

Biyoyumak teknolojisinin Yeşil kaplan karidesi (*Penaeus semisulcatus*) postlarvalarının yetiştiricilik parametreleri üzerine etkileri

^{ID} Türkan Tüfek¹, ^{ID} Münevver Ayçe Genç^{1*}

*Corresponding author: mayce.genç@iste.edu.tr

Received: 12.05.2022

Accepted: 28.05.2022

Affiliations

¹İskenderun Teknik Üniversitesi,
Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü,
Merkez Kampüs, 31200, İskenderun,
TÜRKİYE

²İskenderun Teknik Üniversitesi, Deniz
Bilimleri ve Teknolojisi Fakültesi,
31200, İskenderun, TÜRKİYE

Anahtar Kelimeler

Penaeus semisulcatus
Postlarva
Biyoyumak
RAS
Karides yetiştiriciliği

ÖZET

Bu çalışmada yeşil kaplan karidesi (*Penaeus semisulcatus*) postlarvaları (başlangıç canlı ağırlıkları $0,14 \pm 0,04$ g) kapalı devre yetiştiricilik sisteminde biyoyumak (BF) ve berrak su (BS) 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; BF 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 (BF: $2,423 \pm 0,327$ g, BS: $1,814 \pm 0,103$ g), spesifik büyüme oranı (BF: $\%5,329 \pm 0,159$ g/gün, BS: $\%4,845 \pm 0,085$ g/gün), yaşama oranı (BF: $\%62,50 \pm 2,50$, BS: $\%51,67 \pm 5,20$) ve yem değerlendirme oranı (BF: $2,12 \pm 0,23$, BS: $2,71 \pm 0,15$) bakımından gruplar arasındaki farklılık önemli bulunmuştur ($p < 0,05$). Araştırma ile BF uygulamasının yeşil kaplan karidesi postlarvalarının yetiştiricilik parametrelerine ilk kez pozitif bir etkisi olduğu belirlenirken ($p < 0,05$), besin madde bileşenleri ve hepatopankreas histomorfajileri arasında gruplar arasında farklılık olmadığı saptanmıştır.

Effects of biofloc technology on rearing parameters of Green tiger shrimp (*Penaeus semisulcatus*) postlarvae

ABSTRACT

In this study, green tiger shrimp, *Penaeus semisulcatus* postlarvae (initial body weight of $0,14 \pm 0,04$ g), were grown in a recirculating aquaculture system in biofloc technology (BF) and clear water (BS) medium for 54 days. The experiment with two groups including three replications, was carried out in $\%35 \pm 0,5$ salinity and 45 L volume tanks. Water temperature, pH, and dissolved oxygen values were measured as $27.02 \pm 0.33^\circ\text{C}$, 7.65 ± 0.08 , 6.23 ± 0.41 mg/L for the BF group and $27.05 \pm 0.24^\circ\text{C}$, 7.57 ± 0.11 , 6.44 ± 0.22 mg/L for the BS group, respectively. As a result, the differences between the groups were found to be significant in terms of body weight gain (BF: $2,423 \pm 0.327$ g, BS: 1.814 ± 0.103 g), specific growth rate (BF: 5.329 ± 0.159 g/day, BS: 4.845 ± 0.085 g/day), survival rate (BF: $62.50 \pm 2.50\%$ BS: $51.67 \pm 5.20\%$) and feed conversion rate (BF: 2.12 ± 0.23 , BS: 2.71 ± 0.15) ($p < 0,05$). In conclusion, for the first time, BF application was compared with the BS; it was determined that biofloc application affected positively considering the aquaculture parameters of green tiger shrimp postlarvae. There was no significant difference between the groups in terms of nutrient components and hepatopancreas histomorphology.

Keywords

Penaeus semisulcatus
Postlarvae
Biofloc
RAS
Shrimp culture

Cite this article as

Tüfek, T. & Genç, M. A. (2022). Effects of biofloc technology on rearing parameters of Green tiger shrimp (*Penaeus semisulcatus*) postlarvae. *Marine and Life Sciences*, 4(1): 77-83 (in Turkish)

Giriş

Yoğun su ürünleri yetiştiriciliği uygulamalarında özellikle optimum su kalitesi ihtiyacını sağlamak ve sürdürmek için büyük miktarlarda su yenilenmesine gereksinim duyulmaktadır (Saraswathy ve ark., 2015; Kaya ve ark., 2019a; 2019b). 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 tasarrufu yapmak, yetiştiricilik sürecinde birden fazla ürün elde etmek, en az kimyasalla üretim yapmak, kalıntı bırakabilecek antibiyotikler gibi ilaçların kullanımını sınırlamak, organik yetiştiricilik ve entegre yetiştiricilik uygulanması son yıllarda çevre, bitki, hayvan ve dolayısıyla insan sağlığı açısından kıymet taşımaktadır. 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 (Otoshi ve ark., 2003; Yang ve ark., 2010; Ebeling ve Timmons, 2012; Kaya ve ark., 2020). Bu artışa rağmen yetiştirilen ürünlerin sağlık parametrelerini doğrudan etkileyen çevresel parametrelerin düzenlenmesi ekonomik açıdan önemli görülmektedir.

