



T.C.

**ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**

**DİSİPLİNLERARASI DOĞAL KAYNAKLAR YÖNETİMİ
ANABİLİM DALI**

**FARKLI BESİN İÇERİĞİNE SAHİP ALG İLE BESLENEN TATLI
SU MİDYESİNİN BESİN KOMPOZİSYONU VE BÜYÜME
PARAMETRELERİNİN ARAŞTIRILMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

EZGİ ASLANDOĞAN

**TEZ DANIŞMANI
DR. ÖĞR. ÜYESİ PINAR YILDIRIM**

ÇANAKKALE – 2025



T.C.

ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

DİSİPLİNLERARASI DOĞAL KAYNAKLAR YÖNETİMİ ANABİLİMDALI

**FARKLI BESİN İÇERİĞİNE SAHİP ALG İLE BESLENEN TATLI SU
MİDYESİNİN BESİN KOMPOZİSYONU VE BÜYÜME
PARAMETRELERİNİN ARAŞTIRILMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

EZGİ ASLANDOĞAN

TEZ DANIŞMANI

DR. ÖĞR. ÜYESİ PINAR YILDIRIM

Bu çalışma, ÇOMÜ Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP) birimi tarafından
desteklenmiştir.

Proje No: FYL-2023-4347

ÇANAKKALE – 2025



T.C.
ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ



Ezgi ASLANDOĞAN tarafından Dr. Öğr. Üyesi Pınar YILDIRIM yönetiminde hazırlanan ve **16/05/2025** tarihinde aşağıdaki jüri karşısında sunulan “**Farklı Besin İçeriğine Sahip Alg ile Beslenen Tatlı Su Midyesinin Besin Kompozisyonu ve Büyüme Parametrelerinin Araştırılması**” başlıklı çalışma, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü **Disiplinlerarası Doğal Kaynaklar Yönetimi Anabilim Dalı**’nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak oy birliği ile kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

İmza

Dr. Öğr. Üyesi Pınar YILDIRIM
(Danışman)

Prof. Dr. Ertan ERCAN

Doç. Dr. Mine ÇARDAK

.....

.....

.....

.

Tez No : 10608511

Tez Savunma Tarihi : 16/06/2025

.....

Prof. Dr. Melis ULU DOĞRU

Enstitü Müdürü

../../2025

ETİK BEYAN

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Tez Yazım Kuralları'na uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada; tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi, tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu, tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi, kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı, bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu, bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi taahhüt ve beyan ederim.

Ezgi ASLANDOĞAN

16/06/2025

TEŞEKKÜR

Bu tezin gerçekleştirilmesinde, çalışmam boyunca benden bir an olsun yardımlarını esirgemeyen saygı değer danışman hocam Dr.Öğr.Üyesi Pınar YILDIRIM, hayatımın her evresinde bana destek olan değerli eşime ve aileme teşekkürlerimi sunarım.

Bu çalışma, ÇOMÜ Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP) birimi tarafından FYL-2023-4347 no’lu proje ile desteklenmiştir.

Ezgi ASLANDOĞAN
Çanakkale, Haziran 2025

ÖZET

FARKLI BESİN İÇERİĞİNE SAHİP ALG İLE BESLENEN TATLI SU MİDYESİNİN BESİN KOMPOZİSYONU VE BÜYÜME PARAMETRELERİNİN ARAŞTIRILMASI

Ezgi ASLANDOĞAN

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

Disiplinlerarası Doğal Kaynaklar Yönetimi Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Pınar YILDIRIM

16/06/2025, 42

Bu çalışma, *Unio terminalis* türü tatlı su midyelerinin farklı besin içeriklerine sahip alglerle beslenmesi sonucunda besin kompozisyonları ve büyüme parametrelerinde meydana gelen değişiklikleri araştırmak amacıyla gerçekleştirilmiştir. Deneysel süreç 90 gün süreyle yürütülmüş ve beş farklı besin grubuna ayrılan 150 midye kullanılmıştır. Deneme gruplarına farklı oranlarda *Schizochytrium limacinum* alg türünün %45 protein ve %10 yağ içeriğine sahip formları günlük 0,15 gram olarak verilmiştir. Çalışma süresince midyelerin biyometrik ölçümleri yapılmış; et örneklerinden nem, kül, ham yağ, ham protein, aminoasit ve yağ asidi içerikleri analiz edilmiştir. Ayrıca su parametreleri düzenli olarak izlenmiş ve çevresel koşullar kontrol altında tutulmuştur. Elde edilen bulgular, ağırlık artışı bakımından Grup 2’de, 1,4 g’lık artış ve %4,70 büyüme oranı ile en yüksek performansı göstermiştir. En yüksek boy artışı Grup 2’de tespit edilmiştir (1,708 mm artış, %2,91 büyüme oranı). Bu grubu sırasıyla Grup 4 (%1,21) ve Grup 3 (%1,12) takip etmektedir. Protein içeriği yüksek olan diyet grubunda (5. grup) ham protein oranının %8,62’e ulaştığını, yağ içeriği yüksek grupta (2. grup) ise ham yağ oranının %24,92 ile en yüksek seviyede olduğunu ortaya koymuştur. Aminoasit analizlerinde özellikle L-alanin, L-glutamik asit ve L-valin gibi kas gelişimiyle ilişkili bileşenlerin zenginleştiği belirlenmiştir. Ayrıca, farklı alg türleriyle hazırlanan diyetlerin tatlı su midyelerinin büyüme performansı ve besin kalitesi üzerinde belirgin etkileri olduğu tespit edilmiştir. Su sıcaklığı, pH, çözünmüş oksijen, elektriksel iletkenlik ve turbidite parametrelerinin de değerlendirildiği bu çalışma, tüm gruplarda su kalitesinin biyolojik üretkenlik için elverişli olduğunu ortaya koymuştur. Bu bulgular midye

yetiştiriciliğinde yeni besleme stratejilerinin geliştirilmesine katkı sağlayacağı ve sũrdũrũlebilir akuakũltũr uygulamalarında besin iğeriği optimize edilmiş alg bazlı yemlerin kullanım potansiyelini ortaya koymuştur.

Anahtar Kelimeler: Tatlı su midyesi, *Unio terminalis*, *Schizochytrium limacinum*, Bũyũme parametreleri, Besin kompozisyonu



ABSTRACT

INVESTIGATION OF NUTRIENT COMPOSITION AND GROWTH PARAMETERS OF FRESHWATER MUSSEL FED WITH DIFFERENT NUTRIENT CONTENT ALGAE

Ezgi ASLANDOĞAN

Çanakkale Onsekiz Mart University

School of Graduate Studies

Master of Science Thesis in Interdisciplinary Department of Natural Resources
Management

Advisor: Asst. Prof. Pınar YILDIRIM

16/06/2025, 42

This study was carried out to investigate the changes in nutrient composition and growth parameters of freshwater mussels *Unio terminalis* species when fed with algae with different nutrient contents. The experimental period was conducted for 90 days and 150 mussels divided into five different food groups were used. Different proportions of *Schizochytrium limacinum* algal species with 45% protein and 10% fat content were given to the experimental groups as 0.15 grams daily. During the study period, biometric measurements of the mussels were made and moisture, ash, crude fat, crude protein, amino acid and fatty acid contents of the meat samples were analyzed. In addition, water parameters were monitored regularly and environmental conditions were kept under control. The results showed that Group 2 showed the highest performance in terms of weight gain with an increase of 1.4 g and a growth rate of 4.70%. The highest length increase was observed in Group 2 (1.708 mm increase, 2.91% growth rate). This group was followed by Group 4 (1.21%) and Group 3 (1.12%). In the diet group with high protein content (Group 5), the crude protein content reached 8.62%, while in the group with high fat content (Group 2), the crude fat content was the highest at 24.92%. In amino acid analyses, it was determined that the components related to muscle development such as L-alanine, L-glutamic acid and L-valine were enriched. In addition, diets prepared with different algae species were found to have significant effects on growth performance and nutritional quality of freshwater mussels. Water temperature, pH, dissolved oxygen, electrical conductivity and turbidity parameters

were also evaluated in this study, which revealed that water quality was favorable for biological productivity in all groups. These findings will contribute to the development of new feeding strategies in mussel farming and reveal the potential of using algae-based feeds with optimized nutrient content in sustainable aquaculture practices.

Keywords: Freshwater mussel, *Unio terminalis*, *Schizochytrium limacinum*, Growth parameters, Nutritional composition



İÇİNDEKİLER

	Sayfa No
JÜRİ ONAY SAYFASI.....	i
ETİK BEYAN.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
ÖZET	iv
ABSTRACT	vi
İÇİNDEKİLER	viii
SİMGELER ve KISALTMALAR.....	x
TABLolar DİZİNİ.....	xi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xii
 BİRİNCİ BÖLÜM GİRİŞ	 1
 İKİNCİ BÖLÜM ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	 3
2.1. Alglerin Besin Bileşimi ve Önemi	3
2.2. Tatlı Su Midyelerinin Beslenme, Büyüme Dinamikleri ve Çevresel Faktörlerle Etkileşimi.....	6
 ÜÇÜNCÜ BÖLÜM MATERYAL VE YÖNTEM	 11
3.1. Materyal	11
3.2. Yöntem	11
3.2.1. Deney Düzenekinin Kurulumu.....	11
3.2.2. Kullanılan Besinler ve Deneme Gruplarının Oluşturulması.....	12
3.2.3. Midye Büyüme Parametrelerinin Belirlenmesi.....	13
3.2.4. Midye Besin Kompozisyonunun Belirlenmesi.....	14
3.2.5. Su Kalite Parametrelerinin Belirlenmesi.....	17
3.2.6. İstatistiksel Hesaplamalar.....	18

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM	
ARAŞTIRMA BULGULARI	19
4.1. Büyüme Parametreleri ve Yaşama Oranlarına Yönelik Bulgular.....	19
4.2. Besin Kompozisyonuna Yönelik Bulgular.....	21
4.3. Su Kalite Parametrelerine Yönelik Bulgular.....	27
4.4. Tartışma.....	30
BEŞİNCİ BÖLÜM	
SONUÇ ve ÖNERİLER	34
KAYNAKÇA	36

SİMGELER VE KISALTMALAR

%	Yüzde oranı
µg/l	Mikrogram/Litre
°C	Santigrat derece
AOAC	ABD Resmi Analitik Kimyacılar Derneği
G	Gram
kg	Kilogram
mg	Miligram
mg/l	Miligram/Litre
mm	Milimetre
pH	Hidrojen Potansiyeli

TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo No	Tablo Adı	Sayfa No
Tablo 1	Deney Grupları ve Gruplara Verilen Alg Oranı	13
Tablo 2	Midyelerin Büyüme Parametreleri ve Yaşama Oranları	19
Tablo 3	Midye Eti Örneklerindeki Nem, Yağ, Kül ve Protein Oranlarına İlişkin Sonuçlar	22
Tablo 4	Midye Eti Örneklerindeki Aminoasit Kompozisyonuna İlişkin Sonuçlar	24
Tablo 5	Midye Eti Örneklerindeki Yağ Asitleri Kompozisyonuna İlişkin İstatistikler	26
Tablo 6	Yağ Asidi Kalite İndeksi	27
Tablo 7	Deney Gruplarına Ait Fiziko-Kimyasal Su Parametrelerinin İstatistiksel Analizi	29

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil No	Şekil Adı	Sayfa No
Şekil 1	Tatlı Su Midyelerinin Yerleştirildiği Çalışma Düzenneği	11
Şekil 2	Midyelerin Morfolojik Ölçümleri	12
Şekil 3	Su Kalite Parametrelerinin Belirlenmesinde Kullanılan Ölçüm Cihazları	18
Şekil 4	Çalışmada Oluşturulan Grupların Yaşama Oranları	21
Şekil 5	Midyelerin Boyca Ve Ağırlıkça Büyüme Oranları	21
Şekil 6	Midyelerin nem, kül, ham yağ ve ham protein içeriği oransal miktarları	23
Şekil 7	Çalışma Süresince Gruplarda Ölçülen Ortalama Fiziko-Kimyasal Su Parametreleri	28

BİRİNCİ BÖLÜM

GİRİŞ

Günümüzde küresel gıda güvenliği, nüfus artışı ve çevresel bozulmaların etkisiyle ciddi bir tehdit altındadır. Bu bağlamda, alternatif ve sürdürülebilir gıda üretim sistemlerinin geliştirilmesi büyük bir önem kazanmıştır. Su ürünleri yetiştiriciliği hem ekonomik hem de çevresel avantajları nedeniyle, dünya genelinde önem kazanan stratejik bir üretim kolu haline gelmiştir. Özellikle protein açısından zengin, çevresel etkileri düşük ve sürdürülebilir türlerin yetiştiriciliği, bu alanın odak noktalarından birini oluşturmaktadır.

Tatlı su midyeleri (Bivalvia: Unionidae), hem doğal filtrasyon kapasiteleri hem de besinsel kompozisyonları nedeniyle akuakültürde değerlendirilme potansiyeli taşıyan önemli sucul organizmalardandır. Bu organizmalar, su kolonundaki askıdaki organik ve inorganik partikülleri filtreleyerek ekosistem hizmeti sunmaktadır. Aynı zamanda et verimleri, yüksek protein ve fonksiyonel bileşen içerikleriyle besin değeri yüksek ürünler üretme potansiyeline sahiptir (Yalçın, 2006; Bahrioğlu, 2017). Tatlı su midyeleri, çevresel koşullara duyarlılıkları nedeniyle ekosistem sağlığının biyolojik göstergeleri olarak da değerlendirilmektedir (Lopes- Lima vd., 2017). Midyeler, gıda olarak doğrudan tüketimlerinin yanı sıra, ekonomik açıdan da katkı sağlayan canlılardır. Kabukları tarihsel süreçte inci üretimi, kabuk işleme sanayi ve farklı endüstriyel alanlarda çeşitli şekillerde kullanılmaktadır (Şereflişan, 2014). Kültür incisi üretiminin hammaddesi olarak değerlendirilen tatlı su midyelerinin ekolojik ve ekonomik sürdürülebilirlik için korunması ve ekosistem içindeki rollerinin devamlılığının sağlanması biyolojik çeşitliliğin korunması ve sucul habitatların sağlıklı işleyişi açısından büyük önem taşımaktadır.

Midyelerin doğal besin kaynaklarının başında mikroalgler gelmektedir. Mikroalgler, türlerine ve yetiştirme koşullarına bağlı olarak değişen oranlarda protein, esansiyel amino asitler, doymamış yağ asitleri (özellikle EPA ve DHA), vitaminler ve antioksidanlar gibi birçok biyoaktif bileşen içermektedir (Bleakley ve Hayes, 2017; Uzuner ve Haznedar, 2020). Bu içerikler, midyelerin büyüme performansı, et verimi ve dokularının biyokimyasal kompozisyonları üzerinde doğrudan etkili olmaktadır. Dolayısıyla, farklı içeriğe sahip alg türleriyle yapılan besleme uygulamaları, midye üretiminde hem kantitatif hem de kalitatif parametreler üzerinde belirleyici bir rol oynamaktadır.

