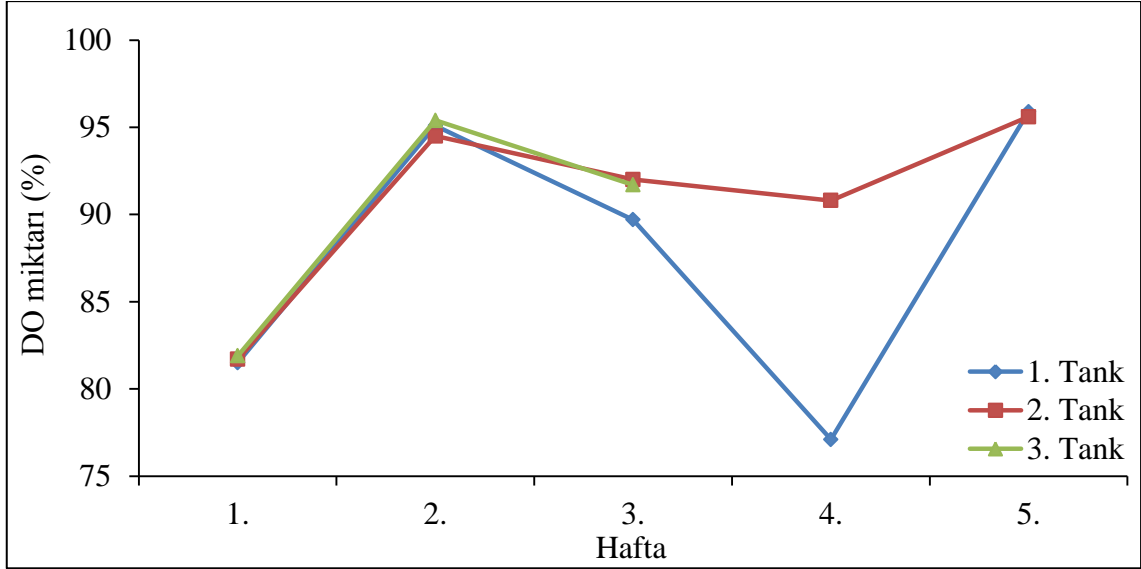
Çizelge 5.6. 50 lüks grubu tanklarında haftalara göre ölçülen ortalama DO miktarları (%)

	Hafta				
	1.	2.	3.	4.	5.
1. Tank	79.10	94.30	91.00	91.30	96.30
2. Tank	79.40	95.90	90.50	85.00	96.50
3. Tank	80.70	93.10	90.60	86.20	96.50
Ortalama	79.73±0.69^a	94.43±1.15^c	90.70±0.22^b	87.50±2.73^b	96.43±0.09^c

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

50 lüks grubu DO miktarları istatistiksel olarak incelendiğinde, haftalar arasındaki farkın önemli olduğu tespit edilmiştir ($p < 0.05$). Haftalar arasında fark tespit edildiği için, bu farkın hangi haftalar arasında olduğunu belirlemek için çoklu karşılaştırma testi yapılmıştır. Bu test sonucunda 2-5. ve 3-4. hafta değerleri arasındaki farkın önemli olmadığı belirlenmiştir ($p > 0.05$).

300 lüks grubu tanklarının DO miktarının ortalaması; 1. hafta % 81.70±0.16, 2. hafta % 95.00±0.37, 3. hafta % 91.13±1.02, 4. hafta % 83.95±6.85 ve 5. hafta da % 95.75±0.15 olarak tespit edilmiştir (Şekil 5.9) (Çizelge 5.7).



Şekil 5.9. 300 lüks grubu tanklarında haftalara göre ölçülen ortalama DO miktarları

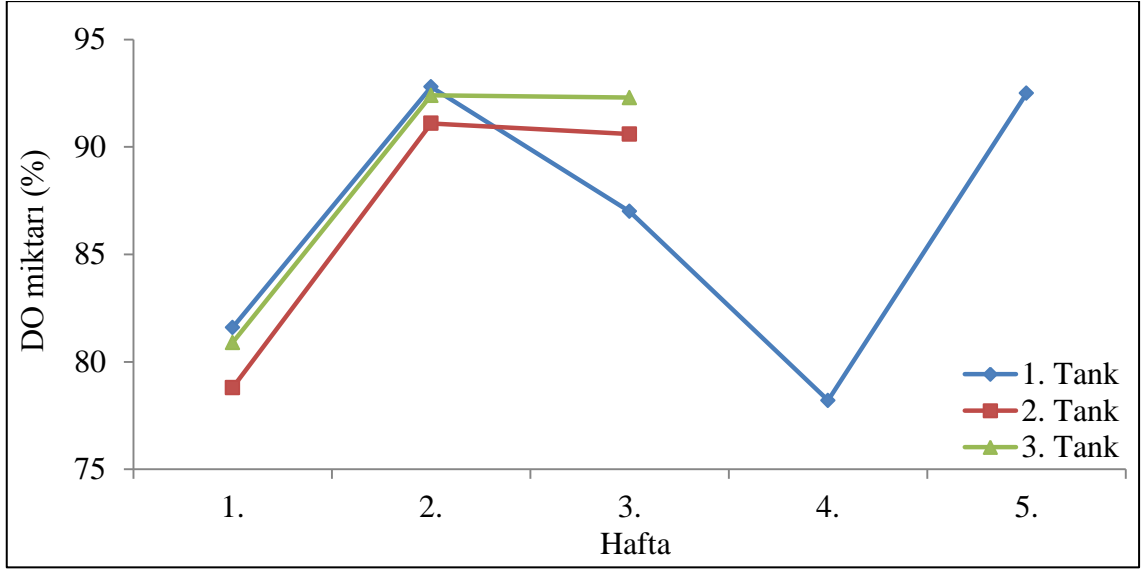
Çizelge 5.7. 300 lüks grubu tanklarında haftalara göre ölçülen ortalama DO miktarları (%)

	Hafta				
	1.	2.	3.	4.	5.
1. Tank	81.50	95.10	89.70	77.10	95.90
2. Tank	81.70	94.50	92.00	90.80	95.60
3. Tank	81.90	95.40	91.70		
Ortalama	81.70±0.16^a	95.00±0.37^c	91.13±1.02^b	83.95±6.85^{a,b,c}	95.75±0.15^c

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

300 lüks grubu tanklarının DO miktarları istatistiki olarak değerlendirildiğinde, haftalar arasındaki farkın önemli olduğu ($p < 0.05$); ancak farkın hangi haftalar arasında olduğunu belirlemek için çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre 1-4., 2-4., 2-5., 3-4. ve 4-5. hafta değerleri arasındaki farkın ise önemli olmadığı belirlenmiştir ($p > 0.05$).

600 lüks grubu ortalama DO miktarları; 1. haftada % 80.43 ± 1.19 , 2. haftada % 92.10 ± 0.73 , 3. haftada % 89.97 ± 2.21 , 4. haftada % 78.20 ve 5. haftada da % 92.50 olarak ölçülmüştür (Şekil 5.10) (Çizelge 5.8).



Şekil 5.10. 600 lüks grubu tanklarında haftalara göre ölçülen ortalama DO miktarları

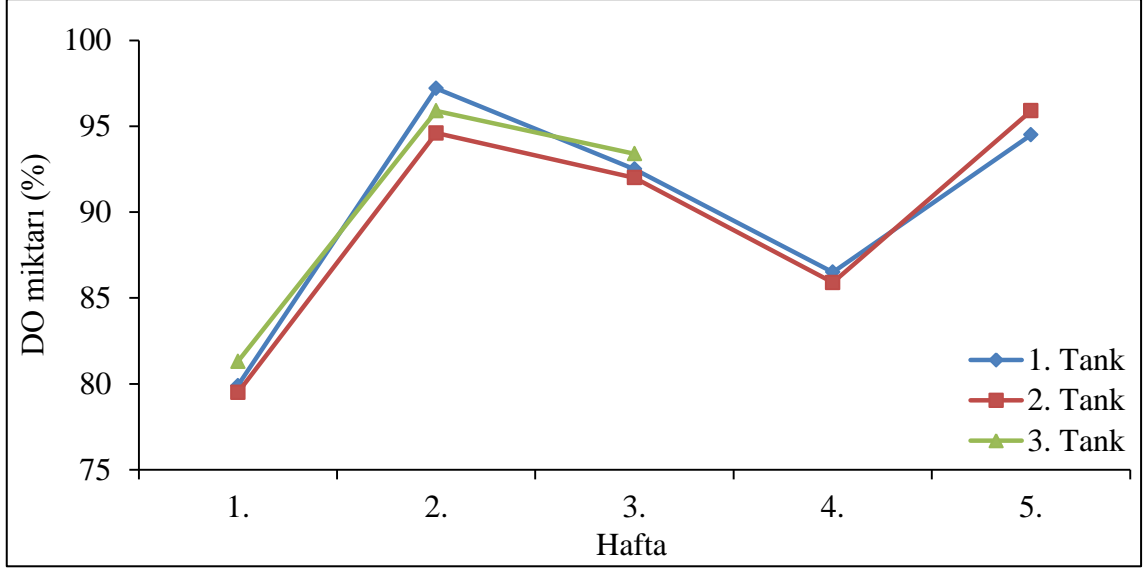
Çizelge 5.8. 600 lüks grubu tanklarında haftalara göre ölçülen ortalama DO miktarları (%)

	Hafta				
	1.	2.	3.	4.	5.
1. Tank	81.60	92.80	87.00	78.20	92.50
2. Tank	78.80	91.10	90.60		
3. Tank	80.90	92.40	92.30		
Ortalama	80.43±1.19^a	92.10±0.73^b	89.97±2.21^b		

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

600 lüks grubu DO miktarları istatistiksel açıdan incelendiğinde, haftalar arasındaki fark önemli olarak tespit edilmiştir ($p < 0.05$). Farkın hangi haftalar arasında olduğunu belirlemek için çoklu karşılaştırma testi yapılmıştır. Bu test 2-3. hafta değerleri arasındaki farkın önemli olmadığı belirlenmiştir ($p > 0.05$).

1.000 lüks grubunun DO miktarları ortalaması; 1. hafta % 80.23 ± 0.77 , 2. hafta % 95.90 ± 1.06 , 3. hafta % 92.63 ± 0.58 , 4. hafta % 86.20 ± 0.30 ve 5. hafta da % 95.20 ± 0.70 olarak tespit edilmiştir (Şekil 5.11) (Çizelge 5.9).