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 nihai 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 teknikleri arasında yer alan biyoyumak teknolojisinde antibiyotik ve diğer kimyasal dezenfektan maddeler kullanılmadan üretim gerçekleştirmek mümkün olmaktadır. Bu da tüketim için sunulan gıdanın güvenliğini sağlamada en etkin yetiştiricilik yöntemlerinden biri olarak değerlendirilmektedir. Yeni üretim tekniklerinin hızla yaygınlaşmasının önündeki engellerin kaldırılması öncelikle yetiştirilen türün yeni teknikle üretim başarısının ortaya bilimsel verilerle konulmasından geçmektedir.

Son yıllarda oldukça ilgi gören bu tekniklerden biri de biyoyumak teknolojisidir. Biyoyumak teknolojisinde (BF) sıfır veya sıfıra yakın su değişimi koşulları uygulanmaktadır. RAS ortamında

haftalık %7-15 aralığında gerek duyulan su yenilemesi oranı BF uygulamasında haftalık maksimum %1 seviyesine kadar gerilemektedir. BF teknolojisi ortamdaki karbon ve azotun dengelenmesine dayanmaktadır (Dauda, 2020). Bu dengeleme, tüketilen yemdeki protein oranı ve dolayısıyla azot miktarının yaklaşık hesabına dayanmaktadır. Sindirim işlevleri sonrası balıklar tükettikleri yemdeki proteinin sahip olduğu azotun yaklaşık %70'ini, eklembacaklılar ise %80'ine yakını atık olarak bırakmaktadır. Bu düzeydeki azotlu atıklar su kalitesini önemli ölçüde bozduğu için uzaklaştırılmaları gerekmektedir. BF teknolojisinde azotlu atıkların uzaklaştırılma sürecinde balık ve eklembacaklıların dermal ve sindirim kanalı mikrobiyotalarında doğal olarak bulunan heterotrofik bakterilerden yararlanılmaktadır. Oksijenli ortamda uygun karbon varlığında azotlu atıkları bakteri kütlelerine dönüştürmeye dayanan bu uygulamada, ortamdaki su kalitesine olumsuz etkisi olan sucül organizmalar için toksik etki gösteren amonyaklı bileşiklerin balık ve eklembacaklılar için ek bir besin kaynağına dönüşmesi mümkün olmaktadır (Azim ve Little, 2008; Ray ve ark., 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. BF teknolojisi sıcak ve ılık suda günlük en az 22 saat havalandırma ve karıştırmanın uygulandığı koşullarda su kalitesini koruma, yemden tasarruf sağlama ve bağışıklık sistemini indüklemeye özelliği ile dikkati çekmektedir. Özellikle tatlı sularda tilapya, sazan, japon balığı ve kerevit gibi omnivor, karabalık gibi karnivor türlerin üretiminde başarıyla uygulanan BF teknolojisi (Ekasari ve Maryam, 2012; Wang ve ark., 2016; Putra, 2017; Bakhshi ve ark., 2018; Azhar ve ark., 2020; Haghparast ve ark., 2020) deniz suyunda ise yaygın olarak karides yetiştiriciliğinde kullanılmaktadır. Karides gibi heterojen büyüme yanında kanibalistik özellik gösteren türün yetiştiriciliğinde yetiştiricilik verimini, yaşama ve büyüme oranları ile artırması bakımından BF tercih edilmeye başlanmıştır. Büyüme türün sağlık koşullarının sürdürülmesi ile mümkün olmaktadır (Kaya ve ark., 2020). Karidesin de içinde bulunduğu eklembacaklılarda bağışıklığın sürekli uyarılması önemlidir. Çünkü bu grup canlılarda sonradan kazanılan bağışıklığın fizyolojik olarak yaygın olmadığı bilinmektedir. BF uygulamasının heterotrofik mikroorganizmalarca zengin oluşu probiyotik mikroorganizmaların gelişimine ve patojen mikroorganizmaların sınırlandırılmasına neden olmaktadır. Sınırlı ve zayıf patojen varlığı yanında probiyotik organizma varlığının bağışıklığı sürekli uyardığı ortaya konulmuştur. Bu da yetiştirilen türün sağlığını olumlu yönde etkilemektedir (Kumar ve ark., 2017; Legarda ve ark., 2019). Biyoyumak teknolojisi günümüzde kültür sistemlerinde minimum veya sıfır su değişimi ile uygulanmaktadır. Ayrıca, kültüre alınan türler için BF teknolojisi ile tüm atıkları geri dönüştürerek yem tüketimini azaltmak mümkündür (Kaya ve Genç, 2018).