Çalışmanın temel amacı, farklı besin içeriğine sahip alg türüyle beslenen tatlısu midyelerinin fizyolojik gelişimi ve besin değerine etkilerini karşılaştırmalı olarak ortaya koyarak, akuakültürde uygulanabilir beslenme stratejilerine katkı sağlamaktır. Bu sayede hem çevresel sürdürülebilirliği yüksek hem de ekonomik değeri olan bir yetiştiricilik modelinin temelleri atılabilecektir. Ayrıca, midyelerin büyüme parametreleri ile biyokimyasal bileşimlerine ilişkin elde edilen verilerin; yüksek protein ve değerli yağ asitleri içeriği bakımından fonksiyonel gıda üretiminde kullanılabilecek potansiyel hammadde kaynaklarının belirlenmesine, çevresel izleme kapsamında midyelerin su kalitesiyle ilişkilerinin ortaya konmasına ve sucul ekosistemlerin biyolojik yönetimi doğrultusunda uygun besleme stratejilerinin geliştirilmesine katkı sunması öngörülmektedir. Bu amaç doğrultusunda, besin içerikleri farklı olan *Schizochytrium limacinum* mikroalg türü ile beslenen *Unio terminalis* tatlısu midyelerinin büyüme parametreleri ve biyokimyasal bileşimi üzerinde etkili olacağı hipotez edilmiştir. Bu bağlamda yürütülen bu tez çalışmasında, farklı besin içeriklerine sahip alg türleriyle beslenen tatlı su midyelerinin büyüme parametreleri (kabuk boyu artışı, kabuk ve et ağırlığı, spesifik büyüme oranı) ile biyokimyasal özellikleri (nem, yağ, kül, protein, amino asit profili ve yağ asidi bileşimi) ayrıntılı olarak analiz edilmiştir. Ayrıca, deneysel sistemde su kalitesi parametreleri (sıcaklık, doymuş oksijen, pH, iletkenlik, bulanıklık) de düzenli olarak izlenmiş ve bu parametrelerin büyüme üzerindeki etkileri istatistiksel yöntemlerle değerlendirilmiştir.

Bu tez çalışması, beş bölümden oluşmaktadır. İlk bölümde, konunun genel çerçevesi ve önemi hakkında bilgiler sunulmaktadır. İkinci bölüm ise, “Önceki Çalışmalar” başlığı altında alglerin besin bileşimi ve ekosistemlerdeki rolüne odaklanarak tatlı su midyelerinin beslenme ve büyüme dinamikleri ile çevresel faktörlerle etkileşimi ele alınmıştır. Üçüncü bölümde, “Materyal ve Yöntem” başlığı altında çalışma düzeneği, midye büyüme parametreleri, su kalitesi ile besin içeriği analizi ve ayrıca aminoasit ile yağ asidi içeriklerinin belirlenmesine yönelik çalışmalar ile istatistiksel yöntemler detaylandırılmıştır. Dördüncü bölümde ise araştırma bulgularına yer verilerek; bu kapsamda midye büyüme parametreleri, besin kompozisyonu ve su kalitesinin midyeler üzerindeki etkilerine dair veriler literatür ile karşılaştırılarak sunulmuştur. Son bölümde ise, çalışmanın genel bulguları değerlendirilerek uygulama önerileri ortaya konulmuştur.

İKİNCİ BÖLÜM

ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

2.1. Alglerin Besin Bileşimi ve Önemi

Algler hem denizel hem de tatlı su ortamlarında bulunan fotosentetik organizmalar olup, dünya ekosisteminde kritik bir rol oynamaktadır. Bu organizmaların besin bileşimi, onları insan beslenmesi ve hayvancılık için değerli bir kaynak haline getiren çeşitli faktörler içermektedir. Algler, zengin bir besin profiline sahip olup, vitaminler, mineraller, proteinler, yağ asitleri ve lifler gibi çok sayıda besin ögesi barındırarak sağlık üzerindeki olumlu etkilerini artırmakta ve bu nedenle "süper gıda" olarak tanımlanmasına zemin hazırlamaktadır (Bleakley ve Hayes, 2017).

Algler, sucul organizmalar için hayati besin maddelerini sağlarken, aynı zamanda insan sağlığı ve endüstriyel üretim için de değerli besin kaynaklarıdır. Alglerin biyoteknolojik kullanımları, yüksek besin içerikleri, zengin yağ asidi profilleri ve sürdürülebilir üretim potansiyeli nedeniyle son yıllarda büyük bir önem kazanmıştır (Richmond, 2004). Algler, büyüklüklerine göre mikroalg ve makroalg olarak sınıflandırılan, fotosentetik sucul canlı grubudur (Özçiçek vd., 2017). Mikroalgler, daha küçük boyutlarda olan ve çoğunlukla sucul ortamlarda bulunan alglerdir. Bu mikroalgler, besin üretimi, biyoyakıtlar, farmasötik bileşikler ve akuakültür için besin kaynağı olarak büyük bir öneme sahiptir. Mikroalgler, özellikle omega-3 yağ asitleri, proteinler, karbonhidratlar ve vitaminler açısından zengin olup, akuakültür sektöründe balık yemleri ve midye yetiştiriciliği gibi uygulamalarda besin kaynağı olarak yaygın şekilde kullanılmaktadır (Muller vd., 2003; Wang vd., 2021). Ayrıca su ürünleri yetiştiricilik sektöründe mikroalgler gibi doğal yem katkı maddeleri, yüksek besin değeri içerdikleri, ucuz, kolayca bulunabildikleri ve çevre açısından güvenli oldukları için tercih edilir (Roy vd., 2015; Sheikhzadeh vd., 2024)

Literatüre göre mikroalglerin balık yetiştiriciliğine entegrasyonu yalnızca teknik yararlar sağlamakla kalmayıp, aynı zamanda önemli ekonomik kazançlar da sunmaktadır. Mikroalglerin fotosentez yoluyla oksijen üretmesi sayesinde, oksijen eksikliği riski azalmakta ve geleneksel havalandırma sistemlerinin enerji ihtiyacı düşmektedir.

Mikroalglerin tank veya havuz ortamında varlığını sürdürebilmesi, zararlı veya toksik mikroorganizmaların gelişimini sınırlandırarak sucul canlılar için daha sağlıklı bir ortam yaratmaktadır. Bu durum, su değişim sıklığını azaltmakta ve işletme maliyetlerini düşürmektedir. Mikroalg içeren yemlerle beslenen sucul organizmalardan özellikle balıkların bağışıklık sistemi güçlenmekte; bu da antibiyotik ve ilaç kullanımını azaltarak, daha güvenli ve pazarda daha çok tercih edilen su ürünleri tüketimini desteklemektedir. Mikroalg katkılı, çevreye zararsız ürünler genellikle geleneksel ürünlere kıyasla daha yüksek fiyatlara ve daha fazla talebe sahiptir. Bununla birlikte gelişmiş mikroalg biyoteknolojisi kullanılarak akuakültürden kaynaklanan atık sular düşük maliyetle arıtılabilir; böylece geleneksel arıtma tesislerine olan bağımlılık ve buna bağlı harcamalar azaltılarak sektörün finansal yükü hafifletilebilir. Dahası mikroalglerden elde edilen biyokütle, geleneksel yemlerin yerine kısmen kullanılabilir ve böylece yem maliyetleri kontrol altına alınabilir (Han vd., 2019).

Su ürünleri yetiştiriciliğinde mikroalg kullanan önceki çalışmalara göre, mikroalglerle beslenen balıkların yem dönüşüm oranının geleneksel yemle beslenen balıklardan daha yüksek olduğu bildirilmiştir. Ancak bazı durumlarda, lezzet sorunları nedeniyle mikroalg yemi su ürünleri yetiştiriciliğinde iyi performans göstermeyebildiği de ifade edilmiştir (Li vd., 2014). (Walker ve Berlinsky ,2011) gerçekleştirdiği Atlantik morina balığının büyümesi, yem alımı ve vücut kompozisyonu üzerindeki etkilerini belirlediği çalışmaya göre mikroalg içeriğinin artmasıyla son vücut ağırlığı, mutlak yem alımı ve özgül büyüme oranı dahil olmak üzere çoğu büyüme parametresi azalmış ve ölüm oranının arttığı belirtilmiştir. Bu nedenle, mikroalg destekli su ürünleri yetiştiriciliğinin sürdürülebilir bir şekilde işletilmesini sağlamak için, mikroalg yeminin lezzetliliğinin kapsamlı bir şekilde değerlendirilmesi gerektiği belirtilmiştir (Han vd., 2019).

Mikroalglerin antibakteriyel etkilerinde, özellikle çoklu doymamış yağ asitleri ve kolesterol gibi bileşiklerin önemli bir rol oynadığı tespit edilmiştir. Yağ asitlerinin zincir uzunluğu ile doymamışlık düzeyi, antimikrobiyal etkinliğin seviyesini etkilediği için, bu bileşiklerin serbest formdaki yağ asidi içerikleri ve miktarları dikkate alınmalıdır (Akyıl vd., 2016). (Demiriz, 2008) gerçekleştirdiği tez çalışmasında farklı alg türlerinin antimikrobiyal etkinliklerini incelemiş ve çeşitli patojenlerin inhibisyonuna yönelik etkilerinin bulunduğunu ortaya koymuştur.

Spirulina bir mikroalg olarak hem besin hem biyoteknolojik uygulamalar açısından oldukça değerlidir. Spirulina üzerine yapılan araştırmalar, bu alg türünün arsenik zehirlenmesi, Candida enfeksiyonları ve alerjik rinit gibi çeşitli sağlık sorunlarının tedavisinde potansiyel faydalar sağlayabileceğini göstermektedir. Spirulina'nın ayrıca kan basıncını düşürdüğü, kolesterol seviyelerini azalttığı ve dolayısıyla damar tıkanıklığı ile kalp krizi riskini minimize ettiği gözlemlenmiştir. Bunun yanında, kilo kontrolüne yardım ettiği, kanser riskini azalttığı ve diyabet, obezite ve anemi üzerinde olumlu etkiler sergilediği belirtilmektedir (Folarin ve Sharma, 2017). Bu bağlamda, Spirulina'nın en umut verici bileşenleri arasında fikosiyanın, sülfatlanmış polisakkarit fraksiyonları ve belirli sülfolipidler öne çıkmaktadır (Sotiroudis ve Sotiroudis, 2013). Benzer şekilde, *Chlorella* türlerinin kandaki glukoz ve kolesterol seviyelerini azaltma potansiyeline sahip olduğu, ayrıca, *Chlorella* türlerinin sentezlediği klorelin bileşiğinin, hem Gram negatif hem de Gram pozitif bakterilere karşı antibakteriyel etkinlik gösterdiği, bu mikroalglerin insan sağlığı üzerinde zararlı etkiler yaratabilen patojenlere karşı koruyucu olabileceği bildirilmiştir (Dineshkumar vd., 2017).

Schizochytrium limacinum, heterotrofik fermantasyon koşullarında yüksek verimle yetiştirilebilen bir mikroalg türüdür ve bu sayede ışığa bağımlı fototrofik sistemlere kıyasla daha sürdürülebilir bir besin kaynağı üretimi sağlar. Ayrıca, biyokütlesinin önemli bir kısmını oluşturan lipitler arasında, bazen %46'ya ulaşan yüksek DHA içeriğiyle öne çıkmaktadır (Oliver vd., 2022). *Schizochytrium limacinum*, içerdiği yüksek miktarda dokosaheksaenoik asit (DHA) ile dikkat çeken bir mikroalg türüdür. Bu türün heterotrofik koşullarda yetiştirildiğinde toplam biyokütlesinin yaklaşık yarısının lipitlerden oluştuğu ve bu lipitlerin önemli bir bölümünü DHA'nın oluşturduğu bildirilmektedir (Morita vd., 2006). Bu mikroalg, yüksek verimliliği ve hızla büyüme yeteneği sayesinde akuakültür sektöründe önemli bir potansiyel taşımaktadır. Özellikle balıklar, midyeler ve diğer sucul organizmalar için bir besin kaynağı olarak *Schizochytrium limacinum*'un kullanımı, çevresel etkilerin azaltılmasında etkili bir role sahiptir.

2.2. Tatlı Su Midyelerinin Beslenme, Büyüme Dinamikleri ve Çevresel Faktörlerle Etkileşimi

Tatlı su midyeleri, genellikle suyun içinde bulunan süspansiyon halindeki partikülleri filtreleyerek beslenme stratejisi benimsemektedir. Bu organizmalar, su içindeki tek hücreli algler, bakteriler ve askıda bulunan besin partiküllerini filtreleyerek besin elde ederler. Menteşe, kabuklarını genellikle hafifçe açık tutarak su akışının sağlanmasını destekler. Su, sifon aracılığıyla içeri alınır ve diğer sifon ile dışarı atılır. Su, manto boşluğuna girdikten sonra, siller aracılığıyla solungaçlara taşınır; burada gaz alışverişi gerçekleşir. Su içerisindeki planktonlar ve askıdaki organik partiküller, solungaçlarda bulunan mukus ile yakalanarak sınıflandırılır ve daha sonra ağza doğru taşınır. Bu aşamadan itibaren sindirim süreci başlar (Parmalee, 1967). Atık materyaller, mukuslu bir tabaka ile kaplanarak, bu materyallerin yeniden sirkülasyonunu engeller ve dışarıya atılmak üzere boşaltım sifonu aracılığıyla atılır. Beslenme oranları ise sıcaklık, besin miktarı ve vücut ölçüsü gibi çevresel ve fizyolojik faktörlerden etkilenmektedir. Tatlı su midyelerinin büyüme dinamikleri, çeşitli çevresel ve biyolojik faktörlerin etkileşimi ile şekillenmektedir. Bu organizmalar, su ekosistemlerinde kritik bir rol oynadıkları için büyüme süreçlerinin anlaşılması, ekosistem sağlığı ve sürdürülebilirlik açısından büyük bir önem taşımaktadır. Tatlı su midyeleri, yaşadıkları ortama bağlı olarak farklı büyüme hızları ve stratejileri sergilemektedir. Büyüme dinamikleri, su sıcaklığı, besin mevcudiyeti, su kalitesi ve oksijen seviyeleri gibi değişkenlerin karmaşık bir etkileşimi sonucu ortaya çıkmaktadır. Su sıcaklığı, midyelerin metabolizma hızını doğrudan etkileyen temel faktörlerden biridir; genellikle sıcaklık arttıkça midyelerin büyüme hızı da artma eğilimi göstermektedir. Ancak, aşırı sıcaklıklar stres yaratabilir ve büyüme üzerinde olumsuz etkiler doğurabilir. Örneğin, yaz aylarında yükselen su sıcaklıkları midyelerin metabolizmasını hızlandırırken, aşırı ısınma oksijen seviyelerini düşürerek büyüme hızını olumsuz yönde etkileyebilmektedir (Yalçın, 2006).

Besin mevcudiyeti, tatlı su midyelerinin büyüme dinamiklerinde kritik bir unsurdur. Midyeler, su ortamındaki fitoplanktonlar ve organik maddeleri filtreleyerek beslenirler; bu nedenle, su içindeki besin yoğunluğu, midyelerin büyüme oranını doğrudan etkilemektedir. Yüksek besin yoğunluğuna sahip ortamlarda, midyelerin büyüme hızı artmakta; bu durum, enerji alımını artırarak büyüme ve üreme süreçlerini desteklemektedir. Aksine, düşük besin seviyeleri, midyelerin büyüme hızını yavaşlatmakta ve uzun vadede sağlık durumlarını

olumsuz yönde etkileyebilmektedir (McMahon, 1991). Ayrıca, tatlı su midyeleri su kalitesine karşı oldukça duyarlıdır; kirlenme, toksinler ve aşırı besin yüklenmesi gibi olumsuz koşullar, büyüme dinamiklerini bozmaktadır. Kirli su ortamlarında yaşayan midyeler, toksinleri ortadan kaldırmak için daha fazla enerji harcadıklarından, bu durum büyüme oranlarını azaltabilmektedir (Yalçın, 2006).