Şekil 5.11. 1.000 lüks grubu tanklarında haftalara göre ölçülen ortalama DO miktarları

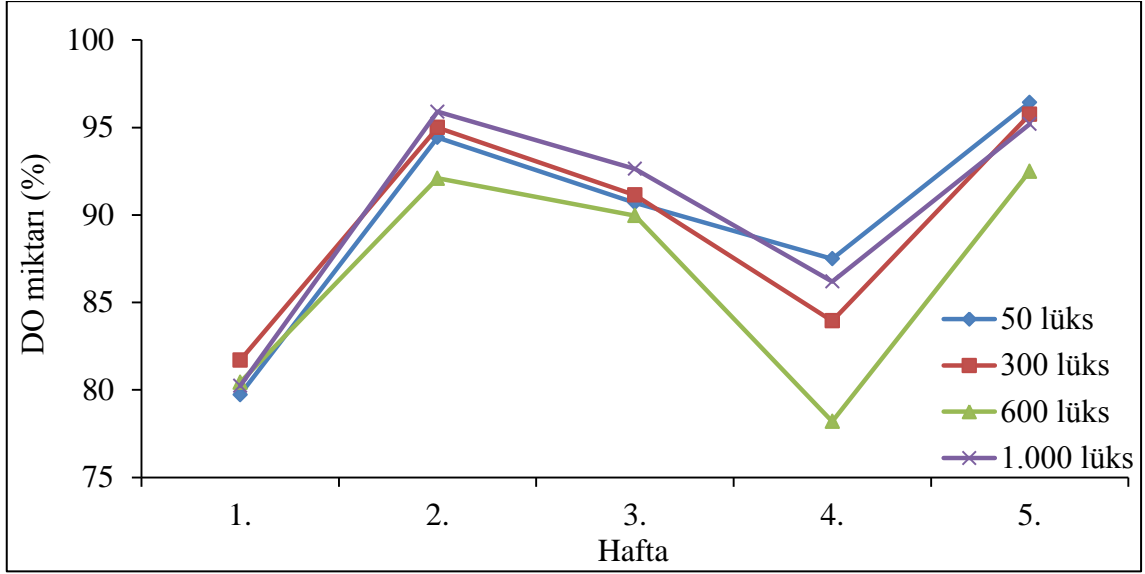
Çizelge 5.9. 1.000 lüks grubu tanklarında haftalara göre ölçülen ortalama DO miktarları (%)

	Hafta				
	1.	2.	3.	4.	5.
1. Tank	79.90	97.20	92.50	86.50	94.50
2. Tank	79.50	94.60	92.00	85.90	95.90
3. Tank	81.30	95.90	93.40		
Ortalama	80.23±0.77^a	95.90±1.06^d	92.63±0.58^c	86.20±0.30^b	95.20±0.70^d

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

1.000 lüks grubunun DO miktarları istatistiki açıdan değerlendirildiğinde, haftalar arasındaki fark önemli olarak belirlenmiştir ($p < 0.05$). Ancak farkın hangi haftalar arasında olduğunu belirlemek için çoklu karşılaştırma testi yapıldığında 2-5. hafta DO değerleri arasındaki farkın önemli olmadığı belirlenmiştir ($p > 0.05$).

Deneme sonunda grupların haftalara göre ortalama DO miktarları Şekil 5.12’de Çizelge 5.10’daki gibidir.



Şekil 5.12. Deneme gruplarında haftalara göre ölçülen ortalama DO miktarları

Çizelge 5.10. Deneme gruplarında haftalara göre ölçülen ortalama DO miktarları (%)

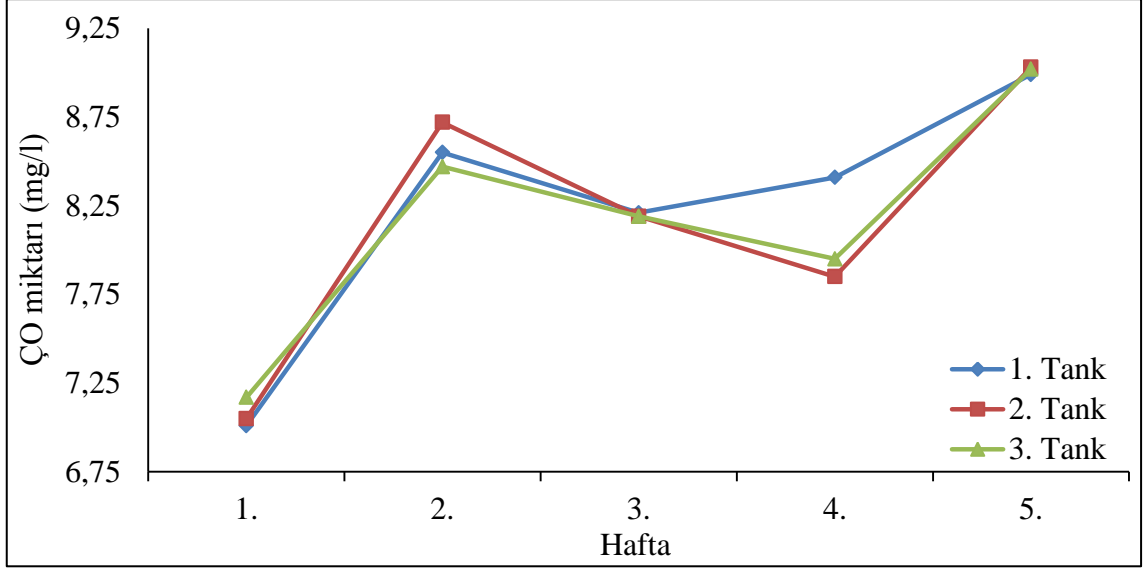
	Işık Şiddeti (lüks)			
	50	300	600	1.000
1. hafta	79.73±0.69	81.70±0.16	80.43±1.19	80.23±0.77
2. hafta	94.43±1.15	95.00±0.37	92.10±0.73	95.90±1.06
3. hafta	90.70±0.22	91.13±1.02	89.97±2.21	92.63±0.58
4. hafta	87.50±2.73	83.95±6.85	78.20	86.20±0.30
5. hafta	96.43±0.09	95.75±0.15	92.50	95.20±0.70
Genel ortalama	89.76±5.88^a	89.51±5.72^a	86.64±6.08^a	90.03±5.98^a

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

Deneme gruplarının haftalık ortalama DO değerleri incelendiğinde gruplar arasındaki farkın önemli olmadığı tespit edilmiştir ($p > 0.05$). Deneme sonunda tüm gruplar için ortalama DO miktarı % 88.99 ± 6.07 olarak bulunmuştur.

5.2.5. Deniz Suyu Çözünmüş Oksijen Değeri

50 lüks grubunda kullanılan deniz suyunun ortalama ÇO değerleri; 1. haftada 7.08 ± 0.07 mg/l, 2. haftada 8.58 ± 0.10 mg/l, 3. haftada 8.20 ± 0.01 mg/l, 4. haftada 8.07 ± 0.24 mg/l ve 5. Haftada da 9.01 ± 0.02 mg/l olarak ölçülmüştür (Şekil 5.13) (Çizelge 5.11).



Şekil 5.13. 50 lüks grubu tanklarında haftalara göre ölçülen ortalama ÇO değerleri

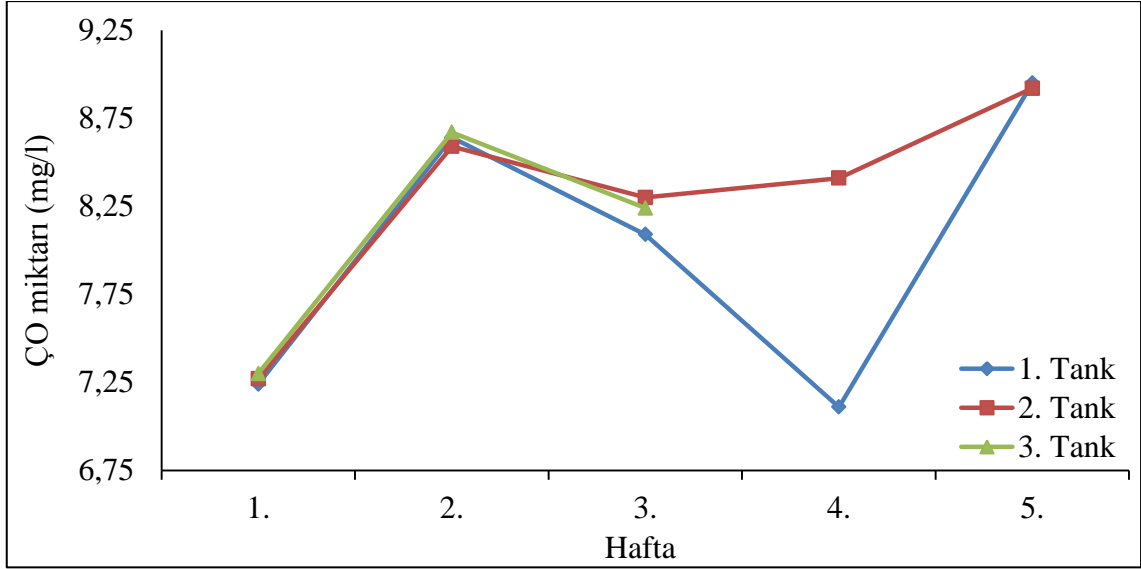
Çizelge 5.11. 50 lüks grubu tanklarında haftalara göre ölçülen ortalama ÇO değerleri (mg/l)

	Hafta				
	1.	2.	3.	4.	5.
1. Tank	7.01	8.55	8.21	8.41	8.99
2. Tank	7.05	8.72	8.19	7.85	9.03
3. Tank	7.17	8.47	8.19	7.95	9.02
Ortalama	7.08±0.07^a	8.58±0.10^b	8.20±0.01^c	8.07±0.24^{b,c}	9.01±0.02^d

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

50 lüks grubunun ÇO değerleri istatistiksel olarak incelendiğinde, haftalar arasındaki farkın önemli olduğu tespit edilmiştir ($p < 0.05$). Haftalar arasında fark tespit edildiği için, bu farkın hangi haftalar arasında olduğunu belirlemek için çoklu karşılaştırma testi yapılmıştır. Bu test sonucunda 2-4. ve 3-4. haftalar arasındaki farkın önemli olmadığı belirlenmiştir ($p > 0.05$).

300 lüks grubu tanklarının ÇO değerlerinin ortalaması; 1. hafta 7.27 ± 0.02 mg/l, 2. hafta 8.63 ± 0.03 mg/l, 3. hafta 8.21 ± 0.09 mg/l, 4. hafta 7.76 ± 0.65 mg/l ve 5. hafta da 8.94 ± 0.01 mg/l olarak tespit edilmiştir (Şekil 5.14) (Çizelge 5.12).