Bu araştırmada Yeşil kaplan karidesi potlarvaları kapalı devre yetiştiricilik sisteminde berrak su ve biyoyumak ortamında karşılaştırmalı olarak yetiştiriciliğe alınarak 54 gün boyunca büyütülmüşlerdir. Araştırma ile ilk kez biyoyumak ortamının Yeşil kaplan karidesi postlarva yetiştiriciliğinde uygulanabilirliğinin test edilmesi amaçlanmıştır.

Materyal ve Yöntem

Canlı materyal, postlarva eldesi, deneme yeri ve düzeni

Araştırmada başlangıç canlı ağırlığı $0,14 \pm 0,04$ g olan yeşil kaplan karidesi (*Penaeus semisulcatus*) postlarvaları kullanılmıştır. Postlarvaların elde edilmesi için İskenderun Körfezi Büyükdere mevki, Arsuz ($36^{\circ}33'48.3''N$, $36^{\circ}00'27.5''E$ - $36^{\circ}36'55.4''N$, $35^{\circ}56'30.8''E$) kıyısında küçük ölçekli balıkçılık faaliyeti sürdüren avcılardan yumurta olgunluğu gösteren Yeşil kaplan karidesi anaçları deniz suyu bulunan strafor kaplar içerisinde canlı olarak karaya çıkartıldıkları yerde satın alınmışlardır. Temin edilen yumurtalı üç adet karides anaçı şarjlı hava motoru ile havalandırma uygulanmış 50 L hacimli taşıma tankı ile İskenderun Teknik Üniversitesi Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Fakültesi Araştırma Ünitesi'ne taşınmıştır. Anaçlar üniteye getirildikleri günün gece yarısı (saat 24:00) yumurtlamaya teşvik edilmişlerdir. Bu işlem için anaçların her biri 100 L hacminde %38 tuzlulukta deniz suyu (UV ile sterilize edilmiş) ile doldurulmuş ve hava taşı ile havalandırma uygulanan kovalar içerisine yerleştirilmiştir. Yumurtlama kovalarının üzerine kapak kapatılarak karanlık ortam oluşturulmuştur. Sabaha karşı saat 02:00-03:00 saatleri arasında anaçların yumurtladıkları belirlenmiştir. Yumurtadan çıkan larvalar postlarva aşamasına gelene kadar 500 L hacimli tanklarda beslemeye alınmışlardır. Larva beslemede protokole uygun olarak ortama önce canlı mikroalg uygulaması yapılmış altıncı günden itibaren de günlük olarak yeni açtırılmış *Artemia* sp. naupli ve sonra da mikro-yem verilmiştir. Postlarvalar deneme ortamına nakil için sürekli havalandırma düzeneğine sahip olan 75 L hacimli taşıma tankına alınmışlardır. Taşıma esnasında 40 L doğal deniz suyu (%38) ve 35 L de yapay deniz suyu (%35) kullanılmış, postlarvalar denemenin gerçekleşeceği Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Su Ürünleri Mühendisliği Bölümü'ne yedi saat içerisinde kayıp olmaksızın transfer edilmişlerdir. Ünite 200 L hacimli tanka stoklanarak ± 1 tuzluluk ve $27 \pm 1^{\circ}C$ su sıcaklığı koşullarında 12 saat aydınlık 12 saat karanlık fotoperiyot uygulamasında 5 gün süreyle uyumları gerçekleştirilmiştir. Deneme aynı özelliklerde biyoyumak (BF) ve berrak su (BS) koşullarına sahip iki ayrı kapalı devre yetiştiricilik (RAS) sisteminde aynı su sıcaklığı, tuzluluğu ve aydınlık-karanlık koşulları sürdürülerek gerçekleştirilmiştir. Bu deneme için her iki sistemde de bulunan tanklardan üçer tanesi (45 L kapasiteli, 60x40x19 cm, 0,24 m²) kullanılmıştır. Biyoyumak teknolojisinin uygulandığı RAS ortamında 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. Denemenin yürütüleceği ortamda üç gün süreyle kademeli olarak doğal deniz suyundan yapay deniz suyuna geçişleri gerçekleştirilen postlarvalar başlangıç canlı ağırlıkları ölçüldükten ($0,14 \pm 0,04$ g) sonra deneme düzeneğine alınmışlardır.