Oksijen seviyeleri, tatlı su midyelerinin büyüme dinamikleri üzerinde belirleyici bir etkiye sahiptir; zira midyelerin metabolizması için yeterli oksijen, sağlıklı büyüme ve gelişim süreçleri açısından kritik öneme sahiptir. Düşük oksijen seviyeleri, midyelerin beslenme ve büyüme süreçlerini olumsuz şekilde etkileyebilir. Özellikle yaz aylarında su sıcaklıklarının artmasıyla beraber oksijen seviyelerinin azalması, midyelerin büyüme hızında bir yavaşlamaya yol açabilir. Ek olarak, tatlı su midyelerinin büyüme dinamikleri türler arasında önemli farklılıklar göstermektedir; bazı türler belirli çevresel koşullarda hızlı büyüme sergilerken, diğerleri daha yavaş bir büyüme süreci gösterebilir. Bu türler arası farklılıklar, türlerin adaptasyon yetenekleri ve yaşadıkları habitatların özgünlükleri ile doğrudan ilişkilidir. Örneğin, akıntılı su yollarında yaşayan midyeler, durgun su ortamlarındaki akrabalarına kıyasla farklı büyüme stratejileri geliştirebilmektedir (Yalçın, 2006). Yapılan bir büyüme çalışmasında, zebra midyesi (*Dreissena polymorpha*) genç bireylerinde Nisan ile Temmuz arasındaki dönemde hızlı bir büyüme gösterirken, yaşlı bireylerinde bu büyüme hızı daha yavaş olmuştur. Bu sonuçlar, büyüme hızının bireylerin yaşına göre değişkenlik gösterdiğini ortaya koymaktadır (Stanczykowska ve Levandowski, 1995). Tatlı su midyesi yetiştiriciliği üzerine yapılan bir çalışmada, su akış hızının besin alım kapasitesi üzerindeki etkisi vurgulanmıştır (Wildish ve Kristmanson, 1985). Ayrıca, zemin büyüklüğü ve derinliğinin midyelerin büyüme ve hayatta kalma oranları üzerinde, su akıntısının etkisiyle benzer düzeyde bir rol oynadığı belirlenmiştir. Midye yetiştiriciliğinde çevresel koşulların optimize edilmesinin önemine de dikkat çekilmiştir (Beatty ve Neves, 1996).

Literatürde beş Unionid midye türü üzerinde yapılan büyüme ve üreme çalışmasında, kabuk morfolojisi ile populasyon dinamiklerini karşılaştırarak *Pseudanodonta complanata* ve *Unio pictorum* türlerinin asimptotik boy a en hızlı ulaşan türler arasında yer aldığını tespit edilmiştir (Aldridge, 2000). Çalışma sonuçları, *Anodonta cygnea*'nın, *Pseudanodonta complanata*'nın ömründen iki kat daha uzun yaşadığını, ayrıca *Pseudanodonta*

complanata'nın daha kısa bir ömre sahip olduğunu ve maksimum boya ulaşma süresinin de daha uzun olduğunu göstermektedir. Yapılan araştırmalarda, *Unio* türlerinin yaz mevsiminde kısa bir kuluçka dönemine sahip olduğu, buna karşın *Anodonta* türlerinin uzun bir kuluçka dönemi geçirdiği ve bu sürecin sonbahardan ilkbahara kadar devam edebildiği belirlenmiştir.

Hornbach (1996) yaptığı çalışmada, sıcaklığın besin miktarı ve beslenme oranı üzerindeki etkilerini incelemiştir. Araştırma sonuçları, yüksek katı madde konsantrasyonları altında bulunan midyelerin, beslenme yetersizlikleri nedeniyle daha düşük büyüme hızları gösterdiğini ortaya koymaktadır. Bu durumun, askıdaki katı maddelerin midyelerdeki beslenme oranlarını olumsuz etkilediği ifade edilmiştir.

Tatlısu midyeleri, su ekosistemlerinin sağlığı ve biyolojik çeşitliliği açısından kritik öneme sahip organizmalardır. Ancak günümüzde, bu midyeler çeşitli tehditlerle karşı karşıya kalmaktadır. Araştırmalar, tatlısu midyelerinin yok olmasının yalnızca kendileri için değil, aynı zamanda diğer sucul türler için de büyük riskler taşıdığına işaret etmektedir. Örneğin, Geist (2010), midyelerin ekosistemlerdeki rolünü ve bu organizmaların kaybının sucul ekosistemlerin işleyişine olumsuz etkilerini vurgulamaktadır. Midyeler, filtreleyici organizmalar olarak su kalitesinin iyileştirilmesinde önemli bir işlev üstlenir; dolayısıyla, yoklukları sucul ekosistemlerin dengesini bozabilir. Lopes- Lima vd., (2017) ile Cochran vd.,(1993) de tatlısu midyelerinin korunmasının ekosistem dengesi ve biyoçeşitlilik açısından hayati önem taşıdığını belirtmektedir. Bu bağlamda, Tatlısu midyelerinin korunması için gerekli stratejilerin geliştirilmesi kaçınılmaz hale gelmektedir (Williams vd., 1993; Williams vd., 2014).

Türkiye'de tatlı su midye türleri üzerinde gerçekleştirilen araştırmalar, bu organizmaların ekolojik ve biyolojik özelliklerini anlamak açısından önemli veriler sunmaktadır. Özellikle Küçükyılmaz ve Şahin (2017) ile Şahin ve diğerlerinin (2016) çalışmaları, tatlı su midyelerinin habitatları, dağılımları ve ekolojik gereksinimleri hakkında kapsamlı bilgiler sağlamış, tür çeşitliliği ve bu türlerin yaşadığı ekosistemlerin özellikleri konusunda önemli bulgular sunmuştur. Buna ek olarak, Yalçın (2006) tarafından yapılan çalışma, *U. pictorum* türüne ait büyüme, kondisyon ve biyokimyasal parametrelerin çevresel faktörler üzerindeki etkisini inceleyerek, bu türün büyüme dinamiklerinin çevresel

değişkenlerle nasıl ilişkilendiğini ortaya koymuştur. Bu tür araştırmalar, tatlı su midyelerinin sağlık durumunu ve ekosistemle olan etkileşimlerini anlamak açısından kritik bir öneme sahiptir. Altuğ ve Koşal (2007) tarafından gerçekleştirilen çalışma, tatlı su ekosistemlerindeki bakteriyolojik kirliliğin midyeler üzerindeki etkilerini inceleyerek, su kirliliğinin tatlı su midyeleri üzerindeki olumsuz etkilerini ortaya koymuş ve çevresel yönetim ile koruma stratejilerinin geliştirilmesine katkıda bulunmuştur. Şahin (2012) ise *U. pictorum* türünün dahil olduğu molluska faunasının çevresel değişkenlerle ilişkisini ele alarak, tatlı su midyelerinin yaşadığı ortamlardaki değişimlerin organizmalar üzerindeki etkilerini detaylandırmışlardır. Başçınar, vd. (2009) tarafından gerçekleştirilen araştırmada, *A. cygnea* türünün büyüme dinamikleri ve et verimi incelenmiş, bu türün sucul tarım ve biyoekonomi açısından sağladığı önemli bilgiler vurgulanmıştır. Keskinbalta (2015), *U. pictorum* türünün bazı biyometrik ve biyokimyasal özelliklerini inceleyerek, bu türün ekosistem içindeki rolü ve genel sağlık durumu hakkında önemli veriler sunmuştur. İşliyen (2017) tarafından yapılan çalışmada ise Aras Nehri'nde *U. crassus*'un biyolojisi ve besin içeriği incelenerek, bu türün ekolojik rolü ve besin değerleri hakkında önemli bilgilere ulaşılmıştır. Ersoy ve Şereflişan (2010) Tatlı su midyesi olan *Unio terminalis* ve *Potamida littoralis* türleri arasında besin kompozisyonu ve yağ asidi profilleri arasında karşılaştırmalar yapılmıştır. Çalışma, ham protein, lipit, kül ve nem içeriklerini analiz etmiş ve *U. terminalis* türünün lipit içeriği ile toplam doymuş yağ asidi (SFA) ve tekli doymamış yağ asidi (PUFA) yüzdelерinin daha yüksek olduğunu ortaya koymuştur. Bunun yanı sıra, her iki türün de EPA ve DHA açısından zengin kaynaklar olduğu belirlenmiş ve tatlı su midyelerinin sağlıklı gıda alternatifleri olarak değerlendirilmesi önerilmiştir. (Şereflişan, 2021) tarafından yapılan çalışmada, farklı boy gruplarındaki erkek ve dişi bireylerin kondisyon faktörleri değerlendirilmiş; kondisyon değerlerinin boyla birlikte arttığı ve dişi bireylerin daha yüksek kondisyon faktörüne sahip olduğu belirlenmiştir. Bu durumun, üreme döneminde artan enerji rezervlerinden kaynaklandığı belirtilmiştir. Bu bulgular, türün et verimliliği açısından yetiştiricilik potansiyeline işaret etmektedir.

Güler vd. (2017), *Unio terminalis*'in üreme biyolojisi üzerine yaptıkları çalışmada, farklı balık türleriyle birlikte laboratuvar koşullarında gerçekleştirdikleri larva tutunma deneyinde, glokhidyanın yalnızca *Andinoacara* cinsi balıkların solungaçlarında bulunduğunu belirtmişlerdir. Bu bulgu, tatlı su midyesi larvalarının, kendi türlerine bağlı olarak, daha geniş ya da dar bir yelpazede balık türlerini konak olarak kullanabileceklerini

göstermektedir. Kabuk yapısı üzerine yapılan bir çalışmada, *Unio terminalis*'in farklı bölgelerine yapılan implantasyonlarda sedef kesesi oluşumunun başarılı olduğu ve bu türün kültürel sedef üretimi için de değerlendirilebileceği gösterilmiştir (Şereflişan, 2020).

Filtrasyon yoluyla beslenen *Unio terminalis*, doğal habitatlarında plankton ve askıda bulunan organik partikülleri filtreleyerek hem beslenmesini sağlar hem de yaşadığı ortamdaki su kalitesine katkıda bulunur. Bu ekolojik fonksiyonu nedeniyle, hem biyolojik filtre hem de çevresel izleme aracı olarak kullanılabileceği bildirilmiştir (Şereflişan ve Gökçe, 2024).

Literatürdeki bulgular, tatlı su midyelerinin fitoplanktonları filtreleyerek su içerisindeki askıdaki partikülleri azalttığını ve bu sayede bentik alglerin gelişimini desteklediğini göstermektedir. Midyelerin bu işlevi, filtrasyon kapasiteleri, çevresel koşullar ve alglerin besinsel içeriğiyle doğrudan ilişkilidir. Bununla birlikte, alglerin içerdiği bazı bileşiklerin midyelerin fizyolojik durumunu da etkileyebildiği bildirilmiştir (Wang vd., 2021). Ayrıca tatlı su midyeleri, mikroalglerle beslendiklerinde bu alglerin kimyasal içeriği büyük önem taşımaktadır. Çoklu doymamış yağ asitleri (PUFA) içeren alg türlerinin midyelerin büyümesini ve sağkalım oranını artırdığı belirlenmiştir. Bu nedenle alglerin besinsel profili, kültür ortamlarında midye sağlığı açısından kritik bir faktör olarak değerlendirilmektedir.

Midye yetiştiriciliğinde kurutulmuş alglerin beslenme amaçlı kullanımı birçok tür için yapılmıştır (Langdon ve Önal 1999; Önal vd. 2005; Arney vd. 2015; Bahrioğlu ve Ercan 2022). Ancak, tatlı su midyelerinin alglerle beslenmesi üzerine yapılan çalışmalar oldukça sınırlı olup, bu alanda daha fazla deneysel veriye ihtiyaç duyulmaktadır. *Schizochytrium limacinum*, yüksek DHA (dokosaheksaenoik asit) içeriği nedeniyle su ürünleri beslemesinde yaygın olarak araştırılan bir mikroalg türüdür. Bu tez çalışmasında, söz konusu mikroalgin tatlı su midyesi *Unio terminalis*'in beslenmesinde kullanılabilirliği değerlendirilmiştir.

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Çalışmada kapsamında kullanılan Unionid tatlı su midyeleri ve alg türü (*Schizochytrium limacinum*) ticari olarak satış yapan firmalardan temin edilmiştir. Temin edilen alg türü çalışma süresince +4 °C de muhafaza edilmiştir. *Unio terminalis* türüne ait olan midyeler Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Çanakkale Uygulamalı Bilimler Fakültesi laboratuvarına getirilerek boyutlarına, ebatlarına göre sınıflandırılarak 6 adet 15 litrelik kaptan 1 ay süre ile adaptasyonları sağlanmıştır. Çalışma başlangıcında midyelerin adaptasyon sürecinde yaşanabilecek kayıplar göz önünde bulundurularak ve çalışma başında midyelerin besinsel kompozisyonun tespit edilebilmesi amacıyla 30 adet midye fazla sayıda alınmıştır.

3.2. Yöntem

3.2.1. Deney Düzenekinin Kurulumu

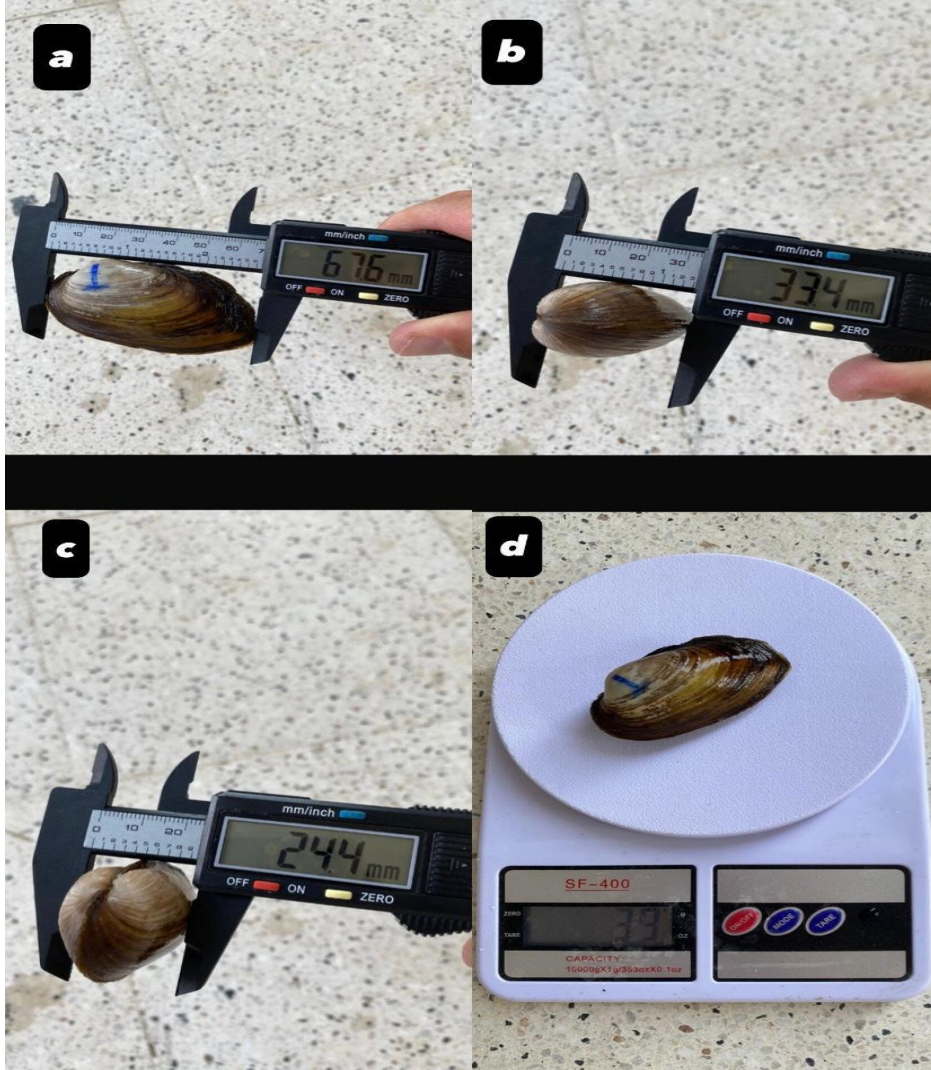
Unio terminalis türü tatlı su midyelerinin yerleştirildiği akvaryum ünitesinde ters osmos sistemiyle çeşme suyu arıtılarak sistemde kullanılmıştır (Şekil 1.). Çalışmada ışık rejimi 16:8 şeklinde (ışıklı-karanlık ortam) olarak uygulanmıştır. 90 gün boyunca midyelerin temizliği için günlük dip temizliği ve su değişimi gerçekleştirilmiştir.



