

Türkan TÜFEK

SU ÜRÜNLERİ ANABİLİM DALI

HAZİRAN 2022



**İSKENDERUN TEKNİK**  
ÜNİVERSİTESİ

**YÜKSEK  
LİSANS  
TEZİ**

**YEŞİL KAPLAN KARİDESİ (*Panaeus  
semisulcatus*) POSTLARVA**

**YETİŞTİRİCİLİĞİNDE BİYOYUMAK  
UYGULAMASININ DEĞERLENDİRİLMESİ**

**Türkan TÜFEK**

SU ÜRÜNLERİ ANABİLİM DALI

HAZİRAN 2022



**YEŞİL KAPLAN KARİDESİ (*Penaeus semisulcatus*) POSTLARVA  
YETİŞTİRİCİLİĞİNDE BİYOYUMAK UYGULAMASININ  
DEĞERLENDİRİLMESİ**

**Türkan TÜFEK**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ  
SU ÜRÜNLERİ ANABİLİM DALI**

**İSKENDERUN TEKNİK ÜNİVERSİTESİ  
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**

**HAZİRAN 2022**

Türkan TÜFEK tarafından hazırlanan “YEŞİL KAPLAN KARİDESİ (Panaeus semisulcatus) POSTLARVA YETİŞTİRİCİLİĞİNDE BİYUYUMAK UYGULAMASININ DEĞERLENDİRİLMESİ’ adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından OY BİRLİĞİ / OY ÇOKLUĞU ile İskenderun Teknik Üniversitesi Su Ürünleri Anabilim Dalında YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

**Danışman:** Prof. Dr. Münevver Ayçe GENÇ

Anabilim Dalı, Üniversite Adı (Su Ürünleri Anabilim Dalı, İskenderun Teknik Üniversitesi)

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum/onaylamıyorum. ....

**Başkan:** Prof. Dr. Mahmut YANAR

Anabilim Dalı, Üniversite Adı (Su Ürünleri Yetiştiriciliği Anabilim Dalı, Çukurova Üniversitesi)

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum/onaylamıyorum. ....

**Üye:** Prof. Dr. Mevlüt AKTAŞ

Anabilim Dalı, Üniversite Adı (Su Ürünleri Anabilim Dalı, İskenderun Teknik Üniversitesi)

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum/onaylamıyorum. ....

**Üye:** Prof. Dr. Şehriban ÇEK YALNIZ

Anabilim Dalı, Üniversite Adı (Su Ürünleri Anabilim Dalı, İskenderun Teknik Üniversitesi)

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum/onaylamıyorum. ....

**Üye:** Prof. Dr. Yasemin BİRCAN YILDIRIM

Anabilim Dalı, Üniversite Adı (Su Ürünleri Anabilim Dalı, İskenderun Teknik Üniversitesi)

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum/onaylamıyorum. ....

Tez Savunma Tarihi: 24.06.2022

Jüri tarafından kabul edilen bu tezin Yüksek Lisans Tezi olması için gerekli şartları yerine getirdiğini onaylıyorum.

.....

Doç. Dr. Ersin BAHÇECİ

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Müdürü

## ETİK BEYAN

İskenderun Teknik Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- Tez üzerinde Yükseköğretim Kurulu tarafından hiçbir değişiklik yapılamayacağı için tezin bilgisayar ekranında görüntülendiğinde asıl nüsha ile aynı olması sorumluluğunun tarafıma ait olduğunu,
- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu,

bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

İmza

Türkan TÜFEK

...../...../.....

YEŞİL KAPLAN KARİDESİ (*Penaeus semisulcatus*) POSTLARVA  
YETİŞTİRİCİLİĞİNDE BİYOYUMAK UYGULAMASININ DEĞERLENDİRİLMESİ

(Yüksek Lisans Tezi)

Türkan TÜFEK

İSKENDERUN TEKNİK ÜNİVERSİTESİ  
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

Haziran 2022

ÖZET

Bu araştırmada yeşil kaplan karidesi (*Penaeus semisulcatus*) postlarvaları (başlangıç ortalama canlı ağırlıkları  $0,14\pm 0,44$  g) kapalı devre yetiştiricilik sisteminde biyoyumak (BY) ve berrak su (BS, kontrol grubu) ortamlarında karşılaştırmalı olarak 54 gün süreyle büyütülmüşlerdir. Üç tekerrürlü iki grup olarak planlanan deneme  $\%35\pm 0,5$  tuzlulukta, 45 L hacimli tanklarda yürütülmüştür. Su sıcaklığı, pH ve çözülmüş oksijen değerleri sırasıyla; BY grubu için  $27,02\pm 0,33^{\circ}\text{C}$ ,  $7,65\pm 0,08$ ,  $6,23\pm 0,41$  mg/L ve BS grubu için  $27,05\pm 0,24^{\circ}\text{C}$ ,  $7,57\pm 0,11$ ,  $6,44\pm 0,22$  mg/L olarak belirlenmiştir. Sonuç canlı ağırlık kazancı (BY:  $2,423\pm 0,327$  g, BS:  $1,814\pm 0,103$  g), spesifik büyüme oranı (BY:  $\%5,329\pm 0,159$  g/gün, BS:  $\%4,845\pm 0,085$  g/gün), yaşama oranı (BY:  $\%62,50\pm 2,50$ , BY:  $\%51,67\pm 5,20$ ) ve yem değerlendirme oranı (BY:  $2,12\pm 0,23$ , BS:  $2,71\pm 0,15$ ) bakımından gruplar arasındaki farklılıklar önemli bulunmuştur ( $p<0,05$ ). Araştırma ile BY uygulamasının yeşil kaplan karidesi postlarvalarının yetiştiricilik parametrelerine ilk kez pozitif bir etkisi olduğu belirlenirken ( $p<0,05$ ), besin madde bileşenleri ve hepatopankreas histomorfijlerinde gruplar arasında farklılık olmadığı saptanmıştır ( $p>0,05$ ).

Anahtar Kelimeler : *Penaeus semisulcatus*, karides postlarva, biyoyumak, RAS, karides yetiştiriciliği

Sayfa Adedi : 45

Danışman : Prof. Dr. M. Ayçe GENÇ

ASSESSMENT OF EFFICACY OF BIOFLOC APPLICATION IN GREEN TIGER  
SHRIMP (*Penaeus semisulcatus*) POSTLARVAE CULTURE

Türkan TÜFEK

ISKENDERUN TECHNICAL UNIVERSITY  
INSTITUTE OF GRADUATE STUDIES

JUNE 2022

ABSTRACT

In this study, green tiger shrimp, *Penaeus semisulcatus* postlarvae (average initial body weight of  $0,14\pm0,44$  g), were grown in a recirculating aquaculture system in biofloc technology (BY) and clear water (BS, control group) medium for 54 days comparatively. The experiment, planned in two groups with three replications, was carried out in  $\%35\pm0,5$  salinity, 45 L volume tanks. Water temperature, pH, and dissolved oxygen values were measured as  $27.02\pm0.33^{\circ}\text{C}$ ,  $7.65\pm0.08$ ,  $6.23\pm0.41$  mg/L for the BY group and  $27.05\pm0.24^{\circ}\text{C}$ ,  $7.57\pm0.11$ ,  $6.44\pm0.22$  mg/L for the BS group respectively. As a result, body weight gain (BY:  $2,423\pm0.327$  g, BS:  $1.814\pm0.103$  g), specific growth rate (BY:  $5.329\pm0.159$  g/day, BS:  $4.845\pm0.085$  g/day), survival rate (BY: Significant difference between the groups in terms of  $62.50\pm2.50\%$  BS:  $51.67\pm5.20\%$ ) and feed conversion rate (BY:  $2.12\pm0.23$ , BS:  $2.71\pm0.15$ ) found. In conclusion, for the first time, BY application was compared with the BS; it was determined that positively affected the aquaculture parameters of green tiger shrimp postlarvae were obtained from BS ( $p<0.05$ ), while there was no difference between the groups in terms of nutrient components and hepatopancreas histomorphology ( $p>0,05$ ).

Key Words : *Penaeus semisulcatus*, shrimp postlarvae, biofloc, RAS, shrimp culture  
Page Number : 45  
Supervisor : Prof. Dr. M. Ayçe GENÇ

## TEŞEKKÜR

Tezimin kurgulanması, gerçekleştirilmesi ve sonuçların değerlendirilmesindeki katkılarından ve sonsuz anlayışından dolayı danışman hocam Sayın Prof. Dr. Münevver Ayçe GENÇ'e, larvaların elde edilmesi ve büyütülmesinde emeklerinden dolayı Sayın Prof. Dr. Mevlüt AKTAŞ'a teşekkürlerimi sunarım.

Tezin deneme aşaması 1210713 nolu TÜBİTAK PROJESİ kapsamında biyoyumak teknolojisi uygulamaları için bir ön çalışma olarak gerçekleştirilmiştir. Deneme aşamasındaki katkılarından dolayı Sayın Prof. Dr. Ercüment GENÇ, Mursal Abdulkadir HERSİ ve Ahmet GÜRLER'e (Ankara Üniversitesi) teşekkür ederim.

Birlikte çalışmaktan büyük keyif aldığım Berna Funda ÖZBEK ve Kamuran Umut YARAŞ'a teze olan katkılarından dolayı teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmam sırasında kendisiyle geçireceğim vakitten feragat edip bana anlayış gösteren oğlum Hasan Çağan'a, ailem dediğim Leyla ÖZER, Hiva TAMER ve Nadire GÖNEN'e, meslek hayatım ve tez çalışmamı aynı anda devam ettirebilmem konusunda her türlü esnekliği sağlayan ve desteğini esirgemeyen Okul Müdürüm Sayın Orkun KARAKURUM'a, diğer tüm idarecilerime ve sevgili arkadaşlarıma, gücünü hep yanımda hissettiğim başta annem Zinnet TÜFEK olmak üzere bütün aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

**İÇİNDEKİLER**

	<b>Sayfa</b>
ÖZET .....	iv
ABSTRACT.....	v
TEŞEKKÜR.....	vi
İÇİNDEKİLER .....	vii
ÇİZELGELERİN LİSTESİ.....	ix
ŞEKİLLERİN LİSTESİ.....	xv
RESİMLERİN LİSTESİ .....	xvi
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	xvii
1. GİRİŞ .....	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	5
2.1. Kabuklu Su Ürünleri Yetiştiriciliğinde Biyoyumak Uygulamaları.....	5
2.2. Karides Postlarva Yetiştiricilik Çalışmaları .....	122
2.3. Balık Yetiştiriciliğinde Biyoyumak Uygulamaları .....	133
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	18
3.1. Materyal .....	18
3.1.1. Karides materyali.....	18
3.1.2. Araştırma yeri .....	19
3.1.3. Yem materyali .....	19
3.1.4. Diğer materyaller.....	20
3.2. Yöntem .....	21
3.2.1. Postlarvaların eldesi.....	21
3.2.2. Kapalı devre sistem için kullanılacak biyoyumağın eldesi ve sürdürülmesi..	22
3.2.3. Su kalite parametreleri.....	23
3.2.4. Deneme planı ve düzeneği.....	23



3.2.5. Yetiştiricilik parametreleri.....	24
3.2.6. Besin madde bileşen analizi .....	25
3.2.7. Hepatopankreas histomorfolojisi .....	26
3.2.8. Verilerin istatistikî analizi .....	27
4. ARAŞTIRMA BULGULARI.....	28
4.1. Yetiştiricilik Parametreleri.....	28
4.1.1. Canlı ağırlık ortalamaları (CAO).....	28
4.1.2. Canlı ağırlık kazançları (CAK).....	29
4.1.3. Günlük canlı ağırlık kazançları (GCAK).....	30
4.1.4. Spesifik büyüme oranları (SBO) .....	31
4.1.5. Yaşama oranları.....	31
4.1.6. Yem değerlendirme oranları (YDO).....	32
4.2. Su Kalitesi Parametreleri.....	32
4.3. Besin Madde Bileşen Analizi.....	33
4.4. Histomorfolojik Bulgular .....	33
5. TARTIŞMA VE SONUÇ.....	35
5.1. Yetiştiricilik Parametrelerinin Değerlendirilmesi .....	35
5.2. Su Kalite Parametrelerinin Değerlendirilmesi .....	36
5.3. Besin Madde Bileşen Analiz Sonuçlarının Değerlendirilmesi.....	377
5.4. Hepatopankreas Histomorfolojisi Sonuçlarının Değerlendirilmesi .....	37
5.5. Sonuç.....	38
KAYNAKLAR.....	
400	
DİZİN.....	45

## ÇİZELGELERİN LİSTESİ

<b>Çizelge</b>	<b>Sayfa</b>
Çizelge 3.1. Denemede kullanılan yemin besin madde içeriği .....	20
Çizelge 4.1. Ölçüm dönemlerine göre canlı ağırlık ortalamaları (ort±ss).....	28
Çizelge 4.2. Ölçüm dönemlerine göre canlı ağırlık kazançları (ort±ss) .....	29
Çizelge 4.3. Ölçüm dönemlerine göre günlük canlı ağırlık kazançları (ort±ss) .....	30
Çizelge 4.4. Ölçüm dönemlerine göre spesifik büyüme oranları (ort±ss) .....	31
Çizelge 4.5. Berrak su ve biyoyumak ortamının su kalitesi ölçüm sonuçları.....	32
Çizelge 4.6 Yeşil kaplan karidesi postlarvalarının tüm vücut besin analizi (%, yaş ağırlık üzerinden).....	33

## ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 3.1. Biyoyumak sisteminde 100 gr karides ve 10 g yem için 15:1 K/A oranında ortama eklenmesi gereken karbon kaynağı miktarının belirlenmesine yönelik yapılan hesaplama .....	23
Şekil 4.1. Kapalı devre sirkülasyon sisteminde BY ve BS koşullarında yetiştirilen yeşil kaplan karidesi postlarvalarına ait hepatopankreas histolojik kesitlerinde normal lipit vakuelleri (H&E, bar:100 µm).....	34



**RESİMLERİN LİSTESİ**

<b>Resim</b>	<b>Sayfa</b>
Resim 3.1. Karideslerin ortalama başlangıç canlı ağırlık ölçümleri (orijinal).....	18
Resim 3.2. Denemenin kurulduğu ve yürütüldüğü biyoyumak ve berrak su tankları (orijinal).....	24
Resim 4.1. Denemenin tamamlandığı 54. günde juvenil aşamaya geçmiş karidesler (orijinal) .....	29



## SİMGELER VE KISALTMALAR

### Simgeler

### Açıklamalar

<b>NH<sub>3</sub></b>	Amonyak Azotu
<b>NO<sub>2</sub></b>	Nitrit Azotu
<b>NO<sub>3</sub></b>	Nitrat Azotu
<b>m<sup>3</sup></b>	Metreküp
<b>m<sup>2</sup></b>	Metrekare
<b>mg</b>	Miligram
<b>°C</b>	Santigrat
<b>%</b>	Yüzde konsantrasyon
<b>‰</b>	Binde konsantrasyon
<b>g</b>	Gram
<b>ph</b>	Asitlik veya bazlık oranı
<b>O<sub>2</sub></b>	Oksijen

### Kısaltmalar

### Açıklamalar

<b>AKM</b>	Askıda katı madde
<b>BS</b>	Berrak su
<b>BY</b>	Biyoyumak teknolojisi
<b>CAK</b>	Canlı ağırlık kazancı
<b>GCAK</b>	Günlük canlı ağırlık kazancı
<b>K/A</b>	Karbon/Azot
<b>MOS</b>	Mannan oligosakkarit
<b>PL</b>	Postlarva
<b>RAS</b>	Kapalı devre yetiştiricilik sistemi
<b>SBO</b>	Spesifik büyüme oranı
<b>YDO</b>	Yem değerlendirme oranı
<b>YO</b>	Yaşama oranı

## 1. GİRİŞ

Günümüzde bir taraftan küresel iklim değişikliğinin doğal kaynaklar üzerindeki olumsuz etkileri ile baş edilmeye çalışılırken, aynı zamanda 2050 yılına doğru, 9 milyarı aşacağı öngörülen insan nüfusuyla birlikte gıdaya erişiminin giderek zorlaşacağı gerçeği üzerinde durulmaktadır (FAO, 2018). Hızla artan dünya nüfusunu, yüksek protein içerikli gıdalar ile besleyebilmek amacıyla yapılan geleceğe yönelik projeksiyonlar; su ürünlerinin hayvansal protein ihtiyacının karşılanmasında geleceğin vazgeçilmez sektörü olacağını öngörmektedir (da Silveira, Krummenauer, Poersch, Rosas ve Wasielesky, 2020). 2018 yılında su ürünlerinin dünya genelindeki toplam üretim miktarı 178,5 milyon ton olup, bu miktarın 82,1 milyon tonunun yetiştiricilik faaliyetlerinden elde edildiği belirtilmektedir (FAO, 2020). Avcılıktan elde edilen üretimin sürdürülebilir olmaması yetiştiricilikte üretim artışını teşvik etmektedir. Bunun yanı sıra sağlıklı gıdaya erişim açısından tüketicilerin bilinç düzeyinin artması da yetiştiricilikten elde edilen üretimin önemli bir hız yakalamasını desteklemiştir (Kaya, 2020).

Karides yetiştiriciliği küresel ölçekte özellikle Amerika Birleşik Devletleri (ABD), Avrupa ve Uzak Doğu ülkelerinin yüksek ürün talebini karşılamak üzere gelişen bir sektör olmasıyla birlikte yıl içinde aynı havuzdan 3-4 hasat elde edilebilmesi ile en etkili ve birim karlılık oranı yüksek bir sektör olarak tanınmaktadır. Yoğun yetiştiriciliği yapılan ülkelerin başında Çin, Tayland, Endonezya, Hindistan, Vietnam gibi sıcak iklim kuşağı ülkeleri gelmektedir. ABD, Japonya, İspanya, İtalya ve Yunanistan gibi daha ılıman ve hatta Almanya, Hollanda, Belçika gibi soğuk ülkelerde üretim çok daha küçük ölçekli kapalı alanlar içerisinde yapılmaktadır (Kumlu, Sariipek, Beksarı, 2021).

Geleneksel su ürünleri yetiştiriciliğinde bol miktarda su kullanımı söz konusudur. Doğal su kaynaklarının yetiştiricilikten kaynaklı kirlenmeye en düşük düzeyde maruz bırakılması gerektiği konusunda son yıllarda yeni yaklaşımlar geliştirilmektedir. En az su değişimi koşullarında su ürünleri yetiştiriciliğini mümkün hale getirmek gelecekte suyun korunması çalışmalarına katkıda bulunmak açısından önemli görülmektedir. Su ürünleri üretiminde temel ilke; çevreye duyarlı, canlıların refah düzeyini yükselten kısıtlı su kaynaklarının kullanılacağı üretim sistemlerinin geliştirilebilmesidir. Sürdürülebilir üretim sistemleri su kaynaklarının boşa harcanmadan doğa ile dost olacak şekilde kullanılmasının sağlanmasıdır (Crab, Defoirdt, Bossier, Verstraete 2012).

Tarımın diğer alanlarında olduğu gibi yoğun üretim koşullarında yetiştiricilik veriminin sağlanması için ilaç ve kimyasallara başvurulması kaçınılmaz bir durumdur. Artan besin maddesi ihtiyacını karşılamak için kullanılan kimyasalların organizmanın vücudundan atılmasına fırsat tanımadan hızla pazara ürün sunulması, yetiştiricinin pratikte her zaman üçüncü taraflarca süreç ve son ürün bakımından izlenememesi sonucunda gıda etiğine aykırılık oluşturacağı öngörülen uygulamaların engellenememesi durumu ile karşı karşıya kalındığı da bir gerçektir. Yetiştiricinin eğitimi, yetiştirdiği ürünün biyolojisini bilme düzeyi ve etik yaklaşımı ile sorumluluk duygusu ve bilinci yetiştirilen ürünün güvenilirliğini şekillendirmektedir. Bu bilinç de tüketicide güven oluşturmaktadır. Biz bu etik üretim yaklaşımını sorumlu yetiştiricilik uygulamaları olarak bütüncül bir biçimde ifade etmekteyiz. Bu yaklaşım su ürünleri yetiştiriciliği teknikleri içerisinde son 10-15 yıldır klasik yetiştiriciliğe alternatif oluşturması bakımından tartışılmaktadır. Yeni üretim tekniklerinin hızla yaygınlaşmasının önündeki engellerin kaldırılması öncelikle yetiştirilen türün yeni teknikle üretim başarısının ortaya bilimsel verilerle konulmasından geçmektedir.

Karides yetiştiricilik sektörünün, dinamik ve gelecek vadeden yanı; kısıtlı su kaynaklarıyla sürdürülebilir yetiştiricilik faaliyetlerine olanak sağlamasıdır. Buna bağlı olarak daha az su kullanımı ile verimli yetiştiricilik yapılabilecek yeni teknoloji arayışları söz konusu olmaktadır. Bu arayışta biyoyumak teknolojisi son yıllarda dikkat çekmektedir (Avnimelech ve diğerleri 1994; Avnimelech 2006; Crab ve diğerleri, 2012; Kaya ve Genc 2018).

Biyoyumak teknolojisi (BY), azot bileşenleri gibi toksik maddelerin heterotrofik bakteriler tarafından kullanılarak proteine ve dolayısıyla balık ve kabuklular için ilave yeme dönüştürüldüğü ve su ürünleri yetiştiriciliği verimliliğini daha üst seviyeye çıkaran bir sistemdir (Jamal ve diğerleri 2020). Bu sistem, karbon/azot oranlarını yükselterek çalışan mikrobiyal tabanlı bir kültür sistemidir. Sistem genellikle suya bir organik karbon kaynağı eklenerek veya daha az yaygın olarak balık yemindeki karbon seviyesi yükseltilerek gerçekleştirilir. Sistem, atıkların geri dönüştürüldüğü dolayısıyla sınırlı su kaynaklarının sürdürülebilir kullanımına olanak sağlayan daha çevre dostu bir sistemdir (Dauda, 2020). BY teknolojisinde azotlu atıkların uzaklaştırılma sürecinde balık ve eklem bacaklıların dermal ve sindirim kanalı mikrobiyotalarında doğal olarak bulunan heterotrofik bakterilerden yararlanılmaktadır. Oksijenli ortamda uygun karbon varlığında azotlu atıkları

bakteri kütlmesine dönüştürmeye dayanan bu uygulamada, ortamdaki ortamdaki sucul organizmalar için toksik etki gösteren ve su kalitesine olumsuz etki yapan amonyaklı bileşiklerin balık ve eklembacaklılar için ek bir besin kaynağına dönüşmesi mümkün olmaktadır (Azim ve Little, 2008; Ray ve diğerleri, 2009). Bakterilerin kümeler halinde askıda katı maddelere tutunmasıyla oluşan gözle görülebilir yumak ve suda tüketilebilir nitelikteki protozoan ve nematod varlığı canlılar için değerlendirilebilen ek bir besin haline gelmektedir. BY teknolojisi sıcak ve ılık suda günlük 22 saat havalandırma ve karıştırmanın uygulandığı koşullarda su kalitesini koruma, yemden tasarruf sağlama ve bağışıklık sistemini indüklemeye özelliği ile dikkati çekmektedir. Özellikle tatlı sularda tilapia, sazan, japon balığı gibi omnivor, karabalık gibi karnivor türlerin üretiminde başarıyla uygulanan BY teknolojisi (Ekasari ve Maryam, 2012, Wang ve diğerleri, 2015, Putra 2017, Bakhshi ve diğerleri, 2018, Haghparast ve diğerleri, 2020, Azhar ve diğerleri, 2020) deniz suyunda ise yaygın olarak karides yetiştiriciliğinde kullanılmaktadır. Sistemde sifıra yakın su değişimi ile sadece buharlaşan su miktarı kadar suyun takviye edilmesi söz konusudur. Bu aynı zamanda yetiştiricilik için gerekli su kaynağına bağımlılığın da azalması anlamına gelmektedir. Dolayısı ile yetiştiriciler için tesis kurulumu aşamasında yer seçimi konusunda büyük avantajlar sunmaktadır.

Biyoyumak uygulanan sistemlerde potansiyel yem kazancının %10-20 civarında olduğu tahmin edilmektedir. Bir yetiştiricilik sisteminde yemin, toplam üretim maliyetlerinin % 40-50'sini oluşturduğu düşünüldüğünde, bu sistemin yetiştiricilik maliyetlerini önemli ölçüde düşüreceği ön görülmektedir (Crab, Defoirdt, Bossier ve Verstraete 2012). Bu sistemde heterotrofik bakterilerin aktivitesini artırmak için melas, buğday unu, nişasta gibi karbon içeren organik materyaller ortama eklenerek veya yemin protein seviyesi azaltılarak 10'un üzerinde bir karbon/azot oranının korunması esastır. Bu koşullar altında su kalitesi iyileşir, mikrobiyal proteinlerin üretimi gerçekleşir ve üretimi gerçekleştiren bu mikrobiyal proteinler balık ve karides için diyet protein kaynakları olarak hizmet eder (Khanjani ve Sharifinia 2020).

Biyoyumak teknolojisi, özellikle son yıllarda farklı bölgelerde ve ülkemizde araştırmacılar ve üreticiler tarafından büyük bir ilgi ile karşılanmaktadır. Küresel iklim değişikliği, kaynak kıtlığı gibi pek çok nedenle bu teknoloji sadece araştırma boyutuyla kalmayıp artık yetiştiricilikte de yaygınlaşmaya başlamaktadır.



Yeşil kaplan karidesi (*Peneaus semisulcatus*), ülkemizin Doğu Akdeniz kıyılarında yayılış gösteren İndo-Pasifik bir türdür ve hem bölgede hem ülkemizde en önemli ticari türlerden biridir. Ülkemiz sularında özellikle İskenderun'dan Fethiye sahillerine kadar yaygın olarak bulunur (Kaya, 2020).

Bu tez çalışmasında sifıra yakın su yenilemesi/değişimi koşullarında doğal denizel kaynağımız olan ve yerel balıkçıların beyaz karides olarak adlandırdığı yeşil kaplan karidesi (*Peneaus semisulcatus*) postlarvaları için biyoyumağın yetiştiricilik ortamı ve besin olarak kullanılmasının büyüme, yaşama ve yem değerlendirme oranı gibi yetiştiricilik parametreleri ile besin madde bileşenleri ve hepatopankreas histomorfolojisine olan etkilerinin berrak su ortamı ile karşılaştırmalı olarak belirlenmesi amaçlanmıştır. Yapılan çalışma yeşil kaplan karidesinin postlarval aşaması için biyoyumak ortamının değerlendirildiği ilk çalışma olma özelliği taşımaktadır. Elde edilen olumlu sonuçların yeşil kaplan karidesi yetiştiriciliğinin özellikle bölgemiz ve Akdeniz kuşağında ticari olarak gerçekleştirilebilmesine katkı sağlaması beklenmektedir.

## 2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Biyoyumak teknolojisi çeşitli yetiştiricilik ortamlarında incelenmiş ve sistemdeki su kalitesinin korunmasına, yetiştiriciliği yapılan türün beslenmesine ve sürdürülebilir yetiştiricilik sistemlerine katkıda bulunduğu belirlenmiştir. Sistemin temel işleyişi, yem kalıntılarını, özellikle nitrojeni, yetiştiriciliği yapılan canlı tarafından yem olarak kullanılabilen yumaklara dönüştürmektir.

### 2.1. Kabuklu Su Ürünleri Yetiştiriciliğinde Biyoyumak Uygulamaları

Biyoyumak teknolojisi araştırmacılar tarafından farklı karides türleri (*Farfantepenaeus brasiliensis*, *Litopenaeus vannamei*, *Penaeus monodon*, *Farfantepenaeus paulensis*, *Penaeus semisulcatus*) ile çalışılmış ve başarılı sonuçlar elde edildiği bildirilmiştir (Emerenciano ve diğerleri, 2012; Xu ve diğerleri, 2013; Ekasari ve diğerleri, 2014; Schveitzer ve diğerleri, 2013; Kaya ve diğerleri, 2019). Bu teknolojinin en önemli faydası biyoyumağın eklembacaklı canlı türlerinde daha kaliteli beslenme fırsatı oluşturması ayrıca satış boyuna gelme süresinin kısaltılmasıdır (Kaya ve Genç, 2018).

Crab, Chielens, Wille, Bossier, Verstraete (2010), biyoyumak ortamında kullanılan farklı karbon kaynaklarının tatlı su karidesi (*Macrobrachium rosenbergii*) postlarvarının (PL 14) büyüme parametreleri ve biyoyumağın besin değeri içeriğine etkilerini belirleyebilmek amacıyla 15 günlük bir deneme yapmışlardır. Deneme grupları oluşturulurken karbon kaynağı olarak, gliserol, glikoz ve gliserol+ *Bacillus* kullanılmıştır. Karbon oranı 10:1 K/A (Karbon/Azot) oranında tutulabilmek için karbon kaynakları günde bir kez biyoyumak tanklarına ilave edilmiştir. Postlarvaların 15 gün sonunda yaşama oranları değerlendirildiğinde kontrol grubunda hayatta kalan birey kayıt edilememiştir. En yüksek yaşama oranı  $75 \pm 7$  ve  $70 \pm 0$  oranlarında sırasıyla gliserol+*Bacillus* ve glikoz gruplarında kayıt edilmiştir. Çalışma sonucunda *Bacillus* içeren ve içermeyen gliserolle beslenen yumakların, biyokimyasal bileşim açısından en yüksek besin değerini gösterdiği ve buna bağlı olarak da yüksek yaşama oranına katkı sağladığı belirtilmiştir.

Foes, Fróes, Krummenauer, Poersch, Wasielesky (2011), su deşimsiz biyoyumak yetiştiricilik sisteminde farklı stok yoğunluklarında pembe karides (*Farfantepenaeus paulensis*) postlarvalarının (ortalama başlangıç ağırlıkları  $0,008 \pm 0,001$  g) büyüme oranı,

son canlı ağırlık artışı ve yaşama oranı üzerine etkilerini 30 gün boyunca incelemiştir. Larvalar 500, 1,000, 1,500 ve 2,000 karides/m<sup>2</sup> oranında stoklanmıştır. En düşük stok yoğunluğunda (500 karides/m<sup>2</sup>) daha yüksek yaşama oranı (%94,0) gözlemlenmesine rağmen, en yüksek stok yoğunluğunda (2000 karides/m<sup>2</sup>) %85,9'luk bir yaşama oranı kayıtl edilmiştir. Çalışma, biyoyumak sisteminin bu türün larval aşamasında yüksek stok yoğunluklarında yetiştiriciliğine olanak sağlayabileceğini göstermektedir.

Emerenciano, Ballester, Cavalli, Wasielesky (2012), tarafından pembe karides (*Farfantepenaeus brasiliensis*) yetiştiriciliğinde sınırlı su değişimi yapılan havuzlarda biyoyumak teknolojisinin canlıların büyüme ve yem değerlendirme oranları ve su kalite parametrelerine olan etkileri değerlendirilmiştir. Deneme biyoyumak ortamında ticari yem kullanılan ve kullanılmayan iki biyoyumak grubu ve berrak suda ticari yem kullanılan kontrol grubundan oluşmaktadır. Karbon kaynağı olarak melas (ilave edilen karbon kaynağının %90'ı) ve buğday kepeği (kalan %10) kullanılmış, optimum heterotrofik bakteri büyümesini sağlamak için karbon/azot oranı 20:1 (K/A) olarak tutulmuştur. Elde edilen sonuçlar doğrultusunda postlarvaların, bir yemle beslenip beslenmediklerine bakılmaksızın tüm çalışma gruplarında benzer büyüme performansları elde edilmiştir (p>0,05).

Xu, Pan, Sun ve Huang (2013), biyoyumak sisteminin, Pasifik beyaz karides (*Litopenaeus vannamei*) yetiştiriciliğinde karideslerin yaşama oranı, büyüme performansı, immun yanıt ve antioksidan aktiviteye etkisini 30 gün boyunca araştırmışlardır. Başlangıç ağırlıkları ortalama 7,4±0,1 g olan karidesler her 150 L tanka 28 adet olacak şekilde rastgele stoklanmıştır. Biyoyumak üretimini teşvik etmek amacıyla 15. günden itibaren biyoyumak 1 grubuna yaklaşık olarak 14 mL/L, biyoyumak 2 grubuna ise 20 mL/L esmer şeker ilave edilmiştir. Elde edilen sonuçlarla biyoyumağın sadece karides yetiştiriciliği için uygun su kalitesi koşullarını korumak ve karidesin sıfır su değişimli yetiştiricilik sistemlerinde iyi büyümesine yardımcı olmakla kalmayıp, aynı zamanda karidesin enzim sindirim aktiviteleri üzerinde de olumlu bir etkiye sahip olabileceğini bildirilmiştir.

Schveitzer ve diğerleri (2013), biyoyumak sisteminde farklı düzeylerdeki askıda katı madde miktarının (AKM), Pasifik beyaz karides juvenilleri (6,8 g) üzerindeki etkilerini belirleyebilmek amacıyla 44 günlük bir deneme gerçekleştirmişlerdir. AKM miktarı 200, 400-600 ve 800-1000 mg/L düzeylerinde tutulmuştur. Elde edilen sonuçlar doğrultusunda

400-600 mg/L düzeyinde AKM konsantrasyonlarının *L. vannamei'nin* süper yoğun yetiştiriciliğinde sistemin üretkenliği ve karlılığı açısından daha uygun olduğu belirlenmiştir.

Anand ve diğerleri (2013), *Penaeus monodon* yetiştiriciliğinde farklı karbon/azot oranı ve bambu substratın (S) etkisini araştırmak için 75 gün boyunca bir çalışma yürütmüşlerdir. Denemede birinci grup olarak iki seviye K/A oranı (10 ve 20) uygulanmış ve ikinci grup olarak da perifiton gelişimi için bambu substratı olan (K/A10+S ve K/A20+S) ve substratsız (K/A10 ve K/A20) uygulama grupları oluşturulmuştur. Deneme sonunda uygulamalar arasında son canlı vücut ağırlığı açısından önemli ölçüde farklılık tespit edilmiştir ( $p<0,05$ ). Genel olarak bambu bazlı substratın, yüksek K/A oranıyla birlikte sudaki toksik metabolitleri azaltarak daha iyi su kalitesini korumayı kolaylaştırdığı ve juvenil karidesinlerin yem değerlendirme, büyüme ve yaşama oranlarını iyileştirdiği belirlenmiştir.

Kim ve diğerleri (2014), biyoyumak sisteminin Pasifik beyaz karidesi postlarvalarının büyüme ve bağışıklık aktivitesi üzerine etkilerini 14 gün boyunca incelemişlerdir. Deneme karbon kaynağı ilaveli biyoyumak grupları ve berrak su koşullarında kontrol grubundan (günlük %50 oranında su değişimli) oluşmaktadır. Yirmi günlük postlarvalar 30 litrelik tanklara 400 karides/m<sup>2</sup> (ortalama vücut ağırlığı 14,12 mg) oranında stoklanmıştır. Yaşama oranı, kontrol ve biyoyumak uygulamaları için sırasıyla ortalama %82,5 ve %91,5 olarak belirlenmiştir. Çalışma sırasında biyoyumak grubunda 613 ile 762 mg/L (ortalama 673 mg/L) arasında değişen askıda katı madde miktarının postlarvaların büyümesi ve yaşama oranı üzerinde herhangi bir olumsuz etkisi gözlemlenmemiştir.

Ekasari ve diğerleri (2014), ortalama başlangıç vücut ağırlıkları  $2,02\pm 0,05$  g olan Pasifik beyaz karidesi juvenilleri ile 49 gün boyunca yaptıkları denemede, karbon kaynağı olarak melas, tapyoka, tapyoka yan ürünü ve pirinç kepeğini günlük 15:1 (K/A) oranında kullanarak dört farklı biyoyumak ortamı oluşturmuş ve kontrol grubu (karbon kaynağı ilavesi olmayan) ile karşılaştırmışlardır. Deneme sonucunda elde edilen fark sadece tapyoka yan ürün grubunda %93'lük yaşama oranı ile önemli bulunsa da ( $p<0,05$ ), kontrol grubuna kıyasla biyoyumak uygulamalarının genelinde daha yüksek bir yaşama oranı tespit edilmiştir. Uygulamalar arasında son canlı ağırlık ve spesifik büyüme oranlarında önemli farklılıklar gözlemlenmemiştir ( $p>0,05$ ).

Rajkumar ve diğerkleri (2015), ortalama vücut ağırlıkları  $0,15\pm 0,02$  g olan Pasifik beyaz karides postlarvaları ile yaptıkları denemede, 500 L kapasiteli tanklarda üç farklı biyoyumak uygulamasını kontrol grubu (berrak su) ile karşılaştırmışlardır. Karbon kaynağı olarak melas, tapyoka unu ve buğday unu kullanılmıştır. Larvalar  $130 \text{ PL/m}^2$  oranında stoklanmış, %1,5 oranında pelet yem ile 60 günlük bir süre boyunca büyütülmüştür. Toplam askıda katı madde miktarı yaklaşık 500 mg/L tutulmuştur. Deneme sonunda buğday unu kullanımının biyoyumak üretimini etkili bir şekilde arttırdığı ve bununla birlikte karides üretimi ve su kalitesinin iyileştirilmesine katkı sağladığı belirtilmiştir.

Khanjani, Sajjadi, Alizadeh ve Sourinejad (2015), biyoyumak yetiştirme sisteminde farklı besleme seviyelerinin Pasifik beyaz karides postlarvalarının su kalitesi, büyüme performansı ve yaşama oranlarına etkisi incelemiştirler. Biyoyumak grupları vücut ağırlığının %25, %20 ve %15'i kadar farklı besleme seviyelerinin uygulanmasıyla oluşturulmuştur. En yüksek canlı vücut ağırlığı (58,42 mg), büyüme hızı (günde 2,78 mg), spesifik büyüme oranı (%15,09/gün) ve yaşama oranı (%71,9) %25 besleme seviyesinin uygulandığı biyoyumak grubunda elde edilmiştir. Bu çalışmadan elde edilen sonuçlar, biyoyumak yetiştirme teknolojisinin kullanılmasının, Pasifik beyaz karides yetiştiriciliğinde, larva sonrası yetiştiricilikte vücut ağırlığına kıyasla su değişimi ve yem kullanım miktarını azaltabileceğini ortaya koymaktadır.

Wang ve diğerkleri (2016), *Litopenaeus vannamei* juvenilleri (ort.  $5,52\pm 0,21$  g) ile 35 gün boyunca farklı karbon kaynakları ilavesinin biyoyumakların besin içerikleri ve hücre dışı enzim aktiviteleri ile karides yavrularının büyüme performansı ve yem kullanımı üzerindeki etkilerini araştırmışlardır. Deneme, farklı karbon kaynağı (melas, mısır unu ve buğday kepeği) ve farklı karbon oranlarından oluşan yedi biyoyumak grubu (su değişimsiz) ve kontrol grubundan (%50 su değişimi/gün) oluşmaktadır. Ortalama yaşama oranları tüm deneme grupları için %88'in üzerinde olarak belirlenmiş ve gruplar arasında önemli bir farklılık kayıt edilememiştir ( $p>0,05$ ). Yem değerlendirme oranı biyoyumak uygulanan gruplar arasında benzerlik göstermiş olsa da farklı karbon kaynağı kombinasyonları açısından en iyi büyüme performansı %60 melas, %20 mısır unu ve %20 buğday kepeği grubunda ( $1,70 \pm 0,07$ ) gözlenmiştir.

Khatoon ve diğerkleri (2016), *Litopenaeus vannamei* postlarvaları (PL 1) yetiştiriciliğinde biyoyumak ortamında oluşturulan yumakların kurutulup yem ikamesi olarak değerlendirilmesinin karideslerin yaşama oranı, büyüme performansı üzerine etkilerini 12

gün boyunca araştırmışlardır. Denemede %100 ticari yem kullanılan kontrol grubu, %25, %50, %75 ve %100 oranlarında kurutulmuş atık biyoyumak ile yem ikameli uygulama grupları ile karşılaştırılmıştır. Deneme sonuçları yaşama oranı açısından değerlendirildiğinde %50 biyoyumak ile yem ikameli grupta (%95,4±%0,6) %100 ticari yem ile beslenen kontrol grubuna (67,7±%0,3) oranla önemli ölçüde daha yüksek değerler elde edilmiştir ( $p<0,05$ ). En düşük yaşama oranı ise %100 biyoyumak ikame grubunda (%37,7±%0,4) kayıt edilmiştir. Çalışma, ticari yemin %50 düzeyinde atık biyoyumak ile yemle ikamesinin *L. vannamei* postlarvalarının yaşama oranı ve büyüme performansı üzerinde faydalı etkileri olduğunu göstermiştir.

Kumar ve diğerleri (2017), *P. monodon* juvenil yetiştiriciliğinde biyoyumak ortamında kullanılan %32 ve %40 oranında ham protein içerikli yem ile iki farklı karbon kaynağının (melas, M ve pirinç unu, R) etkilerini, kontrol (karbon kaynağı ilavesiz) grubuyla kıyaslayarak 75 gün boyunca incelemişlerdir. Deneme sonunda melas ve pirinç unu ilavesinin, kontrol grubuna kıyasla toplam amonyak azotunu önemli ölçüde azalttığı ifade edilmiştir ( $p<0,01$ ). Ayrıca pirinç unu takviyesinin, melas içeren gruplar ve kontrol grubuna kıyasla daha iyi büyüme ve immun yanıt ile optimum seviyede biyoyumak üretimini sağladığı belirtilmiştir. Araştırmacılar karbon kaynağı olarak pirinç unu ilave edilen biyoyumak ortamında %40 proteinli yem yerine %32 protein seviyesindeki yemin kullanılabilirliğini ileri sürmüşlerdir.

Moreno-Arias ve diğerleri (2018) düşük yoğunluklu tuzlu suda (%5) Pasifik beyaz karides yetiştiriciliğinde balık unu yerine biyoyumak ortamında bitkisel protein kaynaklarının etkisini 35 günlük süre ile araştırmışlardır. Deneme 250 L kapasiteli tanklarda ortalama 4,7 ile 4,9 g ağırlıkta olan yavrular 280 m<sup>3</sup> yoğunlukta stoklanmış ve sıfır su değişimi ile (buharlaşmayı telafi edebilmek için haftada bir tatlı su eklenerek) üç kopya halinde beş grup olarak tasarlanmıştır. Ticari bir yem ve farklı dört çeşit yem kombinasyonları (balık, mısır, sorgum, buğday ve soya fasulyesi) kullanılmıştır. Araştırmacılar deneme sonunda biyoyumağın iyi düzeyde protein ve esansiyel yağ asitlerini karşılayabileceğini ve nispeten de olsa balık unu yerine kullanılabilirliğini ifade etmişlerdir.

Legarda ve diğerleri (2019), Pasifik beyaz karides (*L. vannamei*) ve kefalın (*Mugil curema*) biyoyumak sistemine entegre edilmesinin su kalitesi, sucul canlıların büyüme performansı, sistemdeki azot ve fosfor Emilimi, canlıların biyoması, hematolojik ve

immünolojik parametreleri üzerindeki etkilerini 53 günlük deneme sonucunda değerlendirmişlerdir. Demene sonunda entegre sistemde büyütülen karideslerin yaşama oranları ( $92,13 \pm 2,50$ ) kefallsiz karides gruplarından ( $91,50 \pm 3,70$ ) daha yüksek olarak belirlenmiştir. Toplam askıda katı madde miktarının 400 ve 600 mg/L arasında tutulduğu biyoyumak tabanlı entegre multi-trofik su ürünleri yetiştiricilik (*L. vannamei* ve *Mugil curema*) gruplarında, kontrol grubuna (*L. vannamei*, *Mugil curema* olmadan) kıyasla juvenil kefal ile karidesin biyoyumak sistemlerinde entegrasyonunun verimliliği %11,9 ve sistemin fosfor tutma oranını %16,8 arttırdığını ve böylece sistemin genel verimliliğini de arttırdığı tespit edilmiştir.

Deng ve diğerleri (2019), Pasifik beyaz karidesi (*Litopenaeus vannamei*) postlarvalarını (PL 12) az yoğun ( $400 \text{ PL/m}^2$ ), orta yoğun ( $600 \text{ PL/m}^2$ ) ve yüksek yoğunluklu ( $800 \text{ PL/m}^2$ ) biyoyumak ortamında tam ölçekli üretim tesisinde 60 gün süre boyunca test etmişlerdir. Her uygulama 5 m uzunluğunda, 3 m genişliğinde ve 1,2 m derinliğindeki iki tekrarlı biyoyumak tanklarında gerçekleştirilmiştir. Deneme sonucunda en çeşitli mikrobiyal topluluk, yüksek stok yoğunluğunda (%20,8) tespit edilirken orta yoğunluğun (12,7) en düşük mikrobiyal çeşitliliğe sahip olduğu belirlenmiştir. Stok yoğunluğunun yumaklardaki mikrobiyal topluluğu güçlü bir şekilde değiştirebileceği ve potansiyel olarak işlevselliğini de değiştirebileceği ifade edilmiştir.

Kaya ve diğerleri (2019), biyoyumak teknolojisinin benekli karidesin (*Metapenaeus monoceros*) büyüme parametreleri ve hepatopankreas histolojisi üzerine etkilerini (başlangıç ağırlığı:  $8,32 \pm 0,69 \text{ g}$ ) 30 gün boyunca biyoyumak (sıfır su değişimi) ve biyoyumak olmadan (%50 su değişimi/gün) incelemiştir. Farklı karbon kaynakları (mısır nişasta ve gliserin) ve mannan oligosakkarit (MOS) takviyesi (biyoyumak ve biyoyumak olmayan) üçer grup halinde uygulanmıştır. Deneme sonunda karideslerin büyüme parametrelerinde biyoyumak uygulanan gruplarda kontrol gruplarına oranla daha yüksek sonuçlar tespit edilmiştir ( $p < 0,05$ ). En yüksek yem değerlendirme oranı  $2,38 \pm 0,26$  ile mısır nişastası ve mannan oligosakaritin bir arada kullanıldığı biyoyumak grubunda kaydedilirken bu oran kontrol grubu için  $3,59 \pm 0,73$  olarak belirlenmiştir. Prebiyotik takviyesinin iki farklı karbon kaynağı ile etkisinin araştırıldığı bu çalışmada mısır nişastası ve mannan oligosakkaritin biyoyumak teknolojisinde bir arada kullanılmasının karides yetiştiriciliği için verimli bir uygulama olabileceği sonucuna varılmıştır.

Kaya ve diğeri (2020), biyoyumak ortamının (sıfır su değişimli ve karbon kaynağı ilaveli) yeşil kaplan karidesi jüvenilleri (*Penaeus semisulcatus*) yetiştiriciliğinde etkilerini araştırabilmek amacıyla iki aşamalı deneme gerçekleştirmişlerdir. Deneme I’de ilk canlı ağırlıkları 0,72-0,73 g olan karidesler, farklı besleme düzeylerinin (vücut ağırlıklarının %3, 6, 9, 12’si oranında) etkileri belirlenmek üzere sabit stok yoğunluğunda (20 adet karides/0,24 m<sup>2</sup>) stoklanmıştır. Deneme II de dört farklı stok oranının (10, 20, 30, 40 adet karides/0,24 m<sup>2</sup>) karideslerin büyüme performansına etkisi biyoyumak (BY) ortamı ve kontrol grubunda (berrak su koşulları, K) karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir. Deneme I de en iyi sonucu veren besleme düzeyi Deneme II de karideslerin yemlemede kullanılmıştır. Deneme I’ de son canlı ağırlık açısından %6 yemleme yapılan grupta (10,70±0,08 g) diğeri grupların hepsinden daha iyi büyüme gerçekleştiği tespit edilmiştir (p<0,05). Bu sonuçlarla Deneme II %6 oranında yemleme düzeyi kullanılarak uygulanmıştır. En yüksek yaşama oranı %93,33 ile 10 adet/0,24 m<sup>2</sup> stok oranındaki biyoyumak grubunda tespit edilirken en düşük yaşama oranı ise %41,67 ile 40 adet/0,24 m<sup>2</sup> stok yoğunluğundaki kontrol grubunda belirlenmiştir. Histopatolojik değerlendirmeye göre çalışma gruplarının hiçbirinde patolojik bulgu saptanmamıştır. Çalışma sonucunda elde edilen verilere dayanarak biyoyumak ortamında yeşil kaplan karidesi üretiminin verimli bir şekilde gerçekleştirilebileceği ortaya konmuştur.

Chakrapani ve diğeri (2020), farklı K/A oranlarının (10:1, 15:1 ve 20:1) uygulandığı biyoyumak sisteminde yetiştirilen Pasifik beyaz karides (*Litopenaeus vannamei*) postlarvalarının (PL 10) yetiştiricilik parametreleri üzerine etkilerini değerlendirebilmek amacıyla 28 günlük bir deneme gerçekleştirmişlerdir. Karbon kaynağı olarak melas, pirinç kepeği ve buğday unu (30 g melas, 30 g pirinç kepeği ve 40 g buğday unu) kombinasyon şeklinde uygulanmıştır. Sonuçlar, 10:1 K/A (630 mg) ve 15:1 K/A (646 mg) oranlarının uygulandığı biyoyumak gruplarında yetiştirilen karideslerin, 20:1 K/A (528 mg) oranı uygulanan grup ve kontrol grubu (374 mg) ile karşılaştırıldığında önemli ölçüde daha yüksek büyüme performansı elde edildiğini göstermektedir (p<0,05). Genel bulgular, 10:1 ve 15:1 K/A oranlarının biyoyumak sistemlerinde *L. vannamei* karidesinin yetiştirilmesinde büyüme parametrelerine katkı sağladığını göstermektedir.

Hosain, Amin, Arshad, Kamarudin, Karim (2021), ön büyütme aşamasındaki tatlı su karidesleri (*Macrobrachium rosenbergii*) ile sıfır su değişimli biyoyumak ortamında altı haftalık bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Biyoyumak sisteminde, ortamın su kalitesi, mikroorganizmalar, bileşenlerin yapısı ve karideslerin büyüme performansı farklı karbon



kaynakları (15:1 K/A oranında, buğday kepeği, pirinç unu, melas, mısır nişastası ve hurma çekirdeği posası) kullanılarak karşılaştırılmıştır. Deneme sonunda biyoyumak gruplarında en yüksek lipit oranı (%1,97 kuru ağırlık) mısır nişastası içeren gruplarda belirlenmiştir. Mısır nişastasının içerdiği yüksek lipit miktarı, larvalarda daha iyi yaşama oranı elde edilmesine katkı sağlamıştır. Bu çalışma ile biyoyumak teknolojisinde yetiştirilmiş *M. rosenbergii* postlarvalarının yaşama oranı ve büyümesi için mısır nişastasının öncelikli karbon kaynağı olabileceği tespit edilmiştir.

Kaya ve diğerleri (2021), 45 günlük bir çalışma ile biyoyumak teknolojisinin kerevit (*Astacus leptodactylus*) yetiştiriciliğinde farklı stok yoğunluğunun (20, 41, 66, 62,5 ve 83,33 adet/m<sup>2</sup>) yetiştiricilik parametrelerine ve hepatopankreas histolojisine etkileri değerlendirilmiştir. Biyoyumak üretimi için günlük beslemeden sonra 15:1 K/A oranında melas biyoyumak tanklarına eklenmiştir. Deneme sonunda kerevitlerin büyüme performansı açısından deneme grupları arasında istatistiki olarak önemli bir farklılık belirlenmemiştir ( $p>0,05$ ). En iyi büyüme performansı (%0,70±0,08/gün) 20 adet/0,24 m<sup>2</sup> stok yoğunluğundaki grupta elde edilmiştir. Gruplara göre yem değerlendirme oranı değişiklik göstermiş ayrıca en iyi yem değerlendirme oranı en düşük stok yoğunluğunda elde edilmiştir ( $p<0,05$ ). Artan stok yoğunluğu kerevitlerin son canlı ağırlık kazancını olumsuz etkilemiştir. Yüksek stok yoğunluğunda kısmen düşük yem değerlendirme ve yaşama oranlarına rağmen bu araştırma, biyoyumak koşullarının kerevit yetiştiriciliğini mümkün kıldığını göstermektedir.

## 2.2. Karides Postlarva Yetiştiricilik Çalışmaları

Ameeri ve Cruz (2006), kapalı devre sistemi içinde farklı stok yoğunluklarının karideslerin büyüme performansı ve üreticilik verimi üzerine etkilerini araştırmak amacıyla yeşil kaplan karidesi (*Penaeus semisulcatus*) postlarvalarının büyüme (80,0 mg canlı ağırlık) ve besi (5,0 g canlı ağırlık) aşamasındaki iki farklı boyu ile iki deneme yapmışlardır. İlk denemede postlarvalar 50, 100, 150 ve 200 adet/m<sup>3</sup> stok oranında 68 gün yetiştirilirken, ikinci denemede yavrular 24, 50, 74 ve 100 adet/m<sup>3</sup> oranında 126 gün boyunca yetiştirilmiştir. İlk deneme olan büyüme aşamasında, farklı yoğunluklarda stoklanan karidesler arasında yaşama oranlarında (%96 ile %98,7 aralığında) herhangi bir istatistiksel farklılık gözlenmemiştir ( $p>0,05$ ). Bu nedenle, bu aşamada dikkate alınması gereken en önemli husus, üretilen karides sayısı olduğundan, 200 karides/m<sup>3</sup> yoğunluğunun

kullanılması tavsiye edilmektedir. Denemenin sonunda ortalama son canlı ağırlığı, stok yoğunluğu arttıkça azalmıştır. İkinci denemede (besi aşaması), en yüksek stok yoğunluğunda yaşama oranı (86,67) diğer üç yoğunluğa göre daha düşük bulunmuştur. En iyi yaşama oranı ise 50 adet/m<sup>3</sup> stok yoğunluğunda (%100,00) kayıt edilmiştir. Gerçekleştirilen iki deneme sonucunda stok yoğunluğu arttıkça karides ağırlığında önemli bir azalma olduğu tespit edilmiştir.

Türkmen (2007), yeşil kaplan karidesi (*Penaeus semisulcatus*) larvalarının (0,03 g) yetiştiricilik parametrelerini inceleyebilmek amacıyla 150 günlük bir deneme gerçekleştirmiştir. Sürekli havalandırma ve su değişimi ile çözülmüş oksijen seviyeleri karidesler için optimum büyümeyi destekleyecek seviyede tutulmuştur. Karides, günde ortalama 0,125 g büyüme hızıyla 150 günde 0,03 gramdan 18,72 grama kadar büyümüştür. Yaşama oranı deneme sonunda %77 olarak belirlenmiştir. Ortalama su sıcaklıklarının düşük olduğu ilk ve son 15 günlük dönemlerde günlük büyüme oranı en düşük seviyede kayıt edilmiştir. Günlük büyüme hızı, ortalama su sıcaklıklarının düşük olduğu (23,9°C 8:00 ve 19,7°C 16:00) ilk ve son 15 günlük dönemlerde en düşük, ortalama sıcaklığın 26,0-29,5°C arasında değiştiğinde en yüksek değerler tespit edilmiştir. Bu çalışma ile karides yetiştiriciliğinde verimliliğin optimum su sıcaklığı ve tuzluluk oranlarında ideal seviyeye ulaşabileceği vurgulanmaktadır.

### 2.3. Balık Yetiştiriciliğinde Biyoyumak Uygulamaları

Biyoyumak teknolojisi, son dönemlerde kabuklu canlıların üreticiliğinde aktif bir şekilde uygulanmaya başlansa da çalışmalar, balık üreticiliği yönünden özellikle tilapya gibi oksijen ihtiyacı daha düşük ve sıcak iklim kuşağı balıkları ile sınırlı düzeyde kalmaktadır. Biyoyumak teknolojisinde yetiştiricilik yapılan tank ve havuzlarda gelişen mikrobiyal yumakların balıklar için potansiyel besin kaynağı olarak değerlendirilebileceği çeşitli araştırmacılar tarafından kayıt edilmiştir. Sürdürülebilir kültür balıkçılığı sistemlerinin çevreye en az zarar verecek şekilde tasarlanmasının pratik ve ucuz yollarından biri olarak biyoyumak teknolojisi kullanımı son yıllarda dikkat çekmektedir.

Ekasari ve Maryam (2012), tarafından biyoyumak uygulamasının farklı stok yoğunluklarında (25, 50 ve 100 balık/m<sup>3</sup>) yetiştiriciliği yapılan tilapya (*Oreochromis niloticus*) üretim performansı ve su kalitesi üzerine etkileri incelemiştir. Ortalama vücut

ağırlıkları  $77,89 \pm 3,71$  g olan tilapyalar 14 hafta boyunca  $3\text{m}^3$  beton tanklarda yetiştirilmiş ve biyoyumak tanklarına 15:1 (K/A) oranını sağlayabilmek için karbon kaynağı olarak melas eklenmiştir. Yetiştiricilikte önemli parametre olan azotlu bileşiklerden toplam amonyak azotu ve nitrit düzeylerinin biyoyumak tanklarında kontrol grubuna (karbon kaynağı ilavesiz) oranla daha az bulunmuş, en fazla yaşama oranı ise  $25 \text{ adet/m}^3$  ( $97,78 \pm 0,77$ ) stok yoğunluğundaki biyoyumak grubunda kayıt edilmiştir.

Wang ve diğerleri (2015), ortalama vücut ağırlıkları  $5,01 \pm 0,13$  g olan japon balıkları (*Carassius auratus*) farklı K/A oranlarına sahip biyoyumak ortamının su kalitesi ve yetiştiricilik parametrelerine etkilerini belirleyebilmek amacıyla 56 gün boyunca incelemiştir. Balıklar 250 L hacimli tanklara 100 adet olarak stoklanmıştır. Biyoyumak gruplarında (sıfır su değişimli) karbon kaynağı olarak kullanılan glikoz 15:1, 20:1 ve 25:1 K/A oranında tutulmuştur. Karbon kaynağı ilavesiz kontrol grubunda ise sazanlar yalnızca günde üç defa ticari bir yemle beslenmiştir. Yetiştiricilik ortamındaki K/A oranı arttıkça büyüme parametreleri ve yaşama oranları açısından biyoyumak grupları (özellikle 20:1 K/A ve 25:1 K/A) ve kontrol grupları arasında önemli farklılıklar belirlenmiştir ( $p < 0,005$ ). Deneme sonunda elde edilen bulgular K/A oranı 15:1' den büyük olduğunda biyoyumağın *C. auratus* havuzlarındaki amonyak azotu, nitrit ve nitrat içeriğini etkili bir şekilde azaltabileceğini göstermiştir. Biyoyumak ortamında karbon kaynağı 20:1 K/A veya 25:1 K/A oranında uygulandığında büyüme parametrelerinde önemli ölçüde artış kayıt edilmiştir. Bulgular, biyoyumağın su kalitesi kontrolü ve proteinli yem üretimi için *C. auratus* yetiştiriciliğinde etkili ve yüksek potansiyelli bir teknoloji olduğunu göstermektedir.

Pérez-Fuentes, Hernández-Vergara, Pérez-Rostro ve Fogel (2016), Nil tilapyası (*Oreochromis niloticus*) juvenilleri ile farklı karbon oranlarının (10:1, 12.5:1, 15:1, 17.5:1, 20:1 K/A) karideslerin yaşama oranı, günlük canlı ağırlık artışı ve yem değerlendirme oranları gibi büyüme parametreleri üzerine etkilerini değerlendirmek amacıyla 6 aylık bir çalışma yürütmüşlerdir. Çalışma su değişimsiz biyoyumak grupları ve berrak su koşullarında kontrol gruplarından (her hafta %80 su değişimi) oluşmaktadır. Karbon kaynağı olarak biyoyumak gruplarına her dört günde bir melas eklenmiştir. Biyoyumak uygulamaları arasında tilapya juvenillerinin yaşama oranları benzer ancak kontrol gruplarından daha yüksek kayıt edilmiştir ( $p < 0,05$ ). Ayrıca çalışma sonunda en düşük canlı

ağırlık, 17,5:1 ve 20:1 (K/A) uygulanan gruplarda elde edilmiştir. Yem değerlendirme oranı açısından deneme gruplarında önemli bir farklılık belirlenmemiştir ( $p>0,05$ ).

Putra, Rusliadi, Fauzi, Tang ve Muchlisin (2017), karabalık (*Clarias gariepinus*) ile yaptıkları çalışmada probiyotiklerle zenginleştirilmiş biyoyumak ortamının balıklar üzerinde büyüme performansı ve yem değerlendirme oranına etkilerini araştırmışlardır. Çalışma aralıklı probiyotik uygulamalı biyoyumak sisteminde (5 günlük aralık, 10 günlük aralık ve 15 günlük aralık) 60 gün boyunca denenmiştir. Biyoyumak sistemi, bir litre suya 10 mL probiyotik (*Bacillus sp.*) ve 200 mL melas eklenerek elde edilmiştir. Deneme sonunda karabalığın büyüme performansı ( $125,89\pm 1,96$  g), yaşama ( $95,77\pm 0,66$ ) ve yem değerlendirme oranının ( $0,90\pm 0,02$ ), 5 günlük aralıklarla probiyotik uygulaması yapılan grupta daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Probiyotiklerin biyoyumak sistemine uygulanma sıklığının karabalıkların büyüme performansını, yaşama ve yem değerlendirme oranını önemli ölçüde etkilediğini belirtmişlerdir.

Bakhshi ve diğerleri (2018), biyoyumak sistemindeki farklı karbon kaynaklarının sazan (*Cyprinus carpio L.*) yavrularının (başlangıç ağırlığı  $22,5\pm 0,2$  g) büyüme performansı, immün yanıt ve bulaşıcı olan *A. hydrophila*' ya karşı dayanıklılığına etkisini tespit etmek amacıyla 10 haftalık bir deneme yapmışlardır. Biyoyumak gruplarında karbon kaynağı olarak melas, şeker ve mısır nişastası kullanılmış ve su değişimi yapılmamıştır. Kontrol grubunda balıklar, canlı ağırlıklarının %3'ü oranında ticari yemle beslenmiş ve tankların su hacminin %30'u her gün değiştirilmiştir. Büyüme performansı açısından gruplar arasında herhangi bir farklılık gözlenmemiştir, ancak mısır nişastası uygulanan biyoyumak gruplarında balıkların, diğer uygulama gruplarına göre önemli ölçüde daha düşük yem değerlendirme oranına sahip olduğu belirlenmiştir ( $p<0,05$ ). Farklı karbon kaynakları, hematolojik parametreleri etkilememiştir ( $p>0,05$ ). Bu denemede elde edilen sonuçlar, mısır nişastasının sıfır su değişim sisteminde karbon kaynağı olarak kullanılmasının sazan yavrularının bağışıklık tepkisi, hastalıklara karşı direnci, histolojik sindirim ve solunum sistemlerini geliştirdiğini göstermektedir.

Azhar ve diğerleri (2020), Nil tilapyası (*Oreochromis niloticus*) ve kırmızı kiskaçlı kerevitlerin (*Cherax quadricarinatus*) üretim performansı üzerine, farklı karbon/azot oranlarına (K/A) sahip biyoyumak tabanlı ortak yetiştiricilik sistemlerinin etkilerini değerlendirmek amacıyla 80 günlük bir deneme gerçekleştirmişlerdir. Biyoyumak grupları

için karbon kaynağı olarak kullanılan melas iki farklı K/A oranında (10:1 ve 15:1 ) uygulanmış ve su değişimli kontrol grubu ile karşılaştırılmıştır. Uygulamalar arasında toplam canlı biyoması veya toplam ağırlık artışında önemli farklılıklar tespit edilmemiştir ( $p>0,05$ ). Nil tilapyası ve kırmızı kıskaçlı kerevit biyoyumak tabanlı polikültürde önemli ölçüde yem değerlendirme oranı ile tüketilen toplam yem miktarını azaltmış ve su kalitesini iyileştirmiştir. K/A oranı 15 olan biyoyumak sistemi, su kalitesinin en iyi olduğu sistem olarak tespit edilmiştir. Bu çalışmanın sonuçlarına dayanarak, biyoyumak tabanlı tilapya ve kırmızı kıskaçlı kerevit ortak yetiştiricilik sistemlerinde K/A oranındaki artışın yem kullanım verimliliği ve su kalitesi üzerinde olumlu etkileri olduğu belirtilmektedir.

Haghparast, Alishahi, Ghorbanpour ve Shahriari (2020), karbon kaynağı olarak melasın kullanıldığı biyoyumak ortamının sazanların (*Cyprinus carpio*) hemato-immünolojik parametreleri, antioksidan seviyesi ve stres faktörleri üzerine etkilerini araştırmışlardır. Karbon kaynağı olarak kullanılan melas 15:1, 20:1 ve 25:1 (K/A) oranında tutulmuştur. Bu çalışmada, biyoyumak gruplarında (özellikle 20:1 K/A oranı olan uygulama grubunda) hemen hemen tüm bağışıklık indeksleri kontrol grubundan daha yüksek olarak belirlenmiştir ( $p<0,05$ ). Hematolojik parametreler ve antioksidatif enzim aktivitesi biyoyumak sistemlerinden etkilenmemiştir. Stres, kontrol grubu ile karşılaştırıldığında biyoyumak sisteminde (özellikle 20:1 K/A grubunda) önemli bir düşüş göstermiştir ( $p<0,05$ ). Sonuçlar, biyoyumak sisteminin, sadece immünolojik parametreleri, antioksidatif durumu ve su kalitesini iyileştirmediğini, aynı zamanda sazanların stres durumlarını azalttığını göstermiştir.

Popoola ve Miracle (2021), biyoyumak sistemlerinde karbon kaynaklarının karabalık (*Clarias gariepinus*) juvenillerinin refah durumu üzerine etkilerini belirleyebilmek için 72 günlük çalışma yürütmüşlerdir. Deneme biyoyumak grupları (karbon kaynakları 20:1 K/A oranında tapyoka, soya küspesi, bira atıkları ve manyok kabuğu) ve kontrol gruplarından (her hafta %70 su değişimli) oluşmaktadır. Bütün gruplarda su kalitesi parametrelerinin *Clarias gariepinus* yetiştiriciliği için uygun konsantrasyonlarda kaldığı belirlenmiştir. Tüm uygulama gruplarında balıkların büyüme performansında önemli bir fark gözlenmemiştir ( $p<0,05$ ). En yüksek yaşama oranları %76,00±2,00 ile %76,00±1,50 olarak sırasıyla tapyoka ve manyok kabuğu gruplarında tespit edilirken en düşük yaşama oranı %50,00±10,0 ile kontrol grubunda belirlenmiştir. Sonuç olarak çalışma, kontrol grubuna kıyasla biyoyumak sisteminin iyi su kalitesinin korunması, büyüme performansı üzerinde

faydalı etkilerinin yanında sistemin balıkların sindirim enzimlerini, oksidatif durumunu iyileştirdiğini ve bunun da yem kullanımını ve büyüme performansına katkı sağladığını ortaya koymaktadır.



### 3. MATERYAL VE YÖNTEM

#### 3.1. Materyal

##### 3.1.1. Karides materyali

Denemede canlı materyal olarak yeşil kaplan karidesi (*Penaeus semisulcatus*) postlarvaları kullanılmıştır. Denemede kullanılan postlarvalar, ticari küçük ölçekli balıkçılık faaliyetinden temin edilen anaçların yumurtlatılması ile elde edilmiş ve denemenin yürütüleceği ortamda üç gün süreyle kademeli olarak doğal deniz suyundan yapay deniz suyuna geçişleri gerçekleştirilen postlarvalar başlangıç canlı ağırlıkları ölçüldükten ( $\sim 0,14 \pm 0,04$  g) sonra deneme düzeneğine alınmışlardır.



Resim 3.1. Karideslerin ortalama başlangıç canlı ağırlık ölçümleri (orijinal)

### 3.1.2. Araştırma yeri

Denemede kullanılacak postlarvaların elde edilmesi için gerekli olan anaçlar İskenderun Körfezi'nde küçük ölçekli balıkçılardan canlı olarak alınmıştır. Elde edilen yumurtalı anaçlar 50 L hacimli taşıma tanklarında havalandırma koşulları sağlanarak İskenderun Teknik Üniversitesi Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Fakültesi Araştırma Ünitesi'ne taşınmıştır. Burada UV ile sterilize edilmiş deniz suyu ile doldurulmuş iki adet 75 L hacimli kovalar içerisinde yumurtlatma işlemi gerçekleştirilmiştir. Larvalar postlarva aşamasına gelene kadar bu üniteadaki 500 L'lik (100 x 100 x 50 cm, 1 m<sup>2</sup>) tanklarda büyütülmeye devam edilmiştir. Yaklaşık 0,1 g ağırlığa ulaşan postlarvalar içerisinde havalandırma düzeneği olan 75 L hacimli taşıma tankı ile denemenin gerçekleşeceği Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Su Ürünleri Mühendisliği Bölümü'ne transfer edilmiştir. Taşıma esnasında 40 L doğal deniz suyu (%38) ve 35 L de yapay deniz suyu (%35) kullanılmıştır. Deneme aynı özelliklerde BY ve BS koşullarına sahip iki ayrı kapalı devre yetiştiricilik (RAS) sisteminde gerçekleştirilmiştir. Sistemde 40 L kapasiteli 6 adet (60x40x19 cm) 0,24 m<sup>2</sup>'lik tanklar kullanılmıştır. Tanklarda karideslerin büyüme ve gelişimi için gerekli olan sıcaklık ve oksijen miktarını karşılayabilmek amacıyla termostatlı ısıtıcı ve hava motoru kullanılmıştır. Berrak su koşullarının sağlandığı RAS ortamında ise ısıtıcı ve havalandırma dışında filtrasyon düzeneği (kaba, ince filtre, biyo-sünger, biyo-elyaf, biyo-ball) ve protein uzaklaştırıcıdan yararlanılmıştır.

### 3.1.3. Yem materyali

Yem önceki çalışmalarda eklembacaklılar ve karidesler için önerilen formülasyonlar üzerinden (besin madde bileşen analiz sonucuna göre %38 ham proteinli) üretilmiştir (NRC, 2011). Rasyona katılan hammaddeler ince un haline getirildikten sonra laboratuvar tipi mikserde hamur kıvamına kadar distile su eklenmiş oda sıcaklığında pelet (1 mm çap, 3 mm boy) formuna getirilmiş, jelatinize olması için otoklavlanmış (1 atmosfer basınç, 20 dak.) ve fanlı bir etüvde (8 saat, 40°C) kurutulmuştur. Denemede kullanılan yemin besin madde içeriği Çizelge 3.1'de gösterilmiştir.



Çizelge 3.1. Denemede kullanılan yemin besin madde içeriği

<b>Yem kompozisyonu</b>	<b>%</b>
Kuru madde	90,6
Ham kül	6,03
Protein	38,0
Lipit	9,10
Ham selüloz	1,53

### 3.1.4. Diğer materyaller

-Tuz: Ankara Üniversitesi'nde gerçekleştirilen deneme süresince karideslerin gelişimini destekleyecek uygun su koşullarını sağlamak amacıyla ticari deniz tuzu (Reeflowers Caledonia Sea Salt) kullanılmıştır.

-Refraktometre: Uygulamalarda günlük olarak sistemin tuzluluk oranının ölçümünde kullanılmıştır.

-Hava motoru: Kapalı devre yetiştiricilik sisteminde tank içerisine deniz tuzu eklenerek elde edilen doğal olmayan ortamda yetiştiriciliği yapılan karidesler için, oksijen değeri yoğun havalandırma ile yüksek tutulmuştur. Dolayısıyla aynı niteliklere sahip iki adet hava motoru ve eşit sayıda hava taşı kullanılmıştır.

-Termostatlı ısıtıcı: Karideslerin gelişimini destekleyecek optimum su sıcaklığını kontrol edebilmek amacıyla 300 W iki adet ısıtıcı deneme süresince kullanılmıştır.

- Melas: Biyoyumak ortamının oluşturulması ve sürdürülmesinde şeker melası karbon kaynağı olarak kullanılmıştır.

-İmhoff hunisi: Biyoyumak tanklarında ortam yoğunluğunun 10-40 ml/L arasında sürdürülebilmesi için yapılması gereken ölçümlerde kullanılmıştır.

## 3.2. Yöntem

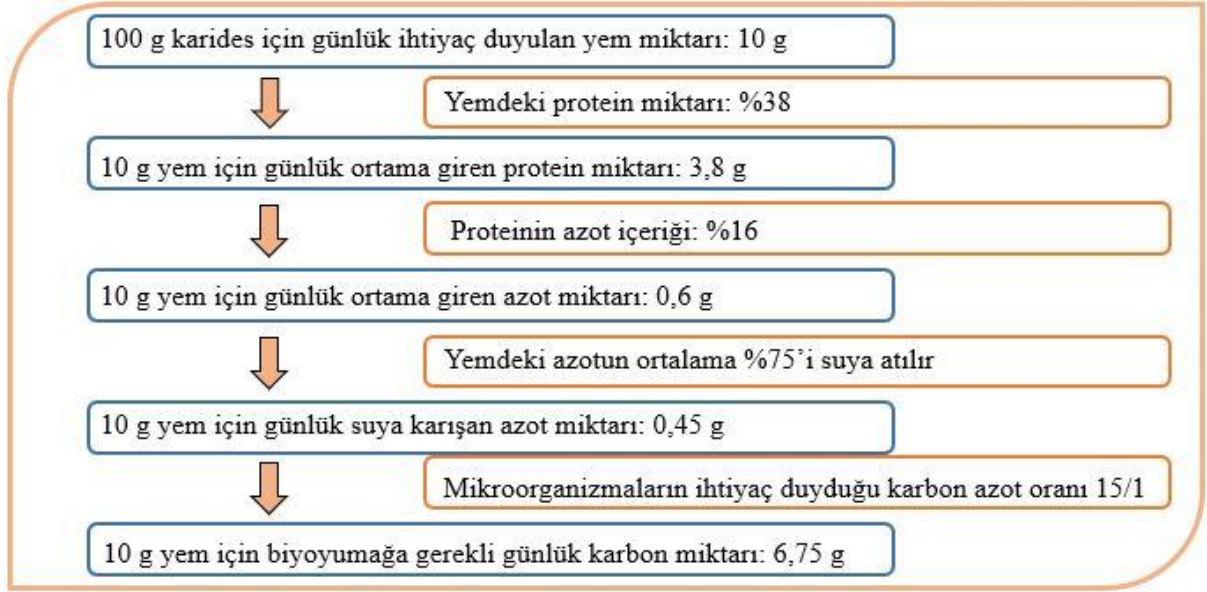
### 3.2.1. Postlarvaların eldesi

Postlarvaların elde edilmesi için gonad gelişimini (4. aşama) tamamlamış dişi karidesler 1 m<sup>3</sup> hacimli tanklara yerleştirilmiştir. Yumurtlamaya uygun olan anaçlar aynı gece, 70 L hacminde, içerisinde 28°C sıcaklık ve ‰38 tuzlulukta filtre edilmiş deniz suyu bulunan uygun şekilde havalandırılan yumurtlama tanklarına transfer edilmiştir. Karideslerin yumurta süreci takip edilerek, yumurtlamayı takiben anaçlar yumurtlama tankından uzaklaştırılmıştır. Yumurta açılımı aynı tanklarda gerçekleştirildiğinden tank su hacminin ‰50 si 100µm plankton bezi kullanılarak değiştirilmiştir. Yumurtlamayı takiben yaklaşık 12-17 saat içerisinde larva çıkışı gerçekleşmiştir. İlk 2 gün Naupli (5-6) aşamasına kadar ortama yem verilmeden bu aşamanın tamamlanmasından sonra, protozoa aşamanın başlamasına yakın larvalar ilk yem olarak *Tetraselmis chuii* (20,000 hücre/ml), *Chaetoceros calcitrans* (50,000 hücre/ml) ve *Isochrysis galbana* (30,000 hücre/ml) mikroalg karışımı ile beslenmiştir. Larvalar uygun su sıcaklığında 3-4 gün içerisinde mysis aşamasına ulaşmıştır. Mikroalgler plankton üretim ünitesinde uygun kültür ortamları kullanılarak standart alg kültür protokolü ile üretilmiştir. Zooplankton olarak yeni yumurtadan çıkmış *Artemia naupli*, karides larvalarının ‰50'si mysis 1 (M1) aşamasına geçtiğinde 0,5 adet/ml yoğunluğunda larva tanklarına ilave edilmiştir. PL aşamasına kadar *Artemia naupli* miktarı 5 adet/ml yoğunluğa ulaştırılmıştır. Tanklara verilen mikro-alg yoğunluğu aşamalı olarak azaltılmıştır. PL aşamasına ulaşınca tüm postlarvalar hasat edilmiş ve ön bakım besleme amacıyla daha büyük tanklara transfer edilmiştir. Bu dönemden sonra ön bakım büyütme-besleme protokolüne uygun olarak devam eden günlerde *Artemia nauplilere* ek olarak mikroyem ve toz yem kullanılmıştır (Aktaş ve Kumlu 1999; Aktaş ve diğerleri, 2003; Genc ve diğerleri, 2007; Fast ve Lester 2013). Yaklaşık 0,08 ile 0,24 g ağırlıkta olan postlarvalar deneme yapılmak üzere içerisinde havalandırma düzeneği olan 75 L hacimli taşıma tankı ile İskenderun Teknik Üniversitesi Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Fakültesi Araştırma Ünitesinden, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Su Ürünleri Mühendisliği Bölümü'ne transfer edilmiştir.

### 3.2.2. Kapalı devre sistem için kullanılacak biyoyumağın eldesi ve sürdürülmesi

Biyoyumak ortamı, içerisinde 10 adet karides (8-10 g) stoklanan, havalandırma düzeneği bulunan 200 L hacimli fiberglas tanklarda deneme başlamadan önce üretilmiştir. Biyoyumak ortamında karbon kaynağı olarak şeker melası kullanılan çalışmalarda karideslerin büyümesi ve yaşama oranı üzerinde olumlu sonuçlardan dolayı bu denemede de karbon kaynağı olarak şeker melası tercih edilmiştir (Emerenciano ve diğerleri, 2012; Kaya ve diğerleri, 2020; Kumar ve diğerleri, 2017; Wang ve diğerleri, 2016). Elde edilen biyoyumak, denemenin yapıldığı gruplara ait kapalı sistemdeki tanklara %10 oranında aşılınmış, tanklardaki biyoyumak hacmi 10 ml/L seviyesine yükseldiğinde deneme başlatılmıştır.

Deneme süresince ortamdaki biyoyumak hacmi imhoff hunisi kullanılarak belirli aralıklarla ölçülmüştür. Biyoyumağı sürdürmek için havalandırılmalı ve su sirkülasyonlu koşullarda (~4 L/dakika su akışı) günlük %10 yemleme oranında ve %38 proteinli deneme yemi üzerinden (10 g yem için 6,75 g) hesaplama yapılmıştır. Biyoyumak tanklarında ortam yoğunluğunun 10-20 ml/L aralığında tutulabilmesi için karbon kaynağı olarak şeker melası, 15:1 K/A oranında günlük olarak biyoyumak tanklarına ilave edilmiştir. Araştırmacılar tarafından biyoyumak yetiştiricilik ortamında 15:1 K/A oranının heterotrofik bakterilerin aktivitelerini ve büyümesini teşvik etmek için optimum koşulları sağladığı kaydedilmiştir (Dauda, 2019; Kaya ve diğerleri, 2018; Kumar ve diğerleri, 2017; Mugwanya, 2021). Dolayısıyla bu denemede K/A oranı 15:1 seviyesinde tutulmuştur. Biyoyumak oluşumu ve sürdürülebilmesi için ortama eklenmesi gereken melas miktarının belirlenmesi için yapılması gereken hesaplamalar Şekil 3.1'de gösterilmiştir.



Şekil 3.1. Biyoyumak sisteminde 100 g karides ve 10 g yem için 15:1 K/A oranında ortama eklenmesi gereken karbon kaynağı miktarının belirlenmesine yönelik yapılan hesaplama

### 3.2.3. Su kalite parametreleri

Deneme boyunca su sıcaklığı, oksijen miktarı ve pH gibi su kalite parametreleri günde üç kez ölçülmüştür. Ayrıca deneme süresince su kalite parametrelerinden biri olan tuzluluğun karideslerin büyümesi için uygun seviyede tutulabilmesini sağlamak amacıyla refraktometre ile gerekli ölçümler yapılmış ve buharlaşma durumunda tuz oranını dengeleyebilmek için ortama taze su eklenmiştir. Sistemdeki toplam amonyak azotu, nitrat ve nitrit azotu beş günde bir ölçülerek Hanna fotometre yöntemine uygun seviyelerde tutulmuştur (Hutson ve diğerleri, 2013; Jensen ve diğerleri, 2017; Moreno- Figueroa ve diğerleri, 2017; Silva ve diğerleri, 2017). Tanklarda artış gösteren heterotrofik bakterilerin oksijene ihtiyaç duyması nedeni ile oksijen yoğunlaştırıcı kullanılarak sudaki oksijen miktarı 6-7 mg/L düzeyinde korunmuştur (González-Ruiz ve diğerleri, 2020).

### 3.2.4. Deneme planı ve düzeni

Biyoyumak ortamının karides postlarvalarının yetiştiricilik parametreleri ile besin madde bileşenleri ve hepatopankreas histomorfolojisi üzerine etkilerinin berrak su (kontrol grubu) koşulları ile karşılaştırmalı olarak belirlenebilmesi için iki ayrı kapalı devre sistemi (biyoyumak ve berrak su koşulları) kullanılmıştır. Her iki sistemde gruplar 3 tekerrürlü

olacak şekilde 3'er tank, toplamda ise 6 tank kullanılmıştır. Başlangıç ortalama ağırlıkları belirlenen postlarvalar 40'ar adet olarak tanklara yerleştirilmiştir (Resim 3.2).



Resim 3.2. Denemenin kurulduğu ve yürütüldüğü biyoyumak ve berrak su tankları (orijinal)

### 3.2.5. Yetiştiricilik parametreleri

İki ayrı ortamın (biyoyumak: BY ve berrak su: BS) yetiştiricilik parametrelerine etkisinin karşılaştırılmasına dayanan deneme iki grup ve 3 tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiştir. Deneme başlangıcında ve 18 günde bir her iki gruptaki postlarvaların ağırlıkları ölçülmüştür. Deneme sonunda (54. gün) bütün postlarvaların ağırlıkları ölçülmüş ve kalan karides sayıları belirlenerek grupların yaşama oranları hesaplanmıştır. Her 18 günde bir yapılan ölçümlerle verilecek yem miktarı yeniden hesaplanarak tüketilen yem miktarı dönemsel olarak tespit edilmiştir. Deneme süresince postlarvalar 18 günde bir her bir tekerrürden beşer adet olmak üzere büyüme düzeylerinin belirlenebilmesi için

örneklenmişlerdir. Büyüme parametrelerinin, yaşama ve yem değerlendirme oranlarının belirlenmesinde aşağıdaki eşitliklerden faydalanılmıştır.

$$\text{-Canlı ağırlık kazancı} = [(\text{deneme sonu ağırlık} - \text{deneme başı ağırlık}) / \text{deneme başı ağırlık}] \times 100$$

$$\text{-Günlük canlı ağırlık kazancı} = (\text{deneme sonu vücut ağırlık} - \text{deneme başı ağırlık}) / \text{gün}$$

$$\text{-Spesifik büyüme oranı} = [100 \times (\ln \text{deneme sonu vücut ağırlığı} - \ln \text{deneme başı vücut ağırlığı})] / \text{deneme süresi (gün)}$$

$$\text{-Yaşama oranı} = [(\text{deneme başı karides sayısı} - \text{deneme sonu karides sayısı}) / \text{deneme başı karides sayısı}] \times 100$$

$$\text{-Yem değerlendirme oranı} = \text{toplam yem tüketimi} / \text{toplam canlı ağırlık kazancı}$$

### 3.2.6. Besin madde bileşen analizi

Deneme sonunda biyoyumak ortamının postlarvaların vücut bileşenleri üzerine olumsuz bir etkisi olup olmadığını belirleyebilmek amacıyla her tanktan 5 adet karides rastgele seçilmiştir. Karideslerin besin madde bileşen analizleri AOAC (2000) standart protokollerine uygun olarak gerçekleştirilmiştir. Buna göre örnekler tartıldıktan sonra fanlı etüvde standart ağırlığa gelene kadar (105°C) kurutulmuştur.

- Ham protein miktarının belirlenmesi: Denemede kullanılan yem ve karideslerin ham protein miktarlarının belirlenmesi amacıyla Kjeldahl metodu kullanılmıştır. Örnekler (0,5 g), Kjeldahl tüpleri içerisine konmuş, tüpler içerisine 1 adet Kjeldahl katalizör tableti ve 15 mL sülfürik asit (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) eklenmiştir. Kuru örneklerdeki protein yüzdesi aşağıda verilen standart eşitlik kullanılarak hesaplanmıştır (Formülde; 0,1 = HCl mol olarak değerini, 14,007 = Nitrojenin molekül kütlesi ve 6.25 = örneğin nitrojen ve protein içeriği arasındaki ilişkiyi belirleyen sabit katsayıdır).

$$\text{Ham protein (\%)} = [(\text{titrasyonda harcanan} - \text{kör örnek} \times 0,1 \times 14,007 \times 6,25) / \text{örnek, g}] \times 100$$

- Nem: Tartılıp kurutulan yem ve postlarva örneklerinin nem oranı aşağıdaki eşitliğe göre hesaplanmıştır.

$$\text{Nem (\%)} = [(\text{Örneğin kuru ağırlığı, g} - \text{Örneğin yaş ağırlığı, g}) / (\text{Örneğin yaş ağırlığı, g})] \times 100$$

-Ham lipit miktarının belirlenmesi: Postlarva ve yemin lipit miktarının belirlenmesinde sokslet ekstrasyon yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntemde örnekler ekstraksiyon kartuşuna doldurulup petrol eteri ile sifonlanarak petrol eterinin yağ baloncuğunda birikmesi sağlanmıştır. Yağ birikimi sağlandıktan sonra buharlaşma yardımıyla yağ baloncuğundaki solüsyon uzaklaştırılarak ayırıştırma işlemi tamamlanmış ve elde edilen yağ miktarının ağırlık farkı aşağıda belirtilen eşitlik kullanılarak bulunmuştur.

$$\% \text{ Ham Yağ} = (\text{Yağ Balonunda Biriken Yağ Miktarı (g)} / \text{Örnek Ağırlığı (g)}) \times 100$$

-Ham kül miktarının tespiti: Belirlenen miktarda kuru karides ve yem örnekleri kroze içerisinde, yüksek ısıdaki kül fırınında yakılmıştır. Örneklerde bulunan kül miktarının belirlenmesine yönelik olarak kullanılan eşitlik aşağıda belirtilen şekilde kurulmuştur.

$$\% \text{ Ham Kül} = \text{Porselen kaptaki ağırlık değişimi, g} / \text{Örnek ağırlığı, g} \times 100$$

### 3.2.7. Hepatopankreas histomorfolojisi

Eklembacaklılarda hepatopankreas dokusu çevresel değişkenlerin ve beslenmeye bağlı değişikliklerin izlendiği en yaygın belirteç dokudur. Bu nedenle biyoyumak ortamının postlarvaların hepatopankreasları üzerine olumsuz bir etkisi olup olmadığını belirleyebilmek amacıyla deneme sonunda histomorfolojik inceleme için her tekerrürden ikişer karides örneklenmiştir. Kimyasal anestezi uygulanmaksızın buzlu suyun içinde paralize edilen karideslerin karapaksları kaldırılarak hepatopankreas dokuları (pens ve makas yardımıyla etiketlenmiş doku takip kasetlerine (1/20 oranında fiksatif ve %10 tamponlu formaldehit içerisinde) 48 saat süreyle alınmıştır. Dehidrasyon, şeffaflaştırma ve parafine gömme işlemini takiben mikrotom (Thermo Shandon) ile alınan kesitler (5 µm) deparafinizasyon, hidrasyon aşamalarından sonra hematoksilen ve eosin ile boyanmıştır. Kesitlerden trinoküler ışık mikroskopuyla (CM40 Leica) mikrofotograflar (MicroCam)

kaydedilmiştir (Luna 1968; Genc ve diğlerleri 2007; Kaya ve Genç 2018; Kaya ve diğlerleri 2019; Vogt, 2019).

### **3.2.8. Verilerin istatistiki analizi**

Denemede elde edilen bütün veriler SPSS 17.0 istatistik programı kullanılarak analiz edilmiştir. İki grubun su kalitesi, besin madde bileşen verileri ve yetiştiricilik parametreleri T testi ile %95 güven aralığında istatistiki açıdan karşılaştırılmıştır ( $p < 0.05$ ). Tüm veriler ortalama±standart sapma (ss) olarak sunulmuştur.





## 4. ARAŞTIRMA BULGULARI

Bu tez çalışmasında biyoyumak ortamının, yeşil kaplan karidesi postlarvalarının canlı ağırlık kazançları (CAK), günlük canlı ağırlık kazançları (GCAK), spesifik büyüme oranları (SBO), yem değerlendirme oranları (YDO), yaşama oranları (YO) ile hepatopankreas histomorfolojisi ve besin madde bileşenleri üzerine etkisi berrak su grubu ile karşılaştırmalı olarak 54 gün boyunca araştırılmıştır. Araştırmadan elde edilen sonuçlar aşağıda sunulmuştur.

### 4.1. Yetiştiricilik Parametreleri

#### 4.1.1. Canlı ağırlık ortalamaları (CAO)

Karideslerin canlı ağırlık ortalamalarını tespit edebilmek için örnekleme her 18 günde bir yapılmıştır. Karidesler tartılmadan bir gece önce beslenmemiştir. Tartım işlemi deneme gruplarından karidesler rastgele seçilerek yapılmış ve tartım hassas teraziyle (0,001 hassasiyet) gerçekleştirilmiştir. Deneme gruplarından ölçüm zamanlarına göre belirlenen canlı ağırlık ortalamaları çizelge 4.1’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.1. Ölçüm dönemlerine göre canlı ağırlık ortalamaları (ort±ss)

Günler	Biyoyumak	Berrak Su
<b>Başlangıç</b>	0,144±0,044 <sup>a*</sup>	0,143±0,046 <sup>a</sup>
<b>18. Gün</b>	0,436±0,092 <sup>a</sup>	0,345±0,095 <sup>b</sup>
<b>36. gün</b>	1,187±0,339 <sup>a</sup>	0,907±0,334 <sup>b</sup>
<b>54. gün</b>	2,257±0,735 <sup>a</sup>	1,957±0,579 <sup>b</sup>

\*Satırlardaki farklı üssel harfler farklılıkların önemli düzeyde olduğunu göstermektedir (p<0,05).

Çizelge 4.1’den görüleceği üzere tüm ölçüm dönemlerinde biyoyumak uygulanan grupta, berrak su grubuna oranla daha yüksek canlı ağırlık ortalamaları elde edilmiştir. İlk 18 günlük değerlendirme sonucunda karideslerin canlı ağırlık ortalamaları BY grubunda 0,436±0,092 g olarak belirlenirken bu oran BS grubu için 0,345±0,095 g olarak tespit edilmiştir. Denemenin tamamlandığı 54. günün sonunda BY’de canlı ağırlık ortalamaları

2,257±0,735 g iken BS'de 1,957±0,579 g olarak belirlenmiştir (Resim 4.1). Gruplar arasında tespit edilen bu farklılık istatistiki açıdan anlamlı bulunmuştur ( $p<0,05$ ). Ölçümün yapıldığı 18. günde BY grubunda BS grubuna oranla %26 oranında daha iyi canlı ağırlık kazancı elde edildiği belirlenmiştir. Yine ölçümün yapıldığı 36. günde BY grubunda BS grubuna oranla %30, 54. günde ise %15 daha iyi canlı ağırlık kazançları elde edilmiştir. Postlarvaların 54. günde juvenil aşamaya geçmelerinden dolayı ağırlık kazançlarında düşüş meydana geldiği belirlense de elde edilen sonuçların BY grubunda, BS grubuna oranla daha yüksek değerlerde olduğu belirlenmiştir.



Resim 4.1 Denemenin tamamlandığı 54. günde juvenil aşamaya geçmiş karidesler (orijinal)

#### 4.1.2. Canlı ağırlık kazançları (CAK)

Deneme gruplarından ölçüm dönemlerine göre tespit edilen canlı ağırlık kazançları Çizelge 4.2'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.2. Ölçüm dönemlerine göre canlı ağırlık kazançları (ort±ss)

Günler	Biyoyumak	Berrak Su
18. Gün	0,292±0,257 <sup>a*</sup>	0,209±0,239 <sup>b</sup>
36. gün	1,043±0,066 <sup>a</sup>	0,764±0,015 <sup>b</sup>
54. gün	2,423±0,327 <sup>a</sup>	1,814±0,103 <sup>b</sup>

\*Satlardaki farklı üssel harfler farklılıkların önemli düzeyde olduğunu göstermektedir ( $p<0,05$ ).

Çizelge 4.2’de belirtildiği gibi ölçümün yapıldığı ilk 18. Günde BY grubunda ( $0,292\pm 0,257$  g) BS grubuna ( $0,209\pm 0,239$  g) kıyasla daha iyi canlı ağırlık kazancı tespit edilmiştir ( $p<0,05$ ). 36. gün sonunda en iyi canlı ağırlık kazancı  $1,043\pm 0,066$  g olarak biyoyumak uygulama grubunda kayıt edilmiştir. Denemenin tamamlandığı 54. günde ise biyoyumak grubunda CAK değeri  $2,423\pm 0,327$  g, berrak su grubunda  $1,814\pm 0,103$  g olarak belirlenmiştir. Bütün ölçüm dönemlerinde BY grubunda BS grubuna oranla daha iyi sonuçlar elde edilmiştir. Elde edilen bu sonuçlar gruplar arasındaki farklı canlı ağırlık kazançlarının önemli bulunduğunu ifade etmektedir ( $p<0,05$ ).

#### 4.1.3. Günlük canlı ağırlık kazançları (GCAK)

Deneme sonunda, biyoyumak ve berrak su gruplarında ölçüm dönemlerine göre belirlenen günlük canlı ağırlık kazançları Çizelge 4.3’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.3. Ölçüm dönemlerine göre günlük canlı ağırlık kazançları (ort $\pm$ ss)

Günler	Biyoyumak	Berrak Su
<b>18. Gün</b>	$0,016\pm 0,001^{a*}$	$0,012\pm 0,001^b$
<b>36. gün</b>	$0,029\pm 0,002^a$	$0,021\pm 0,001^b$
<b>54. gün</b>	$0,045\pm 0,006^a$	$0,034\pm 0,002^b$

\*Satırlardaki farklı üssel harfler farklılıkların önemli düzeyde olduğunu göstermektedir ( $p<0,05$ ).

Ölçüm yapılan 18. günde BY’de günlük canlı ağırlık kazançları  $0,016\pm 0,001$  g, BS’de ise  $0,012\pm 0,001$  g olarak kaydedilmiştir. Ölçüm yapılan 36. günde ise en iyi günlük canlı ağırlık kazancı  $0,029\pm 0,002$  g olarak BY’de tespit edilmiştir. Denemenin tamamlandığı 54. günde yapılan ölçüm sonucunda ise BY grubunda  $0,045\pm 0,006$  g GCAK kaydedilirken, BS grubunda  $0,034\pm 0,002$  g olarak belirlenmiştir. Çizelge 4.3’den de anlaşıldığı üzere tüm ölçüm dönemlerinde en iyi günlük canlı ağırlık kazançları biyoyumak uygulama grubunda kaydedilmiştir.

#### 4.1.4. Spesifik büyüme oranları (SBO)

Ölçüm dönemlerinde karideslerin belirlenen spesifik büyüme düzeyleri, Çizelge 4.4'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.4. Ölçüm dönemlerine göre spesifik büyüme oranları (ort±ss)

Günler	Biyoyumak	Berrak Su
18. Gün	6,155±0,231 <sup>a*</sup>	5,002±0,388 <sup>b</sup>
36. gün	5,864±0,059 <sup>a</sup>	5,134±0,063 <sup>b</sup>
54. gün	5,329±0,159 <sup>a</sup>	4,845±0,085 <sup>b</sup>

\*Satırlardaki farklı üssel harfler farklılıkların önemli düzeyde olduğunu göstermektedir (p<0,05).

Karideslerin ölçüm dönemlerine göre spesifik büyüme oranlarında biyoyumak ve berrak su grupları karşılaştırıldığında önemli düzeyde farklılıklar belirlenmiştir (p<0,05). Ölçümün yapıldığı 18. günde BY'de karideslerin spesifik büyüme oranı 6,155±0,231 g olarak belirlenirken bu oran BS'de daha düşük (5,002±0,388 g) tespit edilmiştir. Ölçümün yapıldığı 36. günde en düşük değer yine BS gruplarında kayıt edilmiştir (5,134±0,063 g). Denemenin tamamlandığı 54. günde ise en iyi spesifik büyüme oranı biyoyumak grubunda (5,329±0,159 g) kayıt edilirken, en düşük spesifik büyüme oranı berrak su grubunda (4,845±0,085 g) tespit edilmiştir.

#### 4.1.5. Yaşama oranları

Denemenin tamamlandığı 54. günde her iki gruba ait tekerrürlerde kalan karides sayıları tespit edilerek yaşama oranları hesaplanmıştır. Biyoyumak uygulama grubunda yaşama oranı %62,50±2,50 olurken, berrak su grubunda %51,67±5,20 olarak gerçekleşmiştir. Yaşama oranları açısından gruplar arasında belirlenen farklılığın önemli düzeyde olduğu kayıt edilmiştir (p<0,05).

#### 4.1.6. Yem değerlendirme oranları (YDO)

Deneme sonunda tespit edilen yaşama oranları göz önüne alınarak yem değerlendirme oranları toplam canlı ağırlık kazancı üzerinden hesaplanmıştır. Bu hesaplamalar sonucunda yem değerlendirme oranları biyoyumak grubunda  $2,12 \pm 0,23$  ve berrak su grubunda  $2,71 \pm 0,15$  olarak belirlenmiştir. BY grubunda daha iyi yem değerlendirme oranı kayıt edilmiştir. Yem değerlendirme oranları açısından gruplar arasında tespit edilen farklılık istatistiksel açıdan önemli düzeydedir ( $p < 0,05$ )

#### 4.2. Su Kalitesi Parametreleri

Biyoyumak ve berrak su koşullarında tespit edilen su kalitesi ölçüm sonuçları Çizelge 4.5’de verilmiştir.

Çizelge 4.5. Berrak su ve biyoyumak ortamının su kalitesi ölçüm sonuçları

	Biyoyumak	Berrak Su
<b>Çözünmüş oksijen (mg/L)</b>	$6,23 \pm 0,41^{a*}$	$6,44 \pm 0,22^a$
<b>Su sıcaklığı (°C)</b>	$27,02 \pm 0,33^a$	$27,05 \pm 0,24^a$
<b>pH</b>	$7,65 \pm 0,08^a$	$7,57 \pm 0,11^a$
<b>Tuzluluk (‰)</b>	$35 \pm 0,50^a$	$35 \pm 0,50^a$
<b>Toplam amonyak (mg/L)</b>	$0,29 \pm 0,24^a$	$0,21 \pm 0,12^b$
<b>Nitrat</b>	$11,43 \pm 2,70^a$	$20,54 \pm 2,43^b$
<b>Nitrit</b>	$0,06 \pm 0,01^a$	$0,13 \pm 0,01^b$

\*Satlardaki farklı üssel harfler farklılıkların önemli düzeyde olduğunu göstermektedir ( $p < 0,05$ ).

Deneme süresince su sıcaklığı BY grubunda  $27,02 \pm 0,33^\circ\text{C}$ , BS grubunda  $27,05 \pm 0,24^\circ\text{C}$ , pH sırasıyla  $7,65 \pm 0,08$  ve  $7,57 \pm 0,11$ , çözünmüş oksijen  $6,23 \pm 0,41$  mg/L ve  $6,44 \pm 0,22$  mg/L düzeylerde tutulmuştur. Tuzluluk ise her iki grup için  $\%35 \pm 0,5$  olarak ölçülmüştür. BY ve BS gruplarına ait toplam N,  $\text{NO}_2$  ve  $\text{NO}_3$  bileşiklerinin düzeyleri beşer günlük analiz sonuçlarının ortalamaları üzerinden hesaplanmıştır. Buna göre sırasıyla BY ve BS gruplarına ait toplam amonyak azotu düzeyi  $0,29 \pm 0,24$  mg/L ve  $0,21 \pm 0,12$  mg/L, nitrat;  $11,43 \pm 2,70$  mg/L ve  $20,54 \pm 2,43$  mg/L, nitrit ise  $0,06 \pm 0,01$  mg/L ve  $0,13 \pm 0,01$  mg/L olarak kaydedilmiştir.

### 4.3. Besin Madde Bileşen Analizi

Yeşil kaplan karidesi postlarvalarının besin madde bileşen oranlarına ilişkin değerler Çizelge 4.6’da verilmiştir.

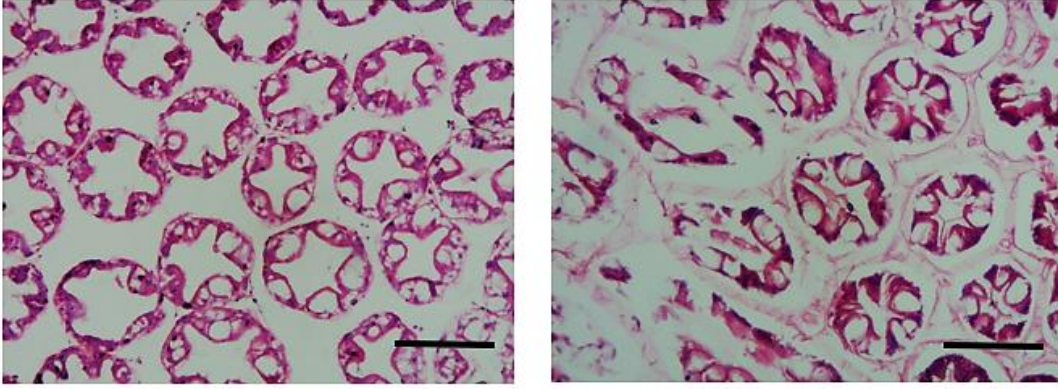
Çizelge 4.6. Yeşil kaplan karidesi postlarvalarının tüm vücut besin analizi (% , yaş ağırlık üzerinden)

Bileşenler (%)	Biyoyumak	Berrak su
<b>Nem</b>	76,78±0,47	76,76±0,60
<b>Ham protein</b>	16,33±0,65	16,25±0,71
<b>Ham yağ</b>	1,32±0,10	1,53±0,14
<b>Ham kül</b>	3,60±0,13	3,64±0,05

Çizelge 4.6’da belirtildiği üzere ham yağ değerleri biyoyumak uygulamasında %1,32±0,10, berrak su grubunda %1,53±0,14 olarak tespit edilmiştir. Ham protein düzeyi BY grubunda %16,33±0,65, BS grubunda ise %16,25±0,71 olarak kaydedilmiştir. Karides postlarvalarının farklı sistemlerde büyütülmesinin besin madde bileşen oranlarında istatistiki olarak herhangi bir farklılığa neden olmadığı belirlenmiştir ( $p>0,05$ ).

### 4.4. Histomorfolojik Bulgular

Karides örneklerinden alınan hepatopankreas doku kesitleri trinoküler ışık mikroskopuyla incelenmiş ve inceleme sonuçlarına göre değişken olarak test edilen ve suda bulunan biyoyumağın, besin olarak kullanılmasının hepatopankreas morfolojilerinde bir değişikliğe neden olmadığı belirlenmiştir. İnceleme sonuçlarına göre normal histomorfolojide lipid vakuelleri izlenmiştir. Yeşil kaplan karidesi postlarvalarına ait hepatopankreas histolojik kesitlerinde tespit edilen normal lipit vakuelleri Şekil 4.1’ de sunulmuştur.



Şekil 4.1. Kapalı devre sirkülasyon sisteminde BY ve BS koşullarında yetiştirilen yeşil kaplan karidesi postlarvalarına ait hepatopankreas histolojik kesitlerinde normal lipit vakuolleri (H&E, bar: 100  $\mu\text{m}$ )

## 5. TARTIŞMA VE SONUÇ

### 5.1. Yetiştiricilik Parametrelerinin Değerlendirilmesi

Yeşil kaplan karidesi postlarvaları biyoyumak ve berrak su koşulları bulunan iki ayrı RAS ortamında 54 gün süreyle 40 adet/0,24 m<sup>2</sup> stok oranında günlük %10 yemleme düzeyiyle beslenmişlerdir. Yetiştiricilik verimi bakımından postlarva aşamasından itibaren yeşil kaplan karidesinin BY ortamında istatistiki açıdan anlamlı iyi sonuç verdiği belirlenmiştir ( $p < 0,05$ ).

Çalışmadan elde edilen veriler farklı Penaeid türleri (*Farfantepenaeus brasiliensis*, *Litopenaeus vannamei*, *Penaeus semisulcatus*) üzerinde yapılmış önceki çalışmalarda elde edilen ve biyoyumağın canlıların büyüme performansını olumlu yönde etkilediğini gösteren bulgularla benzer bulunmuştur (Emerenciano ve diğerleri, 2012; Xu ve diğerleri, 2013; Kim ve diğerleri, 2014; Kaya ve diğerleri 2020).

Yem değerlendirme oranı yetiştiricilik uygulamalarında ekonomik bir üretim gerçekleştirilebilmek adına önemli parametrelerin başında gelmektedir. Farklı karides türleri (*Litopenaeus vannamei*, *Metapenaeus monoceros*, *Penaeus semisulcatus*) ile gerçekleştirilen çeşitli biyoyumak çalışmalarında bizim çalışmamızda da olduğu gibi biyoyumak ortamının yem değerlendirme oranlarına olumlu etkisi olduğu belirlenmiştir (Wang ve diğerleri, 2016; Kaya ve diğerleri, 2019; Kaya ve diğerleri, 2020; Kasan ve diğerleri, 2021). biyoyumak tanklarında oluşan yumakların karidesler tarafından yem olarak değerlendirilebildiğini ve biyoyumağın yem değerlendirme oranlarını iyileştirdiği

Yaşama oranları büyüme performansı ile birlikte yetiştiricilik verimi açısından önemli bir parametredir. Özellikle yeşil kaplan karidesi gibi yüksek kanibalizm gösteren türlerde yaşama oranlarının düşüklüğü yetiştiriciliğin ekonomik olarak yapılmasının önündeki en önemli engel olarak ortaya çıkmaktadır. Daha önce yapılan birçok çalışmada biyoyumak ortamında yetiştirilen karideslerin (*Macrobrachium rosenbergii*, *Litopenaeus vannamei*) yaşama oranlarının yükseldiği tespit edilmiştir (Crab ve diğerleri, 2010; Kim ve diğerleri, 2014; Chakrapani ve diğerleri, 2020). Bizim sonuçlarımız da biyoyumak ortamının karides postlarvalarının yaşama oranlarını arttırdığını ortaya koymaktadır. Bu sonuç oluşan biyoyumakların ortamda sürekli besin olarak bulunması ve karideslerin daha kolay



saklanmalarına izin verdiği için kanibalizmi düşürerek yaşama oranlarına olumlu etkisi olduğu bildirimlerini destekler niteliktedir.

Elde edilen sonuçlarla biyoyumağın sadece karides yetiştiriciliği için uygun su kalitesi koşullarını korumakla kalmayıp karidesin sıfır su değişimli yetiştiricilik sistemlerinde iyi büyümesine yardımcı olduğunu göstermektedir. Tez çalışmamızda benzer nitelikteki çalışmalarda olduğu gibi biyoyumak grubunda berrak su grubuna oranla canlı ağırlık ortalamaları açısından daha yüksek değerler elde edilmiştir. Biyoyumak uygulaması canlı ağırlık kazancının artmasını destekler niteliktedir.

## 5.2. Su Kalite Parametrelerinin Değerlendirilmesi

Su kalite parametrelerinin karides yetiştiriciliği uygulamaları için Emerenciano ve diğerleri (2012) ve Xu ve diğerleri (2013) tarafından rapor edilen referans değerler aralığında olduğu belirlenmiştir. Su sıcaklığı ve sudaki pH düzeyinin artışıyla doğru orantılı olarak amonyum ( $\text{NH}_4$ ) ve amonyak ( $\text{NH}_3$ ) düzeylerinin dengesi özellikle toksik form olan amonyak azotu yönünde artabilir. Bu esnada düşük çözünmüş oksijen miktarı amonyağın toksitesini arttıran bir diğer unsur olarak denkleme eklenir. İki farklı RAS ortamında da yüksek sıcaklık ve sınır pH değerleri oluşturulmasına karşın berrak su sisteminde uygulanan filtrasyonun toplam amonyak azotu değerlerini düşürdüğü görülmüştür. Nitrit, sularda nitrifikasyon ve denitrifikasyon süreçlerinin bir ara ürünü olduğundan; amonyak ve nitrate göre daha düşük oranlarda bulunması normaldir (Chen ve diğerleri, 2018). BY grubunda izlenen nitrat ve nitrit değerleri BS grubuna göre daha düşük olmakla birlikte mikroorganizma faaliyetinin etkisi olarak değerlendirilmiştir. BS ortamının oluşturulduğu RAS düzeneğinde diğer çevresel parametrelerin optimizasyonu ile birlikte azot döngüsü bakımından stabilizasyon gerçekleştirilmesi mümkündür (Hargreaves, 2013). BS-RAS düzeneğinin aksine düşük kurulum maliyetine sahip olan BY sistemi ekipmanca sınırlı olsa da oluşturduğu mikrobiyal yumakların yem kaynağı olarak da değerlendirilmesi ve azotlu bileşikleri bertaraf etmesi önemli bir avantaj yaratmaktadır (Avnimelech, 2012; Ray ve diğerleri, 2017). Mevcut çalışmamızda ölçülen amonyak ve nitrat düzeyleri Tierney ve Ray (2018) tarafından pasifik beyaz karidesinin BY ve BS sistemlerindeki yetiştiriciliğinde belirlenen düzeylere benzer bulunsa da nitrit düzeyi bakımından düşük ve farklı bulunmuştur.

### **5.3. Besin Madde Bileşen Analiz Sonuçlarının Değerlendirilmesi**

Karides postlarvalarının farklı sistemlerde büyütülmesinin besin madde bileşen oranlarında herhangi bir değişime neden olmadığı belirlenmiştir. Bulgular önceki araştırmacıların karidesin biyoyumak ve berrak su koşullarındaki yetiştiricilik bulgularıyla uyumludur (Xu ve Pan, 2012; Kim ve diğerleri, 2014; Kaya ve diğerleri, 2019; Kaya ve diğerleri, 2020; Kasan ve diğerleri, 2021).

Tez çalışmamızda karideslerin ham yağ, ham protein, nem ve kül oranlarının benzer çalışmalar ile kıyaslandığında yaklaşık değerlerde olduğu tespit edilmiştir. Bu sonuçlar karideslerin biyoyumak ortamında yetiştiriciliğinin, vücut kompozisyonlarında değişikliğe neden olmadığını göstermektedir.

### **5.4. Hepatopankreas Histomorfolojisi Sonuçlarının Değerlendirilmesi**

Eklembacaklılarda sindirim bezlerini içeren ve bağırsak divertikülünden oluşan hepatopankreasın ana işlevi sindirim enzimleri üretmek, lipitler ile besinleri emmek ve depolamaktır (Johnson 1980; Genç ve diğerleri, 2007). Karideslerde sindirim fizyolojisine ilişkin önceki çalışmalara göre hepatopankreas dokusundaki emilim; lipoprotein metabolizmasında önemli bir rol oynamaktadır. Hepatopankreas histomorfolojisi karides rasyonlarının besin değerini izlemek için kullanılmaktadır. Değişken olarak test edilen ve suda bulunan biyoyumağın besin olarak kullanılmasının hepatopankreas morfolojilerinde bir değişikliğe neden olmadığı belirlenmiştir. Önceki araştırmacıların bulguları ile uyumlu bir şekilde normal histomorfolojide lipid vakuelleri izlenmiştir (Luna 1968; Genç ve diğerleri, 2007; Kaya ve diğerleri, 2019; Vogt, 2019).

## 5.5. Sonuç

Su kalite parametreleri bakımından elde edilen sonuçlar; filtrasyon uygulanmaksızın karbon ve azotun dengelenmesine dayanan biyoyumak teknolojisinde de 24 saat havalandırma koşullarının sağlanması halinde gelişen heterotrofik bakteri topluluğunun  $\text{NH}_3$  azotunu,  $\text{NO}_2$  ve  $\text{NO}_3$  indirgediğini göstermiştir. Dolayısıyla BS ortamına sahip RAS düzeneğine göre daha düşük maliyetle BY ortamında da benzer bir toplam amonyak düzeyinin korunduğu izlenmiştir. Bu çalışma kapsamında BY sisteminin başlatılması, düzene girmesi ve sürdürülebilmesi için günlük olarak yoğun bir işgücü gerekse de BY uygulamasının BS ortamına göre daha ekonomik olduğu belirlenmiştir.

En az su değişimi koşullarında su ürünleri yetiştiriciliğini mümkün hale getirmek gelecekte suyun korunması çalışmalarına katkıda bulunmak açısından önemli görülmektedir. Özellikle kuluçkahane aşamalarında artık kapalı devre yetiştiricilik uygulamaları yaygın kabul görmüştür. Kapalı devre yetiştiricilik sistemleri (RAS) su kalitesini türe özgü istenilen aralıklarda tutmak için kaba, ince ve mikronluk filtreler, UV, biyolojik filtre ve ısıtma soğutma ekipmanlarına ihtiyaç duymaktadır. Bu durum berrak su RAS düzeneğinde işletme giderlerinde artışa neden olmaktadır. Biyoyumak teknolojisi ile işletme maliyetlerinin önemli bir bölümünü oluşturan yem giderlerinin ve RAS kurulum harcamalarının azaltılmasında büyük bir katkı sağlanmaktadır. Dolayısıyla bu çalışma biyoyumak sisteminde, artan insan nüfusuyla birlikte gıda ve doğal kaynaklara ulaşım sıkıntısı konusunda geleceğe yönelik yapılan projeksiyonlar açısından sürdürülebilir üretim sistemlerinin daha elverişli olabileceğini göstermiştir. Kontrollü koşullarda yapılacak üretim, çevreye duyarlı, geleneksel üreticilik faaliyetlerinin neden olduğu ekosistem tahribatının önemli ölçüde azaltılacağı bir yetiştiricilik yöntemidir. Su tasarrufu yapmak, yetiştiricilik süresince birden fazla ürün elde etmek, en az kimyasalla üretim yapmak, kalıntı bırakabilecek antibiyotikler gibi ilaçların kullanımı sınırlamak, organik yetiştiricilik ve entegre yetiştiricilik uygulanması son yıllarda çevre, bitki, hayvan ve dolayısıyla insan sağlığı açısından kıymet taşımaktadır.

Yetiştiricilik verimi açısından bakıldığında elde edilen sonuçlar, yetiştiricilik sisteminde günlük su değişiminin sifıra yakın düzeyde tutulmasına olanak sağlayan biyoyumak teknolojisinin, sadece uygun su kalitesi koşullarını korumakla kalmayıp yeşil kaplan karidesi postlarvalarının büyüme, yem değerlendirme ve yaşama oranlarını pozitif yönde

etkilediğini ve dolayısıyla daha ekonomik bir yetiştiricilik yapılabileceğini ortaya koymuştur. Bu tez çalışmasında elde ettiğimiz olumlu sonuçların yeşil kaplan karidesi (*Penaeus semisulcatus*) yetiştiriciliğinin özellikle bölgemiz ve Akdeniz kuşağında ticari olarak gerçekleştirilebilmesine katkı sağlaması beklenmektedir.



## KAYNAKLAR

- Aktaş, M. and Kumlu, M. (1999). Gonadal Maturation and Spawning of *Penaeus semisulcatus* (Penaeidae: Decapoda). *Turkish Journal of Zoology*: Vol. 23: No. 1, 61-66.
- Al-Ameeri, A. A. and Cruz, E. M. (2006). Production and yield of *Penaeus semisulcatus* (de Haan) cultured at different densities. *Aquaculture Research*, 37, 1499-1506.
- Anand, P. S. S., Kumar, S., Panigrahi, A., Ghoshal T. K., Dayal, J. S., Biswas G., Sundaray J. K., De, D., Raja, R. A., Deo, A. D., Pillai, S. M. and Ravichandran, P. (2013). Effects of C:N ratio and substrate integration on periphyton biomass, microbial dynamics and growth of *Penaeus monodon* juveniles. *Aquacult Int*, 21, 511–524.
- AOAC. (2000). Official methods of analysis of Association of Analytical Chemist, 15th ed. Washington DC: AOAC.
- Avnimelech, Y. (2006). Bio-filters: the need for an new comprehensive approach. *Aquacultural Engineering*. 34(3); 172-178.
- Avnimelech, Y. (2012). Biofloc-based aquaculture systems. *Aquaculture Production Systems*. New Delhi, India.
- Azim, M. E., & Little, D. C. (2008). The biofloc technology (BFT) in indoor tanks: water quality, biofloc composition, and growth and welfare of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Aquaculture*, 283(1-4), 29-35.
- Azhar, M. H., Suciyo, S., Budi, D. S., Ulkhaq, M. F., Anugrahwati, M. and Ekasari, J. (2020). Biofloc-based co-culture systems of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) and redclaw crayfish (*Cherax quadricarinatus*) with different carbon–nitrogen ratios. *Aquaculture International*, 28, 1293–1304.
- Chakrapani, S., Panigrahi, A., Sundaresa, J., Sivakumar, R. M., Palanisamy R. and Kumar V. (2020). Three different C: N ratios for Pacific white shrimp, *Penaeus vannamei* under practical conditions: Evaluation of growth performance, immune and metabolic pathways. *Aquaculture Research*, 00:1–12.
- Chen, Z., Ge, H., Chang, Z., Song, X., Zhao, F. and Li, J. (2018). Nitrogen budget in recirculating aquaculture and water exchange systems for culturing *Litopenaeus vannamei*. *Journal of Ocean University of China*, 17(4), 905-912.
- Crab, R., Chielens, B., Wille, M., Bossier, P. and Verstraete, W. (2010). The effect of different carbon sources on the nutritional value of bioflocs, a feed for *Macrobrachium rosenbergii* postlarvae. *Aquaculture Research*, 41, 559-567.
- Crab, R., Defoirdt, T., Bossier, P. and Verstraete, W. (2012). Biofloc technology in aquaculture: Beneficial effects and future challenges. *Aquaculture* 356–357, 351–356.

- Dauda, A. B. (2019). Biofloc technology: a review on the microbial interactions, operational parameters and implications to disease and health management of cultured aquatic animals. *Reviews in Aquaculture*, 12, 1193–1210.
- da Silveira, L. G. P., Krummenauer, D., Poersch, L. H., Rosas, V. T. and Wasielesky Jr, W. (2020). Hyperintensive stocking densities for *Litopenaeus vannamei* grow-out in biofloc technology culture system. *Journal of the World Aquaculture Society*, 1-11.
- Deng, Y., Xu, X., Yin, X., Lu, H., Chen, G, Yu, J. and Ruan, Y. (2019). Effect of stock density on the microbial community in biofloc water and Pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) gut microbiota. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 103, 4241–4252.
- Ekasari, J., Azhar, M. H., Surawidjaja, E. H., Nuryati, S., Schryver, P. D. and Bossier, P. (2014). Immune response and disease resistance of shrimp fed biofloc grown on different carbon sources. *Fish & Shellfish Immunology* 41, 332-339.
- Ekasari, J. and Maryam, S. (2012). Evaluation of Biofloc Technology Application on Water Quality and Production Performance of Red Tilapia *Oreochromis sp.* Cultured at Different Stocking Densities. *Hayati Journal of Biosciences*, Vol. 19 No. 2, p 73-80.
- Emerenciano, M., Ballester, E. L. C., Cavalli, R. O. and Wasielesk, W. (2012). Biofloc technology application as a food source in a limited water exchange nursery system for pink shrimp *Farfantepenaeus brasiliensis* (Latreille, 1817). *Aquaculture Research*, 43, 447–457.
- FAO. (2020). The State of World Fisheries and Aquaculture 2020. In brief. Sustainability in action. Rome.
- Fóes, K. G., Fróes, C., Krummenauer, D., Poersch, L. and Wasielesky, W. (2011). Nursery of Pink Shrimp *Farfantepenaeus paulensis* in Biofloc Technology Culture System: Survival and Growth at Different Stocking Densities. *Journal of Shellfish Research*, 30 (2):367-373.
- Genc, M. A., Aktas, M., Genc, E. and Yilmaz, E. (2007). Effects of dietary mannan oligosaccharide on growth, body composition and hepatopancreas histology of *Penaeus semisulcatus* (de Haan 1844). *Aquaculture Nutrition*, 13(2), 156-161.
- Haghparsat, M. M., Alishahi, M., Ghorbanpour, M. and Shahriari, A. (2020). Evaluation of hemato-immunological parameters and stress indicators of common carp (*Cyprinus carpio*) in different C/N ratio of biofloc system. *Aquaculture International*, 28, 2191–2206.
- Hargreaves, J. A. (2013). Biofloc production systems for aquaculture (Vol. 4503, pp. 1-11). Stoneville, MS: Southern Regional Aquaculture Center.
- Hosain, E. Md., Amin, S. M. N., Arshad, A., Kamarudin, M. S. and Karim, M. (2021) Effects of carbon sources on the culture of giant river prawn in biofloc system during nursery phase. *Aquaculture Reports* 19, 100607.

- Jamal, M. T., Broom, M., Al-Mur, B. A., Al Harbi, M., Grandourah, M., Al Otaibi, A. and Haque, MD. F. (2020). Biofloc Technology: Emerging Microbial Biotechnology for the Improvement of Aquaculture Productivity. *Polish Journal of Microbiology*, Vol. 69, No 4, 401–409.
- Johnson, P. T. (1980). Histology of the Blue Crab, *Callinectes sapidus*: A model for the Decapoda. Praeger, New York.
- Kasan, N. A., Manan, H., Ismail, T. I. T., Salam, A. I. A., Rahim, A. I. A., Kamarruzan, A. S., Ishak, A. N., Deraman, S., Nasrin, Z., Chik, C. E. N. C. E., Hashim, N. F. C. and Iber, B. T. (2021). Effect of Biofloc product-Rapid BFTTM vs. clear water system in improving the water quality and growth performances of Pacific Whiteleg shrimp, *P. vannamei*, cultured in indoor aquaculture system. *Aquaculture Research*, 00, 1–10.
- Kaya, D. and Genc, E. (2018). Biofloc technology in aquaculture. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 35(2); 219-225.
- Kaya, D., Genc, E., Güroy, D., Dincer, S., Harmanşa Yılmaz., B. and Yavuzcan Yıldız, H., (2021). Evaluation of Biofloc Technology for *Astacus leptodactylus*: Effect of Different Stocking Densities on Production Performance and Physiological Responses. *Acta Aquatica Turcica*, 17(4), 569-579.
- Kaya, D., Genc, M. A., Aktas, M., Eroldogan, O. T., Aydın, F. G. and Genc, E. (2019). Effects of Biofloc Technology (BFT) on Growth of Speckled Shrimp (*Metapenaeus monoceros*). *Journal of Agricultural Sciences*, 25(4); 1–7.
- Kaya, D., Genc, E., Genc, M. A., Aktas, M., Eroldogan, O. T. and Güroy, D. (2020). Biofloc technology in recirculating aquaculture system as a culture model for green tiger shrimp, *Penaeus semisulcatus*: Effects of different feeding rates and stocking densities. *Aquaculture* 528, 735526
- Khanjani, M. H., Sajjadi, M. M., Alizadeh, M., Sourinejad, I. (2015). Effect of Different feeding levels on water quality, growth performance and survival of western white shrimp (*Litopenaeus vannamei*, Boone, 1931) postlarvae with application of biofloc technology. *Iranian Scientific Fisheries Journal*, 24, 2, 13-28.
- Khanjani, M. H. and Sharifinia, M. (2020). Biofloc technology as a promising tool to improve aquaculture production. *Reviews in Aquaculture*, 12, 1836–1850.
- Khatoon, H., Banerjee, S., Yuan, G. T. G., Haris, N., Ikhwanuddin, M., Ambak, M. A. and Endut, A. (2016). Biofloc as a potential natural feed for shrimp postlarvae. *International Biodeterioration & Biodegradation* xxx (2016) 1-6.
- Kim, S. K., Pang, Z., Seo, H. C., Cho Y. R., Samocha, T. and Jang I. K. (2014). Effect of bioflocs on growth and immune activity of Pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei* postlarvae. *Aquaculture Research*, 45, 362–371.
- Kumar, S., Anand, P. S. S., De, D., Deo, A. D., Ghoshal, T. K., Sundaray, J. K., Ponniah, A. G., Jithendran, K. P., Raja, R. A., Biswas G. and Lalitha, N. (2017). Effects of biofloc under different carbon sources and protein levels on water quality, growth

- performance and immune responses in black tiger shrimp *Penaeus monodon* (Fabricius, 1978). *Aquaculture Research*, 48, 1168–1182.
- Kumlu, M., Saripek, M. ve Beksarı, A. (2021). Karides biyolojisi ve yetiştirme teknikleri. Sf: 1-2.
- Kumlu, M., Aktaş, M., Eroldoğan, O. T. (2003). Pond Culture of *Penaeus semisulcatus* (De Haan, 1844) in Sub-tropical Conditions of Türkiye. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. 20 (3-4): 367-372.
- Legarda, E. C., Poli, M. A., Martins, M. A., Pereira, S. A., Martins M. L., Machado C., Lorenzo, M. A. D. and Vieira, F. D. N. (2019). Integrated recirculating aquaculture system for mullet and shrimp using biofloc technology. *Aquaculture* 512, 734308.
- Luna, G.L. (1968). Manual of Histologic Staining Methods of the Armed Forces Institute of Pathology. 3rd ed. (pp. 32-34). New York: McGraw Hill Book.
- Mugwanya, M., Dawood, M. A. O., Kimera, F. and Sewilam, H. (2021). Biofloc Systems for Sustainable Production of Economically Important Aquatic Species: A Review. *Sustainability*, 13, 7255.
- Moreno-Arias, A., López-Elías, J. A., Martínez-Córdova, L. R., Ramírez-Suárez, J. C., Carvallo-Ruiz, M. G., García-Sánchez, G., Lugo-Sánchez, M. E. and Miranda-Baeza, A. (2018). Effect of fishmeal replacement with a vegetable protein mixture on the amino acid and fatty acid profiles of diets, biofloc and shrimp cultured in BFT system. *Aquaculture* 483, 53–62.
- Pérez-Fuentes, J. A., Hernández-Vergara, M. P., Pérez-Rostro, C. I. and Fogel, I. (2016). C:N ratios affect nitrogen removal and production of Nile tilapia *Oreochromis niloticus* raised in a biofloc system under high density cultivation. *Aquaculture* 452, 247–251.
- Popoola, O. M. and Miracle, O. A. (2021). Performance of Different Biomaterials as Carbon Sources on the Immunological Response and Oxidative Status of African Catfish *Clarias gariepinus* in Biofloc Systems. *Aquaculture Studies*, 22(2), AQUAST800.
- Putra, I., Rusliadi, R., Fauzi, M., Tang, U. M. and Muchlisin, Z. A. (2017). Growth performance and feed utilization of African catfish *Clarias gariepinus* fed a commercial diet and reared in the biofloc system enhanced with probiotic. *F1000Research*, 6:1545.
- Rajkumar, M., Pandey, P. K., Aravind, R., Vennila, A., Bharti, V. and Purushothaman, C. S. (2016). Effect of different biofloc system on water quality, biofloc composition and growth performance in *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931). *Aquaculture Research*, 47, 3432–3444.
- Ray, A. J., Shuler, A. J., Leffler, J. W. and Browdy, C. L. (2009). Microbial ecology and management of biofloc systems. The rising tide. Proceedings of the special session



- on sustainable shrimp farming. *The World Aquaculture Society*, Baton Rouge, 255-266.
- Schveitzer, R., Arantes, R., Costódio, P. F. S., do Espírito Santo, C. M., Arana, L. V., Seiffert, W. Q. and Andreatta, E. R. (2013). Effect of different biofloc levels on microbial activity, water quality and performance of *Litopenaeus vannamei* in a tank system operated with no water Exchange. *Aquacultural Engineering* 56, 59–70.
- Tierney, T. W. and Ray, A. J. (2018). Comparing biofloc, clear-water, and hybrid nursery systems (Part I): Shrimp (*Litopenaeus vannamei*) production, water quality, and stable isotope dynamics. *Aquacultural Engineering*, 82, 73-79.
- Türkmen, G. (2007). Experimental Commercial Growout of *Penaeus semisulcatus* (Decapoda: Penaeidae). *The Israeli Journal of Aquaculture – Bamidgeh* 59(1), 52-57.
- Vogt, G. (2019). Functional cytology of the hepatopancreas of *decapod crustaceans*. *Journal of Morphology*, 280(9), 1405-1444.
- Wang, C., Pan, L., Zhang, K., Xu, W., Zhao, D. and Mei, L. (2016). Effects of different carbon sources addition on nutrition composition and extracellular enzymes activity of bioflocs, and digestive enzymes activity and growth performance of *Litopenaeus vannamei* in zero-exchange culture tanks. *Aquaculture Research*, 47, 3307–3318.
- Wang, G., Yu, E., Xie, J., Yu, D., Li, Z., Luo, W., Qiu, L. and Zheng, Z. (2015). Effect of C/N ratio on water quality in zero-water exchange tanks and the biofloc supplementation in feed on the growth performance of crucian carp, *Carassius auratus*. *Aquaculture* 443, 98–104.
- Xu, W. L., Pan, L. Q. Sun, X. H. and Huang, J. (2013). Effects of bioflocs on water quality, and survival, growth and digestive enzyme activities of *Litopenaeus vannamei* (Boone) in zero-water exchange culture tanks. *Aquaculture Research*, 44, 1093–1102.
- Xu, W. J. and Pan, L. Q. (2012). Effects of bioflocs on growth performance, digestive enzyme activity and body composition of juvenile *Litopenaeus vannamei* in zerowater exchange tanks manipulating C/N ratio in feed. *Aquaculture*, 356, 147-152.

## DİZİN

### A

antioksidan · 7, 20  
askıda katı madde · 7, 8, 10, 13  
azot · 2, 3, 8, 13, 21, 44, 45

### B

berrak su · iv, xvi, 4, 8, 9, 14, 19,  
24, 28, 29, 33, 34, 35, 36, 37,  
39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46  
besin madde bileşenleri · iv, 4, 33  
Biyoyumak · vii, xv, xvii, 2, 3, 4,  
5, 7, 9, 14, 15, 16, 17, 18, 19,  
20, 21, 25, 27, 28, 33, 34, 35,  
36, 37, 38, 42, 43, 46, 47  
büyüme performansı · 7, 9, 10,  
13, 15, 16, 19, 20, 22, 41, 43

### C

canlı ağırlık · iv, ix, xvi, 6, 7, 9, 11,  
12, 13, 14, 16, 19, 23, 30, 33,  
34, 35, 37, 41, 42  
canlı ağırlık artışı · 6, 19, 41, 42  
canlı vücut ağırlık · 8

### H

hepatopankreas · iv, xv, 4, 12, 16,  
28, 31, 33, 39, 40, 46

### K

kapalı devre · iv, 16, 24, 29, 46  
karbon · xv, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 10,  
11, 12, 13, 14, 15, 18, 19, 20,  
21, 25, 27, 28, 41, 43, 45, 47  
Karbon kaynağı · 6, 9, 15, 18, 19,  
20

Karides · vii, 1, 2, 16, 17, 22, 39,  
45, 51  
kontrol grubu · 8, 9, 10, 11, 12,  
15, 20, 21, 43

### M

melas · 3, 6, 9, 10, 11, 15, 16, 18,  
19, 20, 21, 27, 41

### P

*Penaeus semisulcatus* · 2, iv, v, 4,  
5, 14, 16, 17, 23, 40, 48, 50,  
51, 53  
pH · iv, v, 9, 28, 38, 44  
postlarva · iv, 24, 31, 40, 47

### S

spesifik büyüme · iv, ix, 9, 11, 12,  
19, 33, 36, 43

stok · 6, 7, 13, 14, 15, 16, 18, 40,  
41, 43  
su değişimi · 1, 3, 6, 9, 10, 12, 17,  
19, 20, 42, 46  
su kalitesi · ix, 3, 7, 9, 13, 15, 18,  
21, 32, 37, 42, 43

### T

tuzluluk · 9, 17, 25

### V

verimlilik · 18

### Y

yaşama oranı · iv, 6, 7, 8, 9, 10,  
12, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20,  
22, 27, 37, 41, 43  
yem değerlendirme oranı · iv, 4,  
6, 9, 12, 13, 16, 21, 22, 42  
Yeşil kaplan karidesi · ix, 4, 38,  
39, 40  
yetiştiricilik · iv, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7,  
9, 13, 14, 15, 17, 18, 21, 24,  
25, 27, 28, 29, 32, 37, 40, 41,  
43, 45, 46, 47



**TEKNOVERSİTE**