Deneme yemi

Yem önceki çalışmalarda eklembacaklılar ve karidesler için önerilen formülasyonlar üzerinden (besin madde bileşen analiz

sonucuna göre %38 ham proteinli) proje kapsamında 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 dk.) ve fanlı bir etüvde (8 saat, 40°C) kurutulmuştur.

Su kalite parametrelerinin ölçümü ve biyoyumak oluşumu

Deneme süresince günlük olarak su sıcaklığı, tuzluluk, pH ve çözülmüş oksijen değerleri optimum seviyelerin korunması için ölçülmüştür (YSI® 556, YSI Inc., Yellow Springs, OH, USA). Askıda biyoyumak miktarının sistem için önerilen 10-20 mL/L aralığında tutulması için İmhoff hunisi kullanılarak günlük takip yapılmıştır. Bu oranının üzerine çıkılması halinde askıda biyoyumak miktarının azaltılması için plankton ağı ile fazla kısım süzölmüştür. Ayrıca beş günlük aralıklarla alınan su örneklerinden toplam amonyak, nitrat ve nitrit, düzeyleri fotometrik (Hanna, HI801-01 iris Visible Spectrophotometer) yöntemle belirlenmiştir. Biyoyumak, ünite 200 L'lik havalandırılmalı tanka 20 adet büyük karides (~6-8 g) yerleştirilerek (± 1 tuzluluk ve $27 \pm 1^{\circ}C$ su sıcaklığında) deneme başlamadan önce üretilmiştir. Elde edilen biyoyumak, denemenin yapıldığı gruplara ait kapalı sistemdeki tanklara %10 oranında aşılacaktır. Biyoyumakın devamlılığını sağlamak için havalandırılmalı ve su sirkülasyonlu koşullarda (~4 L/dakika su akışı) günlük %10 yemleme oranında ve %38 proteinli deneme yemi üzerinden hesaplama yapılmıştır. BF ortamı için Karbon/Azot (K/A) oranı yaklaşık 15 olacak şekilde ayarlanmış ve hesaplanan melas (şeker pancarı atık ürünü, %50 karbon, Ankara Şeker Fabrikası) karbon kaynağı olarak BF sistemine günlük olarak eritilerek eklenmiştir (Avnimelec, 2009; Samocha, 2019; Kaya ve ark., 2020).

Yetiştiricilik parametreleri

İki ayrı ortamın (biyoyumak: BF ve berrak su: BS) yetiştiricilik parametrelerine etkisinin karşılaştırılmasına dayanan deneme iki grup ve 3 tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiştir. Tanklara 40'ar adet postlarva stoklanmış ve 54 gün süreyle besleme işlemi gerçekleştirilmiştir. Denemede postlarvalara günlük vücut ağırlığının %10'u oranında eklembacaklıların ihtiyaçları dikkate alınarak hazırlanmış olan %38 ham protein içeriğine sahip yem verilmiştir. Yemleme günlük olarak üç eşit miktarda sabah 08:00, 13:00 ve 18:00 saatlerinde yapılmıştır. 12 saat aydınlık 12 saat karanlık periyot oluşturacak şekilde 07:00-19:00 saatleri arasında ışıklandırma uygulanmıştır. Deneme süresince postlarvalar 18 günde bir her bir tekerrürden beşer adet olmak üzere büyüme düzeylerinin belirlenebilmesi için örneklenmişlerdir. Yetiştiricilik parametrelerinin belirlenmesinde aşağıda sunulan formüllerden yararlanılmıştır.

Canlı ağırlık kazancı (g) = son canlı ağırlık- başlangıç canlı ağırlık
Günlük canlı ağırlık kazancı (g/gün) = (son canlı ağırlık- başlangıç canlı ağırlık) / süre (gün)

Spesifik büyüme oranı (%g/gün) = ((ln son canlı ağırlık - ln başlangıç canlı ağırlık) / gün) x 100