Şekil 1. Tatlı su midyelerinin yerleştirildiği çalışma düzeni

3.2.2. Kullanılan Besinler ve Deneme Gruplarının Oluşturulması

Ortalama ağırlıkları 34.14 ± 2 g olan 150 adet midye 5 farklı gruba ayrılmıştır. Her grup 30 midye içerecek şekilde tasarlanmıştır. Midyeler kaplara konulmadan önce her biri numaralandırılarak morfolojik ölçümleri (en, boy, yükseklik ve ağırlık) dijital kumpas yardımıyla, ağırlık ölçümleri ise hassas terazi kullanılarak yapılmıştır (Şekil 2).



Şekil 2. Midyelerin morfolojik ölçümleri (a. Midyeler de boy ölçümü, b. Midyelerde en ölçümü, c. Midyelerde yükseklik ölçümü, d. Midyelerde ağırlık ölçümü)

Deneme gruplarını oluşturmak amacıyla, farklı besin içeriğine sahip alg türlerinin (%45 protein içerikli ve %10 yağ içeriğine sahip *Schizochytrium limacinum*) çeşitli oranlarda karıştırılmasından besin grupları hazırlanmıştır. Midyelerin filtreleme kapasiteleri dikkate

alınarak önceden gerçekleştirilen bir çalışma doğrultusunda günlük besin miktarları belirlenmiştir (Yalçın,2006). Her bir akvaryuma eklenecek kuru alg miktarı, litre başına 0,01 gram olacak şekilde hassas terazi ile ölçülerek hazırlanmıştır. Kullanılan kaplar 15 litre olduğu için her bir gruba günlük olarak 0,15 gram *Schizochytrium limacinum* türü alg eklenmiştir. Deney gruplarına verilen diyetlerdeki alg oranları, Tablo 1'de sunulmuştur. Çalışmada, besin grupları sırasıyla 100:0, 75:25, 50:50, 25:75, 0:100 (*S. limacinum* (%45 protein): *S. limacinum* (%10 yağ)) oranlarında karışımlar hazırlanarak oluşturulmuştur (Şekil 3).

Tablo 1

Deney grupları ve gruplara verilen alg oranları

	<u><i>S. limacinum</i></u> <u>(%45 protein)</u>	Verilen yem miktarı (%45 protein) (gram)	<u><i>S. limacinum</i></u> <u>(%10 yağ)</u>	Verilen yem miktarı (%10 yağ) (gram)
Grup 1	100	0,15 gr	0	0 gr
Grup 2	75	0,1125 gr	25	0,0375 gr
Grup 3	50	0,075 gr	50	0,075 gr
Grup 4	25	0,0375 gr	75	0,1125 gr
Grup 5	0	0 gr	100	0,15 gr

3.2.3. Midye Büyüme Parametrelerinin Belirlenmesi

Midyelerin boyca ve ağırlıkça büyüme performansları Erkoyuncu (1995)'ya göre hesaplanmıştır. Çalışmada, boy ve ağırlık artışları ile bu parametrelere bağlı olarak büyüme performansları aşağıdaki “(1.), (2.), (3.), (4.)” formülleriyle hesaplanmıştır. Çalışma süresince boyca ve ağırlıkça spesifik büyüme oranları ile yaşama oranları aşağıdaki “(5.), (6.), (7.)” formüllere göre hesaplanmıştır.

$$(1.) \text{ Boyca büyüme oranı} = L_2 - L_1$$

$$(2.) \text{ Ağırlıkça büyüme oranı} = W_2 - W_1$$

$$(3.) \text{ Boyca Oransal Büyüme (BOB)} = [(L_2 - L_1) / L_1] \times 100$$

$$(4.) \text{ Ağırlıkça Oransal Büyüme (AOB)} = [(W_2 - W_1) / W_1] \times 100$$

$$(5.) \text{ Boyca Spesifik Büyüme Oranı (BSBO)} = [(\ln L_2 - \ln L_1) / (T_2 - T_1)] \times 100$$

(6.) Ağırlıkça Spesifik Büyüme Oranı (ASBO): $[(\ln W_2 - \ln W_1) / (T_2 - T_1)] \times 100$

(7.) Yüzde Yaşama Oranı (%YO): $(N_1 / N_2) \times 100$

T₁: İlk ölçüm zamanı

T₂: Son ölçüm zamanı

L₁: İlk boy

L₂: Son boy

W₁: İlk ağırlık

W₂: Son ağırlık

N₁: İlk birey sayısı

N₂: Son birey sayısı

3.2.4. Midye Besin Kompozisyonunun Belirlenmesi

Çalışma süresince midyelere uygulanan diyetin etkisini belirleyebilmek amacıyla midye eti örneklerinde çalışma başlangıcı ve çalışma sonunda ise tüm gruplarda olmak üzere nem, yağ, kül ve protein analizleri, yağ asiti ve aminoasit analizleri gerçekleştirilmiştir.

Örneklerin nem içeriğinde, Association of Official Analytical Chemists (AOAC, 2006a) yöntemine göre uygulanmıştır. Her bir gruptan 5 g midye eti örneği alınıp, cam petri kaplarında 105 °C’de etüvde 3 saat süreyle kurutulmuştur. Kurutma işleminin ardından, petri kaplarındaki örnekler desikatörde soğutulmuş ve daha sonra hassas terazi ($\pm 0,0001$ hassasiyetle) ile tartılarak, aşağıdaki formül ile hesaplama yapılmıştır.

$$\text{Yüzde Nem (\% nem)} = [(\text{Cam petri} + \text{Örnek}) - \text{Son tartım} / \text{Örnek ağırlığı}] \times 100 \quad (3.1)$$

Ham kül analizleri Association of Official Analytical Chemists (AOAC, 1990) yöntemine göre yapılmıştır. Boş ağırlıkları tartılan porselen krezeller içerisine, her bir grup için 5 g örnek alınmış ve ardından örnekler 550°C’de külleşene kadar yakılmıştır. Yanan örnekler desikatörde soğutulmuş ve sonrasında yapılan tartım işlemleri ile kül oranları, aşağıdaki formüle göre % olarak hesap yapılmıştır.

$$\text{Yüzde Kül (\% Kül)} = (\text{Son Tartım} - \text{İlk Tartım}) / \text{Örnek Ağırlığı} \times 100 \quad (3.2)$$

Ham yağ analizi, Bligh ve Dyer (1959) yöntemine dayalı olarak uygulanmıştır. Her bir grup için homojenize edilmiş 5 g midye eti örneğine, 120 ml metanol ile kloroform karışımı eklenmiş ve karışım daha homojen hale getirilmiştir. Ardından, %0.4'lük CaCl_2 solüsyonundan 20 ml katılarak filtrasyon işlemi gerçekleştirilmiştir. Filtrasyon işleminin ardından, örnekler 105°C 'de 2 saat süreyle etüvde bekletilmiş ve sonrasında 24 saat boyunca karanlık ortamda bekletilmiştir. Üst tabaka, metanol ve sudan oluşan kısmı ayırma hunisi ile ayrılmış, kloroform ise rotary evaporatör ile uzaklaştırılmıştır. Son olarak, örnekler 60°C 'de 1 saat etüvde bekletildikten sonra hassas terazide tartılarak ölçümler yapılmıştır.

$$\text{Yüzde yağ (\% yağ)} = [(A-B) / C] \times 100 \quad (3.3)$$

A: Boş balon joje darası (g)

B: Balon joje ve lipit ağırlığı (g)

C: Örnek miktarı (g)

Ham protein analizleri, Association of Official Analytical Chemists (AOAC, 2006b) standartlarına göre Kjeldahl metodu ile gerçekleştirilmiştir. Bu yöntemde, midye eti örneklerindeki serbest azot, amonyum iyonuna dönüştürülmüştür. 1 g tartılan örnekler, derişik sülfürik asit (H_2SO_4) ile 420°C 'de yüksek sıcaklıkta parçalanmış ve bu süreçte karbonlu bileşikler karbondioksit, hidrojenler suya, hidrojene bağlı azot ise amonyum sülfat şeklinde dönüşmüştür. Çözelti, NaOH çözeltisi ile distilasyon işlemi uygulanarak elde edilmiştir. Serbest hale gelen amonyak, borik asit ile bağlanmış ve bu zayıf baz, 0.2 N HCl çözeltisi ile titre edilerek numunedeki %N miktarı belirlenmiştir. Hesaplanan %N değeri, örneğin faktörü ile çarpılarak protein içeriği hesaplanmıştır.

$$\text{Yüzde Azot (\% N)} = [14.01 \times (A - B) \times N] / W \times 100 \quad (3.4)$$

A: Titre edilen asit miktarı (ml)

B: Kör deneme için kullanılan asit miktarı (ml)

N: HCl asitin normalitesi

W: Numune ağırlığı (g)

Amino asit analizleri için laboratuvarında numuneler, likid kromatografi-kütle/kütle spektrometresi (LC-MS/MS) kullanılarak üçlü kuadropol performansı ile analiz edildi. Analiz işleminde öncelikle sertifikalı Kantitatif Amino Asit LC-MS/MS Analiz Kiti

(JASEM) ile 7 noktalı kalibrasyon eğrisi oluşturuldu. Bu yöntemde, bileşiklerin kromatogramda belirli zaman dilimlerinde ortaya çıkışı, ana iyon ve doğrulama iyonlarının oranları, ayrıca matriks spikedan elde edilen parçalanmış iyonların oranları karşılaştırılmıştır. Elde edilen piklerin alanları, eklenen standardın numunedeki konsantrasyon değeri ile ilişkilendirilerek grafiksel olarak sunulmuştur.

Bu yöntemde, bileşiklerin kromatogramda belirli bir zaman aralığında görünmesi, ana iyon ve doğrulama iyonlarının oranları, matriks spikedan elde edilen parçalanmış iyonların oranları karşılaştırılmıştır. Analiz sonucunda elde edilen pik alanları, eklenen standardın numunedeki konsantrasyonuna karşı grafiksel olarak aktarılmıştır. Böylece, yüksek hassasiyet ve doğrulukla madde tayini gerçekleştirilmiştir. Numuneler 200 mg tartıldı. Daha sonra 10 ml. ekstraksiyon solventi (%1 formik asit +ultra saf su) ilave edildi. 5 sn. vortekslandı. 9000 rpm de 5 dk santrifüj edildi. Ependorf tüplere 50 µl numune + 50 µl ISTD + 700 µl aminoasit solventi olacak şekilde numuneler hazırlandı. 1350 rpm de 5 dk santrifüj edildi ve enjeksiyon için berrak süzüntü cam viallere alındı. Aminoasit analizleri, Agilent 1260 infinity likit kromatografi, Agilent 6460 Triple Quadrupole MS/MS Sistem (Jet Stream Electrospray iyon kaynağı) ile gerçekleştirildi.

Yağ asidi analizleri için yağ asidi metil esterleri (Fatty acid methyl esters;FAME'ler), gıdadaki yağ içeriğini belirlemek için çok önemlidir. FAME'lerin birçoğu alkil zincirlerindeki çift bağlarla doymamıştır. Vücut dokularındaki yağ asitlerinin analizi, yağ asitlerinin diyetle alımı ile bu asitlerin ilişkili olduğu hastalıklar arasındaki bağlantının anlaşılmasına katkıda bulunabileceği bilinmektedir. Gaz kromatografik analiz için, 3 gram midye tartıldı ve 10mL heksanda çözüldü. 20000rpm'de 5 dk santrifuj edildi. Süpernatant ayrı bir falkon tüpe alınıp tekrar 2 dk santrifüj edildi. Süpernatant üzerinde kalan yağlı fazdan 100 uL ayrı bir ependorfa alınarak üzerine 3,7mL heksan ve 200 uL 1.0M KOH (%70 metanolde hazırlanmış) ilave edildi. 1 dakika boyunca vorteks edildi, yağ asitlerinin metil esteri reaksiyonu gerçekleşmesi sağlandı. Üstte kalan heksan fazı GC-MS vialine alınarak enjeksiyon verilmek üzere GC-MS autosampler'ına yerleştirildi.

GC-MS cihaz parametreleri ise; Taşıyıcı gaz, Helyum; akış, 1 ml/dak; enjektör; 250⁰C; bölünme oranı 10:1 (bölünmüş akış 10 ml/dak); kolon: 120⁰C, 150⁰C (50C/dak, 7,5 dak tutma), 250 ⁰C (70C/dak, 12,21 dak tutma); toplam çalışma süresi: 40 dakika;MS: Kaynak: 250⁰C; Aktarım hattı: 250⁰C; Tam tarama aralığı: 50-400. Yağ asitleri kompozisyon analizinden elde edilen veriler, aşağıdaki hesaplamalar kullanılarak Aterojenik indeks (AI), Trombogenik indeks (TI), ve Sağlığı geliştirici indeks (HPI) indeks aracılığıyla lipid fraksiyonunun besin kalitesini belirlemek için kullanıldı (Prato vd., 2019)

$$AI = \frac{C12:0 + (4 \times C14:0) + C16:0}{w-3 \text{ PUFA} + w-6 \text{ PUFA} + \text{MUFA}} \quad (\text{Prato vd., 2019}) \quad (3.5)$$

$$TI = \frac{C14:0 + C16:0 + C18:0}{0.5 \times \text{MUFA} + 0.5 \times w-6 \text{ PUFA} + 3 \times w-3 \text{ PUFA} + \frac{w-3 \text{ PUFA}}{w-6 \text{ PUFA}}} \quad (\text{Prato vd., 2019}) \quad (3.6)$$

$$HPI = \frac{1}{AI} \quad (\text{Chen vd., 2004}) \quad (3.7)$$

3.2.5. Su Kalite Parametrelerinin Belirlenmesi

Midyelerin canlı kalma oranlarının kontrol altında tutulabilmesi amacıyla su kalite parametrelerinin ve bulundukları su ortamının bulanıklık takibi günlük olarak gerçekleştirilmiştir. Çalışmada su sıcaklığı, *pH*, doymuş oksijen ve elektriksel iletken değerleri günlük kalibrasyonları yapılan AZ 86031 marka multiprob cihazı ölçülmüştür. Numune kabındaki bulanıklık değerleri, PCE-TUM 20 turbidity meter (turbidimetre) ile nefelometrik bulanıklık birimi (NTU) cinsinden ölçülmüştür (Şekil 3). Bulanıklık ölçümleri günlük su değişimi öncesinde gerçekleştirilmiştir.



Şekil 3. Su kalite parametrelerinin belirlenmesinde kullanılan ölçüm cihazları

3.2.6. İstatistiksel Hesaplamalar

Farklı diyetler uygulanarak beslenen midye grupları arasındaki büyüme farklılığı ile su kalite parametrelerine göre gruplar arası farklılığın istatistiki açıdan Varyans Analizi (ANOVA), Post-Hoc Tukey's testleri IBM SPSS 22.0 programı ile tespit edilmiştir.

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

ARAŞTIRMA BULGULARI

Bu bölümde 90 gün süren deneysel çalışma neticesinde farklı diyet modelleri uygulanan midyelerin büyüme parametrelerine ve besinsel olarak etkilerine dair veriler istatistiksel açıdan değerlendirilerek sunulmuştur.