Şekil 5.14. 300 lüks grubu tanklarında haftalara göre ölçülen ortalama ÇO değerleri

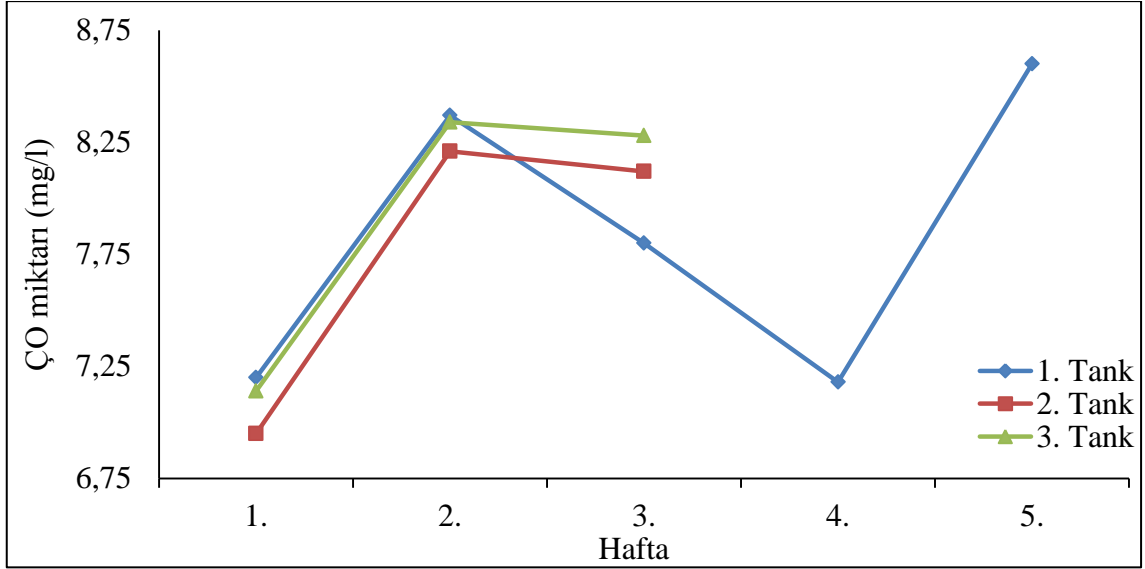
Çizelge 5.12. 300 lüks grubu tanklarında haftalara göre ölçülen ortalama ÇO değerleri (mg/l)

	Hafta				
	1.	2.	3.	4.	5.
1. Tank	7.24	8.64	8.09	7.11	8.95
2. Tank	7.27	8.59	8.30	8.41	8.92
3. Tank	7.30	8.67	8.24		
Ortalama	7.27±0.02^a	8.63±0.03^d	8.21±0.09^c	7.76±0.65^{a,b,c,d}	8.94±0.01^{b,c,e}

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

300 lüks grubu tanklarının ÇO değerleri istatistiki olarak değerlendirildiğinde, haftalar arasındaki farkın önemli olduğu ($p < 0.05$); ancak farkın hangi haftalar arasında olduğunu belirlemek için çoklu karşılaştırma testi yapıldığında 1-4., 2-4., 3-4., 3-5. ve 4-5. haftalar arasındaki farkın ise önemli olmadığı tespit edilmiştir ($p > 0.05$).

600 lüks grubu ortalama ÇO değerleri; 1. hafta 7.10 ± 0.11 mg/l, 2. hafta 8.31 ± 0.07 mg/l, 3. hafta 8.07 ± 0.20 mg/l, 4. hafta 7.18 mg/l ve 5. hafta 8.60 mg/l olarak ölçülmüştür (Şekil 5.15) (Çizelge 5.13).



Şekil 5.15. 600 lüks grubu tanklarında haftalara göre ölçülen ortalama ÇO değerleri

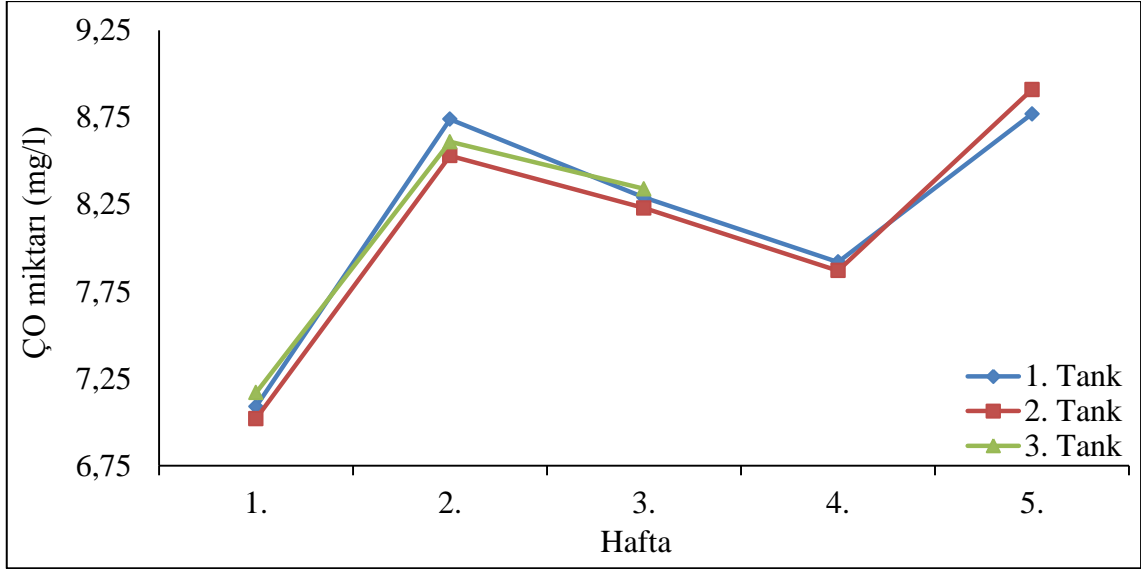
Çizelge 5.13. 600 lüks grubu tanklarında haftalara göre ölçülen ortalama ÇO değerleri (mg/l)

	Hafta				
	1.	2.	3.	4.	5.
1. Tank	7.20	8.37	7.80	7.18	8.60
2. Tank	6.95	8.21	8.12		
3. Tank	7.14	8.34	8.28		
Ortalama	7.10±0.11^a	8.31±0.07^b	8.07±0.20^b		

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

600 grubu ÇO değerleri istatistiksel açıdan incelendiğinde, haftalar arasındaki farkın önemli olduğu belirlenmiştir ($p < 0.05$). Farkın hangi haftalar arasında olduğunu belirlemek için çoklu karşılaştırma testi yapılmıştır. Bu test 2-3. hafta değerleri arasındaki farkın önemli olmadığı tespit edilmiştir ($p > 0.05$).

1.000 lüks grubunun ÇO değerleri ortalaması; 1. hafta 7.09 ± 0.06 mg/l, 2. hafta 8.63 ± 0.09 mg/l, 3. hafta 8.29 ± 0.04 mg/l, 4. hafta 7.90 ± 0.02 mg/l ve 5. hafta da 8.84 ± 0.07 mg/l olarak belirlenmiştir (Şekil 5.16) (Çizelge 5.14).



Şekil 5.16. 1.000 lüks grubu tanklarında haftalara göre ölçülen ortalama ÇO değerleri

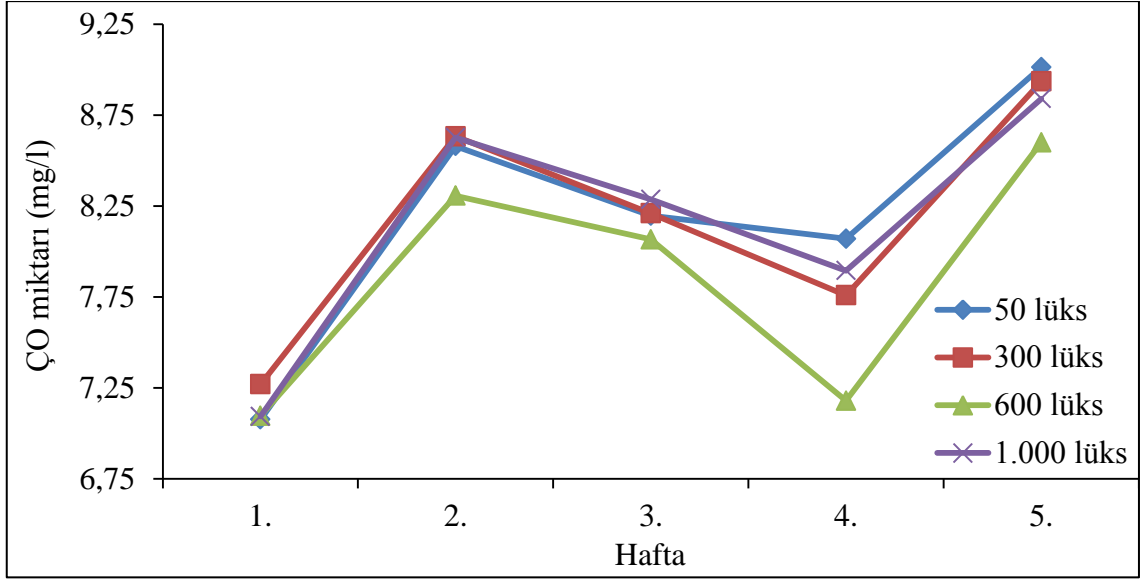
Çizelge 5.14. 1.000 lüks grubu tanklarında haftalara göre ölçülen ortalama ÇO değerleri (mg/l)

	Hafta				
	1.	2.	3.	4.	5.
1. Tank	7.09	8.74	8.29	7.92	8.77
2. Tank	7.02	8.53	8.23	7.87	8.91
3. Tank	7.17	8.61	8.34		
Ortalama	7.09±0.06^a	8.63±0.09^d	8.29±0.04^c	7.90±0.02^b	8.84±0.07^d

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

1.000 lüks grubunun ÇO değerleri istatistiki açıdan değerlendirildiğinde, haftalar arasındaki farkın önemli olduğu ($p < 0.05$); ancak farkın hangi haftalar arasında olduğunu belirlemek için çoklu karşılaştırma testi 2-5. hafta değerleri arasındaki farkın ise önemli olmadığı tespit edilmiştir ($p > 0.05$).

Deneme sonunda grupların haftalara göre ortalama ÇO değerleri Şekil 5.17'de ve Çizelge 5.15'de verilmiştir.