Yaşama oranı (%) = (son karides sayısı - başlangıç karides sayısı) / 100

Yem değerlendirme oranı = tüketilen toplam yem / toplam canlı ağırlık kazancı

Besin madde bileşen analizleri yöntemi

Karideslerin besin madde bileşen analizleri AOAC (2000) standart protokollerine uygun olarak gerçekleştirilmiştir. Buna göre örnekler tartıldıktan sonra fanlı etüvde sabit ağırlığa gelene kadar (105°C) kurutulmuştur. Ham protein içeriği Kjeldahl metodu ile belirlenmiştir. Örnekler (0,5 g), Kjeldahl tüpleri içerisine yerleştirilmiş, tüpler içerisine 1 adet Kjeldahl katalizör tableti ve 15 mL sülfürik asit (H₂SO₄) eklenmiştir. Kuru örneklerdeki protein yüzdesi aşağıda verilen denklem 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). Örneklerin yağ içeriği otomatik yağ tayin cihazında soksalet ekstrasyon yöntemiyle belirlenmiştir. Ham kül içeriğinin saptanması için 500 mg kuru örnek tartılmış ve bir porselen kroze içerisinde 525°C'de 8 saat yakma işlemine tabii tutulmuştur. Porselen kapların ağırlık değişimine dayanarak örneğin kül içeriği belirlenmiştir. Analizler için kullanılan formüller aşağıda verilmiştir.

%Nem = (kuru örnek, g - yaş örnek, g) / (yaş örnek, g) x 100

%Ham protein = [(titrasyonda harcanan- kör örnek x 0,1 x 14,007 x 6,25) / örnek, g] x 100

%Ham yağ = (yağ balonunda biriken yağ miktarı / örnek, g) x 100

%Ham kül içeriği = [(ilk kroze, g -son kroze, g) / örnek, g] x 100

Hepatopankreas histomorfolojisi

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 içerisine) 48 süreyle alınmıştır. Dehidrasyon, şeffaflaştırma ve parafine gömme işlemi takiben mikrotom (Thermo Shandon) ile alınan kesitler (5 µm) deparafinizasyon, hidrasyon aşamalarından sonra hematoksilin ve eosin ile boyanmıştır. Kesitlerden trinoküler ışık mikroskopuyla (CM40 Leica) mikrofotograflar (MicroCam) kaydedilmiştir (Luna, 1968; Genç ve ark., 2007; Kaya ve Genç, 2018; Vogt, 2019).

İstatistiksel analizler

İstatistiksel analizler SPSS (17.0.) istatistik programı kullanılarak yapılmıştır. BF ve BS koşullarında yetiştirilen postlarvaların yetiştiricilik, su kalitesi ve besin madde bileşen verileri arasındaki farklılıklar T-testi ile analiz edilmiştir. Tüm testler için %5 α anlamlılık düzeyi kullanılmıştır (p<0,05).

Bulgular ve Tartışma

Su kalitesi parametreleri

Deneme süresince su sıcaklığı biyoyumak (BF) grubunda

27,02±0,33°C, berrak su (BS) grubunda 27,05±0,24°C, pH sırasıyla 7,65±0,08 ve 7,57±0,11, çözülmüş oksijen 6,23±0,41 mg/L ve 6,44±0,22 mg/L, tuzluluk ise her iki grup için %35±0,5 olarak ölçülmüştür. BF ve BS gruplarına ait toplam amonyak, nitrat ve nitrit bileşiklerinin düzeyleri beşer günlük analiz sonuçlarının ortalamaları üzerinden hesaplanmıştır. Buna göre sırasıyla BF ve BS gruplarına ait toplam amonyak azotu düzeyi 0,29±0,24 mg/L ve 0,21±0,12 mg/L, nitrat; 11,43±2,70 mg/L ve 20,54±2,43 mg/L, nitrit ise 0,06±0,01 mg/L ve 0,13±0,01 mg/L olarak kaydedilmiştir. Su kalite parametrelerinin karides yetiştiriciliği uygulamaları için Emerenciano ve ark. (2012) ve Xu ve ark. (2013) tarafından rapor edilen referans değerler aralığında olduğu belirlenmiştir.

Su sıcaklığı ve sudaki pH düzeyinin artışıyla doğru orantılı olarak amonyum (NH₄) ve amonyak (NH₃) düzeylerinin dengesi özellikle toksik form olan amonyak azotu yönünde artabilir. Bu esnada düşük çözülmüş oksijen miktarı amonyağın toksitesini arttıran bir diğer unsur olarak denkleme eklenir. İki farklı RAS ortamında da yüksek sıcaklık ve sınırlı 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 ark., 2018). Özellikle BF grubunda izlenen düşük nitrat ve nitrit değerleri 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 BF sistemi ekipmanca sınırlı olsa da oluşturduğu mikrobiyal yumakların yem kaynağı olarak değerlendirilmesi ve azotlu bileşikler bertaraf etmesi önemli bir avantaj yaratmaktadır (Avnimelech, 2012; Emerenciano ve ark., 2017; Ray ve ark., 2017). Mevcut çalışmamızda ölçülen amonyak ve nitrat düzeyleri Tierney ve Ray (2018) tarafından pasifik beyaz karidesinin BF ve BS sistemlerindeki yetiştiriciliğinde belirlenen düzeylere benzer bulunsu da nitrit düzeyi bakımından düşük ve farklı bulunmuştur.

