

T.C.
MUĞLA SITKI KOÇMAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

SU ÜRÜNLERİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

KURU FORMDAKİ İKİ FARKLI ALG TÜRÜ İLE
BESLENEN NEHİR MİDYESİNİN (*Unio crassus*
Philipsson, 1788) BÜYÜME PERFORMANSI VE BESİN
KOMPOZİSYONUNUN İNCELENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ERGİ BAHRIOĞLU

ARALIK 2017

MUĞLA

T. C.
MUĞLA SITKI KOÇMAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

SU ÜRÜNLERİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

KURU FORMDAKİ İKİ FARKLI ALG TÜRÜ İLE
BESLENEN NEHİR MİDYESİNİN (*Unio crassus*
Philipsson, 1788) BÜYÜME PERFORMANSI VE BESİN
KOMPOZİSYONUNUN İNCELENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ERGİ BAHRİOĞLU

ARALIK 2017

MUĞLA

MUĞLA SITKI KOÇMAN ÜNİVERSİTESİ

Fen Bilimleri Enstitüsü

TEZ ONAYI

Ergi BAHİRİOĞLU tarafından hazırlanan **KURU FORMDAKİ İKİ FARKLI ALG TÜRÜ İLE BESLENEN NEHİR MİDYESİNİN (*Unio crassus* Philipsson, 1788) BÜYÜME PERFORMANSI VE BESİN KOMPOZİSYONUNUN İNCELENMESİ** başlıklı tezinin, 15/12/2017 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Su Ürünleri Mühendisliği Anabilim Dalı'nda yüksek lisans derecesi için gerekli şartları sağladığı oybirliği/oyçokluğu ile kabul edilmiştir.

TEZ SINAV JURİSİ

Doç. Dr. Serpil SERDAR (**Jüri Başkanı**)

Yetiştiricilik Anabilim Dalı,
Ege Üniversitesi, İzmir

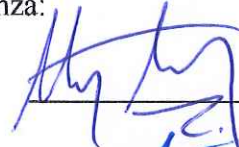
İmza:



Doç. Dr. Ertan ERCAN (**Danışman**)

Su Ürünleri Mühendisliği Anabilim Dalı,
Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Muğla

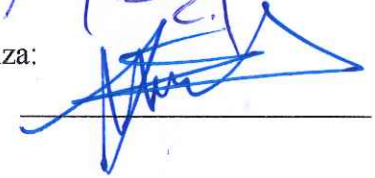
İmza:



Doç. Dr. Ali GÜNLÜ (**Üye**)

Su Ürünleri Mühendisliği Anabilim Dalı,
Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Muğla

İmza:



ANA BİLİM DALI BAŞKANLIĞI ONAYI

Prof. Dr. Mehmet KIR

Su Ürünleri Anabilim Dalı,
Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Muğla

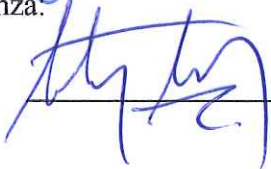
İmza:



Doç. Dr. Ertan ERCAN

Su Ürünleri Anabilim Dalı,
Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Muğla

İmza:



Savunma Tarihi: 15/12/2017

Tez çalışmalarım sırasında elde ettiğim ve sunduğum tüm sonuç, doküman, bilgi ve belgelerin tarafımdan bizzat ve bu tez çalışması kapsamında elde edildiğini; akademik ve bilimsel etik kurallarına uygun olduğunu beyan ederim. Ayrıca, akademik ve bilimsel etik kuralları gereği bu tez çalışması sırasında elde edilmemiş başkalarına ait tüm orijinal bilgi ve sonuçlara atıf yapıldığını da beyan ederim.

Ergi Bahrioğlu

15/12/2017



ÖZET

KURU FORMDAKİ İKİ FARKLI ALG TÜRÜ İLE BESLENEN NEHİR MİDYESİNİN (*Unio crassus* Philipsson, 1788) BÜYÜME PERFORMANSI VE BESİN KOMPOZİSYONUNUN İNCELENMESİ

Ergi BAHRİOĞLU

Yüksek Lisans Tezi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Su Ürünleri Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Ertan ERCAN

Aralık 2017, 49 sayfa

Unio crassus türü nesli tükenmekte olan bir tatlısu midyesidir. Nesli tükenmekte olan unionid midyelerin korunması için yapılabilecek çalışmalar çeşitli bilimsel araştırmalarda belirtilmektedir. Bunlar, korunaklı alanların oluşturulması, sağlıklı popülasyona sahip alanlardan tehlike altındaki alanlara midyelerin transfer edilmesi, glochidia taşıyıcısı balıklar açısından zayıf popülasyona sahip tehlike altındaki alanlara taşıyıcı balık nakil edilmesi ve yeniden stoklandırma çalışmaları için tehlike altındaki midye türünün yoğun üretiminin yapılması olarak listelenmektedir. Yoğun üretim sırasında ise ana besin kaynağı olarak midyelere çeşitli alglerle oluşturulmuş diyetler sunulmaktadır. Son yıllarda ise bu diyetlerde alglerin kuru formlarıyla alternatif diyetler oluşturulması yönünde çalışmalar devam etmektedir.

Yapılan bu çalışmada iki farklı alg türünün kuru formları ile beslenen *Unio crassus* türü tatlısu midyesinin büyüme performansı değerlendirilmiştir. Midyeler 30 gün boyunca farklı oranlarda kuru *Schizochytrium limacinum* ve *Arthrospira maxima* türü alglerin kombinasyonları ile beslenmiştir. En iyi büyüme performansı %100 oranında *A. maxima* türü ile beslenen grupta %4,55 olarak gözlemlenmiştir. Midye etindeki protein oranlarına bakıldığında ise en iyi sonuç %12,31 ile %70 *A. maxima* ile %30 *S. limacinum* türünün karışımlarından elde edilmiştir. Çalışma sonucunda *S. limacinum* türü algin kuru formunun yetişkin tatlısu midyesi *Unio crassus*'un diyetine %30 oranında eklenmesinin midyenin enerji ihtiyacını karşılayabilecek nitelikte olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: *Schizochytrium limacinum*, *Arthrospira maxima*, *Unio crassus*, Tatlısu Midyesi, Büyüme Oranı, Besin Kompozisyonu

ABSTRACT

EXAMINATION OF GROWTH PERFORMANCE AND NUTRITIONAL COMPOSITION OF RIVER MUSSEL (*Unio crassus* Philipsson, 1788) FED WITH DRIED FORMS OF TWO DIFFERENT ALGAE SPECIES

Ergi BAHRIÖĞLU

Master of Science (M.Sc.)

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Fisheries

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Ertan ERCAN

December 2017, 49 pages

Unio crassus is an endangered fresh water mussel species in many fresh water systems. To protect the endangered unionid mussel species, various conservation methods studied in scientific researches. These methods can be listed as, construction of protected areas, transferring adult mussels from areas that have healthy populations to areas with endangered population, releasing large numbers of host fish species for glochidia or culturing high amount of larvae for the restocking of endangered areas. The diets that were used in the mass culture of mussels were mainly composed from the various algae species as a food source. At the last years, many studies conducted with the dried algal diets and many of them still in progress to provide alternative food sources to mussels.

In this study, we conducted feeding experiments to evaluate the effects of dried forms of two different algae species on growth performance of *Unio crassus*. We fed mussels with different combinations of dried forms of *Schizochytrium limacinum* and *Arthrospira maxima* for 30 days. Best growth performance was observed with 4,55% of live weight gain in the group fed with 100% of *A. maxima*. The best protein rate in the mussel meat was found to be 12,31% in group fed with 70% *A. maxima* and 30% *S. limacinum* mixture. These results suggest that adding 30% of spray-dried form of *S. limacinum* in adult *Unio crassus* diet is sufficient to meet energy demand.

Keywords: *Schizochytrium limacinum*, *Arthrospira maxima*, *Unio crassus*, Freshwater Mussel, Growth Rate, Nutritional Composition



Sevgili Aileme

ÖNSÖZ

Tezin ana hatlarının belirlenmesinde değerli katkılarını esirgemeyen, çalışmalarımız sırasında göstermiş olduğu kolaylıklar ve bilimsel bir çalışmanın ve düşünmenin temellerini öğrettiği için Doç. Dr. Ertan ERCAN'a teşekkürü bir borç bilirim.

Ayrıca tezimin tüm aşamalarında yanımda bulunarak çalışmalarımda bana yardımcı olan arkadaşlarım Arş. Gör. Mustafa HACİSA, Arş. Gör. Cansu METİN, Dr. Yunus ALPARSLAN ve beni destekleyen sevgili aileme minnettar olduğumu belirtmek isterim.

Bu tez çalışmasının bir kısmı 15/222 nolu BAP projesi tarafından karşılanmıştır.



İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ	vii
İÇİNDEKİLER	viii
ÇİZELGELER DİZİNİ	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ	x
SEMBOLLER VE KISALTMALAR DİZİNİ	xii
1. GİRİŞ	1
1.1. Midyelerin Önemi	6
1.2. Tatlısu Midyesi Türlerinin Tükenmesinin Nedenleri.....	8
2. MATERYAL VE YÖNTEM	17
2.1. Deneme Yeri	17
2.2. Canlı Materyal ve Deneme Sistemi.....	17
2.3. Kullanılan Besinler ve Grupların Oluşturulması.....	19
2.4. Biyometrik Ölçümler.....	21
2.5. Biyometrik Hesaplamalar.....	22
2.6. Biyokimyasal kompozisyon	24
2.7. İstatistiksel Hesaplamalar.....	25
3. BULGULAR VE İRDELEME	26
3.1. Büyüme Performansı.....	26
3.2. Biyokimyasal Kompozisyon	32
4. SONUÇ VE ÖNERİLER	37
KAYNAKLAR	39
ÖZGEÇMİŞ	50

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1. Denemede kullanılan besin gruplarının yaklaşık besin kompozisyonları	20
Çizelge 2.2. Denemede kullanılan örnek besin oranları	20
Çizelge 3.1. Deneme başlangıcında besinsel kompozisyonun belirlenmesi amacıyla örneklenen midyelerin (kontrol) ortalama canlı ağırlıkları, et ağırlıkları, kabuk ağırlıkları ve su tutma oranları	26
Çizelge 3.2. Denemede elde edilen ortalama kabuk ebatları, canlı ağırlıklar ve bu verilerle hesaplanan ağırlık-ça spesifik büyüme oranı (SBO), yüzdesel canlı ağırlık artışı (CAA) ve yem değerlendirme oranı (YDO).....	28
Çizelge 3.3. Deneme sonundaki ortalama canlı ağırlık, kabuk ağırlığı, et ağırlığı, kül, et verimi ve nem değerleri ($p>0,05$)	33

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1. Dünya’da Balık, Kabuklu ve Yumuşakça türlerinin yetiştirildiği ülkelere göre üretim miktarları. (FAO, FishStat, 2017).	2
Şekil 1.2. Yetiştiricilik ortamına göre son on yılda gerçekleştirilmiş Dünya su ürünleri üretim miktarları (FAO, FishStat, 2017)	2
Şekil 1.3. Dünyada 2005 – 2015 yılları arasında gerçekleştirilmiş Bivalvia sınıflarına göre avcılık miktarları (FAO, FishStat, 2017).....	4
Şekil 1.4. Dünyada 2005 – 2015 yılları arasında gerçekleştirilmiş Bivalvia sınıflarına göre avcılık miktarları (FAO, FishStat, 2017).....	4
Şekil 1.5. FAO 2017 yılı raporuna göre 2015 yılında gerçekleştirilmiş Bivalvia yetiştiriciliğinin ülkelere göre yüzdelik dağılımları (FAO, FishStat, 2017) 5	
Şekil 1.6. Dünyada son 1990-2015 yılları arasında gerçekleştirilmiş Midye yetiştiriciliği ve avcılığı miktarları (FAO, FishStat, 2017).	5
Şekil 2.1. Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi ıslak laboratuvarlarında kurulan deneme sistemi	18
Şekil 2.2. Biyometrik ölçümlerden önce işaretlenmiş olan midyeler	18
Şekil 2.3. İşaretlenerek deneme sistemine yerleştirilmiş <i>Unio crassus</i> tatlısu midyeleri	19
Şekil 2.4. Çalışmada kullanılan kuru alglerin homojenize edilmesi	20
Şekil 2.5. Midyelerin beslenmesi sırasında alg süspansiyonunun homojen kalması için kullanılan manyetik karıştırıcı	21
Şekil 2.6. A) <i>Unio crassus</i> ’un kabuk boyu, anterior valf kenarından posterior valf kenarına kadar olan mesafe, B) <i>Unio crassus</i> ’un kabuk eni, valf dorsal kenarından ventral kenarına kadar olan mesafe, C) <i>Unio crassus</i> ’un kabuk yüksekliği, iki valf arası yükseklik	21
Şekil 2.7. <i>U. crassus</i> bireylerinin ağırlık ölçümleri (sol: canlı ağırlık, orta: kabuk ağırlığı, sağ: et ağırlığı)	22
Şekil 3.1. <i>U. crassus</i> 'un bir aylık çalışma sonunda yüzdesel canlı ağırlık artışı (CAA). Farklı harfler istatistiksel farklılıkları temsil etmektedir.....	29

Şekil 3.2. <i>U. crassus</i> ağırlıkça spesifik büyüme oranı (SBO). Farklı harfler istatistiksel farklılıkları temsil etmektedir.	30
Şekil 3.3. Tatlısu midyelerinde yüzdesel su oranı ($p>0,05$).....	31
Şekil 3.4. Deneme gruplarında hesaplanan ortalama et oranlarının toplam ağırlığa göre yüzdesel oranları. Farklı harfler istatistiksel farklılıkları temsil etmektedir.	32
Şekil 3.5. Denemede midye etinde elde edilen ham protein (sol) ve ham yağ (sağ) oranları.....	34
Şekil 3.6. Denemede midye etinde elde edilen ham kül (sol) ve ham nem (sağ) oranları.....	35
Şekil 3.7. Midye etinde deneme sonunda elde edilen yağ asit kompozisyonları; n-3 ve n-6 yağ asitlerinin karşılaştırılması.....	35
Şekil 3.8. Midye etinde deneme sonunda elde edilen yağ asit kompozisyonları; EPA ve DHA oranlarının karşılaştırılması.....	36

SEMBOLLER VE KISALTMALAR DİZİNİ

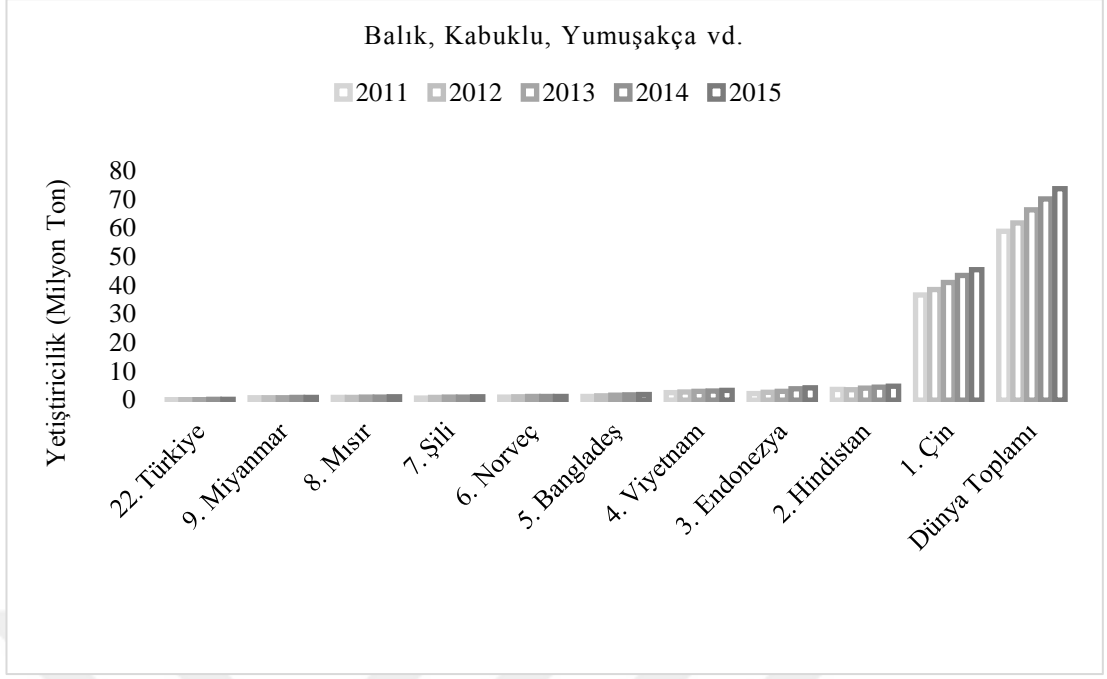
%	Yüzde oranı
‰	Binde oranı
g	Gram
mm	Milimetre
ARA	Arachidonic asit
EPA	Eikosapentaenoik asit
DHA	Dokosaheksaenoik asit
DPA	Dokosapentaenoik asit
PUFA	Çoklu doymamış yağ asidi
FAO	Food and Agriculture Organization of the United Nations
AB	Avrupa Birliği
CITES	Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora
IUCN	International Union for Conservation of Nature
SBO	Spesifik Büyüme Oranı
CAA	Canlı Ağırlık Artışı
KAA	Kabuk Ağırlık Artışı
EAA	Et Ağırlık Artışı
YSO	Yüzde Su tutma Oranı
HBO	Hacimce Büyüme Oranı
YDO	Yem Dönüşüm Oranı
YEV	Yüzde Et Verimi
W	Canlı Ağırlık
W _K	Kabuk Ağırlığı
W _E	Et Ağırlığı
°C	Santigrat Derece
AOAC	Association of Official Agricultural Chemists

1. GİRİŞ

Su ürünleri yetiştiriciliği deniz ve içsu ortamlarında su canlılarının yetiştiriciliği olarak değerlendirilmektedir. Karasal hayvanların ticari olarak üretilmesi yetiştirilmesi ve işlenerek insan tüketimine sunulması nasıl bir uzmanlık alanı gerektiriyorsa, su ürünlerinin üretimi, yetiştirilmesi ve işlenerek insan tüketimine sunulması da ayrı ayrı uzmanlık alanlarında yetişmiş eleman ihtiyacı doğurmaktadır. Bu ihtiyaçtan dolayı dünya çapında su ürünleri sektörüne uygun, kalifiye elemanların yetiştirilmesiyle son yıllarda sektör çok hızlı büyüme kat etmiştir. Bu büyümenin devamlılığını sağlamak ve insanlar tarafından sağlıklı besin kaynaklarına ulaşılabilirliği arttırmak adına bu alanlarda uzmanlaşmış bilim insanları da yoğun bir şekilde çalışmalarını sürdürmektedir.

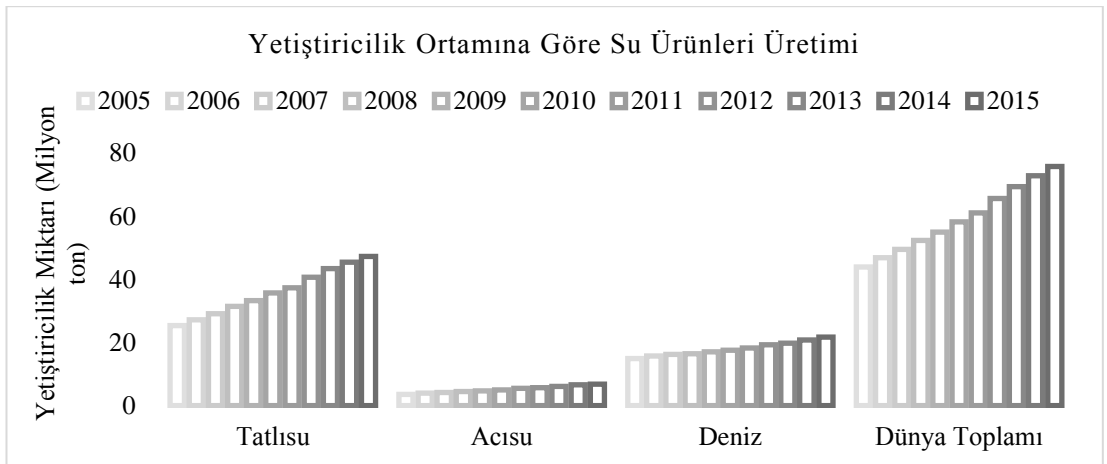
Su ürünleri yetiştiriciliğinde ana kaynak sudur. Suda yaşayan her canlının yetiştiriciliği yapılarak insan tüketimine sunulabilmesi olasıdır. Fakat yetiştiricilik çalışmaları insanların değer verdiği, lezzetli veya sık sık tüketmeye alıştığı, endüstriyel veya ticari olarak kullanımı yaygın olan türler üzerine yoğunlaşmaktadır. Bunun dışında ticari kaygıdan çok ekolojik kaygılar içerisinde bulunan hükümetler, enstitüler, üniversiteler, ulusal ve uluslararası kuruluşlar, sivil toplum örgütleri ise biyolojik çeşitliliği korumak adına bazı ticari değeri olmayan türlerin araştırılmasını ve yetiştiriciliğinin yapılmasını desteklemekte ya da teşvik etmektedir.

Dünya üzerinde yetiştiriciliği yapılan su ürünleri türleri oldukça geniş bir yelpazeye sahiptir. Bu türlerin son yıllarda ne kadar yetiştirildiğini, yetiştirildiği çevrelere, kıtalara, ülkelere ve türlere göre gruplandırarak karşılaştırmak mümkün olabilmektedir. FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations – Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü) verilerine göre dünya genelinde yetiştiricilik miktarları her yıl artış göstermektedir (Şekil 1.1.).



Şekil 1.1. Dünya’da Balık, Kabuklu ve Yumuşakça türlerinin yetiştirildiği ülkelere göre üretim miktarları. (FAO, FishStat, 2017).

Şekil 1.1.’de dünyada en çok yetiştiricilik yapan ilk dokuz ülke ve yirmi ikinci sıradaki Türkiye’nin yetiştiricilikte gösterdiği artan ilgi göze çarpmaktadır. Günümüzde bu artan ilgi tüm dünya çapında görülebilmektedir. Son beş yıllık eğilime bakıldığında ise tatlısu, denizel veya acı su fark etmeksizin, yetiştiriciliğe olan ilginin yıllık olarak düzenli artış gösterdiği anlaşılmaktadır. Bununla beraber Şekil 1.2.’de tatlısu türlerinin dünya su ürünleri yetiştiriciliğinin çoğunluğunu oluşturduğu görülebilmektedir.

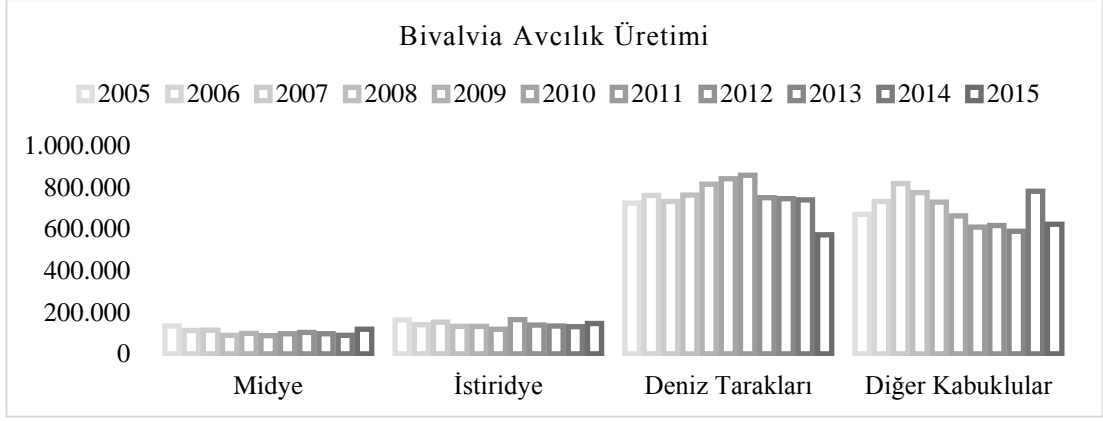


Şekil 1.2. Yetiştiricilik ortamına göre son on yılda gerçekleştirilmiş Dünya su ürünleri üretim miktarları (FAO, FishStat, 2017)

Tez çalışmasına konu olan canlı yumuşakça fillumuna aittir. Yumuşakça filumu hayvanlar aleminde eklembacaklılardan sonra en büyük ikinci hayvan grubunu oluşturmaktadır. Ayrıca dünya sularında yumuşakçaların çoğunluğunun denizlerde yaşadığı ve denizlerde sayıca en dominant takson oldukları da bilinmektedir. Yumuşakçalarda, en geniş grup gastropoda (karından bacaklılar) sınıfı tarafından yaklaşık 80.000 yaşayan tür ile temsil edilirken ikinci en büyük grup olan Bivalvia (Çift Kabuklu) sınıfı yaklaşık 20.000 yaşayan türle temsil edilmektedir. Bivalvia sınıfını ise deniz tarağı, tatlısu midyesi, istiridye ve bunların akrabaları temsil etmektedir (Eldredge, 2002).

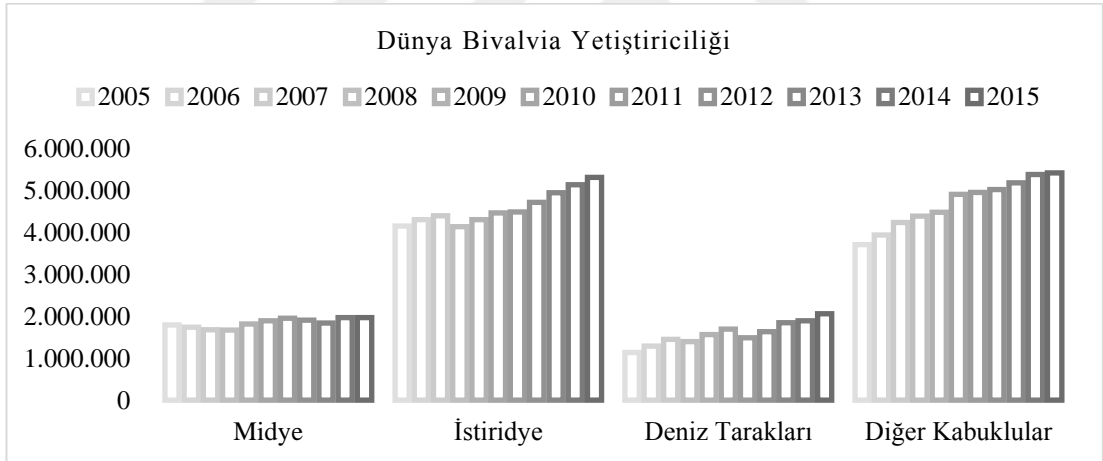
Bivalvia sınıfını oluşturan canlılar genellikle bentos adı verilen gruba dahil edilebilmektedir. Bentos sözcüğü, deniz, göl ve akarsuların dip kısmında veya dip kısmına yakın konumda yaşayan organizmalar topluluğunu temsil etmektedir. Bu organizmaların çoğu nispeten ya da tamamen sedanter olup hareketleri yavaştır ve tabana veya tabandaki bir materyale tutunarak yaşamlarını devam ettirmektedir. Bu canlı toplulukları (bentos) bir yere tutunmuş olanlar veya bir canlı üzerinde yaşayanlar olarak gruplandırılırlar. Habitat olarak bentik sisteme dahil olup bir yerden bir yere yüzebilen balıklar veya çeşitli hareketlerle yerini değiştirebilen daha hareketli bazı organizmalar ise demersal olarak adlandırılmaktadır. Bentos, denizel ve tatlısu ekosistemlerinde pelajik organizmaların karşıtı olarak düşünülebilir (tatlısu sistemlerinde limnetik olarak anılmaktadır). Çoğu organizma yaşam döngülerinin bir kısmını bentik veya pelajik olarak geçirmektedir. Örneğin bazı organizmalar larval dönemlerini bentik olarak geçirerek yüzme yeteneği kazandıktan sonra pelajik bölgede yaşamlarını devam ettirmektedir. Bununla beraber yaşamlarını bentik olarak geçiren midye ve benzeri bazı organizmalarında larval aşamada parazitik yaşam sürdürdüğü veya pelajik olarak planktonla beraber suda sürüklenerek geliştiği, metamorfoz sonrası ise juvenil ve ergin yaşamını bentik bölgede sürdürdüğü bilinmektedir (Zieritz, 2012).

Dünya bivalvia üretimine dair FAO raporları avcılık üretimi ve yetiştiricilik üretimi şeklinde ayrılarak incelenebilmektedir. Son on yıldaki (2005-2015) avcılık üretimi Şekil 1.3.'te ve yetiştiricilik üretimi Şekil 1.4.'te gösterilmektedir. Bivalvia üretiminde sınıflara göre 2005-2015 yıllarına ait veriler (FAO, FishSTATJ, 2017) incelendiğinde genel olarak avcılık miktarlarının (Şekil 1.3.) bazı yıllarda arttığı veya azaldığı görülse de genel olarak benzer oranlarda gelişim gösterdiği anlaşılabilmektedir.



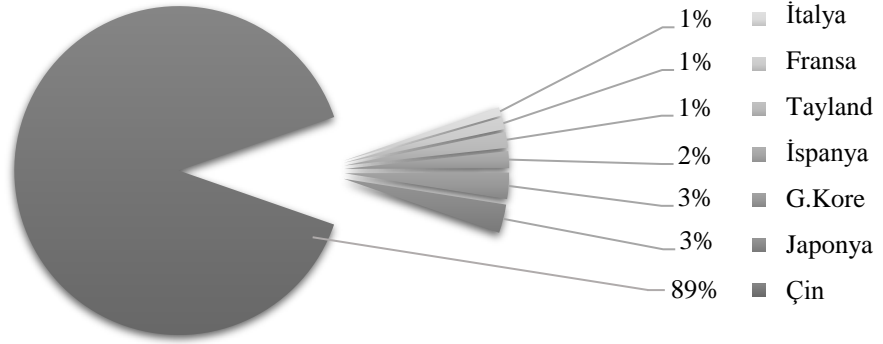
Şekil 1.3. Dünyada 2005 – 2015 yılları arasında gerçekleştirilmiş Bivalvia sınıflarına göre avcılık miktarları (FAO, FishStat, 2017)

FAO verilerine göre midyeler için avcılık miktarının diğer bivalvia sınıflarına oranla oldukça düşük olduğu ve 90 bin ton düzeyinde sabit kaldığı görülse de 2015 yılında yaklaşık 28 bin tonluk bir artış kaydedilmiştir. Buna karşılık, yetiştiricilik miktarlarının her bir sınıf için düzenli olarak artış gösterdiği görülmektedir (Şekil 1.4.).



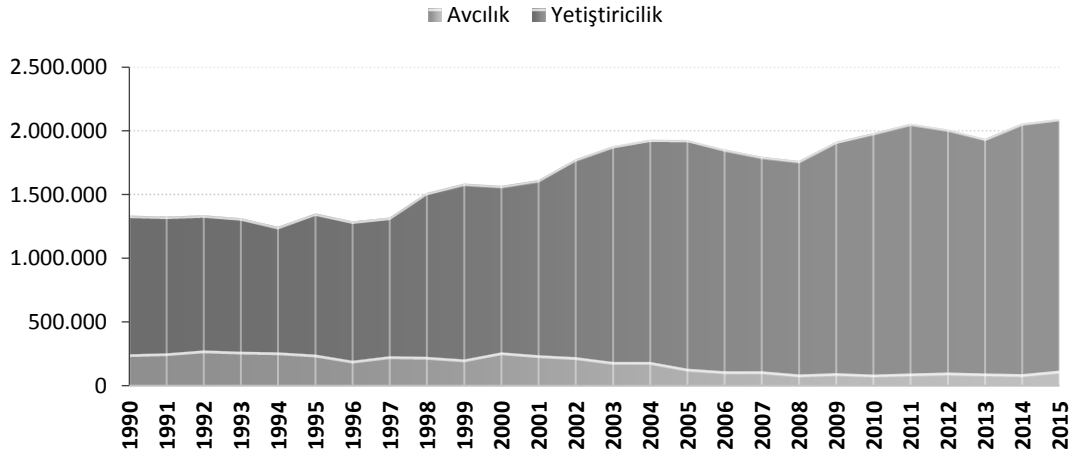
Şekil 1.4. Dünyada 2005 – 2015 yılları arasında gerçekleştirilmiş Bivalvia sınıflarına göre avcılık miktarları (FAO, FishStat, 2017)

Bivalvia yetiştiriciliğinde 2015 yılında ilk sıradaki Çin Halk Cumhuriyeti tek başına 12 milyon tondan fazla üretim yaparak dünyadaki tüm diğer yetiştirici ülkelerden 5 kat daha fazla üretim gerçekleştirmiştir (FAO, 2017) (Şekil 1.5.).



Şekil 1.5. FAO 2017 yılı raporuna göre 2015 yılında gerçekleştirilmiş Bivalvia yetiştiriciliğinin ülkelere göre yüzdeleri dağılımları (FAO, FishStat, 2017)

Bu artış miktarlarına bakıldığında midye tüketiminin popülerleştiğini söylemek mümkün olmaktadır (Şekil 1.6.). Dünya midye yetiştiriciliği verilerine göre ise 1970’de yaklaşık 400.000 ton, 1980’de yaklaşık 560.000 ton, 1990’da yaklaşık 1,1 milyon ton 2000’de yaklaşık 1,3 milyon ton ve günümüzde ise 2 milyon ton seviyelerine ulaştığı görülmektedir (Şekil 1.6.).



Şekil 1.6. Dünyada son 1990-2015 yılları arasında gerçekleştirilmiş Midye yetiştiriciliği ve avcılığı miktarları (FAO, FishStat, 2017).

1.1. Midyelerin Önemi

Midyeler, doğada besin zincirinin önemli bir parçası olan omurgasız canlılardır. Suda yaşayan birçok canlı türünün besin kaynağını oluşturdukları gibi insanlar için de oldukça değerli ve lezzetli bir besin kaynağıdır. Midyelerin besin kaynağı olarak değerlendirilmesinin dışında dekorasyon ve aksesuar amacıyla kullanıldıkları da bilinmektedir (Şereflişan, 2014). Bu kullanım alanlarının dışında, midyelerin, beslenme aktiviteleri sırasında sudaki ağır metal vb. kirletici maddeleri süzmeleri ve bünyelerinde depo etmeleri, su kalitesinin düzelmesinde oldukça etkili olmaktadır (Shultz ve Marbain, 1998). Bu sebeple su kalitesinin ve ekolojik dengenin araştırılmasında hem tatlı su midyeleri hem de tuzlu su midyeleri sıklıkla incelenmektedir.

Denizel midyelerin su kalitesinin incelenmesi amacıyla kullanımına örnek olarak kutup bölgesinde yapılan çalışmalar gösterilebilir. Bazı denizel midye türleri, kutup bölgesindeki iklime çevresel değişkenlerin araştırılmasında önem teşkil etmektedir (Carroll vd., 2009). Kutup midyeleri uzun yıllar yaşayan sesil ve bentik yaşamı domine eden canlılardır. Bu yaşam süresi on yıldan yüz yıla kadar çıkabilmektedir (Feder vd., 1994). Midyelerin büyüme oranları, ortam sıcaklığına ve besin kullanılabilirliğine yüksek derecede bağlı (Lewis ve Cerrato, 1997; Dekker ve Beukema, 1999) olduğundan, midyelerin büyüme oranlarındaki değişimlerin araştırılması bu faktörlerin sezonluk hatta on yıllık değişimlerinin diğer canlılar üzerindeki etkilerinin anlaşılmasına yardımcı olabilmektedir (Carroll vd., 2009). Tatlısu midye türlerinin de denizel türlerde olduğu gibi tatlısu havzalarındaki ekolojik parametrelerin incelenmesinde kullanımı benzer yöntemlerle mümkün olmaktadır. Tatlısu midyeleri, göllerde ve akarsularda kalsiyum döngüsünde önemlidir ve sediment üst katmanını biyotürbasyon yoluyla karıştırılmaktadır (McCall vd., 1979). Tatlısu ekosistemlerinde midyelerin varlığının ekosistemin sağlıklı olduğuna işaret ettiği düşünülmektedir (Box vd., 2006; Eybe vd., 2013).

Midyelerin suyu süzerek beslenmeleri sırasında sudaki kirletici maddeleri ve çözülmüş maddeleri de bünyelerine aldıkları ve su kalitesinde iyileşme sağladıkları da midyeler ile ilgili genel yargılardanır. Özellikle bünyelerinde ağır metal birikimi yapma potansiyelleri oldukça yüksek olan midyeler, buldukları çevrelerde

antropojenik aktivitelerden oldukça etkilenmekte ve insan sağlığı için negatif etki yapmaktadır (Giusti ve Zhang, 2002; Kwoczek vd., 2006; Sivaperumal vd., 2007; Kayhan vd., 2007; Türkmen ve Ciminli, 2007; Cevik vd., 2008; Baeyens vd., 2009; Özden vd., 2010). Andersen vd., (1996)'ya göre bu tür kirleticiler insan tüketimine uygun midye miktarını düşürmektedir. Bu özellikleri nedeniyle midyeler, kimyasal kontaminasyon olaylarında biyoizleme için, dolayısıyla iz metal konsantrasyonunun belirlenmesi için sıklıkla kullanılmaktadır (Conti ve Cecchetti, 2003).

Midyeler, iz metaller dışında bazı alg orijinli toksinlerin (phycotoxin) de birincil taşıyıcısı olarak görülmektedir. Yapılan araştırmalara göre toksik fitoplanktonla beslenen çift kabuklularda (bivalvia) toksinler solungaçlar aracılığıyla sindirim kanalına girerek burada birikim yapmaktadır (Bricelj ve Shumway, 1998; Pereira vd., 2004). Bilinen tüm fikotoksinler arasında en ciddi tehdit paralitık kabuklu toksini (PST) tarafından oluşmaktadır. PST potansiyel olarak suda çözünebilen nörotoksindir ve memeli hayvanlarda sinir hücrelerinde sodyum kanallarını bloke etmektedir. Bu bloklanma durumu canlıda nöronlar arası sinyal iletimini engelleyerek kasların paralize olmasına ve muhtemelen solunum yetmezliğinden ölümlere neden olmaktadır (Baden ve Trainer, 1993). Ayrıca toksik dinoflagellatlar ile beslenmiş denizel midye tüketimine bağlı insan zehirlenmeleri ve ölümleri de rapor edilmiştir (Pereira vd., 2004). Örneğin saksitoksin (SXT) gibi nörotoksinlerin insan tüketimine uygun midyeler için kabul edilebilir limiti her yenebilir 100 g midye ağırlığı için 80 µg olarak bildirilmiştir (Van Egmond vd., 1992). PST kaynağının genellikle denizel dinoflagellatlar olduğu bilinse de bu tür toksinler tatlısu bloom-forming siyanoobakteriler'de de görülmektedir. Dünya'nın çeşitli bölgelerinde bu tür alglerle beslenen yabani ve yerel hayvanların toksinler sebebiyle öldüğu bildirilmiştir (Sawyer vd., 1968; Negri ve Jones, 1995a; Pomati vd., 2000). Tatlısu türü siyanobakterilerden kaynaklı toksinlerin, ekosistemde besin zinciri boyunca transferine neden olan potansiyel taşıyıcılar tatlısu midyeleri olarak görülmektedir (Negri ve Jones, 1995b). Ancak tatlısu midyelerinden kaynaklı PST zehirlenmesi ile ilgili pek fazla araştırmaya rastlanmamaktadır. Bunun nedeni olarak da tatlısu midyelerinin insanlar tarafından besin kaynağı olarak tüketiminin ülkemizde ve dünyada düşük seviyede olmasına bağlanabilir (Şereflişan, 2014). Dolayısıyla bu tür toksinlerle ilgili genel endişe tatlısu midyeleri ile beslenen sucul canlılar, balıklar ve kuşlar üzerindedir (Pereira vd., 2004). Bu tür toksinlere maruz kalma durumlarında da

midyelerin incelenmesi ile toksinlerin ekosistemdeki varlıkları tespit edilerek önlemler alınması mümkün olmaktadır. Doğal midye stoklarında yoğun olarak birikim yapma potansiyeli olan bu tür toksik maddeler ve ağır metaller gibi insan sağlığı için tehdit oluşturan maddelerden yetiştiricilik yoluyla kısmen de olsa korunma sağlanabilmektedir.

Midyelerin ekolojik yönden önemli olmasının dışında besinsel olarak da oldukça önemli olduğu düşünülmektedir. Örneğin; karasal hayvanların etlerinde, özellikle de kırmızı etlerde ve bazı bitkisel yağlarda yüksek seviyelerde doymuş yağ asitleri bulunmasına karşın su ortamında yaşayan canlılarda özellikle siyah etli balıklarda ve çeşitli kabuklu türlerinde yüksek oranda çoklu doymamış yağ asitleri (PUFA) bulunmaktadır. Ayrıca kabuklular, kaliteli yağ asitlerinin dışında kaliteli protein ihtiyacını ve esansiyel amino asit ihtiyacını karşılamada da oldukça başarılıdır.

Midyelerin, yüksek protein oranı ve kaliteli yağ asidi ihtiva etmesini sağlayan en büyük etken ortamdaki suyu süzerek beslenmeleri olarak görülmektedir. Beslenme sırasında, fitoplankton, organik detritus, bakteriler ve süzme boyutuna uygun çözülmüş organik maddeleri besin kaynağı olarak bünyelerine almaktadır. Bu tür bir beslenme, midyelerin doğadaki her tür maddeye ulaşımını kolaylaştırarak en uygun şekilde besin içeriğinin şekillenmesine yardımcı olmaktadır. Bu noktada da algler midyelerin besin ihtiyacının büyük oranda karşılanmasında etkin role sahip olmaktadır (Coutteau ve Sorgeloos, 1992).

Son yıllarda yapılan araştırmalar, yüksek besin değeri, lezzetli eti ve kabuklarının vazgeçilmez dekorasyon malzemelerine hammadde sağlaması nedeniyle avlanan bazı denizel midye türlerinin popülasyonlarında azalmaların görüldüğüne, bazı tatlısu midye türlerinin ise nesillerinin tükenme noktasına geldiğine ve hatta bazılarının tükendiğine işaret etmektedir.

1.2. Tatlısu Midyesi Türlerinin Tükenmesinin Nedenleri

Tatlı su midyeleri, tatlısu havzalarındaki en hassas türler olarak değerlendirilmektedir (Geist vd., 2011). Bu durum özellikle de akarsularda yaşayan tatlısu inci midyesi (*Margaritifera margaritifera*) ve kalın kabuklu nehir midyesi (*Unio crassus*) için

geçerli olmaktadır (Taeubert vd., 2012a). Bilindiği üzere modern sanayide ve tarım uygulamaları sırasında geniş çeşitlilik gösteren kimyasal maddeler üretilmektedir. Bu kimyasalların üretim ve kullanım işlemleri, ortaya çıkan atık maddelerin veya yan ürünlerin genellikle tatlısu ortamı (Faria vd., 2009), bazen de denizel ekosistemler ile buluşmasıyla son bulmaktadır. Dolayısıyla insan tüketimine uygun midye türlerine ulaşılabilirliğin, su kirliliği nedeniyle zorlaştığı da bir gerçek olarak görülmelidir.

Günümüzde besin kaynağı olarak insanlara sunulan, ticari değere sahip ve birçok ülkede yetiştiriciliği yapılan denizel midye türlerinden nesli tükenme tehlikesinde olan tür bulunmasa da doğal popülasyonların azaldığı tahmin edilmektedir. Ancak denizel türlerden olan *Tridacna* genusuna ait bazı türlerin CITES “Ek 2” de listelendiği ve IUCN kırmızı listesinde “tehlike altında” statüsünde olduğu bilinmektedir. Bu türün genellikle alet, kutu ve süs yapımında kullanıldığı (Heslinga 1996; Huelsken vd., 2013), süs akvaryumlarında kullanımı, eti veya kabuğu için popülasyonlarının yüksek düzeyde av baskısına maruz kaldığı bildirilmektedir (Tisdell, 1992; Wabnitz vd., 2003; Huelsken vd., 2013). Bununla beraber tatlısu midyesi türlerinden de bazılarının nesillerinin tükenme noktasına geldiği görülmektedir. Örneğin *Unio crassus* türü kalın kabuklu nehir midyesinin Orta Avrupa ülkelerinde popülasyonlarının oldukça azaldığı bildirilmiştir (Halahan, 2000; İlhan vd., 2004; Ercan vd., 2013). Bununla beraber IUCN kırmızı listesinde, 1990 yılında “tehlike altında”, 1994 yılında “nesli tükenmekte” (Taeubert vd., 2012a; Ercan ve Tarkan, 2014) 1996 yılında “düşük risk altında” ve 2011 yılında “nesli tükenmekte” olarak listelenmiştir. IUCN kırmızı listesine ek olarak *U. crassus* türünün Avrupa Birliği EC habitat direktifinde (ek II ve ek IV) de nesli tükenmekte olan türler arasında listelendiği görülmektedir (Bouchet vd., 1999; Zettler vd., 2007).

Çeşitli araştırmalara göre *U. crassus* türünün 20. yüzyılın başlarında Avrupa’da en bol bulunan tatlısu midyesi türlerinden olduğu tespit edilmiştir (Taeubert vd., 2012a). Kuzey Amerika sularında, göllerde ve akarsularda hatta çoğunlukla Mississippi nehri ve kollarıyla Cumberland, Tennessee ve Ohio nehirlerinde çok sayıda görüldüğünden bahsedilmektedir (Keller ve Zam, 1990). Ayrıca uygun koşullar oluştuğunda her bir metrelik nehir yatağında birkaç yüz midyeye rastlandığına dair yayınlarda mevcuttur (Zettler ve Jueg, 2007).

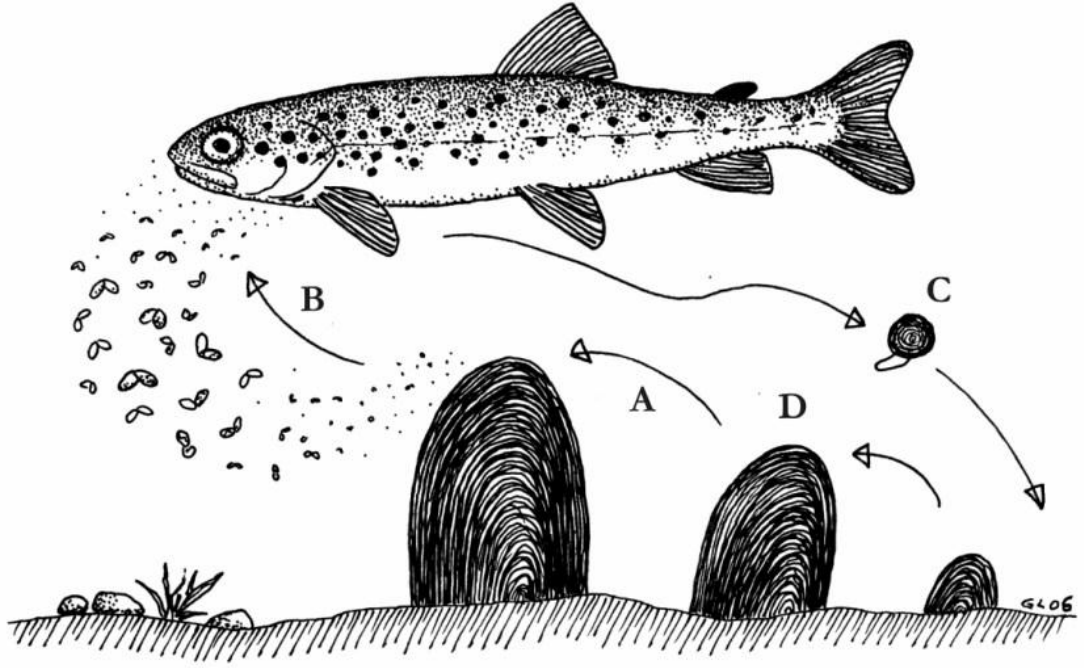
Birkaç yüzyıl önce midye tüketiminin sadece yerel halkla sınırlı olduğu bildirilmektedir (Keller ve Zam, 1990). O zamanlarda tüketimin yerel halkla sınırlı olması belki de midye popülasyonunun dengede kalabilmesini sağlamıştır. Aynı yıllarda midye kabuklarının dekorasyon ve aksesuar ürünlerinde kullanıldığı bilinmektedir. Bu midyelerin kabuklarının özellikle sedef düğme üretiminde hammadde olarak kullanılması, bu tür tatlı su midyelerini zaman içinde vazgeçilmez kılmıştır (Keller ve Zam, 1990). Zamanla, sanayi devrimi, çok uluslu şirketlerin kurulması ve ülkelerin ticaret politikalarındaki genişlemeler dolayısıyla artan dünya ticaret hacmi, birçok su ürünleri türünün azalmasına neden olduğu gibi midye popülasyonlarının da azalışına yol açtığı tahmin edilebilmektedir (Eldredge, 2002).

Bazı istilacı türlerin de tatlısu midyeleri üzerinde olumsuz etkilerinin olduğu ve popülasyonlardaki azalmayla ilişkili olabileceği yapılan araştırmalarda gözlemlenmiştir. Örneğin Serdar (2016) tarafından Batı Ege’de ilk defa bilimsel bir çalışma ile kayda geçirilen Asya kum midyesi *Corbicula fluminea* bazı araştırmalarda istilacı bir tür olarak değerlendirilmiştir. Amerika Birleşik Devletleri tatlısularında yapılan araştırmalarda, 1960’lı yıllarda *Corbicula manilensis* (*Corbicula fluminea*) türü Asya kum midyesinin tüm kıta sahanlığına hızla yayıldığı ve dominant tür haline geldiği görülmektedir. 1980’lerde ise 2 farklı zebra midyesi türü *Dreissena polymorpha* ve *D. bugensis* Kuzey Amerika’ya giriş yapmış ve Asya kum midyesinden daha hızlı şekilde kıtaya yayılmıştır. Zebra midyelerinin suyu temizleme özelliği genel olarak kabul edilmiş bir bilgidir. Ancak bu midyeler farklı bir habitata girdiklerinde birçok ekonomik soruna yol açmıştır ve Unionidea familyasına ait tatlısu midyesi popülasyonları üzerinde ciddi etkileri olmuştur. Zebra midyelerinin diğer midyeler ile fiziksel alan ve besin yarışına girmesi diğer midyeler üzerindeki etkilerinden bir tanesidir. Bu etkilerin dışında daha önemlisi zebra midyeleri Unionidea türü midyelere tutunarak yaşamlarını devam ettirebilmektedir. Buda zebra midyesi için alan, oksijen ve besin bulma yarışında önemli ölçüde avantaj sağlarken Unionid türlerin yavaşça yok olmasına neden olmaktadır (Ercan vd., 2013).

Tatlısu midyesi *Unio crassus*, akarsuların kaynaklarında ve temiz olan bölgelerinde, bazı göllerin iç ve dış akıntılarının olduğu alanlarda bulunmaktadır. Çeşitli araştırmalar bu midyelerin azot ve fosfor artışlarına karşı çok hassas olduklarını göstermiştir. Akarsularda yaşayan midyeler, akarsulara zirai, endüstriyel ve evsel

atıkların karışması, set yapımı, akıntı yönlerinin veya nehir yataklarının değiştirilmesi, sedimentin taşınması gibi habitatlarının bozulmasına neden olan İnsan kaynaklı olaylar ve toprak kayması, sel gibi doğal olaylardan oldukça etkilenmektedir (Lydeard ve Robert, 2004; Taeubert vd, 2012a; Ercan, 2013). Tarımda kullanılan pestisit, herbisit ve fungusit gibi kimyasalların ölümlerine sonuçlanan spesifik etkileri de tatlısu midyeleri üzerinde gözlemlenmiştir (Bringolf vd., 2007).

Bahar ve yaz aylarında *U. crassus* dişilerinin her üreme etkinliğinde serbest akıntılı sulara yaklaşık olarak 100.000 adet glochidia larvası bıraktığı bilinmektedir (Taeubert vd., 2012b). Glochidia pasif olarak su akıntısıyla beraber konak canlıya ulaşmakta ve tercihen konak canlıının solungaçlarına tutunmak suretiyle konak canlıının epitel hücreleri arasına sıkışarak juvenil midye aşamasına kadar gelişmektedir (Taeubert vd., 2012a). Çeşitli araştırmalarda Glochidia evresinin sıcaklığa bağlı olarak 20-50 gün arası sürdüğü belirlenmiştir (Taeubert vd., 2012a; 2012b). Metamorfoz sonrası juvenil midyeler konak canlıdan ayrılarak kendilerini akarsu tabanında substrat'a 1-3 yıl süreyle gömerek yaşamını sürdürmektedir. Bu sürenin ardından midyeler sedimentin üzerine çıkmakta ve süzerek beslenme evresine geçip yaşamına devam etmektedir (Taeubert vd., 2012b). Bu karışık yaşam döngüsü (Şekil 1.8.) sırasında, yaşamlarının bir kısmını geçirdikleri konak canlıların çeşitliliği ile ilgili yapılan az sayıda çalışma bulunmaktadır. Almanya'da Rhine ve Elbe drenajlarında yapılan çalışmalar ve özellikle *U. crassus* türünün yaygın olarak dağılım gösterdiği Danube drenajlarında, konak-parazit ilişkisine yönelik yapılan çalışmalar bulunmaktadır (Taeubert vd, 2012b). *U. crassus* türü için uygun konakçıların *Cottus gobio*, *Leuciscus idus*, *Squalius cephalus*, *Scardinius erythrophthalmus*, *Chondrostoma nasus*, *Phoxinus phoxinus* ve *Gasterosteus aculeatus* gibi balık türleri olduğu bildirilmektedir (Taeubert vd, 2012b; Yılmaz ve Barlas, 2016). Bu balık türlerinden bazıları, üremek, saklanmak veya beslenmek için taban bitkisinin yoğun olduğu alanları tercih etmektedir. Dolayısıyla ortamdaki taban bitkilerinin azalmasıyla bahsi geçen balık popülasyonları da azalabilmektedir. Bu durum dolaylı yoldan da olsa *U. crassus* popülasyonlarında azalmaya neden olabilmektedir.



Şekil 1.7. Tathsu midyesinin yaşam döngüsü. A) Döllenme. B) Konak balığa tutunması için suya bırakılmış midye larvaları. C) Balıktan ayrılan juvenil midyeler. D) Sedimente gömülü birkaç yılın ardından yetişkin hale gelen midyeler (Österling, 2006) (Çizim: Gunnar Lagerkvist).

Son yıllarda, insan kaynaklı veya doğa kaynaklı birçok sebepten bazı midye türlerinin neslinin tükenmek üzere olması, habitatlarının popülasyonları koruma kapsamında hedef haline gelmesi veya bazı türlerin toksik yönden yarattığı kaygılar sebebiyle tüketiminin ve kullanımının mümkün olamaması yapay ortamda üretimlerinin ve yetiştiricilik çalışmalarının artmasına yol açmıştır (Bogan 2008; Geist 2010; Lydeard, 2004).

Özellikle doğada geriye kalan Unionid türlerin tükenmemesi amacıyla literatürde belirtilen dört farklı koruma uygulaması görülmektedir. Bunlar, (1) korunaklı alanların oluşturulması, (2) sağlıklı Unionid popülasyonuna sahip alanlardan tehlike altındaki alanlara midye transfer edilmesi, (3) zayıf popülasyona sahip alanlara büyük miktarda glochidia taşıyıcısı konak balığın transfer edilmesi ve (4) yeniden stoklandırma çalışmaları için yoğun kültürünün yapılması gibi uygulamalardır (Eybe vd., 2013).

Midye yetiştiriciliğinde yaygın kullanımı olan, doğadan yavru bireylerin toplanmasıyla yapılan yetiştiricilik yöntemi, popülasyon üzerinde en fazla tahribata sebep olan yöntem olarak gösterilebilir. Bu yöntem hem doğal stokları tahmin

edilemez düzeyde tehdit etmekte hem de yetiştiricilik çalışmalarını doğal stoklara bağımlı bırakmaktadır. Ayrıca popülasyonlar üzerindeki etkileri ile ilgili endişeleri olan bazı çevreci ve muhalif grupların tepkisini yetiştiricilerin üzerine çekmektedir (Nevejan vd., 2007). Yetiştiriciliğin doğal stoklara bağıllılığının azaltılmasıyla beraber çevreci grupların endişelerinin de giderilmesi ve daha birçok unsur nedeniyle yetiştiricilik çalışmalarının kuluçkahane düzeyine ulaştırılması için yoğun araştırmalar yapılmaktadır.

Tatlısu midyesi yetiştiriciliğinin doğal alanlarda yapılmasında en büyük problem glochidia döneminde görülen düşük yaşama oranı olmaktadır. Bu sorunun önüne geçmek için kuluçkahanelerde kullanılacak *in vivo* ve *in vitro* teknikler geliştirilmiştir.

In vivo tekniklerde, pipetle aşılama, süspansiyon oluşturma ve konak balıkla üremeye hazır dişinin aynı ortamda bulundurulması şeklinde üç farklı yöntem kullanılmaktadır. Aşılama yönteminde midye larvaları pipet yardımı ile balığın solungaçlarına veya ağzına doğrudan enjekte edilmektedir. Bu yöntemde balıkta kepçeleme vb. manipülasyonların oluşturacağı hormonal stres faktörlerinin larvaların metamorfoz evresini etkileyerek pediveliger aşamaya geçiş oranını düşürebileceği ve hatta konak balığın ölümüne yol açabileceği bildirilmektedir (Lima vd., 2012). Süspansiyon yönteminde ise konak balık ve larvalar aynı tankta uygun sirkülasyon ve havalandırma eşliğinde belli bir süre bekletilerek larvaların balığın dokularına tutunması sağlanmaktadır. Bu yöntemde kepçeleme gibi stresörlerin balıkta yaratacağı olumsuz etkiler engellenirken midye larvalarının balığı enfekte etme zamanlaması konusunda eksiklikler yaşanabilmektedir. Üçüncü yöntemde ise yumurtlamaya hazır dişi midye ve konak balık aynı ortama bırakılarak larvaların balığa tutunması sağlanabilmektedir. Bu teknikte midyelerin doğal üreme fizyolojisinden faydalanılmaktadır. Midyeler, konak balıkla karşılaştıklarında sudaki biyokimyasal işaretleri algılayarak larvaları ortama bırakmakta (McMahon, 1991; Lima vd., 2012; Şereflişan vd., 2013) ve konak balığın larvalar tarafından istilasına en iyi zamanlama ile imkân tanımaktadır.

Larvaların, metamorfoz geçirerek konak balıktan ayrılması ve pediveliger formuna bürünmesiyle alg tabanlı yoğun bir beslenme rejimine ihtiyaç duyulmaktadır. Bu beslenme rejimi ise kuluçkahanelerde farklı türlerde alg üretiminin yoğun olarak gerçekleştirilmesini gerektirmektedir. Birden fazla alg türünün kuluçkahane olarak üretiminin gerçekleştirilmesi kuluçkahane giderlerinin büyük bir kısmını

oluşturacaktır. Bu miktar kuluçkahane toplam giderlerinin %30'una kadar ulaşabilmektedir (Coutteau ve Sorgeloos, 1992). Bu yoğun alg üretiminin maliyeti ise kuluçkahane üretimlerinde ekonomik ve lojistik dar boğaz oluşturarak üretim verimliliğini ve kalitesini azaltmaktadır. Bu durumun haricinde, yüksek miktarda alg üretiminin kontaminasyona daha elverişli olması da üretimdeki riskleri ve problemleri arttırmaktadır. Ayrıca midyelerin alg ile beslenmesinin bir sonucu da besin kompozisyonlarının algin besin kompozisyonundan doğrudan etkilenmesidir. Bu duruma sebep olan en büyük etken ise alg üretiminde kullanılan besinlerin çeşitliliği olacaktır. Üretilen alglerin besin değerlerindeki farklılıklar midye üretiminde kontrolü ve standartlaşmayı zorlaştıran etkenlerdendir (Nevejan vd., 2007).

Alg türünün besin kaynağı olarak önemi alglerin fiziksel karakteristikleri ve besinsel özellikleriyle yakından ilişkilidir. Yetişkin Unionid midyelerin, sindirimden sonra kristalin şeklinde sınıflandırdığı atıklar (Bailey ve Worboys, 1960) gibi, algleri de yutmadan önce hücresel boyutlarına ve yapılarına göre sınıflandırdığına dair çalışmalar mevcuttur (Baker ve Levinton, 2000; Lima, 2012). Alglerin hücre boyutlarının dışında, besinsel içeriğinin de midyelerin yaşam döngüsünde oldukça etkisi görülmektedir. Yapılan çalışmalarda midyelere uygulanan diyetin yağ içeriğinin (özellikle zengin PUFA içeren diyetlerde) yeni metamorfoz geçirmiş yavru bireylerin büyümelerinde etkisi gözlemlenmiştir (Gatenby vd., 1997; Carvalho vd., 2004). Doğal ortamlarda alg popülasyonlarının varlığı genellikle mevsimsel sıcaklıklara bağlı olduğundan dönemsel olarak farklı alg türlerinin ortamda çoğalmasıyla midyeler, farklı oranlarda protein ve yağ içeren alglerle beslenebilmektedir. Bu durumda yukarıda belirtilen juvenil dönemdeki büyümeyi olumlu ya da olumsuz yönde etkileyebilmektedir (Lima vd., 2004). Laboratuvar koşullarında ise, midyelerin biyokimyasal kompozisyonları (yağ asitleri oranı, amino asit içerikleri) seçilen alg türlerine bağlı olarak belirli ölçülerde kontrol altında tutulabilmektedir.

Genel olarak midyelerin besin ihtiyaçlarının karşılanabilmesi ve üretim maliyetlerinin düşürülebilmesi için bilim insanları ve araştırmacılar tarafından alternatif besin kaynakları bulmaya yönelik çalışmalar hızla devam etmektedir. Günümüzde, teknolojinin gelişmesiyle spreyle kurutulmuş mikro alglere, mikro kapsüllere, maya bazlı veya lipit mikro kapsülleri ya da emülsiyonlarına ulaşım kolaylaşmıştır. Fakat bu materyaller ile yapılmış araştırmalara bakıldığında bu tür ürünlerin canlı alglerin yerini

alması tam olarak sağlanamamıştır (Knauer ve Southgate, 1999; Marshall vd., 2010). Ancak belli miktarlarda canlı ve kurutulmuş alglerin karıştırılmasıyla iyi sonuçlar elde edilebilmektedir (Coutteau ve Sorgeloos, 1994; Heras, 1994; Laing, 1994; Knauer, 1997a; Knauer, 1997b; Perez, 1997; Caers, 1998; Langdon ve Önal, 1999; Önal, 2001; Nevejan, 2003; Pernet, 2004; Fernandez, 2006; Önal, 2006). Kurutulmuş alglerin midye yetiştiriciliğinde sağladığı bazı avantajlar, ihtiyaç duyulduğunda farklı kaynaklardan yüksek miktarlarda temin edilebilmesi, transferinin hızla gerçekleştirilebilmesi ve kontaminasyon, bozulma gibi durumların en aza indirilerek yüksek miktarlarda uzun süreli depolanabilmesi olarak sıralanabilir.

Kurutulmuş alg kullanımı ile ilgili denizel bir midye türü üzerinde Langton ve Önal (1999) tarafından gerçekleştirilen çalışmada midyeler, *Schizochytrium* sp., *Spirulina platensis* ve *Hematococcus pluvialis* türlerinin kurutulmuş ve canlı formlarının çeşitli kombinasyonlarıyla beslenmiştir. Deneme sonunda diyet kurutulmuş formların ilavesinin tamamen canlı alg türlerinden oluşan bir diyet göre daha iyi büyüme sağladığı bildirilmiştir. Bu çalışmada kullanılan kahverengi alg *Schizochytrium* sp., diatomlar ile yakın akrabalık gösteren, tek hücreli, heterotrofik, thraustochytrid ve göreceli olarak yüksek yağ oranına (56.2%) (Arney vd., 2015) sahip denizel bir alg türüdür (Cavalier-Smith, 1994; Lewis ve Cerrato, 1999). Bu türün fermantasyon koşulları üzerinde yapılan manipülasyonlar ile dokosaheksaenoik asit (DHA) ve n-6 dokosapentaenoik asit (DPA) seviyeleri artırılabilir (Barclay, 2005). Kullanılan diğer alg türü, çok hücreli ve filamentli yapıdaki cyanobacteria, *Spirulina* sp. (Habib, 2008; Öthes ve Pire, 2001) ise, içerdiği yüksek protein oranı (%55–70/kuru ağırlık) ile göze çarpmaktadır (Phang, 2000) ve hem tuzlu su hem de tatlısuda yaşayabilen suşları bulunmaktadır. Bu türün besinsel içeriğinde ise yağ seviyesi göreceli olarak düşük miktarda (Habib, 2008) olmakla birlikte az seviyede eikosapentaenoik asit (EPA) ve DHA bulunmaktadır (Öthes ve Pire, 2001).

Bu iki tür, belirli oranlarda birleştirilerek midyelerin besinsel ihtiyaçlarını karşılamak mümkün olmaktadır. Günümüzde bu türlerin spreyle kurutulmuş formlarına ulaşımın kolay ve ekonomik olduğu da düşünüldüğünde *Spirulina* sp. ve *Schizochytrium* sp. türlerinin midye yetiştiriciliğinde kullanımının hem lojistik anlamda hem de ekonomik anlamda avantajlı olduğu kabul edilebilir (Zhou, 1991; Boeing, 1997; Langdon ve Önal, 1999; Önal, 2005; Babuin, 2009).

Bu tez kapsamında, *Unio crassus* türü tatlısu midyesi için laboratuvar koşullarında patojen türlerden ari olarak üretilmiş, toksik olmayan standart özelliklere sahip ve tamamen kurutulmuş alg ürünlerinden oluşan alternatif bir diyet oluşturulması amaçlanmıştır. Bu amaçla midyeler kurutulmuş *Schizochitrium limacinum* türü ve *Arthrospira maxima* (Spirulina) türü alglerin farklı oranlarda karıştırılmasıyla oluşturulan diyetlerle beslenmiş ve büyüme performansları incelenmiştir. Midyelerin oluşturulan diyetlerden ne düzeyde faydalandığını tespit etmek için ise midye etlerinde besin kompozisyonu ve yağ asitleri analizleri gerçekleştirilmiştir.



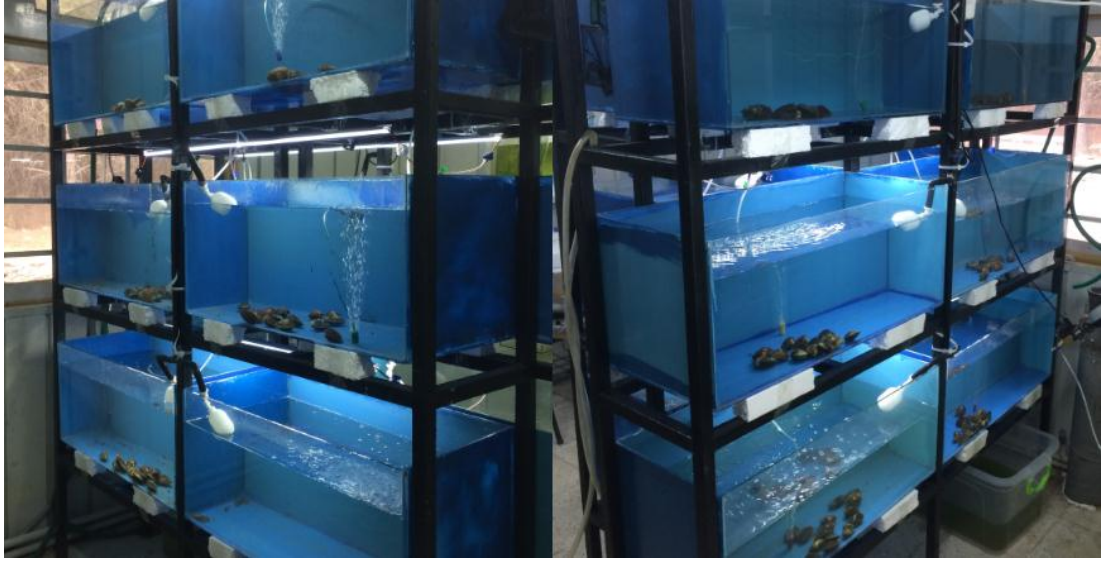
2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. Deneme Yeri

Deneme 09.11.2017 – 09.12.2017 tarihleri arasında Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Islak Laboratuvarında gerçekleştirilmiştir.

2.2. Canlı Materyal ve Deneme Sistemi

Unio crassus türü tatlı su midyesi Muğla ili Dalaman ilçesi Tersakan Mevkiinde Tersakan deresinden Eylül 2017 tarihinde toplanmıştır. Toplanan midyeler deneme alanına taşındıktan sonra ağırlıklarına göre sınıflandırılıp deneme sisteminde 12 adet 70x35x30h ebatlarında cam akvaryumda 50 litrelik su hacmi ile 2 ay süreyle adaptasyonları sağlanmıştır. Sistemde kullanılan su kaynağı, çeşme suyunun ters osmos sistemi ile arıtılması ile elde edilmiştir. Bu sistemden elde edilen suyun pH derecesi deneme süresince 8,50-8,70 arasında değişim göstermiştir. Çalışmalar sırasında ışık rejimi 16:8 (aydınlık:karanlık) şeklinde uygulanmıştır. Düzenli olarak ölçülen su sıcaklıklarının ise 14-17°C arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir. Deneme süresince (30 gün) dibe çöken fazla alglerin ve midyelerin ortama bıraktığı yalancı dışkının temizlenmesi için günlük sifonlama yapılarak %10-15 su değişimi sağlanmıştır. Stres faktörlerini en aza indirmek amacıyla sisteme besin girişi su değişiminden iki saat sonra yapılmıştır.



Şekil 2.1. Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi ıslak laboratuvarlarında kurulan deneme sistemi

Ortalama ağırlıkları $33,273 \pm 2,01$ g olan 180 adet midye 4 besleme grubuna ayrılmıştır. Her grup ise 3 paralel oluşturmak amacıyla 15 adet midye içecek şekilde düzenlenmiştir. Midyeler akvaryumlara yerleştirilmeden önce 1-15 arasında numaralarla işaretlenerek biyometrik ölçümleri (en, boy, yükseklik ve ağırlık) yapılmıştır.



Şekil 2.2. Biyometrik ölçümlerden önce işaretlenmiş olan midyeler



Şekil 2.3. İşaretlenerek deneme sistemine yerleştirilmiş *Unio crassus* tatlısu midyeleri

2.3. Kullanılan Besinler ve Grupların Oluşturulması

Midyelerin beslenmesinde kurutulmuş *Schizochytrium limacinum* (MarinBio, Türkiye, 2017) türü alg ve *Arthrospira maxima* (Hana Spirulina, Türkiye, 2017) türü ticari kuru alg kullanılmıştır. Diyetlerde kullanılan *S. limacinum* türü yüksek lipit içeriği ve DHA (%16) içeriğine sahiptir ve denizel bir tür olduğu için *U. crassus* türünün doğal ortamında bulunmamaktadır. Fermantasyon yoluyla laboratuvar koşullarında üretilebilmesi de küçük alanlarda oldukça yoğun üretiminin yapılabilmesini sağlamaktadır. *S. limacinum* bu özellikler nedeniyle tez çalışmasında kullanılmak üzere tercih edilmiştir. Denemede kullanılan ürün spreyle kurutulmuş bir üründür. Bu kurutma işleminden önce algler tatlısu ile yıkanarak hem besin ortamından hem de tuzundan mümkün olduğunca arındırılmaktadır. Dolayısıyla tuzdan kaynaklanabilecek tat ve seçicilik problemlerinin en aza indirgenmiştir.

Deneme gruplarını oluşturmak amacıyla iki türün çeşitli oranlarda karışımından oluşan diyetler hazırlanmıştır. Denemede SP100, SP70, SP30, SP0 olarak adlandırılan besin grupları sırasıyla; 100:0, 70:30, 30:70 ve 0:100 (*A. maxima*:*S. limacinum*) oranlarında karışımlar hazırlanarak oluşturulmuştur.

Çizelge 2.1. Denemede kullanılan besin gruplarının yaklaşık besin kompozisyonları

	SP100	SP70	SP30	SP0
Protein (%)	68,00	52,10	30,90	15,00
Yağ (%)	11,50	20,05	31,45	40,00
Nem (%)	6,50	6,05	6,95	5,00
Kül (%)	11,0	14,30	18,70	22,00

Günlük besin miktarı, ön çalışma yapılarak midyelerin süzme kabiliyetine göre belirlenmiştir. Kuru algler her akvaryum için litrede 0,01 g olacak şekilde hassas terazi ile tartılarak kullanılmıştır.

Çizelge 2.2. Denemede kullanılan örnek besin oranları

	SP100	SP70	SP30	SP0
<i>A. maxima</i>	10 g	7 g	3 g	0 g
<i>S. limacinum</i>	0 g	3 g	7 g	10 g



Şekil 2.4. Çalışmada kullanılan kuru alglerin homojenize edilmesi

Tartılan algler suda homojen bir dağılım oluşturması için az miktarda tatlısu ile süspansiyon oluşturulduktan sonra IKA T18 homojenizatör (6.000 rpm) ile homojenize edilmiştir. Besinler günlük olarak hazırlanıp tanklara mezür yardımı ile hesaplanan oranlarda verilmiştir. Bu işlemler sırasında bekleyen alg süspansiyonunun

çökmesini önlemek amacıyla MTOPS MS300HS marka manyetik karıştırıcı kullanılarak homojen kalması sağlanmıştır.



Şekil 2.5. Midyelerin beslenmesi sırasında alg süspansiyonunun homojen kalması için kullanılan manyetik karıştırıcı

2.4. Biyometrik Ölçümler

Midyelerin kabuk ebatlarının saptanması ve biyometrik hesaplamaların yapılabilmesi amacıyla, boy (Şekil 2.5.), en (Şekil 2.6.) ve yükseklik (Şekil 2.7.) ölçümleri ± 1 mm hassasiyetli metal kumpas ile gerçekleştirilmiştir.



Şekil 2.6. A) *Unio crassus*'un kabuk boyu, anterior valf kenarından posterior valf kenarına kadar olan mesafe, B) *Unio crassus*'un kabuk eni, valf dorsal kenarından ventral kenarına kadar olan mesafe, C) *Unio crassus*'un kabuk yüksekliği, iki valf arası yükseklik

Ağırlık ölçümlerinde 0,001 g hassasiyetli dijital terazi kullanılmıştır. Deneme başlangıcında ve bir aylık besleme çalışmasının ardından canlı ağırlık ölçümleri, midyeler sistemden çıkartılıp kurulandıktan sonra yapılmıştır. Kabuk ve et ağırlık ölçümleri için sistemden çıkarılan midyelerin anterior ve posterior kapama kasları kesilerek et ve kabuklar birbirinden ayrılmıştır. Ayrılan etler kurutma kâğıdı üzerine alınarak fazla suyun uzaklaşması sağlanmıştır ve tartımları yapılmıştır.



Şekil 2.7. *U. crassus* bireylerinin ağırlık ölçümleri (sol: canlı ağırlık, orta: kabuk ağırlığı, sağ: et ağırlığı)

2.5. Biyometrik Hesaplamalar

Unio crassus'un biyometrik ölçümleri sonucu elde edilmiş canlı ağırlık, kabuk ağırlığı, et ağırlığı, boy, en ve yükseklik verileri kullanılarak et verimliliği ve büyüme performansına dair hesaplamalar yapılmıştır.

Midyelerin büyüme performanslarının izlenmesinde başlangıç ve son ölçümler arasındaki değişimlerin ortalamaları kullanılmıştır. Her grup için ağırlıkça spesifik büyüme oranı (SBO) (n=45), canlı ağırlık artış oranı (CAA) (n=45), kabuk ağırlık artış oranı (KAA) (n=15), et ağırlık artış oranı (EAA) (n=15), yüzdesel su oranı (YSO) (n=15), hacim (H) (n=45), hacimsel kabuk büyüme oranı (HBO) (n=45), kondisyon faktörleri (K) (n=45) yaş et verimi (YEV) (n=15) ve yem değerlendirme oranı (YDO) (n=45) 30 günlük periyot sonunda elde edilen veriler kullanılarak hesaplanmıştır.

SBO hesaplaması için denklemde (2.1), ilk ağırlık (W_2), son ağırlık (W_1) ve deneme süresi (T_2-T_1) değerleri kullanılmıştır. CAA hesaplanmasında son ölçülen canlı ağırlık

(W₂) ile ilk ölçülen ağırlık (W₁) arasındaki farklar hesaplanarak ortalamaları denklemden (2.2) kullanılmıştır.

$$SBO = \frac{\ln W_2 - \ln W_1}{T_2 - T_1} \times 100 \quad (2.1)$$

$$CAA = \frac{W_2 - W_1}{W_1} \times 100 \quad (2.2)$$

KAA hesaplamasında son kabuk ağırlığı (W_{K2}) ile ilk kabuk ağırlığı (W_{K1}) arasındaki farkların ortalaması kullanılmıştır (2.3). EAA hesaplamasında son et ağırlığı (W_{E2}) ile ilk et ağırlığı (W_{E1}) arasındaki farkların ortalaması kullanılmıştır (2.4).

$$KAA = \frac{W_{K2} - W_{K1}}{W_{K1}} \times 100 \quad (2.3)$$

$$EAA = \frac{W_{E2} - W_{E1}}{W_{E1}} \times 100 \quad (2.4)$$

$$YSO = \frac{W_2 - (W_{K2} + W_{E2})}{W_2} \times 100 \quad (2.5)$$

YSO hesaplanmasında, son ölçümlerde elde edilen et ağırlıkları ile kabuk ağırlıkları toplamının toplam canlı ağırlıkla arasındaki farkı kullanılmıştır (2.5). Kabuk Hacminin (H) hesaplamasında kabuk ebatlarının (en x boy x yükseklik) çarpımları kullanılmıştır (2.6).

$$H = E_n \times Boy \times Yükseklik \quad (2.6)$$

Hacimsel kabuk büyüme oranı (HBO) hesaplanan hacim (H) değerlerinin ortalamaları kullanılmıştır (2.7). Yaş et veriminin (YEV) hesaplanmasında ise yaş et ağırlığının toplam ağırlığa oranı kullanılmıştır (2.8). Yem değerlendirme oranının (YDO) hesaplanması için denkleme verilen yem oranının ağırlık kazancına oranı kullanılmıştır (2.9).

$$HBO = \frac{H_2 - H_1}{H_1} \times 100 \quad (2.7)$$

$$YEV = \frac{W_{E2}}{W_2} \times 100 \quad (2.8)$$

$$YDO = \frac{\text{Toplam Yem}}{W_2 - W_1} \quad (2.9)$$

2.6. Biyokimyasal kompozisyon

Biyokimyasal kompozisyon analizleri Muğla Sıtkı Koçman üniversitesi Su ürünleri Fakültesi İşleme Teknolojisi Laboratuvarlarında gerçekleştirilmiştir. Son ölçüm gününde her akvaryumdan 5 adet olmak üzere her gruptan 15 midyenin eti biyometrik ölçümlerin ardından etleri ayrılıp -20°C dondurucuda dondurularak analizlerin yapılacağı zamana kadar muhafaza edilmiştir ve analizlere başlanmadan önce çözümleri sağlanmıştır. Bu analizlerde kontrol grubu olarak kullanılan midye etleri, deneme başlangıcında doğadan toplanan midyelerden temin edilmiştir. *U. crassus* etlerinin ham yağ, ham protein, nem ve kül miktarları AOAC' ye göre yüzdesel olarak hesaplanmıştır. Ham protein analizleri AOAC 928.08 (2002)'ye göre Kjeldahl metodu kullanılarak yapılmıştır. Ham yağ içeriği Bligh ve Dyer (1959) metodu kullanılarak tespit edilmiştir. Nem analizleri için AOAC (1995) yönergeleri ve kül analizleri için AOAC 950.46 (1990) yönergeleri uygulanmıştır. Midye etlerinde yağ asidi profilinin tespiti ise AOAC 996.06 (2001)'e göre gerçekleştirilmiştir.

2.7. İstatistiksel Hesaplamalar

Tez çalışmasında gerçekleştirilen her karşılaştırma için Microsoft Office EXCEL 2016 programı kullanılarak t-testi ve tek yönlü Anova testi yapılmıştır. Analiz sonucu $p < 0,05$ olduğunda istatistiksel olarak önemli farklılık olarak tanımlanmıştır.



3. BULGULAR VE İRDELEME

3.1. Büyüme Performansı

Çalışma başlangıcında, et veriminin ve besinsel kompozisyonun belirlenebilmesi için tüm popülasyon arasından rastgele seçilen 15 adet midyenin kapama kasları kesilerek et ve kabukları ayrılmıştır. Canlı ağırlıkları, yaş et ağırlıkları ve kabuk ağırlıkları ölçülerek, yüzde su oranları ve yüzde et verimleri hesaplanmıştır (Çizelge 3.1.).

Çizelge 3.1. Deneme başlangıcında besinsel kompozisyonun belirlenmesi amacıyla örneklenen midyelerin (kontrol) ortalama canlı ağırlıkları, et ağırlıkları, kabuk ağırlıkları ve su tutma oranları

	Canlı Ağırlık (g)	Yaş Et Ağırlığı (g)	Kabuk Ağırlığı (g)	Et Verimi (%)	Su Tutma Oranı (%)
Kontrol	32,409 ±1,429	6,707±0,591	17,578±0,967	20,699 ±1,643	25,079±0,835

Kalan midyeler adaptasyon sürecinden sonra standart sapmayı en aza indirmek amacıyla ağırlıklarına göre sınıflandırılmıştır. Bu midyeler arasından standart sapması en düşük olan gruptaki midyelerden rastgele 180 adet seçilmiştir. Daha sonra ortalama boy (5,913 ±0,204 mm), yükseklik (2,351 ±0,077 mm), en (4,189±0,188 mm) ve canlı ağırlıkları (33,278 ±2,015 mm) ölçülmüştür ve denemede planlanan gruplara (SP100, SP70, SP30, SP0) ayrılarak bireysel olarak numaralarla işaretlenmiştir.

Deneme sonunda tüm deneme gruplarında yaşama oranının %100 olduğu görülmüştür. Deneme sonunda elde edilen ölçümler Çizelge 3.2.'te gösterilmiştir. Bu ölçümlere göre kabuk ebatlarında herhangi bir istatistiksel değişimin olmadığı saptanmıştır ($p<0,05$). Bilindiği üzere tatlısu midyeleri yavaş büyüyen, genellikle kabuk gelişimleri yavaş olan canlılardır. Ayrıca midyelerin yaşının ve boyunun arttıkça büyüme hızlarının azaldığı da bildirilmektedir (Karayücel vd., 2003; Yalçın, 2006). Bu nedenle, özellikle yetişkin midyeler üzerinde kısa süreli yapılan çalışmalarda, boyca büyümelere dair ölçülebilir veya karşılaştırılabilir verilerin elde edilmesi oldukça güç olmaktadır (Nobles ve Zhang, 2015). Yapılan uzun süreli çalışmalarda da boyca

büyümenin yavaş olduğu net bir şekilde ortaya konulmaktadır. Yalçın (2006) *Unio pictorum* türünde yıllık boyca büyüme oranının %1,57, Başçınar vd. (2003) *Anodonta cygnea* türünde boyca oransal büyümenin %10,12 olduğunu bildirmektedir. O'Beirn vd. (1998) yaptığı 22 haftalık denemede *Villosa iris* türü unionid tatlısu midyesinde 2,7 mm'lik büyüme rapor etmiştir. Aynı çalışmada, bazı araştırmacılar (Gatenby vd., 1997) tarafından çeşitli yetiştiricilik ortamlarında aynı tür midye ile 20 haftada 1,8 mm, 39 haftada 2.9 mm büyüme elde edildiğinden bahsedilmiştir. Neves ve Widlak tarafından yapılan çalışmada çeşitli tatlısu midyesi türlerinin 1 yılda ortalama 2,7 mm boyca büyüme gösterdikleri bildirilmiştir (Neves ve Widlak, 1987; O'Beirn vd., 1998). Ercan ve Tarkan (2014) tarafından gerçekleştirilen çalışmada da *U. crassus* türünün kabuk uzunluğuna dair yıllık büyüme verilerinin istatistiksel bir öneme sahip olmadığı tespit edilmiştir. Ancak kabuk yüksekliğinde (%6-10), eninde (%4-6) ve kabuk ağırlıklarında istatistiksel olarak önemli derecede büyüme rapor etmişlerdir. Kabuk ebatlarında istatistiksel olarak önemli bir değişimin görülmemesi 4 haftalık besleme sonucunda beklenen bir sonuç olmuştur. Kabuk ölçülerinde bir artışın görülmemesinin sebebi olarak bu tür midyelerin doğası gereği yavaş büyümesi gösterilebilmektedir. Ayrıca midyelerde yapılan teknik ölçümlerde, kabuk kenarlarının yuvarlak hatlara sahip olması, kabuk üzerindeki ölçüm noktalarının her ölçüm sırasında kesin olarak saptanmasını zorlaştırmaktadır. Bu nedenle kabuk boyutundaki artışın düşük olduğu durumlarda 1 mm hassasiyette ölçümlerin yapılmış olması ancak ölçüm sırasında kullanılan kumpasın konumundan doğacak hataları gidermede yeterli olabilmektedir. Tatlısu midyelerinde yapılan çalışmalarda midyelerin kabuklarıyla ilgili değerlendirilebilir sonuçların elde edilmesinin zor olmasına karşın, yoğun beslenme rejimine tabi tutulan midyelerde ağırlık artışının takibi kısa süreli çalışmalarda bile mümkün olabilmektedir.

Yapılan 30 günlük besleme çalışmasında %100 *A. maxima* türü ile beslenen SP100 grubunda 45 midyenin ortalama başlangıç ağırlığı $33,47 \pm 1,90$ g iken son ağırlık ortalamaları $35,14 \pm 2,72$ g olarak belirlenmiştir. %70 *A. maxima* ve %30 *S. limacinum* içeren diyetle beslenen SP70 grubunda ilk ağırlıkların ortalaması $33,29 \pm 1,88$ g iken son ağırlık ortalamaları $34,61 \pm 1,90$ g olarak bulunmuştur. %30 *A. maxima* ve %70 *S. limacinum* içeren diyetle beslenen SP30 grubunda $33,16 \pm 1,91$ g olan ilk ağırlık deneme sonunda $33,21 \pm 2,07$ g olarak belirlenmiştir. %100 *S. limacinum* ile beslenen

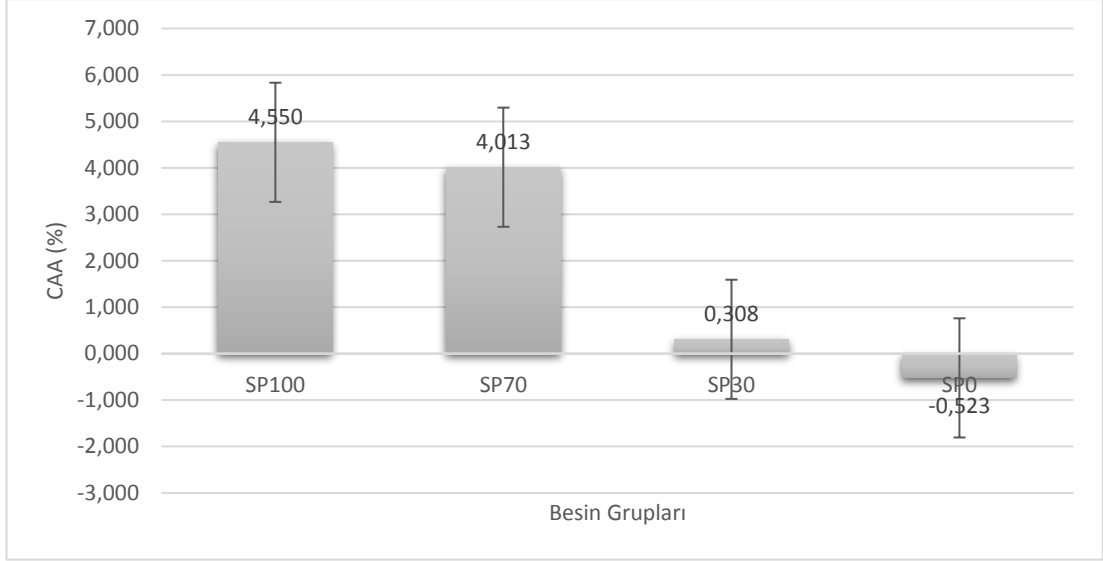
SP0 grubunda ise $33,20 \pm 2,30$ g olan ortalama ilk ağırlık çalışma sonunda $33,031 \pm 2,41$ g olarak saptanmıştır (Çizelge 3.2.).

**Tablo 3.2. Denemede elde edilen ortalama kabuk ebatları, canlı ağırlıklar ve bu verilerle hesaplanan ağırlık-
ça spesifik büyüme oranı (SBO), yüzdesel canlı ağırlık artışı (CAA) ve yem değerlendirme oranı
(YDO).**

	SP100	SP70	SP30	Sp0
İlk Boy (mm)	5,92 \pm 0,211	5,93 \pm 0,161	5,91 \pm 0,187	5,88 \pm 0,243
Son Boy (mm)	5,93 \pm 0,214	5,94 \pm 0,163	5,94 \pm 0,181	5,91 \pm 0,206
İlk En (mm)	4,05 \pm 0,207	4,25 \pm 0,142	4,25 \pm 0,164	4,19 \pm 0,160
Son En (mm)	4,13 \pm 0,152	4,15 \pm 0,148	4,13 \pm 0,172	4,09 \pm 0,151
İlk Yükseklik (mm)	2,36 \pm 0,077	2,34 \pm 0,069	2,34 \pm 0,078	2,34 \pm 0,083
Son Yükseklik (mm)	2,41 \pm 0,063	2,4 \pm 0,071	2,36 \pm 0,083	2,34 \pm 0,080
İlk Ağırlık (g)	33,47 \pm 1,906	33,28 \pm 1,888	33,15 \pm 1,918	33,20 \pm 2,302
Son Ağırlık (g)	35,14 \pm 2,272	34,61 \pm 1,909	33,21 \pm 2,070	33,03 \pm 2,413
Ağırlık Artışı (g)	1,66 \pm 1,323 ^a	1,32 \pm 0,837 ^a	0,05 \pm 1,911 ^b	-0,170 \pm 0,605 ^b
SBO (%)	0,14 \pm 0,099 ^a	0,13 \pm 0,081 ^a	0,004 \pm 0,191 ^b	-0,018 \pm 0,062 ^b
CAA (%)	4,55 \pm 3,623 ^a	4,01 \pm 2,586 ^a	0,30 \pm 5,730 ^b	-0,522 \pm 1,841 ^b
YDO	1,20	1,51	35,42	-

Sayıların yanındaki harfler gruplar arasındaki istatistiksel farklılıkları belirtmektedir ($p < 0,05$). Aynı işaretli gruplar arasında istatistiksel farklılık gözlemlenmemiştir.

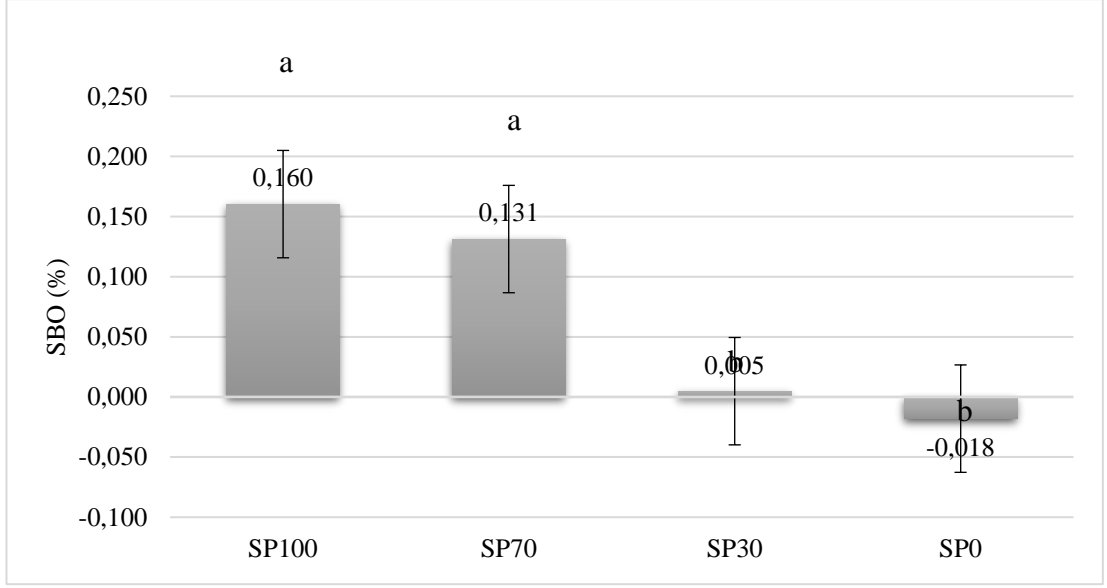
Deneme sonunda en iyi canlı ağırlık artışı gösteren grup $1,66 \pm 1,323$ g ile SP100 grubu olarak bulunmuştur. SP70 grubunda canlı ağırlık artışı ($1,32 \pm 0,837$ g), SP100 grubuna göre rakamsal olarak daha düşük bulunmasına karşın istatistiksel bir farklılık tespit edilememiştir ($p > 0,05$). *S. limacinum*'un %70 oranında kullanıldığı SP30 ve %100 oranında kullanıldığı SP0 grupları arasında ise istatistiksel olarak önemli bir artış veya azalış gözlemlenmemiştir. Ancak SP100 grubu ve SP70 grubuna dair canlı ağırlık artışları diğer iki gruba göre istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0,001$). Bu sonuçlarla birlikte midyelerin 4 haftalık yüzdesel canlı ağırlık artışları da hesaplanarak Şekil 3.1.'de verilmiştir.



Şekil 3.1. *U. crassus*'un bir aylık çalışma sonunda yüzdesel canlı ağırlık artışı (CAA). Farklı harfler istatistiksel farklılıkları temsil etmektedir.

Buna göre, %4,55 ortalaması ile en yüksek yüzdesel canlı ağırlık artışı (%CAA) SP100 grubunda tespit edilmiştir. İkinci en iyi büyümeyi %4,01 ile SP70 grubu sağlarken SP100 grubu ile aralarında istatistiksel bir farka rastlanmamıştır ($p>0,05$). SP100 ve SP70 gruplarının her biri SP30 (%0,308) ve SP70 (%-0,523) gruplarına göre yüksek oranda istatistiksel farklılık göstermiştir ($p<0,001$). Ercan ve Tarkan (2014), tatlısu midyesi *U. crassus*'un farklı tuzluluk miktarlarına toleransını inceledikleri çalışma sonucunda ideal olarak değerlendirdikleri tuzluluk seviyesinde (%1,5) en iyi büyümenin doğal ortamda yıllık %19,29 canlı ağırlık artışı ile gerçekleştiğini bildirmişlerdir. Doğal koşullarda gerçekleşen bu artışa karşın yoğun yetiştiricilik koşullarında %4,55'lik canlı ağırlık artışının gözlenmesi *U. crassus* türünün yetiştiricilikte başarılı sonuçlar göstereceğine işaret etmektedir.

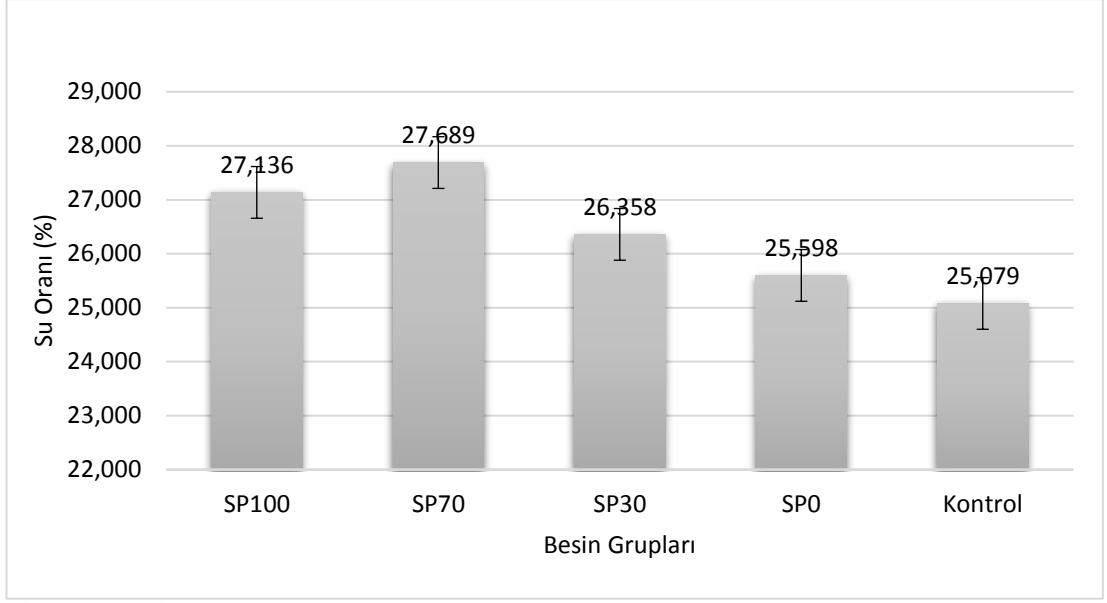
Ağırlıkça SBO (Şekil 3.2.) değerlerinde, SP100 (%0,160) ve SP70 (%0,131) grupları arasında istatistiksel bir farklılık görülmemiştir ($p>0,05$). Ancak SP100 ve SP70 gruplarının her ikisinin de diğer iki gruptan (SP30; %0,005 ve SP0; %-0,018) istatistiksel olarak farklı olduğu saptanmıştır ($p<0,001$).



Şekil 3.2. *U. crassus* ağırlıkça spesifik büyüme oranı (SBO). Farklı harfler istatistiksel farklılıkları temsil etmektedir.

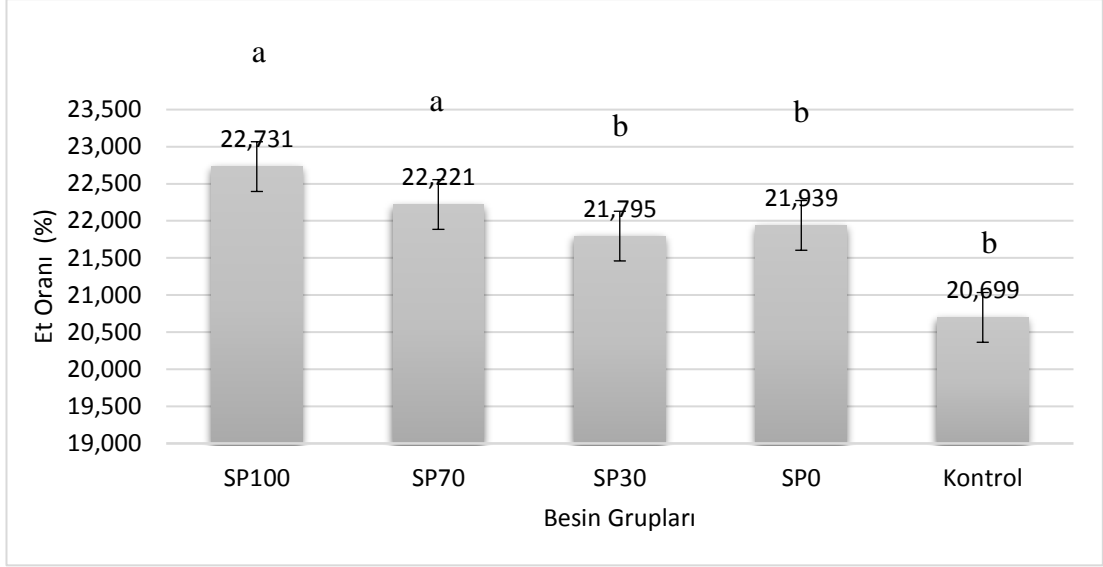
Tatlısu midyeleri üzerinde yapılan kısa süreli çalışmalarda canlı ağırlık artışı ve buna bağlı olarak spesifik büyüme oranı, büyümeyi ve kullanılan diyetin verimliliğini ölçmede eksik kalabilmektedir. Bu durum ise midyelerin kabukları ve manto tabakası arasında tuttukları su miktarının bireylerin sahip olabileceği hacimsel farklılıklara göre değişiklik göstermesiyle açıklanabilmektedir. Dolayısıyla midyelerde besinsel kompozisyonun incelenmesiyle protein ve yağ oranlarındaki farklılıklar analiz edilerek kullanılan diyetin verimliliği konusunda daha isabetli değerlendirmeler yapılabilmektedir.

Yüzdesel su oranı (YSO), SP100 grubu %27,136, SP70 grubu %27,689, SP30 grubu %26,358, SP0 grubu %25,598 ve kontrol grubu olarak değerlendirilen deneme başlangıcında kullanılan 15 adet midyede %25,079 olarak tespit edilmiştir (Şekil 3.3.). Bu değerler arasında istatistiksel olarak herhangi bir farklılık olmadığı gözlemlenmiştir ($p>0,05$).



Şekil 3.3. Tattisu midyelerinde yüzdesel su oranı ($p>0,05$)

Deneme başlangıcında elde edilen et verimi (Şekil 3.4.) ile ilgili verilerde (kontrol) %20,699 oranı tespit edilmiştir. Deneme sonunda SP100 grubunda bu oran %22,731, SP70 grubunda %22,221, SP30 grubunda %21,795 ve SP0 grubunda %21,939 olarak saptanmıştır. Yüzde et verimi (YEV), oranlarına bakıldığında SP100 ve SP70 gruplarında kontrol grubuna göre önemli derecede istatistiksel farklılık ($p<0,05$) saptanmasına karşın SP30 ve SP0 gruplarında kontrol grubuna göre istatistiksel olarak önemli bir farklılık gözlemlenmemiştir ($p>0,05$). Başçınar (2003) çalışmasında et veriminin *A. cygnea* türü için yaklaşık %26 olduğunu bildirmiştir. İlhan (2004) ise araştırmasında *U. crassus* türünün et oranını %28 ile %34 arasında değişiklik gösterdiğini bildirmektedir. Serdar (2015) ise *U. crassus* üzerine yaptığı çalışma ile bu türün Aydın ili Çine çayında bulunan doğal stoklarına dair et verimlerinin yıllık %19-42 arasında dalgalandığı bildirilmiştir. Et verimindeki bu tür artışların mevsimsel olarak değiştiği görülse de yetiştiricilik ortamında sağlanan optimum koşulların et verimini arttıracığı bu tez çalışmasında tespit edilmiştir.



Şekil 3.4. Deneme gruplarında hesaplanan ortalama et oranlarının toplam ağırlığa göre yüzdesel oranları. Farklı harfler istatistiksel farklılıkları temsil etmektedir.

3.2. Biyokimyasal Kompozisyon

Midyelerin biyokimyasal kompozisyonları incelendiğinde genel olarak nem oranının oldukça yüksek, kül oranının ise oldukça düşük olduğu görülmektedir. Ülkemizde tatlısu midyelerinin besin içeriği üzerine yapılmış çalışmalar incelendiğinde, *Unio terminalis delicatus*'un, yaş ette %86,14 nem ve %3,44 ham kül bulunmasına karşılık %7,99 ham protein ve %1,51 ham yağ oranına sahip olduğu (Şereflişan vd., 2003), *Anodonta cygnea*'nın kuru maddede %41,66 ham protein ve %6,39 ham yağ oranına sahip olduğu (Başçınar vd., 2003), *Unio crassus*'un kuru maddede %22,06 yağ, %30,76 protein, %9,85 inorganik madde ve %37,33 karbonhidrat değerine sahip olduğu görülmektedir (İlhan vd., 2004).

Midye etinde deneme sonunda ve deneme başında elde edilen besin kompozisyonu verileri arasında tek yönlü anova testi ile istatistiksel olarak önemli bir farklılık saptanamamıştır ($p > 0,05$). SP100 grubunda protein %9,32, yağ %0,56, nem %82,90 ve kül %2,14 olarak belirlenmiştir. SP70 grubunda protein %12,31, yağ %0,52, nem %83,34 ve kül %2,33 olarak belirlenmiştir. SP30 grubunda protein %9,27, yağ %0,46, nem %80,53 ve kül %2,23 bulunmuştur. SP0 yani %100 *Schizochytrium* türü algle beslenen grupta ise protein %7,52, yağ %0,87, nem %81,49 ve kül %1,86

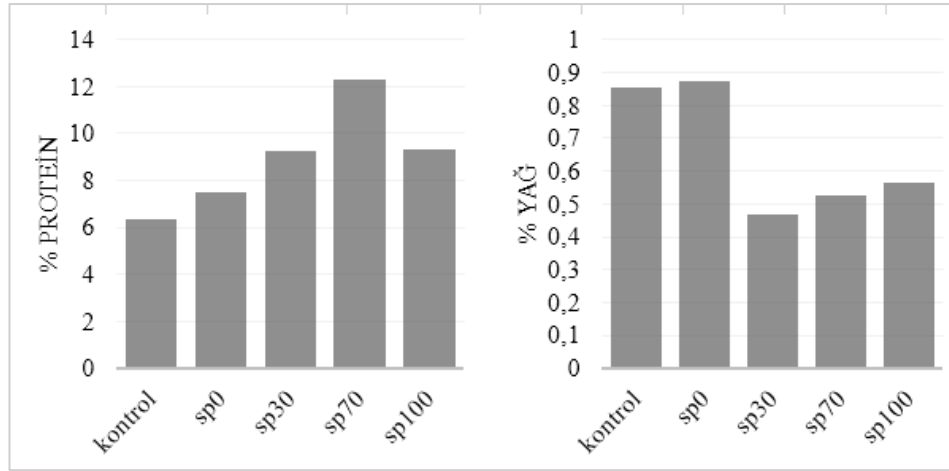
bulunmuştur. Bununla beraber kontrol grubunda ise protein %6,35, yağ %0,85, nem %80,03 ve kül %1,63 olarak hesaplanmıştır (Çizelge 3.4).

Çizelge 3.3. Deneme sonundaki ortalama canlı ağırlık, kabuk ağırlığı, et ağırlığı, kül, et verimi ve nem değerleri (p>0,05)

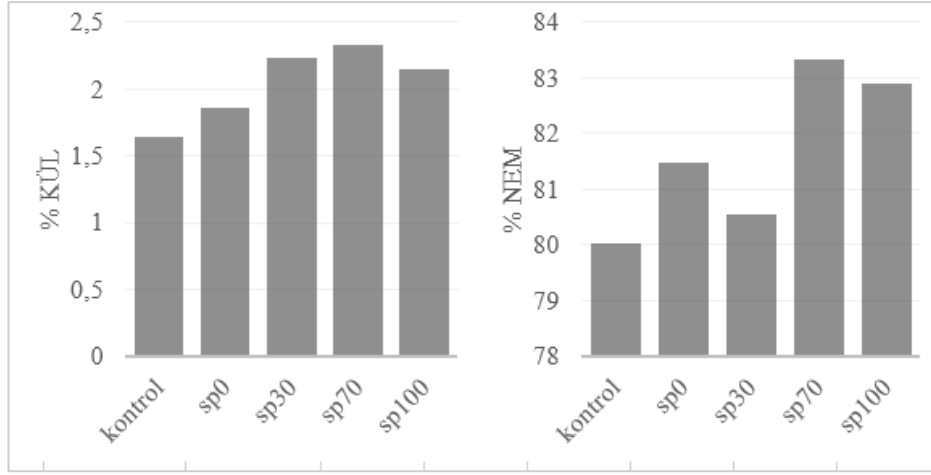
	SP100	SP70	SP30	SP0	Kontrol
Canlı Ağırlık (g)	35,31 ±2,66	33,78 ±2,08	33,97 ±1,54	33,59 ±2,43	32,41 ±1,43
Kabuk Ağırlığı (g)	17,65 ±1,04	16,89 ±0,85	17,60 ±0,82	17,62 ±1,35	17,58 ±0,59
Et Ağırlığı (g)	8,05 ±1,38	7,51 ±0,66	7,40 ±0,65	7,38 ±0,87	6,71 ±0,59
Et Verimi (%)	22,73 ±2,89	22,22 ±1,34	21,79 ±1,64	21,94 ±1,67	20,69 ±1,64
Protein (%)	9,32 ±0,93	12,31 ±4,27	9,27 ±3,58	7,52 ±0,51	6,35 ±1,02
Yağ (%)	0,56 ±0,16	0,52 ±0,07	0,46 ±0,18	0,87 ±0,35	0,85 ±0,14
Kül (%)	2,14 ±0,33	2,33 ±0,50	2,23 ±0,37	1,86 ±0,31	1,63 ±0,34
Nem (%)	82,90 ±0,54	83,34 ±1,03	80,53 ±1,47	81,49 ±0,54	80,03 ±1,94

Literatürde midye yetiştiriciliğinde karma alg diyetlerin kullanımının önemi net bir şekilde görülmektedir. Alg tabanlı diyetlerde lipit içeriğinin midyelerin gelişimi ve büyümesi ile doğrudan ilişkili olduğu bildirilmektedir (Gatenby, 1997). Ayrıca lipitlerin mollusklarda özellikle kış aylarındaki karbonhidrat eksikliğinde ve gonad gelişim evresinde enerji kaynağı olarak kullanıldığı ve ana enerji rezervi olmadığı bildirilse de (Bonnet vd., 1974), Marshall vd., (2010) tarafından yapılan çalışmada midyelerin lipitleri enerji kaynağı olarak kullandığı bildirilmektedir. Bununla beraber lipitlerin mollusklarda dahil olmak üzere su ortamında yaşayan hayvanların üremesinde ve bazal metabolizmanın enerji ihtiyacını karşılamada önemli rolü olduğuna dair çalışmalarda bulunmaktadır (Abad vd., 1995; Pazos vd., 1997). Pazos vd. (1997) ve Morais vd. (2003) ise bazı çift kabuklu (Bivalvia) türleri için üreme dönemi ve lipit içeriğinin güçlü bir ilişki içerisinde olduğunu bildirmektedir. Çift kabukluların genel olarak, alglerden besinsel yağ asitlerini alıp enerji ihtiyacı için parçaladıkları veya çeşitli formlara dönüştürerek depoladıkları bilinmektedir (Pazos vd., 1997; Ackman, 1983). Aynı zamanda lipitlerin genellikle gametogenesis için ve oositlerin enerji rezervi için çok önemli olduğu, dolayısıyla larvaların yaşama oranlarını etkilediği bildirilmektedir (Holland vd., 1978; Gallager vd., 1986; Napolitano vd., 1992; Pazos vd., 1997; Lazzara vd., 2012).

Lipitlerin bu kadar önemli olması nedeniyle midyelerin diyetlerindeki önemi de oldukça artmaktadır. Tatlısu midyelerini koruma yöntemlerinde bahsi geçen yoğun larva üretimi yönteminde yetişkin midyelerin kontrollü şartlar altında uzun süreli yaşamasını sağlamak ve üreme performansının maksimize edilmesini sağlamak çalışmaların devamlılığını sağlamak açısından önemlidir. Bu nedenle denemede kullanılan *A. maxima* türünün yüksek protein oranı midyelerin protein ihtiyacını karşılaması amacıyla seçilmiştir. *S. limacinum* türü ise yüksek lipit oranı ve içeriğindeki yüksek DHA oranı nedeniyle midyelerin yağ ihtiyacını ve dolayısıyla enerji ihtiyacını karşılaması amacıyla seçilmiştir. Protein ve yağ oranlarında deneme sonunda bireyler arasında farklılıklar meydana gelmiş olsa da bu farklılıkların istatistiksel olarak önemli olmadığı tespit edilmiştir. Bununla beraber bu artış oranların ve gruplar arasındaki farklılıkların bir düzen gösterdiği görülmüştür. Dolayısıyla daha uzun süreli denemelerde istatistiksel olarak önemli farklılık ortaya çıkabileceği tahmin edilmektedir. Tamamen *A. maxima* (SP100) kullanılan diyetle midyelerin protein oranı ortalama %9,32 ve yağ oranı ortalama %0,56 olarak belirlenmiştir. Bununla beraber, %70 oranında *A. maxima* ve %30 oranında *S. limacinum* (SP70) kullanılan grupta ortalama protein içeriğinin %12,31 ve yağ içeriğinin ortalama %0,52 olduğu tespit edilmiştir (Şekil 3.5.).

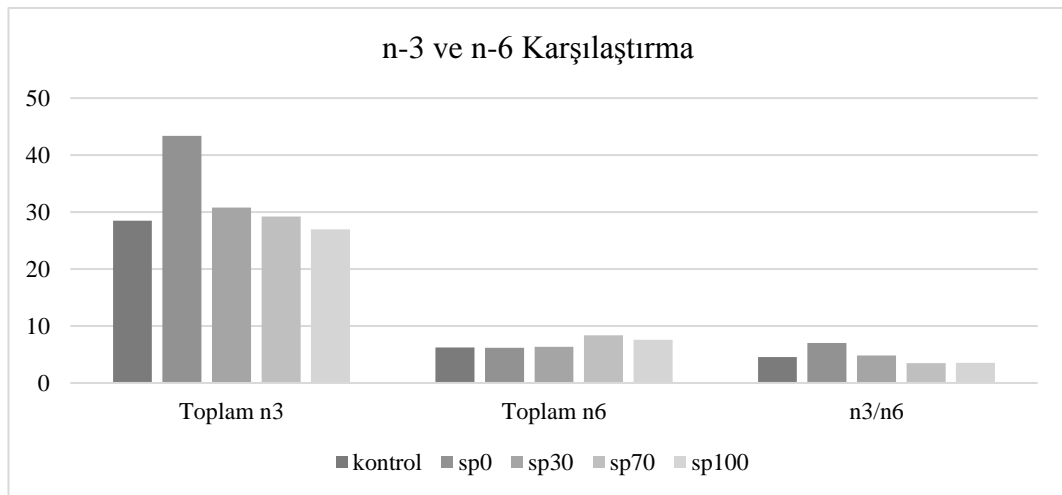


Şekil 3.5. Denemede midye etinde elde edilen ham protein (sol) ve ham yağ (sağ) oranları

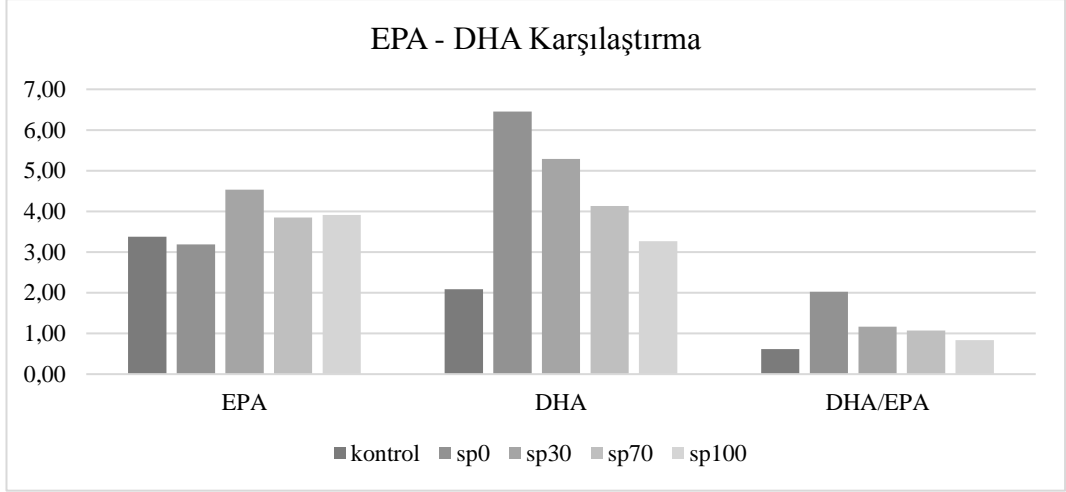


Şekil 3.6. Denemede midye etinde elde edilen ham kül (sol) ve ham nem (sağ) oranları

Gruplar arasındaki bu farklılıkların çeşitli nedenleri olması mümkündür. Örneğin midyelere, SP100 grubunda enerji kaynağı olarak yeterli miktarda lipid kaynağı sağlanamaması nedeniyle bu gruptaki bireylerin bünyelerine aldıkları proteinin bir kısmını enerji ihtiyaçları için kullanmış olabileceği söylenebilmektedir. Başka bir ihtimal olarak da midyelerin ortamdaki besinleri bünyelerine aldıktan sonra, sindirimden hemen önce boyutlarına veya besinsel kompozisyonlarına göre sınıflandırma ve seçici özelliğinden doğabilecek problemler (besinin sindirime girmeden bünyeden atılması) göz önünde bulundurulmalıdır. Bu iki olasılık arasında ayırım yapabilmek amacıyla midye etlerinde yağ asit kompozisyonları incelenmiştir (Şekil 3.7., Şekil 3.8.).



Şekil 3.7. Midye etinde deneme sonunda elde edilen yağ asit kompozisyonları; n-3 ve n-6 yağ asitlerinin karşılaştırılması



Şekil 3.8. Midye etinde deneme sonunda elde edilen yağ asit kompozisyonları; EPA ve DHA oranlarının karşılaştırılması

Midye etlerinin yağ asit kompozisyonuna göre tüm gruplarda midyelerin beslenme aktivitesi gerçekleştirdiği söylenebilmektedir. Bununla beraber, midyenin beslenme aktivitesinde, sudan yüzdesel olarak ne kadar alg süzdüğünü veya ne kadar algin değerlendirilmeden atıldığını belirleyebilmek için ayrı bir çalışma yürütülmesi yararlı olacaktır. Özellikle DHA içeriğinin SP0 grubunun etlerinde en yüksek çıkması ve *S. limacinum* miktarının diyetdeki azalışıyla orantılı olarak DHA miktarının da diğer gruplarda azalması bu durumu desteklemektedir.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Tatlısu midyelerinden *U. crassus* türü her ne kadar ülkemizde ve bölgemizde iyi miktarda bulunsa da Avrupa’da sanayi devriminin ardından kirlenen su kaynaklarında tükenmekte olan bir tür haline gelmiştir. Günümüzde bu türle ilgili popülasyonları koruma uygulamalarına dahil olan araştırmalar kuluçkahane aşamalarına kadar genişletilmiş vaziyettedir. Bu çalışmalar kapsamında kullanılan alg tabanlı diyetler midyelerin en önemli besin kaynaklarını oluşturmaktadır. Bu diyetlerde tek tür alg kullanımı yerine iki ya da daha fazla alg türünün karışımından faydalanılmasının yetiştiricilikteki verimliliği arttırdığı bilinmektedir. Bunun nedeni olarak ta midyelerin protein ve yağ gibi farklı besleyici bileşenleri farklı amaçlarla kullanmaları gösterilmektedir. Bazı araştırmacılara göre yağlar, midyelerde birincil enerji kaynağı olarak kullanılmaktadır. Esansiyel yağ asitleri; DHA (docosahexaenoic acid, 22:6n-3), EPA (eicosapentaenoic acid, 20:5n-3) ve ARA (arachidonic acid, 20:4n-6) ise büyüme ve gelişim için önemli olduğu bildirilmektedir (Sargent vd.,1997; Pettersen, 2010).

Bu çalışmayla *U. crassus* türünün yetiştiriciliği ile ilgili alternatif bir diyet oluşturulması amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda yukarıda bahsedilen lipit oranı ve protein oranı yüksek olan iki farklı kurutulmuş formdaki ticari alg türünün çeşitli oranları karıştırılarak midyeler üzerindeki biyokimyasal ve biyometrik değişimler takip edilmiştir. Yapılan literatür araştırmasında *U. crassus* türünün besinsel içeriklerine dair yapılan çalışmaların kısıtlı olması nedeniyle karşılaştırılabilir bilimsel verilere ulaşımın da kısıtlı olduğu görülmüştür.

S. limacinum türünün diyetle artan oranı ile midye etinde de orantılı şekilde DHA artışının görülmesi midyenin denizel bir tür olan bu alg türünden kısmen de olsa faydalanabildiğini göstermiştir.

Sonuç olarak, *U. crassus* türü tatlısu midyesinin enerji ihtiyacını karşılamak ve etteki protein oranını korumak amacıyla diyetle, *A. maxima* türüne ilave olarak %30 oranında *S. limacinum* türünün kullanımının bu türün yetiştiriciliği ve anaç midye bakımı için oldukça faydalı olduğu bu tez çalışmasında ortaya konmuştur. Ayrıca kurutulmuş alg türlerinin midye yetiştiriciliğinde kullanımının, farklı besin kompozisyonlarına sahip

oldukça geniş bir alg türü yelpazesine hızlı ve kolay ulaşılması, uzun süreli depolamaya olanak sağlaması ve midye üretim tesislerinde canlı alg kültürüne bağımlılığı azaltması gibi birçok fayda sağlayacağı düşünülmektedir. Bunlara ek olarak, bu tez çalışması sırasında *U. crassus* türü ile ilgili olarak stok yoğunluğu, filtrasyon hızı, optimum sıcaklık ihtiyacı, optimum su akıntısı gibi verilerinde deneysel ortamda araştırılmasının yararlı olabileceği ortaya çıkmıştır. Ayrıca midye etinde, histolojik incelemelerin yapılarak kas dokusundaki değişimlerin, artan DHA oranına göre sıcaklık toleransının veya osmotik şok toleransının nasıl etkilendiği ile ilgili çalışmaların yapılması da bu türün yetiştiriciliğinin optimum düzeye getirilmesine önemli ölçüde katkı sağlayacaktır.



KAYNAKLAR

- Abad M., Ruiz C., Martinez D., Mosquera G. ve Sánchez JL. (1995) Seasonal variations of lipid classes and fatty acids in flat oyster, *Ostrea edulis*, from San Cibrán (Galicia, Spain). *Comp Biochem Physiol*, 110C:109–18.
- Ackman, R.G. Fatty acid metabolism of bivalves. In: Bio- chemical and Physiological Approaches to Shellfish Nutrition. Proc. 2nd Int. Conf. Aquaculture Nutr., World Mariculture Soc. Spec. Publ. No. 2. Louisiana State University Louisiana; 1983:358–376.
- AOAC (1990) Official Methods of Analysis (13th Ed.) Association of Official Analytical Chemists, Official method 950.46, Washington, D.C., USA.
- AOAC (1995) Official Methods of Analysis, (14th. Ed.) Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC., USA.
- AOAC (2001) Official Method 996.06 Fat (Total, Saturated and Unsaturated) In Foods, Hydrolytic Extraction Gas Chromatographic Method, First Action 1996 Revised 2001.
- AOAC (2002) Protein content in meat. 928.08. Official Method of Analysis (17th ed.). Gaithersburg, Maryland: Association of Official Analytical Chemists.
- Andersen, V., Maage, A. ve Johannessen, P.J. (1996) Heavy Metals in Blue Mussels (*Mytilus Edulis*) in the Bergen Harbor Area, Western Norway, *Bull Environ Contamin Toxicol*, 57 (4): 589–96.
- Arney, B., Liu, W., Falconer I., McKinley, R.S. ve 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 GeoduckClam (*Panopea Generosa*), *Aquaculture*, 444: 117–33.
- Babuín, J.W. (2009) *Evaluation of live phytoplankton and live algae substitute diets for feeding juvenile oysters (Crassostrea gigas) in nursery culture*. M.Sc. Thesis, Memorial University of Newfoundland.

- Baden, D.G. ve Trainer, V.L. (1993) Chapter 3 - Mode of Action of Toxins of Seafood Poisoning, 50-74, Falconer I. (editör), *Algal Toxins in Seafood and Drinking Water*, 1. Baskı, Academic Press Ltd, Amerika birleşik devletleri, 244s.
- Baeyens, W., Yue G., Galan, S.D., Bilau, M., Larebeke, N.V. ve Leermakers, M. (2009) Dietary Exposure to Total and Toxic Arsenic in Belgium: Importance of Arsenic Speciation in North Sea Fish. *Mol Nutr Food Res*, 53 (5): 558–65.
- Bailey, K. ve Worboys B.D. (1960) The lamellibranch crystal- line style. *Biochemical Journal* 76: 487.
- Barclay, W., Weaver, C., Metz, J., 2005. *Development of a docosahexaenoic acid production technology using Schizochytrium: a historical perspective*. AOCS Press, Champaign, 36–52.
- Başçınar, S., Polat, H., Mısıır, D. S. ve Zengin, B. (2003) Çıldır Gölü tatlı su midyelerinin popülasyon parametrelerinin tespiti ve ekonomik olarak değerlendirme İmkânları, (TAGEM/HAYSÜD/2001/09/02/02). *Proje sonuç raporu*. Su Ürünleri Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Trabzon.
- Bligh, E.G. ve Dyer, W.J. (1959) A rapid method of total lipid extraction and purification. *Can. J. Biochem. Physiol.* 37:911-917.
- Bogan, A.E. (2008) Global Diversity of Freshwater Mussels (Mollusca, Bivalvia) in Freshwater, *Hydrobiologia*, 595 (1): 139–47.
- Boeing, P. (1997) Use of spray-dried *Schizochytrium* sp. as a partial algal replacement for juvenile bivalves, *J. Shellfish Res.*, 16: 284.
- Bonnet J.C., Sidwell V.D. ve Zook E.G. (1974) Analysis of competitive interactions between the limpets *Patella depressa* Pennant and *Patella vulgata* L. in the northern coast of Portugal, *Mar. Fish. Rev.*, 36: 8-14
- Bouchet, P., Falkner, G. ve Sedon, M.B. (1999) Lists of Protected Land and Freshwater Molluscs in the Bern Convention and European Habitats Directive: Are They Relevant to Conservation?, *Biol Conserv*, 90 (1): 21–31.
- Box, J.B., Howard, J., Wolf, D., O'Brein, C., Nez, D. ve Close, D. (2006) Freshwater Mussels (Bivalvia: Unionoida) of the Umatilla and Middle Fork John Day Rivers in Eastern Oregon, *Northwest Sci.*, 80(2).

- Bricelj, V.M., ve Shumway, S.E. (1998) Paralytic Shellfish Toxins in Bivalve Molluscs: Occurrence, Transfer Kinetics and Biotransformation Paralytic Shellfish Toxins in Bivalve Molluscs: Occurrence, Transfer Kinetics, and Biotransformation, *Reviews in Fisheries Science*, 6 (4): 315–83.
- Bringolf, R.B., Cope, W.G., Eads, C.B., Lazaro, P.R., Barnhart M.C., ve Shea D. (2007) Acute and Chronic Toxicity of Technical-Grade Pesticides To Glochidia and Juveniles of Freshwater Mussels (Unionidae), *Environ Toxicol Chem*, 26 (10): 2086.
- Caers, M., Coutteau, P., Lombeida, P. ve Sorgeloos, P. (1998) The effect of lipid supplementation on growth and fatty acid composition of *Tapes philippinarum* spat, *Aquaculture*, 162:287–299.
- Carvalho, F., Lima, P., Goncalves, F., Russel-Pinto, F. ve Machado, J. (2004) Development of suitable maintenance diet for *Anodonta cygnea*, *Journal of World Aquaculture Society*, 35(2): 189–198.
- Cavalier-Smith, T., Allsopp, M.T.E.P. ve Chao, E.E. (1994) Thraustochytrids are chromists, not fungi: 18s rRNA signatures of Heterokonta, *Philos. Trans. R. Soc. Lond.*, 346: 387-397.
- Carroll, M.L., Johnson, B.J., Henkes, G.A., McMahon, K.W., Voronkov, A., Ambrose W.G. ve Denisenko, S.G. (2009) Bivalves as Indicators of Environmental Variation and Potential Anthropogenic Impacts in the Southern Barents Sea, *Mar Pollut Bull.*, 59: 193–206.
- Cevik, U., Damla, N., Kobya, A.I., Bulut, V.N., Duran, C., Dalgıç, G. ve Bozacı, R. (2008) Assessment of Metal Element Concentrations in Mussel (*M. Galloprovincialis*) in Eastern Black Sea, Turkey, *J Hazard Mater*, 160 (2–3): 396–401.
- Conti, M.E. ve Cecchetti G. (2003) A Biomonitoring Study: Trace Metals in Algae and Molluscs from Tyrrhenian Coastal Areas, *Environ Res*, 93 (1): 99–112.
- Coutteau, P. ve Sorgeloos, P. (1992) The Use of Algal Substitutes and the Requirement for Live Algae in the Hatchery and Nursery Rearing of Bivalve Molluscs: An International Survey, *J.Shellfish Research*, 11(2): 467–76.

- Dekker, R. ve Beukema J.J. (1999) Relations of Summer and Winter Temperatures with Dynamics and Growth of Two Bivalves, *Tellina Tenuis* and *Abra Tenuis*, on the Northern Edge of Their Intertidal Distribution, *J. Sea Res.*, 42 (3): 207–20.
- Eldredge, N. (2002) Life on Earth : An Encyclopedia of Biodiversity, Ecology and Evolution. *ABC-CLIO Inc.*, California
- Ercan, E., Tarkan, A.S., Sunar, M.C., Tarkan, A.N., Özkahya, P. (2013) Muğla Bölgesinde Bulunan Nesli Tehlike Altında Bir Tür, *Unio crassus*, *Su ve Biyolojik Çeşitlilik Sempozyumu*, 22-23 Mayıs 2013, MUĞLA - Marmaris.
- Ercan, E.ve Tarkan, A.S. (2014) Effect of Salinity on the Growth and Survival of the Freshwater Mussel, *Unio Crassus*, in an Environmentally Disturbed River, *Pak J Zool*, 46(5): 1399–1406.
- Eybe, T., Thielen, F., Bohn, T.ve Sures, B. (2013) The First Millimetre-Rearing Juvenile Freshwater Pearl Mussels (*Margaritifera Margaritifera* L.) in Plastic Boxes, *Aqua Conserv: Marine and Freshwater Ecosystems*, 23(6): 964–75.
- Faria, M., Carrasco, L., Diez, S., Riva, M.C., Bayona, J.M. ve Barata, C. (2009) Multi-Biomarker Responses in the Freshwater Mussel *Dreissena Polymorpha* Exposed to Polychlorobiphenyls and Metals, *C. Toxicology and Pharmacology*, 149(3).
- Feder, H.M., Naidu, A.S., Jewett, S.C., Hameedi, J.M., Johnson, W.R., ve Whitley, T.E. (1994) The Northeastern Chukchi Sea: Benthos-Environmental Interactions, *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 111(1–2): 171–90.
- Fernandez-Reiriz, M.J., Labarta, U., Albentosa, M. ve Perez-Camacho, A. (2006) Lipid composition of *Ruditapes philippinarum* spat: effect of ration and dietquality, *Comp. Biochem. Physiol.*, 144B:229–237.
- Gallager S.M, Mann R. ve Sasaki G.C. (1986) Lipid as an index of growth and viability in three species of bivalve larvae. *Aquaculture*, 56:81-103.
- 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. (2011) Integrative freshwater ecology and biodiversity conservation, *Ecological Indicators*, 11:1507–1516

- 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.
- Giusti, L. ve Zhang, H. (2002) Heavy Metals and Arsenic in Sediments, Mussels and Marine Water from Murano (Venice, Italy), *Environ Geochem Health*, 24 (1): 47–65.
- Habib, M.A.B., Parvin, M., Huntington, T.C. ve Hasan, M.R. (2008) A review on culture, production, and use of Spirulina as food for humans and feeds for domestic animals and fish, *FAO Fisheries and Aquaculture Circular No:1034*.
- Halahan, R. (2000) *Species alert! Natura 2000: a last chance for European biodiversity*, İngiltere, 31s.
- Heras, H., Kean-Howie, J. ve Ackman, R.G. (1994) The potential use of lipid microspheres as nutritional supplements for adult *Ostrea edulis*, *Aquaculture* 123:309–322.
- Heslinga, G. (1996) Clams to Cash: How to Make and Sell Giant Clam Shell Products, *CTSA Pub.*, 125: 1–35.
- Holland, D.L. (1978) Lipid reserves and energy metabolism in the larvae of benthic marine invertebrates. In: Malins, D.C.; Sargent, J.R. (eds). *Biochemical and Biophysical Perspectives in Marine Biology*, Vol. 4. New York: Academic Press; 85–123.
- Huelsken, T., Keyse, J., Liggins, L., Penny, S., Treml, E.A. ve Riginos, C. (2013) A Novel Widespread Cryptic Species and Phylogeographic Patterns within Several Giant Clam Species (Cardiidae: Tridacna) from the Indo-Pacific Ocean, *PLoS One*, 8 (11).
- İlhan, R., Gökoğlu, M. ve Gülyavuz, H. (2004) Nehir Midyesi (*Unio crassus* Philipsson 1788)'nin Et Verimi ve Kimyasal Kompozisyonu, *I. Ulusal Malakoloji Kongresi*, İzmir, Türkiye.
- Karayücel, S., Kaya, Y. ve Karayücel, İ. (2003) Sinop Bölgesinde Akdeniz Midyesinin (*Mytilus gallaprovincialis* Lamarck, 1819) Kondisyon Faktörü ve Biyokimyasal Kompozisyonu Üzerine Çevresel Faktörlerin Etkisi, *Turk J Vet Animal Sciences*, 27:1391-1396.

- Kayhan, F.E., Gulsoy, N., Balkis, N., ve Yüce R. (2007) Cadmium (Cd) and Lead (Pb) Levels of Mediterranean Mussel (*Mytilus Galloprovincialis* Lamarck, 1819) from Bosphorus, Istanbul, Turkey, *Pak J Zool*, 10(6):915-9.
- Keller, A.E. ve Zam, S.G. (1990) Simplification of in Vitro Culture Techniques for Freshwater Mussels, *Environ Toxicol Chem*, 9(10):1291-1296.
- Knauer, J. ve Southgate, P. (1997a) Assimilation of gelatin-acacia microencapsulated lipid by Pacific oyster (*Crassostrea gigas*) spat, *Aquaculture*, 153:291–300.
- Knauer, J. ve Southgate, P. (1997b) Growth and fatty acid composition of Pacific oyster (*Crassostrea gigas*) spat fed a microalga and microcapsules containing varying amounts of eicosapentaenoic and docosahexaenoic acid, *J. Shellfish Res.*, 16:447–453.
- Knauer, J. ve Southgate, P.C. (1999) A review of the nutritional requirements of bivalves and the development of alternative and artificial diets for bivalve aquaculture, *Reviews in Fisheries Science*, 7: 241–280.
- Kwoczek, M., Szefer, P., Hać, E., ve Grembecka, M. (2006) Essential and Toxic Elements in Seafood Available in Poland from Different Geographical Regions, *J Agric Food Chem*, 54 (8): 3015–24.
- Langdon, C.J. ve Önal, E. (1999) Replacement of Living Microalgae with Spray-Dried Diets for the Marine Mussel *Mytilus Galloprovincialis*, *Aquaculture* 180 (3–4): 283–94.
- Lazzara, R., Fernandes, D., Faria, M., López, J.F., Tauler, R., ve Porte C. (2012) Changes in lipid content and fatty acid composition along the reproductive cycle of the freshwater mussel *Dreissena polymorpha*: Its modulation by clofibrate exposure, *Science of the Total Environment* 432 (2012) 195–201.
- Lewis, D.E. ve Cerrato, R.M. (1997) Growth Uncoupling and the Relationship between Shell Growth and Metabolism in the Soft Shell Clam *Mya Arenaria*, *Mar Ecol Prog Ser*, 158 (1): 177–89.
- Lima, P., Carvalho, F., Vasconcelos, V. ve Machado, J. (2004) Studies on growth in the early adult of the freshwater mussel *Anodonta cygnea*. *Inver. Repro. Devel.*, 45(2):117–125.

- Lima, P., Lima, M.L., Kovitvadhi, U., Kovitvadhi, S., Owen, ve Machado C.J. (2012) A review on the “in vitro” culture of freshwater mussels (Unionoida), *Hydrobiologia*, 691: 21–33.
- Lydeard, C. ve Robert H. (2004) The Global Decline of Nonmarine Mollusks, *BioScience* 54 (12): 1071–1080.
- Marshall, R., McKinley, S., Pearce, C.M. (2010) Effects of nutrition on larval growth and survival in bivalves, *Rev Aquacult*, 2, 33–55
- McCall, P.L., Tevesz, M.J.S. ve Schwelgien S.F. (1979). Sediment Mixing by *Lampsilis radiata siliquoidea* (Mollusca) from Western Lake Erie, *J Great Lakes Res*, 5 (2): 105–11.
- McMahon, R.F. (1991) *Bivalvia*. In: Thorp, J.H., Covich, A.P. (Eds.), *Ecology and Classification of North American Freshwater Invertebrates*. Academic Press, New York, 315–390.
- Morais S., Boaventura D., Narciso L., Ré P. ve Hawkins S.J. (2003) Gonad development and fatty acid composition of *Patella depressa* Pennant (Gastropoda: Prosobranchia) populations with different patterns of spatial distribution, in exposed and sheltered sites. *J Exp Mar Biol Ecol*, 294:61–80.
- Napolitano, G.E., MacDonald, B.A., Thompson, R.J. ve Ackman, R.G. (1992) Lipid composition of eggs and adductor muscle in giant scallops (*Placopecten magellanicus*) from different habitats. *Mar. Biol.* 113:71–76.
- Negri, A.P., Jones, G.J. ve Hindmarsh, M. (1995a) Sheep Mortality Associated with Paralytic Shellfish Poisons from the Cyanobacterium *Anabaena Circinalis*, *Toxicon*, 33 (10): 1321–29.
- Negri, A.P. ve Jones, G.J. (1995b) Bioaccumulation of Paralytic Shellfish Poisoning (PSP) Toxins from the Cyanobacterium *Anabaena Circinalis* by the Freshwater Mussel *Alathyria Condola*, *Toxicon*, 33 (5): 667–78.
- Nevejan, N., Davis, J., Little, K. ve Kilonia, A. (2007) Use of a Formulated Diet for Mussel Spat *Mytilus Galloprovincialis* (Lamarck 1819) in a Commercial Hatchery, *J. Shellfish Res.*, 26 (2): 357–63.

- Nevejan, N., Saez, I., Gajardo, G. ve Sorgeloos, P. (2003) Supplementation of EPA and DHA emulsions to a *Dunaliella tertiolecta* diet: effect on growth and lipid composition of scallop larvae, *Argopecten purpuratus* (Lamarck, 1819), *Aquaculture*, 217:613–632.
- Neves, R. J. & J. Widlak, 1987. Habitat ecology of juvenile freshwater mussels (Bivalvia: Unionidae) in a headwater stream in Virginia. *Am. malacol. bull.*, 5:1–7.
- Nobles, T. ve Zhang, Y. (2015) Survival, growth and condition of freshwater mussels: effects of municipal wastewater effluent. *PLoS One* 10 (6), e0128488
- O’Beirn, F. X., Neves, R.J. ve Steg, M.B. (1998) Survival and growth of juvenile freshwater mussels (Unionidae) in a recirculating aquaculture system. *Am. malacol. bull.*, 14(2):165–171
- Önal, E. (2001) *Evaluation of Spray-Dried Microalgae in Diets for Juvenile Manila Clam Tapes Philippinarum*, M.Sc. Thesis, Oregon State University, Oregon, 42s.
- Önal, E., Langdon, C., Önal, U. (2005) The evaluation of spray-dried microalgae in diets for juvenile manila clam, *Tapes philippinarum*, *J. Shellfish Res.* 24:1061–1065.
- Önal, E., Langdon, C. ve Önal, U. (2006) The evaluation of spray-dried microalgae in diets for juvenile manila clams, *Tapes philippinarum*, *J. Shellfish Res.*, 24:1061–1066.
- Österling M. (2006) *Ecology of freshwater mussels in disturbed environments*, Phd Thesis, Karlstad University, Karlstad 53.
- Öthes, S. ve Pire, R. (2001) Fatty acid composition of *Chlorella* and *Spirulina* microalgae species. *J. AOAC Int.* 84:1708–1714.
- Özden, Ö., Ulusoy, Ş. ve Erkan N. (2010) Study on the Behavior of the Trace Metal and Macro Minerals in *Mytilus Galloprovincialis* as a Bioindicator Species: The Case of Marmara Sea, Turkey, *J Verbrauch Lebensm*, 5 (3): 407–12.

- Pazos A.J., Román G., Acosta C.P., Sánchez J.L. ve Abad M. (1997) Lipid classes and fatty acid composition in the female gonad of *Pecten maximus* in relation to reproductive cycle and environmental variables. *Comp Biochem Physiol* 117B:393–402.
- Pereira, P., Dias, E., Franca, S., Pereira, E., Carolino, M. ve Vasconcelos, V. (2004) Accumulation and Depuration of Cyanobacterial Paralytic Shellfish Toxins by the Freshwater Mussel *Anodonta Cygnea*, *Aquat. Toxicol.*, 68 (4): 339–50.
- Perez, C.A., Albentosa, M., Fernandez-Reiriz, M.J. ve Labarta U. (1997) Effect of microalgal and inert (cornmeal and cornstarch) diets on growth performance and biochemical composition of *Ruditapes decussates* seed, *Aquaculture*, 160:89–102.
- Pernet, F., Tremblay, R., Langdon, C. ve Bourget, E. (2004) Effect of additions of dietary triacylglycerol microspheres on growth, survival, and settlement of mussel (*Mytilus* sp.) larvae, *Mar. Biol.*, 144:693–703.
- Pettersen, A.K., Turchini, G.M., Jahangard, S., Ingram, B.A. ve Sherman C.D.H. (2010) Effects of Different Dietary Microalgae on Survival, Growth, Settlement and Fatty Acid Composition of Blue Mussel (*Mytilus Galloprovincialis*) Larvae, *Aquaculture*, 309 (1–4).115–24.
- Phang, S.M., Miah, M.S., Chu, W.L. ve Hashim, M. (2000) Spirulina culture in digested sago starch factory waste water, *J. Appl. Phycol.*, 12:395–400.
- Pomati, F., Sacchi, S., Rossetti, C., Giovannardi, S., Onodera, H., Oshima, Y. ve Neilan, B.A. (2000) The Freshwater Cyanobacterium *Planktothrix* sp. FP1: Molecular Identification and Detection of Paralytic Shellfish Poisoning Toxins, *J. Phycol.*, 36 (3): 553–62.
- Sargent, J.R., McEvoy, L.A. ve Bell, J.G. (1997) Requirements, presentation and sources of polyunsaturated fatty acids in marine fish larval feeds, *Aquaculture* 155: 117–127.
- Sawyer, P.J., Gentile, J.H. ve Sasner, J.J. (1968) Demonstration of a Toxin from *Aphanizomenon Flos-Aquae* (L.) Ralfs, *Can. J. Microbiol.*, 14 (11): 1199–1204.
- Serdar, S. (2016) Batı Ege’de yeni bir çift kabuklu türü; Asya kum midyesi *Corbicula fluminea* (Müller, 1774), *EgeJFAS*, 33(4): 329-334

- Serdar, S., Bulut, H., Eden, M., & Özdemir, Y. (2015) Determination of Meat Yield and Shell Rates of Freshwater Mussel (*Unio crassus* Philipsson, 1788) in Aydın Çine Stream, *XVIII. National Fisheries Congress Book*, 1-4 September 2015, İzmir.
- Shultz, C., ve Marbain, K. (1998) A list of host species for rare freshwater mussels in Virginia, *Triannual Unionid Report*, 15: 147–152.
- Sivaperumal, P., Sankar, T.V. ve Nair P.G.V. (2007) Heavy Metal Concentrations in Fish, Shellfish and Fish Products from Internal Markets of India Vis-a-Vis International Standards, *Food Chem*, 102 (3): 612–20.
- Şereflişan H., Çek, Ş. ve Şereflişan, M. (2013) The Reproductive Cycle of *Potomida littoralis* (Cuvier, 1798) (Bivalvia: Unionidae) in Lake Gölbaşı, Turkey, *Pakistan J. Zool.*, 45(5):1311-1319.
- Şereflişan, H. (2003) *Gölbaşı Gölü (Hatay) 'nde bulunan Unio terminalis delicatus' un üreme biyolojisi ve yetiştiricilik potansiyelinin araştırılması*. Doktora tezi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Şereflişan, H. (2014) Gölbaşı Gölü (Hatay) Tatlı Su Midyelerinin Ekonomik Değer Taşıyan Özelliklerinin Araştırılması, *Yunus Araştırma Bülteni* 3:43-49.
- Taeubert, J.E., Gum, B. ve Geist, J. (2012a) Host-Specificity of the Endangered Thick-Shelled River Mussel (*Unio Crassus*, Philipsson 1788) and Implications for Conservation, *Aqua Conserv: Marine and Freshwater Ecosystems*, 22 (1): 36–46.
- Taeubert, J.E., Martinez, A.M.P., Gum, B. ve Geist, J. (2012b) The Relationship between Endangered Thick-Shelled River Mussel (*Unio Crassus*) and Its Host Fishes, *Biol. Conserv.*, 155: 94–103.
- Tisdell, C. (1992) Giant Clams in the Sustainable Development of the South Pacific; Socioeconomic Issues in Mariculture and Conservation, *ACIAR Monograph*, 18: 283.
- Türkmen, M. ve Ciminli, C. (2007) Determination of Metals in Fish and Mussel Species by Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry, *Food Chem*, 103 (2): 670–75.

- Van Egmond, H., Speijers, G. ve Van den Top, H., (1992) Current situation on world-wide regulations for marine phycotoxins, *J. Nat. Toxins* 1:67–85.
- Wabnitz, C.C.C., Taylor, M.L. ve Razak, T. (2003) From Ocean to Aquarium: The Global Trade in Marine Ornamental Species.” *UNEP-WCMC*, 64s.
- 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, SAMSUN, 59s.
- Yılmaz Ö. ve Barlas M. (2016) Dipsiz-Çine Çayı (Aydın)’nda Yaşayan Tatlısu Midyesi *Unio crassus* (Philipsson, 1788) Populasyonunun Morfometrik Özellikleri, *TURJAF*, 4(10):877-881.
- Zettler, M.L. ve Jueg, U. (2007) The Situation of the Freshwater Mussel *Unio Crassus* (Philipsson, 1788) in North-East Germany and Its Monitoring in Terms of the EC Habitats Directive, *Mollusca* 25 (3): 165–74.
- Zhou, B., Liu, W., Qu, W. ve Tseng, C.K. (1991) Application of Spirulina mixed feed in the breeding of bay scallop, *Bioresource Technol.*, 38:229–232.
- Zieritz A, Gum B, Kuehn R ve Geist J. (2012) Identifying freshwater mussels (Unionoida) and parasitic glochidialarvae from host fish gills: a molecular key to the Northand Central European species. *Ecol Evol* 2:740–750.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Ad Soyad : Ergi BAHRIÖLU

Uyruk : T.C.

Doğum Yeri ve Tarihi: ANKARA, 04/06/1989

Medeni Hali : Bekar

Telefon : 0 505 021 8953

E-posta : ergi.bahrioglu@gmail.com

Eğitim

Alınan Derece	Aldığı Kurum/Üniversite	Mezuniyet Yılı
Lise	Karşıyaka Vali Erol Çakır Lisesi	2005
Lisans	Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi	2013

Yabancı Dil(ler)

Dil (İngilizce)	Başlangıç	Orta	İleri
Yazma			X
Konuşma		X	
Anlama			X
Okuma			X

Bilimsel Faaliyetler

VI. Fen Bilimleri Araştırma Sempozyumu, Poster Sunumu, Muğla, 13 Aralık 2017

Tokyo University of Marine Science and Technology, 2017-2018, Araştırma öğrencisi