4.1. Büyüme Parametreleri ve Yaşama Oranlarına Yönelik Bulgular

Çalışma neticesinde midyelerin gelişimlerinin tespitinin belirlenmesi amacıyla büyüme parametrelerine dair veriler midyelerde biyometrik ölçümleri gerçekleştirilerek elde edilmiştir. Büyüme parametrelerine ve yaşama oranlarına dair veriler Tablo 2 ve Şekil 4'te, midyelerin gruplara göre boyca ve ağırlıkça büyüme oranları bar grafiği yardımı ile Şekil 5'te sunulmuştur.

Tablo 2

Midyelerin büyüme parametreleri ve yaşama oranları (*İstatistiki bakımdan farklılığı temsil etmektedir. Sütunlar üzerindeki farklı harfler istatistiki açıdan gruplar arasındaki farklılığı ifade etmektedir).

	Grup 1	Grup 2	Grup 3	Grup 4	Grup 5
İlk en(mm)	32 ±2,677	30,35±2,049	31,68±2,139	32,42±2,289	32,04±2,092
Son En (mm)	32,25±2,687	30,60±2,932	31,64±2,696	33,35±1,864	32,29±1,850
İlk Boy (mm)	63,1±4,737	58,68±4,069	62,3±2,028	64,42±4,612	63,96±3,824
Son Boy (mm)	63,25±5,047	60,39±4,849	63,0±4,818	65,2±3,608	64,28±4,325
İlk Yükseklik (mm)	24,34±1,726	23,76±1,437	25,03±1,822	25,63±1,390	25,11±1,782
Son Yükseklik (mm)	24,14±1,692	24,07±2,034	25,29±2,463	26,04±1,800	25,15±1,731
İlk Ağırlık (g)	33,3±5,884	29,76±4,005	33,76±4,959	38,63±3,881	35,23±5,544
Son Ağırlık (g)	33,63±5,881	31,16±7,243	34,63±5,694	39,83±5,095	35,86±6,756
Boyca Büyüme (mm)	0,150*	1,708	0,709	0,780	0,320
Boyca Büyüme Oranı (%)	0,31	2,91	1,12	1,21	0,50
Boyca Spesifik büyüme (%)	0,003	0,032	0,013	0,013	0,021
Ağırlıkça Büyüme (g)	0,33 ^a	1,4 ^b	0,88 ^{ab}	1,19 ^{ab}	0,63 ^{ab}
Ağırlıkça Büyüme Oranı (%)	0,99	4,70	2,58	3,10	1,78
Ağırlıkça Oransal Büyüme (%)	0,98	4,71	2,60	3,09	1,79
Ağırlıkça Spesifik büyüme (%)	0,011	0,051	0,028	0,034	0,02
Yüzde Yaşama Oranı (YO) (%)	80	83	73	77	73

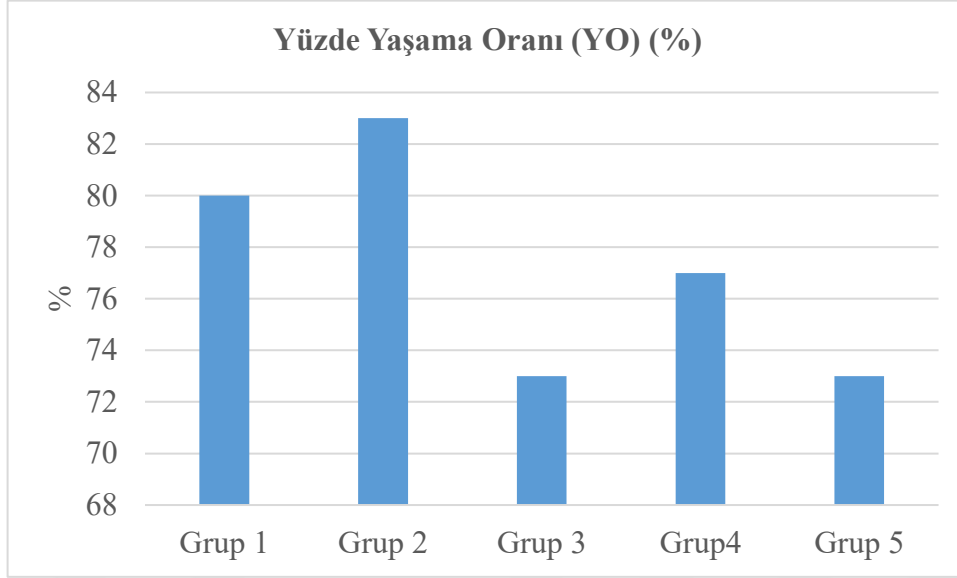
Tablo 2’de midyelerin büyüme parametreleri ve yaşama oranlarına ait elde edilen veriler istatistiksel açıdan değerlendirildiğinde; boyca büyüme açısından en yüksek mutlak büyümenin Grup 2’de (1.708 mm), en düşük Grup 1’de (0.15 mm) olduğu tespit edilmiştir. Gruplar arası anlamlı farklılıklar ANOVA testi ile incelendiğinde gruplar arasında boy büyümesi bakımından anlamlı farklılıkların olduğu ($p=0.015<0.05$) ve bu farklılıklar incelendiğinde ise Post-hoc testlerde Grup 1 ile diğer gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farkların olduğu anlaşılmaktadır. En düşük büyümenin Grup 1’de olduğu anlaşılmaktadır.

Ağırlık artışı açısından en yüksek mutlak ağırlık artışının Grup 2’te (1.4 g), en düşük Grup 1’de (0.33 g) olduğu tespit edilmiştir. Gruplar arası anlamlı farklılıklar ANOVA testi ile incelendiğinde gruplar arasında ağırlık artışı bakımından anlamlı farklılıkların olduğu ($p=0.023<0.05$) ve bu farklılıklar incelendiğinde ise Post-hoc testlerde Grup 2 ile Grup 1 arasında istatistiksel olarak anlamlı farkların olduğu anlaşılmaktadır.

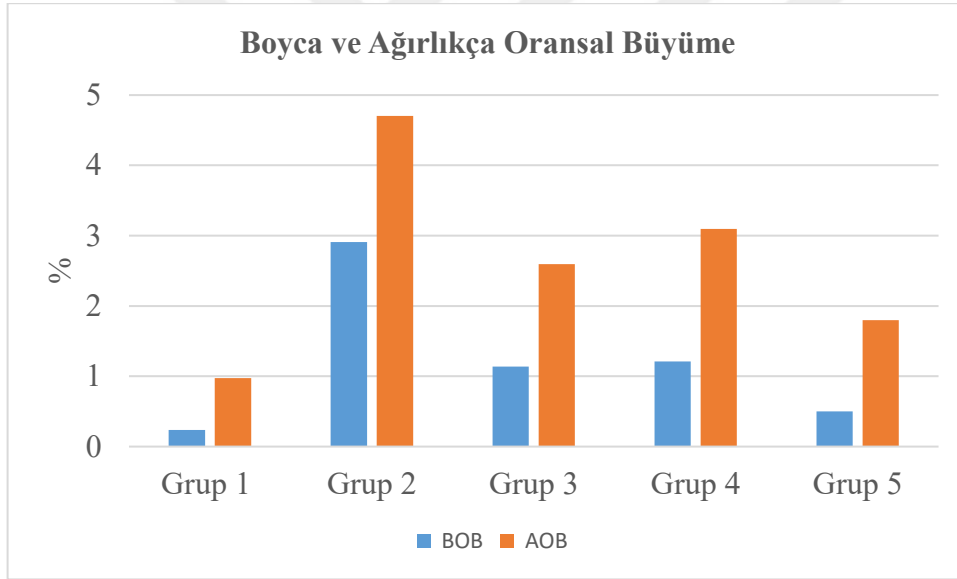
Yaşama oranları bakımından en yüksek hayatta kalma oranının Grup 2’de (%83), en düşük Grup 3 ve 5’te (%73) olduğu tespit edilmiştir. Gruplar arası anlamlı farklılıklar ANOVA testi ile incelendiğinde gruplar arasında hayatta kalma oranları bakımından anlamlı farklılıkların olmadığı ($p=0.065>0.05$) anlaşılmaktadır.

Boy ve ağırlık artışı arasındaki ilişkinin incelenmesi amacı ile de korelasyon analizi uygulanmıştır. Elde edilen sonuçlara göre boy ve ağırlık artışı arasında güçlü pozitif korelasyon ($r=0.82$, $p<0.001$) olduğu belirlenmiştir. Aynı şekilde yaşama oranı ile büyüme arasındaki ilişkin incelendiğinde anlamlı bir ilişkinin olmadığı anlaşılmaktadır ($r=0.056$, $p>0.001$).

Grup 2 ve 4’ün hem boy hem de ağırlık artışında öne çıkması, bu gruplardaki besin kaynaklarının büyümeyi daha iyi desteklediğini göstermektedir. Grup 2’nin ağırlık artışında lider olması yaşama oranının yüksek olmasına (%83) neden olduğu düşünülebilir. Grup 2 ve 4’ün beslenme rejimleri hem büyüme hem de hayatta kalma açısından en uygun sonuçları verdiği şeklinde değerlendirilmektedir. Grup 1’in performansı ise bu besin kaynağının midye yetiştiriciliğinde beslenme için yeterli olamayacağını düşündürmektedir.



Şekil 4. Çalışmada oluşturulan grupların yaşama oranları



Şekil 5. Midyelerin boyca ve ağırlıkça büyüme oranları (BOB: Boyca Oransal Büyüme, AOB: Ağırlıkça Oransal Büyüme)

4.2. Besin Kompozisyonuna Yönelik Bulgular

Farklı beslenme modelleri uygulanan midyelerde besin kompozisyonunun belirlenebilmesi için, nem, kül, ham yağ ve ham protein içerikleri ile birlikte aminoasit ve yağ asidi içeriği analiz edilmiştir. Elde edilen veriler Tablo 3, Tablo 4, Tablo 5 ve Şekil 4.3'te sunulmuştur.

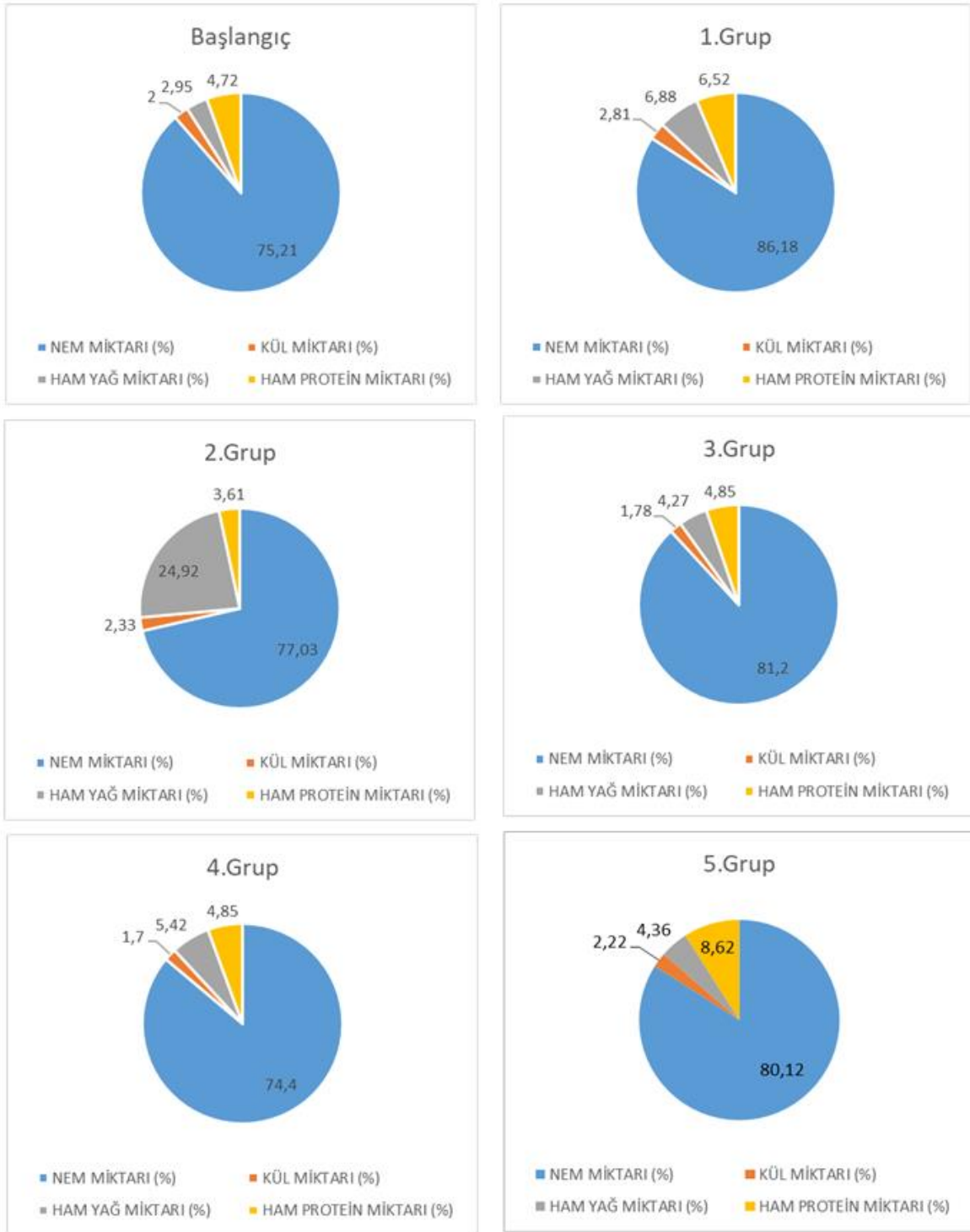
Tablo 3

Midye eti örneklerindeki nem, yağ, kül ve protein oranlarına ilişkin sonuçlar

Kategori	Nem Analizi (%)	Kül Analizi (%)	Ham Yağ Analizi (%)	Ham Protein Analizi (%)
Başlangıç	75,21	2,00	2,95	4,72
1.Grup	86,18	2,81	6,88	6,52
2.Grup	77,03	2,33	24,92	3,61
3.Grup	81,2	1,78	4,27	4,85
4.Grup	74,4	1,70	5,42	4,85
5.Grup	80,12	2,22	4,36	8,62

Tablo 3'te çalışma süresince midyelere uygulanan diyetin etkisini belirleyebilmek için midye eti örneklerindeki nem, yağ, kül ve protein analizleri yapılmış ve besin kompozisyonunun belirlenmesi amaçlanmıştır. Analizlerde midyelerin yağ madde oranına göre çalışma yapılmıştır. Bu analiz sonuçları incelendiğinde çalışmanın başlangıcında midyelerin nem oranının %75,21, kül oranının %2,00, ham yağ oranının %2,95 ve ham protein oranının %4,72 olduğu belirlenmiştir.