Yetiştiricilik parametreleri

Yetiştiricilik verimi bakımından postlarva aşamasından itibaren yeşil kaplan karidesinin BF ortamında istatistiki açıdan anlamlı iyi sonuç verdiği belirlenmiştir (p<0,05). Yetiştiricilik parametrelerine ilişkin bulgular Tablo1'de verilmiştir. Çalışmadan elde edilen sonuçlar farklı penaeid türleri üzerinde yapılmış önceki çalışmaların bulgularıyla benzer bulunmuştur (Emerenciano ve ark., 2012; Xu ve ark., 2013).

Besin madde bileşen analiz sonuçları

Yeşil kaplan karidesi postlarvalarının besin madde bileşen oranlarına ilişkin bulgular Tablo 2'de sunulmuştur. Karides postlarvalarının farklı sistemlerde büyütülmesinin besin madde bileşenleri üzerinde istatistiki açıdan herhangi bir farklılığa neden olmadığı belirlenmiştir (p>0,05). Bulgular önceki araştırmacıların karidesin biyoyumak ve berraksu koşullarındaki yetiştiricilik

bulgularıyla uyumludur (Kim ve ark., 2014; Kaya ve ark., 2019b; Kaya ve ark., 2020; Kasan ve ark., 2021).

Tablo 1. BF ve BS koşullarında yetiştirilen postlarvaların yetiştiricilik performansı

Table 1. Culture performance of postlarvae grown under BF and BS conditions

	BF	BS
Başlangıç canlı ağırlık: BA (g)	0,144±0,044	0,143±0,046
Sonuç canlı ağırlık: SA (g)	2,257±0,735 ^a	1,957±0,579 ^b
Canlı ağırlık kazancı: CAK (g)	2,423±0,327 ^a	1,814±0,103 ^b
Günlük canlı ağırlık kazancı: CAK (g)	0,045±0,006 ^a	0,034±0,002 ^b
Spesifik büyüme oranı: SBO (% g/gün)	5,329±0,159 ^a	4,845±0,085 ^b
Yaşama oranı: YO (%)	62,50±2,50 ^a	51,67±5,20 ^b
Yem değerlendirme oranı: YDO (g)	2,12±0,23 ^a	2,71±0,15 ^b

Satırlardaki farklı üssel harfler farklılığın ($p < 0,05$) istatistikî açıdan anlamlı olduğunu göstermektedir (BF: biyoyumak ortamı, BS: berrak su ortamı, BA: başlangıç ağırlığı, SA: sonuç ağırlığı, CAK: canlı ağırlık kazancı, GCAK: günlük canlı ağırlık kazancı, SBO: spesifik büyüme oranı, YDO: yem değerlendirme oranı, YO: yaşama oranı)

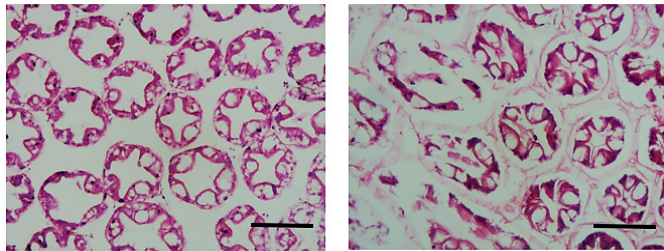
Tablo 2. Yeşil kaplan karidesi postlarvalarının deneme sonu tüm vücut besin madde bileşen analizi (% , yaş ağırlık üzerinden)

Table 2. Whole body proximate analysis of green tiger shrimp postlarvae at the end of the trial (% , on wet weight)

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

Hepatopankreas histomorfolojisi sonuçları

Eklembacaklılarda sindirim bezlerini içeren ve bağırsak divertikülünden oluşan hepatopankreasın ana işlevi sindirim enzimleri üretmek, lipitler ile besinleri emmek ve depolamaktır (Johnson, 1980; Genç ve ark., 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 vakuoller izlenmiştir (Luna, 1968; Genç ve ark., 2007; Kaya ve ark., 2019a; 2019b; Vogt, 2019).