Şekil 5.17. Deneme gruplarında haftalara göre ölçülen ortalama ÇO değerleri

Çizelge 5.15. Denem gruplarında haftalara göre ölçülen ortalama ÇO değerleri (mg/l)

	Işık Şiddeti (lüks)			
	50	300	600	1.000
1. hafta	7.08±0.07	7.27±0.02	7.10±0.11	7.09±0.06
2. hafta	8.58±0.10	8.63±0.03	8.31±0.07	8.63±0.09
3. hafta	8.20±0.01	8.21±0.09	8.07±0.20	8.29±0.04
4. hafta	8.07±0.24	7.76±0.65	7.18	7.90±0.02
5. hafta	9.01±0.02	8.94±0.01	8.60	8.84±0.07
Genel ortalama	8.19±0.65^a	8.16±0.60^a	7.85±0.61^a	8.15±0.62^a



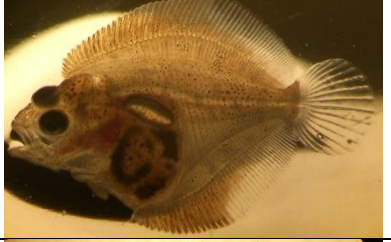


Aynı satırdaki farklı üssel harflerle ifade edilen değerler istatistiki olarak birbirinden farklıdır (p<0.05).

Deneme gruplarının haftalık ortalama ÇO değerleri incelendiğinde gruplar arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olmadığı belirlenmiştir (p>0.05). Deneme sonunda tüm gruplar için ortalama ÇO değeri 8.09±0.63 mg/l olarak bulunmuştur.

5.3. Larval Gelişim

Deneme süresince, larval gelişim hakkında fikir vermesi için yapılan örneklemeler sonucunda morfolojik gelişime ilişkin değerlendirilmeler ve larvaların mikroskop görüntüleri Çizelge 5.16'da verilmiştir.

Çizelge 5.16. Denemede kullanılan Karadeniz kalkan balığı larvalarının morfolojik gelişimi

Gün	Morfolojik Gelişim	Görünüm
0	Gözler renksiz, ağız ve anüs açıklığı kapalı durumdadır.	
10	Pektoral yüzgeçlerin gelişimi tamamlanmıştır. Dorsal ve anal yüzgeç ışınları oluşmaya başlamıştır. Vücut pigmentasyonu belirginleşmeye başlamıştır.	
20	Anal yüzgeç başlangıcı tamamen farklılaşmış ve anüs açıklığındaki yüzgeç ayrımı belirgin hale gelmiştir. Dorsal ve anal yüzgeçlerdeki pigmentasyon daha belirgin bir hal almıştır. Nokartın yukarı doğru kıvrılması tamamlanmış ve kaudal yüzgeç ışınları belirgin bir hal almıştır.	
30	Bütün yüzgeçlerin gelişimi tamamlanmıştır. Kaudal yüzgeçte pigmentasyon başlamamıştır.	
40	Vücut dış anatomik yapısı türe özgü dikenler hariç tamamlanmıştır.	

5.4. Larvaların Yaşama Oranlarına İlişkin Bulgular

Denemenin süresince larvalarda karşılaşılan bakteri ve parazitten ileri gelen toplu ölümler nedeniyle, denemenin 20., 23., 26., 29. ve 40. günlerinde deneme gruplarına ait yaşama oranları verilmiştir.

5.4.1. 50 Lüks Grubu Larvalarının Yaşama Oranı

50 lüks grubuna deneme başında stoklanan 12.000 adet larvanın, deneme sonunda 2.825 adedi sağ kalmış ve grubun deneme sonunda yaşama oranı % 23.54 olarak hesaplanmıştır. Deneme sonunda grup tanklardaki larva yaşama oranı ise; 1. tankta % 18.65, 2. tankta % 25.00 ve 3. tankta % 26.98 olarak tespit edilmiştir.

50 lüks grubu tanklarındaki larvaların belirtilen günlere göre yaşama oranları; 20. günde 1. tandaki yaşama oranı % 19.65 (786 adet canlı larva), 2. tandaki yaşama oranı % 25.35 (1.014 adet canlı larva) ve 3. tandaki yaşama oranı % 27.18 (1.087 adet canlı larva); 23., 26. ve 29. günde 1. tandaki yaşama oranı % 19.55 (782 adet canlı larva), 2. tandaki yaşama oranı % 25.23 (1.009 adet canlı larva) ve 3. tandaki yaşama oranı % 27.08 (1.083 adet canlı larva); 40. günde 1. tandaki yaşama oranı % 18.65 (746 adet canlı larva), 2. tandaki yaşama oranı % 25.00 (1.000 adet canlı larva) ve 3. tandaki yaşama oranı % 26.98 (1.079 adet canlı larva) şeklinde hesaplanmıştır (Çizelge 5.17).

Çizelge 5.17. 50 lüks grubu larvalarının yaşama oranları

		Tank		
		1	2	3
20. gün	Larva Sayısı (adet)	786	1.014	1.087
	Yaşama Oranı (%)	19.65	25.35	27.18
23. gün	Larva Sayısı (adet)	782	1.009	1.083
	Yaşama Oranı (%)	19.55	25.23	27.08
26. gün	Larva Sayısı (adet)	782	1.009	1.083
	Yaşama Oranı (%)	19.55	25.23	27.078
29. gün	Larva Sayısı (adet)	782	1.009	1.083
	Yaşama Oranı (%)	19.55	25.23	27.08
40. gün	Larva Sayısı (adet)	746	1.000	1.079
	Yaşama Oranı (%)	18.65	25.00	26.98

5.4.2. 300 Lüks Grubu Larvalarının Yaşama Oranı

300 lüks grubuna deneme başında stoklanan 12.000 adet larvanın, deneme sonunda 1.554 adedi sağ kalmış ve grubun deneme sonunda yaşama oranı % 12.95 olarak hesaplanmıştır. Deneme sonunda grup tanklardaki larva yaşama oranı; 1. tankta % 15.93 ve 2. tankta % 22.93 olarak tespit edilmiştir.

300 lüks grubu tanklarındaki larvaların belirtilen günlere göre yaşama oranları; 20. günde 1. tandaki yaşama oranı % 21.20 (848 adet canlı larva), 2. tandaki yaşama oranı % 24.55 (982 adet canlı larva) ve 3. tandaki yaşama oranı % 16.35 (654 adet canlı larva); 23. günde 1. tandaki yaşama oranı % 21.10 (844 adet canlı larva), 2. tandaki yaşama oranı % 24.43 (977 adet canlı larva) ve 3. tandaki yaşama oranı % 16.35 (654 adet canlı larva); 26. günde 1. tandaki yaşama oranı % 21.10 (844 adet canlı larva), 2. tandaki yaşama oranı % 24.43 (977 adet canlı larva) ve 3. tandaki yaşama oranı % 16.25 (650 adet canlı larva); 29. günde 1. tandaki yaşama oranı % 21.10 (844 adet canlı larva),

2. tandaki yaşama oranı % 24.35 (974 adet canlı larva) ve 3. tandaki yaşama oranı % 8.68 (347 adet canlı larva); 40. günde 1. tandaki yaşama oranı % 15.93 (637 adet canlı larva) ve 2. tandaki yaşama oranı % 22.93 (917 adet canlı larva) şeklinde hesaplanmıştır (Çizelge 5.18).

Çizelge 5.18. 300 lüks grubu larvalarının yaşama oranları

		Tank		
		1	2	3
20. gün	Larva Sayısı (adet)	848	982	654
	Yaşama Oranı (%)	21.20	24.55	16.35
23. gün	Larva Sayısı (adet)	844	977	654
	Yaşama Oranı (%)	21.10	24.43	16.35
26. gün	Larva Sayısı (adet)	844	977	650
	Yaşama Oranı (%)	21.10	24.43	16.25
29. gün	Larva Sayısı (adet)	844	974	347
	Yaşama Oranı (%)	21.10	24.35	8.68
40. gün	Larva Sayısı (adet)	637	917	-
	Yaşama Oranı (%)	15.93	22.93	0

5.4.3. 600 Lüks Grubu Larvalarının Yaşama Oranı

600 lüks grubuna deneme başında stoklanan 12.000 adet larvanın, deneme sonunda 1.038 adedi sağ kalmış ve grubun deneme sonunda yaşama oranı % 8.65 olarak hesaplanmıştır. Deneme sonunda grupta sadece 1. tanktaki larvalar sağ kalmıştır.

600 lüks grubu tanklarındaki larvaların belirtilen günlere göre yaşama oranları; 20. günde 1. tandaki yaşama oranı % 27.93 (1.117 adet canlı larva), 2. tandaki yaşama oranı % 27.50 (1.100 adet canlı larva) ve 3. tandaki yaşama oranı % 15.43 (617 adet canlı larva); 23. günde 1. tandaki yaşama oranı % 27.85 (1.114 adet canlı larva), 2. tandaki yaşama oranı % 26.15 (1.046 adet canlı larva) ve 3. tandaki yaşama oranı % 15.03 (601 adet canlı larva); 26. günde 1. tandaki yaşama oranı % 27.75 (1.110 adet canlı larva), 2. tandaki yaşama oranı % 16.60 (664 adet canlı larva) ve 3. tandaki yaşama oranı % 13.83 (553 adet canlı larva); 29. günde 1. tandaki yaşama oranı % 27.73 (1.109 adet canlı larva) ve 3. tandaki yaşama oranı % 3.85 (154 adet canlı larva); 40. günde 1. tandaki yaşama oranı % 25.95 (1.038 adet canlı larva) şeklinde hesaplanmıştır (Çizelge 5.19).

Çizelge 5.19. 600 lüks grubu larvalarının yaşama oranları

		Tank		
		1	2	3
20. gün	Larva Sayısı (adet)	1.117	1.100	617
	Yaşama Oranı (%)	27.93	27.50	15.43
23. gün	Larva Sayısı (adet)	1.114	1.046	601
	Yaşama Oranı (%)	27.85	26.15	15.03
26. gün	Larva Sayısı (adet)	1.110	664	553
	Yaşama Oranı (%)	27.75	16.60	13.83
29. gün	Larva Sayısı (adet)	1.109	-	154
	Yaşama Oranı (%)	27.73	0	3.85
40. gün	Larva Sayısı (adet)	1.038	-	-
	Yaşama Oranı (%)	25.95	0	0

5.4.4. 1.000 Lüks Grubu Larvalarının Yaşama Oranı

1.000 lüks grubuna deneme başında stoklanan 12.000 adet larvanın, deneme sonunda 1.311 adedi sağ kalmış ve grubun deneme sonunda yaşama oranı % 10.93 olarak hesaplanmıştır. Deneme sonunda grup tanklardaki larvaların yaşama oranı; 1. tankta % 17.80 ve 2. tankta % 14.98 olarak tespit edilmiştir.

1.000 lüks grubu tanklarındaki larvaların belirtilen günlere göre yaşama oranları; 20. günde 1. tandaki yaşama oranı % 18.05 (722 adet canlı larva), 2. tandaki yaşama oranı % 16.58 (663 adet canlı larva) ve 3. tandaki yaşama oranı % 26.68 (1.067 adet canlı larva); 23. günde 1. tandaki yaşama oranı % 18.03 (721 adet canlı larva), 2. tandaki yaşama oranı % 16.55 (662 adet canlı larva) ve 3. tandaki yaşama oranı % 13.13 (525 adet canlı larva); 26. günde 1. tandaki yaşama oranı % 18.00 (720 adet canlı larva) ve 2. tandaki yaşama oranı % 16.53 (661 adet canlı larva); 29. günde 1. tandaki yaşama oranı % 17.98 (719 adet canlı larva) ve 2. tandaki yaşama oranı % 16.50 (660 adet canlı larva); 40. günde 1. tandaki yaşama oranı % 17.80 (712 adet canlı larva) ve 2. tandaki yaşama oranı % 14.98 (599 adet canlı larva) şeklinde hesaplanmıştır (Çizelge 5.20).

Çizelge 5.20. 1.000 lüks grubu larvalarının yaşama oranları

		Tank		
		1	2	3
20. gün	Larva Sayısı (adet)	722	663	1067
	Yaşama Oranı (%)	18.05	16.58	26.68
23. gün	Larva Sayısı (adet)	721	662	525
	Yaşama Oranı (%)	18.03	16.55	13.13
26. gün	Larva Sayısı (adet)	720	661	-
	Yaşama Oranı (%)	18.00	16.53	0
29. gün	Larva Sayısı (adet)	719	660	-
	Yaşama Oranı (%)	17.98	16.50	0
40. gün	Larva Sayısı (adet)	712	599	-
	Yaşama Oranı (%)	17.80	14.98	0

5.5.Larvaların Büyüme Performanslarına İlişkin Bulgular

5.5.1.50 Lüks Grubu Larvalarının Büyüme Performansı

50 lüks grubu 1. tankındaki larvaların ortalama total boyu 23.61 ± 1.46 mm ve ortalama canlı ağırlıkları ise 0.136 ± 0.03 g; 2. tankındaki larvaların ortalama total boyu 20.70 ± 1.76 mm ve ortalama canlı ağırlıkları 0.091 ± 0.03 g; 3. tankındaki larvaların ortalama total boyu 21.02 ± 1.70 mm ve ortalama canlı ağırlıkları da 0.093 ± 0.03 g olarak ölçülmüştür. Bu veriler ışığında 50 lüks grubu larvalarının ortalama total boyu 21.77 ± 2.10 mm ve ortalama canlı ağırlığı 0.107 ± 0.03 g olarak tespit edilmiştir.

5.5.2.300 Lüks Grubu Larvalarının Büyüme Performansı

300 lüks grubu 1. tankındaki larvaların ortalama total boyu 22.60 ± 1.83 mm ve ortalama canlı ağırlıkları ise 0.124 ± 0.03 g; 2. tankındaki larvaların ortalama total boyu 22.05 ± 1.38 mm ve ortalama canlı ağırlıkları 0.109 ± 0.03 g olarak ölçülmüştür. Bu veriler ışığında 300 lüks grubu larvalarının ortalama total boyu 22.33 ± 1.64 mm ve ortalama canlı ağırlığı da 0.117 ± 0.03 g olarak tespit edilmiştir.

5.5.3.600 Lüks Grubu Larvalarının Büyüme Performansı

600 lüks grubu 1. tankındaki larvaların ortalama total boyu 20.22 ± 2.47 mm ve ortalama canlı ağırlıkları ise 0.086 ± 0.03 g olarak ölçülmüştür.

5.5.4. 1.000 Lüks Grubu Larvalarının Büyüme Performansı

1.000 lüks grubu 1. tankındaki larvaların ortalama total boyu 23.88 ± 1.13 mm ve ortalama canlı ağırlıkları ise 0.140 ± 0.02 g; 2. tankındaki larvaların ortalama total boyu 22.63 ± 1.11 mm ve ortalama canlı ağırlıkları da 0.133 ± 0.11 g olarak ölçülmüştür. Bu veriler ışığında 1.000 lüks grubu larvalarının ortalama total boyu 23.25 ± 1.28 mm ve ortalama canlı ağırlığı 0.136 ± 0.08 g olarak tespit edilmiştir.

5.5.5. Deneme Gruplarının Büyüme Performanslarının Karşılaştırılması

Deneme sonunda larvaların ortalama total boyları 50, 300, 600 ve 1.000 lüks grupları için sırasıyla 21.77 ± 2.10 mm, 22.33 ± 1.64 mm, 20.22 ± 2.47 mm ve 23.25 ± 1.28 mm olarak tespit edilmiştir (Çizelge 5.21).

Çizelge 5.21. Deneme sonunda grupların ortalama total boyları (mm)

	Işık Şiddeti (lüks)			
	50	300	600	1.000
1. Tank	23.61 ± 1.46	22.60 ± 1.83	20.22 ± 4.27	23.88 ± 1.13
2. Tank	20.70 ± 1.76	22.05 ± 1.38		22.63 ± 1.11
3. Tank	21.02 ± 1.70			
Grup Ortalaması	21.77 ± 2.10^b	22.33 ± 1.64^b	20.22 ± 4.27^a	23.25 ± 1.28^c

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

Grupların ortalama total boy değerleri istatistiksel olarak incelendiğinde, gruplar arasındaki farkın önemli olduğu tespit edilmiştir ($p < 0.05$). Gruplar arasında fark tespit edildiği için, bu farkın hangi gruplar arasında olduğunu belirlemek için çoklu karşılaştırma testi yapılmıştır. Bu test sonucunda 50 ve 300 lüks grupları arasındaki farkın istatistiksel açıdan önemli olmadığı belirlenmiştir ($p > 0.05$).

Denemede larvaların ortalama canlı ağırlıkları 50 lüks grubunda 0.107 ± 0.03 g, 300 lüks grubunda 0.117 ± 0.03 g, 600 lüks grubunda 0.086 ± 0.03 g ve 1.000 lüks grubunda 0.136 ± 0.08 g olarak tespit edilmiştir (Çizelge 5.22).

Çizelge 5.22. Deneme sonunda grupların ortalama canlı ağırlıkları (g)

	Işık Şiddeti (lüks)			
	50	300	600	1.000
1. Tank	0.136±0.03	0.124±0.03	0.086±0.03	0.140±0.02
2. Tank	0.091±0.03	0.109±0.03		0.133±0.11
3. Tank	0.093±0.03			
Grup Ortalaması	0.107±0.03^b	0.117±0.03^c	0.086±0.03^a	0.136±0.08^c

Aynı satırdaki farklı üssel harflerle ifade edilen değerler istatistiki olarak birbirinden farklıdır (p<0.05).

Grupların ortalama ağırlık değerleri istatistiksel olarak incelendiğinde, gruplar arasındaki farkın önemli olduğu (p<0.05); ancak farkın hangi gruplar arasında olduğunu belirlemek için çoklu karşılaştırma testi yapıldığında 300 ve 1.000 lüks grupları arasındaki farkın önemli olmadığı tespit edilmiştir (p>0.05).

6. TARTIŞMA

Bu çalışma, Karadeniz kalkan balığı (*Psetta maxima*, L., 1758) larva yetiştiriciliğinde farklı ışık şiddetlerinin yaşama oranı ve büyüme üzerine etkilerinin belirlenmesi amacıyla yapılmıştır. Boeuf ve Le Bail (1999)'inde ifade ettiği gibi ışık ve ışık şiddeti canlıların yaşamsal faaliyetlerini düzenlemede, çevresel faktörler içerisinde oldukça önemli bir role sahiptir. Yine yetiştiricilik çalışmalarında, önemli bir etken olarak karşımıza çıkan ışık faktörü, şiddeti ve süresi ile ilgili gerçekleştirilen çalışmalarda düşük ışık şiddetlerinin, yüksek ışık şiddetlerine göre yaşama oranı ve larva gelişimi açısından daha iyi sonuçlar verdiği belirtilmiştir (Stefansson ve ark., 1993; Saka ve ark., 2001). Çalışmada, dört farklı ışık şiddeti grubu (50, 300, 600 ve 1.000 lüks) oluşturularak, deneme sonunda her bir grubun larva yaşama oranı ve büyüme performansı karşılaştırılmıştır. Ayrıca yumurta dölleme oranı, larva çıkış oranı ve deniz suyunun fiziko-kimyasal parametreleri de değerlendirilmiştir.

Çalışma sonunda, deneme grubu tanklarındaki larva yaşama oranları 50 lüks-1'de % 18.65, 50 lüks-2'de % 25.00, 50 lüks-3'de % 26.98; 300 lüks-1'de % 15.93, 300 lüks-2'de % 22.93; 600 lüks-1'de % 8.65; 1.000 lüks-1'de % 17.80 ve 1.000 lüks-2'de de % 14.98 olarak tespit edilmiştir.

Özden ve ark. (1998)'nın, levrek (*Dicentrarchus labrax*, L., 1758) larvalarında farklı tuzluluk ve aydınlatma koşullarının hava kesesi hipertrofisine etkisini araştırdıkları çalışmalarında, 50. gün sonunda gruplardaki larvalarının yaşama oranlarını sırası ile % 1, % 2, % 4 ve % 29 olarak ifade etmişlerdir. Yine, Tekşam ve Diler (2000), levrek larvalarının gelişimi ve yüzme kesesi oluşumu üzerine aydınlatma süresinin ve ışık şiddetinin etkisini araştırdıkları çalışmalarında 40. günde gruplardaki larvaların yaşama oranlarını % 32, % 25, % 28 ve % 22 olarak belirlemişlerdir. Saka ve ark. (2001)'nin, çipura (*Sparus aurata*, L., 1758) larvalarında inkübasyon süresi ve ağzın tamamen açıldığı dönemde farklı ışık şiddetlerinin yağ damlacığı ve hava kesesi hacmine, sindirim kanalı uzunluğuna, total boya ve yaşama oranına olan etkilerini inceledikleri çalışmalarında, larva çıkışından 62 saat sonra gruplardaki larva yaşama oranlarını % 89, % 87 ve % 84 olarak bildirmişlerdir. Şahin (2001), laboratuvar şartlarında Karadeniz kalkan balığı larvaları ile yapmış olduğu çalışmada 25. gündeki larva yaşama oranını % 5.48 olarak tespit etmiştir. Puvanendran ve Brown (2002)'un, Atlantik morinosu (*Gadus morhua*, L., 1758) larvalarında farklı ışık şiddetlerinin yem alımı, büyüme ve yaşama oranına olan etkilerini araştırdıkları çalışmalarında, düşük ışık şiddeti gruplarındaki larvaların yaşama oranlarının yüksek ışık şiddeti gruplarına göre