Farklı besin içeriğine sahip alg ile diyet uygulamaları gerçekleştirildikten sonra; 1. grup midyelerin içerikleri incelendiğinde nem oranının %86,18, kül oranının %2,81, ham yağ oranının %6,88 ve ham protein oranının %6,52 olduğu, 2. grup midyelerin içerikleri incelendiğinde nem oranının %77,03, kül oranının %2,33, ham yağ oranının %24,92 ve ham protein oranının %3,61 olduğu, 3. grup midyelerin içerikleri incelendiğinde nem oranının %81,2, kül oranının %1,78, ham yağ oranının %4,27 ve ham protein oranının %4,85 olduğu, 4.grup midyelerin içerikleri incelendiğinde nem oranının %74,4, kül oranının %1,70, ham yağ oranının %4,27 ve ham protein oranının %4,85 olduğu, 5.grup midyelerin içerikleri incelendiğinde nem oranının %80,12, kül oranının %2,22, ham yağ oranının %4,36 ve ham protein oranının %8,62 olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 6. Midyelerin nem, kül, ham yağ ve ham protein içeriği oransal miktarları

Tablo 4

Midye eti örneklerindeki aminoasit kompozisyonuna ilişkin sonuçlar

Grup	Bileşik Adı	Başlangıç Numune	1.Grup	2.Grup	3.Grup	4.Grup	5.Grup
Esansiyel Amino Asitler	L-Lösin	297,95	542,45	143,47	554,37	906,89	525,47
	L-İzolösin	252,07	398,64	328,99	525,49	507,53	309,29
	L-Lizin	297,95	542,45	143,47	554,37	906,89	525,47
	L-Metiyonin	30,79	42,63	14,97	48,16	70,50	36,10
	L-Fenilalanin	59,64	68,56	21,97	77,00	170,29	89,12
	L-Triptofan	18,55	11,51	13,04	25,32	66,49	32,61
	L-Treonin	775,10	1309,12	1304,63	1884,38	1563,22	1041,57
	L-Valin	536,97	914,42	909,50	1274,10	1207,58	705,84
Yarı Esansiyel Amino Asitler	L-Histidin	79,99	95,42	192,95	167,10	230,05	174,85
	L-Arjinin	31,70	207,13	52,72	268,48	303,15	176,13
Non-Esansiyel Amino Asitler	L-Sistin	3,25	17,67	1,63	3,64	8,36	6,66
	L-Alanin	2458,68	3876,08	4450,49	6164,04	4804,37	3332,39
	L-Asparagin	8,18	33,56	5,77	27,06	11,39	15,52
	L-Aspartik Asit	185,85	443,73	376,43	459,82	302,47	231,16
	L-Glutamin	170,05	164,73	267,30	410,94	581,72	275,44
	L-Glutamik Asit	462,47	1359,37	1284,51	2077,78	1395,62	1220,10
	L-Glisin	829,61	1717,19	1779,44	2268,93	1330,55	1366,70
	L-Prolin	543,37	811,47	864,26	1029,31	858,49	637,65
	L-Serin	300,67	1249,50	1274,65	1742,36	1310,50	1366,70
Diğer Bileşikler / Türevler	L-Tirozin	35,37	41,69	15,49	31,57	66,65	36,14
	Beta-Alanin	686,43	949,91	1381,64	1481,87	1459,79	1703,49
	Gama-aminobütirik asit	907,10	2254,64	1437,36	2233,10	1841,94	1679,36
	Etanolamin	145,64	116,94	153,94	139,55	158,93	218,69
	Sarcosin	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	L-Sitrulin	0,00	109,00	115,89	199,73	275,67	107,96
	L-Ornitin	922,87	3842,81	1575,48	3039,03	3728,76	3298,36
	3-Metil-L-Histidin	3,18	4,16	3,74	6,24	5,20	3,75
	DL-5-Hidroksilizin	0,00	24,76	10,87	48,01	0,00	0,00
	3-Aminoizobütirik asit	13,56	41,29	30,03	71,39	29,23	36,87
	L-Sistationin	0,00	69,27	27,68	63,97	36,38	6,75

Şekil 6’da midyelerin nem, kül, ham yağ ve ham protein içeriğine yönelik grafik incelendiğinde en yüksek nem ve kül oranının 1. Gupta yer alan midyelerde olduğu, en yüksek ham yağ oranının 2.grupta yer alan midyelerde olduğu ve en fazla ham protein oranının 5.grupta yer alan midyelerde olduğu anlaşılmaktadır.

Tablo 4’de tatlısu midyelerine uygulanan farklı deney gruplarında amino asit içerikleri sunulmuştur. Başlangıç numunesine kıyasla, deney gruplarında başta L-Lösin, L-Valin, L-Glutamik asit, Beta-Alanin, L-Alanin, L-Serin, L-Treonin, L-Ornithin ve Gamma-aminobutric asit (GABA) gibi temel amino asitlerde belirgin artışlar tespit edilmiştir. Özellikle 3. ve 4. gruplarda L-Alanin düzeyinin 6000 nmol/g seviyelerine ulaştığı, başlangıçta ise bu değer 2458,68 nmol/g olduğu gözlemlenmiştir. Benzer şekilde, GABA

içeriği 1. grupta 2254,64 nmol/g'a ulaşarak başlangıç değerinin (907,10 nmol/g) yaklaşık 2,5 katına çıkmıştır. GABA'nın stres toleransı ve enerji metabolizmasındaki rolü dikkate alındığında, bu sonuçlar midyelerin metabolik adaptasyondan kaynaklandığı şeklinde değerlendirilmektedir. L-Ornithin içeriği 1. ve 4. gruplarda önemli düzeyde artış göstermiş; 922,87 nmol/g olan başlangıç değeri 3842,81 (1. grup) ve 3728,76 nmol/g (4. grup) değerlerine ulaşmıştır. Lösin (L-Leucine), Grup 1, 3 ve 5'te önemli ölçüde yüksek değerler gözlenmiştir (sırasıyla 542.45, 554.37 ve 525.47 nmol/g). Bu grupların protein içeriği yüksek algilerle beslenmiş olabileceğini düşündürür. Grup 2'de düşük değer (143.47 nmol/g) ise besin kaynağının yetersiz olduğunu işaret etmektedir. L-Arjinin, Grup 4'te en yüksek değer (303.15 nmol/g) olarak tespit edilmekle birlikte bu gruptaki midyelerin bağışıklık veya büyüme performansı ile ilişkili bir parametredir. Tablo 5'de çalışma süresince midyelere uygulanan diyetin etkisini belirleyebilmek için midye eti örneklerindeki yağ asidi analizleri sunulmuştur.

Tablo 5

Midye eti örneklerindeki yağ asitleri kompozisyonuna ilişkin yüzde oranlar

	Bileşik Adı	Kimyasal Formül	CAS Numarası	Başlangıç	1. Grup	2. Grup	3. Grup	4. Grup	5. Grup
Doymuş Yağ Asitleri	Heksadekanoik asit, metil esteri	C ₁₇ H ₃₄ O ₂	112-39-0	23,67	41,76	14,47	41,29	20,52	47,54
	Dodesanoik asit	C ₁₂ H ₂₄ O ₂	143-07-7	40,41	-	-	-	-	-
	Eikosenoik Asit, metil ester	C ₂₁ H ₄₀ O ₂	27070-40-2	-	-	-	-	21,22	-
	Oktadekonoik asit, metil ester	C ₁₉ H ₃₈ O ₂	112-61-8	19,88	36,11	3,6	43,48		35,27
Doymamış Yağ Asitleri	9-Octadekonoik acit (Z), metil ester	C ₁₉ H ₃₆ O ₂	112-62-9	16,04	22,13	36,88	15,23	36,15	17,2
	9,12-Oktadekadienoik asit (Z,Z)-, metil ester	C ₁₉ H ₃₄ O ₂	112-63-0	-			45,05		
	9-Octatridecitrdecenoic acid (Z)	C ₁₈ H ₃₄ O ₂	112-80-1	-	-	-	-	22,11	
	Ethil Octadec-9-Enoat	C ₂₀ H ₃₈ O ₂	111-62-6	-	-	3,12	-	-	-
	Ethil linoleat	C ₂₀ H ₃₆ O ₂	544-35-4	34,9	-	2,53	0,15	71,31	-
Diğer Bileşikler	1,2-Di-tert-butylbenzene	C ₁₄ H ₂₂	1012-76-6	4,31	28,03	6,32	1,82		35,02
	fenol, 2,4-bis(1,1-dimetiletil)	C ₁₄ H ₂₂ O	96-76-4	6,12	27,28	9,04	1,08	4,79	30,51
	Z-7-Heksadekenal	C ₁₆ H ₃₀ O	56797-40-1	1,02	1,41	-	0,26	-	-
	kolesteril-5-en-3-ol (3.beta.)	C ₂₇ H ₄₆ O	57-88-5	46,72	-	-	-	-	-
	Pentadekan	C ₁₅ H ₃₂	629-62-9	-	3,91	-	-	-	5,8
	Borinik acit, dietil-	C ₄ H ₁₁ BO	4426-31-7	2,06	-	-	-	-	-
	Eikozan	C ₂₀ H ₄₂	112-95-8	-	6,83	-	-	1,52	-
	Dekan, 2-metil-	C ₁₁ H ₂₄	6975-98-0	-	2,91	-	-	-	-
	9-formilakridin	C ₁₄ H ₉ NO	885-23-4	-	3,36	-	-	-	-
	Nonadekan	C ₁₉ H ₄₀	629-92-5	-	-	2,76	-	-	3,86
	2-tert-Butil-4-triflorometil-1-methylimidazole	C ₉ H ₁₃ F ₃ N ₂	998196-56-0	-	-	-	2,23	-	-
	Koanal II	C ₁₈ H ₃₂ O	998365-46-1	-	-	-	1,45	-	-
	Stigmast-5-en-3-ol, (3.beta.,24S)-	C ₂₉ H ₅₀ O	83-47-6	-	-	-	8,57	-	-
	3-n-Pentylthiolane, S,S-dioxide	C ₉ H ₁₈ O ₂ S	71053-06-0	-	-	-	1,45	-	-
	Tridekanoik asit	C ₁₃ H ₂₆ O	10486-19-8	-	-	-	-	2,33	4,42

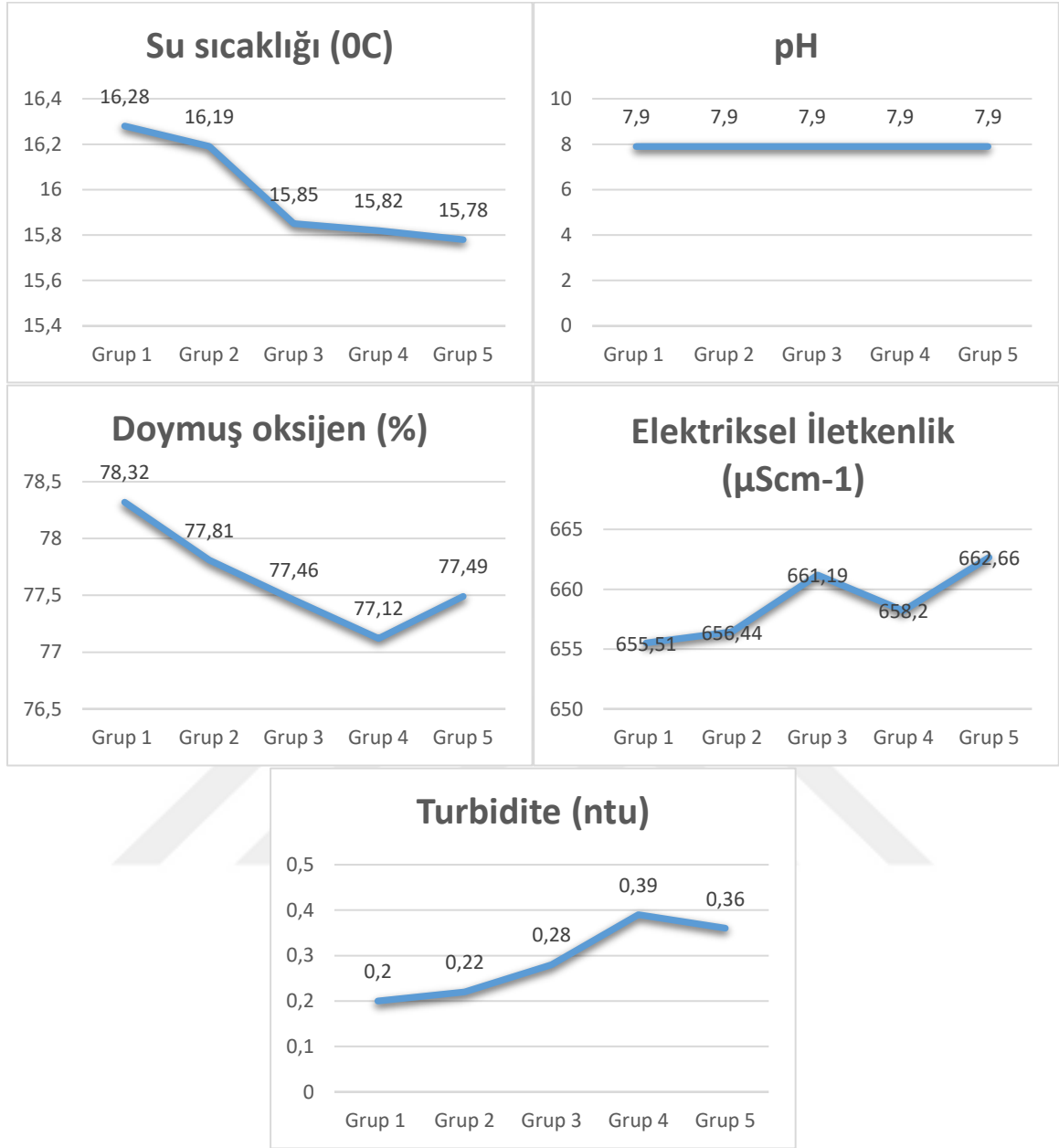
Tablo 6

Yağ asidi kalite indeksi

	Başlangıç	1. Grup	2. Grup	3. Grup	4. Grup	5. Grup
Atorejenik İndeks (AL)	3,99	3,52	0,42	1,402	0,322	4,81
Trombojenik İndeks (TI)	5,43	7,04	0,655	0,6	0,17	9,73
Sağlığı Geliştirici İndeks (HPI)	0,25	0,28	2,38	0,71	3,105	0,207

4.3. Su Kalite Parametrelerine Yönelik Bulgular

Çalışmada kullanılan tatlı su midyelerinin canlı kalmalarını sağlayabilmek amacıyla, çalışma süresince günlük olarak su kalite parametrelerinin takibi gerçekleştirilmiştir. Çalışma süresince (90 günlük) günlük olarak gerçekleştirilen ölçümlerde fizikokimyasal parametrelere ait ortalama değerler Şekil 7’de sunulmuştur. Ayrıca ölçülen su kalite parametrelerine göre gruplar arası farklılığın değerlendirildiği Post-hoc Tukey testine dair veriler Tablo 7’de sunulmuştur



Şekil 7. Çalışma süresince grupta ölçülen ortalama fiziko-kimyasal su parametreleri

Tablo 7

Deney gruplarına Ait Fiziko-kimyasal su parametrelerinin istatistiksel analizi

Parametre	Grup 1 (Ort±SS)	Grup 2 (Ort±SS)	Grup 3 (Ort±SS)	Grup 4 (Ort±SS)	Grup 5 (Ort±SS)	Genel Ortalama	p- değeri *
Su Sıcaklığı (°C)	16.28±6.23	16.19±6.18	15.85±6.37	15.82±6.21	15.78±6.14	15.98±6.21	0.998
PH	7.90±0.30	7.90±0.36	7.90±0.42	7.90±0.38	7.90±0.47	7.90±0.38	1.000
Doymuş Oksijen(%)	78.32±3.76	77.81±3.72	77.46±3.54	77.12±3.81	77.49±3.24	77.64±3.59	0.995
Elektriksel İletkenlik (µS/cm)	655.51±25.12	656.44±22.31	661.19±36.88	658.20±31.45	662.66±36.17	658.60±31.28	0.987
Turbidite (NTU)	0.20±0.12a	0.22±0.18a	0.28±0.53	0.39±0.85	0.36±0.53	0.29±0.49	0.04

Ölçümler günlük olarak kalibre edilmiş cihazlarla yapılmıştır ve veriler 90 günlük deney süresinin ortalamalarını yansıtmaktadır. Tablo 7'ye göre su sıcaklığı tüm gruplarda 5.2-27.8°C aralığında olup çalışmanın gerçekleştirildiği dönemde mevsimsel değişimler olduğunu göstermiştir ve pH değerleri 7.0-8.56 aralığında stabil kalmıştır. Oksijen doygunluğu %68.8-84.6 aralığında kabul edilebilir sınırlarda olduğu gözlemlenmiştir. Elektriksel iletkenlik parametreleri ise 611- 758 µScm⁻¹ aralığında tespit edilmiştir.