Şekil 1. Kapalı devre sirkülasyon sisteminde BF ve BS koşullarında yetiştirilen yeşil kaplan karidesi postlarvalarına ait hepatopankreas histolojik kesitlerinde normal lipit vakuoller (H&E, bar: 100 µm)

Figure 1. Normal lipid vacuoles (H&E, bar: 100 µm) in hepatopankreas histological sections of green tiger shrimp postlarvae grown under BF and BS conditions in recirculating aquaculture system

Sonuç

Bu çalışmada Biyoyumak ve Berrak Su koşullarına sahip RAS ortamında yetiştirilen yeşil kaplan karidesi postlarvaları; eklembacaklılar için önerilen formülasyona uygun olarak hazırlanmış olan yem ile 54 gün boyunca beslenmişlerdir. Araştırma sonunda BF ortamının yetiştiricilik parametrelerine etkisi önemli düzeyde iyi bulunmuştur ($p < 0,05$). 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 amonyak azotunu, nitrat ve nitrite indirgediğini göstermiştir. Dolayısıyla BS ortamına sahip RAS düzeneğine göre daha düşük maliyetle BF ortamında da benzer bir toplam amonyak düzeyinin korunduğu izlenmiştir. Bu çalışma kapsamında BF sisteminin başlatılması, düzene girmesi ve sürdürülebilmesi için günlük olarak yoğun bir işgücü gerekse de BF uygulamasının BS ortamına göre daha ekonomik olduğu belirlenmiştir. Araştırma ile biyoyumak uygulamasının yeşil kaplan karidesi yetiştiriciliğinin postlarva aşamasında büyüme yem değerlendirme ve yaşama oranlarını pozitif yönde etkilediği dolayısıyla biyoyumak ortamında daha ekonomik bir yetiştiricilik yapılabileceği ortaya konulmuştur.

Teşekkür

Bu çalışma Prof. Dr. M. Ayçe GENÇ danışmanlığında Türkan TÜFEK tarafından yapılan Yüksek Lisans tezinin makalesidir. Tezin deneme aşaması TÜBİTAK projesi (1210713 nolu) kapsamında biyoyumak teknolojisi uygulamaları için bir ön çalışma olarak gerçekleştirilmiştir. Denemeye katkılarından dolayı Ercüment GENÇ (Prof. Dr., Ankara Üniversitesi), Mursal Abdulkadir HERSİ ve Ahmet GÜRLER'e teşekkür ederiz.

ETİK STANDARTLARA UYUM

Yazarların Katkısı

Yazarlar eşit oranda katkı sağlamışlardır.

Çıkar Çatışması

Yazarlar herhangi bir çıkar çatışması olmadığını deklare etmektedir.

Etik Onay

Yazarlar bu tür bir çalışma için resmi etik kurul onayının gerekli olmadığını bildirmektedir.