daha düşük olduğunu ifade etmişlerdir. Fırat ve ark. (2003)'nın, sinagrit (*Dentex dentex*, L., 1758) larvalarında inkübasyon ve ağız açıklığının ilk görüldüğü dönemi kapsayan çalışmalarında yağ damlacığı ve hava kesesi hacmi, sindirim kanalı uzunluğu, total boy ve yaşama oranına farklı ışık şiddetlerinin etkisini araştırdıkları çalışmalarında ağız açıklıklarının tamamlanmasından sonra gruplardaki larvalarının yaşama oranlarını % 88.6, % 82.4 ve % 80.1 olarak belirlemişlerdir. Süzer ve Kamacı (2004), kırma mercan (*Pagellus erythrinus*, L., 1758) balığında farklı ışık şiddetlerinin larva gelişimi üzerine olan etkilerini inceledikleri çalışmalarının 35. günündeki larva yaşama oranlarını % 23.8, % 39.6 ve % 35.4 olarak bildirmişlerdir. Yine, Süzer ve Kamacı (2005)'nin fangri balığı (*Pagrus pagrus*, L., 1758) larval döneminde farklı ışık şiddetlerinin larva gelişimine olan etkilerini araştırdıkları çalışmalarında 35. günde gruplardaki larvalarının yaşama oranlarını % 12.4, % 24.5 ve % 22.6 olarak tespit etmişlerdir. Copeland ve Watanabe (2006) Karadeniz levreği (*Centropristis striata*, L., 1758) larvalarında farklı ışık şiddetlerinin yaşama oranı, total boy ve yaş ve kuru ağırlık üzerine olan etkilerini inceledikleri çalışmalarında 15. gününde gruplardaki larvalarının yaşama oranlarını % 1.7, % 4.2, % 9.0 ve % 17.4 olarak ifade etmişlerdir. Stuart ve Drawbirdge (2011)'nin, Kaliforniya sarıkuyruk (*Seriola lalandi* Valenciennes, 1833) larvalarında farklı ışık şiddetlerinin ve yeşil su tekniğinin larva gelişimine etkisini araştırdıkları çalışmalarında 16. gündeki larva yaşama oranlarını % 3.4, % 2.9 ve % 9.2 olarak belirlemişlerdir. Honryo ve ark. (2013)'in Pasifik mavi yüzgeçli orkinosu (*Thunnus orientalis*, Temminck & Schlegel, 1844) larvaları ile yapmış oldukları çalışmalarında grupların larva yaşama oranlarını % 64.3, % 60.9, % 57.2 ve % 75.8 olarak bildirmişlerdir. Yıldırım ve ark. (2013)'nin farklı ışık şiddetlerinin sinagrit larvalarında büyüme parametreleri ve hava kesesi oluşumuna etkilerini araştırdıkları çalışmalarında 35. günde gruplardaki larvalarının yaşama oranlarını % 8.8, % 23.5 ve % 19.9 olarak tespit etmişlerdir.

Özden ve ark. (1998), Tekşam ve Diler (2000), Puvanendran ve Brown (2002), Copeland ve Watanabe (2006), Stuart ve Drawbirdge (2011) ve Honryo ve ark. (2013)'nin yapmış oldukları çalışmalar artan ışık şiddetinin yaşama oranını arttırdığını ortaya koymuştur. Saka ve ark. (2001) ve Fırat ve ark. (2003)'nin erken larva safhasını kapsayan çalışmaları ise artan ışık şiddetinin yaşama oranını azalttığını göstermiştir. Süzer ve Kamacı (2004)(2005) ve Yıldırım ve ark. (2013)'nin çalışmaları ise orta şiddetteki ışıkta yaşama oranının en yüksek olduğunu ortaya koymuştur. Mevcut çalışmada ise artan ışık şiddeti azalan yaşama oranına neden olmuştur. Bunun, diğer

çalışmalarda kullanılan türlerin erken larval safhadaki anatomik ve morfolojik ihtiyaçlarının farklılığına ve çalışılan türlerde metamorfoz gibi vücut anatomisini tamamen değiştiren bir olayın gerçekleşmemesine bağlı olduğu düşünülmektedir. Ayrıca mevcut çalışmanın tüm gruplarında elde edilen yaşama oranları Şahin (2001)'in Karadeniz kalkan balığı ile yapmış olduğu çalışma sonuçlarından daha iyidir.

Deneme sonunda 50 lüks grubu larvalarının ortalama total boyu 21.77 ± 2.10 mm ve ortalama canlı ağırlığı da 0.107 ± 0.03 g; 300 lüks grubu larvalarının ortalama total boyu 22.33 ± 1.64 mm ve ortalama canlı ağırlığı da 0.117 ± 0.03 g; 600 lüks grubu larvaların ortalama total boyu 20.22 ± 2.47 mm ve ortalama canlı ağırlıkları ise 0.086 ± 0.03 g; 1.000 lüks grubu larvalarının ortalama total boyu 23.25 ± 1.28 mm ve ortalama canlı ağırlığı da 0.136 ± 0.08 g olarak tespit edilmiştir.

Özden ve ark. (1998), çalışmalarının 50. gün sonunda gruplardaki levrek larvalarının ortalama total boylarını 24.86 mm, 26.02 mm, 27.91 mm ve 24.17 mm; Tekşam ve Diler (2000)'de, çalışmalarının 30. gününde gruplardaki levrek larvaların ortalama total boylarını 11.3 mm, 10.69 mm, 10.82 mm ve 8.16 mm; ortalama canlı ağırlıklarını ise 16.3 mg, 15.2 mg, 15.6 mg ve 14.9 mg olarak tespit etmişlerdir. Saka ve ark. (2001), çalışmalarında larva çıkışından 62 saat sonra gruplardaki çipura larvalarının ortalama total boylarını 4.12 mm, 4.02 mm ve 3.97 mm olarak ifade etmişlerdir. Puvanendran ve Brown (2002) düşük ışık şiddeti gruplarındaki larvaların total boylarının ve canlı ağırlıklarının yüksek ışık şiddeti gruplarına göre daha düşük olduğunu bildirmişlerdir. Fırat ve ark. (2003), çalışmalarında ağız açıklıklarının tamamlanmasından sonra gruplardaki sinagrit larvalarının ortalama total boylarını 3.52 mm, 3.40 mm ve 3.36 mm olarak tespit etmişlerdir. Süzer ve Kamacı (2004) çalışmalarının 35. günündeki, kırma mercan larvalarının ortalama total boylarını 16.44 mm, 18.10 mm ve 17.64 mm; ortalama larva canlı ağırlığını da 68.54 mg, 84.33 mg ve 77.86 mg olarak ifade etmişlerdir. Yine Süzer ve Kamacı (2005)'nin yapmış oldukları çalışmalarında 35. gündeki fangri larvalarının ortalama total boylarının 16.35 mm, 18.67 mm ve 18.12 mm; larvalarının ortalama canlı ağırlıklarının 72.41 mg, 93.97 mg ve 89.63 mg olduğunu belirtmişlerdir. Copeland ve Watanabe (2006) çalışmalarının 15. gününde gruplardaki Karadeniz levreği larvalarının ortalama total boylarını 3.84 mm, 4.24 mm, 4.42 mm ve 4.32 mm; ortalama yaş canlı ağırlığını 0.48 mg, 0.66 mg, 0.91 mg ve 0.89 mg; ortalama kuru canlı ağırlığını da 0.12 mg, 0.15 mg, 0.20 mg ve 0.16 mg olarak bildirmişlerdir. Stuart ve Drawbirdge (2011) çalışmalarının 16. gününde gruplardan yaptıkları Kaliforniya sarıkuyruk larvası örneklemeleri sonucunda, ortalama

larva total boylarını 6.44 mm, 6.42 mm ve 7.01 mm; ortalama kuru canlı ağırlığını da 545 µg, 565 µg ve 865 µg olarak tespit etmişlerdir. Yıldırım ve ark. (2013) sinagrit larvaları ile yapmış oldukları çalışmalarının 35. gününde gruplardaki larvalarının ortalama total boylarını 16.23 mm, 18.43 mm ve 18.03 mm; larvalarının ortalama canlı ağırlıklarını 28.53 mg, 38.48 mg ve 36.72 mg olarak ifade etmişlerdir.

Yapılan çalışmalar, artan ışık şiddetinin larvaların ortalama total boylarında ve canlı ağırlıklarında artış sağladığını göstermiştir. Ayrıca, yapılan çalışmalarda ortalama larva total boyu ve canlı ağırlığı ile yaşama oranı arasında doğru bir orantının sözkonusu olduğu da görülmüştür. Mevcut çalışmada ise ışık şiddetinin artışına bağlı olarak ortalama larva total boyu ve canlı ağırlığında artış tespit edilmiş, ancak larva yaşama oranı ile ortalama larva total boyu ve canlı ağırlığı arasında ters bir orantının olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, mevcut çalışmada 600 lüks grubu larvalarının ortalama total boyları ve canlı ağırlıkları en düşük olmuştur. Buna da uygulanan ilaç tedavilerinin neden olduğu düşünülmektedir.

Denemede kullanılan Karadeniz kalkan balığı yumurtalarının; ortalama yumurta çapı 1.14 ± 0.03 mm ve ortalama yağ damlacığı çapı da 0.24 ± 0.01 mm tespit edilmiştir. Yumurtaların döllenme oranı % 57.7 ve larva çıkış oranı da % 55.2 olarak belirlenmiştir. Mevcut çalışmada elde edilen sonuçlar, verilen çalışmaların bazılarında daha iyi, bazıları ile benzer ve bazılarında da farklılık göstermiştir. Bu farkın, anaç-damızlık balıkların yaşı, tutuldukları kültür ortamları ve beslenme rejimlerine bağlı olarak yumurta-sperm kalitesindeki farklılıklara bağlı olduğu düşünülmektedir.

Deneme sonunda ortalama deniz suyu fiziko-kimyasal parametreleri; deniz suyu sıcaklığı için 19.4 ± 1.0 °C, tuzluluğu için ‰ 18.17 ± 0.18 , pH değeri için 8.22 ± 0.13 , DO miktarı için % 88.99 ± 6.07 ve ÇO miktarı için de 8.09 ± 0.63 mg/l olarak bulunmuştur. Mevcut çalışmada elde edilen sonuçlar, diğer çalışmaların sonuçları ile benzerlik göstermiştir.

7. SONUÇ

Işık şiddetinin, canlıların yaşamsal faaliyetlerini düzenlenmede, çevresel faktörler içerisinde oldukça önemli bir yere sahip olduğu, özellikle ışık şiddetinin larva gelişimi üzerine olan etkisinin araştırıldığı çalışmalarda, düşük ışık şiddetlerinin, yüksek ışık şiddetlerine göre larva yaşama oranı ve gelişimi açısından daha iyi sonuçlar verdiği bilinmektedir.

