



**FARKLI FİTOPLANKTON TÜRLERİ (*Nannochloropsis oculata* ve *Chlorella*
sp.) ile BESLENEN ROTİFERİN (*Brachionus plicatilis*) FARKLI TUZLULUK
ORANLARINDA BÜYÜME VE BİYOKİMYASAL YAPISININ
KARŞILAŞTIRILMASI
MERVE TINKİR
YÜKSEK LİSANS TEZİ
SU ÜRÜNLERİ YETİŞTİRİCİLİĞİ ANABİLİM DALI**

T.C.
SİNOP ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

FARKLI FİTOPLANKTON TÜRLERİ (*Nannochloropsis oculata* ve *Chlorella*
sp.) ile BESLENEN ROTİFERİN (*Brachionus plicatilis*) FARKLI
TUZLULUK ORANLARINDA BÜYÜME VE BİYOKİMYASAL
YAPISININ KARŞILAŞTIRILMASI

MERVE TINKIR

YÜKSEK LİSANS TEZİ
SU ÜRÜNLERİ YETİŞTİRİCİLİĞİ ANABİLİM DALI

DANIŞMAN
Yrd. Doç. Dr. BİROL BAKİ

SİNOP-2017

T.C.
SINOP ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Bu çalışma, jürimiz tarafından 07/07/2017 tarihinde yapılan sınav ile Su Ürünleri Yetiştiriciliği Anabilim Dalında YÜKSEK LİSANS tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan: Prof.Dr. Sedat KARAYÜCEL

Üye : Prof. Dr. Devrim MEMİŞ

Üye : Yrd.Doç.Dr. Birol BAKİ

ONAY :

Yukarıdaki imzaların adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım.

04.08/2017

Doç.Dr. Turgay KORKUT
Fen Bilimleri Enstitü Müdürü

**FARKLI FİTOPLANKTON TÜRLERİ (*Nannochloropsis oculata* ve *Chlorella sp.*)
ile BESLENEN ROTİFERİN (*Brachionus plicatilis*) FARKLI TUZLULUK
ORANLARINDA BÜYÜME VE BİYOKİMYASAL YAPISININ
KARŞILAŞTIRILMASI**

ÖZET

Bu çalışmada, rotifer *Brachionus plicatilis*'in populasyon artışı ve biyokimyasal analiz kompozisyonu üzerine üç farklı tuzluluk oranlarında (%17- %28- %40) iki farklı mikroalg (*Nannochloropsis oculata* ve *Chlorella sp.*) ile beslenmesinin etkisi belirlenmiştir.

Çalışma $27.0 \pm 0.5^{\circ}\text{C}$ sıcaklık, 7.4 ± 0.5 pH ve $8.3\text{--}14.6$ mg/l O_2 değerlerine sahip kültür koşullarında denenmiştir. Denemelerin başlangıcında 15L'lik kültür kaplarına 7 L çalışma hacminde başlangıç yoğunluğu 750 rot/ml olacak şekilde her bir besin ortamına konulmuş ve 5 gün boyunca birey sayısı belirlenmiştir. Rotifer kültüründe maksimum birey sayısı 2014.88 ± 10.45 rot/ml olarak % 28 tuzluluk oranında *Nannochloropsis oculata* ile beslenenlerde saptanmıştır. Çalışmada 6 grup arasında rotiferlerin ham yağ değerlerinde önemli bir fark tespit edilmemiştir ($p > 0.05$). Ham protein değerinde gruplar arasında istatistiki açıdan değerlendirildiğinde bazı gruplarda farkın önemli olduğu ($p < 0.05$) belirlenmiştir.

En yüksek EPA değeri %17 tuzluluk oranında *Nannochloropsis oculata* ile beslenen grupta belirlenmiştir. DHA değeri en yüksek %40 tuzluluk oranında *Chlorella sp.* ile beslenen grupta bulunmuştur. En yüksek PUFA değeri %28 tuzluluk oranında *Chlorella sp.* ile beslenen grupta bulunmuştur.

Anahtar kelimeler: Rotifer (*Brachionus plicatilis*), *Nannochloropsis oculata*, *Chlorella sp.*, populasyon artışı, biyokimyasal analiz, yağ asitleri

**COMPARISON OF GROWTH AND BIOCHEMICAL STRUCTURE OF
ROTIFERA (*Brachionus plicatilis*) FEED WITH DIFFERENT TYPES OF
PHYTOPLANKTON (*Nannochloropsis oculata* and *Chlorella sp.*)
IN DIFFERENT SALINITY RATIOS**

ABSTRACT

In this study, The effects of at three different salinity ratios with (17‰, 28‰, 40‰) two different microalgae (*Nannochloropsis oculata* ve *Chlorella sp.*) on population increase and biochemical analysis composition of *Brachionus plicatilis* were determined.

The study which was taken in culture conditions having with 17ppt salinity, 28ppt salinity and 40ppt salinity, $27\pm0.5^{\circ}\text{C}$ temperature, 7.4 ± 0.5 pH and 8.3-14.6 mg/l O₂ in culture conditions was eperimented. In the beginning of the experiments, rotifers were put on as 750 ind. ml, in culture vessels 15 liter for each foods, numbber ofthe individual was determited during 5 days. It was found that maximum individual number in the rotifer culture (2014.88 ± 10.45 ind. ml) at a salinity ratio of 28 ‰ fed with *Nannochloropsis oculata*. There was no significant difference in the crude fat values of the rotifers between the 6 groups in study ($p>0.05$). When statistically assessed between groups of crude protein values, it was determined that the difference is significant in some groups ($p<0.05$).

The highest EPA value was determined in the group fed with *Nannochloropsis oculata* at a salinity ratio of 17‰. DHA value was found in the group fed with *Chlorella sp.* at a highest salinity ratio of 40‰. The highest PUFA value was found in the group fed with *Chlorella sp.* at a salinity ratio of 28‰.

Keywords: Rotifer (*Brachionus plicatilis*), *Nannochloropsis oculata*, *Chlorella sp.*, population growth rate, biochemical analysis, fatty acids

TEŞEKKÜR

Lisansüstü eğitimim süresince ve yüksek lisans tezimin hazırlanmasında desteğini, deneyimlerini ve güvenini benden esirgemeyen danışman hocam Yrd. Doç. Dr. Birol BAKİ'ye; değerli katkılarını ileten Prof. Dr. Sedat KARAYÜCEL ve Prof. Dr. Devrim MEMİŞ'e; tez çalışmasının düzenlenmesi ve uygulanması imkanını sağlayan Akdeniz Su Ürünleri Araştırma Üretme ve Eğitim Enstitüsü Müdürü Rızvan SÜYEK'e; çalışma süresince yardımlarını esirgemeyen Teknik İşler Koordinatörü Durali ERASLAN'a ve Su Ürünleri Mühendisi Tuba TALAY ERASLAN başta olmak üzere emeği geçen tüm Enstitü personeline; yoğun geçen tez yazım döneminde bana destek olan ve yardımlarını esirgemeyen İstanbul Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi öğretim üyelerinden Yrd. Doç. Dr. Benal Gül'e, Yrd. Doç. Dr. Zeynep DORAK'a, Araştırma Görevlisi Gökhan TUNÇELLİ'ye sonsuz teşekkürlerimi ve minnetlerimi sunarım.

Tezimin her aşamasında desteklerini benden esirgemeyen ve her zaman yanımda olan aileme ve manevi desteklerini esirgemeyen arkadaşlarıma teşekkürü bir borç bilirim.

Merve TINKIR

Sinop, 2017

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
İÇİNDEKİLER.....	iv
SEMBOLLER LİSTESİ.....	vi
KISALTMALAR LİSTESİ.....	vii
ŞEKİLLER ve ÇİZELGELER LİSTESİ LİSTESİ.....	viii
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	viii
ÇİZELGELER LİSTESİ.....	x
1. GİRİŞ.....	1
2. GENEL BİLGİLER.....	6
2.1. Rotiferlerin (Brachionus plicatilis) Sistematikteki Yeri.....	6
2.2. Rotiferlerin Morfolojik ve Anatomik Yapısı.....	7
2.3. Rotiferlerin Üreme Özellikleri ve Hayat Devri.....	8
2.4. Rotiferlerin Beslenmesi.....	10
2.5. Rotifer Yetiştiriciliği.....	10
2.6. Denemede Kullanılan Mikroalg Türleri.....	13
2.6.1. <i>Nannochloropsis oculata</i>	13
2.6.2. <i>Chlorella sp.</i>	14
3. LİTERATÜR ÖZETİ.....	15
4. MATERYAL VE METOT.....	24
4.1. Materyal.....	24
4.1.1. Deneme Yeri.....	24
4.1.2. Rotifer, <i>Nannochloropsis oculata</i> ve <i>Chlorella sp.</i> Temini.....	24
4.1.3. Deneme Planlaması.....	26

4.2. Metot.....	30
4.2.1. Rotiferin Adaptasyonu	30
4.2.2. Rotiferin Beslenmesi.....	32
4.2.3. Rotifer Sayımı.....	32
4.2.4. Rotiferlerde Büyüme Katsayısının Hesaplanması.....	32
4.2.5. Günlük Rotifer Üretimi.....	32
4.2.6. Rotifer Örnekleme.....	33
4.3. Analizler.....	33
4.3.1. Kimyasal bileşen analizleri.....	33
4.3.2 Yağ asitleri tayini.....	34
4.3.3. İstatistiksel Analizler.....	35
5. BULGULAR.....	35
5.1. Rotifer Artış Miktarı.....	35
5.2. Biyokimya Analiz Sonuçları.....	40
5.2.1. Ham protein (%).....	40
5.2.2. Ham Yağ.....	41
5.2.3. Yağ asitleri kompozisyonu.....	43
6. TARTIŞMA VE SONUÇ.....	49
7. KAYNAKLAR	55
ÖZGEÇMİŞ.....	66

SEMBOLLER VE KISALTMALAR LİSTESİ

SEMBOLLER

%	: Yüzde
°C	: Santigrat derece
‰	: Binde
mg	: Miligram
g	: Gram
kg	: Kilogram
ml	: Mililitre
L	: Litre
m ³	: Metreküp
µm	: Mikrometre
cm	: Santimetre
m	: Metre
ppm	: Milyonda bir
Σ	: Toplam

SEMBOLLER VE KISALTMALAR LİSTESİ

KISALTMALAR

UV	: Ultraviyole/ Morötesi ışınım
DHA	: Dokosaheksaenoik asit
EFA	: Esansiyel yağ asiti
EPA	: Eikosapentaenoik asit
HUFA	: Yüksek doymamış yağ asiti
PUFA	: Çoklu doymamış yağ asidi
MÖ	: Milattan önce
FAO	: Food and Agriculture Organisation
GTHB	: Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı
TÜİK	: Türkiye İstatistik Kurumu
AKSAM	: Akdeniz Su Ürünleri Araştırma Üretim ve Eğitim Enstitüsü Müdürlüğü
MEGEP	: Mesleki Eğitim ve Öğretim Sistemini Güçlendirme Projesi
Ark	: Arkadaşları

ŞEKİLLER ve ÇİZELGELER LİSTESİ

ŞEKİLLER LİSTESİ

	Sayfa
Şekil 1.1. 2009-2014 yılları arası Dünya su ürünleri üretimi (FAO, 2016)	1
Şekil 1.2. 2009-2015 yılları arası Türkiye’de su ürünleri üretimi (TÜİK, 2016) ..	2
Şekil 1.3. 2009-2015 yılları arası Türkiye’de su ürünleri yetiştiricilik üretiminin iç su ve denizel alanlara göre dağılımı (TÜİK, 2016)	3
Şekil 2.1. L ve S tipi Rotiferler (<i>Brachionus plicatilis</i>) (Madhu, 2009)	7
Şekil 2.2. Rotiferin vücut yapısının görünümü (Koste, 1980)	7
Şekil 2.3. Rotiferlerde seksüel ve aseksüel üremelerini içeren karakteristik hayat devri şeması (Cirik ve Gökpınar, 1993)	9
Şekil 2.4. <i>Nannochloropsis oculata</i> görünüşü (Orjinal)	13
Şekil 2.5. <i>Chlorella</i> sp.’nin görünümü	14
Şekil 4.1. <i>Brachionus plicatilis</i> bireylerinin mikroskop altında görünümü	24
Şekil 4.2. <i>Nannochloropsis oculata</i> (Orjinal)	25
Şekil 4.3. <i>Chlorella</i> sp. (Orijinal)	25
Şekil 4.4. AKSAM Beymelek canlı yem ünitesinde denemenin görünümü.....	26
Şekil 4.5. Dijital tuz ölçer (Orijinal)	27
Şekil 4.6. Dijital pH ölçüm cihazı (Orijinal)	27
Şekil 4.7. Binoküler mikroskop (Orjinal)	28
Şekil 4.8. 45µm göz açıklığında plankton kepçesi (Orijinal)	29
Şekil 4.9. Plankton kepçesi ve hassas terazi (Orijinal)	29
Şekil 4.10. 2 m ³ ’lük polyester konik rotifer tanklarında rotifer kültürü (Orjinal)	31
Şekil 4.11. Denemede kullanılan 15 L’lik plastik bidonlar (Orijinal)	31
Şekil 4.12. Yaş rotifer örneklerinin tartım görünümü (Orijinal)	33
Şekil 5.1. Farklı tuzluluk oranlarında farklı iki ile beslenen rotiferlerin toplam birey sayıları (rot./ml)	37

Şekil 5.2. Farklı tuzluluk oranlarında farklı iki mikroalg ile beslenen rotiferlerin büyüme hızı (Bölünme/Gün)	38
Şekil 5.3. Farklı tuzluluk oranlarında farklı iki mikroalg beslenen rotiferlerin günlük rotifer üretimi(rot./ml/gün)	40
Şekil 5.4. Farklı tuzluluk oranlarında farklı iki mikroalg beslenen rotiferlere ait ham protein (%) değeri	41
Şekil 5.5. Farklı tuzluluk oranlarında farklı iki mikroalg beslenen rotiferlere ait ham yağ (%) değeri	45



ŞEKİLLER ve ÇİZELGELER LİSTESİ

ÇİZELGELER LİSTESİ

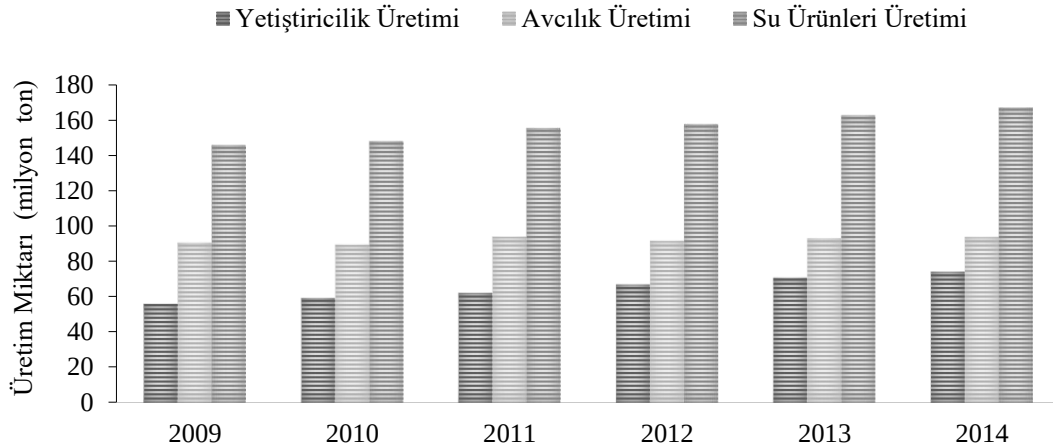
	Sayfa
Çizelge 2.1. Rotiferin üreme hızına sıcaklığın etkisi (Ruttner-Kolisko, 1974)	12
Çizelge 4.1. Deneme grupları	30
Çizelge 4.2. Yağ Asitleri Kompozisyonu	34
Çizelge 5.1. Farklı tuzluluk oranlarında farklı iki mikroalg ile beslenen rotiferlere ait toplam birey sayısı (rot./ml)	36
Çizelge 5.2. Farklı tuzluluk oranlarında farklı iki mikroalg ile beslenen rotiferlerin büyüme hızı (Bölünme/Gün)	38
Çizelge 5.3. Farklı tuzluluk oranlarında farklı iki mikroalg ile beslenen rotiferlere ait günlük rotifer üretimi(rot./ml/gün)	39
Çizelge 5.4. Farklı tuzluluk oranlarında farklı iki mikroalg ile beslenen rotiferlere ait ham protein (%) değeri	40
Çizelge 5.5. Farklı tuzluluk oranlarında farklı iki mikroalg ile beslenen rotiferlere ait ham protein (%) değeri	42
Çizelge 5.6. Çalışma sonunda rotiferlere ait yağ asitleri kompozisyonu	43

1.GİRİŞ

Dünya nüfusunun hızlı artışı ile birlikte, besin maddelerine olan ihtiyaçta aynı hızla artış göstermiştir. Bu artışa göre doğal besin kaynaklarımızda gün geçtikçe azalmaktadır. Son yıllarda, eğitim seviyesi ve alım gücündeki artan ivme ile insanların sağlıklı ve dengeli beslenme bilinci gün geçtikçe gelişmiştir. Bu doğrultuda önemli bir paya sahip olan deniz ve iç sulardan sağlanacak sucul protein kaynaklarının insanların beslenme alışkanlıklarının da hayati öneme sahiptir. Doğal kaynakların azalmasıyla arzın talebi karşılayamama durumunu dengelemek için, su ürünleri yetiştiriciliği önemli rol oynamaktadır. Artan obezite vakalarına karşı uzmanların kaliteli yüksek besin değeri ve kolay sindirilebilir hayvansal proteine ihtiyacını özellikle su ürünlerinden karşılama tercihleri bu artışta önemli bir paya sahiptir.

İlk su ürünleri yetiştiriciliği çalışmalarına milattan önce (MÖ) 2000 yılında Çin’de rastlanmıştır (Alpbaz ve Hoşsucu, 1996). Dünyada ilk kez deniz balıkları yetiştiriciliği, MÖ 1400’lü yıllarda yakalanan süt balığı (*Chanos chanos*, Forsskal, 1775) yavrularının havuzlara stoklanması ile başladığı bilinmektedir (De Silva, 2001).

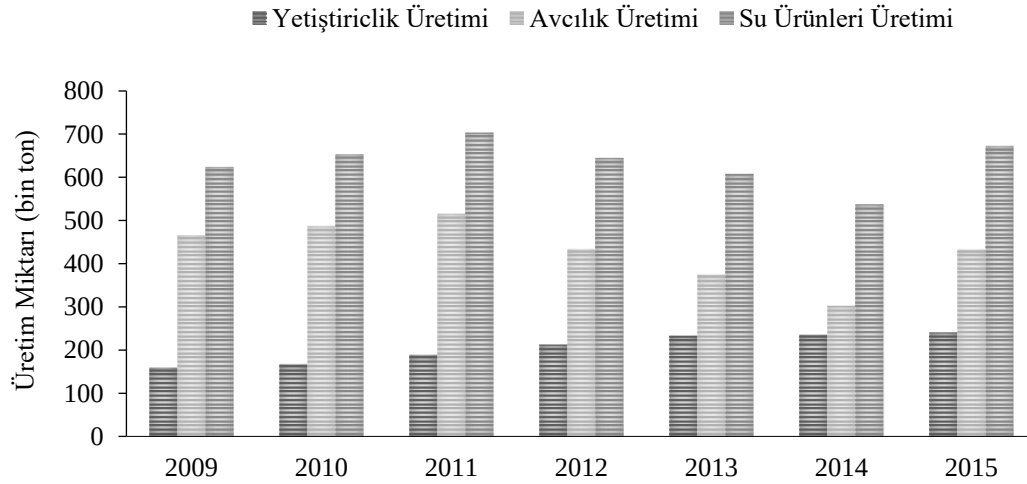
Dünya su ürünleri üretimi 2009 yılında 145.900.000 ton iken, 2014 yılında 167.200.000 tona yükselmiştir. Dünya genelinde 2009 yılında toplam su ürünleri üretiminin %62’si avcılık yoluyla elde edilirken, 2014 yılında bu oran %56’ya gerilemiş olup, geriye kalan %44’lük kısım ise yetiştiricilik yoluyla sağlanmaktadır (Şekil 1.1) (FAO, 2016).



Şekil 1.1. 2009-2014 yılları arası dünya su ürünleri üretimi (FAO, 2016)

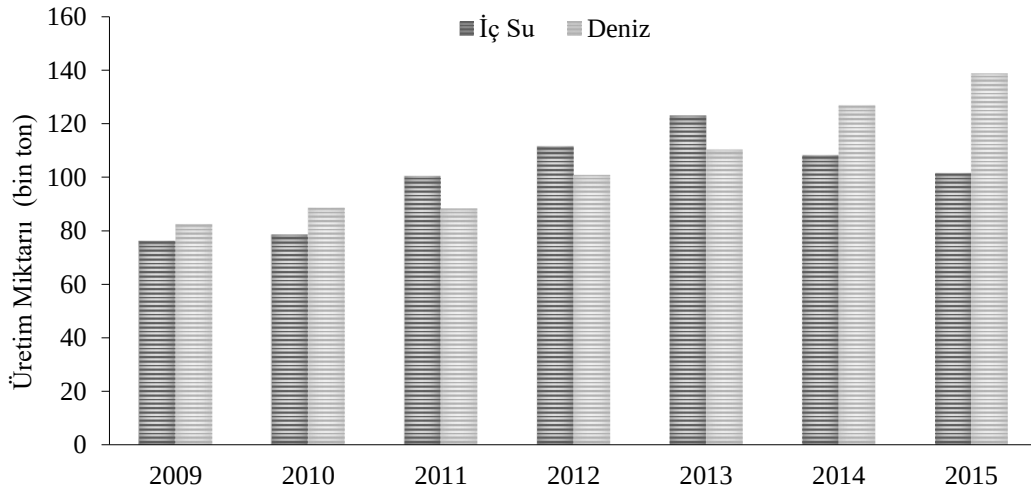
Ülkemizde su ürünleri yetiştiriciliği, 1970 yılında aynalı sazan (*Cyprinus carpio*) ve gökkuşuğu alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*, Walbaum, 1972) türlerinin yetiştiriciliği ile başlamış olup, 1980’li yılların ortalarından itibaren Ege ve Akdeniz’de çipura (*Sparus aurata*, L., 1758) ve levrek (*Dicentrarchus labrax*, L., 1758), 1990’lı yıllarda Karadeniz’de kafeslerde gökkuşuğu alabalığı ve 2000’li yılların başında Ege ve Akdeniz’de orkinos (*Thunnus, thynnus*, L., 1758) besiciliğinin başlaması ile büyük bir ivme kazanmıştır (Çelikkale ve ark., 1999; Memiş ve ark., 2002).

Türkiye’de, su ürünleri üretimi 2009 yılında 623.191 ton iken, 2015 yılında su ürünleri üretimi 672.241 tona ulaşmıştır. Türkiye’de su ürünleri yetiştiricilik üretimi ise 2009 yılında 158.729 tondur. Dünyadaki teknolojik gelişmelerin paralelinde hızla gelişmeye devam eden Türkiye’de, yetiştiricilik üretimi 2015 yılında 240.334’tona yükselmiş olup, su ürünleri üretiminin %36’sını karşılamaktadır (Şekil 1.2) (TÜİK, 2016).



Şekil 1.2. 2009-2015 yılları arası Türkiye’de su ürünleri üretimi (TÜİK, 2016)

Türkiye’de, 2009 yılında 158.729 ton su ürünleri yetiştiricilik üretiminin 76.248 tonu iç sularda ve 82.481 tonu denizlerde gerçekleştirilen üretim faaliyetleri sonucunda elde edilmiştir. 2015 yılı 240.334 ton yetiştiricilik üretiminin ise 101.455 tonu iç sularda; 138.879 tonu denizlerdeki üretim faaliyetleri sonucunda gerçekleşmiştir (Şekil 1.3) (TÜİK, 2016).



Şekil 1.3. 2009-2015 yılları arası Türkiye’de su ürünleri yetiştiricilik üretiminin iç su ve denizel alanlara göre dağılımı (TÜİK, 2016).

Dünyada ve Türkiye’de hızlı bir gelişme gösteren, su ürünleri yetiştiriciliğinde, balıkların larval dönemde bakım ve beslenmesi, önemli konuların başında gelmektedir. Su ürünleri yetiştiriciliğinde balıkların en önemli dönemi, kuluçka döneminin ardından besin kesesi çekilmiş olan yavruların yeme alıştırılma dönemidir. Bu süreçte iyi beslenmeyen larvalarda yaşama oranı düşmektedir. Larval dönemde iyi beslenmeyen yavrularda sonraki safhalar da gelişim bozuklukları görülmektedir. Bu yüzden balığa larval dönemde verilecek besinlerin dikkatli bir şekilde seçilmesi gerekmektedir. Balık larvalarının beslenmesinde çok önemli bir faktör olan canlı yemlerle (artemia, rotifer vb.) beslenmeleri gerekmektedir (Gürbüz ve Önal, 1998).

Günümüzde bazı deniz balıklarının larva döneminde ilk besini için karma yem formülasyonu ve yapım tekniği beklenen düzeyde başaramadığından deniz balıkları yetiştiriciliğinde canlı yemlerle beslenme zorunluluğu devam etmektedir (Dhert ve ark., 2001; Palmtag ve ark., 2006).

Canlı yem, balık larvalarının doğal beslenme tipine benzer şekilde düzenlenen ve besin gereksinimlerini sağlayan canlılardır. Türkiye su ürünleri sektörü ‘canlı yem’ kavramıyla 1980’li yıllardan itibaren kurulmaya başlayan deniz balıkları kuluçkahane çalışmalarıyla tanışmıştır (Diken, 2011).

Deniz balıkları yetiştiriciliği yapan işletmelerin, üretim esnasında karşılaştıkları en büyük sorun, yetiştirilen türlerin yavrularının üretiminde istenilen başarının

sağlanmamasıdır. Larval dönemde belirli bir süre canlı yeme gereksinim duyan deniz balıkları için canlı yem larvanın ağız büyüklüğüne uygun olmalı, sindirilebilmeli ve larvanın ihtiyacı olan besinleri içermelidir. Başarılı bir yetiştiricilik için bu canlı yemlerin biyolojisi, ekolojisi, beslenmesi ve üretim aşamalarının iyi bilinmesi gerekir. Zooplanktonlar zengin bir tür çeşitliliğine sahip olmalarına rağmen çok az bir kısmı kültüre alınabilmektedir (Benli ve Uçal, 1990).

Rotifer ve artemia deniz balığı ve kabuklu larvalarının yoğun yetiştiriciliğinde ilk besin olarak önemli olmakla birlikte rotiferlerin pek çok deniz balığı larva yetiştiriciliği için zorunludur (Palmtag ve ark., 2006).

İlk olarak 1960'lı yıllarda Japon bir araştırmacı, Rotifer (*Brachionus plicatilis*) kültürünün, deniz balıkları beslemesinde kullanılabileceğini bildirmiştir. Bu tarihten çok kısa bir süre sonra çok miktarda rotifer üretmek amacıyla birçok kültür sistemi geliştirilmiştir. Bunların içinde en çok uygulanan yığın, yarı sürekli ve sürekli kültür sistemleridir. Daha sonra birçok çalışma ile, rotifer yetiştiricilik teknikleri geliştirilmiş ve bu teknikler dünya çapında uygulanmaya başlanmıştır. Büyük miktarlarda rotifer üretimi, su ürünleri yetiştiriciliğinin gelişimine önemli katkılarda bulunmuştur ve günümüzde 60'dan fazla deniz balığı türü yetiştiriciliğinde rotifer kültürü ile yapılmaktadır ve ön beslemede ilk yem olarak başarıyla kullanılmaktadır (Fukusho, 1989).

Rotifer oldukça küçük yapıları bir canlı olup büyüklükleri 60-300 µm arasında değişir ve ağız yapısı küçük olan balık larvaları için ideal yem durumundadır. Bu canlılar pelajik ve hareketli olmaları nedeni ile larvalar için cazip bir besin olmaktadır. Ayrıca balık ve kabuklu larvaları tarafından sevilerek tüketilen bu organizmalar protein ve esansiyel yağ asitlerince zengindir. Rotiferlerin besinsel içeriği uygulanan besleme rejimi, kültür koşulları ve türe göre değişmektedir (Hoff ve Snell, 1987; Weers ve Gualiti, Ferrao-filho ve ark., 2003; Stottrup ve McEvoy, 2003; Kang ve ark., 2006). Temel prensip olarak yetiştiriciliği yapılan canlıların larvalarının ihtiyaç duyduğu bütün besin maddelerini özellikle de esansiyel besin maddelerini sağlaması gerekmektedir (Fukusho, 1985; Hoff ve Snell, 1987; Kissil ve Koven, 1989).

Rotiferin larval beslemede kullanılmasının; doğal ortamdan kolaylıkla izole edilebilmesi, düşük maliyetle, küçük hacimlerde dahi kitle halinde üretilebilmesi, eşeysiz (partenogenetik) üreme özellikleri nedeni ile sürekli yeni nesiller vererek, kısa sürede popülasyonda artış olması, dişi bireyin yumurta oluşturabilme aşamasına çok kısa sürede ulaşması, balık larvalarının doğal besinini oluşturması, balık larvalarının ağız açıklığına

uygun büyüklükte olmaları, balık larvalarının besin olarak rotiferi alabilmeleri için uygun bir yüzme hızına sahip olması (Alpbaz, 1992), rotiferlerin besin içeriğince zenginleştirilebilmeleri ve bu maddeleri larvalara taşıyarak yaşama oranını artırması (Fulks ve Main, 1991) gibi birçok avantajı vardır.

Bu nedenle rotifer balık larvalarının beslenmesinde büyük bir öneme sahiptir. Ülkemizde deniz balıkları kültürünün başarılı olarak yapılabilmesi için yetiştiriciliğin ön aşamasında, larval üretimde önemli bir yem olan rotiferler üzerinde bilimsel çalışmaların yapılması kaçınılmazdır. Bu çalışmaların neticesinde balık larvalarının beslenmesinde yaygın olarak kullanılan rotifer kültüründe başarı, besin kalitesi ve kültür metodlarındaki gelişmeler bundan sonraki yapılan çalışmalara katkı sağlayacaktır ve su ürünleri yetiştiriciliğinin kalitesini arttıracaktır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Rotiferlerin (*Brachionus plicatilis*) Sistematikteki Yeri

Rotiferler ilk kez 1758 yılında O.F. Müller tarafından protozoan olarak tanımlanmıştır (Fukusho, 1985). Son yıllarda yapılan araştırmalar da ise Rotifera filumunda ele alınmıştır.

Rotifer'in sistematik sınıflandırması aşağıdaki gibidir.

Şube-Phylum : Rotifera

Sınıf-Class : Monogononta

Takım-Order : Ploima

Aile-Family : Brachionidae

Cins-Genus : Brachionus

Tür-Species : *Brachionus plicatilis*

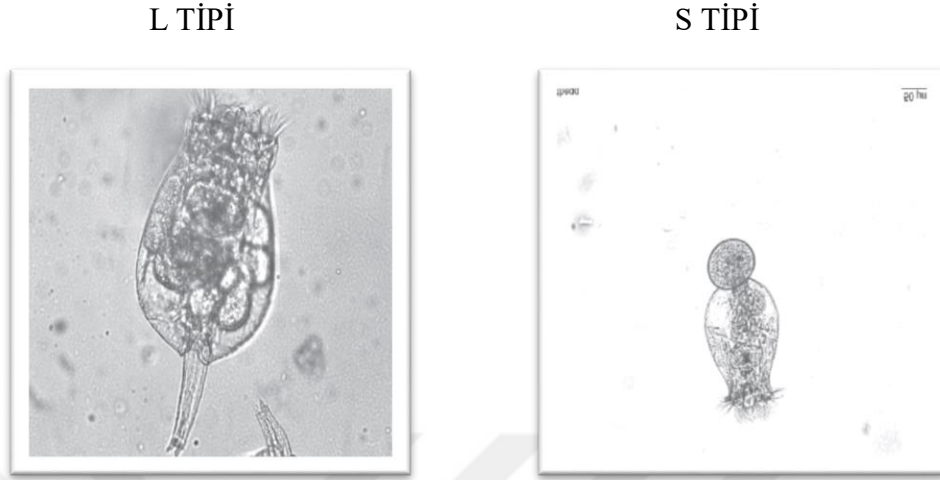
2000'e yakın türü bulunan rotiferlerin; %95'i tatlı sularda, %5'i deniz ve acı sularda yaşamaktadır. Dünyada *Brachionus*'un 34 türü vardır ve bu türlerin 12'sinin ve birçok alt türünün Japonya'dadır (Savaş ve Güçlü, 2004).

Brachionus plicatilis'in alt türleri aşağıda tanımlanmıştır (Fukusho, 1989).

1. *Brachionus plicatilis asplanchoides*
2. *Brachionus plicatilis decemcornis*
3. *Brachionus plicatilis rotundiformis*
4. *Brachionus plicatilis longicomis*
5. *Brachionus plicatilis aorientalis*
6. *Brachionus plicatilis plicatilis*

Biyosferdeki bütün sulardan toplanan *Brachionus plicatilis*'in 67 suşundan 30'u L ve 37'si S tipi olarak sınıflandırılmıştır. Rotiferlerde gruplama lorica uzunluğu ve şekli dikkate alınarak yapılmıştır (Fu ve ark., 1991).

Rotiferlerin uzunluğu L tipinde 130-340μ arasında iken, S tipinde 100-210μ arasında değişim göstermektedir (Şekil 2.1) (Fukusho, 1985).

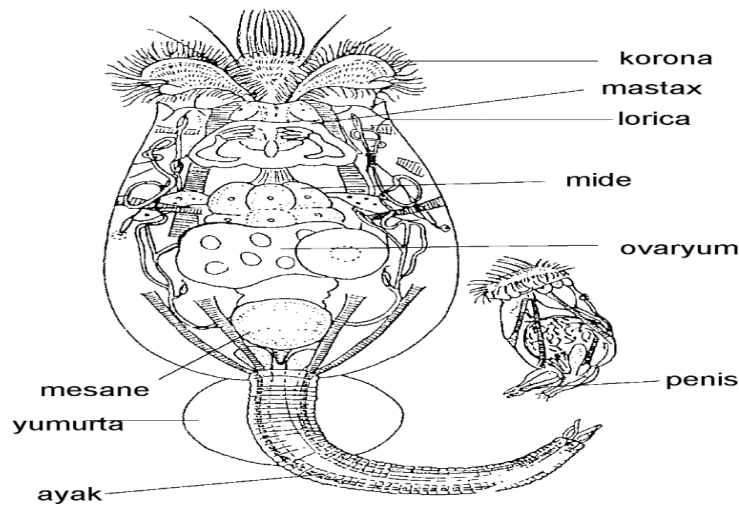


Şekil 2.1. L ve S tipi Rotiferler (*Brachionus plicatilis*) (Madhu, 2009).

L ve S tipi rotiferlerin büyüklükleri larva beslemede çok önemli olup, ağız açıklığı küçük olan larvalar için S tipi rotiferler, ağız açıklığı büyük olan larvaların veya post larvaların beslenmesinde ise L tipi rotiferler kullanılır (Hirayama, 1987).

2.2. Rotiferlerin Morfolojik ve Anatomik Yapısı

Rotiferlerde vücut yapısı baş, gövde ve kuyruktan (ayak) oluşmaktadır (Şekil 2.2) (Fulks ve Main, 1991).



Şekil 2.2. Rotiferin vücut yapısının görünümü (Koste, 1980)

Baş kısmında hem yüzme hemde besin alma organı olarak kullanılan siler (anterior) bulunur (Fukusho, 1989).

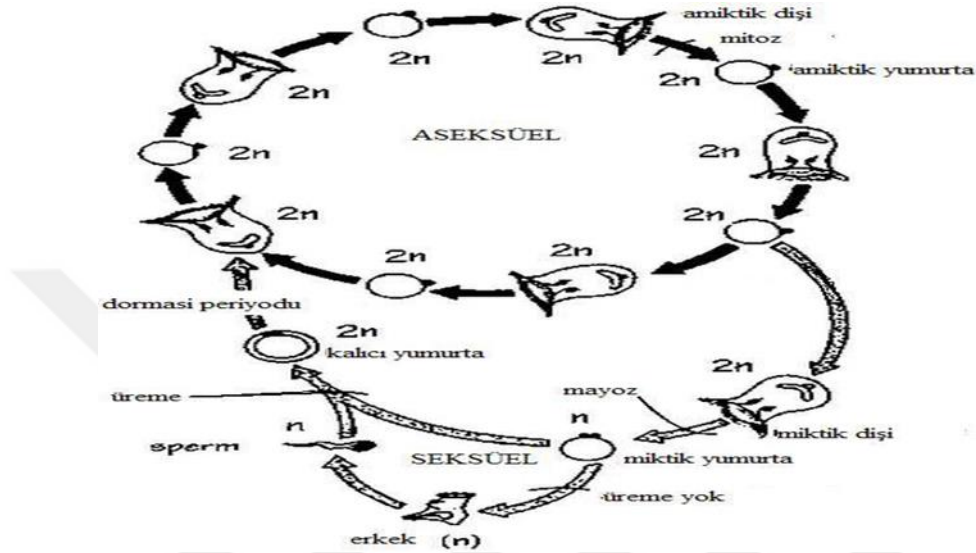
Silindirik bir yapıya sahip olan gövde, şeffaf olup mikroskop altında iç organları rahatlıkla görülebilir. Ağız vücudun anteriorunun sonunda ventralde ve koronanın içinde yer alır. Huni şeklindeki silli bir ağız boşluğundan sonra mastax gelir. Rotiferlerin karakteristik organlarından biri olan mastax'ın görevi besinleri parçalamasıdır. Mastax'tan sonra özofagus gelir ve özofagus mideye açılır. Mide büyük ve silli hücrelerden oluşan geniş bir torba şeklindedir. Midede besinlerin sindirimi gerçekleşir. Mideden sonra bağırsaklar gelir. Yuvarlak olup kısa kloak vasıtasıyla dışarı açılır. Anüs gövdenin daralıp ayak (kuyruk) ile birleştiği yerde ve dorsalde bulunur (Fukusho, 1989).

Kuyruk CaCO_3 yapısındadır. Bu organ segmentsiz yuvarlak yapıda ve lorikasızdır. Yüzme esnasında korona yüzmeyi ve ilerlemeyi sağlarken, kuyrukta kıvrılıp bükülerek dümen görevi görür. Korona bu hareketi ile organik partiküllerin ağıza ulaşmasını sağlar. Dişi bireyler bu bölgede taşırılar (Fulks ve Main, 1991).

2.3. Rotiferlerin Üreme Özellikleri ve Hayat Devri

Rotiferler partenogenetik üreme özelliği gösteren canlılardır. Ortam şartlarına bağlı olarak ya seksüel (miktik üreme) ya da aseksüel (amiktik) üreme periyodunda olabilirler (Fukusho, 1989). Hayatlarının önemli bir bölümünü aseksüel üreme periyodunda geçirirler (Şekil 2.3). Bu tip üremede yumurta ve spermatazoan birleşmeden gelişimini devam ettirir ve bir canlı oluştururlar. Bu periyotta amiktik (2n) bir dişi yine amiktik (2n) bir yumurta oluşturur. Bu yumurta bir erkek bireyin döllenmesine ihtiyaç duymadan tekrar bir amiktik (2n) dişi oluşturur. Şartlara bağlı olarak bir amiktik dişi 7-10 günlük yaşamı boyunca 20 ya da daha fazla yumurta üretebilir (Hoff ve Snell, 1987). Yumurtalar açılıncaya kadar vücudun posteriyor kısmında taşınır (Fulks ve Main, 1991). Bu durum amiktik üreme bozulana kadar devam eder. Ortam koşulları bozulursa, üreme periyodu da bozulur ve aseksüel üreme fazına geçilir. Bu periyoda geçişte etkili olan faktörler 6 başlıkta toplanır (Alpbaz, 1992).

- 1.Yüksek populasyon yoğunluğu,
- 2.Kültür suyunun sıcaklığı ve tuzluluğundaki ani değişimler,
- 3.Besinin cinsi,
- 4.pH,
- 5.Suyun kalitesi,
- 6.Rotifer neslinin genetik karakterleri.



Şekil 2.3. Rotiferlerde seksüel ve aseksüel üremelerini içeren karakteristik hayat devri şeması (Cirik ve Gökpınar, 1993).

Şartların bozulması ile amiktik (2n) yumurtadan çıkan dişi birey artık bir miktik dişidir. Bu dişi mayoz bölünme ile miktik (n) yumurta oluşturur ve yumurtaların çatlaması sonucu erkek birey meydana gelir. Bu erkek bireyler miktik yumurtaları döleyerek, artemia yumurtalarına benzer zor şartlara dayanıklı, kalıcı, seksüel üremenin son ürünü olan kış yumurtalarını meydana getirir (Hagiwara ve ark., 1989).

Akuakültür üretimi yapanlar yalnızca amiktik üremenin devam etmesini ister. Bunun sebebi ise;

- 1.Amiktik üreme oranı miktik üremeden daha hızlıdır.
- 2.Mixis boyunca meydana gelen erkekler kuvvetli sindirim sistemine gereksinmesinden dolayı besleyici değeri düşüktür.
- 3.Mixisin başlaması kültür çökmesine sebep olabilir (Fulks ve Main, 1991).

Bazı durumlarda ise rotifer kültürü yapanlar kış yumurtalarını elde ederek mixisi teşvik etmeyi isterler. Bu yumurtalar çevresel değişimlere karşı dayanıklı olduğu için depolama ve nesillere aktarma amacı ile kullanılabilir. Optimum şartlara konulduğu zaman açılımı sağlanarak balık yetiştiriciliği yapılan kuluçkahanelerde kültürü bozulduğunda ya da fazla miktarda rotifere ihtiyaç duyulduğunda rahatlıkla kullanılabilir (Fulks ve Main, 1991).

2.4. Rotiferlerin Beslenmesi

Rotiferler, su içerisindeki organik partikülleri süzerek beslenen bir organizmalardır ve farklı büyüklüklerdeki alg, maya ve bakterileri tüketebilirler (Hino ve Hirano, 1984). Rotifer tarafından optimum şekilde tüketilen besinlerin büyüklüğü genellikle 3-5µm civarında olup, alt ve üst sınırları 2-20µm olarak belirlenmiştir (Fulks ve Main, 1991). Besinin büyüklüğü, sindirilme ve tüketilme oranını etkiler.

Rotifer beslenmesinde *Chlorella sp.*, *Tetraselmis suecica*, *Tetraselmis tetrathele*, *Nannochloropsis oculata*, *Isochrysis galbana*, *Dunaliella sp.*, *Phaeodactylum tricornutum*, *Nitzschia sp.*, *Nannochloris sp.*, *Chlorella vulgaris* gibi birçok alg türleri kullanılmaktadır (Hirayama ve ark., 1979; Korstad ve ark., 1989).

2.5. Rotifer Yetiştiriciliği

Su ürünler yetiştiriciliği yapan işletmelerin kuluçkahanelerinde, rotifer üretim yerinin büyüklüğü, işletmenin kapasitesine göre belirlenir. Rotifer üretim yerinde %2'lik bir eğim olmalıdır. Rotifer yetiştiriciliğinde kullanılacak olan tanklar birbirlerine bitişik olarak yerleştirilmeli ve ortada bir boşaltma kanalı bulunmalıdır. Üretim yapılacak olan alanda sürekli olarak basınçlı hava, tatlı su ve deniz suyu bulunur. Rotiferin en iyi gelişim gösterdikleri sıcaklık aralığı 25-30°C'dir. Nem ve sıcaklığı kontrol etmek için üretim ortamında bir sistem kurulur. Ortalama sıcaklık 27°C'de iken, nem oranının ise %60 dolayında tutulması gerekmektedir. Rotifer üretiminde fotoperiyot uygulaması kullanılırken aynı zamanda sürekli aydınlatma ile üretim yapılmaktadır. Üretimde 2m³'lük bir tank için, tank yüzeyinin 30 cm üstüne iki adet fluoressan lamba kullanılmalıdır. Çeşitli hacimlerdeki silindirokonik-polyester tanklar rotifer üretiminde kullanılabilir. Kullanılan bu tanklar hafif olmalıdır. Tankların iç kısmı kirlenmeyi daha kolay izlemek ve istemeyen canlıların takibini yapmak için beyaza boyanmalıdır. Üretim miktarına göre tanklar 50-200 litreden 2 m³'e kadar değişebilir. Rotifer kültüründe

kullanılan diğ er araç ve gereçler; deney tüpleri, 25 mililitrelik, erlenmayer 250 mililitrelik balon joje 4 litrelik akvaryum 10, 20, 30, 40 litrelik, beher 100, 500, 1000 mililitrelik, plastik bidonlar 60 litrelik, kovalar 15 litrelik, plankton bezleri 40, 45, 80, 90, 100 µ göz açıklığında, pipetler, termostatlı ısıtıcılar olarak sıralanmaktadır. Ergin bireyleri 200-300µ büyüklüğünde olan rotiferlerin geniş tuzluluk aralıklarına toleransı yüksektir. Ergin olan rotiferler doğada acı su  zelliğ  gösteren deniz kıyısına yakın bölgelerde bulunur. Ortamdan toplanan ergin bireyler ayırma izolasyon işlemi yapılmadan önce diğ er istenmeyen canlılardan arındırılmalıdır. Doğal ortamdan toplanan rotiferlerin amiktik dişileri mikroskop altında eşeysiz üreme için seçilerek ayrılır. Elde edilen bireyler istenilen üretim koşullarında hazırlanır (MEGEP, 2008).

Rotifer kültüründe kullanılan besinin tipi, miktarı, besleyici değeri kültürün başarılı yapılabilmesinde önemli bir etkindir. Rotifere verilen besinin kalitesi iki şekilde incelenebilir. Seçilen türün rotifer popülasyonundaki artışı yani büyüme hızını olumlu etkilemesi ve besin içeriğince zengin olması gerekir. Rotifer  retiminde kullanılan suyun çok iyi filtre edilmiş olması gerekir. Çünkü rotifer suyu süzerek beslenen bir canlı olduğu için suda bulunan bakterileri, istenmeyen canlıları tüketebilir. İstenmeyen canlılar ve hastalık yapan bakteriler rotiferin bünyesinde barındırırsa, bu rotiferlerle beslenen balık larvalarında daha sonrasında olumsuz sonuçlar ortaya çıkmaktadır (MEGEP, 2008).

Rotifer ortamının yoğunluğunun ve birey çeşitliğinin sürekli izlenmesi gerekir. Böylece rotifer ortamında istenmeyen türler ortamdan hızlı müdahale ile uzaklaştırılır. Rotiferin sayımı yetiştiricilik süresince dikkatli bir şekilde yapılmalıdır. Çünkü rotiferin yoğunluğu, genel durumları, boyu, yumurtalı olup olmadığı ve ieriğ  her gün sayım işlemi ile takip edilmektedir. Hassas sayımlar için 1 mililitre örnek alınıp, 400 kareden oluşmuş sayım lamına (Dolfus lamı)  rnek konulduktan sonra Lugol  zeltisi ile hareketlerini sınırladıktan sonra mikroskop altında sayım yapılır. Yapılan bu sayımla beraber bireylerin yumurtalı olup olmadığı, büyüklükleri ve en önemlisi ortama başka canlıların karışıp karışmadığını tespit edilmiş olur. Rotifer sayımında ortamdaki rotifer miktarı belirlenerek verilecek olan besin miktarı belirlenir (MEGEP, 2008).

Rotifer kültüründe hasat işlemi sırasında askıdaki maddeler, bakteriler ve diğ er istenmeyen zooplanktonik organizmalar için yapılması gereken çökeltme işlemine tabi tutulur. Bu işlem sırasında havalandırma durdurulur ve suya dairesel bir sirkülasyon verilir. Böylece ortamdaki besin artıkları tankın konik kenarı ve dibine toplanır. Bu şekilde 15-20 dakika beklenir. Rotiferler hareketli olduklarından suda askıda kalır; ancak

diğer canlılar ve cansız partiküller dibe çökerler. Tankın vanası açıldıktan sonra %10 hacimdeki su dışarıya boşaltılır. Boşalan suyla dipte biriken ve istenmeyen maddeler uzaklaştırılır. 2 m³'lük bir tanktan her sabah 500 litre hasat yapılır. Bu su özel filtrelerle süzülür. Bu fitreler 45 µ göz açıklığında plankton bezinden yapılmıştır. Tankın alt kısmına bir vanayla bağlanabilme özelliğindedir. Aynı anda 500 litreyi süzebilir. Süzülen rotiferlerin ebadı balık larvaları için çok önemlidir. Bu nedenle süzülen rotiferler 80µ'luk filtreden tekrar geçirilir ve büyük bireyler ayrılır. Bu ayrılanlar çoğunlukla yumurtalı ve ergin bireylerdir. Büyük bireyler toplam süzülen birey sayısının %25'i kadardır. Hasat esnasında azalan su yerine fitoplankton içeren su ile takviye edilir. Rotifer kültürü yapılan bazı balıkların larvalarının ilk besinini oluşturması açısından çok büyük önem taşır. Bu nedenle larvalara verilecek rotiferin besin değerinde yüksek olması gerekir. Çünkü besin kalitesindeki zayıflık doğrudan balık larvalarına yansiyacak, anormal larvalar ortaya çıkacak; hatta ölümlere neden olacaktır. Bu olumsuzluklarla karşılaşmamak için rotiferler larvalara verilmeden önce zenginleştirilmelidir. Hasat edilen rotiferler süzüldükten sonra bir kapta yoğunlaştırılır. Sonrasında suya doymamış yağ asitleri ve protein açısından zengin karışımlar verilerek rotiferlerin besin içeriği desteklenir (MEGEP, 2008).

Rotiferler ‰1-97 gibi geniş tuzluluk aralığında yaşayabilmelerine karşın çoğalmak için ‰35'in altında tuzluluğa ihtiyaç duyarlar (Lubzens, 1987).

Optimum kültür sıcaklığı rotiferin orjinine göre değişiklik gösterir; L tipi rotiferler, S tipi rotiferlere nazaran daha düşük sıcaklıklarda daha iyi büyüme gösterir. Genel olarak, sıcaklığın yükselmesiyle üreme hızı doğru orantılıdır (Çizelge 2.1).

Çizelge 2.1. Rotiferin üreme hızına sıcaklığın etkisi (Ruttner-Kolisko, 1974)

Sıcaklık (°C)	15°C	20°C	25°C
Embriyonik gelişim süresi (gün)	1.3	1.0	0.6
Genç dişinin ilk kez yumurta meydana getirme zamanı (gün)	3.0	1.9	1.3
İki yumurtlama arasındaki süre (saat)	7.0	5.3	4.0
Yaşam süresi (gün)	15	10	7
Dişinin yaşam boyu ürettiği yumurta sayısı (adet)	23	23	20

Oksijen ihtiyacı populasyon yoğunluğu, tuzluluk, sıcaklık, besinin türü ile birlikte değişmekle beraber 2 ppm'in altında olmamalıdır.

Rotiferlerin doğal ortamdaki pH 6.6'nın üzerinde iken, kültür koşullarında en iyi sonuçlar pH 7,5'in üzerinde alınmıştır.

2.6. Denemede Kullanılan Mikroalg Türleri

2.6.1. *Nannochloropsis oculata*

Flagellasız ve hareketsiz, yeşilimsi bir alg türüdür. Büyüklüğü 4-6 µm olup küçük ve küresel yapıdadır. Kloroplast hücrenin neredeyse tümünü kaplar. Yüksek oranda B₁₂ vitamini ve EPA (20:5ω-3, Eikosapentaneoik asit) içerirler. Kültürde havalandırma olmazsa suda süspanse halde kalır. Rotifer, artemia ve süzerek beslenen canlılar için yaygın kullanılan bir besin kaynağıdır (Hoff ve Snell, 1987) (Şekil 2.4).

Nannochloropsis oculata'nin sistematik sınıflandırması aşağıdaki gibidir.

Şube-Phylum : Heterokonta

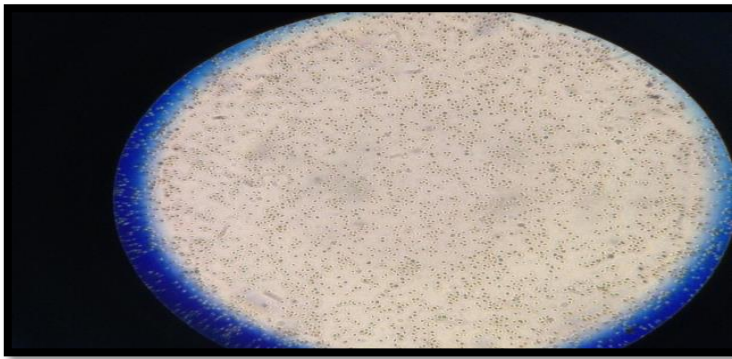
Sınıf-Class : Eustigmatophyceae

Takım-Order : Eustigmatales

Aile-Family : Monodopsidaceae

Cins-Genus : *Nannochloropsis*

Tür-Species : *Nannochloropsis oculata* (Hibberd, 1981)



Şekil 2.4. *Nannochloropsis oculata* görünüşü (Orjinal)

2.6.2. *Chlorella sp.*

Yeşil algler grubunda yer alan chlorella, 2-8 mikrometre boyutunda tek hücrelidir. Küre ya da elips şeklindedirler. Kloroplastlar kase görünümündedir (Şekil 2.5). Tatlı su ve denizel türleri bulunmaktadır. Vitamin, protein, mineral, aminoasitler, nükleik asitler, temel yağ asitleri, enzimler ve karotenoidlerin yoğun bir kaynağıdır.

Chlorella sp'nin sistematik sınıflandırması aşağıdaki gibidir.

Şube-Phylum : Plantae

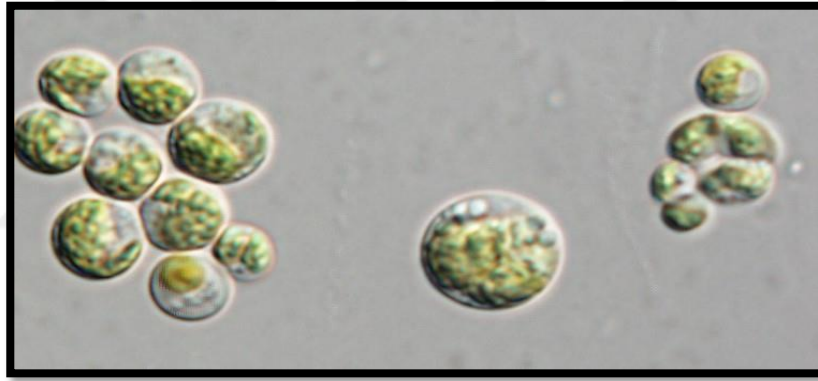
Sınıf-Class : Chlorophyta

Takım-Order : Chlorophyceae

Aile-Family : Chlorococcales

Cins-Genus : Chlorellaceae

Tür-Species : *Chlorella sp.* (Beijerinck, 1890)



Şekil 2.5. *Chlorella sp*'nin görünümü (Anonim, 2017)

3. LİTERATÜR ÖZETİ

Deniz balıklarında larva beslemesi, larvanın gelişme ve yaşama oranını önemli ölçüde etkilemektedir. Larva yetiştiriciliğinde, larvaya yeterli miktarda ARA (20:4n-6), EPA (20:5n-3) ve DHA (22:6n-3) içeren yüksek doymamış yağ asitlerinin (HUFA) sağlanması oldukça önemlidir. HUFA hücre membran yapısının ve fonksiyonlarının korunmasında, sinir sisteminde, görme sisteminin fonksiyonları ve gelişimi üzerinde önemli etkileri vardır (Faulk ve Holt, 2005). Yapılan birçok çalışmada deniz balıklarının linolenik asit (18:3n-3) ve linoleik asit (18:2n-6) gibi kısa zincir yapısına sahip yağ asitlerini HUFA gibi uzun zincir yapısına sahip yağ asitlerine gerekli enzimlerin düşük aktivitelerinden dolayı dönüştüremediği bildirilmiştir (Hache ve Plante, 2011). Bu nedenle deniz balıkları larval dönemde yağ asidi içeriğince zengin yemlerle beslenmesi gerekmektedir (Faulk ve Holt, 2005). Bugüne kadar yapılan çalışmalar daha çok rotiferlerin biyokimyasal kompozisyonu üzerine yürütülmüştür (Naz, 2008). Srivastava ve ark. (2011), kullanılan ekmek mayası, deniz ve tatlı su alglerinin rotiferlerin biyokimyasal içeriklerini büyük oranda etkilediği fakat mineral içeriklerini etkilemediği bildirmişlerdir. Watanabe ve ark. (1893)'de yaptıkları bir çalışmada ise, yavru balıkların yetiştirilmesinde rotifer (*Brachionus plicatilis*)'in çok önemli bir besin kaynağı olduğunu bildirmişlerdir.

Le Ruyet, (1975)'de yaptığı bir araştırmada, farklı besinlerin rotifer (*Brachionus plicatilis*) popülasyonu üzerine etkilerini incelemiş ve en iyi popülasyon artışının *Tetraselmis suecica* ile elde edildiğini bildirilmiştir.

Yufera ve ark. (1983), yapılan çalışmada *Brachionus plicatilis*'in iki farklı soyunun kültürü üzerine 4 farklı alg türünün (*Nannochloris oculata*, *Nannochloris maculata*, *Nannochloropsis oculata*, *Nannochloropsis gaditana*) etkisini araştırmışlardır. Bu çalışmanın sonucunda, her iki soyun popülasyon artış oranlarının benzer neticeler verdiği ve maksimum büyüme hızının *Nannochloropsis oculata* ve *Nannochloris maculata* ile beslenen kültürlerde olduğunu bildirmişlerdir.

James ve Dias. (1984), rotiferleri deniz mayası ve ekmek mayası ile üreterek 24 saat boyunca *Chlorella* ile zenginleştirme uygulayarak bir araştırma yürütmüşler. Bu araştırmanın neticesinde, deniz mayası (*Candida sp.*) + *Chlorella sp.* ve ekmek mayası + *Chlorella sp.* + (*Saccharomyces cerevisiae*) kombinasyonu ile beslenen gruptaki yağ asidi içeriği sırası ile linolenic asid (18:3n-3); %0-0.07, linoleik asid (18:2n-6); %7.45-

7.27, 20:5n-3 (EPA); %3.61-3.21, 20:6n-3 (DHA); %0.68-1.88 ve Σ n-3 HUFA; % 8.41-7.66, toplam lipid miktarı; % 26.12-34.87 olduğunu bildirmişlerdir.

Lubzens ve ark. (1985a), *Chlorella stigmatophora* ile beslenen rotiferlerde maksimum birey sayısını 200 rot./ml olarak tespit etmişlerdir. Ayrıca rotiferlere dondurulmuş *Nannochloropsis* sp. beslemesi uygulanmış ve *Brachionus plicatilis* kültürü için besin kaynağı olarak taze *Nannochloropsis* sp. yerine kullanılabileceği bildirmişlerdir.

James ve ark. (1987b) yaptıkları çalışmada, *Brachionus plicatilis* kültüründe populasyon artışı üzerine besin olarak *Chlorella* sp. ile karıştırılan deniz ve ekmek mayası kullanmışlardır. Araştırma sonucunda, *Brachionus plicatilis*'in popülasyondaki birey sayısı deniz mayası ile kültüre edilenlerde 454 birey/ml, *Chlorella* sp. ve ekmek mayası ile 671 rot./ml, ekmek mayası ile 277 birey/ml olduğunu bildirilmişlerdir.

Rezaq ve James (1987)'de yapılan çalışmada, rotifer *Brachionus plicatilis*'in populasyon artışı, büyüme hızı ve ikilenme zamanı üzerine farklı hücre yoğunluklarındaki *Chlorella* sp.'nin etkilerini incelemişler. Çalışmanın sonunda maksimum rotifer sayısının 25°C'de %30 tuzlulukta 50×10⁶ h/ml.'lik *Chlorella* sp. yoğunlukta elde edildiğini ve bu yoğunlukta büyüme hızının 0,325 bölünme/gün, ikilenme zamanının ise 2,29±0,1 gün olduğu bildirilmişlerdir.

Planas ve Estevez (1989), beş farklı besleme rejiminin etkilerini, *Brachionus plicatilis*'in populasyon gelişmesi üzerine incelenen bir çalışma yürütmüşlerdir. Bu çalışmada, rotifer kültürüne *Tetraselmis suecica*, *Isochrysis galbana* ve ekmek mayası tek tek ve karışık olarak ilave edilmiştir. Çalışma sonucunda, büyüme hızı *Tetraselmis* ve *Tetraselmis* + Maya ile beslenenlerde 0,72 bölünme/gün, sadece maya ile beslenenlerde 0,47 bölünme/gün olarak elde edilmiştir. Bu çalışmada *Tetraselmis suecica* 'nin rotifer populasyon artışı ve verimlilikleri üzerine etkilerinin diğer uygulamalara göre daha olumlu sonuçlar ortaya koyduğunu bildirmişlerdir.

Rainuzzo ve ark. (1989), *Brachionus plicatilis*'i maya ve farklı ticari zenginleştirici ürünler ile beslemiş ve rotiferlerin yağ asidi kompozisyonlarının bu yemlerden etkilendiğini bildirdikleri çalışmalarında, kullanılan besinlerin rotiferler arasında esansiyel yağ asidi içeriği açısından yüksek derecede pozitif bir ilişki bulunduğunu dolayısı ile zenginleştirilerek beslenen rotiferlerin yağ asidi kompozisyonunun, besinin yağ asidi kompozisyonuna bağlı olarak değişim gösterdiğini belirtmişlerdir.

Tamaru ve Lee (1991) yaptıkları çalışmada, rotifer besininde maya kullanıldığında, maya miktarına bağlı olarak EPA ve DHA değerinin değiştiğini ve değişimin azalan yönde olduğunu tespit etmişlerdir. *Brachionus plicatilis* kültüründe besin olarak *Nannochloropsis oculata* ve *Tetraselmis tetrathele* rotiferin kullanarak yaptıkları *Tetraselmis tetrathele*'yi daha hızlı tüketildiği ve populasyon artışı sonuçlarının diğerlerine göre daha iyi olduğunu bildirmişlerdir.

Chen (1991), rotiferlerin besinsel içeriğinin (HUFA) beslenmelerine göre değiştiğini bildirerek, *Nannochloropsis oculata* ile beslenen rotiferlerin en yüksek EPA içeriği %15-20 iken, *Isochrysis galbana* ve *Tetraselmis Chui*'de daha düşük %5-10, *Chlorella sp.* ve mayada çok daha düşük, hatta %0'a yakın olduğunu bildirmişlerdir.

Bibiloni ve ark. (1993), yapılan çalışmada farklı hacimlerdeki tanklarda rotifer *Brachionus plicatilis* kültüründe besin olarak *Tetraselmis sp.*, *Chlorella sp.*, ekmek mayası ve ticari diet kullanılmışlardır. Çalışma sonucunda, ticari diet kültürlerinde populasyon artış oranının ve büyüme hızının daha iyi olduğu bulunmuştur.

Cabrera ve ark. (1993), rotifer *Brachionus plicatilis*'in 3 tipinin; SS, S ve L, beslenmesinde besin olarak *Tetraselmis tetrathele* ve *Chlorella ellipsoidea* kullanmışlar ve araştırmanın sonucunda *Tetraselmis tetrathele* SS ve L tipi rotiferlerin, *Chlorella ellipsoidea* ise S tipi rotiferler için en uygun besin olduğu tespit etmişlerdir.

Hindioğlu (1995), üç farklı sıcaklık; 20°C, 25°C, 30°C, dört farklı tuzluluk; %20, %25, %30, %35 ve üç farklı besinin; fitoplankton, maya, selko'nun rotifer *Brachionus plicatilis*'in (S tipi) populasyon artış hızı üzerine etkisini araştırdıkları bir çalışmada, besin olarak alglerden *Tetraselmis suecica*, *Dunaliella tertiolecta*, *Chlorella sp.*, *Isochrysis galbana*, *Nannochloropsis sp.*, ekmek mayası 0.5gr/106, 0.75gr/106, 1gr/106, 1.3gr/106'dan oluşan 4 farklı oranda ve selko 0.5gr/106 oranında kullanılmıştır. Araştırmanın neticesinde *Tetraselmis suecica* ile beslenen 30°C sıcaklık ve %25 tuzlulukta rotifer kültüründe en yüksek büyüme hızı 1.129/gün olarak bildirilmiştir.

Qie ve ark. (1997) yaptıkları çalışmada, farklı büyüme hızları ve besleme koşullarının rotiferin protein ve toplam lipid içeriğindeki değişimini incelemişlerdir. Araştırmanın sonuçları maya ve süper selko ile beslenen rotiferlerdeki büyüme hızı 0.1-0.4 gün-1 olduğu, 24 saat boyunca zenginleştirme uygulandığında farklı örnekleme zamanlarına göre yağ asidi içeriğinin değiştiğini göstermiştir. Büyüme oranı arttığında rotiferlerin protein içeriğinin % 60-80 oranında arttığını, kuru ağırlıktaki toplam lipidin azaldığını ve bireylerin toplam lipid içeriğinin ise aynı kaldığı bildirmiştir. Kısa süreli

zenginleştirme uygulanan rotiferlerde kuru ağırlıktaki toplam lipid oranının arttığı tespit edilmiştir. Büyüme hızı arttığında DHA/EPA oranı azalmıştır. Büyüme hızı yüksek rotiferlerde toplam lipid içeriğinin azalmasının nedeninin yüksek büyüme hızına sahip rotiferlerde toplam lipidin verimli bir şekilde katabolize edilmesinden kaynaklanabileceğini belirtmiştir. Sonuç olarak toplam lipitteki azalma n-3 HUFA’ında azalmasına sebep olmuştur. Aslında yüksek büyüme hızına sahip kültürdeki DHA/EPA oranının EPA’dan çok DHA’nın yüksek oranda katabolize olmasından kaynaklandığı bildirilmiştir.

Rodriguez ve ark. (1997), larva beslemede kullanılacak olan rotiferleri ekmek mayası ile kültüre ederek 4 farklı (n-3) HUFA içeriğine sahip ticari ürünle zenginleştirmenin rotiferin yağ asidi içerisine etkisini incelemişlerdir. Rotiferlerde toplam lipid oranı (kuru ağırlıkta) %12,6-24,6 arasında değişim göstermiş ve en az değer maya ile beslenen rotiferlerde saptanmıştır. Maya ile beslenen rotiferlerde SFA %2,3, MUFA %5,9, (n-6) PUFA %0,6, (n-3) HUFA %0,3 olurken, linolenik asidin (C18:3n-3) bulunmadığı, linoleik asid (C18:2n-6) değerini %0,5, EPA/DHA oranının %1,9 olduğu tespit edilmiştir. Ticari zenginleştirici ürün ile beslenenlerde, en yüksek SFA %3,8, MUFA %7,7, (n-6) PUFA %2,0, (n-3) HUFA %3,3, linolenik asit (C18:3 n-3) %0,2, linoleik asit (C18:2 n-6) %1,7, EPA/DHA %3,6 olduğu bildirilmektedir.

Lie ve ark. (1997) yaptıkları çalışmada, rotiferleri *Isochrysis galbana* ile beslemiş ve rotiferlerin yağ asidi içeriğini 72 saat boyunca izlemiştir ve farklı zamanlarda yağ asidi analizi için örnekleme yapmış, rotiferlerde MUFA %27,0-33,6, SFA %8,9-16,2, EPA %6,9-14,9, DHA %2,3-4,9, PUFA %51,8-53,7 ve ARA %0,9-2,5 olarak belirlenmiştir. İlk saatlerde alınan örneklerde yağ asitlerinden ARA (C20:2n-6) düşük iken, 72. saat sonunda bu oran artmıştır. Ancak DHA ve EPA oranları ise azalmıştır. *Isochrysis galbana* ile beslenen rotiferlerde C18:4 n-3 ve C18:2 n-6 seviyelerindeki önemli miktarda artış olduğunu, zamana bağlı olarak EPA ve DHA düzeylerinde ise azalma olduğunu bildirmişlerdir.

Atay ve ark. (1998), yaptıkları çalışmada *Brachionus plicatilis* kültürüne farklı besinlerin etkisi 9 gün süresince incelemişler. Araştırmada 4200 lümen/m² ışık yoğunluğunda, 14 saat aydınlık, 10 saat karanlık fotoperiyot uygulanmış bu ortamda 8 farklı besleme (*Tetraselmis chuii*, *Chlorella* sp., yaş ekmek mayası, kuru bira mayası, *Tetraselmis chuii* + yaş ekmek mayası, *Tetraselmis chuii* + kuru bira mayası, *Chlorella* sp. + yaş ekmek mayası ve *Chlorella* sp. + kuru bira mayası) uygulanmış ve rotifer

yoğunluğu, büyüme hızı, günlük rotifer üretimi ve ikilenme zamanı tespit edilmiştir. Deneme gruplarına göre, en yüksek rotifer yoğunluğu (281.1 ± 3.15 birey/ml), büyüme hızı (0.667 ± 0.02 bölünme/gün) ve günlük rotifer üretimi (54.2 ± 0.60 birey/ml/gün) *Tetraselmis chuii* + kuru bira mayası ile beslemede elde edildiği bildirilmiştir.

Seçer ve ark. (1998), *Chlorella sp* ile beslenen rotifer kültürü üzerine 20°C ve 27°C olmak üzere iki farklı sıcaklık ve %10, %12, %14, %16, %18, %20, %22, %24, %26, %28, %30, %33, %35, %40 olmak üzere 14 farklı tuzluluk oranının etkisi araştırmışlardır. Bu araştırmanın sonucunda, rotiferlerdeki en yüksek birey sayısının 176.5 ± 3.05 rot./ml olarak 27°C sıcaklık ve %20 tuzlulukta olduğunu saptamışlardır.

Işık ve ark. (1999), rotifer, alg, ve balıktan oluşan besin zincirindeki yağ asidi içeriğini incelemişlerdir. Bu çalışmanın sonucunda, tatlı su rotiferi *Brachionus calyciflorus* 'a besin olarak *Scenedesmus abundans*, *Monoraphidium minimum* ve *Chlorella vulgaris* kullanmıştır. *Chlorella vulgaris*'in toplam lipid oranının diğer iki türden daha yüksek olduğunu (%17.30, kuru ağırlık) bu oranın rotiferler ile benzerlik gösterdiğini bildirmişlerdir. *Chlorella vulgaris*'in toplam yağ asidi içeriği (%76.6), toplam lipid (%17.30) ve 16:0 (%20.42); 18:2n-6 (%18.57); 18:3n-6 (%26.76) içeriği ise diğer iki türden daha yüksektir. Buna ilaveten *Chlorella vulgaris*'in EPA içeriği %0.47 ve DHA içeriğide %0.16 oranlarında saptamıştır. *Chlorella vulgaris* ile beslenen rotiferlerde toplam lipid %15.59 iken, toplam yağ asidi %39.93, 16:0; %8.50, 18:2n-6; %11.29; 18:3n-3; %13.09, EPA %0.79 ve DHA ise tespit edilememiştir. Araştırmacı larva için esansiyel yağ asidi olan PUFA'nın azda olsa rotiferlerce sentezlendiği bildirilmiştir.

Albayrak (2001)'de yapılan bir çalışmada, $25 \pm 1^\circ\text{C}$ de, %25 tuzlulukta rotifer *Brachionus plicatilis* (L tipi) kültüründeki farklı alg (*Tetraselmis suecica*, *Nannochloropsis oculata*, *Chlorella sp.*, *Isochrysis galbana*, *Dunaliella tertiolecta*), ekmek mayası (*Saccharomyces cerevisiae*) ve alg + ekmek mayasının (*Tetraselmis suecica* + *Saccharomyces cerevisiae*, *Nannochloropsis oculata* + *Saccharomyces cerevisiae*, *Chlorella sp.*+*Saccharomyces cerevisiae*, *I. Galbana* + *S. cerevisiae*, *D. Tertiolecta* + *Saccharomyces cerevisiae*) etkisi araştırılmış ve besleme şekline göre, ikilenme zamanı, büyüme hızı ve günlük rotifer üretimi tespit edilmiştir. Sadece alg ile uygulanan besleme şeklindeki rotifer kültüründe en yüksek büyüme hızı 0.605 bölünme/gün olarak *Tetraselmis suecica* ile beslenenlerde, alg + maya'dan oluşan besleme şekline göre rotifer kültüründeki en yüksek büyüme hızı ise 0.581 bölünme/gün *Tetraselmis suecica* + *Saccharomyces cerevisiae* ile beslenenlerde tespit edilmiştir.

Cho ve ark. (2001), farklı zenginleştirici besin maddeleri ile kültüre edilen rotifer *Brachionus plicatilis* *Sebastes schlegeli* larvalarına besin olarak kullanarak larvaların büyüme ve yaşama oranına etkisini incelemişlerdir. Yeşil alglerden *Chlorella ellipsoidea* besin olarak kullandığı rotiferlerin yağ asidi içeriğinde kuru ağırlıktaki SFA; %33.20, MUFA; %27.16, PUFA; %7.24 oranlarında olup, EPA, DHA ve ARA yağ asitlerinin bulunmadığını saptamıştır.

Seiffert ve ark. (2001), *Centropomus parallelus* larvalarını beslemek amacı ile 4 farklı besinle (Selko *Nannochloropsis oculata*+maya ve *Nannochloropsis oculata*+maya ve *Nannochloropsis oculata*) kültüre edilen *Brachionus rotundiformis*'i (S tipi) kullanmıştır. 13.2 mg/g kuru ağırlık ile en yüksek EPA ve 6.08 mg/g ile DHA oranı Selko ile zenginleştirilmiş rotiferlerde bulunmuştur.

Copeman ve ark. (2002), beş gün boyunca ekmek mayası ve kültür selko ile kültüre ettikleri rotiferleri 0,1 g/l konsantrasyondaki emülsiyonlarla (DHA, DHA+EPA, DHA+ARA) 12 saat süreyle zenginleştirme yapmışlardır. Rotiferlere uygulanan zenginleştirme sonunda en yüksek PUFA değeri DHA+EPA ile beslenen kültürde bulduklarını bildirmişlerdir.

Güçlü ve Savaş (2003), farklı mikroalg türlerinin *Brachionus plicatilis*'in popülasyon artışına etkisini araştırdıkları bu çalışmada *Chlorella sp.* ile beslenen rotiferlerde en yüksek büyüme hızını 0.508 ± 0.01 gün⁻¹, en yüksek birey sayısını 350.00 ± 0.33 rot/ml olduğunu saptamışlardır.

Savaş ve Güçlü (2004), *Brachionus plicatilis* (L tipi) kültürüne farklı tuzluluk miktarlarının etkilerini belirleyebilmek için yaptıkları çalışmada, *Tetraselmis suecica* ile beslenen rotiferlerde en yüksek birey sayısı 372.00 ± 1.52 rot./ml ile %30 tuzlulukta, *Chlorella sp.*, *Isochrysis galbana*, *Nannochloropsis. oculata* ile beslenenlerde en yüksek birey sayısı sırası ile 248.33 ± 1.20 rot./ml, 299.00 ± 1.73 rot./ml, 267.33 ± 1.20 rot./ml olarak %25 tuzlulukta belirlenmiştir.

Chew ve Lim (2005), *Brachionus rotundiformis*'i farklı oranlarda maya ve kültür selko ile besleyerek yaptıkları çalışmada, maksimum rotifer yoğunluğu (toplam birey sayısı) kültür selko (8 g/106 besleme) ile beslenen grupta 528 adet/ml olduğu tespit edilmiştir.

Özbaş ve ark. (2006), yaptıkları çalışmada farklı besin diyetlerinin rotifer (*Brachionus plicatilis*) kültürlerinin büyümesi üzerindeki etkilerini incelemişlerdir. Çalışmanın sonucunda, alg içeren grupların en iyi büyümeyi gösterdiği bildirilmiştir.

Spirulina ise parçacık büyüklüğünden dolayı rotiferler tarafından alınamadığı, maya hücreleri ise rotifer hücreleri için optimum büyüklükte olmasına rağmen, ortam kirliliğine sebep olması bakımından alg ile beslenen gruplara göre daha düşük bir büyüme gösterdiği bildirilmiştir.

Park ve ark. (2006)'da yaptıkları araştırmada, zenginleştirilmiş rotiferin *Gadus morhua* larvalarının büyüme ve yaşama oranı üzerine etkisini araştırmışlardır. Son zamanlarda deniz balığı larvalarının büyüme ve yaşama oranı üzerine DHA'nın etkisinin önemli olduğunu belirten araştırmacı rotiferlere farklı oranlarda DHA zenginleştirmesi yapmış ve her bir farklı DHA zenginleştirmesine göre EPA'nın farklılıklar gösterdiğini bildirmiştir. Çalışmada kurutulmuş *Chlorella* ile beslenen rotiferlerde yağ asidi içeriği MUFA; %42, SFA; %22.4, PUFA; %20.7, EPA; %2.1, DHA; %6.8, Σ n-3; %20.3 ve Σ n-3/n-6; %1.7 olarak belirlenmiştir.

Hamre ve ark. (2008), dört farklı diyetin (ekmek mayası + morina karaciğeri yağı, ekmek mayası + Algamac 2000, ekmek mayası + chlorella ve Kültür selko 3000) farklı oranlardaki karışımlarından oluşan besleme rejiminde rotiferin popülasyon artışı üzerine olan etkisini araştırmışlardır. Bu araştırmanın sonucunda ekmek mayası ve morina karaciğeri yağı kullanılan uygulamada dördüncü günde en yüksek birey sayısı 718 ± 120 birey/ml, yumurta oranı 0.32 ± 0.01 olarak tespit edilmiştir. Genel olarak beslenme rejimine bağlı uygulamalar arasında önemli bir farklılık görülmediğini bildirmişlerdir.

Westelmajer (2008), Atlantik morina balığı'nın metamorfosis sürenin 59. gününe kadar ontogenez kortikosteroid stres duyarlılığını test etmiştir. Bu çalışmada zenginleştirilmiş rotifer (*Brachionus plicatilis*) ve tuzlusu karidesi (*Artemia* sp.) organizmalarının bu larvaların lipid içeriği, gelişim ve stres toleransları üzerine etkilerini de tespit edilmiştir. Aquagrow® Advange, Protein Selco Plus®/Gadi Selco® (INVE Aquaculture, Dendermonde, Belgium), Algamac 2000®/3050® (Aquafauna Bio-Marine Inc., Hawthorne, California, USA) ve Algae® (*Pavlova* sp. alg hamuru, Reed Mariculture, Campbell California, USA) zenginleştirici ürünlerini rotifer ve *Artemia* zenginleştirilmesinde ya tek olarak ya da kombinasyon şeklinde toplam 3 farklı besin denemesi uygulaması yapılmıştır. Rotifer zenginleştirme (1) Aquagrow® Advange, (2) Protein Selco Plus® ve (3) Algamac 2000®+Algae® denemeleriyle test edilmiştir. Selco ile zenginleştirilmiş rotiferlerin kuru ağırlığının total lipid miktarı ile tüm denemelerdeki serbest yağ asitleri ve sterol içeriğinin çok az değiştiği, tekli doymamış yağ asitleri ve PUFA'nın AlgaMac+*Pavlova* veya Advantage; ARA ve EPA'nın AlgaMac+*Pavlova*

veya Selco; DHA'nın Advangate ile yapılan rotifer 33 zenginleştirilmelerinde çoğaldığı, Σ SFA'nın zenginleşmeyle aynı kaldığı ve farklı zenginleşmeler arasında total ω 3, ω 6, 20–22 karbonlu PUFA düzeylerinin yanı sıra DHA/EPA, EPA/ARA ve DHA/DPA oranlarının da önemli derecelerde etkilendiğini belirtmiştir.

Kabayashi ve ark. (2008), *Brachionus plicatilis*'i (S tipi) sürekli kültür sisteminde tatlısu mikroalg *Chlorella vulgaris* ve *Nannochloropsis sp.* ile beslemiş ve yağ asidi içeriğini incelemişlerdir. Araştırma sonuçlarına göre her iki mikroalg karışımı ile beslenen rotiferler yalnızca *Nannochloropsis sp.* ile beslenenlerle karşılaştırıldığında 16:2, 18:2n-6 (linoleik asit) ve 20:2n-6 yüksek, fakat EPA ve DPA (22:5n-3) daha düşüktür. Yalnızca tatlı su *Chlorella*'sı ile beslenenlerde 16:2 ve linoleik asit düşük, fakat her iki alg 17 ile beslenenlerde ise 16:1n-7, EPA ve DPA daha yüksek olduğu bildirilmektedir. *Nannochloropsis sp.* + *Chlorella vulgaris* ile beslenenlerde Σ n-6/ Σ n-3 oranı %0.9-1.0 arasında, sadece *Chlorella vulgaris* ile beslenenlerde %6.6-8.4 arasında, *Nannochloropsis sp.* ile beslenenlerde ise %0.4 olarak farklılıklar göstermiştir. *Nannochloropsis sp.*'de DPA yağ asidi bulunmamasına karşın, bu alg ile beslenen rotiferlerde DPA'nın az miktarda sentezlendiği saptanmıştır. Elde edilen sonuçlara göre rotifer kültüründe bu alglerin karışımı ile yapılan besleme uygulanarak Σ n-6/ Σ n-3 oranının artırabileceği önerilmektedir. Araştırmacılar besin *Chlorella vulgaris*'in C16:0, C16:2 ve linoleik asit içeriğinin yüksek olduğunu, linolenik ve 16:3n-6 yağ asitlerinin bulunduğunu bildirmişler. *Chlorella vulgaris* 'de 20:2n-6 (ARA), 20:5n-3 (EPA) ve DHA olmamasına karşın, bu alg ile beslenen rotiferlerde bu yağ asitleri çok az sentezlenmiştir. Buna ilaveten besin *Chlorella vulgaris*'de Σ n-6; %45.3, rotiferlerde %52.5, *Nannochloropsis sp.* Σ n-3; %36.4, rotiferlerde %35.4 olarak benzerlik gösterdiği tespit edilmiştir.

Pousão-Ferreira ve ark. (2009)'nın yaptıkları çalışmada, Akdeniz balık çiftlikleri için potansiyel bir tür olan *Diplodus sargus* (L., 1758) larva yetiştiriciliğinin besin gereksinimlerini araştırmışlardır. Besleme protokolüne bağlı olarak larvaları 3.–20. günler arasında *Brachionus plicatilis* ile beslemiş ve rotiferlerin linoleik, linolenik, ARA, EPA, DHA, Σ SFA, Σ MUFA, Σ PUFA ve n-3HUFA oranları araştırılmıştır. Bu araştırmanın sonucunda, yağ asitlerinden linoleik asit değerinin yüksek düzeyde olduğunu EPA ve DHA oranlarının yakın değerde olduğunu bildirilmiştir. Ayrıca bu çalışmada Σ MUFA oranı, Σ SFA, Σ PUFA'dan yüksek oranda ve Σ SFA, Σ PUFA'nın yakın düzeyde olduğu saptanmıştır.

Roo ve ark. (2010) mercan balığı larvalarının yumurtadan çıktıktan sonraki 50. güne kadar intensif ve yarı intensif sistemlerdeki yetiştiriciliği ile bu sistemlerde iki farklı ticari besleme protokollerinin çalışıldığı denemelerde larvalardaki gelişim, hayatta kalma, biyokimyasal ve yağ asit kompozisyonu üzerine etkilerini incelemişlerdir. Rotiferler (*Brachionus sp.*) ticari maya (*Saccharomyces cerevisia*) ile kültüre alınmış ve DHA Protein Selco (Inve Aquaculture, Dendermonde, Belgium)'nun ticari tarifine göre zenginleştirilmiştir. Biyokimyasal analizlerin değerlendirilmesinde rotiferlerin lipid, protein ve kül içeriği ile yağ asit kompozisyonları analizleri yapılmıştır. Mikrodiyet yeme göre rotiferlerin kuru ağırlığının lipid miktarı yüksek, protein ve kül miktarları düşük olarak belirlenmiştir. Rotiferlerin mikrodiyet yeme göre oleik değeri yüksek, alfa linolenik değeri düşük, ARA değeri yüksek, EPA ve DHA değerinin ise yakın ilişkileri olduğunu ortaya koymuşlardır.

Kostopoulou ve ark. (2015), yaptıkları çalışmada ekmek mayası (*Saccharomyces cerevisiae*) ve *Tetraselmis suecia*, kulture selco + *Tetraselmis suecia* ile kültüre edilen rotifer *Brachionus plicatilis*'in DNA, RNA, lipid, protein ve yağ asidi içeriğine olan etkisini araştırmışlardır. Çalışmada rotiferlerin kültüründe kullanılan *Tetraselmis suecica*, ekmek mayası ve kültür selco'nun yağ asidi içerikleri sırasıyla araşidonik asit %2.01, %0, %0.97; EPA %1.12, %0.12, %11.21; DHA %0.83, %0.94, %13.42 olarak belirlenmiştir. *Tetraselmis suecica*, ekmek mayası+ *Tetraselmis suecia* ve kültür selco+ *Tetraselmis suecia* karışımı ile kültüre edilen rotiferlerin yağ asidi içerikleri sırasıyla, araşidonik asit %0.78, %0.88, %0.84; EPA %3.58, %2.90, %5.83; DHA %2.25, %2.10, %4.52 olarak bildirilmişlerdir.

Rehberg-Hass ve ark. (2015), çalışmalarında, beş farklı mikro algin (konsantre *Pavlova sp.*, canlı *Psychotria viridis*, canlı *Pavlova sp.*, konsantre *Nannochloropsis sp.*, ekmek mayası) rotifer *Brachionus plicatilis*'in populasyon artışı, büyüme hızı, yumurta oranı ve toplam organik karbon içeriğine olan etkisini incelemişlerdir. En yüksek populasyon artışı ve büyüme hızı değerine canlı *Psychotria viridis* ile kültüre edilen grupta ulaşılmış, bunu sırasıyla aynı büyüme hızı değerine sahip (0.12 l/gün-1) büyüme hızı ile canlı *Pavlova sp.*, ve konsantre *Psychotria viridis* ile kültüre edilen grup takip etmiştir. Yumurta oranı 0.1 ile 1.3 arasında değişmekle birlikte en yüksek değere canlı *Psychotria viridis* ile zenginleştirilen uygulamada ulaşıldığını bildirilmişlerdir.

4. MATERYAL ve METOT

4.1. Materyal

4.1.1. Deneme Yeri

Deneme, Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı'na bağlı Akdeniz Su Ürünleri Araştırma Üretme ve Eğitim Enstitüsü Müdürlüğü (AKSAM) Beymelek Birimi'nde 2 Mayıs-30 Mayıs 2016 tarihleri arasında yürütülmüştür.

4.1.2. Rotifer, *Nannochloropsis oculata* ve *Chlorella sp.* Temini

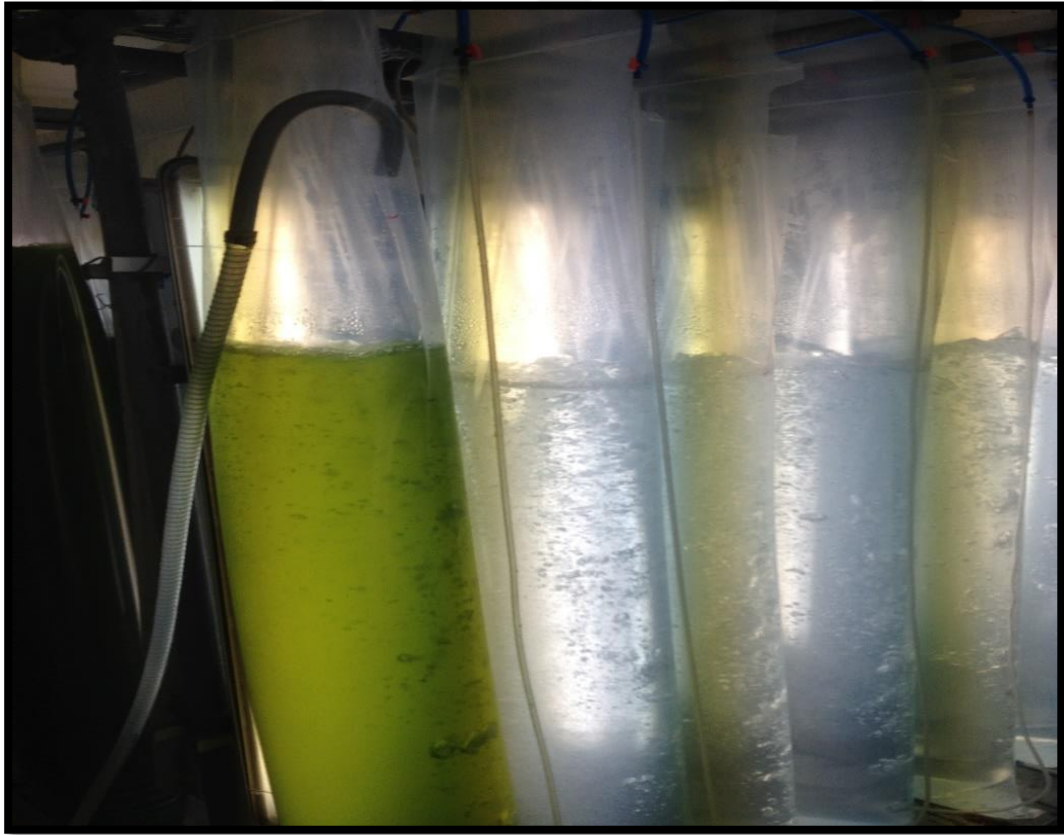
Denemede *Brachionus plicatilis* (L tipi) türü rotifer kullanılmıştır (Şekil 4.1). Rotiferin beslenmesinde mikroalg olarak *Nannochloropsis oculata* ve *Chlorella sp.* kullanılmıştır (Şekil 4.2, Şekil 4.3). Araştırmada kullanılan Rotifer (*Brachionus plicatilis*) (130-340µ, L tipi) ve mikroalgler (*Nannochloropsis oculata*, *Chlorella sp.*) Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı'na bağlı Akdeniz Su Ürünleri Araştırma Üretme ve Eğitim Enstitüsü'nün canlı yem ünitesinden temin edilmiştir.



Şekil 4.1. *Brachionus plicatilis* bireylerinin mikroskop altında görünümü (Orjinal)



Şekil 4.2. *Nannochloropsis oculata* (Orjinal)



Şekil 4.3. *Chlorella sp* (Orijinal)

4.1.3. Deneme Planlaması

Deneme, AKSAM Beymelek Birimi Deniz Balıkları Kuluçkahanesi canlı yem ünitesinde üç farklı tuzlulukta (‰17, ‰28 ve ‰40) ve 2 farklı besin (*Nannochloropsis oculata* ve *Chlorella sp.*) ile 5 gün süreyle 3 tekerrürlü olarak yürütülmüştür (Şekil 4.4).



Şekil 4.4. AKSAM Beymelek canlı yem ünitesinde deneme düzeninden bir görünüm (Orijinal)

Deneme, her biri 15 L su kapasitesinde olan 18 adet şeffaf plastik bidonlarda gerçekleştirilmiştir. Araştırmada kullanılan deniz suyu istenilen tuzluluk oranları deniz tuzu ve tatlı su kullanılarak ayarlanmıştır. Tanklara doldurulan ve denemede kullanılan su, ilk olarak 130 m³/saat kapasiteli ve 50 µm'ye kadar kaba pislikleri temizleyen otomatik filtreden, daha sonra UV lambalardan ve en sonunda ise sırasıyla 10 µm ve 1 µm'luk kartuş filtrelerden geçerek strelize edilmiştir. Aydınlatma, deneme düzeneğinin 60 cm üstünde olacak şekilde floresan lambalarla sağlanmıştır. Hata oranı ± 0.01 ppm

olan oksijenmetre ile oksijen ölçümü yapılmıştır. Suyun tuzluluk ölçümleri hata oranı ± 0.00025 olan Atago ATC-S/Mill-E marka dijital tuzluluk ölçer ile yapılmıştır (Şekil 4.5).



Şekil 4.5. Dijital tuz ölçer (Orijinal)

Işık şiddeti ölçümü, doğruluk oranı %97'den büyük lüksmetre (ışık ölçer) ile yapılmıştır. Deneme ortamının sıcaklık ölçümleri 0.1°C hassasiyetli dijital termometreyle ölçülmüştür. pH ölçümleri hata oranı ± 0.1 olan OxyGuard marka dijital pH ölçüm cihazı ile yapılmıştır (Şekil 4.6).

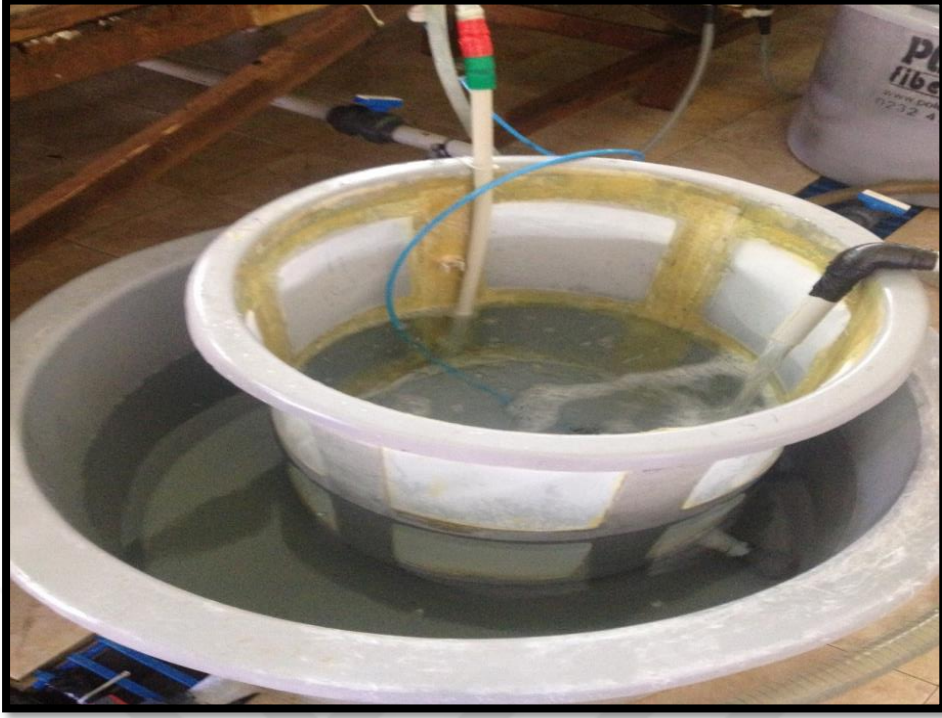


Şekil 4.6. Dijital pH ölçüm cihazı (Orijinal)

Denemede rotifer beslemede kullanılan mikroalgler ± 0.05 g hassasiyetli terazi ile tartılmıştır. Mikroalglerin ortamda homojen dağılımını sağlamak için blender kullanılmıştır. Rotifer sayımında 1 ml'lik cam pipet, zooplankton sayım kamerası (Sedgewick Rafter), binoküler mikroskop (Şekil 4.7) ve rotifer hasatında ise 45 μ m göz açıklığında plankton kepçesi (Şekil 4.8) kullanılmıştır. Rotiferlerin bidon yüzeyine yapışmaması için denemede seramik hava taşları ile oksijen verilmiştir.



Şekil 4.7. Binoküler mikroskop altında rotiferlerin incelenmesi (Orjinal)



Şekil 4.8. 45µm göz açıklığında plankton kepçesi (Orijinal)

Deneme sonunda plankton kepçeleri ile süzülen rotiferler ± 0.05 g hassasiyetli terazi ile tartılmıştır (Şekil 4.9).



Şekil 4.9. Plankton kepeçesi ve hassas terazi (Orijinal)

Deneme süresince canlı yem verilmesinde ve rotifer sayılmasında çeşitli plastik kova, beher ve cam pipet gibi laboratuvar ekipmanları kullanılmıştır.

4.2. Metot

Çalışmada, farklı tuzluluk koşullarında (%17, %28 ve %40) ve farklı mikroalg türlerinin (*Nannochloropsis oculata* ve *Chlorella sp*) L tipi rotiferlerin (*Brachionus plicatilis*) büyüme ve biyokimyası üzerine olan etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır (Çizelge 4.1).

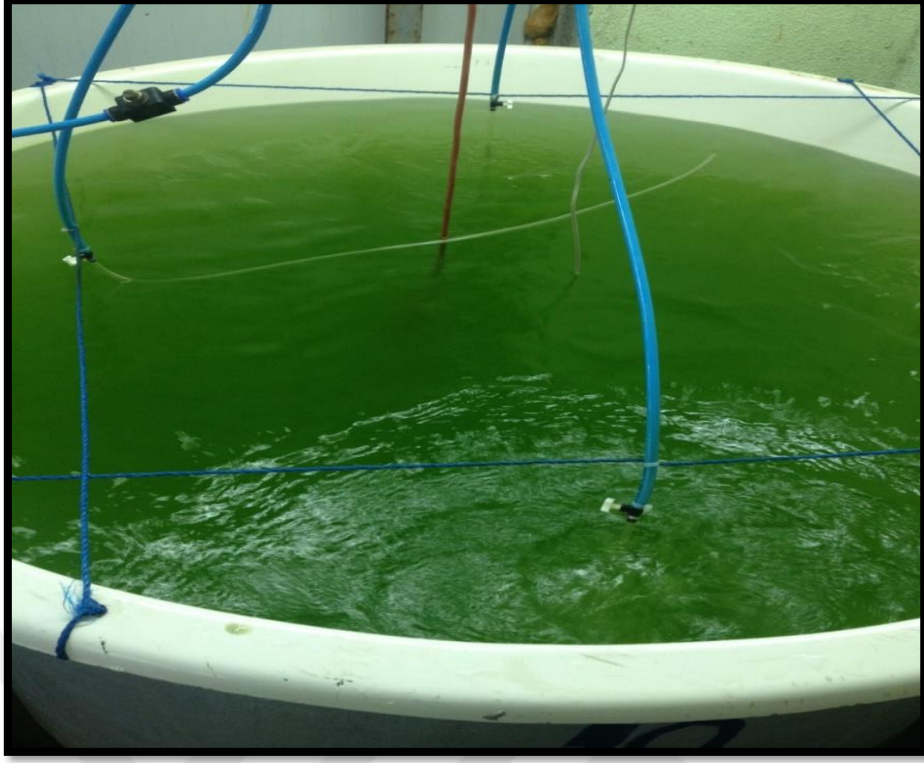
Çizelge 4.1. Deneme grupları

Deneme grupları	Tuzluluk (‰)	Besin
N17	17	<i>Nannochloropsis oculata</i>
C17	17	<i>Chlorella sp</i>
N28	28	<i>Nannochloropsis oculata</i>
C28	28	<i>Chlorella sp</i>
N40	40	<i>Nannochloropsis oculata</i>
C40	40	<i>Chlorella sp</i>

Deneme 25°C sıcaklıkta deniz suyunda ve floresan lambalarla sürekli aydınlatma şeklinde 5 gün süreyle tesadüfî örnekleme yöntemine göre şeklinde 3 tekerrür halinde yürütülmüştür.

4.2.1. Rotiferin Adaptasyonu

Brachionus plicatilis türü L tipi rotifer deneme kurulmadan önce 2 m³'lük polyester konik rotifer tanklarında *Nannochloropsis oculata* ve *Chlorella sp.* ayrı ayrı kültür oranlarında 15 gün adapte edilmişlerdir (Şekil 4.10). Denemede kullanılan 15 L'lik plastik bidonlarda *Brachionus plicatilis* (L tipi rotifer) üretimi ise Şekil 4.11.'de gösterildiği gibi yapılmıştır. Deneme vasatlarına transfer edilen rotiferlerin başlangıç yoğunluğu her bir bidona 5 milyon rotifer gelecek şekilde düzenlenmiştir.



Şekil 4.10. Polyester konik rotifer tanklarında 2 m³'lük rotifer kültürü (Orjinal)



Şekil 4.11. Denemede rotifer yetiştiriciliği için kullanılan 15 L'lik plastik bidonlar (Orjinal)

4.2.2. Rotiferin Beslenmesi

Denemede iki farklı besin (*Nannochloropsis oculata* ve *Chlorella sp.*) ve üç farklı tuzluluk (%17, %28 ve %40) ortamında gruplar oluşturulmuştur. Rotifer kültürünü hazırlanan mikroalg ile her bir deneme grubuna 100 ml alg verilerek günlük beslenme işlemi yapılmıştır. Denemede besin miktarları günde 4 defa (her 6 saatte bir olmak üzere) deneme ortamına ilave edilmiş ve deneme vasatlarında rotiferlerin bidonların cidarlarına yapışmalarını önlemek amacıyla her bidonda havalandırma işlemi yapılmıştır.

4.2.3. Rotifer Sayımı

Rotifer sayımları 24 saatlik periyotlarla yoğunluğa bağlı olarak her bir tekerrürden cam pipetlerle 0.3 ml'lik 3 adet örnek alınarak binoküler mikroskop altında (10 x) büyütme yapılarak gerçekleştirilmiştir. Rotifer sayımında Sedgewick Rafter sayım kameraları kullanılmıştır. Sayımdan önce alınan örnek sayım kamerasına konarak mikroskop altında genel durumuna bakılarak yumurtalı olup olmadığı ve rotiferlerin hareketlerine, büyüklüklerine ve ortama siliyat (*Paramecium sp. vb.*) gibi canlıların karışıp karışmadığına bakıldıktan sonra lugol çözeltisi ile rotiferler öldürölüp toplam birey sayısı her gün ayrı ayrı tespit edilmiştir.

4.2.4. Rotiferlerde Büyüme Katsayısının Hesaplanması

Rotiferlerde büyüme katsayısı, aşağıdaki formülle hesaplanmıştır (Zink ve ark., 2011).

$$K = 1/t \times \log_e (Nt/No) = \ln Nt - \ln No / t$$

$$K = \text{Büyüme katsayısını (bölünme/gün)}$$

$$No = \text{Başlangıçtaki rotifer yoğunluğunu (rotifer/ml)}$$

$$Nt = t \text{ gün sonra ulaşılan maksimum rotifer yoğunluğunu (rotifer/ml)}$$

$$t = \text{Maksimum rot/ml'ye ulaşılan gün sayısını, ifade etmektedir.}$$

4.2.5. Günlük Rotifer Üretimi

Günlük rotifer üretimi (P) aşağıdaki formülle hesaplanmıştır (Zink ve ark., 2011).

$$P = Nt - No / t(\text{rot./ml./gün})$$

4.2.6. Rotifer Örneklemesi

Rotifer örneklemeleri yağ asitleri kompozisyonu analizleri için 5 g ve ham yağ, ham protein ve ham kül analizlerinin her biri için 3'er g yağ rotiferlerden 3 tekrarlı olarak alınmıştır. Yağ rotifer örneklerinin tartımları ± 0.05 g hassasiyetli terazi ile yapılmıştır (Şekil 4.12). Alınan örnekler alüminyum folya kağıdına sarılıp etiketlenerek örnek kodları yazılmış -18°C 'de 2 gün AKSAM Beymelek biriminde bekletildikten sonra alınan örnekler soğuk zincir ile Ondokuzmayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Laboratuvarına getirilerek -80°C 'de analiz gününe kadar muhafaza edilmiştir.



Şekil 4.12. Yağ rotifer örneklerinin tartım görünümü (Orijinal)

4.3. Analizler

Örneklerin ham yağ, ham protein, kimyasal bileşen analizleri kuru ağırlık, yağ asitleri kompozisyonu analizleri yağ ağırlık üzerinden yapılmıştır.

4.3.1. Kimyasal bileşen analizleri

Biyokimyasal kompozisyonundan ham yağ miktarı Bligh ve Dyer (1959), ham protein miktarı protein ön yakma ünitesi (Velp UD-20, İtalya) ve tam otomatik protein distilasyon ünitesi (Velp UDK 142, İtalya) kullanılarak Kjeldahl yöntemi (Nx6.25) (AOAC 2000) ile belirlenmiştir.

4.3.2. Yağ asitleri tayini

Örneklerin yağ asit analizleri TUBITAK Marmara Araştırma Merkezi Gıda Enstitüsü'ne (gaz kromatografik yöntemle) yaptırılmıştır (Çizelge 4.2). Analiz için alınan numuneler, Ondokuzmayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Laboratuvarı derin dondurucuda -80°C'de saklanmıştır. Daha sonra numuneler, üzeri yaprak buzla örtülmüş ve soğutucu özelliğe sahip taşıma çantası ile soğuk zincirde muhafaza edilerek laboratuvara götürülmüş ve analiz yapılmıştır.

Çizelge 4.2. Yağ Asitleri Kompozisyonu

Stenanografi	Yaygın adı	Kod	Sistematik adı
C 12:0	Laurik	-	Undekanoik
C 14:0	Miristik asit	-	Tetradekanoik
C 15:0	-	-	Pentadekanik
C 16:0	Palmitik	-	Heksadekanoik
C 17:0	Palmitoleik	-	Heptadekanoik
C 18:0	Stearik	-	Oktadekenoik
C 20:0	Araşidik	-	Eikosenoik
C 22:0	Behenik	-	-
C 24:0	Lignoserik	-	-
C 16:1n-7	Palmitoleik	-	cis-9- Heksadekanoik
C 18:1n-9	Oleik	OLA	cis-9- Oktadekenoik
C 20:1n-9	Gondoik	-	cis-11- Eikosenoik
C 22:1n-9	Erusik	-	cis-13- Dokosenoik
C 24:1	Nervonik	-	-
C 18:2n-6	Linoleik	LOA	9,12-Oktadekadienoik
C 18:3n-6	Gamma Linolenik	γLNA	cis-6,9,12-Oktadekatrienoik
C 20:3n-6	Homo-g-linolenik	-	cis-8,11,14-Eikosatrienoik
C 20:4n-6	Araşidonik	ARA	cis-5,8,11,14-eikosatetraenoik
C 20:2n-6	-	-	-
C 18:3n-3	alfa Linolenik	αLNA	cis-9,12,15-Oktadekatrienoik
C 20:5n-3	Eikosapentaenoik	EPA	cis-5,8,11,14,17-Eikosapentaenoik
C 22:6n-3	Dokosaheksaenoik	DHA	cis-4,7,10,13,16,19-Dokosaheksaenoik
C 22:5n-3	Dokosapentaenoik	DPA	cis-7,10,13,16,19- Dokosapentaenoik

4.3.3. İstatistiksel Analizler

Deneme süresince elde edilen; günlük rotifer artış miktarı, beslemede kullanılan mikroalglerin günlük hesaplanma miktarı, deniz suyunun fiziko-kimyasal parametreleri ve deneme sonunda yapılan biyokimyasal analiz verileri Microsoft Excel 2016 programı ile kayıt altına alınmıştır. Rotifer günlük büyüme miktarı, büyüme hızı ve toplam üretim miktarı ile biyokimyasal analiz sonuçlarında SPSS 20 paket programı kullanılmıştır. Verilerin değerlendirilmesinde grup içi analizlerde t-testi, gruplar arası analizlerde varyans analizi (One-Way ANOVA) uygulanmış, analiz sonuçları 0.05 önem aralığında değerlendirilmiştir.



5. BULGULAR

5.1. Rotifer Artış Miktarı

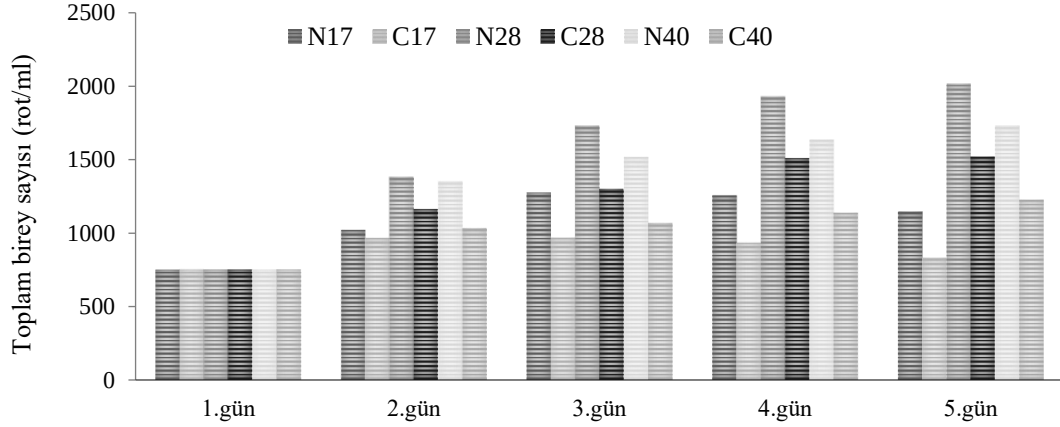
Araştırmada farklı besleme rejimleri ve farklı tuzluluk oranlarında rotifer kültürü üzerine etkisi belirlenmiştir. Rotifer kültürü 5 gün boyunca izlenmiş ve her deneme grubu için toplam birey sayısı, büyüme hızı, günlük rotifer üretimi tespit edilmiştir. Deneme gruplarına göre elde edilen toplam birey sayısına ait bulgular Çizelge 5.1.'de verilmiştir.

Çizelge 5.1. Farklı tuzluluk oranlarında farklı iki mikroalg ile beslenen rotifere ait toplam birey sayısı (rot./ml)

	Gruplar					
	N17	C17	N28	C28	N40	C40
Başlangıç (0)	750±0.00	750±0.00	750±0.00	750±0.00	750±0.00	750±0.00
1.gün	1021.66±9.46	967.22±18.56	1381.00±38.65	1161.66±60.67	1351.44±1.39	1013.44±6.94
2.gün	1275.33±22.12	969.11±8.65	1728.66±37.79	1300.33±46.39	1517.66±8.81	1066.66±7.84
3.gün	1256.66±30.86	933.11±9.63	1928.44±17.58	1510.00±12.24	1636.55±9.08	1131.11±9.45
4.gün	1146.66±8.80	831.88±12.76	2014.88±10.45	1520.77±9.49	1731.33±13.66	1225.22±22.19

N17 grubunda başlangıçta toplam birey sayısı 750±0.00 adet rotiferin 1. günün sonunda 1021.66±7.84 adet, 2. günün sonunda 1275.33±9.46 adet, 3.günün sonunda 1256.66±30.86 adet, 4. günün sonunda 1146.66±8.80 adet rotifere ulaşmıştır. C17 grubunda rotiferin 1. günün sonunda 967.22±18.56 adet, 2. günün sonunda 969.11±8.65 adet, 3. günün sonunda 933.11±9.63 adet 4. günün sonunda 831.88±9.49 adet rotifere ulaşmıştır. N28 grubunda rotiferin 1. günün 1381.00±38.6 adet, 2. günün 1728.66±37.79 adet, 3. günün sonunda 1928.44±17.58 adet, 4. günün sonunda 2014.88±10.45 adet rotifere ulaşmıştır. C28 grubunda rotiferin 1. gün sonunda 1161.66±0.60 adet, 2. günün sonunda 1300.33±0.46 adet, 3. günün sonunda 1497.66±7.00 adet, 4. günün sonunda 1520.77±9.49 adet rotifere ulaşmıştır. N40 grubunda rotiferin 1. günün sonunda 1351.44±16.49 adet, 2. günün sonunda 1517.66±8.81 adet, 3.günün sonunda 1636.55±9.08 adet, 4. günün sonunda 1731.33±13.66 adet rotifere ulaşmıştır. C40 grubunda başlangıçta 750±0.00 adet rotiferin 1.gün sonunda 1013.44±6.49 adet, 2. günün sonunda 1066.66±7.84 adet, 3. günün sonunda 1131.11±9.45 adet, 4.günün sonunda 1225.22±22.19 adet rotifere ulaştığı belirlenmiştir.

Maksimum birey sayısı N28 grubunda %28 tuzlulukta, Nanochloropsis ile beslenen grupta en yüksek birey sayısı 2014.88 ± 10.45 rot./ml, en düşük birey sayısı C17 grubunda %17 tuzlulukta Chlorella ile beslenen 831.88 ± 12.76 rot./ml olarak saptanmıştır (Şekil 5.1).



Şekil 5.1. Farklı tuzluluk oranlarında farklı iki mikroalg ile beslenen rotiferlerin toplam birey sayıları (rot./ml)

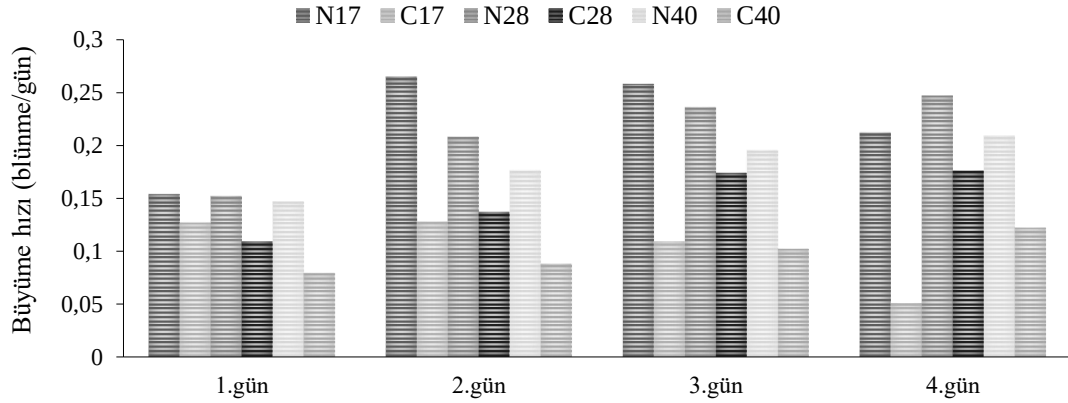
Farklı beslenme rejimlerinin ve tuzluluk oranlarının rotiferlerin toplam birey sayısı, büyüme hızı ve günlük rotifer üretimi üzerine etkisi istatistiki olarak önemli ($p < 0.05$) bulunmuştur. Gruplar arası toplam birey sayısı 1.gün N17 ile C17, N40 ile C40, N28 ile C28 ve N17 ile N28, N17 ile N40 C17 ile C40 grupları arasında istatistiki olarak önemli bulunmuştur ($p < 0.05$). 2. gün ve 4. gün tüm rotifer grupları arasında istatistiki olarak önemli bulunmuştur ($p < 0.05$). 3. gün N17 ile N40 ve C17 ile C40 grupları arasında istatistiki olarak karşılaştırıldığında benzer olduğu tespit edilirken ($p > 0.05$) diğer gruplara arasında istatistiki farkın önemli olduğu görülmüştür ($p < 0.05$).

Deneme gruplarına göre elde edilen büyüme hızına ait veriler Çizelge 5.2’de verilmiştir.

Çizelge 5.2. Farklı tuzluluk oranlarında farklı iki mikroalg ile beslenen rotiferlerin büyüme hızı (Bölünme/gün)

	Gruplar					
	N17	C17	N28	C28	N40	C40
1.gün	0.154±1.12	0.127±1.46	0.152±0.91	0.109±1.02	0.147±0.69	0.079±0.48
2.gün	0.265±1.54	0.128±1.07	0.208±0.90	0.137±0.95	0.176±0.54	0.088±0.51
3.gün	0.258±1.71	0.109±1.13	0.236±0.71	0.174±0.62	0.195±0.55	0.102±0.56
4.gün	0.212±1.08	0.051±1.27	0.247±0.58	0.176±0.56	0.209±0.65	0.122±0.77

N17 grubunda maksimum büyüme hızı 3. günde 0.258 ± 1.71 gün, C17 grubunda maksimum büyüme hızı 2. günde 0.128 ± 1.07 gün, N28 grubunda maksimum büyüme hızı 4. günde 0.247 ± 0.58 gün, C28 grubunda maksimum büyüme hızı 4. günde 0.176 ± 0.56 gün, N40 grubunda maksimum büyüme hızı 4. günde 0.209 ± 0.65 gün, C40 grubunda maksimum büyüme hızı 4. günde 0.122 ± 0.77 gün olarak tespit edilmiştir (Şekil 5.2).



Şekil 5.2. Farklı tuzluluk oranlarında farklı iki mikroalg ile beslenen rotiferlerin büyüme hızı (Bölünme/Gün)

Gruplar arası büyüme hızı 4 gün boyunca aynı tuzluluk oranlarında ve farklı iki mikroalg türü ile beslenen gruplar arasında fark istatistiki olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$).

Nannochloropsis oculata grupları büyüme hızı kendi arasında karşılaştırıldığında 1. gün N17 ile N28 ve N17 ile N40 grupları arasında fark tespit edilmiştir ($p<0.05$). 2. gün N28 ile N40 ve N17 ve N40 grupları arasında fark tespit edilmiştir ($p<0.05$). 3. gün ve 4. gün tüm rotifer grupları arasında istatistiki olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$).

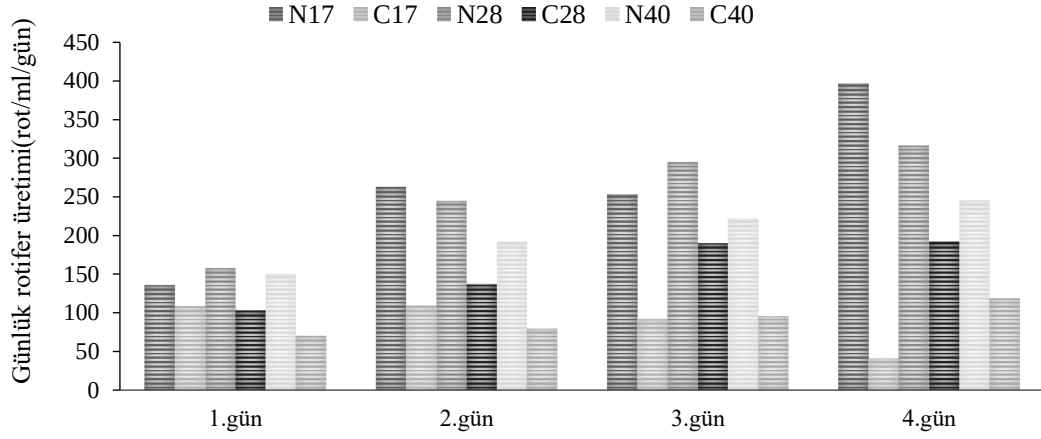
Chlorella sp. grupları büyüme hızı kendi arasında karşılaştırıldığında 1. gün C28 ile C40 grupları arasında fark tespit edilmiştir ($p<0.05$). 2. gün ve 4. gün tüm rotifer grupları arasında istatistiki olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$). 3. gün C17 ile C28 ve C28 ile C40 grupları arasında istatistiki olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$).

Deneme gruplarına göre elde edilen günlük rotifer üretimine ait bulgular Çizelge 5.3.'de verilmiştir.

Çizelge 5.3. Farklı tuzluluk oranlarında farklı iki mikroalg ile beslenen rotifere ait günlük rotifer üretimi (rot./ml/gün)

	Gruplar					
	N17	C17	N28	C28	N40	C40
1.gün	135.83±4.73	108.61±9.28	157.75±9.66	102.91±15.16	150.36±4.09	70.36±1.73
2.gün	262.66±11.05	109.55±4.32	244.66±9.44	137.58±11.59	191.91±2.20	79.165±1.96
3.gün	253.33±15.43	91.55±4.81	294.61±4.39	190.00±3.06	221.63±2.27	95.27±2.26
4.gün	198.33±4.40	40.94±6.38	316.22±2.61	192.69±2.31	245.33±3.41	118.80±5.54

N17 grubunda maksimum günlük rotifer üretimi 3. günde 253.33±15.43 rot./ml/gün, C17 grubunda maksimum günlük rotifer üretimi 2. günde 109.55±4.32 rot./ml/gün, N28 grubunda maksimum günlük rotifer üretimi 4. günde 316.22±2.61 rot./ml/gün, C28 grubunda maksimum günlük rotifer üretimi 4. günde 192.69±2.31rot./ml/gün, N40 grubunda maksimum günlük rotifer üretimi 4. günde 245.33±3.41 rot./ml/gün, C40 grubunda maksimum günlük rotifer üretimi 4. günde 118.80±5.54 rot./ml/gün olarak tespit edilmiştir (Şekil 5.3).



Şekil 5.3. Farklı tuzluluk oranlarında farklı iki mikroalg beslenen rotiferlerin günlük rotifer üretimi (rot./ml/gün)

Gruplar arası günlük rotifer üretimi 1. gün N17 ile C17, N28 ile C28, N40 ile C40, N17 ile N28 ve N17 ile N40, C28 ile C40, C17 ile C40 grupları arasında fark istatistiki olarak önemli bulunmuştur ($p < 0.05$). 2. gün karşılaştırıldığında N17 ile N28 grupları arasında benzerlik tespit edilmiştir ($p > 0.05$). 3. gün ve 4. gün tüm deneme gruplarında rotifer üremi istatistiki olarak önemli bulunmuştur ($p < 0.05$).

5.2. Biyokimya Analiz Sonuçları

5.2.1. Ham protein (%)

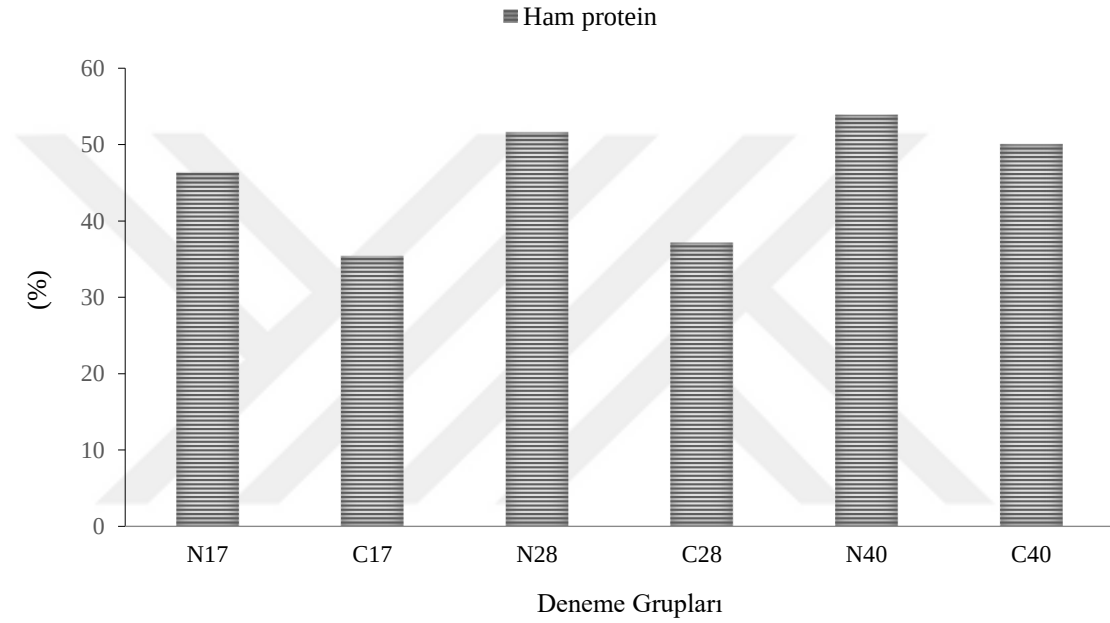
Çalışma sonunda farklı tuzluluk oranlarında farklı iki mikroalg ile beslenen rotiferlere ait ham protein (%) değerleri Çizelge 5.4.'de verilmiştir.

Çizelge 5.4. Farklı tuzluluk oranlarında beslenen rotiferlere ait ham protein (%) değeri

Gruplar	Ham protein (%)
N17	46.27±0.84
C17	35.37±0.26
N28	51.56±0.01
C28	37.12±0.01
N40	53.87±0.53
C40	49.99±0.53

Çalışmada N17 grubunda rotiferlerin ham protein değeri 46.27 ± 0.84 , C17 grubunda rotiferlerin ham protein değeri 35.37 ± 0.26 , N28 grubunda rotiferlerin ham protein değeri 51.56 ± 0.01 , C28 grubunda rotiferlerin ham protein değeri 37.12 ± 0.01 , N40 grubunda rotiferlerin ham protein değeri 53.87 ± 0.53 , C40 grubunda rotiferlerin ham protein değeri 49.99 ± 0.53 elde edilmiştir.

Maximum ham protein değeri N40 grubunda 53.87 ± 0.53 ile minimum ham protein değeri C17 grubunda 35.37 ± 0.26 olarak tespit edilmiştir (Şekil 5.4).



Şekil 5.4. Farklı tuzluluk oranlarında beslenen rotiferlere ait ham protein değerleri (%)

Ham protein değerleri gruplar arasında istatistiki açıdan değerlendirildiğinde N17 ile C17, N17 ile N28, N17 ile N40 ve C17 ile C40, C28 ile C40, N28 ile C28 grupları arasında farkın önemli olduğu tespit edilmiştir ($p < 0.05$). C17 ile C28, N28 ile N40 ve N40 ile C40 gruplarının benzer olduğu görülmüştür ($p > 0.05$).

5.2.2. Ham Yağ

Çalışma sonunda farklı tuzluluk oranlarında farklı iki mikroalg ile beslenen rotiferlere ait ham yağ (%) değerleri Çizelge 5.5.'de verilmiştir.

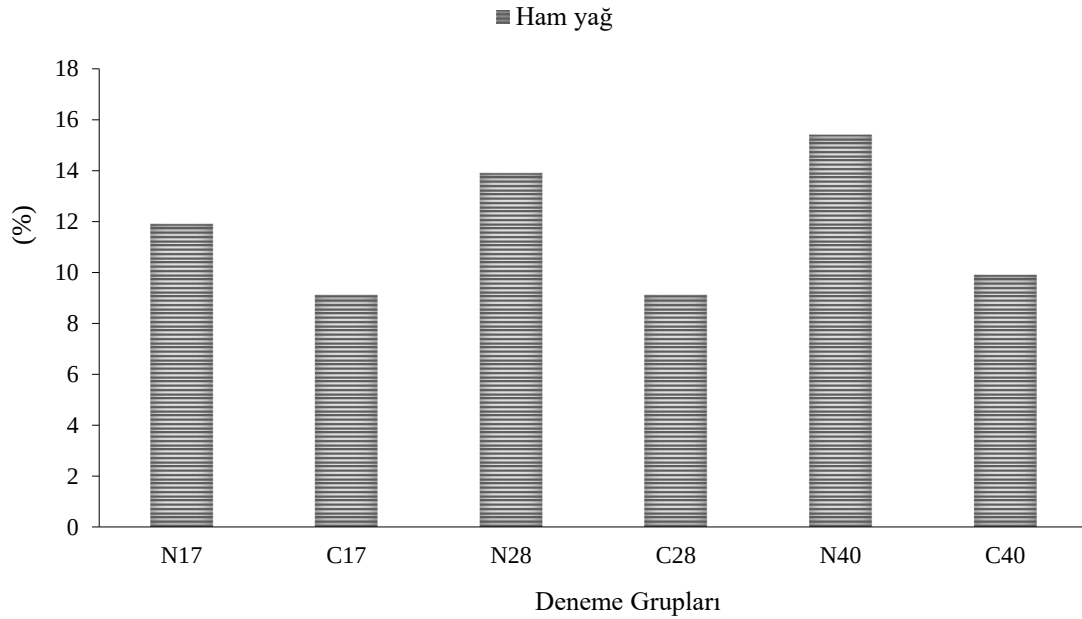
Çalışmada N17 grubunda ham yağ oranı $\%11.90 \pm 0.98$, C17 grubunda ham yağ oranı $\%9.10 \pm 0.56$, N28 grubunda rotiferin ham yağ oranı $\%13.90 \pm 0.98$, C28 grubunda

ham yağ oranı 9.10 ± 0.56 N40 grubunda rotiferin ham yağ oranı 15.40 ± 0.56 , C40 grubunda ham yağ oranı 9.90 ± 0.42 olarak tespit edilmiştir.

Çalışma sonucunda maximum ham yağ oranı N40 grubunda 15.40 ± 0.56 , minimum ham yağ oranı ise C17 ve C28 gruplarında 9.10 ± 0.56 olarak tespit edilmiştir (Şekil 5.5).

Çizelge 5.5. Farklı tuzluluk oranlarında beslenen rotifere ait ham yağ (%) değeri

Gruplar	Ham yağ (%)
N17	11.90 ± 0.98
C17	9.10 ± 0.56
N28	13.90 ± 0.98
C28	9.10 ± 0.56
N40	15.40 ± 0.56
C40	9.90 ± 0.42



Şekil 5.5. Farklı tuzluluk oranlarında beslenen rotifere ait ham yağ değerleri (%)

Ham yağ değerleri gruplar arasında istatistiki açıdan değerlendirildiğinde N17 ile C17, N28 ile C28, N40 ile C40 ve N17 ile N40 grupları arasında farkın önemli olduğu tespit edilmiştir ($p < 0.05$). C17 ile C28, C17 ile C40 ve C28 ile C40, N17 ile N28, N28 ile N40 gruplarının benzer olduğu görülmüştür ($p > 0.05$).

5.2.3. Yağ asitleri kompozisyonu

Çalışma sonunda farklı tuzluluk oranlarında farklı iki fitoplanktonla kültüre edilen rotiferlere ait yağ asitleri kompozisyonu Çizelge 5.6.'da verilmiştir. Analizler sonucunda toplam 23 yağ asidi tespit edilmiştir.

Çizelge 5.6. Çalışma sonunda rotiferlere ait yağ asitleri kompozisyonu (%)

Yağ asitleri	Gruplar					
	N17	C17	N28	C28	N40	C40
C:12	0.21±0.01	0.25± 0.01	0.21±0.01	0.24±0.01	0.26±0.01	0.31±0.01
C:14	5.61±0.01	3.66±0.01	5.85±0.05	4.17±0.03	6.37±0.08	4.42±0.04
C:15	0.64±0.01	0.97±0.02	0.65±0.01	1.22±0.02	0.64±0.01	1.02±0.01
C:16	19.65±0.04	17.2±0.10	19.99±0.19	17.4±0.02	20.62±0.24	16.82±0.02
C:17	0.42±0.01	0.34±0.01	0.43±0.01	0.37±0.01	0.41±0.01	0.32±0.02
C:18	3.48±0.01	6.51±0.07	3.80±0.01	6.25±0.02	3.62±0.02	6.42±0.01
C:20	0.14±0.01	0.30±0.01	0.14±0.01	0.24±0.01	0.13±0.01	0.28±0.02
C:22	0.10±0.01	0.20±0.01	0.09±0.01	0.17±0.02	0.08±0.01	0.22±0.02
C:24	0.22±0.01	0.30±0.01	0.29±0.03	0.24±0.01	0.27±0.01	0.36±0.04
C16:1n7	14.24±0.01	2.72±0.01	14.2±0.07	2.86±0.01	16.13±0.06	3.28±0.15
C18:1n9	12.36±0.02	11.24±0.12	12.72±0.01	6.00±0.01	12.85±0.04	6.32±0.03
C20:1n9	2.18±0.03	1.05±0.30	2.03±0.01	1.24±0.02	1.80±0.03	0.95±0.04
C22:1n9	0.63±0.01	0.29±0.01	0.56±0.01	0.27±0.01	0.48±0.02	0.32±0.02
C24:1	0.43±0.01	0.18±0.01	0.41±0.03	0.19±0.01	0.35±0.01	0.25±0.01
C18:2n6	4.85±0.02	12.44±0.14	4.72±0.02	15.24±0.16	4.65±0.01	14.16±0.28
C18:3n6	0.19±0.02	0.81±0.02	0.25±0.05	0.44±0.07	-	-
C20:3n6	0.48±0.01	1.20±0.02	0.42±0.01	1.01±0.01	0.39±0.01	1.04±0.01
C20:2n6	0.65±0.01	1.68±0.04	0.56±0.01	1.73±0.01	0.49±0.01	1.77±0.03
C18:3n3	0.10±0.01	1.58±0.02	0.09±0.01	1.80±0.01	0.11±0.01	1.49±0.02
C22:5n3	1.16±0.01	0.15±0.01	1.33±0.03	0.16±0.02	-	0.14±0.01
ARA	2.77±0.01	1.40±0.02	2.66±0.01	1.98±0.03	2.97±0.03	1.75±0.05
SFA	30.49±0.01	30.65±0.24	31.47±0.24	30.32±0.12	32.42±0.34	30.18±0.12
MUFA	29.85±0.07	15.49±0.17	30.35±0.01	10.56±0.21	31.00±0.04	11.13±0.20
N-6 PUFA	8.96±0.06	17.55±0.16	8.61±0.07	20.41±0.06	8.51±0.04	18.72±0.30
N-3 PUFA	10.02±0.01	7.09±0.01	9.38±0.06	8.14±0.16	9.00±0.09	7.70±0.49
EPA	8.26±0.01	1.47±0.02	7.88±0.06	1.86±0.02	7.72±0.07	1.48±0.02
DHA	0.06±0.01	3.88±0.01	0.07±0.02	4.32±0.09	1.17±0.02	4.58±0.04
Omega3	8.42±0.01	6.29±0.09	8.05±0.02	7.98±0.01	9.00±0.09	7.56±0.04
Omega6	7.64±0.02	13.84±0.12	7.35±0.03	17.22±0.13	7.63±0.02	15.86±0.04
Omega9	12.36±0.02	11.24±0.12	12.72±0.01	6.00±0.01	12.85±0.04	6.32±0.03

Yapılan analiz sonucunda laurik asit değeri N17 grubunda 0.21 ± 0.01 , C17 grubunda 0.25 ± 0.01 , N28 grubunda 0.21 ± 0.01 , C28 grubunda 0.24 ± 0.01 , N40 grubunda 0.26 ± 0.01 , C40 grubunda 0.31 ± 0.01 olarak tespit edilmiştir. Miristik asit değeri N17 grubunda 5.61 ± 0.01 , C17 grubunda 3.66 ± 0.01 , N28 grubunda 5.85 ± 0.05 , C28 grubunda 4.17 ± 0.03 , N40 grubunda 6.37 ± 0.08 , C40 grubunda 4.42 ± 0.04 olarak bulunmuştur. C15:0 yağ asidinin değeri N17 grubunda 0.64 ± 0.01 , C17 grubunda 0.97 ± 0.02 , N28 grubunda 0.65 ± 0.01 , C28 grubunda 1.22 ± 0.02 , N40 grubunda 0.64 ± 0.01 , C40 grubunda 1.02 ± 0.01 olarak belirlenmiştir. Palmitik asit değeri N17 grubunda 19.65 ± 0.04 , C17 grubunda 17.20 ± 0.10 , N28 grubunda 19.99 ± 0.19 , C28 grubunda 17.40 ± 0.02 , N40 grubunda 20.62 ± 0.24 , C40 grubunda 16.82 ± 0.02 olarak tespit edilmiştir. Margarik asit değeri N17 grubunda 0.42 ± 0.01 , C17 grubunda 0.34 ± 0.01 , N28 grubunda 0.43 ± 0.01 , C28 grubunda 0.37 ± 0.01 , N40 grubunda 0.41 ± 0.01 , C40 grubunda 0.32 ± 0.02 olarak belirlenmiştir. Stearik asit değeri N17 grubunda 3.48 ± 0.01 , C17 grubunda 6.51 ± 0.07 , N28 grubunda 3.80 ± 0.01 , C28 grubunda 6.25 ± 0.02 , N40 grubunda 3.62 ± 0.02 , C40 grubunda 6.42 ± 0.02 olarak bulunmuştur. Araşidik asit değeri N17 grubunda 0.14 ± 0.01 , C17 grubunda 0.30 ± 0.01 , N28 grubunda 0.14 ± 0.01 , C28 grubunda 0.24 ± 0.01 , N40 grubunda 0.13 ± 0.01 , C40 grubunda 0.28 ± 0.02 olarak tespit edilmiştir. C24:0 yağ asidi değeri N17 grubunda 0.22 ± 0.01 , C17 grubunda 0.30 ± 0.01 , N28 grubunda 0.29 ± 0.03 , C28 grubunda 0.24 ± 0.01 , N40 grubunda 0.27 ± 0.01 , C40 grubunda 0.96 ± 0.04 olarak bulunmuştur. Palmitoleik asit değeri N17 grubunda 14.24 ± 0.01 , C17 grubunda 2.72 ± 0.01 , N28 grubunda 14.62 ± 0.07 , C28 grubunda 2.86 ± 0.01 , N40 grubunda 16.13 ± 0.06 , C40 grubunda 3.28 ± 0.15 olarak belirlenmiştir. Oleik asit değeri N17 grubunda 12.36 ± 0.02 , C17 grubunda 11.24 ± 0.12 , N28 grubunda 12.72 ± 0.01 , C28 grubunda 6.00 ± 0.01 , N40 grubunda 12.85 ± 0.04 , C40 grubunda 6.32 ± 0.03 olarak tespit edilmiştir. Gondoik asit değeri N17 grubunda 2.18 ± 0.03 , C17 grubunda 1.05 ± 0.30 , N28 grubunda 2.03 ± 0.01 , C28 grubunda 1.24 ± 0.02 , N40 grubunda 1.80 ± 0.03 , C40 grubunda 0.95 ± 0.04 olarak tespit edilmiştir. Erusik asit değeri N17 grubunda 0.63 ± 0.01 , C17 grubunda 0.29 ± 0.01 , N28 grubunda 0.56 ± 0.01 , C28 grubunda 0.27 ± 0.01 , N40 grubunda 0.48 ± 0.02 , C40 grubunda 0.32 ± 0.02 olarak belirlenmiştir. C24:1 yağ asidi değeri N17 grubunda 0.43 ± 0.01 , C17 grubunda 0.18 ± 0.01 , N28 grubunda 0.41 ± 0.03 , C28 grubunda 0.19 ± 0.01 , N40 grubunda 0.35 ± 0.01 , C40 grubunda 0.25 ± 0.01 olarak bulunmuştur. Linoleik asit

değeri N17 grubunda 4.85 ± 0.02 , C17 grubunda 12.44 ± 0.14 , N28 grubunda 4.72 ± 0.02 , C28 grubunda 15.24 ± 0.16 , N40 grubunda 4.56 ± 0.01 , C40 grubunda 14.16 ± 0.28 olarak tespit edilmiştir. γ Linolenik asit değeri N17 grubunda 0.19 ± 0.02 , C17 grubunda 0.81 ± 0.02 , N28 grubunda 0.25 ± 0.05 , C28 grubunda 0.44 ± 0.07 olarak bulunmuşken, N40 ve C40 grubunda bulunmamıştır.

C20:3n-6 yağ asit değeri N17 grubunda 0.48 ± 0.01 , C17 grubunda 1.20 ± 0.02 , N28 grubunda 0.42 ± 0.01 , C28 grubunda 1.01 ± 0.01 , N40 grubunda 0.39 ± 0.01 , C40 grubunda 1.04 ± 0.01 olarak belirlenmiştir. C20:2n-6 yağ asit değeri N17 grubunda 0.65 ± 0.01 , C17 grubunda 1.68 ± 0.04 , N28 grubunda 0.56 ± 0.01 , C28 grubunda 1.73 ± 0.01 , N40 grubunda 0.49 ± 0.01 , C40 grubunda 1.77 ± 0.03 olarak tespit edilmiştir. α linolenik yağ asit değeri N17 grubunda 0.10 ± 0.01 , C17 grubunda 1.58 ± 0.02 , N28 grubunda 0.09 ± 0.01 , C28 grubunda 1.80 ± 0.01 , N40 grubunda 0.11 ± 0.01 , C40 grubunda 1.49 ± 0.01 olarak bulunmuştur. Dokosapentaenoik yağ asit değeri N17 grubunda 1.16 ± 0.01 , C17 grubunda 0.15 ± 0.01 , N28 grubunda 1.33 ± 0.03 , C28 grubunda 0.16 ± 0.02 , C40 grubunda 0.14 ± 0.01 olarak belirlenmişken, N40 grubunda belirlenememiştir. Araşidonik (ARA) yağ asit değeri N17 grubunda 2.77 ± 0.01 , C17 grubunda 1.40 ± 0.02 , N28 grubunda 2.66 ± 0.01 , C28 grubunda 1.98 ± 0.03 , N40 grubunda 2.97 ± 0.03 , C40 grubunda 1.75 ± 0.05 olarak tespit edilmiştir. SFA değeri N17 grubunda 30.49 ± 0.01 , C17 grubunda 30.65 ± 0.24 , N28 grubunda 31.47 ± 0.24 , C28 grubunda 30.32 ± 0.12 , N40 grubunda 32.42 ± 0.34 , C40 grubunda 30.18 ± 0.12 olarak bulunmuştur. MUFA değeri N17 grubunda 29.85 ± 0.07 , C17 grubunda 15.49 ± 0.17 , N28 grubunda 30.35 ± 0.01 , C28 grubunda 10.56 ± 0.21 , N40 grubunda 31.00 ± 0.04 , C40 grubunda 11.13 ± 0.20 olarak belirlenmiştir. n-6 PUFA değeri N17 grubunda 8.96 ± 0.06 , C17 grubunda 17.50 ± 0.16 , N28 grubunda 8.61 ± 0.07 , C28 grubunda 20.41 ± 0.06 , N40 grubunda 8.51 ± 0.04 , C40 grubunda 18.72 ± 0.30 olarak bulunmuştur. n-3 PUFA değeri N17 grubunda 10.02 ± 0.01 , C17 grubunda 7.09 ± 0.01 , N28 grubunda 9.38 ± 0.06 , C28 grubunda 8.14 ± 0.16 , N40 grubunda 9.00 ± 0.09 , C40 grubunda 7.70 ± 0.49 olarak tespit edilmiştir. EPA değeri N17 grubunda 8.26 ± 0.01 , C17 grubunda 1.47 ± 0.02 , N28 grubunda 7.88 ± 0.06 , C28 grubunda 1.86 ± 0.02 , N40 grubunda 7.72 ± 0.07 , C40 grubunda 1.48 ± 0.02 olarak belirlenmiştir. DHA değeri N17 grubunda 0.06 ± 0.01 , C17 grubunda 3.88 ± 0.01 , N28 grubunda 0.07 ± 0.02 , C28 grubunda 4.32 ± 0.09 , N40 grubunda 1.17 ± 0.02 , C40 grubunda 4.58 ± 0.04 olarak bulunmuştur. Omega-3 değeri

N17 grubunda 8.42 ± 0.01 , C17 grubunda 6.29 ± 0.09 , N28 grubunda 8.05 ± 0.02 , C28 grubunda 7.98 ± 0.01 , N40 grubunda 9.00 ± 0.09 , C40 grubunda 7.56 ± 0.04 olarak tespit edilmiştir. Omega-6 değeri N17 grubunda 7.69 ± 0.02 , C17 grubunda 13.84 ± 0.12 , N28 grubunda 7.35 ± 0.03 , C28 grubunda 17.22 ± 0.19 , N40 grubunda 7.63 ± 0.02 , C40 grubunda 15.86 ± 0.04 olarak bulunmuştur. Omega-9 değeri N17 grubunda 12.36 ± 0.02 , C17 grubunda 11.24 ± 0.12 , N28 grubunda 14.72 ± 0.06 , C28 grubunda 6.00 ± 0.01 , N40 grubunda 12.85 ± 0.04 , C40 grubunda 6.32 ± 0.03 olarak belirlenmiştir.

Toplam doymuş yağ asitleri değerlerinde deneme sonucunda çok büyük artış görülmemiştir. En yüksek Σ SFA değerini C28 grubunda 30.32 ± 0.12 olarak tespit edilmiştir. C11:0 yağ asidi sadece N17 grubunda çok az düzeyde tespit edilmiştir. Laurik asit en yüksek C40 grubunda 0.31 ± 0.01 olarak tespit edilmiştir. Miristik asit en yüksek N40 grubunda 6.37 ± 0.08 olarak tespit edilmiştir. C15:0 yağ asidi en yüksek C28 grubunda 1.22 ± 0.02 olarak belirlenmiştir. Palmitik asit en yüksek N40 grubunda 20.62 ± 0.24 olarak belirlenmiştir. C17:0 yağ asidi en yüksek C28 grubunda 0.42 ± 0.01 olarak tespit edilmiştir. Stearik asit en yüksek C17 grubunda 6.51 ± 0.07 olarak tespit edilmiştir. Arasidik asit en yüksek değeri C28 grubunda 0.30 ± 0.01 olarak tespit edilmiştir. C24:0 yağ asit değeri en yüksek C40 grubunda 0.36 ± 0.04 olarak bulunmuştur. Σ MUFA değeri en yüksek N40 grubunda 31.00 ± 0.04 olarak bulunmuştur.

Tekli doymamış yağ asitlerinin oranı palmitoleik asit oranı yüksek olduğu için yüksek oranda tespit edilmiş olup *Nannochloropsis oculata* ile beslenen N17, C28 ve N40 gruplarında daha yüksek oranda bulunmuştur. Palmitoleik asit oranı en yüksek N40 grubunda 16.13 ± 0.06 olarak tespit edilmiştir. Oleik asit oranı en yüksek N40 grubunda 12.85 ± 0.04 olarak bulunmuştur. Gondoik asit oranı en yüksek N17 grubunda 2.18 ± 0.03 olarak tespit edilmiştir. Erusik asit oranı en yüksek 0.63 ± 0.01 olarak tespit edilmiştir. C24:0 yağ asidinin en yüksek oranı N17 grubunda 0.43 ± 0.01 olarak tespit edilmiştir.

Linoleik asit oranı en yüksek C28 grubunda 15.24 ± 0.16 olarak bulunmuştur. C18:3n-6 yağ asidi değeri en yüksek C17 grubunda 0.81 ± 0.02 olarak tespit edilmiştir. C20:3n-6 yağ asidi oranı en yüksek C17 grubunda 1.20 ± 0.02 olarak tespit edilmiştir. C20:2n-6 yağ asidi oranı en yüksek C40 grubunda 1.77 ± 0.03 olarak bulunmuştur.

C18:3n-3 yağ asidi değeri en yüksek C28 grubunda 1.80 ± 0.01 olarak bulunmuştur. C22:5n-3 yağ asidi değeri en yüksek N17 grubunda 1.16 ± 0.01 olarak tespit edilmiştir.

Araşidonik(ARA) değeri en yüksek N40 grubunda (2.97 ± 0.03), n-6 PUFA değeri en yüksek C28 grubunda (20.41 ± 0.06), n-3 PUFA değeri en yüksek N17 grubunda (10.02 ± 0.01) belirlenmiştir.

EPA değeri en yüksek N17 grubunda (8.26 ± 0.01), DHA değeri en yüksek C40 grubunda (4.58 ± 0.04) bulunmuştur.

Omega-3 değeri en yüksek N40 grubunda (9.00 ± 0.09), Omega-6 değeri en yüksek C28 grubunda (17.22 ± 0.13), Omega-9 değeri en yüksek N40 grubunda (12.85 ± 0.04) tespit edilmiştir.

Denemede farklı tuzluluk oranlarında *Nannochloropsis oculata* ve *Chlorella sp.* ile beslenen N17, C17, N28, C28, N40 ve C40 rotifer gruplarında toplam doymuş yağ asidi (SFA), değerleri arasındaki farkın önemli olmadığı belirlenmiştir ($p > 0.05$).

Beslenme grupları arasında Σ MUFA değeri değerlendirildiğinde C17, C28 ve C40 rotifer gruplarında N17, N28 ve N40 rotifer gruplarına göre daha düşük oranda tespit edilmiştir. *Nannochloropsis oculata* ile beslenen rotifer grupları arasında MUFA değerleri istatistiki açıdan N17 ile C17, N28 ile C28, N40 ile C40 ve C17 ile C40, C17 ile C28 grupları arasında fark önemli bulunmuştur ($p < 0.05$). N17 ile N28, N17 ile N40, N28 ile N40 ve C28 ile C40 grupları arasında MUFA değeri benzer görülmüştür ($p > 0.05$).

DHA değeri ise değerlendirildiğinde C17, C28 ve C40 gruplarında N17, N28 ve N40 gruplarına göre daha yüksek miktarda tespit edilmiştir. DHA değeri C17 ile N17, N28 ile C28 ve N28 ile N40, N40 ile C40 grupları arasında fark istatistiki açıdan önemli bulunmuştur ($p < 0.05$). *Chlorella sp.* ile beslenen C17, C28 ve C40 rotifer grupları istatistiki açıdan değerlendirildiğinde DHA değeri arasındaki farkın önemli olmadığı belirlenmiştir ($p > 0.05$). N17 ile N28 ve N17 ile N40 grupları arasında da farkın önemli olmadığı tespit edilmiştir ($p > 0.05$).

EPA değeri değerlendirildiğinde C17, C28 ve C40 gruplarında N17, N28 ve N40 gruplarına göre daha yüksek miktarda görülmüştür. Denemede sonunda elde edilen EPA değerleri farklı iki beslenme grupları C17 ile N17 grupları arasında, C28 ile N28 grupları arasında ve C40 ile N40 grupları arasındaki istatistiki açıdan farkın önemli olduğu tespit edilmiştir ($p < 0.05$). *Nannochloropsis oculata* ile beslenen rotifer grupları N17, N28, N40 ve *Chlorella sp.* ile beslenen rotifer grupları C17, C28, C40 grupları arasında EPA değeri açısından farkın önemli olmadığı belirlenmiştir ($p > 0.05$). *Chlorella sp.* ile beslenen C17,

C28 ve C40 grupları arasında EPA değeri C17 ile C40 grupları arasında fark önemli değildir ($p>0.05$).

Beslenme grupları arasında PUFA(n-6) değerleri değerlendirildiğinde N17, N28 ve N40 gruplarında C17, C28 ve C40 gruplarına göre daha yüksek miktarda tespit edilmiştir. PUFA(n-6) değerleri farklı iki beslenme grupları arasında karşılaştırıldığında C17 ile N17, C28 ile N28, C40 ile N40 grupları arasındaki farkın önemli olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$). Beslenme grupları kendi içinde karşılaştırıldığında PUFA(n-6) değeri C17 ile C28 grupları arasında istatistiki açıdan fark önemlidir ($p<0.05$).

ARA değerine istatistiki açıdan bakıldığında C17 ile N17, C17 ile N28, N28 ile C40 grupları arasında farkın önemli olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$).

Çalışmada Omega-3 değerleri bakımından gruplar farkın önemli olmadığı ($p>0.05$), Omega-6 değerlerinde ise farklı iki beslenme grupları arasında karşılaştırıldığında C17 ile N17, C28 ile N28, C40 ile N40 grupları arasındaki farkın önemli olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$). Beslenme grupları kendi içinde karşılaştırıldığında Omega-6 değeri C17 ile C28 grupları arasında istatistiki açıdan fark önemlidir ($p<0.05$). Omega-9 değerleri C17 ile C28 ve N40 ile C40 , N28 ile N40, N28 ile C28, C17 ile C40 grupları arasında farkın önemli olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$).

6. TARTIŞMA ve SONUÇ

Bu çalışma Rotifer (*Brachionus plicatilis*) yetiştiriciliğinde farklı tuzluluk oranların ve farklı besin gruplarının büyüme ve biyokimyasal kompozisyonu üzerine etkilerinin belirlenmesi amacıyla yapılmıştır. Deniz balıkları larva üretimindeki verimlilik büyük oranda rotifere bağlıdır (Dhert ve ark., 2001). Larvalar için ağız açıklığı küçük olan rotiferler, larvaların ilk beslenme döneminde ideal bir yemdir. Larvaların büyüme ve hayatta kalma oranı konusunda canlı yemlerin besin içeriğinin önemli ölçüde etkisi vardır. Bu nedenle günümüze kadar canlı yemlerin yağ asidi ve arttırmaya yönelik birçok çalışma yapılmıştır (Matsunari ve ark., 2012). Rotiferlerin biyokimyasal kompozisyonları larvaların karma yemlerine göre sabit değildir. Kaliteli rotifer kültürü önemli ölçüde anlaşılmış olmasına rağmen ülkemizdeki metotlar ve kuluçkahane kültüründe rotiferlerin besinsel değerlerinin her zaman güvenli olmadığı belirtilmektedir (Naz, 2008). Rotiferlerin beslenmesinde mikroalglerin kullanılması daha etkin olmuştur. Mikroalgler, su kalitesi üzerinde de önemli etkilere sahiptir (Hoff ve Snell, 1987).

Çalışmada üç farklı tuzluluk (‰17, ‰28, ‰40) oranı oluşturularak, *Nannochloropsis oculata* ve *Chlorella sp.* ile beslenen rotiferlerin artışı, büyüme hızı, günlük rotifer üretimi ve biyokimyasal kompozisyonu belirlenmiştir. Rotifer üretiminde tuzluluğun etkisini belirlemek amacıyla yapılan çalışmalarda çoğunlukla tek bir alg türü besin olarak ele alınmış, farklı alglerin aynı anda kullanıldığı çalışmalar ise çok azdır (Theilacker ve McMaster, 1971; Hindioğlu, 1995; Savaş ve Ölmez, 2004).

Çalışma sonunda deneme gruplarındaki rotiferlerin en yüksek birey sayısı C17 grubunda 969.11 ± 18.56 , N17 grubunda 1275.33 ± 9.46 , C28 grubunda 1520.77 ± 9.49 , N28 grubunda 2014.88 ± 10.45 C40 grubunda 1225.22 ± 22.19 , N40 grubunda 1636.55 ± 9.08 olarak tespit edilmiştir. En yüksek birey sayısı N28 grubunda tespit edilmiştir.

Chlorella sp. ile beslenen yığın kültürlerde kontrol grubu rotiferlerde elde edilen en yüksek birey sayısı 793.67 ± 0.01 , en yüksek büyüme hızı 0.35 ± 0.01 gün⁻¹ olup, besin olarak *Chlorella sp.* türlerinin kullanıldığı önceki çalışmaların birey sayısı ve büyüme hızı sonuçları ile değerlendirildiğinde; Caric ve ark. (1993), Seçer ve ark. (1998), *Chlorella sp.* ile beslenenlerde 176.5 ± 3.05 rot./ml, 0.599 ± 0.006 gün⁻¹, Nagata ve Whyte (1992), *Chlorella saccharophila* ile beslenenlerde 3241 ± 4 rot./ml, 0.19 gün⁻¹, Lubzens ve ark. (1985a), *Chlorella stigmatophara* ile beslenenlerde 200 rot./ml, 0.60 gün⁻¹, Atay ve ark. (1998), *Chlorella vulgaris* ile beslenenlerde 153.2 ± 3.20 rot./ml 0.647 ± 0.005 gün⁻¹

1, Güçlü ve Savaş (2003) *Chlorella vulgaris* ile beslenenlerde ise 350.33 rot/ml, 0.508 gün-1 olarak bildirilmiştir.

Araştırmada kullanılan farklı tuzluluk oranlarında iki farklı mikroalg kullanılması rotiferin popülasyon artışına etkisi değerlendirildiğinde; en yüksek birey sayısı ve büyüme hızına %28 tuzluluk ortamında *Nanochloropsis oculata* ile beslenen rotifer grubunda ulaşıldığı tespit edilmiştir. *Nanochloropsis oculata* ve *Chlorella sp.* ile beslenen rotiferlerde büyüme hızı değerinin *Nanochloropsis oculata* ile beslenen rotifer grubunda görüldüğü çalışma ile benzerlik göstermektedir (Albayrak, Z., 2001). *Brachionus plicatilis* kültürü üzerine farklı alglerin kalitatif ve kantitatif etkilerini belirlemek için yapılan çalışmalarda *Tetraselmis suecica* (Hindioğlu, 1995; Planas ve Estevez, 1989), *Chlorella sp.* (Nagata ve Whyte, 1992), *Isochrysis galbana* (Korstad ve ark., 1989), *Nannochloropsis oculata* ve *Dunaliella Tertiolecta* (Theilacker ve McMaster, 1971; Yufera ve ark., 1983) ile beslenen rotiferlerde popülasyon artışının iyi sonuçlar verdiği bildirilmektedir. Lubzens ve ark. (1985a), *Chlorella stigmatophara* ile beslenenlerde 200 rot./ml, 0.60 gün-1 ve Atay ve ark., (1998) tarafından *Chlorella sp.* ile beslenenlerde ise 153.2 ± 3.20 rot./ml 0.647 ± 0.005 gün-1 olarak bildirilen değerlerin araştırmada elde edilen değerler yüksek olduğu saptanmıştır. *Brachionus plicatilis*'in farklı besleme rejiminin uygulandığı ve popülasyon artışının belirlendiği çalışmalara göre en yüksek birey sayısı ve büyüme hızı değerleri; Savaş ve Albayrak (2004), *Chlorella sp.* ile beslenen rotiferlerde 248 rot/ml, büyüme hızı 0.763 gün-1, olarak bildirilmiştir. Araştırmamızda elde edilen büyüme hızı ve ikilenme zamanı değerlerin ise daha düşük olarak saptanmıştır. Bu çalışmada elde edilen popülasyon artışına ait bulgulardaki farklılıklar; besin tipi ve miktarı, kültür hacmi ve kültür koşullarına bağlı olarak rotifer türlerinin genotipik özelliklerinin farklı olmasından kaynaklanabilir. Araştırmada bireysel ve yığın kültürlerde elde edilen sonuçlara göre yüksek tuzluluk ortamlarının popülasyon artışına olumsuz etki yaparken, yüksek tuzluluk oranlarında popülasyon artışına daha olumlu etki ettiği görülmüştür. Buna göre yüksek miktarda rotifer ekimiyle popülasyon artışında kullanılan besinin ve farklı tuzluluk ortamının etkisi tespit edilmiştir.

Çalışmada farklı beslenme yöntemlerinin uygulandığı rotiferlerde en yüksek ham yağ değeri 15.40 ± 0.56 ile N40 rotifer grubunda saptanmıştır. Araştırmada elde edilen en yüksek ham yağ değeri farklı alg türleri ile yapılan çalışmalarla karşılaştırıldığında daha yüksek (Kotani ve ark., 2009) veya benzerlik (Castillo ve ark., 2009) göstermektedir. Caric ve ark., (1993) rotifer kültüründe, canlı *Nannchloropsis sp.* ile beslediği rotiferlerin

ham yağ değerlerini %11.1–17.2 rotifer kuru ağırlığı ve maya ile besledikleri rotiferlerin ham yağ değerlerini %10.3–19.4 rotifer kuru ağırlığı olarak hesaplamıştır. Blair (2005), *Nannochloropsis sp.* ile beslediği rotiferlerin ham yağ değerlerini %12.6±0.3 rotifer kuru ağırlığı olarak bildirmiştir. (Lubzens ve ark., 1989) ve Naz (2008), maya (*Saccharomyces cerevisiae*) ile beslediği rotiferlerin ham yağ değerini %22.19±0.28 rotifer yaş ağırlığı olarak bildirmiştir. Blair, (2005) tarafından bildirilen *Nannochloropsis sp.* ile beslenen rotiferlerin %ham yağ değeri N40 grubundaki rotiferin %ham yağ değerine en yakın orandır. Sonuçlar arasındaki bu farklılıklar kültür koşullarından ve kültür besini ürünlerden kaynaklanmaktadır.

Araştırmada en yüksek ham protein değeri N40 grubunda %53.87±0.53 ile en düşük ham protein değeri C17 grubunda %35.37±0.26 olarak saptanmıştır. Canlı *Chlorella*+maya besini ile besledikleri rotiferlerin ham protein değerini %63–%67 rotifer kuru ağırlığı olarak hesaplamıştır (Lubzens ve ark., 1989). Caric ve ark., (1993), rotifer kültür denemesinin ham protein değerlerini canlı *Nannochloropsis sp.* ile besledikleri için %34.3–%35.3; maya ile besledikleri için ise %25.5–34.0 rotifer kuru ağırlığı olarak belirlemiştir. Fernandez-Reiriz ve ark., (1993) zenginleştirilmemiş rotiferde %36.06±0.52 ham protein değeri olarak ve Blair (2005), *Nannochloropsis sp.* ile besledikleri rotiferlerin ham protein değerlerini %57.1±0.4 rotifer kuru ağırlığı olarak bildirmiştir. Naz (2008), rotifer zenginleştirmede maya (*S. cerevisiae*) ile beslediği zenginleştirilmemiş rotiferlerin ham protein değerini %63.57±0.36 rotifer yaş ağırlığı olarak bildirmiştir. Caric ve ark., (1993) ve Fernandez-Reiriz ve ark., (1993) tarafından bildirilen %ham protein değerleri N40 grubundaki rotifer değerinden düşük ve Maruyama ve ark., (1987)'ait %ham protein değeri ise N40 grubundaki rotifer ile benzerdir. %Ham protein değerlerindeki bu farklılıklar kültür koşullarından ve kültür besini ürünlerden kaynaklanmakla birlikte N40 grubundaki %ham protein değeri istenilen değerler arasında olduğu söylenebilir.

Deniz balıklarının larval döneminde ilk besin olarak kullanılacak rotiferin yüksek doymamış yağ asidi içeriğince özellikle ARA, EPA ve DHA'dan oluşan esansiyel yağ asitlerince yeterli olması gerekmektedir. Rotiferlerin yağ asidi içeriğinin kültür koşulları ve besin çeşidine göre farklılık gösterdiği bilinmektedir. Araştırmada farklı tuzluluk oranlarında *Nannochloropsis oculata* ve *Chlorella sp.* ile beslenen rotiferin yağ asidi içeriğine etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Çünkü rotiferler büyüme, üreme ve diğer fizyolojik fonksiyonları için ihtiyaç duyduğu PUFA'yı besinlerinden almak

zorundadırlar. Rotiferlerde büyüme hızı yüksek olduğunda toplam lipid'in verimli bir şekilde katabolize edilerek esansiyel yağ asitleri özellikle PUFA'yı alabileceği belirtmiştir (Qie ve ark., 1997). Günümüze kadar farklı çalışmalarla rotiferlerin yağ asidi içerikleri detaylı şekilde ortaya konulmuştur (Nguyen ve ark., 2008; Mohanty ve ark., 2009; Srivastava ve ark., 2012; Rehberg-Hass ve ark., 2015).

DHA'nın balıkların larval aşamada hayatta kalma oranını arttırırken, eksikliğinde kemik yapısında anormalliklere neden olduğu bildirilmiştir (Lall ve ark., 2007, Nguyen ve ark., 2008). C40 grubunda en yüksek DHA değeri 4.58 ± 0.04 iken zenginleştirilmemiş rotiferler deneme gruplarına ait Copeman (2002), (1.7 ± 0.1); Garcia ve ark., (2008a) (0.2 ± 0.01); Garcia ve ark., (2008b) (0.9 ± 0.1); Naz (2008), (0.23 ± 0.06) ve Westelmajer (2008), (3.0 ± 0.2) değerlerinden yüksek oranda tespit edilmiştir.

Çalışmada en yüksek ARA değeri N40 rotifer grubunda 2.97 ± 0.03 olarak tespit edilmiştir. ARA (2.97 ± 0.03) değerleri Garcia ve ark., (2008a), Westelmajer (2008) ve Kotani ve ark., (2010) tarafından bildirilen zenginleştirilmemiş rotifer değerlerinden yüksek olduğu belirlenmiştir.

Tüm deneme gruplarından en yüksek EPA değerine C17 rotifer grubunda 8.26 ± 0.01 olup, bu değer bazı araştırmacıların bulduğu değerlerinden düşük (Chen, 1991; Seychelles ve ark., 2009; Ludwig ve Rawles, 2008; Roo ve ark., 2009) veya yüksek (Fu ve ark., 1997; Işık ve ark., 1999; Woods ve ark., 2003; Battaglione ve ark., 2006) bulunmuştur. C17 grubun rotiferinin 8.26 ± 0.01 EPA değeri Garcia ve ark., (2008a, b), Naz (2008), Westelmajer (2008), zenginleştirilmemiş rotiferlerinde sırasıyla 0.30 ± 0.01 , 0.40 ± 0.01 0.20 ± 0.01 ve 1.70 ± 0.01 olarak tespit edilen değerlerinden yüksek oranda olduğu görülmüştür.

Rotiferlerin yağ asidi kompozisyonundaki en yüksek Σ SFA değeri N40 grubunda 32.42 ± 0.34 olarak bulunmuştur. Garcia ve ark., (2008a) zenginleştirilmemiş rotifer kültürünün Σ SFA (17.3 ± 0.8) değeri ve Garcia ve ark., (2008b) zenginleştirilmemiş rotifer kültürünün Σ SFA (41.2 ± 0.2) değeri oldukça farklı düzeylerde bildirilmiştir. N40 denemesine ait 32.42 ± 0.34 Σ SFA değeri ve Garcia ve ark., (2008a, b)'ın Σ SFA değerleri karşılaştırıldığında bu durumun kültür koşullarından ve ürünlerin besinsel değer farklılıklarından kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir.

Çalışmada en yüksek Σ MUFA değeri N40 grubunda 31.00 ± 0.04 olarak bulunmuştur. Garcia ve ark., (2008a) ve Garcia ve ark., (2008b)'da bildirilen zenginleştirilmemiş rotifer kültürünün sırasıyla 70.0 ± 1.0 ve 54.1 ± 0.0 Σ MUFA değeri, N40 grubundaki rotifere ait 31.00 ± 0.04 Σ MUFA değerinden yüksek olduğu tespit edilmiştir.

En yüksek $\Sigma n-6$ PUFA değeri C28 grubundadır. Deneme gruplarından C28 grubu rotifere ait 20.41 ± 0.06 $\Sigma n-6$ PUFA değeri Garcia ve ark., (2008a) (9.0 ± 0.4), Garcia ve ark., (2008b) (1.0 ± 0.1) ve Westelmajer (2008), (8.2 ± 1.0) $\Sigma n-6$ PUFA değerlerinden yüksek düzeyde tespit edilmiştir.

Balıkların dokularında memelilerden daha yüksek konsantrasyonlarda çoklu doymamış yağ asidi (PUFA) içermektedir. PUFA, balık dokularını lipid peroksidasyonuna karşı yüksek derecede savunmasız yapan tüm hücre membranları için önemli bir bileşendir. Yemlerle sağlanan PUFA eicosanoid üretimi ve aktivitesi üzerinde önemli etkilere sahiptir (Sargent ve ark., 2002, Hamre ve ark., 2013). Genellikle tatlı su balıkları esansiyel yağ asidi (EFA) ihtiyaçlarını yemlerdeki $18:3n-3$ ve $18:2n-6$ 'dan karşılayabilmektedir. Deniz balıkları delta-5 deksaturaz enziminin eksikliği veya sentez yetersizliği nedeniyle esansiyel yağ asidi ihtiyaçlarını uzun zincir yapısına sahip PUFA, $20:5n-3$ (EPA) ve $22:6n-3$ (DHA)'dan karşılamaktadır (Ghioni ve ark., 1999; Lall ve ark., 2007; Olive-Teles, 2012; Hamre ve ark., 2013). Bu nedenle deniz balıkların yemlerinin PUFA içeriği açısından zengin olması önem arz etmektedir. Çalışmada *Chlorella sp.* ile beslenen rotifer gruplarında elde edilen PUFA değeri diğer gruplardan daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Rotiferlerde en yüksek PUFA değerine C40 rotifer grubunda ulaşılmıştır.

Son yıllarda yapılan çalışmalarda eicosanoid üretimi için öncü (precursor) olmasından dolayı araşidonik asidin ($20:4n-6$) birçok deniz balığının büyüme ve gelişmesinde önemli rol oynayabileceği bildirilmiştir. (Faulk ve Holt, 2005; Park ve ark., 2006; Nghia, ve ark., 2007; Garcia ve ark., 2008; Roo ve ark., 2009; Seychelles ve ark., 2009; Kotani ve ark., 2010).

Sonuç olarak, yapılan çalışmada tüm parametreler incelendiğinde ‰28 ve ‰40 tuzluluk oranının kullanılabilir olduğu ‰17 tuzluluk oranında verimliliğin ve besin kalitesinin düştüğü belirlenmiştir. Çalışmada kullanılan populasyon artışı ve büyüme hızı, sonuçlarını *Nannochloropsis oculata* ile beslenen rotifer grubunda en yüksek populasyon artışının görölürken kullanılan mikroalg türünün önemini ortaya koymuştur. Denemede tuzluluk oranının rotiferin ham yağ değerine ve yağ asidi içeriğine bir etkisi olmadığı görölürken ham protein değerine etkisi saptanmış olup rotiferin beslenmesinde kullanılan mikroalgin etkileri açıkca görölmüştür.



7. KAYNAKLAR

- Albayrak, Z. 2001. Rotifer *Brachionus plicatilis* (O.F.J. Müller) kültürü üzerine farklı besinlerin etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi, Isparta, 69s.
- Alpbaz A.G. 1992. Deniz Balıkları Yetiştiriciliğinde Rotifera. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Yüksek Okulu Yayınları, No: 30, İzmir, 22s.
- Alpbaz, A., Hoşsucu, H. 1996. İç Su Balıkları Yetiştiriciliği, Ege Üniversitesi Basımevi, İzmir, 221s.
- Anonim, 2017. İnternet Sitesi. <http://ccala.butbn.cas.cz/en/chlorella-sp-1> (Erişim Tarihi: 26.06.2017).
- AOAC, 2000a. AOAC Official Method 940.25 Nitrogen (Total) in Seafood. First Action 1940, Official Methods of Analysis of AOAC International 17th Edition, Maryland.
- Atay, D., Bekcan, S., Korkmaz, A.Ş. 1998. Deniz balıklarının beslenmesinde kullanılan zooplanktonlardan *Brachionus plicatilis* (o.f.müller) üzerine değişik besin ortamlarının etkisi. Doğu Anadolu Bölgesi, III. Su Ürünleri Sempozyumu, 10-12 Haziran 1998, Erzurum. s: 187-199.
- Battaglione, S. C., Morehead, D. T., Cobcroft, J. M., Nichols, P. D., Brown, M. R., Carson, J. 2006. Combined effect of feeding enriched rotifers and antibiotic addition on performance of striped trumpeter (*Latris lineata*) larvae. Aquaculture, 251: 456-471.
- Beijerinck, M.W.1890. Culturversuche mit Zoochlorellen, Lichenengonidien und anderen niederen Algen, Botanische Zeitung 47: 725-739, 741-754, 757-768, 781-785pp.
- Benli, H., Uçal, O. 1990. Deniz Canlı Kaynakları Yetiştirme Teknikleri. T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Su Ürünleri Araştırma Enstitü Müdürlüğü, Bodrum Yayınları No:3, Muğla, 105s.
- Bibiloni, G., Cladera, A., Massuti, S., Zaratiegui, F. 1993. Study of rotifer productivity in a fish farm using different culture methods. Ostende-Belgium European-Aquaculture Soc. No:19, 319p.

- Blair, T. J. 2005. Dietary Studies With Haddock (*Melanogrammus aeglefinus*) Larvae. Dalhousie University, MSc. Thesis, 142p, Halifax.
- Bligh, G.E., Dyer, J.N. 1959. A rapid method of total lipid extraction and purification. Canadian Journal of Biochemistry and Physiology, 37: 912-917.
- Cabrera, T., Hur, S.B., Kim, H.J. 1993. Lifespan and fecundity of three types of rotifer, *Brachionus plicatilis* by an individual culture. Bull-Korean-Fish.Soc. Venezuela, Vol:2, No:6, 511-518.
- Caric, M., Sankonjire, J., Skramuca, B. 1993. Dietary-effects of different feeds on the biochemical-composition of the rotifer (*Brachionus plicatilis*, Muller). Aquaculture, 110:141-150.
- Carvalho, A. P., Pontes, I., Gaspar, H., Malcata, F. X. 2006. Metabolic relationships between macro-and micronutrients, and the eicosapentaenoic acid and docosahexaenoic acid contents of *Pavlova lutheri*. Enzyme and Microbial Technology, 38:358-366.
- Castillo, C. E., Gapasin, R. S., Leano, E. M. 2009. Enrichment potential of HUFA-rich thraustochytrid *Schizochytrium mangrovei* for the rotifer *Brachionus plicatilis*. Aquaculture, 293:57-61.
- Chen, J.F. 1991. Commercial production of microalgae and rotifers in China. In: Cho, S.H., Hur, S.B., Jo, J.Y., 2001. Effect of enriched live feeds on survival and growth rates in larval Korean rock fish, *Sebastes schlegeli* Hilgendorf. Aquaculture Research, 32:199-208.
- Chew, W.Y.S., Lim, H.S. 2005. Some improvements to the rotifer (*Brachionus rotundiformis*) mass culture method. Singapore journal of primary industries, 32: 52-58.
- Cirik, S., Gökpınar, Ş. 1993. Plakton Bilgisi ve Kültürü. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Yayınları, 47: s: 207-257.
- Cho, S.H., Hur, S.B., Jo, J.Y. 2001. Effect of enriched live feeds on survival and growth rates in larval Korean rockfish, *Sebastes schlegeli* Hilgendorf. Aquaculture Research, 32, 199-208.
- Copeman, L.A., Parrish, C.C., Brown, J.A., Harel, M. 2002. Effects of docosahexaenoic, eicosapentaenoic, and arachidonic acids on the early growth, survival, lipid composition and pigmentation of yellowtail flounder (*Limanda ferruginea*): a live food enrichment experiment. Aquaculture. 210: 285-304.

- Çelikkale, M.S., Düzgüneş, E., Okumuş, İ. 1999. Türkiye su ürünleri sektörü potansiyeli, mevcut durumu, sorunları ve çözüm önerileri, İstanbul Ticaret Odası, İstanbul, ISBN:975-512-321-0.
- 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, 431-459pp.
- Dhert, P., Rombaut, G., Suantika, G., Sorgeloos, P. 2001. Advancement of rotifer culture and manipulation techniques in europe. Aquaculture, 200: 129-149.
- Diken, G. 2011. Farklı zenginleştiricilerin rotifer *Brachionus plicatilis* (O.F. Muller 1786)'in yağ asit bileşenleri üzerine etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta, 98 s.
- FAO, 2016. The state of world fisheries and aquaculture 2016. Contributing to food security and nutrition for all. ISBN 978-92-5-109185-2, Rome: 200 pp.
- Faulk, C. K., Holt, G. J. 2005. Advances in rearing cobia *Rachycentron canadum* larvae in recirculating aquaculture systems: Live prey enrichment and greenwater culture. Aquaculture, 249:231-243.
- Fernandez-Reiriz M. J., Labarta, U., Ferreira, M.J. 1993. Effects of commercial enrichment diets on the nutritional value of the rotifer (*Brachionus plicatilis*). Aquaculture, 112, 195-206.
- Ferrao-filho, A.S., Fileto, C., Lopes, N.P., Arcifa, M.S. 2003. Effects of essential fatty acids and N and P limited algae on the growth rate of tropical cladocerans, Freshwater Biology, 48(5), 759-767.
- Fu, Y., Hirayama, K., Natsukari, Y. 1991. Genetic Divergence between S and L Type strains of the Rotifer *Brachionus plicatilis* (O. F. Müller), Journal of Experimental Marine Biology and Ecology, 151, 43-56.
- Fu, Y., Hada, A., Yamashita, T., Yoshida, Y., Hino, A. 1997. Development of a continuous culture system for stable mass production of the marine rotifer *Brachionus*. Hydrobiologia, 358: 145-151.
- Fukusho, K. 1985. Status of Marine Larval Culture in Japon, in: Ed. By. Lee C.S. and Liao, I.C., Reproduction and Culture of Milkfish. The Oceanic Institute and Tungkang Marine laboratory, 127-139pp.
- Fukusho K. 1989. Biology and Mass Production of the Rotifer *Brachionus plicatilis* (1). International journal of fisheries and aquaculture Vol.1, 232-240 p.

- Fulks, W., Main, K.L. 1991. Rotifer and microalgae culture systems. Proceedings of a U.S. Asia workshop. Honolulu. Hawaii. 89-104pp.
- Garcia, A. S., Parrish, C. C., Brown, J. A., Johnson, S. C., Leadbeater, S. 2008. Use of enriched rotifers, *Brachionus plicatilis*, during larviculture of haddock, *Melanogrammus aeglefinus*: effect of early growth, survival and body lipid composition. Aquaculture Nutrition, 14, 431-444.
- Garcia, A. S., Parrish, C. C., Brown, J. A., Johnson, S. C., Leadbeater, S. 2008 a. Use of enriched rotifers, *Brachionus plicatilis*, during larviculture of haddock, *Melanogrammus aeglefinus*: effect of early growth, survival and body lipid composition. Aquaculture nutrition, 14, 431-444.
- Garcia, A. S., Parrish, C., Brown J. A. 2008 b. Use of enriched rotifers and Artemia during larviculture of Atlantic cod (*Gadus morhua* Linnaeus, 1758): effects on early growth, survival and lipid composition. Aquaculture Research, 39: 406-419.
- Ghioni, C., Tocher, D. R., Bell, M. V., Dick, J. R., Sargent, J. R. 1999. Low C18 to C20 fatty acid elongase activity and limited conversion of stearidonic acid, 18:4 (n-3), to eicosapentaenoic acid, 20:5(n-3), in a cell line from the turbot *Scophthalmus maximus*. Biochimica Biophysica Acta, Molecular and Cell Biology of Lipids, 1437, 170-181.
- Güçlü, Z., Savaş, S. 2003. Rotifer (*Brachionus plicatilis* O. F. Müller) kültüründe farklı besinlerin etkisi. SDÜ Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Dergisi, Cilt:2, Sayı:10, 44-48.
- Gürbüz, H., Önal, S. K. 1998. Su Piresi (*Daphnia magna*)'nın Farklı kültür ortamlarında yetiştirilmesi, Turkish Journal Of Veterinary and Animal Sciences, 22, 237-242.
- Hache, R., Plante, S. 2011. The relationship between enrichment, fatty acid profiles and bacterial load in cultured rotifers (*Brachionus plicatilis* L-strain) and Artemia (*Artemia salina* strain Franciscana). Aquaculture, 311, 201-208.
- Hagiwara, A., Lee, C. S., Miyamoto, G., Hino, A. 1989. Resting egg formation and hatching of the S-type rotifer *Brachionus plicatilis* at varying salinities. Marine Biology 103, 327-332 pp.
- Hamre, K., Srivastava, A., Rønnestad, I., Mangor-Jensen, A., Stoss, J. 2008. Several micronutrients in the rotifer *Brachionus sp.* may not fulfil the nutritional requirements of marine fish larvae. Aquaculture Nutrition, 14, 51-60.

- Hamre, K., Yufera, M., Ronnestad, I., Boglione, C., Conceição, L. E. C., Izquierdo, M. 2013. Fish larval nutrition and feed formulation: knowledge gaps and bottlenecks for advances in larval rearing. *Aquaculture*, 5, 26-56.
- Hibberd, 1981, Notes on the taxonomy and nomenclature of the algal classes Eustigmatophyceae and Tribophyceae (*Synonym Xanthophyceae*), *Botanical Journal of the Linnean Society*, 82: 93-119
- Hindioğlu, A. 1995. Rotifera (*Brachionus plicatilis*) kültürü üzerine araştırmalar. Doktora Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Yetiştiriciliği Anabilim Dalı, Bornova-İzmir, 139s.
- Hino, A., Hirano, R. 1984. Relationship Between Body Size of the Rotifer *Brachionus plicatilis* and the Minimum Size of Particles Ingested. *Hydrobiologia*, 50, 1139-1144.
- Hirayama, K. 1987. A consideration of why mass culture of the rotifer *Brachionus plicatilis* with baker's yeast is unstable. *Hydrobiologia*, 147: 269-270.
- Hirayama, K., Takagi, K., Kimura, H. 1979. Nutritional effect of eight species of marine phytoplankton on population growth of the rotifer *Erachionw plicatilis*. *Bulletin of the Japanese Society for the Science of Fish*, 45: 11-16.
- Hoff, F.H., Snell, T.W. 1987. Plankton culture manual. Florida Aqua Farms Inc., 125pp.
- Işık, O., Sarihan, E., Kuşvuran, E., Gül, Ö., Erbayur, O. 1999. Comparison of the fatty acid composition of the freshwater fish larvae *Tilapia zillii*, the rotifer *Brachionus calyciflorus*, and the microalgae *Scenedesmus abundans*, *Monoraphidium minutum* and *Chlorella vulgaris* in the algae-rotifer-fish larvae food chains. *Aquaculture*, 174, 299-311.
- James, C.M., Dias, P. 1984. Mass culture and production of the rotifer *Brachionus plicatilis* using baker's yeast and marine yeast. Annual Research Report. Food Resources, 49-51.
- James, C.M., Dias, P., Salman, A.E. 1987. The use of marine yeast (*Candida sp.*) and bakers' yeast (*Sacharomyces cerevisiae*) in combination with *Chlorella sp.* for mass culture of the rotifer *Brachionus plicatilis*. *Hydrobiologia*. 147: 263-268.
- Kang, C.K., Park, H.Y., Kim, M.C., Lee, W.J. 2006. Use of marine yeasts as an available diet for mass cultures of *Moina macrocopa*. *Aquaculture Research*, 37, 1227-1237.

- Kissil, G. Wn., Koven, W. M. 1989. Preparation of oils enhanced in highly unsaturated fatty acid (HUFA) content, by low temperature crystallization separation, for rotifer (*Brachionus plicatilis*) enrichment. *Aquaculture*, 88, 69-77.
- Kabayashi, T., Nagase, T., Hino, A., Takeuchi, T. 2008. Effect of combination feeding of *Nannochloropsis* and freshwater *Chlorella* on the fatty acid composition of rotifer *Brachionus plicatilis* in a continuous culture. *Fisheries Science*, 74, 649-656.
- Koste, W. 1980. Das rädertier-porträt. *Brachionus plicatilis*, ein salzwasserrädertier. *Mikrokosmos*, 5:148-155.
- Korstad, J., Olsen, Y., Vadstein, O. 1989. Life history characteristics of *Brachionus plicatilis* (rotifera) fed different algae, *hydrobiologia* 186/187, 43-50.
- Kostopoulou, V., Miliou, H., Verriopoulos, G., 2015. Biochemical composition and fatty acid profile in a strain of the lineage 'Nevada', belonging to the *Brachionus plicatilis* (rotifera) complex, fed different diets. *Aquaculture Research*. 46, 813-824.
- Kotani, T., Genka, T., Fushimi, H., Hayashi, M., Dierckens, K., Sorgeloos, P. 2009. Effect of cultivation methods on nutritional enrichment of euryhaline rotifer *Brachionus plicatilis*. *Aquaculture, Fish Sci.* 75: 975-984.
- Kotani, T., Genka, T., Tanabe, M., Miyashima, A., Fushimi, H. 2010. Effect of nutritional enrichment method on fatty acid contents of rotifer *Brachionus plicatilis*. *Journal of the world aquaculture society*, 41, 884-892.
- Lall, S. P., Leah, M., McCrea, L. 2007. Role of nutrients in skeletal metabolism and pathology in fish- An overview. *Aquaculture*, 267, 3-19.
- Le Ruyet, P. 1975. Technique d'élevage en Masse d'un Rotifera (*Brachionus plicatilis* O.F.Muller) et d'un Crustace Branchiopode (*Artemia salina* L.). 10. th eurp. Symp. Mar. Biol. Ostend. Belgium. 1:331-343.
- Lie, O., Haaland, H., Hemre, G., Maage, A., Lied, E., Rosenlund, G., Sandnes, K., Olsen, Y. 1997. Nutritional composition of rotifers following a change in diet from yeast emulsified oil to microalgae. *Aquaculture Int.*, 5, 427-438.
- Lubzens, E., Makro, A., Tietz, A. 1985a. De novo synthesis of fatty acids in the rotifer, *Brachionus plicatilis*. *Aquaculture*, 47, 27-37.
- Lubzens, E., Minkoff, G., Marom, S. 1985b. Salinity dependence of seksual and asexual reproduction in the rotifer *Brachionus plicatilis*. *Marine Biology* 85, 123-126.

- Lubzens, E. 1987. Raising rotifer for use in aquaculture. *Hydrobiologia*, 147, 245-255.
- Lubzens, E., Tandler, A., Minkoff, G. 1989. Rotifers as food in aquaculture. *Hydrobiologia*, 186/187, 387-400.
- Ludwig, G. M., Rawles, S. D. 2008. Effect of rotifer enrichment on sunshine Bass *Morone chrysops* x *M. saxatilis* larvae growth and survival and fatty acid composition. *Journal of the World aquaculture society*, 39, 158-173.
- Madhu, R. 2009. Central Marine Fisheries Research Institute (Indian Council of Agricultural Research) P.B.No.1603, Marine Drive North Extension, Ernakulam North ,P.O. Cochin, KERALA – INDIA – 682018 CMFRI - Winter School Course Manual on “Recent Advances in Breeding and Larviculture of Marine Finfish and Shellfish”.
- Maehre, H. K., Hamre, K., Elvevoll, E. O. 2013. Nutrient evaluation of rotifers and zooplankton: feed for marine fish larvae. *Aquaculture Nutrition*, 19, 301-311.
- Matsunari, H., Hashimoto, H., Oda, K., Masuda, Y., Imaizumi, H., Teruya, K., Furuita, H., Yamamoto, T., Hamada, K., Mushiake, K. 2012. Effect of different algae used for enrichment of rotifers on growth, survival and swim bladder inflation of larval amberjack *Seriola dumerilli*. *Aquaculture International*, 20, 981-992.
- MEGEP, 2008. Rotifer Kültürü. Mesleki Eğitim ve Öğretim Sisteminin Güçlendirilmesi Projesi. Ankara, 26s.
- Memiş, D., Demir, N., Eroldoğan, O.T., Küçük, S. 2002. Aquaculture in Turkey, İsraili *Journal of Aquaculture- Bamidgeh*, 54(1), 3-9.
- Mohanty, M., Adhikari, S., Mohanty, P. 2009. Effect of waterborne zinc on survival, growth, and feed intake of Indian major carp, *Cirrhinus mrigala* (Hamilton). *Water Air Soil Pollution*, 201:3-7.
- Nagata, W. D., Whyte, J. N. C. 1992. Effects of yeast and algal diets on the growth and biochemical composition of the rotifer *Brachionus plicatilis* (Müller) in culture. *Aquaculture and Fisheries Management*. 23, 13-21.
- Naz, M. 2008. The changes in the biochemical compositions and enzymatic activities of rotifer (*Brachionus plicatilis*, Müller) and *Artemia* during the enrichment and starvation periods. *Fish Physiology Biochemical*, 34, 391-404.
- Nghia, T. T., Wille, M., Vandendriessche, S., Vinh, Q.T., Sorgeloos, P. 2007. Influence of highly unsaturated fatty acids in live food on larviculture of mud crab

- Scylla paramamosain* (Estampador ,1949) Aquaculture Research, 38: 1512-1528.
- Nguyen, V. T., Satoh, S., Haga, Y., Fushimi, H., Kotani, T. 2008. Effect of zinc and manganese supplementation in *Artemia* on growth and vertebral deformity in red sea bream (*Pagrus major*) larvae. Aquaculture, 285, 184-192.
- Olive-Teles, A. 2012. Nutrition and health of aquaculture fish. Journal of Fish Diseases, 35, 83-108.
- Özbaş, B., Göksan, T., Ak, İ. 2006. *Brachionus plicatilis* (Rotifer)'in farklı besin ortamlarında büyümesi. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi. 23 (1/2): 279-282.
- Palmtag, M.R., Faulk, C.K., Holt, G. J. 2006. Highly unsaturated fatty acid composition of rotifers (*Brachionus plicatilis*) and *Artemia* fed various enrichments. Journal of World Aquaculture Society, 37, 1.
- Park, H.G., Puvanendran, V., Kellet, A., Parrish, C.C., Brown, J.A. 2006. Effects of enrichment. ICES Journal of Marine Science, 63, 285-295.
- Planas, M., Estevez, A. 1989. Effects of diet on population development of the rotifer *Brachionus plicatilis*'in culture. Helgolander Meere Sunter Suc Hungen. 43, 171-181.
- Pousão-Ferreira, P., Saavedra, M., Coutinho, J., Bandarra N.M. 2009. Fatty acid compositions of early stages of *Diplodus sargus* (L., 1758) and diets. Larvi , Gent.
- Qie, G., Makridis, P., K.I. Reitan, K.I., Olsen, Y. 1997. Protein and carbon utilization of rotifers (*Brachionus plicatilis*) in first feeding of turbot larvae (*Scophthalmus maximus*). Aquaculture, 153, 103–122.
- Rainuzzo, J.R., Olsen, Y., Rosenlund, G. 1989. The effect of enrichment diets on the fatty acid composition of the rotifer *Brachionus plicatilis*. Aquaculture 79: 157-161.
- Rezaq, T.A., James, C.M. 1987. Production and nutritional quality of the rotifer *Brachionus plicatilis* fed marine *Chlorella sp.* at different cell densities. Hydrobiologia. 147: 257-261.
- Rehberg-Haas, S., Meyer, S., Lippemeier, S., Schulz, C. 2015. A comparasion among different *Pavlova sp.* products for cultivation of *Brachionus plicatilis*. Aquaculture, 435, 424-430.

- Rodriguez, C., Perez, J.A., Diaz, M., Izquierdo, M.S., Fernandez- Palacios H., Lorenzo A. 1997. Influence of EPA/DHA ratio in rotifers on gilthead seabream (*Sparus aurata*) larval development. *Aquaculture*, 15, 77-89.
- Roo, F. J., Hernandez-Cruz, C.M., Socorro, J.A., Fernandez-Palacios, H., Montero, D., Izquierdo, M.S. 2009. Effect of DHA content in rotifers on the occurrence of skeletal deformities in red porgy *Pagrus pagrus* (Linnaeus, 1758). *Aquaculture*, 287, 84-93.
- Roo, J., Hernández-Cruz, C.M., Socorro, J. A., Fernández-Palacios H., Izquierdo, M.S. 2010. Advances in rearing techniques of *Pagrus pagrus*, (Linnaeus, 1758): comparison between intensive and semi-intensive larval rearing systems. *Aquaculture Research*, 41, 433-449.
- Ruttner-Kolisko, A. 1974. Plankton rotifers. Biology and taxonomy. English translation of Die Binnengewasser v. 26, part 1. 146 p. DM46.80.
- Sargent, J., Tocher, D. R., Bell, J. G. 2002. The lipids. In: fish nutrition. Academicpress, 181-257.
- Savaş, S., Güçlü, Z. 2004. Farklı besin ve tuzluluk koşullarının rotifer *Brachionus plicatilis* kültürüne etkisi. Süleyman Demirel Üniversitesi Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Dergisi, Isparta, 11, 78-87.
- Savaş, S., Ölmez, M. 2004. Farklı besin ve tuzluluk koşullarının Rotifer (*Brachionus plicatilis* O. F Müller, 1856) kültürüne etkisi. SDÜ Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Dergisi, Cilt:1, Sayı:11, 69-76s.
- Seçer, S., Korkmaz, A. Ş., Bekcan, S. 1998. *Brachionus plicatilis* yetiştiriciliğinde farklı su sıcaklıkları ve tuzluluk oranlarının etkisi üzerine bir araştırma. Doğu Anadolu Bölgesi, III. Su Ürünleri Sempozyumu, Erzurum , 23-39.
- Seiffert, M.E., Cerqueira, V.R., Madureira, L.A. 2001. Effect of dietary (n-3) parallelus, Pisces: Centropomidae larvae during first feeding. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*, 34: 645-651.
- Seychelles, L.H., Audet, C., Tremblay, R., Fournier, R., Pernet, F. 2009. Essential fatty acid enrichment of cultured rotifers (*Brachionus plicatilis*, Müller) using frozen-concentrated microalgae. *Aquaculture Nutrition*, 15:431-439.
- Srivastava, A., Stoss, J., Hamre, K. 2011. A study on enrichment of the rotifer *Brachionus* “Cayman” with iodine and selected vitamins. *Aquaculture*, 319: 430-438.

- Srivastava, A., Hamre, K., Stoss, J., Nordgreen, A. 2012. A study on enrichment of the rotifer *Brachionus* “Cayman” with iodine from different sources. *Aquaculture*, 334: 82-88.
- Stottrup, J.G., McEvoy, L.A. 2003. Live feeds in marine Aquaculture, 318.
- Sun, S., Chen, L., Ge, X., Qin, J. 2013. Examination of a practical method for copper enrichment of euryhaline rotifers (*Brachionus plicatilis*) as diet of *Eriocheir sinensis* zoea larvae. *Aquaculture Nutrition*, 19: 809-817.
- Tamaru, C.S., Lee, Ç.S. 1991. Improving the larval rearing of striped mullet (*Mugil cephalus*) by manipulating quantity and quality of the rotifer, *Brachionus plicatilis*. In: Fulks, W., Main, K. The Rotifer and Microalgae Culture Systems. *Proceedings of a U.S. Asia, Honolulu*, 104 p.
- Theilacker, G. H., McMaster, M. F. 1971. Mass culture of the rotifer *Brachionus plicatilis* and its evaluation as a for larval Anchovies. *International Journal on Life in Oceans and Coastal waters*, 10 (2), 183-188.
- TÜİK, 2016. Türkiye istatistik kurumu, 2015 yılı su ürünleri istatistikleri, http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1005 (erişim tarihi: 18.06.2017).
- Watanabe T., Kitajima C., Fujita S. 1983. Nutritional values of live organisms used in Japan for mass propagation of fish: a review. *Aquaculture*, 34: 115-143.
- Weers, P.M.M., Gulati, R.D. 1997a. Effect of the addition of polyunsaturated fatty acids to the diet on the growth and fecundity of *Daphnia galeata*. *Freshwater Biology*, 38 (3), 721-729.
- Weers, P.M.M., Gulati, R.D. 1997b. Growth and reproduction of *Daphnia galeata* in response to change in fatty acids, phosphorus, and nitrogen in *Chlamydomonas reinhardtii*. *Limnology and Oceanography*, 42 (7), 1584-1589.
- Westelmajer, S. K. M. 2008. Ontogeny of the Corticosteroid Stress Response and Effect of Differentially Enriched Live Feed on Growth, Lipid Composition and Acute Stress Tolerance of Larval Atlantic Cod, *Gadus morhua*. Memorial University of Newfoundland, MSc. Thesis, 142p, St. John's.
- Woods, C. M. C. 2003. Effects of varying *Artemia* enrichment on growth and survival of juvenile seahorses *Hippocampus abdominalis*. *Aquaculture*, 220, 537-548.

- Yufera, M., Lubian, L.M., Pascual, E. 1983. Efecto de Cuatro Algas Marinas Sobre el Crecimiento Poblacional de dos Cepas de *Brachionus plicatilis* (Rotifera: Brachionidae) en Cultivo. Inv. Pesq. 47 (2), 325-337.
- Zink, I.C., Douillet, P.A., Benetti D.D. 2011. Improvement of rotifer *Brachionus plicatilis* population growth dynamics with inclusion of *Bacillus* spp. probiotics. Aquaculture Research. Miami, USA. 1-12



ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı	: Merve TINKIR
Doğum Tarihi ve Yeri	: 19.08.1989
Yabancı Dili	: İngilizce
E-posta	: merve.tinkir@istanbul.edu.tr

ÖĞRENİM DURUMU

Derece	Alan	Okul/Üniversite	Mezuniyet Yılı
Y. Lisans	Yetiştiricilik Anabilim Dalı	Sinop Üniversitesi	2017
Lisans	Su Ürünleri Mühendisliği	Sinop Üniversitesi	2012

İŞ TECRÜBESİ (Bu alana ait bilginiz mevcut değilse siliniz.)

Yıl	Firma/Kurum	Görevi
2017	Su Bilimleri Fakültesi	Araştırma Görevlisi