Kaynaklar

- AOAC, (2000). Official methods of analysis of AOAC international (17th ed.). Maryland: AOAC International.
- Avnimelech, Y. (2009). Biofloc technology: a practical guidebook. The World Aquaculture Society.
- Avnimelech, Y. (2012). Biofloc-based aquaculture systems. Aquaculture Production Systems. New Delhi, India.
- Azhar, M. H., Suciyo, S., Budi, D. S., Ulkhaq, M. F., Anugrahwati, M. & 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. <https://doi.org/10.1007/s10499-020-00526-z>
- 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. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2008.06.036>
- Bakhshi, F., Najdegerami, E. H., Manaffar, R., Tokmechi, A., Farah, K. R. & Jalali, A. S. (2018). Growth performance, haematology, antioxidant status, immune response and histology of common carp (*Cyprinus carpio* L.) fed biofloc grown on different carbon sources. *Aquaculture Research*, 49: 393-403. <https://doi.org/10.1111/are.13469>
- Chen, Z., Ge, H., Chang, Z., Song, X., Zhao, F. & 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. <https://doi.org/10.1007/s11802-018-3584-9>
- Dauda, A. B. (2020). 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(2): 1193-1210. <https://doi.org/10.1111/raq.12379>
- Ebeling, J. M. & Timmons, M. B. (2012). Recirculating aquaculture systems. *Aquaculture Production Systems*, 1:245-277. <https://doi.org/10.1002/9781118250105>
- Ekasari, J. & 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*, 19(2): 73-80. <https://doi.org/10.4308/hjb.19.2.73>
- Emerenciano, M. G. C., Martínez-Córdova, L. R., Martínez-Porchas, M. & Miranda-Baeza, A. (2017). Biofloc technology (BFT): a tool for water quality management in aquaculture. *Water quality*, 5: 92-109. <https://doi.org/10.5772/66416>
- Emerenciano, M., Ballester, E. L., Cavalli, R. O. & Wasielesky, 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(3): 447-457. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2109.2011.02848.x>
- Genç, M. A., Aktas, M., Genç, E. & Yılmaz, 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. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2095.2007.00469.x>
- Haghparast, M. M., Alishahi, M., Ghorbanpour, M. & 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. <https://doi.org/10.1007/s10499-020-00578-1>
- Hargreaves, J. A. (2013). Biofloc production systems for aquaculture 4503: 1-11. Stoneville, MS: Southern Regional Aquaculture Center.
- 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. & 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*, 52(12): 6504-6513. <https://doi.org/10.1111/are.15519>
- Kaya, D. & Genç, E. (2018). Su ürünleri yetiştiriciliğinde biyoyumak teknolojisi. *Su Ürünleri Dergisi*, 35(2): 219-225. <https://doi.org/10.12714/egeifas.2018.35.2.16>
- Kaya, D., Genç, E., Genç, M. A., Aktas, M., Eroldogan, O. T. & Guroy, 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. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2020.735526>
- Kaya, D., Genç, M. A., Aktas, M., Yavuzcan, H., Özmen, O. & Genç, E. (2019a). Effect of biofloc technology on growth of Speckled shrimp, *Metapenaeus monoceros* (Fabricius) in different feeding regimes. *Aquaculture Research*, 50(10): 2760-2768. <https://doi.org/10.1111/are.14228>
- Kaya, D., Genç, M. A., Aktas, M., Eroldogan, O. T., Aydin, F. G. & Genç, E. (2019b). Effects of Biofloc Technology (BFT) on growth of Speckled shrimp (*Metapenaeus monoceros*). *Journal of Agricultural Sciences*, 25(4):491-497. <https://doi.org/10.15832/ankutbd.441745>
- Kim, S. K., Pang, Z., Seo, H. C., Cho Y. R., Samocha, T. & Jang I. K. (2014). Effect of bioflocs on growth and immune activity of Pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei* postlarvae. *Aquaculture Research*, 45(2): 362-371. <https://doi.org/10.1111/are.12319>
- 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. & 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(3): 1168-1182. <https://doi.org/10.1111/are.12958>
- Legarda, E. C., Poli, M. A., Martins, M. A., Pereira, S. A., Martins M. L., Machado C., Lorenzo, M. A. D. & Vieira, F. D. N. (2019). Integrated recirculating aquaculture system for mullet and shrimp using biofloc technology. *Aquaculture*, 512: 734308. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2019.734308>
- Luna, G. L. (1968). *Manual of Histologic Staining Methods of the Armed Forces Institute of Pathology*. 3rd ed. (p. 32-34). New York: McGraw Hill Book.
- NRC (National Research Council), (2011). *Nutrient requirements of fish and shrimp*. National academies press.
- Otoshi, C. A., Arce, S. M., & Moss, S. M. (2003). Growth and reproductive performance of broodstock shrimp reared in a biosecure recirculating aquaculture system versus a flow-through pond. *Aquacultural Engineering*, 29(3-4): 93-107. [https://doi.org/10.1016/S0144-8609\(03\)00048-7](https://doi.org/10.1016/S0144-8609(03)00048-7)
- Putra, I., Rusliadi, R., Fauzi, M., Tang, U. M. & 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. <https://doi.org/10.12688/f1000research.12438.1>
- Ray, A. J., Drury, T. H. & Cecil, A. (2017). Comparing clear-water RAS and biofloc systems: Shrimp (*Litopenaeus vannamei*) production, water quality, and biofloc nutritional

- contributions estimated using stable isotopes. *Aquacultural Engineering*, 77: 9-14. <https://doi.org/10.1016/j.aquaeng.2017.02.002>
- Ray, A. J., Shuler, A. J., Leffler, J. W. & 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, p. 255-266.
- Samocho, T. M. (2019). *Sustainable biofloc systems for marine shrimp*. Academic Press.
- Saraswathy, R., Muralidhar, M., Sundaray, J. K., Lalitha, N. & Kumararaja, P. (2015). *Water quality management in fish hatchery and grow-out systems*. In *Advances in Marine and Brackishwater Aquaculture* (p. 217-225). Springer, New Delhi.
- Tierney, T. W., & 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. <https://doi.org/10.1016/j.aquaeng.2018.06.002>
- Xu, W. L., Pan, L. Q. Sun, X. H. & 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(7): 1093-1102. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2109.2012.03115.x>
- Vogt, G. (2019). Functional cytology of the hepatopancreas of decapod crustaceans. *Journal of Morphology*, 280(9): 1405-1444. <https://doi.org/10.1002/jmor.21040>
- Wang, C., Pan, L., Zhang, K., Xu, W., Zhao, D. & 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(10): 3307-3318. <https://doi.org/10.1111/are.12784>
- Yang, J., Ni, Q., Zhang, Y. & Xu, B. (2010). Construction technology on RAS for shrimp culture. *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering*, 26(8): 136-140.