Tablo 7'de elde edilen istatistiklere göre Turbidite dışındaki tüm parametrelerde gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olmadığı (p>0.05) Elde edilen farklara ait inceleme yapıldığında ise Turbidite değerlerinde Grup 1-2 ile Grup 4-5 arasında anlamlı fark olduğu anlaşılmıştır. Post-hoc Tukey testine göre Grup 1 ve 2 < Grup 4 ve 5 (p<0.05) olarak elde edilmiştir. *p<0.05 istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir.

Turbidite ile yaşama oranı arasında negatif yönde ve istatistiksel olarak anlamlı bir korelasyon (r=-0.62, p=0.032) tespit edilmiştir. Ayrıca, elektriksel iletkenlik ile besin kompozisyonu arasında zayıf bir pozitif korelasyon (r=0.41, p=0.089) gözlemlenmiştir.

Su kalitesi açısından temel parametrelerinin (sıcaklık, pH, oksijen) tüm gruplarda benzer olması, büyüme farklılıklarının besin kaynaklarından kaynaklandığını desteklemektedir. Grup 4 ve 5'teki yüksek turbidite değerleri (>0.35 NTU), bu gruplardaki düşük yaşama oranlarıyla ilişkili olduğu ifade edilebilmektedir. Grup 3'teki yüksek elektriksel iletkenlik (max 758 µS/cm), besin kompozisyonundaki farklılıkları açıklayabilir. Elde edilen veriler, deney koşullarının kontrol edilebilir olduğunu ve gözlenen biyolojik farklılıkların büyük ölçüde besin tedarikindeki değişkenlerden kaynaklandığını

göstermektedir. Turbidite dışındaki parametrelerin gruplar arasında benzer olması, besin kompozisyonu analizlerinin güvenilirliğini desteklemektedir.

4.4. Tartışma

Bu çalışmada, beş farklı grubun morfometrik büyüme performansı açısından değerlendirdiğimizde, Grup 2 en yüksek boyca (%2,91) ve ağırlıkça büyüme oranı (%4,70) ile öne çıkmıştır. Bu büyüme oranları, kontrollü koşullarda yetiştirilen tatlısu midyeleri için literatürde bildirilen değerlerle karşılaştırıldığında Unionid türlerinde gerçekleştirilen yetiştiricilik çalışmalarında midyelerin 20 haftada 1,8 mm, 39 haftada 2.9 mm büyüdüğü ifade edilmiştir (Gatenby vd., 1997). Bahrioğlu (2017) Unio türlerine ait tatlısu midyesinin beslenmesi üzerine gerçekleştirdiği çalışmasında, %100 *S. limacinum* ile 30 gün besleme yaptığı çalışma grubunda ilk ağırlık ortalama 33,20 gr iken çalışma sonunda 33,031 gr olarak saptadığını bildirmiştir. Yine tatlısu midyelerinin büyüme oranları ile ilgili olarak yıllık büyüme oranlarının %1,57 olduğunda belirtilmiştir (Yalçın ,2006). Bayne ve Newell (1983) tarafından bildirilen çalışmada, *Mytilus edulis*'de optimum koşullarda günlük spesifik büyüme oranı %0,02–%0,04 arasında saptanmıştır. Dolayısıyla bu çalışmada boyca ve ağırlıkla büyüme verilerinin literatürle kontrollü yetiştiricilik çalışmalarıyla uyumlu olduğu şeklinde değerlendirilmektedir.

Tatlı su midyelerinin (*Unionida*) yaşama oranları, özellikle genç bireylerde, birçok çevresel faktörün etkisiyle değişkenlik göstermektedir. Literatürde, genç midyelerin hayatta kalma oranları genellikle %60 ile %85 arasında değişmektedir. Lopes- Lima vd. (2017), Avrupa'da tatlı su midyelerinde optimal çevresel koşullarda genç bireylerin yaşama oranının %70-85 arasında olduğunu raporlamışlardır. Ancak, su sıcaklığı 22 °C'nin üzerine çıktığında ve su kalitesinde bozulma olduğunda bu oran %50'nin altına kadar düşebildiği bildirilmiştir. Bu çalışmada elde edilen verilere göre tatlı su midyelerinin yaşama oranları %73 ile %83 arasında değişmektedir. Grup 2'nin %83 ile en yüksek yaşama oranına sahip olması, Grup 3 ve Grup 5'in %73 ile daha düşük oranlar göstermesi, midyelerin çevresel koşullara duyarlılığını yansıtmaktadır.

Ersoy ve Şereflişan, (2010) *U. terminalis* in besin kompozisyonu incelediği çalışmada ham protein (%11,87), lipit (%2,55), kül (%1,68) ve nem (%80,36) olarak gözlemlendiğini belirtmiştir. (Bahrioğlu ,2017) çalışmasında *U. crassus* türünde *Schizochytrium* türü algle beslenen grupta protein oranını (%7,52), yağ içeriğini (%0,87), kül (%1,86) ve nem (%81,49) olarak gözlemlendiğini belirtmiştir. Bu çalışmada ise protein oranının %8,62 ve %3,61 arasında olduğu tespit edilmiştir. Ham yağ oranı %24,92 ve %2,95 seviyelerinde tespit edilmiştir. Kül oranı %2,81 ile %1,70 arasında belirlenmiştir. Nem içeriği ise en yüksek 86,18 iken en düşük %74,4 olarak tespit edilmiştir. Elde edilen veriler ışığında bu durumun algle beslenen midyelerde literatürle uyumlu olduğu yönünde değerlendirilmiştir.

Aminoasit içeriği bakımından değerlendirildiğinde proteinin besin kalitesi, gıdalardaki esansiyel amino asitlerin miktarına bağlıdır (Acton ve Rudd, 1987). Aminoasit içerik analizlerinde, L-alanin, L-glutamik asit ve L-valin gibi büyümeyi destekleyen aminoasitlerin daha yüksek oranlarda bulunması uygulanan diyetlerin protein sentezi ve metabolik fonksiyonları artırabileceğini göstermektedir. Bu aminoasitlerin aynı zamanda enerji döngüsü ve bağışıklık sistemi üzerinde etkili oldukları bilinmektedir. Mevcut literatür, protein açısından zengin alglerin sucul omurgasızların gelişimi ve doku kalitesi üzerinde olumlu etkileri olduğunu desteklemektedir (Shields ve Lupatsch, 2012). Bu çalışmada, L-Lösin ve L-Valin gibi dallı zincirli amino asitler, özellikle Grup 3 ve Grup 4'te belirgin şekilde diğer gruplara göre yüksek tespit edilmiştir. Bu durum, bu gruplardaki alglerin yüksek protein içeriğine işaret etmektedir. Bazı amino asitlerde (örneğin L-citrullus, L-sistatinyonin, DL-5-Hidroksi lisine) başlangıçta bulunmamasına rağmen, deney gruplarında tespit edilmiştir. Bu durum, mikroalg bazlı beslenmenin amino asit profiline önemli katkılar sunduğunu göstermektedir. Ayrıca L-Fenilalanin değerlerindeki artış (Grup 4: 170.29 nmol/g), bu diyetin aromatik amino asit sentezini desteklediğini göstermektedir. Metabolik düzenleyiciler bakımından, GABA seviyelerindeki yükseklik (tüm gruplarda >900 nmol/g), midyelerin stres yanıtı veya enerji metabolizmasındaki adaptasyonunu yansıttığını düşündürmektedir. Taurin seviyelerindeki düşüş (Grup 5: 13.75 nmol/g), besin kaynağının sülfür içeriğiyle ilişkili olabileceğine işaret etmektedir. Çalışmada oluşturulan gruplar aminoasit içeriği bakımından karşılaştırıldığında, Grup 2, birçok amino asitte (örneğin, L-Metiyonin: 14.97 nmol/g) diğer gruplara oranlara düşük değerler göstermiştir. Grup 3 ve Grup 4, özellikle L-Alanin (6164.04 nmol/g) ve L-Glutamik Asit (2077.78 nmol/g) gibi

amino asitlerde yüksek değerlere sahiptir. Bu, bu diyetlerin protein sentezini ve hücre içi sinyalizasyonu desteklediği şeklinde yorumlanmaktadır.

Yağ asidi bileşimi et kalitesinin tanımlanmasında önemli rol oynar (Santos-Silva vd, 2002). Doymuş yağ asitleri bakımından, Heksadekanoik asit (C16:0), tüm gruplarda en fazla sonuç elde edilen yağ asidi olarak gözlemlenmiştir. Grup 1 ve Grup 5'te en yüksek seviyeler (>40%), bu gruplardaki diyetlerin doymuş yağ içeriğinin yüksek olduğunu ifade etmektedir. Oktadekanoik asit (C18:0), Grup 3'te %43.48 olarak tespit edilmiştir ve bu da besin kaynağının uzun zincirli doymuş yağlar açısından zengin olduğunu göstermektedir. Tekli Doymamış Yağ Asitleri (MUFA) bakımından, 9-Oktadekenoik asit (C18:1n9), Grup 2'de en yüksek seviyededir (%36.88). Bu durum diyetin oleik asit içeriğiyle ilişkili olabileceğini ve midyelerin enerji depolama stratejisi ifade etmektedir. Eikosenoik asit (C20:1), sadece Grup 4'te tespit edilmiştir (%21.22), bu da besin kaynağına özgü bir lipit profili olduğunu göstermektedir. Çoklu Doymamış Yağ Asitleri (PUFA) bakımından, 9,12-Oktadekadienoik asit (C18:2n6 - linoleik asit), sadece Grup 2'de bulunmuştur (%45.05). Bu sonuç, bu diyetin omega-3 yağ asitleri açısından zengin olduğunu işaret etmektedir. Diğer Bileşikler bakımından değerlendirildiğinde ise, Fenol türevleri ( rneğin, 2,4-Bis(1,1-dimetiletil) fenol), Grup 1 ve Grup 5'te yüksek konsantrasyonlarda gözlenmiştir.

Yağ asidi kalite indeksleri olan Aterojenik İndeks (AI), Trombojenik İndeks (TI) ve Sağlık Geliştirici İndeksi (Health-Promoting Index, HPI) hesaplamaları yapılmıştır. Aterojenik İndeks , gıdalardaki doymuş yağ asitlerinin kardiyovasküler hastalıklara yol açma potansiyelini değerlendirmek amacıyla kullanılan parametredir. AI değeri doymuş yağ asitlerinin düzeyine bağlı olarak hesaplanmakta olup, bu değerin düşük olması, ilgili lipid profilinin kardiyovasküler sağlık açısından daha az risk taşıdığına işaret etmektedir (Chen ve Liu, 2020; Ulbricht ve Southgate, 1991). Bu bağlamda, çalışmada elde edilen verilere göre en düşük AI değeri 0,322 ile 4. grup örneklerinde tespit edilmiştir. Bu bulgu, 4. grup diyetinin sağlıklı bir yağ asidi kompozisyonuna sahip olduğuna işaret etmektedir.

Trombojenik indeks, bir yağın kan damarlarında pıhtı oluşumuna neden olma potansiyelini ifade eden beslenme kalitesi göstergelerinden biridir. Bu indeks, özellikle doymuş yağ asitlerinin trombojenik etkilerini yansıttığı için, değeri ne kadar düşükse sağlık açısından o kadar olumlu kabul edilir. Düşük TI değerleri, kardiyovasküler hastalık riskinin

azalmasıyla ilişkilendirilmekte ve sağlıklı lipid profiline sahip gıdaların göstergesi olarak değerlendirilmektedir (Chen ve Liu, 2020). Trombojenik indeks değeri ne kadar düşükse canlı sağlığı açısından faydalı olmakla birlikte yüksek TI kalp-damar hastalıkları riskine işaret ettiği bilinmektedir (Chen ve Liu, 2020). Bu çalışmada elde edilen verilere göre, 4. grup örneklerinde tespit edilen 0,17'lik TI değeri, kardiyovasküler sağlık açısından olumlu bir gösterge olarak değerlendirilmekle birlikte, bu lipid profilinin potansiyel fayda sağlayabileceği şeklinde değerlendirilmektedir.

Sağlığı geliştirici indeks, gıdalarda bulunan yağ asitlerinin insan sağlığı üzerindeki potansiyel etkilerini değerlendirmek amacıyla kullanılan bir beslenme kalitesi göstergesidir. Bu indeks, özellikle doymamış yağ asitlerinin (MUFA ve PUFA) doymuş yağ asitlerine (SFA) oranla yüksek olduğu gıdaların daha sağlıklı olarak değerlendirildiğini göstermektedir. HPI değeri ne kadar yüksekse, gıdanın kardiyovasküler hastalıklar başta olmak üzere çeşitli kronik hastalıklar açısından daha olumlu bir lipid profiline sahip olduğu kabul edilmektedir (Chen ve Liu, 2020). Sağlığı geliştirici indeks sonuçlarına bakıldığında sağlık açısından en yüksek 3,105 değeri ile 4. Grup'tur. Grup 5'te ise 0,207 ile en düşük değer olarak tespit edilmiştir. Bengü (2024), gıdaları yağ kalite indeksi açısından değerlendirdiği çalışmasında su ürünleri açısından incelendiğinde gökkuşağı alabalığında Aterojenik İndeksi 0,39 olarak, Trombojenik indeksi 0,33 olarak, sağlık geliştirici indeksi ise 2,58 olarak sunmuştur. Çalışma sonuçları, ilgili alandaki mevcut literatürle paralellik göstermektedir.

BEŞİNCİ BÖLÜM

SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu tez kapsamında, *Unio terminalis* türü tatlı su midyelerine, protein ve yağ oranları farklılık gösteren *Schizochytrium limacinum* algleri ile besleme uygulanmış; bu besleme şekillerinin midyelerin büyüme performansları ve besin içerikleri üzerindeki etkileri incelenmiştir. Doksan gün süren deneysel süreç boyunca elde edilen veriler, farklı yem içeriklerinin midyelerde meydana getirdiği biyokimyasal ve fizyolojik tepkileri detaylandırmıştır.

Yüksek protein içeren alglerin kullanımı, midye üretiminde et verimini ve besin içeriğini artırıcı etki sağlamaktadır. Öte yandan, yağ içeriği yüksek diyetlerin, enerji kaynağı olarak işlev görebileceği; ancak bu diyetlerin protein oranıyla dengelenmesi gerektiği anlaşılmaktadır. Alg içeriklerine göre özel yem formüllerinin hazırlanması, büyüme performansını artırmada etkili bir strateji olarak değerlendirilmekle birlikte *Schizochytrium limacinum*'un potansiyel yem katkı maddesi ve fonksiyonel gıda olarak kullanılması önerilmektedir. Ayrıca, ürünlerin tüketime sunulmadan önce besin etiketi çalışmaları ile desteklenmesi, ticari değerlerini artıracaktır.

Bu çalışmanın sonuçları tatlı su midyelerinin yalnızca doğal sistemlerde değil, aynı zamanda ekonomik değeri olan bir akuakültür ürünü olarak da değerlendirilmesi gerektiğini göstermektedir. Alg temelli yemler, çevresel sürdürülebilirlik ve alternatif yem kaynağı potansiyeliyle dikkat çekmektedir. *Schizochytrium limacinum*'un farklı oranlarda kullanımı, midyelerin besin içeriğini doğrudan etkilemektedir. Yüksek proteinli yemlerle beslenen midyelerde büyüme oranı ve et kalitesi artmıştır. Omega-3 açısından zengin yağlı diyetler, midyelerin fonksiyonel besin değerini yükselterek insan sağlığına yönelik faydalar sunmaktadır. Çalışma, sürdürülebilir akuakültür ve yenilikçi gıda üretimi açısından önemli bilgiler ortaya koymaktadır.