Bu çalışmada; Karadeniz kalkan balığı (*Psetta maxima*, L., 1758) larva yetiştiriciliğinde, dört farklı ışık şiddeti grubunun (50, 300, 600 ve 1.000 lüks) larva yaşama oranı ve büyüme üzerine olan etkileri araştırılmıştır. Ayrıca, kullanılan yumurtaların dölleme oranı, larva çıkış oranı ve larva yetiştiriciliğinde kullanılan deniz suyunun fiziko-kimyasal parametreleri de değerlendirilmiştir.

Yapılan bu çalışmada elde edilen sonuçlar; Karadeniz kalkan balığı larva yetiştiriciliğinde artan ışık şiddetinin larva yaşama oranını düşürdüğünü, ancak ortalama larva total boyunu ve canlı ağırlığını ise yükselttiğini göstermiştir. Ayrıca, larva yetiştiriciliğinde deniz suyu fiziko-kimyasal parametrelerinin önemli bir yere sahip olmasına rağmen larva yaşama oranı, boyu ve canlı ağırlığında ışık şiddeti gibi çevresel faktörlerin daha önemli bir etken olduğu görülmüştür.

Bu çalışma sonucunda, en yüksek yaşama oranı en düşük ışık şiddeti grubunda; en düşük yaşama oranı ise en yüksek ışık şiddeti grubunda tespit edilmiştir. Bu sonuç, Karadeniz kalkan balığı larva yetiştiriciliğinde, larvanın bütün morfolojik ve anatomik yapısını değiştiren metamorfoz sürecinde larvaların dış etkenlere karşı çok hassas olması ve bu denemede de larvaların çok hassas olduğu bu dönemde yüksek ışık şiddetinin larvalar üzerinde stres faktörü yarattığı ve larva yaşama oranının düşük olması da bu faktör ile ilişkilendirilmiştir.

Çalışmada, en büyük ortalama larva total boyu ve canlı ağırlığı en yüksek ışık şiddeti grubunda; en küçük ortalama larva total boyu ve canlı ağırlığının ise en düşük ışık şiddeti grubunda olduğu belirlenmiştir. Bu da, artan ışık şiddetinin larvaların ortalama total boylarında ve canlı ağırlıklarında artışa sebep olduğunu göstermiştir. Ayrıca bu durum, larva yaşama oranı ile ortalama larva total boyu ve canlı ağırlığı arasında ters bir ilişkinin varlığını da ortaya koymuştur. Buna da, grubun yaşama oranının yüksek olmasına bağlı olarak stoklama yoğunluğunun fazla olmasının neden olduğu düşünülmektedir. Çünkü yaşama oranının yüksek olduğu tanklarda, larva başına tüketilecek yem adedi azalmaktadır.

Sonuç olarak, yüksek ışık şiddetinin Karadeniz kalkan balığı larvalarında yaşama oranını olumsuz etkilediği görülmüştür. En yüksek yaşama oranı en düşük ışık şiddeti grubunda görülürken; en düşük yaşama oranı ise en yüksek ışık şiddeti grubunda tespit edilmiştir. En büyük ortalama larva total boyu ve canlı ağırlığı en yüksek ışık şiddeti grubunda; en küçük ortalama larva total boyu ve canlı ağırlığının ise en düşük ışık şiddeti grubunda olduğu belirlenmiştir. Bu da larva yaşama oranı ile larvaların büyüme performansları arasında ters bir orantının mevcut olduğunu göstermiştir. Bu durumda, yaşama oranının yüksek olmasına bağlı olarak stoklama yoğunluğunun fazla olması ve ortama verilen yem miktarını tüketen birey sayısı ile ilişkilendirilmiştir. Son olarak, Karadeniz kalkan balığı larva yetiştiriciliğinde yüksek yaşama oranı için düşük ışık şiddetinin; total boy ve canlı ağırlık bakımından büyüklük içinse yüksek ışık şiddetinin tercih edilmesinin gerektiği söylenebilir.

8. KAYNAKLAR

- Akbulut, B., 2004. Su ürünleri yetiştiriciliği ve stratejileri. T.C. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Trabzon Su Ürünleri Merkez Araştırma Enstitüsü, Yunus Araştırma Bülteni, 4:1: 9-11.
- Akşıray, F., 1954. Türkiye deniz balıkları tayin anahtarı. İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi Hidrobiyoloji Araştırma Enstitüsü, Sayı 1, Pulhan Matbaası, İstanbul: 283 s.
- Altundağ M,S., 2010. Kalkan balığı (*Psetta maxima*) yeminde aspir yağı kullanımının büyüme, yem değerlendirme ve vücut kompozisyonu üzerine etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Sinop Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Sinop, 81 s.
- Amaoka, K., Yosedo, K., Şahin, T., Üstündağ, C., Çiftci, Y., 2001. Flatfishes (Order Pleuronectiformes) found in black sea and its adjacent waters. Central Fisheries Research Institute, Ministry of Agriculture and Rural Affairs, Special Publication No.1, Trabzon, Turkey: 27 p.
- Anonim, 2013. <http://www.sumae.gov.tr/Proje-listesi.aspx?tur=1> (Erişim tarihi: 19.05.2013).
- Aydın, İ., 2008. Karadeniz kalkan balığı (*Psetta maxima* Linnaeus,1758) yumurta kalitesinin blastomer morfolojisi ile tahmin edilmesi ve triploid uygulamasının yumurta kalitesine etkilerinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Rize Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 90 s.
- Aydın, İ., Polat, H., Küçük, E., Işıdan, H., 2010. Diploid (2n) ve triploid (3n) karadeniz kalkan balığının yetiştiricilik performansının karşılaştırılması: Büyüme, üreme, anormallikler, et kalitesi ve hastalıklara karşı duyarlılık. No: 108R014, TÜBİTAK 1001 projesi, 3. Gelişme raporu.
- Başçınar, N., 2004. Dünyada su ürünleri yetiştiriciliği ve ülkemizin geleceğine bakış. T.C. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Trabzon Su Ürünleri Merkez Araştırma Enstitüsü, Yunus Araştırma Bülteni, 4:1: 6-8.
- Boeuf, G., Le Bail, P., 1999. Does light have an influence on fish growth? Aquaculture, 177: 129-152.
- Chanet, B., 2003. Interrelationships of scophthalmid fishes (Pleuronectiformes: Scopthalmidae), Cybium, 27: 275-286.
- Copeland, K,A., Watanabe, W,O., 2006. Light intensity effects on early life stages of black sea bass, *Centropristis striata* (Linnaeus 1758). Aquaculture Research, 37: 1458-1463.

- Çatlı, T., 2010. Kalkan balığı (*Psetta maeutica*, Pallas.1814) yetiştiriciliğinde müziğin büyüme ve et kalitesi üzerine etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Muğla Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Muğla, 88 s.
- Çelikkale, M.S., Düzgüneş, E., Okumuş, İ., 1999. Türkiye su ürünleri sektörü: potansiyeli, mevcut durumu, sorunları ve çözüm önerileri. İstanbul Ticaret Odası, Yayın No: 1999-2, İstanbul: 414 s.
- Çiftci, Y., Üstündağ, C., Erteken, A., Özongun, M., Ceylan, B., Haşimoğlu, A., Güneş, E., Yoseda, K., Sakamoto, F., Nezaki, G., Hara, S., 2002. Karadeniz’de kalkan balığı (*Psetta maxima*) yavru üretim tekniği. T.C. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Trabzon Su Ürünleri Merkez Araştırma Enstitüsü ve JICA, Trabzon, 82 s.
- Çolak, A., 1992. Doğadan yakalanan kalkan balığı (*Psetta maxima* L.1758) yavrularının yapay yeme alıştıırılması ve ilk altı aylık dönemde büyüme özelliklerinin tespiti. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 43 s.
- Çolak, A., 2002. Kalkan balığı (*Scophthalmus maximus* L.) yumurtalarının inkübasyonu, embriyo ve larva gelişimi üzerinde bir araştırma. Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 60 s.
- De Silva, S.S., 2001. A global perspective of aquaculture in the new millennium. Technical Proceedings Of The Conference On Aquaculture In The Third Millennium, NACA, Bangkok and FAO, Rome: pp. 431-459.
- Erdem, Y. 1997. Karadeniz’de avlanan kalkan (*Scophthalmus meauticus*) balıklarının galsama ağları ile seçiciliğinin belirlenmesi. Doktora Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun, 64 s.
- FAO, 2013. FAO yearbook 2011, Fishery and aquaculture statistic. Food and Agriculture Organization of The United Nations, ISSN 2070-6057, ISBN 978-92-5-008021-5, Rome: 76p.
- Firat, K., Saka, Ş., Çoban, D., 2003. Effects of light intensity on early life development of common dentex larvae (*Dentex dentex*). Aquaculture Research, 34: 727-732.
- Fisher, W., Shneider, M., Bauchet, M.L., 1987. Mediterranee et mer noire zone de vertebres. Des Nations Unies Pour L’Alimentation et L’Agriculture FAO et CEE Rev., 37, II: 1280-1289 s.
- Geldiay, R., 1969. İzmir körfezinin başlıca balıkları ve muhtemel invazyonları. Ege Üniversitesi, Fen Fakültesi, Monografiler, Seri 11, İzmir.

- Genç, Y., 2001. Doğu karadeniz'deki önemli demersal balıkların üreme özellikleri. T.C. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Trabzon Su Ürünleri Merkez Araştırma Enstitüsü, Yunus Araştırma Bülteni, 1:2: 10-11.
- Genç, Y., Zengin, M., Bahar, S., Tabak, İ., Ceylan, B., Çiftci, Y., Üstündağ, C., Akbulut, B., Sahin, T., 1999. Ekonomik deniz ürünleri araştırma projesi, sonuç raporu. No: TAGEM/ IY/96/17/3/001, 007 Su Ürünleri Merkez Araştırma Enstitüsü, Trabzon.
- Girin, M., 1989. Méthodes de production des juvéniles chez trois poissons marins, le bar, la sole et le turbot. Repports Scientifiques et Techniques, , CNEXO, France, Publications 39: 202 pp.
- Hara, S. 2002. Present status of fish culture development project in the black sea under JICA program. Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 2: 1-3.
- Hara, S., Özongun, M., Güneş, E., Ceylan, B., 2002. Broodstock rearing and spawning of black sea turbot, *Psetta maxima*. Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 2: 9-12.
- Honryo, T., Kurata, M., Okada, T., Ishibashi, Y., 2013. Effects of night-time light intensity on the survival rate and stress responses in juvenile pacific bluefin tuna *Thunnus orientalis* (Temminck and Schlegel). Aquaculture Research, 44: 1058-1065.
- Howell, B,R., Scott, A,P., 1989. Ovulation cycles and post ovulatory deterioration of eggs of the turbot (*Scophthalmus maximus* L). Rap.P.V. Cons. Int. Explor. Mer., 191: 21-26.
- Howell, B.R., Child, A.R., Houghton, R.G., 1991. Fertilisation rate in anatural population of the common sole (*Solea solea* L.). ICES J. Mar. Sci., 48: 53-59.
- Ivanov, L., Beverton, R,J,H., 1985. The fisheries resources of the mediterranean, part 2, Black Sea Etud. Rev., CGPM, (1985) pp:60, 135. Ukrainian Academy of Sciences Sevastopol, Hydrobiologicals Journal 31, 3: 76-86.
- Jones, A. 1974a. Sexual maturity, fecundity and growth of the turbot (*Scophthalmus maximus* L.) J. Mar. Biol. Ass. 54: 109-125.
- Jones, A., 1974b. The growth of turbot farming in europe. Ferme Marine de Douhet–BP 4, 17840 La Bree Les Bains-France.
- Karaali, F.B., 2005. Farklı protein kaynakları ve farklı enerji oranları içeren isonitrojenik rasyonların kalkan balığının (*Scophthalmus maoeticus*) büyümesi,

- kimyasal yapısı ve toplam nitrojen boşaltımı üzerine etkileri. Doktora Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Sinop, 104 s.
- Karapetkova M., 1980. Distribution and migration of the turbot (*Scophthalmus maeoticus*) along bulgarian black sea coast. Bulletin de Institut Zoologique et Musee, 16: 61-81.
- Kjørsvik, E., Hoehne-Reitan, K., Reitan, K.I., 2003. Egg and larval quality criteria as predictive measure for juvenile production in turbot (*Scophthalmus maximus* L.), Aquaculture, 227: 9-20.
- Küçük, E., 2011. Karadeniz kalkanı (*Psetta maxima* Linnaeus, 1758) yemlerinde balık unu yerine mısır gluteni ve soya unu kullanımının büyüme performansı ve et kalitesi üzerine etkisi. Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 107 s.
- Maslova, O.N., 2002. Problems and achievements in seed production of black sea turbot in russia. Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 2: 23-27.
- Mater, S., Uçal, O., Kaya, M., 1989. Türkiye deniz balıkları atlası. Ege Üniversitesi Fen Fakültesi, Yayın No. 123, İzmir: 94 s.
- McEvoy, L.A., 1992. Multiple spawning in several commercial fish species and its consequences for fisheries management cultivation and experimentation. Journal of Fish Biology, 41: 125-136.
- McEvoy, L., 1984. Ovulatory rhythms and over-ripening of eggs in cultivated turbot, *Scophthalmus maximus*. Journal of Fish Biology, 24: 437-448.
- McEvoy, L., 1989. A reproduction of turbot (*Scophthalmus maximus* L) in captivity. Caudernos de Area de Ciencias Marinas, Seminario de Etudes Galegos, pp: 9-28.
- Memiş, D., 2010. Deniz balıkları yetiştiriciliği. Filiz Kitabevi, İstanbul, 152-172.
- Munroe, T.A., 2005. Systematic diversity of the pleuronectiformes. In Flatfishes: Biology and Exploitation, Oxford: Blackwell Science Ltd., UK: pp. 10-41.
- Nielsen, J.G., 1986. Scophthalmidae, P.J.P., Whitehead, M.L., Bauchot, J.C., Hureau, J.G., Nielsen and E., Tortonese, Eds., Fishes of the North-Eastern Atlantic and Mediterranean, Paris, III: pp. 1287-1293.
- Nissling, A., Johansson, U., Jacobsson, M., 2006. Effects of salinity and temperature conditions on the reproductive success of turbot (*Scophthalmus maximus*) in the baltic sea. Fisheries Research, 80: 230-238.

- Özden, O., Saka, Ş., Fırat, K., 1998. Hava kesesi hipertrofisi görülen levrek (*Dicentrarchus labrax*, L.1758) larvalarına farklı tuzluluk ve aydınlatma koşullarının etkisi. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi, 15: 77-87.
- Person-Le Ruyet, J., 2002. Turbot (*Scophthalmus maximus*) grow-out in europe: practices, results and prospects. Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 2: 29-39.
- Person-Le Ruyet, J., 2010. Turbot culture. H.V., Daniels and W.O., Watanabe, Eds., Practical Flatfish Culture and Stock Enhancement, Wiley-Blackwell, 366 p.
- Pickering, A.D., Griffiths, R., Pottinger, T.G., 1987. A comparison of the effect of overhead cover on the growth, survival and hematology of juvenile atlantic salmon, *Salmo salar* L. and rainbow trout, *Salmo gairdneri* Richardson. Aquaculture, 66: 109-124.
- Polat, H., 2011. Farklı sıcaklık ve tuzlulukta inkübe edilen karadeniz kalkan balığı (*Psetta maxima* Linnaeus, 1758) yumurtalarının embriyonik gelişimi. Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta, 74 s.
- Popova, V.P., 1972. Reproductive biology of the black sea turbot (*Scophthalmus maeoticus*). Based on Marine Investigations, Voprosy Ikhtiologii, 12, 6: 1057-1063.
- Puvanendran, V., Brown, J.A., 2002. Foraging, growth and survival of atlantic cod larvae reared in different light intensities and photoperiods. Aquaculture 214: 131-151.
- Rusell, F.S. 1976. The eggs and planctonic stages of british marine fishes, Academic.
- Saka, Ş., Fırat, K., Süzer, C., 2001. Effects of light intensity on early life development of gilthead sea bream larvae (*Sparus aurata*). The Israeli Journal of Aquaculture-Bamidgeh, 53: 139-146.
- Sakamoto, F., Çiftci, Y., Üstündağ, C., 2002. Kalkan balığı yetiştiriciliğinde larva kültürü. T.C. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Trabzon Su Ürünleri Merkez Araştırma Enstitüsü, Yunus Araştırma Bülteni, 2:1: 4-5.
- Samsun, N., 2004. Sinop yöresinde avlanan kalkan (*Scophthalmus maeoticus* Pallas, 1811) balıklarının bazı biyolojik özelliklerinin belirlenmesi üzerine bir araştırma. Doktora Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun, 171 s.

- Sırtkaya, N., 2013. Saf ve karışık olarak yetiştirilen gökkuşuğu alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) ve kalkan balığı (*Psetta maxima*)'nın büyüme performanslarının karşılaştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 41 s.
- Slastenenko, E., 1956. Karadeniz havzası balıkları. Et Balık Kurumu Umum Müdürlüğü Yayınları, İstanbul: 711 s.
- Spectorova, V.L., Aranovich, M., Doroshev, S., Papova V. P., 1974. Artificial rearing of the black sea turbot larvae (*Scophthalmus maetoticus*). Aquaculture, 4: 329-340.
- Stefansson, S.O., Hansen, T., Taranger, G.L., 1993. Growth and parr smolt transformation of Atlantic salmon (*Salmo salar*) under different light intensities and subsequent survival and growth in sea water, Aquacult. Eng. 13: 231-243.
- Stuart, K.R., Drawbridge, M., 2011. The effect of light intensity and green water on survival and growth of cultured larval california yellowtail (*Seriola lalandi*). Aquaculture, 321: 152-156.
- Süzer, C., Kamacı, H.O., 2004. Farklı ışık yoğunluklarının kırma mercan (*Pagellus erythrinus*, L.1758) larvalarında gelişime olan etkileri. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi, 21, 3:4, 319-323.
- Süzer, C., Kamacı, H.O., 2005. Farklı ışık yoğunluklarının fangri (*Pagrus pagrus*, L. 1758) larvalarında gelişime olan etkileri. Fırat Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, 17:4: 613-620.
- Svetovidov, A.N., 1964. The fishes of black sea. Opred. Faune SSSR, 86: 550 p.
- Şahin, T., 2001. Larval rearing of the black sea turbot, *Scophthalmus maximus* (Linnaeus, 1758), under laboratory conditions. Turkish Journal of Zoology 25: 447-452.
- Şahin, T., Üstündağ, C., 2003. Effect of different rearing systems on survival rate of hatchery reared black sea turbot, *Scophthalmus maximus*. Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 3:1: 25-27.
- Talikina, M.G., 1972. Oogenesis and sexual cycle of the black sea turbot (*Scophthalmus maeoticus maeoticus*). Azov and Black Sea Research Institute for Sea Fisheries and Oceanography: 377-384.
- Tekşam, İ., Diler, Ö., 2000. Levrek larva yetiştiriciliğinde ışığın larva gelişimine etkileri üzerine bir araştırma. "Doğu Anadolu Bölgesi IV. Su Ürünleri Sempozyumu, 28-30 Haziran 2000, Erzurum". Sempozyum Bildiri Kitabı: 361-372 s.

- TÜİK, 2013. Türkiye İstatistik Kurumu, 2012 yılı su ürünleri istatistikleri, http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1005 (Erişim tarihi: 25.07.2013).
- Üstündağ, C., Çiftci, Y., Sakamoto, F., 2002. Rearing of larvae and juveniles of black sea turbot, *Psetta maxima*, in Turkey. Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 2:1: 13-17.
- Üstündağ, C., Küçük, E., 2003. Kalkan balığında larva ve yavru yetiştiriciliği. T.C. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Trabzon Su Ürünleri Merkez Araştırma Enstitüsü, Yunus Araştırma Bülteni, 3:3: 6-8.
- Yavuz, S., 2011. Karadeniz kalkan balığında (*Psetta maxima* Linnaeus, 1758) yumurta kalitesini etkileyen faktörlerin incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Sinop Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Sinop, 63 s.
- Yıldırım, Ş., Süzer, C., Çoban, D., Kamacı, H.O., Fırat, K., Saka, Ş., 2013. Effects of illumination intensity on growth parameters and swim bladder development in common dentex (*Dentex dentex*, L.) larvae. Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 13: 657-663p.
- Zengin, M., 2000. Türkiye'nin karadeniz kıyılarındaki kalkan (*Scophthalmus maeoticus* Pallas, 1811) balığının biyoekolojik özellikleri ve populasyon parametreleri. Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 221 s.

ÖZGEÇMİŞ

Bayram AYVAZ, 16 Ağustos 1986 tarihinde Giresun'un Tirebolu ilçesinde doğdu. İlköğrenimini Şebinkarahisar İstiklal İlkokulu'nda ve ortaöğrenimini de Şebinkarahisar Öğretmen Hüseyin Hüsnü Tekışık Anadolu Lisesi'nde 2004 yılında tamamladı. Lisans eğitimine 2007 yılında Sinop Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Su Ürünleri Mühendisliği Bölümü'nde başladı. Bu bölümden 12 Haziran 2011 tarihinde Fakülte 1.'si ve Üniversite 5.'si olarak mezun oldu. 8 Eylül 2011 tarihinde Sinop Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Yetiştiriciliği Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans öğrenimine başladı ve halen burada Yüksek Lisans öğrenimine devam etmektedir.