Alg temelli yemlerin seçiminde, içerdiği besin öğelerine göre alg türü ve oranı dikkatli biçimde belirlenmelidir. Farklı tatlı su midyesi türlerinde benzer çalışmalar yapılarak türler arası büyüme ve besin alımı karşılaştırılmalıdır. Bu araştırma kısa süreli bir deneye dayanmaktadır; uzun dönemli çalışmalarla adaptasyon süreçleri ve üretim verimliliği

daha kapsamlı olarak değerlendirilmelidir. Fonksiyonel gıda üretimi açısından elde edilen bulgular, ileri düzey disiplinlerarası çalışmalarla desteklenmelidir. Alg temelli yemlerin maliyet analizleri yapılmalı ve büyük ölçekli üretim sistemlerine entegrasyon potansiyeli değerlendirilmelidir.



KAYNAKÇA

- Acton, J.C., ve Rudd, C.L. (1987). "Protein Quality Methods For Seafoods". D.E. Kramer and J. Liston (eds.). in *Seafood Quality Determination* (pp.453-472). Elsevier: Amsterdam.
- Akyıl, S., İlter, I., Koç, M., ve Kaymak, E.F. (2016). "Alglerden elde edilen yüksek değerlikli bileşiklerin biyoaktif/biyolojik uygulama alanları". *Akademik Gıda*, 14(4), 418-423.
- Aldridge, D. C. (2000). "The impacts of dredging and weed cutting on a population of freshwater mussels (Bivalvia: Unionidae)". *Biological Conservation*, 95(3), 247-257.
- Altuğ, G. ve Koşal, S. (2007). "The levels of indicator and pathogen bacteria in mollusk *Unio pictorum* (Linnaeus 1758) and surface water". *Comm. Int. Mer Médit.* 38p.
- Arney, B, Liu, W, Falconer, I, McKinley, R.S., Pearce, C.M. (2015). "Feasibility of dietary substitution of live microalgae with spray-dried *Schizochytrium* sp. or *Spirulina* in the hatchery culture of juveniles of the Pacific geoduck clam (*Panopea Generosa*)". *Aquaculture*, 444, 117–133.
- Association of Official Analytical Chemists (AOAC) (2006b). *Crude protein in meat. In Official methods of analysis (17th ed.)*. 984.13. Association of Official Analytical Chemists (AOAC). Gaithersburg, Maryland.
- Association of official and analytical chemists (AOAC) (1990). *Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists, 13th Ed.* Association of Official Analytical Chemists (AOAC) 950.46, Washington, D.C., USA.
- Association of official and analytical chemists (AOAC) (2006a). *Crude moisture in meat. In Official methods of analysis (17th ed.)*. 934.01. Association of Official Analytical Chemists (AOAC). Gaithersburg, Maryland.
- Bahrioğlu, E. (2017). Kuru Formdaki İki Farklı Alg Türü İle Beslenen Nehir Midyesinin (*Unio Crassus* Philipsson, 1788) Büyüme Performansı ve Besin Kompozisyonunun İncelenmesi. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Sıtkı Koçman Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Muğla.

- Bahrioğlu, E., Ercan, E. (2022). “Replacement of dried freshwater alga *Arthrospira maxima* with marine diatom *Schizochytrium limacinum* in a diet of freshwater mussel *Unio crassus* (Philipsson, 1788). *Aquaculture International*, 30(2), 999-1010.
- Başçınar, N.S., Düzgüneş, E., Mısır, D.S., Polat, H. ve Zengin, B. (2009). “Growth and flesh yield of the swan mussel [*Anodonta cygnea* (Linnaeus, 1758)] (Bivalvia: Unionidae) in Lake Çıldır (Kars, Turkey)”. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 9(2), 127-132.
- Bayne, B. L., Newell, R. C. (1983). “Physiological energetics of marine molluscs”. K.M. Wilbur (ed.), in *The mollusca* (pp. 407-515). Academic Press: Usa.
- Beaty, B. B., and Neves, R. J. (1996). “Factors influencing the growth and survival of juvenile *Villosa iris* (Bivalvia: Unionidae) in an artificial stream system”. *Journal of Shellfish Research*, 15(2), 483-484.
- Bengü, A.Ş, (2024), Evaluation Of Our Foods In Terms Of Fat Quality Index, 7th International Cukurova Agriculture and Veterinary Congress 9-10 March 2024, Adana/ Türkiye
- Bleakley, S., ve Hayes M. (2017). “Algal Proteins: extraction, application, and challenges concerning production”. *Foods*, 6(5), 33-66.
- Bligh, E.G., Dyer, W.J. (1959). “A rapid method of total lipid extraction and purification”. *Can J Biochem Phys*, 37, 911-917.
- Chen, C., Pearson, A. M., Gray, J. I. (2004). “New indices for evaluating the quality of edible oils based on fatty acid composition: Atherogenicity, thrombogenicity, and the hypocholesterolemic/hypercholesterolemic ratio”. *Journal of Food Lipids*, 11(1), 77–91.
- Chen, Z., Liu, H. (2020). “Nutritional Indices for Assessing Fatty Acids: A Mini-Review”. *International Journal of Molecular Sciences*, 21(16), 5695

- Cochran, T.G. ve Layzer, J. B. (1993). Effects of commercial harvest on unionid habitat use in the Greenand Barren rivers, Kentucky, p. 61–68. In: K. S. Cummings, A. C. Buchanan and L. M. Koch(eds.). Conservation and management of freshwater mussels. Preceedings of a UMRCCSymposium. Upper Mississippi River Conservation Committee, Rock Island, Ill
- Demiriz, T. (2008). Bazı Alglerin Antibakteriyel Etkileri. Yüksek Lisans Tezi. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Dineshkumar, R., Narendran, R., Jayasingam, P., ve Sampathkumar, P. (2017). “Cultivation and chemical composition of microalgae Chlorella vulgaris and its antibacterial activity against human pathogens”. *Journal of Aquaculture ve Marine Biology*, 5(3), 00119.
- Erkoyuncu, İ. (1995). *Balıkçılık Biyolojisi ve Popülasyon Dinamiği*. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Yayınları: Sinop.
- Ersoy, B., Şereflişan, H. (2010). “The proximate composition and fatty acid profiles of edible parts of two freshwater mussels”. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 10(1).
- Folarin, O., Sharma, L. (2017). “Algae as functional food”. *International Journal of Home Science*, 3(2), 166-170.
- Gatenby, C.M., Parker, B.C. ve Neves, R.J. (1997). “Growth and survival of juvenile rainbow mussels, *Villosa iris* (Lea, 1829) (Bivalvia: Unionidae), reared on algal diets and sediment”. *American Malacological Bulletin* 14(1), 57-66.
- Geist, J. (2010). “Strategies for the conservation of endangered freshwater pearl mussels (*Margaritifera margaritifera* l.): a synthesis of conservation genetics and ecology”. *Hydrobiologia*, 644(1), 69-88.
- Güler, M., Çoban, D., Kırım, B. (2017). “*Unio terminalis* (Bivalvia: Unionidae)'in üreme biyolojisi üzerine gözlemler Observations on the reproductive biology of *Unio terminalis* (Bivalvia: Unionidae)”. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 34(3), 303-309.

- Han, P., Lu, Q., Fan, L., Zhou, W. (2019). "A review on the use of microalgae for sustainable aquaculture". *Applied sciences*, 9(11), 2377.
- Hornbach, D. J. (1996). Bivalves in the St. Croix River. *A report for the Water Resources Management Plan*, National Park Service, Department of Biology, Macalester College: St. Paul, MN.
- İşliyen, S. (2017). Aras Nehri'ndeki (Erzurum) Tatlı Su Midyesi (*Unio Crassus*)'Nin Biyolojisi ve Besin İçeriğinin Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi. Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Keskinbalta, M.A. (2015). Sinop İli Karasu Çayı'nda Bulunan Tatlı Su Midyelerinin (*Unio Pictorum*, Linnaeus 1758) Bazı Biyometrik ve Biyokimyasal Özellikleri. Yüksek Lisans Tezi. Sinop Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Sinop.
- Küçükyılmaz, M., ve Şahin, A.G. (2017). "Determination of the conchological features of *Unio elongatulus eucirrs* (Bourguignat, 1860) (Mollusca: Bivalvia) living in Karakaya Dam Lake". *International Journal of Pure and Applied Sciences*, 3(1), 1-7.
- Langdon, C.J, ve Önal, E. (1999). "Replacement of living microalgae with spray-dried diets for the marine mussel *Mytilus galloprovincialis*". *Aquaculture* 180, 283–294.
- Li, M., Wu, W., Zhou, P., Xie, F., Zhou, Q., Mai, K. (2014). "Comparison effect of dietary astaxanthin and *Haematococcus pluvialis* on growth performance, antioxidant status and immune response of large yellow croaker *Pseudosciaena crocea*". *Aquaculture*, 434, 227-232.
- Lopes- Lima, M., Sousa, R., Geist, J., Aldridge, D.C., Araujo, R., Bergengren, J., ve Douda, K. (2017). "Conservation status of freshwater mussels in Europe: state of the art and future challenges". *Biological Reviews*, 92(1), 572-607.
- McMahon, R.F. (1991). "Mollusca: Bivalvia.". J.H. Thorp and A.P. Covich, (eds). in *Ecology and Classification of North American Freshwater Invertebrates*. (pp. 315-399). Academic Press: San Diego.

- Morita, E., Kumon, Y., Nakahara, T., Kagiwada, S., Noguchi, T. (2006). “Docosahexaenoic acid production and lipid-body formation in *Schizochytrium limacinum* SR21”. *Marine Biotechnology*, 8(3), 319–327. <https://doi.org/10.1007/s10126-005-5060-y>
- Muller, F. A., Robert, R., Cahu, C., Robin, J., ve Divanach, P. (2003). “Uses of microalgae in aquaculture”. *Live feeds in marine aquaculture*, 1, 253-299.
- Oliver, L., Fernández-de-Castro, L., Dietrich, T., Villaran, M. C., Barrio, R. J. (2022). “Production of docosahexaenoic acid and odd-chain fatty acids by microalgae *Schizochytrium limacinum* grown on waste-derived volatile fatty acids”. *Applied Sciences*, 12(8), 3976.
- Önal, E., Langdon, C., ve Önal, U. (2005) “The evaluation of spray-dried microalgae in diets for juvenile manila clam *Tapes philippinarum*”. *J Shellfish Res* 24,1061–1065.
- Özçiçek, E., Can, E., Yılmaz, K., ve Seyhaneyildiz, C. Ş. (2017). “Usage of microalgae as a sustainable food source in aquaculture”. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 34(3): 347-354
- Parmalee, Paul W. (1967). “The fresh-water mussels of illinois”. *Illinois State Museum Popular Science Series*, 8, 108.
- Prato, E., Biandolino, F., Parlapiano, I., Giandomenico, S., Denti, G., Calo, M., Spada, L., Di Leo, A. (2019). “Proximate, fatty acids and metals in edible marine bivalves from Italian market: Benecial and risk for consumers health”. *Science of the Total Environment*, 648, 153-163.
- Richmond, A. (2004). *Handbook of Microalgal Culture: Biotechnology And Applied Phycology*. Blackwell: Oxford.
- Roy, S. S., ve Pal, R. (2015). “Microalgae in aquaculture: a review with special references to nutritional value and fish dietetics”. in *Proceedings of the Zoological Society* (Vol. 68, pp. 1-8). Springer: India.
- Santos-Silva, J., Bessa, R. J. B., Santos-Silva, F. J. L. P. S. (2002). “Effect of genotype, feeding system and slaughter weight on the quality of light lambs: II. Fatty acid composition of meat”. *Livestock Production Science*, 77(2-3), 187-194.

- Sheikhzadeh, N., Soltani, M., Heidarieh, M., Ghorbani, M. (2024). "Role of dietary microalgae on fish health and fillet quality: Recent insights and future prospects". *Fishes*, 9(1), 26.
- Shields, R. J., Lupatsch, I. (2012). "Algae for aquaculture and animal feeds". *J Anim Sci*, 21(1), 23-37.
- Sotiroudis, T.G., ve Sotiroudis, G.T. (2013). "Health aspects of Spirulina (Arthrospira) microalga food supplement". *Journal of The Serbian Chemical Society*, 78(3), 395-405.
- Stanczykowska, A., ve Lewandowski, K. (1995). "Individual growth of the freshwater mussel *Dreissena polymorpha* (Pall.) in Mikolajskie Lake; estimates in situ". *Ekologia Polska*, 43(3-4), 267-276.
- Şahin, A.G., Sünbül, M.R. ve Küçükyılmaz, M. (2016). "Karakaya Baraj Gölü'ndeki tatlı su midyesi (*Unio elongatulus eucirrus* Bourguignat 1860)'nin ağır metal düzeylerinin belirlenmesi". *Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 28(1), 13-19.
- Şahin, S. K. (2012). "An investigation on the distribution of mollusc fauna of Lake Terkos (Istanbul/Turkey) related with some environmental parameters". *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 11(17), 3045-3049.
- Şereflişan, H. (2014). "Gölbaşı Gölü (Hatay) tatlı su midyelerinin ekonomik değer taşıyan özelliklerinin araştırılması". *Aquaculture Studies*, 3, 43-49.
- Şereflişan, H. (2020). "Tatlı su midyesinin (*Unio terminalis*) farklı iki bölgesine yapılan greft naklinin karşılaştırılması". *Journal of Advances in VetBio Science and Techniques*, 5(3), 96-105.
- Şereflişan, H. (2021). "Tatlı su midyelerinin (*Unio terminalis*) erkek ve dişi bireylerinde kondüsyon faktörünün boy guruplarına göre incelenmesi". *Journal of Advances in VetBio Science and Techniques*, 6(3), 220-227.
- Şereflişan, H., ve Gökçe, M. A. (2024). "Determination of sizes at first maturity and reproductive period of freshwater mussel *Unio terminalis* in Gölbaşı lake (Hatay), Turkey". *Thalassas: An International Journal of Marine Sciences*, 40(1), 249-259

- Ulbricht, T. L. V., Southgate, D. A. T. (1991). “Coronary heart disease: seven dietary factors”. *The lancet*, 338(8773), 985-992.
- Uzuner, S., ve Haznedar, A. (2020). “Fonksiyonel gıda için sağlıklı takviye: Mikroalgler”. *Sinop Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 5(2), 212-226.
- Walker, A. B., ve Berlinsky, D. L. (2011). “Effects of partial replacement of fish meal protein by microalgae on growth, feed intake, and body composition of Atlantic cod”. *North American Journal of Aquaculture*, 73(1), 76-83.
- Wang, Y., Tibbetts, S. M., ve McGinn, P. J. (2021). “Microalgae as sources of high-quality protein for human food and protein supplements”. *Foods*, 10(12), 3002.
- Wildish, D. J., ve Kristmanson, D. D., (1985). “Control of suspension feeding bivalve production by current speed”. *Helgoländer Meeresuntersuchungen*, 39, 237–343.
- Williams, J.D., Butler, R. S., Warren, G.L. ve Johnson, N.A. (2014). *Freshwater Mussels Of Florida*, The University of Alabama Press: Usa.
- Williams, J.D., Warren, M.L., Cummings, K.S., Harris, J.L. ve Neves, R.J., (1993). “Conservation status of fresh water mussels of the united statesand, Canada”. *Fisheries*, 18(9), 6–22.
- Yalçın, M. (2006). Tatlısu midyesi (*Unio pictorum* Linnaeus, 1758)’nin Büyüme, Kondisyon ve Biyokimyasal Parametreleri Üzerine Çevresel Faktörlerin Etkisi. Yüksek Lisans Tezi. Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun.