

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Merve SARIİPEK

**PASİFİK BEYAZ KARİDESİ (*Litopenaeus vannamei*) YAVRULARININ
YEMLERİNDE BALIK UNU VE YAĞI YERİNE BİTKİSEL
HAMMADDELERİN KULLANIMI**

SU ÜRÜNLERİ YETİŞTİRİCİLİK ANABİLİM DALI

ADANA, 2013

ÖZ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

PASİFİK BEYAZ KARİDESİ (*Litopenaeus vannamei*) YAVRULARININ YEMLERİNDE BALIK UNU VE YAĞI YERİNE BİTKİSEL HAMMADDELERİN KULLANIMI

Merve SARIİPEK

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
YETİŞTİRİCİLİK ANABİLİM DALI

Danışman : Doç. Dr. Orhan Tufan EROLDOĞAN
Yıl: 2013, Sayfa: 63

Jüri : Doç. Dr. Orhan Tufan EROLDOĞAN
: Prof. Dr. Metin KUMLU
: Doç. Dr. Mevlüt AKTAŞ

Bu çalışmada, pasifik beyaz karidesi (*Litopenaeus vannamei*) yemlerinde balık unu ve yağı yerine alternative protein (soya unu ve mısır gluteni) ve yağ (kanola, keten tohumu ve soya yağı) kaynaklarının değerlendirilmesi için izonitrojenik (%39.0) ve izolipitik (%8.2) dört test yemi formülize edilerek denemede kullanılmıştır. Diet 1 ve diet 3 (D1 ve D3) balık unu ile formülize edilirken, diğer dietler (D2 ve D4) balık unu yerine bitkisel protein karışımları (soya ve mısır gluteni) ile formülize edilmiştir. Diğer taraftan D3 ve D4 grubu yemlerinde balık yağı yerine bitkisel yağ karışımları (sırasıyla; kanola, keten tohumu ve soya yağı: %30, %40 ve %30) kullanılmıştır. Karides yavruları (ortalama başlangıç ağırlığı 3.6 g) her tankta 20 adet olacak şekilde dairesel tanklara (0.38 m²) stoklanmış ve 60 gün süresince günde beş defa otomatik yemlikler kullanılarak deneme yemleriyle beslenmişlerdir. Deneme sonunda ortalama final ağırlığı, ağırlık kazancı, yüzde ağırlık kazancı, günlük ağırlık kazancı, spesifik büyüme oranı, yem çevirim oranı ve protein değerlendirme oranı sırasıyla 10.9 ile 11.7 g, %211.2 ile 231.4, 123.4 ile 135.6 mg/gün, 1.9 ile 2 %g/gün, 3.1 ile 3.8, 28.1 ile 34.3 arasında hesaplanmıştır. Ham protein ve lipit için görünür sindirilebilirlik katsayıları tüm diet grupları arasında sırasıyla %74.3-80.7 ve %79.4-85.2 arasında değişmiştir. Sonuç olarak bu çalışma, *L. vannamei* tarafından bitkisel protein/yağ kaynakları içeren yemlerin hayvansal protein/lipit kaynakları içeren yemler kadar etkili bir şekilde hatta daha iyi kullanıldığını göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: *Litopenaeus vannamei*, Hayvansal protein, Bitkisel protein, Bitkisel yağ, Sindirilebilirlik.

ABSTRACT

MSc THESIS

REPLACEMENT OF FISH MEAL AND OIL BY PLANT FEEDSTUFFS IN JUVENILE PACIFIC WHITE SHRIMP (*Litopenaeus vannamei*)

Merve SARIİPEK

ÇUKUROVA UNIVERSITY
INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES
DEPARTMENT OF AQUACULTURE

Supervisor : Assoc.Prof.Dr. Orhan Tufan EROLDOĞAN

Year: 2013, Pages: 63

Jury : Assoc.Prof.Dr. Orhan Tufan EROLDOĞAN

: Prof. Dr. Metin KUMLU

: Assoc.Prof.Dr. Mevlüt AKTAŞ

The present study, four practical isonitrogenous (39.0%) and isolipidic (8.2%) diets were formulated to evaluate the replacement of both fish meal and fish oil with alternative protein (soybean and corn gluten meal) and lipid (canola, linseed and soybean oil) sources in Pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) diets. Diet 1 and diet 3 (D1-D3) were formulated with fish meal while Diet 2 and diet 4 were formulated with plant protein (soya and corn gluten meal). D3 and D4 were formulated with blend of plant oils (canola, linseed and soybean oil: 30%, 40% and 30%, respectively) as replacement for fish oil. Juveniles (3.6 g mean initial weight) were stocked in circular tanks (0.38 m²) with 20 shrimp per tank and fed experimental diets 5 times a day using automatic feeders for a 60 day. Mean final weight, weight gain, percent weight gain, specific growth rate, feed conversion ratio, protein efficiency ratio were evaluated final values for these parameters ranged from 10.9 to 11.7 g, 211.2 to 231.4%, 1.9 to 2 %g/day, 3.1 to 3.8, 28.1 to 34.3, respectively. Apparent digestibility coefficients for crude protein and lipid were range 74.3-80.7% and 79.4-85.2%, respectively, among all diets group. It can be concluded that plant protein/oil feedstuffs were utilized as efficiently as, or better than, animal protein/lipid feedstuffs.

Keywords: *Litopenaeus vannamei*, animal proteins, plant proteins, vegetable oils, digestibility.

TEŞEKKÜR

Çalışmamın planlaması ve kurgulanmasından son aşamasına kadar yardımlarını esirgemeyen yönlendirici fikirleri ile bana daima yol gösteren danışmanım sayın Doç. Dr. Orhan Tufan EROLDOĞAN' a, deneyim ve destekleriyle katkıda bulunan değerli hocam Prof. Dr. Metin KUMLU'ya, yem formülasyonu ile ilgili yardımlarından dolayı Dr. Orhan UYAN'a sonsuz teşekkürlerimi ve saygılarımı sunarım.

Tezim süresince ve laboratuvar çalışmalarında bana destek veren Arş. Gör. Serhat TÜRKMEN, Arş Gör. Asuman YILMAZ, Yük. Su Ürünleri Müh. Işıl Canan ÇİÇEK, Yük. Su Ürünleri Müh. Selçuk GÖRELŞAHİN'e teşekkür ederim.

Çalışmam boyunca manevi desteğini ve yardımlarını esirgemeyen Su Ürünleri Müh. Barış YAVAŞ ve öğrenim hayatım boyunca bana inanıp beni destekleyen canım aileme sonsuz teşekkürü bir borç bilirim.

İÇİNDEKİLER

SAYFA

ÖZ	I
ABSTRACT	II
TEŞEKKÜR	III
İÇİNDEKİLER.....	IV
ÇİZELGELER DİZİNİ	VI
ŞEKİLLER DİZİNİ	VIII
1. GİRİŞ	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	7
2.1. Su Ürünlerinde Balık Unu ve Yağının Mevcut Durumu.....	7
2.2. Balık Unu Yerine Alternatif Protein Kaynaklarının Kullanımı.....	9
2.2. Balık Yağı Yerine Alternatif Yağ Kaynaklarının Kullanımı	13
3. MATERYAL VE METOT	17
3.1. Yavru Karideslerin Temini	17
3.2. Deneme Dizaynı.....	17
3.3. Denemenin Yönetimi	18
3.4. Deneme Yemlerinin Hazırlanması.....	19
3.5. Ölçümler ve Analizler	22
3.5.1. Büyüme Parametreleri	22
3.5.2. Besin Madde Bileşenleri Analizi.....	22
3.5.2.1. Kuru Madde ve Kül Analizi	23
3.5.2.2. Protein ve Amino Asit Analizleri	23
3.5.2.3. Lipit Analizi.....	24
3.5.3. Sindirilebilirlik Analizi	25
3.5.4. Çevresel Parametreler	26
3.5.5. İstatistik Analiz.....	27
4. BULGULAR	29
4.1. Çevresel Parametreler.....	29
4.2. Deneme Yemleri	29
4.3. Büyüme Parametreleri	31

4.4. Besin Madde Bileşenleri.....	33
4.4.1 Kuru Madde ve Ham Kül.....	33
4.4.2 Protein ve Aminoasit İçerikleri	34
4.4.3 Lipit İçerikleri	38
4.5. Sindirilebilirlik	38
5. TARTIŞMA	41
6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	49
KAYNAKLAR.....	51
ÖZGEÇMİŞ	63

ÇİZELGELER DİZİNİ

SAYFA

Çizelge 3.1. Deneme yemlerinin formülasyonu	21
Çizelge 4.1. Deneme yemlerinin amino asit kompozisyonu	30
Çizelge 4.2. Deneme başlangıcında ve sonunda karides (<i>Litopenaeus vannamei</i>) bireylerinde kaydedilen büyüme parametreleri.....	31
Çizelge 4.3. Sekiz hafta boyunca farklı deneme yemleri ile beslenen karides (<i>Litopenaeus vannamei</i>) bireylerinin kaslarındaki besin madde içerikleri (ham protein, kuru madde, ham kül ve lipit).....	34
Çizelge 4.4. Sekiz haftalık besleme çalışması sonunda karideslerin (<i>Litopenaeus vannamei</i>) kas dokularının amino asit kompozisyonu	35
Çizelge 4.5. Diet grupları için kas ve yem amino asit değerleri arasındaki fark (Δ).....	36
Çizelge 4.6. Deneme yemleri ve karideslerin esansiyel amino asit oranı (A/E)	37
Çizelge 4.7. Farklı yem içerikleri ile beslenen karides (<i>Litopenaeus vannamei</i>) bireylerinin protein, lipit ve kuru madde sindirilebilirliği	38

ŞEKİLLER DİZİNİ

SAYFA

Şekil 3.1. Deneme ünitesinin dizaynı	18
Şekil 4.1. Toplam kabuk değişimleri.....	32

1. GİRİŞ

FAO verilerine bakıldığı zaman doğadan yakalanan ve yetiştiricilik yoluyla elde edilen su ürünleri toplam miktarı 145 milyon ton olarak gerçekleşmiştir (FAO, 2009). Bu toplam üretimin 115 milyon tonunun insan tüketimi olarak kullanıldığı bildirilmiştir. Dünyadaki su ürünleri üretiminde önemli yer kaplayan karides üretimi, 2007 yılında 6.529 milyon tondur ve bu üretiminde 3.3 milyon ton'u su ürünleri yetiştiriciliğinden elde edilmiştir (FAO, 2009). Siyah kaplan karidesi (*Penaeus monodon*) ve Beyaz pasifik karidesi (*Litopenaeus vannamei*) dünyada üretimi yapılan iki önemli karides türleridir. Yüksek yoğunluklu kültür koşullarında hızlı büyüme göstermesi, iyi yaşam oranına sahip olması ve hastalık toleransının yüksek olması bu türün üretiminin yaygınlaşmasını sağlamaktadır (Ponce-Palafox ve ark., 1997; Yang ve ark., 2009). Pasifik beyaz karidesi coğrafik olarak orta ve güney Amerika kökenlidir ve 1988 yılında Çin'e götürülmüştür (Wang, 2003). Bu karides türü %1 ile %50 arası tuzluluğa toleranslı olduğu için Amerika (Mc graw ve ark., 2002), Tayland (Saoud ve ark., 2003) ve Çin'de (Cheng ve ark., 2006) bulunan iç sularda dahi geniş bir yayılım gösterebilmiştir.

Son 10-12 yılda dünya çapında su ürünleri yetiştiriciliğinde özellikle karnivor türlerin üretimlerinde yaşanan artış balık unu, balık yağı ve düşük değerli balıkların kullanımında artışa neden olmuştur. Su ürünleri yetiştiricilik sektörü dünyada balık unu kullanımında ön sırada olmasına rağmen 2006 yılından beri sektörde balık unu kullanımında azalma görülmüştür. 2005 yılında 4.23 milyon ton olan balık unu tüketimi 2008'de 3.72 milyon tona düşmüştür. Su ürünleri üretimi artış gösterse bile bu sektörde kullanılan balık unu oranının 2015 yılında 3.63 milyon tona 2020 yılında ise 3.49 milyon tona düşeceği tahmin edilmektedir (COFI, 2012). Yetiştiricilikteki artışa paralel olarak yem sektöründe de yaşanan bu artış hem karides fiyatlarında hem de üreticilerin karlılık oranlarında düşüğe neden olmuştur (Davis ve Sookying, 2009). Pazar talebindeki ve fiyatlardaki artışın yanı sıra avcılık kotasını düzenlemek ve kontrol etmek için balık unu ve yağı yerine daha az maliyetli ham maddelerin kullanımını arttırmak balık unu ve yağı kullanımının son yıllarda azalma göstermesinin nedenleri arasında gösterilmektedir (COFI, 2012).

Balık unu, besleyici değeri ve lezzeti ile karides yemlerinde kullanılan en önemli protein kaynağıdır (Luo ve ark., baskıda). Balık unu ve yağının miktarının sınırlı olması, fiyatlarının yüksek olması nedeniyle son yıllarda araştırma enstitüleri ve su ürünleri yem üreticileri tarafından bu ürünlerin kullanımının azaltılması ya da alternatif kaynakların değerlendirilmesi üzerine birçok çalışma yürütülmüştür. Ticari karides yemlerinin formülasyonunda tipik olarak %25'in üstünde balık unu bulunmaktadır (Tacon ve Barg, 1998; Tacon ve Metian, 2008; Davis ve Sookying, 2009; COFI, 2012) ve bu oran 2007'de karides yemi üretiminde kullanılan balık ununun 819 bin tonluk bir miktarını oluşturmaktadır (Luo ve ark., baskıda). Balık unu üretiminin ve sürdürülebilirliğinin önceden tam olarak saptanamaması (Naylor ve ark., 2000; Tacon, 2004; Hardy, 2006; Tacon ve Metian., 2008) ve bununla birlikte karasal hayvancılıktaki mevcut rekabet (Bullis ve ark., 2004) sebebiyle bu protein kaynağının fiyatlarının bugün olduğu gibi gelecekte de artma eğilimi göstereceği tahmin edilmektedir (Morris ve ark., 2011). Bu bilgiler göz önüne alındığında, ekonomik bir su ürünleri üretimi için alternatif protein ve yağ kaynaklarının tespiti önem taşımaktadır.

Karides yemlerinde balık unu gibi diğer bir denizel orjinli hayvansal protein kaynağı olarak Antartik krill (*Euphausia superba*) unu da kullanılmaktadır. Krill unu 70'lerin sonunda ve 80'lerin başında balık yemi olarak denenmiş (Storebakken, 1988), fakat ticari olarak kullanımı; krill avcılığının ekonomisi, krill işlemedeki problemler ve balık unu üretiminin yaygınlaşması sebebiyle artmamıştır (ICHII, 2000). Son yıllarda karides yemlerinde krill ununun %88.7 protein ve %66'lık lipit sindirilebilirliği ile karides yemlerinde rahatlıkla balık unu ile birlikte kullanılabileceği bildirilmiştir (Sales, 2010). Aynı araştırmacı, krill ununun karides yemlerinde %33'e kadar ilave edilebileceğini de belirlemiştir. Yapılan çalışmalar bazı balık ve krustase türlerinde krill ununun balık ununa takviye olarak ya da balık unu yerine kullanılabileceğini de göstermiştir (Sales, 2010; COFI, 2012).

Balık ve karides yemlerinde kullanılan diğer bir protein kaynağı ise bitkisel protein kaynaklarıdır (Li ve ark., 2000). Besleme açısından bakıldığında; bitkisel protein kaynaklarının balık unundan daha fazla üretilmeleri ve daha ucuz olmaları gibi olumlu özellikleri yanı sıra, besinsel kalitelerinin (örneğin bazı esansiyel amino

asitlerinin eksikliği, yüksek kül oranı ve düşük besinsel sindirilebilirlik gibi sebepler) balık ununa göre düşüklüğü, tat problemi ve mikrobiyal kontaminasyon gibi olumsuz özellikleri de bilinmektedir (Bureau ve Cho, 2000). Birçok bitkisel protein kaynağı içerisinde soya unu, balık unu gibi denizel orjinli protein kaynaklarıyla en çok ikame edilen protein kaynağı olduğu görülmektedir. Pamuk tohumu unu, fıstık unu, kanola unu ve mısır gluteni de diğer bazı bitkisel protein kaynakları olarak karides yemlerinde kullanılmaktadırlar (Li ve ark., 2000; Davis, 2009).

Literatürdeki çalışmalar incelendiğinde, *L. vannamei* ile yaptıkları bir çalışmada Nunes ve ark. (2011) balık unu yerine 10, 50 veya 110 g/kg krill unu; veya 25 g/kg krill yağını alternatif protein ve yağ kaynağı olarak denemişler ve deneme sonunda krill unu ve yağının karideslerde büyüme performansını etkileyecek bir olumsuzluğa neden olmadığını bildirmişlerdir. Alvarez ve ark., (2007) *Litopenaeus schimitti* ile yaptıkları bir çalışmada balık unu yerine %46, %59, %75, %88 ve %100 oranında soya unu kullanmışlar ve bu çalışma sonucunda pelet stabilitesinin yem içerisindeki soya unu miktarındaki artışa bağlı olarak düştüğünü belirlemişlerdir. 52 günlük deneme sonucunda karides yaşama oranlarında önemli bir farklılık gözlenmemiş (%90 ve üzeri) fakat canlı ağırlık, yem çevrim oranı ve protein etkinlik oranında önemli farklılıklar gözlenmiştir. Balık ununun %75 oranındaki soya unu ile değiştirilmesinin daha iyi sonuçlar verdiği ancak %100 soya ununun kullanıldığı grupta büyümenin olumsuz etkilendiği görülmüştür.

Yağ kaynakları karides yemlerinde kullanılan temel ham maddelerdendir. Bunlar bilindiği üzere, karidesler için yalnızca enerji kaynağı olarak değerlendirilmeyip aynı zamanda esansiyel yağ asitleri, steroller, fosfolipitler ve yağda çözünabilir vitaminler açısından da önemlidirler. (Ouraji ve ark., 2010). Bazı araştırmacılar balık yağının karides yemlerinde kullanılabilecek en iyi yağ kaynağı olduğunu bildirmişlerdir (Lim ve ark., 1997; Gonzalez-Felix ve ark., 2002).

Son 20 yıldan bu yana hızlı şekilde artan su ürünleri üretimi sonucu artan yem ihtiyacını karşılamak amacıyla balık yağı ihtiyacı da artmıştır (New, 1999; Chamberlain ve Barlow 2000). Bu nedenle sektörün başarılı bir şekilde büyüebilmesi ve ekonomik bir üretim için alternatif yağ kaynaklarının da kullanımı gereklidir (Montero ve ark., 2005; Francis ve ark. 2006). Balıklarla ilgili

çalışmalarda olduğu gibi karides büyütme yemlerinde de bitkisel yağların kullanımı esansiyel yağ asitlerinin dengesinin sağlanması açısından dikkate alınmalıdır (Patnaik ve ark., 2006; Samocha ve ark., 2009; Gonzalez-Felix ve ark., 2010).

Son dönemlerde üzerinde sıkça çalışmalar yapılan alternatif bitkisel yağ kaynaklarından birisi de kanola yağıdır. Ticari olarak üretimi yapılan 3 adet kanola türü *Brassicaceae napus*, *B. rapa* ve *B. juncea*' dır (Booth ve Gunstone, 2004). FAO'nun hesaplamalarına göre, küresel kanola üretim alanı yıldan yıla yüksek dalgalanmalar gösterebilir 1961'de 6.3 milyon hektar olan üretim alanı 2007'de 30.2 milyon hektara çıkmıştır (FAO, 2009). Kanola çevresel yetiştirme koşullarına, yetiştirme şekline ve hasat şekline bağlı olmakla birlikte %38 ile %45 arasında yağ içerir. Kanolanın yağ asidi kompozisyonuna bakıldığında; %23 oleik asit, %34 erukik asit, %15-30 linoleik asit, %5-14 alfa-linolenik asit ve %2-6 16:0 zincirli yağ asitlerinden oluşur (Turchini ve ark., 2011). Bu bitkisel yağ kaynağının balıklarda (Dernekbaş ve Karayücel, 2010) olduğu gibi, karides yemlerinde de kullanımı balık yağından daha ucuz olması ve dolayısıyla yem maliyetinin azaltılmasından dolayı tercih edilebilir.

Fenneropenaeus indicus türü üzerine yapılan bir çalışmada Ouraji ve ark. (2010) balık yağının %50'si keten tohumu yağı, soya yağı ve kanola yağı karışımları ile değiştirmiştir ve deneme sonunda kontrol grubunun (%100 balık yağı) final ağırlığının diğer gruplara göre daha yüksek olduğu bulunmuştur. Karideslerde yağ asidi kompozisyonuna bakıldığında; en yüksek eikosapentaenoik asit (EPA, 20:5n-3) ve dokozaheksaenoik asit (DHA, 22:6n-3) seviyesinin balık yağı kullanılan kontrol yemleriyle beslenen karideslerde çıktığı görülmüştür. Balık yağı ve kanola yağı içeren yemlerle beslenen karideslerde tekli doymamış yağ asitleri seviyesi daha yüksek çıkmıştır.

Bu teze konu olan çalışmanın temel amacı balık unu ve yağına alternatif 2 adet bitkisel protein (soya unu ve mısır glütenu) ve yine 2 adet yağ (kanola ve soya yağı) kaynağının Pasifik beyaz karidesinin yağ, protein ve amino asit değişimleri üzerine etkilerinin incelenmesidir. Bu çalışmada ayrıca, yüksek oranda balık unu ile hazırlanmış yemlerle (karnivor) veya bitkisel ağırlıklı yemlerle (herbivor yemler) beslenen ve omnivor bir tür olan Pasifik beyaz karidesinin büyüme, yaşama, amino

asit, protein etkinlik oranı ve yem sindirilebilirliği üzerine olan etkileri de ortaya çıkartılmak istenmiştir.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

2.1. Su Ürünlerinde Balık Unu ve Yağının Mevcut Durumu

Dünya nüfusundaki ve kişi başına düşen su ürünleri tüketimindeki artış ile birlikte gelecek yıllarda su ürünlerine olan talebin artacağı tahmin edilmektedir (Ye, 1999; FAO, 2010). Gelişmiş ülkelerde balık tüketimindeki artışta, sağlık otoritelerinden alınan güçlü tavsiyeler ile Asya'daki balık tüketimi ve gelir düzeyindeki iyileşmenin belirleyici olduğu düşünülmektedir (Kris-Etherton ve ark., 2009; Rana ve ark., 2009). Balık ve kabuklu su ürünlerinin tüketimindeki artış devam ettiği sürece, bu ürünlerin büyük çoğunluğunun yetiştiricilikten sağlanacağı da bir gerçektir.

FAO (2010)'nun bildirdiğine göre, dünyada avcılıkla elde edilen su ürünleri miktarı yılda yaklaşık 90-92 milyon tondur. Dünyada bilinen balık stoklarının en az yarısı tamamen istismar edilmiş ve %32'si aşırı avlanmış ya da tükenmiş olduğundan, avcılıkla elde edilen ürünlerin sayısında artış beklenmemektedir. 2009'da doğadan yakalanan balıkların 66 milyon tonu (%70) doğrudan insan tüketimi için kullanılırken, 23 milyon tonu (%30) balık unu ve yağı üretiminde ya da diğer hayvansal ürünlerle birlikte evcil hayvan gıdalarında kullanılmaktadır (FAO, 2011). Balık unu ve yağının üretimi için avlanan balıklar 1980-2005 yılları arasında yıllık 20-25 milyon tonlardayken 2006-2009 yılları arasında bu rakam 18 milyon tona düşmüştür (FAO, 2011). Avcılık sonucu elde edilen bu miktarın 5 milyon tonu balık unu üretiminde, 1 milyon tonu ise balık yağı üretiminde değerlendirilmiştir (Olsen ve ark., 2012).

Genel olarak değerlendirildiğinde, hayvancılık alt sektörü içinde su ürünleri sektörü balık unu ve balık yağının en büyük kullanıcısıdır. Akvakültür için hazırlanan yemlerde denizel orijinli bu hammaddelerin kullanımı karnivor beslenme özelliği yüksek olan balıklarda ve kabuklularda daha yaygınken (balık unu %15-65, balık yağı %3-25), herbivor türlerde (Sazan, Tilapia, Yayın, Süt balığı, vb.) daha düşük oranlarda bulunmaktadır (COFI, 2012). Dünya genelinde balık ununun toplam kullanımına bakıldığında; 2008'de karides üretiminde kullanılan oran %27.2

(akvatik kaynaklı yemlerde kullanılan toplam balık unu) olarak belirlenmiştir. Bu sıralamayı deniz balıkları %18.2, salmonlar %13.7, sazanlar %7.4, tatlı su krustaseleri %6.4, alabalıklar %5.9 ile takip etmektedir. Balık yağının balık yemlerinde kullanım oranına bakıldığında, türler bazında ilk sırada salmonlar (%36.6) yer alırken, bu sıralamayı deniz balıkları (%24.7), alabalıklar (%16.9) ve karidesler (%12.9) takip etmektedir (COFI, 2012).

Ham maddesi denizel orijinli ticari yemlerin üretimi son 10 yılda neredeyse dört kat artmıştır. Bu üretim benzer oranlarda büyümeye devam ederse, yem üretiminin 2015 yılında 51 milyon tona, 2020 yılında ise 71 milyon tona ulaşması beklenmektedir (COFI, 2012). Yem üretiminde yaşanan bu artış özellikle besin değeri yüksek olan yemlerle beslenen su ürünlerinde balık unu ve balık yağına olan talebi arttıracığına kesin gözüyle bakılmaktadır. Yemlerin sindirilebilirliklerini arttırmak adına yapılan yem işleme yöntemlerinin iyileştirilmesi ile balık unu ve yağının yemlerde kullanımı artmıştır. Ancak son yıllarda avcılığa dayalı balık unu ve yağının üretimi azalış göstermektedir (FAO, 2011). 2006 yılında yetiştiricilik için kullanılan 22.7 milyon ton yem içerisinde yaklaşık 835.000 ton balık yağı kullanıldığı bildirilmiştir (Tacon ve Metian, 2008). Dünyadaki balık yağı üretiminin yıllık olarak 943.000 ton dolaylarında olduğu ve yetiştiricilik sektöründe kullanılan yemlerin içerisindeki balık yağı miktarının toplam üretimin %88.5'luk dilimini oluşturduğu bilinmektedir (Decision News Media, 2006: González-Felix ve ark., 2010'dan). Akvakültür sektöründeki yıllık büyüme dikkate alındığında; balık yem sanayisinde kullanılan balık yağı kullanımı da gün geçtikçe artmaktadır. Son zamanlarda pazar talebindeki ve fiyatlardaki artış ile doğal stoklar üzerindeki avcılık baskısının azaltılabilmesi için, balık yağı yerine daha az maliyetli alternatif bitkisel yağ kaynaklarının kullanımına yönelik çalışmalarda artış olduğu gözlenmektedir. Ancak, bir çok balık türünde olduğu gibi karides yemlerinde de bitkisel yağların kullanımında dikkat edilmesi gereken en önemli konu bu ham madde kaynaklarının bazı esansiyel yağ asitleri açısından fakir olmasıdır (Francis ve ark., 2001). Bir çok araştırmacı karides yemlerinde balık yağı yerine kullanılan soya yağının büyümeyi olumsuz olarak etkilemeden kısmen veya tamamen ikame ettirilebileceğini bildirmişleridir (Davis ve Arnold, 2000; Cheng ve Hardy, 2004; Samocha ve ark.,

2004). Balık yağı yerine bitkisel yağların kullanımında karideslerin ihtiyacı olan esansiyel yağ asidi miktarlarının da dikkate alınması şarttır (Samocha ve ark., 2004; Patnaik ve ark., 2006).

2.2. Balık Unu Yerine Alternatif Protein Kaynaklarının Kullanımı

Karides yemlerinde temel ve oldukça pahalı bir bileşen olan protein büyümeyi sınırlandırıcı faktör olarak da tanımlanabilir (Fernández-Gimenez ve ark., 2009). Miktarının sınırlı ve maliyetli olmasına rağmen su ürünleri yetiştiriciliğinde en yaygın kullanılan protein kaynağı balık unudur (Tacon ve ark., 1998; Naylor ve ark., 2000). Ticari karides yemleri genellikle %25-50 arasında balık unu içermektedir (Amaya ve ark., 2007a). Bu oranların üretim verimliliğini etkilemeden aşağı çekilmesi ve protein kaynağı olarak balık unu kullanımının sınırlandırılması üzerine pek çok çalışma yürütülmüştür.

Bitkisel protein kaynakları tilapia ve sazan gibi herbivor ağırlıklı beslenen balıkların yemlerinde temel protein kaynağı olarak kullanılırken, karnivor beslenme özelliği olan türlerin (Salmon, alabalık, deniz balıkları ve karidesleri gibi) yemlerinde ikincil protein ve yağ kaynağı olarak kullanılmaktadır. Bitkisel protein kaynaklarının yemlerde kullanılabilirlik oranı besleme yapılacak türe göre değişiklik gösterir. Su ürünleri yemlerinde değerlendirilen ve kullanım oranları belirlenmiş olan bitkisel ham maddelerin başında soya unu (%3-60 arasında kullanılmaktadır), buğday glütini (%2-13), mısır glütini (%2-40), kanola unu (%2-40), pamuk tohumu unu (%1-25), fıstık unu ($\approx$ %30), ayçiçeği tohumu unu (%5-9), kanola protein konsantresi (%10-15) ve bakla unu (%5-8) gelmektedir (COFI, 2012).

Soya unu su ürünleri yem sanayisinde yaygın olarak kullanılan ve balık unu yerine tercih edilebilecek en önemli bitkisel protein kaynağıdır. Bu protein kaynağının herbivor ve omnivor balık türleri ile kabuklu türlerinin yemlerinde %15-45 arasında değerlendirildiği bilinmektedir (COFI, 2012). Dünya genelinde 29.3 milyon ton olarak üretilen akvakültür yemlerinde 6.8 milyon ton soya unu kullanıldığı tahmin edilmektedir. Mısır ürünleri (mısır glütini), bakla ve bezelye gibi bakliyat ürünleri, pamuk tohumu, ayçiçeği tohumu ve kanola tohumu gibi yağlı

tohumlar, buğday, pirinç ve arpa gibi hububat ürünleri de yem sanayisinde kullanılan diğer bitkisel protein kaynaklarıdır. Ancak, bitkisel protein kaynaklarının seçimi; yerel pazar durumu, maliyet, söz konusu kaynağın besinsel profili (lif oranı gibi), antibesinsel madde içeriği ve düzeyi gibi koşullar dikkatle göz önünde bulundurulmalıdır. Yine de balık unu fiyatlarındaki artışın devam etmesi ile bazı balık ve kabuklu su ürünleri yemlerinde bitkisel protein kaynaklarının (soya protein konsantresi, kanola protein konsantresi, fıstık protein konsantresi, mısır/buğday glütenu) kullanımı daha da önem kazanacaktır. Örneğin, akuakültür yemlerinde sadece soya protein konsantresi kullanımının 2020 ye kadar 2.8 milyon ton olacağı tahmin edilmektedir (COFI, 2012).

Hayvansal protein olarak balık ununun yerine bitkisel protein kaynaklarının karides yemlerinde ikamesine yönelik literatür çalışmaları incelendiğinde bir çok alternatif bitkisel ham maddenin kullanılabildiği bildirilmektedir.

Oujifard ve ark. (2012) 7 g'lık *L. vannamei* bireylerinin yemlerine balık unu yerine %0, 25, 50, 75 ve 100 oranlarında pirinç protein konsantresi (PPK) ekledikleri çalışmada; %0-%50 oranları arasında pirinç proteini eklenen grupların spesifik büyüme oranı ve ağırlık artışı bakımından benzer olmalarına rağmen, PPK'nin azalma ve %50'nin üzerine çıktığı durumlarda bu parametrelerin tamamında önemli oranda azalma ve yem çevrim oranında ise yükselme tespit etmişlerdir. Genel olarak PPK seviyesinin artmasıyla ham protein, lipit, toplam enerji ve amino asit sindirilebilirliği azalmıştır. Çalışmanın sonuçlarına göre yemlere %50 oranında pirinç protein konsantresi ilavesi balık ununa alternatif protein kaynağı olmaya aday gösterilirken bu oranın üzerinde PPK ilavesinin besinlerin sindirilebilirliği ve büyüme performansını azaltacağı kaydedilmiştir. Diğer bir çalışmada, Maldonado ve ark. (2012) soya proteini, buğday glütenu ve patates proteininin *L. vannamei* bireylerinde (5 g) *in vivo* ve *in vitro* olarak protein ve enerji sindirilebilirliğine etkisini değerlendirmişlerdir. Kırk beş günlük bu çalışma sonunda en iyi büyüme ve ağırlık kazancının soya proteini ile beslenen grupta elde edildiği belirlenmiştir. Görünür protein sindirilebilirliği bakımından soya proteininin buğday glütenu ve patates proteininden daha etkili olduğu sonucuna varılmıştır. Çalışma sonunda değerlendirilen bu farklı bitkisel protein konsantrelerinden soya proteinin, metionin

ve tirozin amino asitleri eksikliğine rağmen, balık unu yerine kullanılabilecek bir kaynak olduğu kabul edilmiştir. Sookying ve ark. (2011) yüksek oranda soya unu içeren yemlerin toprak havuz ve tank koşullarında tutulan 2.13 g'lık *L.vannamei* bireyleri tarafından nasıl değerlendirdikleri araştırılmış ve her iki yetiştiricilik koşulunda da yüksek oranda soya unu içeren yemlerle beslenen bireylerin ağırlık kazancı, final ağırlığı, yaşam oranları ve yem çevirim oranları açısından önemli farklılıklar göstermediğini bildirmişlerdir. Çalışma sonunda büyüme performansı açısından, balık ununun kısmi ya da tamamen yemlerden çıkartılmasının karides bireylerinin büyüme performansına negatif etkisi olmadığı vurgulanmıştır. Benzer şekilde, balık unu yerine soya ununun farklı oranlarında (%46, 59, 75, 88 ve 100) denendiği bir diğer çalışmada; Alverez ve ark. (2007) 0.35 g'lık *Litopenaeus schmitti* bireylerinde en iyi büyüme, yem çevirim oranı ve protein etkinlik oranının % 75'e kadarki soya unu ilavesinin edilmiş yemlerle beslenen gruplarda olduğunu bildirmişlerdir. Amaya ve ark. (2007a) ise balık unu yerine geçebilecek bitkisel protein kaynaklarının havuz koşullarında nasıl değerlendirileceğini belirlemek amacıyla 0.03 boyutlarında *L.vannamei* bireyleri kullanmışlar ve çeşitli oranlarda balık unu (%9, 6, 3 ve 0), soya küspesi (%32.5, 34.9, 37.2 ve 39.6) ve mısır glütenu (%0, 1.7, 3.2 ve 4.8) gibi bitkisel protein kaynakları ile deneme yemlerini formülize etmişlerdir. Çalışmanın sonunda karides final verimi, final ağırlığı, yem çevirim oranı ve yaşama oranları bakımından gruplar arasında önemli farklılıklar tespit edilmemiştir. Çalışmada ticari karides yemlerinde balık ununun % 0'a kadar indirilebileceğini, balık unu yerine ekstrakte edilmiş soya küspesi ve mısır glütenu gibi alternatif protein kaynaklarının eklenmesinin *L. vannamei* türünün beslemesinde herhangi bir olumsuz etkisinin olmayacağı değerlendirilmiştir. Bu bulguların aksine, %0, 6, 10, 15 oranlarında soya unu içeren yemlerle beslenen 5 g ağırlığındaki *L. vannamei* juvenillerinin diğer gruplara göre ortalama canlı ağırlık ve spesifik büyüme oranı bakımından daha düşük bir performans sergilediği belirlenmiştir (Suárez ve ark., 2009). Bu araştırmacılar, her iki bitkisel protein kaynağının büyüme verileri ve diğer parametreler dikkate alındığında bu tür için kullanılabileceği sonucuna varmışlardır.

Yang ve ark. (2009) Peru tipi balık unu, fermante edilmiş soya unu, kurutulmuş soya unu, soya unu, yer fıstığı unu, buğday glütenu, mısır glütenu, karides yan ürünlerinden elde edilen un, et ve kemik unu, kümes hayvanları eti ve plazma proteinunun beyaz karideslerde (*L. vannamei*) sindirilebilirliğini çalışmışlardır. Ortalama 1.05 g'lık karidesler %70 referans yemi, %30 test hammaddeleri ilave edilen yemlerle 6 hafta boyunca beslemişlerdir. Çalışma sonunda karideslerin hayvansal ve bitkisel kaynaklardan gelen protein ve yağı iyi bir şekilde sindirebildikleri ve protein ve yağların sindirilebilirlik düzeylerinin sırasıyla %87.9-93.3 ve %91.6-95.3 arasında olduğunu ve genel olarak bitkisel ürünlerde sindirilebilirliğin %75-92, hayvansal ürünlerde ise %83.7-92.8 olduğunu tespit etmişlerdir.

Balık ununa ikame olabilecek diğer bir protein kaynağının denizel orjinli Antartik krill (*Euphausia superba*) unu olduğu görülmektedir. Son yıllarda krillden elde edilen ürünlerin özellikle akvakültür, ilaç ve sağlık ürünleri sektöründe kullanımına yönelik önemli gelişmeler olmuştur (Nicol ve ark. 2012). Su ürünleri sektöründe balık unu ve denizel kaynaklı ürünlerin kullanımındaki artış ve balık stoklarının sınırlı olması şu an akvakültür yemlerinde kullanılan protein kaynaklarının yerine kullanılabilecek ürünlerin araştırılmasına neden olmuştur (Davis ve Arnold 2000; Yoshitomi ve ark. 2007). Atlantik morina, Atlantik salmону ve Pasifik beyaz karidesinin de içinde bulunduğu yetiştiriciliği yapılan çeşitli türler ile gerçekleştirilen çalışmalarda bu türlerin yemlerinde krill unu kullanımının balık unu kullanımıyla eşdeğer olabileceği bildirilmiştir (Gaber 2005; Karlsen ve ark. 2006; Opstad ve ark. 2006; Yoshitomi ve ark. 2007). Bu denizel protein kaynağının karides yemlerindeki kullanılabilirliği de birçok araştırmacı tarafından değerlendirilmiştir. Forster ve ark. (2010) kalamar, krill ve balık unu içeren 25 farklı yem formülasyonu ile hazırlanan yemlerle yaptıkları 35 günlük besleme çalışmasında, doğal verimlilikten uzak kapalı devre sistemde *L. vannamei* bireylerinin büyüme ve yaşam oranlarını değerlendirmişlerdir. Oransal olarak %5.8, %9.7, %11.6, %14.5, %17.4, %13.5 balık unu, %7.6, %11.4, %15.2, %19.1 ve %22.9 kalamar unu içeren yemlerle beslenen karideslerle karşılaştırıldığında; %11.6 balık unu ve %22.9 kalamar unu içeren yemlerle beslenen karides bireylerinde büyümenin daha yüksek olduğu görülmüştür. Çalışmaya göre tank koşullarında

verilen oranlarda balık ve kalamar unu ilave edilmiş yemlerle beslenen bireylerin büyümesi üzerine krill ununun herhangi olumsuz bir etkisinin bulunmadığı ortaya konulmuştur.

Nunes ve ark. (2011) başlangıç ağırlığı ortalama 1.93 g olan karidesler (*L. vannamei*) ile yaptıkları 72 günlük besleme çalışmasında farklı oranlarda krill unu (10, 50 ve 100 g/kg yem) ile 3 farklı yem hazırlamışlar ve krill ununun yemdeki oranını arttırdıkça, yemin formülasyonundaki balık unu, balık yağı, soya lesitini ve kolesterol seviyesini azaltmışlardır. Deneme sonunda tank ve havuzlarda karideslerin büyüme performansında yemlerden kaynaklanan bir fark bulunmamıştır. Bu araştırmacılar balık yağı, balık unu, soya lesitini ve kolesterol içeren yemlerin protein ve yağ değerlerinin karides performansına etkisi olmadan krill unu ile tamamen değiştirilebileceği sonucuna varmışlardır.

2.3. Balık Yağı Yerine Alternatif Yağ Kaynaklarının Kullanımı

Yukarıdaki kısımlarda da değinildiği gibi, karides yemlerinde en uygun alternatif yağ kaynakları eikosapentaenoik asit ve dekosahekzaenoik yağ asitleri açısından yoksun olmasına rağmen bitkisel yağlar olarak değerlendirilmiştir. Kabuklu eklem bacaklılarda linolenik asit, linoleik asit, eikosapentaenoik asit ve dekosahekzaenoik gibi çoklu doymamış yağ asitlerinin vücut tarafından yeniden sentezinin (*de novo*) limitli oranlarda gerçekleştiği Kanazawa ve ark. (1979) tarafından bildirilmiştir. Bu sebeple, balık yağına alternatif bitkisel yağlar kullanılırken esansiyel yağ asitlerinin yem içerisindeki seviyesinin de dikkate alınması gerekmektedir. Bazı araştırmalarda fermente edilmiş soya tohumu artık ürünlerinin balık yağı ile kısmen değiştirilebileceği de bildirilmiştir (Samocha ve ark., 2004; Patnaik ve ark., 2006). Ancak, bu aşamada dikkat edilmesi gereken konu yem içerisindeki hayvansal kökenli protein kaynaklarının (çözünür halde balık ürünleri, krill unu gibi) kalitesi ve miktarıdır (González-Félix ve ark., 2002). Buna ek olarak, bitkisel yağlar kullanılırken yem içerisindeki esansiyel yağ asitleri miktarının 5 -10 g/kg arasında olmasının karides büyümesi ve sağlığı açısından önemli olduğu vurgulanmıştır (Akiyama ve ark., 1992; González-Félix ve ark.,

2002). Bunun aksine, Kanazawa ve ark., (1985) yaptıkları bir çalışma sonucunda n-3 çoklu doymamış yağ asitlerinin yem içerisindeki miktarının %2'nin üzerine çıkartıldığında *Penaeus japonicus* bireylerinde büyüme ve yaşama oranını düşürdüğü kaydetmişlerdir. Bu nedenle karides yem formülasyonunda kullanılacak olan bitkisel veya fermente ekstrakt yağlarının dikkatli bir şekilde kullanılması gerekmektedir.

Karides yemlerinde kullanılabilecek alternatif bitkisel yağların seviyeleri ve bu yağların büyüme performansı ve karides yağ asidi profili üzerine birçok laboratuvar ve saha çalışması mevcuttur. Lim ve ark. (1997) %6.5 oranında stearik asit, hindistan cevizi yağı, aspir yağı, mısır yağı, soya yağı, keten tohumu yağı ve ringa yağı içeren 7 farklı yemle yaptıkları çalışmada, 1 g'lık *L.vannamei*' de en yüksek ağırlık kazancını ringa yağı ile beslenen bireylerde gözlemlerken, bu grubu soya ve keten tohumu yağlı yemlerle beslenen grupların takip ettiğini bildirmişlerdir. Diğer bir çalışmada ise; hayvansal yağlar ile bitkisel yağlar karşılaştırılmış ve %4 keten tohumu, kanola, soya, morina karaciğer yağı ve domuz yağı içeren yemlerle beslenen bireylerde (*L. vannamei*) morina karaciğer yağı ya da domuz yağı içeren yemler ile beslenenlerde daha iyi büyüme tespit etmişlerdir (Deering ve ark.,1997). Bu çalışmada kullanılan yağ kaynaklarının bileşenlerindeki esansiyel yağ asidi farklılıklarının büyümeye tek başına etkisi olmadığı ancak enerji metabolizması için gerekli yağ asitlerinin mevcudiyetinin bireylerin büyüme performansında önemli bir etki oluşturabileceği savunulmuştur. Kumaraguru ve ark. (2005) tamamen bitkisel yağlı (ayçiçeği yağı, fıstık yağı ve palmye yağı) ve sardalye yağı ile hazırlanmış yemler ile bu yemlere %2 oranında soya lesitini eklenmiş yemleri *P. monodon* juvenillerinde denemişlerdir. Çalışma sonunda, yağ kaynağı olarak bitkisel yağların kullanımında yemlere %2'lik soya lesitini ilavesinin juvenillerin büyüme performansı ve lipit sindirilebilirliğini artırıcı etkisi olduğu kaydedilmiştir. González-Félix ve ark. (2010) 1,6 g'lık *L. vannamei* juvenilleri ile yaptıkları çalışmada; yemlere farklı oranlarda soya yağı (%0, 50, 60, 70, 80 ve 90) ile soya ve keten tohumu yağı karışımlarını %60, 70, 80 ve 90 oranlarında (soya:keten yağı; %53.4:6.6; %56.9:13.1; %60:20 ve %63.7:26.3) denemişlerdir. Besleme periyodunun ardından karides kaslarının toplam lipit bileşenlerinin yem içerisindeki bitkisel yağlardan etkilenmediği ve bu yağların %90 oranına kadar Pasifik beyaz

karidesinde için büyüme performansı, yaşama oranı ve yem alımını olumsuz etkilemeden kullanılabileceğini saptamışlardır.

3. MATERYAL VE METOT

3.1. Yavru Karideslerin Temini

Çalışma Çukurova Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi binasında yer alan Yetiştiricilik Araştırma ve Uygulama laboratuvarında yapılmıştır. Denemede kullanılan spesifik patojensiz Pasifik beyaz karidesi (*Litopenaeus vannamei*) bireyleri postlarva (PL) 15 aşamasında Tayland kökenli bir firmadan ithal edilmiş ve deneme öncesi adaptasyon-büyüme ara periyodu için Ç.Ü. Su Ürünleri Fakültesi'ne ait olan Yumurtalık Deniz Ürünleri Araştırma İstasyonuna getirilmiştir. Bu periyotta postlarvalar PL 30'a kadar artemia naupli'leri ile günde iki defa ve daha sonraki günlerde ise *L. vannamei* için SPAROS (Portekiz) firması tarafından hazırlanmış yemlerle (%46 protein ve %9 lipit) beslenmişlerdir. Denemede kullanılacak olan karides bireyleri ortalama 3.0-3.5 gram ağırlığa ulaşana kadar beslendikten sonra Ç.Ü. Su Ürünleri Fakültesi binasında yer alan Yetiştiricilik Araştırma ve Uygulama laboratuvarına taşınmıştır.

3.2. Deneme Dizaynı

Deneme Şekil 3.1'de gösterildiği gibi Yetiştiricilik Araştırma ve Uygulama Laboratuvarında bir resirküle sistemde kurulmuştur. 200 L'lik 12 tank, her sırada 6 tank olacak şekilde iki sıra olarak yerleştirilmiştir. Her tank için su girişi 33 mm'lik PVC borulara bağlanan musluklarla sağlanmıştır. Tank tabanından gelen drenaj boruları birleştirilerek L şeklindeki bir boruyla deniz suyunun 500 L'lik rezervuar tanka drene olması sağlanmıştır. Rezervuar tankta biriken deniz suyu daha sonra sabit bir dalgıç pompa ile kum filtresine oradan da biyolojik filtreye (700 L) pompalanarak mekanik ve biyolojik filtrasyonu sağlanmıştır. Proteinden kaynaklı organik atıkların uzaklaştırılması için rezervuar tanktaki deniz suyu sisteme sabitlenen protein skimmerdan geçirilmiştir. Filtrasyonu gerçekleşen deniz suyunun deneme tanklarına girişi iki hat ile yapılmıştır.



Şekil 3.1. Deneme Ünitesinin Dizaynı (Resirküle Sistem)

3.3. Denemenin Yönetimi

Deneme materyali olan yavru karidesler deneme başlatılmadan önce deneme ortamına alışmaları amacıyla 2 hafta süreyle (alıştırma periyodu) 26 °C'de ‰ 26 tuzlulukta tutulmuş ve deneme için hazırlanan kontrol yemi [%100 balık yağı (BY-HP)] ile beslenmişlerdir. Alıştırma periyodunun ardından deneme ünitesine her yem grubu için üç tekerrürlü olacak şekilde tesadüfî olarak stoklanmışlardır. Deneme ünitesinde kullanılacak tankların (200 L, 0.38 m² taban alanına sahip) her birine 20 adet karides (52 adet/m²) gelecek şekilde stoklanmıştır. Stoklama işleminde tüm karidesler 0,01 g hassasiyetteki elektronik terazi ile bireysel olarak tartılmışlardır.

Deneme grupları için formülize edilen deneme yemleri aşağıdaki gibidir.

Deneme yemi 1 (D1): %100 balık yağı (BY-HP) [balık yağı-hayvansal protein]

Deneme yemi 2 (D2): %100 balık yağı (BY-BP) [balık yağı-bitkisel protein]

Deneme yemi 3 (D3): %100 bitkisel yağ karışımı (BitY-HP) [bitkisel yağ-hayvansal protein]

Deneme yemi 4 (D4): %100 bitkisel yağ karışımı (BitY-BP) [bitkisel yağ-bitkisel protein]

Karidesler günde 5 kez (09.00, 13.00, 17.00, 20.00 ve 00.00 saatlerinde) tank biomasının % 20'si üzerinden beslenmişlerdir. Belirlenen oranın %3'ü 09.00, %2'si 13.00, %3'ü 17.00'da elle verilirken %6'sı 20.00 ve %6'sı 00.00 saatlerinde otomatik yemlikler (Resun AF-2005-D) kullanılarak verilmiştir. Denemenin 15. günü yapılan ara ölçümde elde edilen sonuçlar doğrultusunda besleme oranı deneme sonuna kadar kademeli olarak biomasın % 10'nuna düşürülmüştür. Deneme boyunca karideslerin yem alım aktiviteleri günlük olarak gözlemlenmiş ve tüketilmeyen yemler sifonlanarak su kalitesi yüksek tutulmaya çalışılmıştır. Sifonlama işlemi günde bir defa 16.00' da yapılmış, tank tabanındaki yem atıkları toplanmış ve kabuk değişimlerini belirlemek amacıyla karapaks sayıları kaydedilmiştir. Dışkı toplama işlemi deneme başlangıcından 1 hafta sonra başlamıştır. Dışkıları her gün sabah (09.00) ve öğle (13.00) beslemesinden 1-1.5 saat sonra dışkıların rahat görülebilmesi için beyaz renkli kovalara sifonlanmıştır. Dışkıların formlarının bozulmamasına ve parçalanmamasına dikkat edilerek kova içerisindeki dışkıları pasteur pipetiyle toplanmıştır. Dışkı örnekleri daha sonra her grup için hazırlanan falcon tüplerine aktarılıp sindirilebilirlik analizine kadar -20°C'de depolanmıştır.

Deneme tanklarına giriş yapan suyun debisi 2 L/dk olarak ayarlanmış ve gün içerisinde sabah ve akşam olmak üzere kontrol edilmiştir. Tankların havalandırılması, hava pompasına (Resun LP-100 air pump) bağlı havalandırma borusuna bağlı hava taşları ile sağlanmıştır. Ünite içerisindeki günlük ışık periyodu floresan lambalar kullanılarak 12 saat aydınlık: 12 saat karanlık olacak şekilde ayarlanmıştır. Aydınlatma periyodunun kontrolü için lambalara bağlı zamanlayıcı sabah 08.00'de açılıp akşam 20.00'de kapanacak şekilde düzenlenmiştir. Deneme tanklarının üzeri karideslerin tank dışına atlamalarını engellemek için hamsinoz ağla örtülmüştür. Her bir tankta, substrat oluşturmak amacıyla 3 adet plastik boru (8 cm çapında ve yaklaşık 10 cm boyunda) yerleştirilmiştir.

3.4. Deneme Yemlerinin Hazırlanması

Test yemleri %39±0.3 protein, %8.2±0.1 lipit, %6-7 nem ve %4-5 oranında nişasta içerecek şekilde formulize edilmiştir. Yemlerin yapımı, Teshima ve ark.

(1982)'ye göre hazırlanmıştır. Bu yöntemle göre, hammaddelerin tamamı bir öğütücü yardımıyla 300-500 mikrona kadar öğütüldükten sonra formülasyondaki oranda tartılarak yaklaşık 45 dakika boyunca karıştırılmıştır. Yağ ve yağda çözünen hammaddelerin eklenmesi sonrasında su ilave edilmesiyle oluşan hamurumsu yapı kıyma makinesinden geçirilmiştir. Peletleme işleminin ardından, makarna formunda çıkan yemler, 100°C'de 1.5 bar basınç altında 10 dakika otoklavda pişirilmiştir. Otoklavlanan deneme yemlerinin nem oranlarının %7'ye düşürülmesi 60°C'de etüvde gerçekleştirilmiştir.

Hayvansal protein kaynaklı D1 ve D3 yemlerinde ana protein kaynağı, balık unu ve krill unuyken, bitkisel protein kaynaklı D2 ve D4 yemlerinde soya unu ve mısır glütenu unu kullanılmıştır. Diğer taraftan deneme yemleri içerisinde balık yağı yerine ikame edilen bitkisel yağ kaynağı olarak kanola, keten tohumu ve soya yağları kullanılmıştır. Sonuç olarak, D1 ve D2 yemlerinde yağ kaynağı %100 balık yağı iken D3 ve D4 yemlerinde yağ kaynağı %100 bitkisel yağ karışımları (%30 kanola, %40 keten tohumu ve %30 soya yağı) kullanılmıştır. Deneme yemlerinde bağlayıcı olarak karboksi metil selüloz (CMC), dolgu maddesi olarak bentonit kullanılmıştır. Sindirilebilirliğin belirlenmesi amacıyla deneme yemlerinin içerisine dış indikatör olarak kromik oksit (Cr_2O_3) %1 oranında konulmuştur. Deneme yemlerine ayrıca kolesterol 5 g/kg yem olacak şekilde tüm test yemlerine ilave edilmiştir. Deneme yemlerinin formülasyonu ve besin madde bileşenleri Çizelge 3.1.'de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Deneme yemlerinin formülasyonu (g kg⁻¹)

Ham maddeler	D1	D2	D3	D4
Balık unu ¹	375	180	375	180
Krill unu ²	110	80	110	80
Soya unu ³	0	240	0	240
Mısır gulteni ⁴	0	50	0	50
Buğday unu ⁵	215	190	215	190
Buğday nişastası ⁶	160	120	160	120
Balık yağı ⁷	50	50	0	0
Kanola Yağı ⁸	0	0	15	15
Keten Tohumu Yağı ⁹	0	0	20	20
Soya Yağı ¹⁰	0	0	15	15
Kolesterol ¹¹	5	5	5	5
Kolin klorid ¹²	2	2	2	2
Vitamin Miks ¹³	10	10	10	10
Mineral Miks ¹³	10	10	10	10
CMC ¹⁴	20	20	20	20
Bentonit ¹⁴	33	33	33	33
Kromik Oksit ¹⁵	10	10	10	10

¹ Agro-Marin Yem San. ve Tic. A.Ş., İzmir [hamsiden (*Engraulis encrasicolus*) elde edilmiş balık unu]

² Krill unu (Scretting, Norveç)

³ Soya Unu (Doğalsan)

⁴ Sunar Mısır Ent. Tes. San. ve Tic. A.Ş., Adana

⁵ Buğday unu (Söke Değirmencilik San. ve Tic. A.Ş.)

⁶ Buğday nişastası (Sadıkoğlu ith. İhr. Gıda ve Orman Ürünleri Paz. Turizm İnş. San. ve Tic. Ltd. Şti.)

⁷ Balık Yağı, Hamsi unu (Agromey, İzmir)

⁸ Kanola Yağı (Sunar)

⁹ Keten tohumu yağı (Aymar)

¹⁰ Soya yağı (Sunar)

¹¹ Kolesterol (Sigma Aldrich, CAS Number 57-88-5)

¹² Adana Besi ve Yem San. Tic. A.Ş., Adana

¹³ Kılıç Deniz Ürünleri A.Ş., Muğla

¹⁴ Sigma Aldrich, CAS Number 1302-78-9)

¹⁵ Kromik Oksit (Sigma Aldrich, CAS Number 1308-38-9)

3.5. Ölçümler ve Analizler

3.5.1. Büyüme Parametreleri

Deneme 60 gün sürdürülmüştür. Denemenin 15. günü karides ağırlıklarının alınması için bir ara ölçüm yapılmıştır. Ancak ölçüm sırasında strese giren bireylerde kayıplar yaşanması nedeniyle 15. günden sonra final ölçümüne kadar ağırlık ölçümleri alınmamıştır. Final ölçümlerinden bir gün önce aç bırakılan karidesler 0.01g hassasiyetteki terazide bireysel olarak tartılmıştır. Ham veriler kayıt edilirken, aynı veriler bilgisayarda da kayıt altına alınmıştır.

Deneme sonunda karideslerin büyüme ve yem tüketimlerini değerlendirmede aşağıdaki formüllerden yararlanılmıştır.

$$\text{Ağırlık kazancı (\%)} = (\text{final ağırlık} - \text{başlangıç ağırlığı})^{-1} \times 100$$

$$\text{Spesifik Büyüme Oranı: SBO (\%g gün}^{-1}\text{)} = [\text{Ln}(\text{final ağırlık}) - \text{Ln}(\text{başlangıç ağırlığı})] \times (\text{gün}^{-1}) \times 100$$

$$\text{Yem Çevirim Oranı} = (\text{Tüketilen yem miktarı}) \times (\text{Ağırlık Kazancı})^{-1}$$

$$\text{Protein Değerlendirme Oranı: PDO} = (\text{final ağırlık} \times \text{final protein}) - (\text{başlangıç ağırlık} \times \text{başlangıç protein}) / (\text{verilen yem miktarı} \times \text{yem protein içeriği})$$

3.5.2. Besin Madde Bileşenleri Analizi

Deneme başlangıcında ana karides popülasyonundan 20 adet ve deneme sonunda ise her bir tanktan 5'er adet karides besin madde bileşenleri, yağ asidi ve amino asit analizleri için örneklenmiştir. Karideslerden alınan kas örnekleri öğütücü yardımıyla homojenize edilerek -20°C derin dondurucuda bir gece bekletilmiştir. Ertesi gün tüm örnekler (kas, yem ve dışkı) liyofilize (Labconco, Missouri, USA) edilerek analizlerin yapılacağı güne kadar -80°C derin dondurucuda kapaklı plastik kaplarda muhafaza edilmiştir.

3.5.2.1. Kuru Madde ve Kül Analizi

Deneme materyallerinin kuru madde analizleri liyofilize edilerek yapılmıştır. Bu amaçla, her bir tekerrür için 3'er paralel (her bir grup için 9 örnek) alınan örnekler darası belli porselen kaplarda 0.0001 g'a duyarlı hassas terazide tartıldıktan sonra liyofilizatörde -50°C'de 0.05 bar basınçta 24 saat süreyle (sabit bir ağırlığa kadar) kurutulmuştur. Kurutma işleminin ardından örnekler desikatörde oda sıcaklığında tutulduktan sonra tartılmış ve ağırlıkları kaydedilmiştir. Ham kül tayini için aynı örnekler yakma fırınına yerleştirilerek 550°C'de 5 saat süreyle yakılmıştır. Örnekler daha sonra desikatörde oda sıcaklığına kadar bekletilip tartılarak ağırlıkları kaydedilmiştir. Her iki analiz sonucunda örneklerle ait kuru madde (%) ve ham kül (%) oranları aşağıdaki formülle hesaplanmıştır.

$$\text{Kuru Madde veya Ham Kül} = \frac{[\text{Dara (g)} + \text{Kuru madde (g) veya Ham kül}] - \text{Dara}}{\text{Örnek Miktarı (g)}} \times 100$$

Dışkı ve yem örnekleri kuru madde ve ham kül analizleri de yukarıda belirtilen yöntemlerle yapılmıştır.

3.5.2.2. Protein ve Amino Asit Analizleri

Ham protein analizi AOAC (1990) göre yapılmıştır. Her bir tekerrür için 3'er paralel (her bir grup için 9 örnek) örnek analiz edilmiştir. Homojenize ve liyofilize edilmiş kas örnekleri 0.0001 g hassasiyetdeki terazi yardımıyla 0.5-1.0 g tartılarak Kjeldahl tüplerine yerleştirilmiştir. 3 adet tüp kör olarak hazırlanmıştır. Tüplerin içerisine 1'er adet katalizör tablet (1.5 g K₂SO₄+7.5 mg/s Selenyum karışımı) ve 6 ml sülfürik asit (H₂SO₄) ve 1 mL hidrojen peroksit (H₂O₂) eklenerek yakma ünitesinde (Tecator™ Digestor, Höganäs, İsveç) 420 °C'de yaklaşık 2 saat süreyle (tüpler içindeki örnekler yeşil-sarı bir renk alıncaya kadar) yakılmıştır. Örnekler daha sonra oda sıcaklığına kadar çeker ocak altında soğutulmuştur. Destilasyon işlemi için bir gün önceden hazırlanmış %40'luk NaOH ve %4'lük borik asit kullanılmıştır.

Örnekler destilasyon cihazında (FOSS, KjeltacTM 2200 Auto Distillation Unit, Höganäs, İsveç) alkali NaOH ve borik asit solüsyonlarıyla destile edilmiştir. Destilat yakalama kısmına ise içerisinde 3-4 damla metil kırmızısı (indikatör) bulunan 250 mL'lik cam erlen yerleştirilmiştir. Bu işlemin ardından destilasyon işlemi başlatılmış ve erlenlerde yaklaşık 150 mL sıvı birikinceye kadar devam edilmiştir. Örnekler daha sonra 0.1 N HCl ile titre edilerek ham protein (HP) oranı hesaplanmıştır.

$$\% \text{ HP} = \frac{(\text{Örnek için harcanan } 0.1\text{N HCl}) - (\text{Kör için harcanan HCl})}{\text{Örnek Miktarı(g)}} \times 6.25 \times 0.1 \times 14 \times 100$$

0.1= 0.1 N HCl'yi, 14= nitrojen atomunun ağırlığını, 6.25 ise protein için kullanılan katsayıyı belirlemektedir.

Kas ve yem amino asit analizleri (her grup için 2 tekerrür, 2 okuma ile 4 örnek analiz edilmiştir) TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi, Gıda Enstitüsü, Analitik Gıda Laboratuvarında UFLC (Ultra fast liquid Chromatography) cihazı ile UV dedektör kullanılarak yapılmıştır. Bu işlem Dimova (2003) ve Gheshlaghi ve ark. (2008) referansı ile 'Aminoasit Kompozisyonunun Tayini Ultra Hızlı Sıvı Kromatografisi (Uflc) Yöntemi' olarak modifiye edilmiş olup TÜBİTAK MAM GE laboratuvarlarında gerçekleştirilmiştir.

3.5.2.3. Lipit Analizi

Lipit analizinde Folch ve ark. (1957)'nin metodu esas alınmıştır. Kas, yem ve dışkı lipit analizi için önceden liyofilize edilmiş örneklerden her bir tekerrür için 3'er paralel (her bir grup için 9 örnek) olacak şekilde 0.0001 g'a duyarlı hassas terazide 1-1.5 g ağırlığında tartılmıştır. Cam tüpler içerisine alınan örnekler buz doldurulmuş küvetler içerisine yerleştirilmiştir. Örneklerle 2:1 oranında 100 mL kloroform+metanol karışımı eklenmiş yaklaşık 3 dakika süreyle 10.6 hızda toraks (IKA, T18 Basic ULTRA-TURRAX®, Almanya) kullanılarak homojenize edilmiştir. Toraklama işleminden sonra örnekler filtre kâğıdından (Schleicher & Schuell, 5951/2 185 mm) geçirilerek erlenlere aktarılmıştır. Süzülen örneklerin üzerine (filtre

kağıdını kaldırmadan) 20 mL %0.4'lük CaCl_2 solüsyonu geçirilmiştir. Filtre kâğıdında solüsyon kalmayınca kadar beklenmiş erlen içerisinde faz oluşumu gözlenmiştir. Örnekler daha sonra bir gece karanlıkta bekletilmiştir. Ertesi gün erlen içerisinde oluşan üst faz (metanol+su fazı) alınmayacak şekilde alt faz (kloroform+lipit) armudi tüp aracılığı ile 105°C 'de 1 saat etüvde kurutulmuş ve darası alınmış olan balonlara süzdürülmüştür. Balonun alt fazında kalan kloroform+lipit kısmındaki kloroform, su haznesi 50°C ye ayarlanmış bir rotary evaporatör (Rotavapor R-210, BUCHI®, Flawil, İsviçre) aracılığıyla uçurulmuştur. Evaporatörde uçurma işleminin ardından etüve alınan balonlar 50°C 'de 45 dk tutularak içerisindeki kloroformun tamamen uçması sağlanmıştır. Etüvden çıkartılan örnekler desikatör içerisinde oda sıcaklığına kadar soğutulup 0.0001 g hassas terazide tartılarak ağırlıkları kaydedilmiştir. Lipit oranının hesaplanmasında;

$$\% \text{ Lipit} = \frac{[(\text{Balon Darası(g)} + \text{Lipit(g)}) - \text{Balon Darası(g)}] * 100}{\text{Örnek Miktarı(g)}}$$

formülü kullanılmıştır. Paralellerin oranları hesaplandıktan sonra tekerrür ortalaması, tekerrürlerin ortalamasından da her bir örnek gruba ait lipit oranları (%) olarak bulunmuştur.

3.5.3. Sindirilebilirlik Analizi

Sindirilebilirlik analizinde Kimura ve Miller (1957)'in metodu esas alınmıştır. İlk olarak, 0.0005 ila 0.0040 gr arasında toplam 16 farklı ağırlıklardaki kromik oksit (Cr_2O_3) 0.0001 g'lık hassas terazide tartılmıştır. Bu örnekler filtre kâğıdına sarılarak 250 mL kjeldahl tüplerinin içerisine konulmuştur. Ek olarak da 2 adet boş (örnek veya filtre kâğıdı olmayan) ve 2 adet de kontrol (sadece filtre kâğıdı olan) örnekleri oluşturulmuştur. Her bir tekerrür için 3'er paralel (her bir grup için 9 örnek) örnek analiz edilmiştir. Kromik oksitli yem için 0.3 g ve dışkı için ise 0.0030-0.0050 g arasında liyofilize edilmiş örnek alınmıştır. Bu örneklerin üzerine 3 mL konsantre nitrik asit (HNO_3 , Sigma, CAS 7697-37-2) eklenerek örneklerin tamamen ıslanması

için tüpler çalkalanmıştır. Daha sonra Kjeldah tüpleri ilk olarak 150 °C’de 30 dakika sonrada 170 °C’de 1 saat yakılmıştır. Bu aşamada aşırı buharlaşmanın engellenmesi amacıyla tüplerin ağızlarına 50 mL balon jojeler yerleştirilmiştir. 2 saat sonunda yakma ünitesinden çıkarılan tüpler oda sıcaklığında soğumaya bırakılmıştır. Tüpler iyice soğuduktan sonra üzerine 1.5 mL %70’lik perklorik asit (HClO₄, Sigma, CAS 7601-90-3) ilave edilerek 220 °C’de 15 dakika yakılmıştır. Bu süreçte tüplerin ağzı açık bırakılmıştır. Tüpler tekrar soğumaya bırakılarak sıvı miktarı 1.0 mL den az olanlara 0.5 mL %70’lik perklorik asit ilave edilerek 220 °C’de tüplerin ağzı kapalı şekilde yakmaya devam edilmiştir. Yakma işlemi esnasında örneklerin renk dönüşümü kontrol edilmiş ve turuncu renk oluşumu gerçekleşince tüpler soğumaya bırakılmıştır. Bu aşamadan sonra örnekler 50 mL balon jojelere aktarılmıştır. 50 ml’den az olan örnekler distile su eklenerek 50 mL’ye tamamlanmıştır. Örnekler daha sonra 346.5 nm dalga boyunda spektrofotometerde okunmuştur.

Sindirilebilirlik oranı aşağıdaki formüle göre belirlenmiştir. Bu denklem Maynard ve Loosli (1969)’a göre “İ” dış markalayıcı (kromik oksit) ve “B” besleyici element (protein, lipit ve kuru madde) olarak alınmıştır. Aynı şekilde, dışkıdaki yağ asitleri analizinin ardından yukarıdaki formülde her bir yağ asidinin verisi “B” yerine yerleştirilerek analiz edilen tüm yağ asitlerinin sindirilebilirlikleri de hesaplanmıştır.

$$\text{Sindirebilirlik oranı} = 100 \times \left[1 - \frac{\% \text{ İ yem}}{\% \text{ İ dışkı}} \times \frac{\% \text{ B yem}}{\% \text{ B dışkı}} \right]$$

3.5.4. Çevresel Parametreler

Deneme süresince tanklardaki su sıcaklığı rezervuar tanka bağlı ısıtıcılar ile 27°C’ye ayarlanmış, resirküle sistemde ısı kaybının önlenmesi için ünite birimi klimalarla ısıtılarak su sıcaklığı 26.5±0.5°C’de sabitlenmiştir. Sıcaklık her gün termometre aracılığı ile ölçülmüştür. Deneme tanklarındaki pH ve tuzluluk ise haftalık olarak, sırasıyla, pH-metre (WTW, Almanya) ve refraktometre ile ölçülmüştür.

3.5.5. İstatistik Analiz

Denemenin verileri tek yönlü varyans analizi (one way ANOVA) ile değerlendirilmiştir. Önemli farkların bulunduğu durumlarda, ortalamalar Duncan (n sayıları eşit olduğu durumlarda) ya da Scheffe's (n sayıları eşit olmadığı durumlarda) çoklu karşılaştırma testleri ile karşılaştırılmıştır. Ortalamalar arasındaki farklılıklar 0.05 önem seviyesinde test edilmiştir. Sonuçlar ortalama $\pm$ standart hata (ort. $\pm$ S.H.) şeklinde verilmiştir. Araştırma sonucunda elde edilen bütün veriler SPSS 20.0 (SPSS, Chicago, IL) istatistik paket programında analiz edilmiştir.

4. BULGULAR

4.1. Çevresel Parametreler

Deneme tanklarında su sıcaklığı 26°C (minimum) ile 27.5°C (maksimum) arasında değişmiş olup 8 hafta süresince sıcaklık değeri ortalama $26.5 \pm 0.5^\circ\text{C}$ olarak belirlenmiştir. Deneme süresince tuzluluk değeri ‰ 26, pH değeri 8.0 ± 0.4 olarak ölçülmüştür. Sıcaklık ve tuzluluk değerleri günlük, pH değeri haftalık olarak ölçülmüştür.

4.2. Deneme Yemleri

Deneme yemlerinin analiz edilen besinsel kompozisyonunda herhangi bir değişiklik bulunmamıştır. Deneme yemlerinin protein içeriği formülasyonda hesaplandığı gibi 38.0 ile 39.8 g/kg olarak değişmiştir (Çizelge 4.1). Yemlerin lipit içerikleri de (7.9-8.6 g/kg) tüm gruplarda birbirlerinden farklı çıkmamıştır. Ancak, yem içerisindeki nitrojenli öz madde miktarı yem içerisindeki bitkisel protein miktarının fazla olduğu D2 ve D4 grubunda D1 ve D3 grubuna göre fazla bulunmuştur.

Yemlerin amino asit içerikleri, yem içerisindeki hayvansal ve bitkisel protein kaynağına göre değişiklik göstermiştir. Beklenildiği gibi, hayvansal protein kullanılarak hazırlanan D1 ve D3 gruplarında metionin, trionin, valin ve lizin amino asitleri miktarı, bitkisel protein içeren D2 ve D4 grupları ile karşılaştırıldığında daha yüksek bulunmuştur.

Çizelge 4.1 Deneme yemlerinin amino asit kompozisyonu*

	Deneme Yemleri			
	D1	D2	D3	D4
<i>Analiz edilen kimyasal kompozisyon(g/kg, % kuru madde)</i>				
Kuru Madde	93.7±0.3	94.1±0.1	94.8±0.1	94.6±0.4
Protein	39.8±0.5	38.5±0.4	38.0±0.4	39.7±0.2
Lipit	8.3±0.1	8.0±0.1	8.6±0.2	7.9±0.1
Ham Kül	12.3±0.0	10.3±0.0	12.2±0.2	10.3±0.1
<i>Amino Asit Profili (g AA/100 g)</i>				
<i>Esansiyel Amino Asitler</i>				
Arjinin (Arg)	1.12±0.0 ^b	0.96±0.0 ^d	1.01±0.0 ^c	1.14±0.0 ^a
Histidin (His)	0.65±0.0 ^d	0.70±0.0 ^b	0.72±0.0 ^a	0.68±0.0 ^c
İsolösin (Ile)	2.22±0.0 ^b	2.21±0.0 ^b	2.52±0.0 ^a	2.15±0.0 ^c
Lösin (Leu)	3.27±0.0 ^d	3.64±0.0 ^b	3.67±0.1 ^a	3.43±0.0 ^c
Lizin (Lys)	4.17±0.1 ^a	3.11±0.1 ^c	3.17±0.0 ^c	3.39±0.1 ^b
Metionin (Met)	1.18±0.0 ^a	0.44±0.0 ^d	0.65±0.0 ^b	0.59±0.1 ^c
Fenilalanin (Phe)	2.01±0.0 ^d	2.23±0.0 ^b	2.34±0.1 ^a	2.11±0.1 ^c
Treonin (Thr)	1.49±0.0 ^a	1.24±0.0 ^b	1.47±0.0 ^a	1.19±0.0 ^c
Valin (Val)	2.43±0.0 ^b	2.31±0.0 ^c	2.70±0.0 ^a	2.19±0.0 ^d
<i>Esansiyel Olmayan Amino Asitler</i>				
Alanin (Ala)	2.69±0.0 ^b	2.50±0.0 ^c	2.78±0.0 ^a	2.34±0.0 ^d
Aspartik asit (Asp)	1.19±0.0 ^c	1.33±0.0 ^b	0.85±0.0 ^d	1.58±0.0 ^a
Glutamik asit (Glu)	3.66±0.0 ^c	4.88±0.0 ^a	3.24±0.0 ^d	4.70±0.0 ^b
Glisin (Gly)	3.06±0.0 ^a	2.51±0.0 ^c	2.91±0.0 ^b	2.45±0.0 ^d
Prolin (Pro)	2.43±0.0 ^d	2.78±0.0 ^b	2.93±0.0 ^a	2.63±0.0 ^c
Serin (Ser)	1.11±0.0 ^c	1.14±0.0 ^a	0.96±0.0 ^d	1.12±0.0 ^b
Tirozin (Tyr)	1.47±0.0 ^c	1.61±0.0 ^a	1.63±0.0 ^a	1.51±0.0 ^b

*Sonn lar ortalama ± standart hata (n=4) Şeklinde verilmiştir. Grnplar arasındaki İstatistiksel fark P<0.05 önem düzeyinde karşılaştırılmıştır.

4.3. Büyüme Parametreleri

Deneme başlangıcında 3.5 ± 0.03 g olarak ölçülen karides bireyleri 8 haftalık besleme periyodunun sonunda 10.9 ile 11.7 g arasında değişiklik göstermiştir. Deneme sonunda karideslerde 3 kat fazla bir büyüme kaydedilmiştir. Grupların final ölçümlerinde alınan ortalama ağırlık değerleri tek yönlü varyans analizi (one-way ANOVA) ile karşılaştırıldığında gruplar arasında istatistiksel açıdan önemli farklar bulunmamıştır ($P > 0.05$).

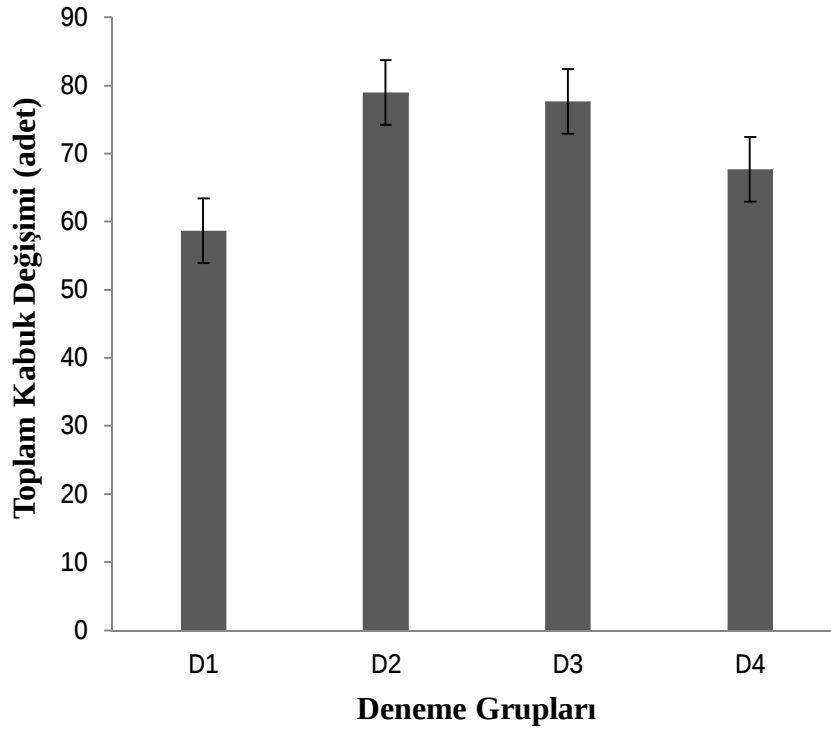
Çizelge 4.2. Deneme başlangıcında ve sonunda karides (*Litopenaeus vannamei*) bireylerinde kaydedilen büyüme parametreleri

	GRUPLAR			
	D1	D2	D3	D4
Başlangıç Ağırlığı(g)	3.5 ± 0.1	3.5 ± 0.0	3.6 ± 0.0	3.6 ± 0.0
Final ağırlığı(g)	11.7 ± 0.3	10.9 ± 0.3	11.6 ± 0.2	11.5 ± 0.2
Ağırlık Kazancı(%)	234.3 ± 8.28	211.2 ± 9.6	222.7 ± 5.5	224.0 ± 4.9
GCAK (mg/gün)	136.6 ± 5.0	123.4 ± 5.1	133.3 ± 3.2	132.8 ± 2.3
SBO(%g/gün)	2.0 ± 0.1	1.9 ± 0.1	2.0 ± 0.0	1.9 ± 0.0
YÇO	3.5 ± 0.4	3.1 ± 0.1	3.8 ± 0.1	3.7 ± 0.2
PDO	31.5 ± 1.6^{ab}	28.1 ± 1.4^c	34.3 ± 1.5^a	30.4 ± 0.9^{ab}

* Sonuçlar ortalama $\pm$ standart hata (n=3) şeklinde verilmiştir. Gruplar arasındaki İstatistiksel fark $P < 0.05$ önem düzeyinde karşılaştırılmıştır. İstatistiksel fark bulunmayan gruplarda harflendirme yapılmamıştır.

Çizelge 4.2’de verildiği gibi, deneme süresince günlük canlı ağırlık kazancına (GCAK) bakıldığında; gruplar arasında istatistiksel açıdan fark bulunmamasına rağmen veriler numerik olarak değerlendirildiğinde, en yüksek GCAK’nın (136.6 mg/gün) D1 grubunda, en düşük GCAK’nın (123.4 mg/gün) ise D2 grubunda olduğu görülmüştür. D3 ve D4 gruplarının GCAK değerleri (sırasıyla; 133.3 ve 132.8) D1 grubu ile benzer olup, D2 grubundan yüksek çıkmıştır. Ağırlık kazancı (%) sonuçları, gruplar arasındaki benzerlik ve farklar yönünden GCAK değerleri ile paralellik göstermiştir.

Spesifik büyüme oranı (SBO) tüm gruplarda benzer olmasına rağmen, deneme tanklarında bulunan toplam kabuk değişimi sayıları gruplar arasında farklılık göstermiştir. Şekil 1’de görüldüğü gibi, deneme boyunca günlük olarak kaydedilerek elde edilen toplam kabuk değişim verileri incelendiğinde ortalama kabuk değişim sayısının en fazla D2 (79.0 adet) grubunda görüldüğü, D1 grubunda (58.7 adet) ise en düşük olduğu belirlenmiştir ($P<0.05$). D3 ve D4 gruplarının ortalama kabuk değişim sayıları sırasıyla 77.7 ve 67.7 adet olarak bulunmuştur.



Şekil 4.1. Toplam kabuk değişimleri

Protein değerlendirme oranı (PDO) istatistiksel açıdan değerlendirildiğinde en yüksek PDO’nun (34.3) tamamen bitkisel yağ-hayvansal protein içeren 3 numaralı deneme yemi ile beslenen D3 grubunda, en düşük PDO’nun (28.1) balık yağı-bitkisel protein içeren D2 ile beslenen grupta gerçekleştiği belirlenmiştir ($P>0.05$). D1 (balık yağı-hayvansal protein) ve D4 (bitkisel yağ-bitkisel protein) ile beslenen grupların PDO değerleri (sırasıyla 31.5, 30.4) D3 grubu ile benzer olup, D2 grubundan yüksek çıkmıştır ($P<0.05$).

4.4. Besin Madde Bileşenleri

Denemenin başlangıcında alınan kas örneklerinin protein, lipit, kuru madde ve ham kül miktarları sırasıyla; 20.74 ± 0.1 , 0.9 ± 0.0 , 21.3 ± 0.1 ve 1.4 ± 0.0 olarak bulunmuştur. Deneme sonunda test edilen balıkların tüm vücut protein, lipit, kuru madde ve ham kül değerleri aşağıdaki gibidir.

4.4.1. Kuru Madde ve Ham Kül

Deneme sonunda gruplardan alınan kas örneklerinden yapılan kuru madde ve ham kül sonuçları Çizelge 3'te verilmiştir. Sonuçlara göre bitkisel yağ-hayvansal protein içerikli yemle beslenen D3 grubu bireyleri en yüksek (26.2) kuru madde oranına sahipken, bitkisel yağ-bitkisel protein içerikli yemle beslenen D4 grubu en düşük (24.4) kuru madde oranına sahiptir. Balık yağı-hayvansal protein içerikli yemle beslenen D1 grubu (kontrol grubu) ile balık yağı-bitkisel protein kaynaklı yemle beslenen D2 grubunun kuru madde içerikleri benzer olmasına rağmen, D3 ve D4 grupları istatistiksel olarak birbirlerinden farklı bulunmuştur ($P < 0.05$). Ham kül değerleri açısından sonuçlar incelendiğinde en yüksek ham kül (1.3) D4 grubunda görülürken, D1, D2 ve D3 gruplarında ham kül değerlerinin (sırasıyla 1.2 , 1.2 ve 1.2) benzer ve D4 grubundan farklı olduğu görülmüştür ($P < 0.05$).

Çizelge 4.3. Sekiz hafta boyunca farklı deneme yemleri ile beslenen karides (*Litopenaeus vannamei*) bireylerinin kaslarındaki besin madde içerikleri (ham protein, kuru madde, ham kül ve lipit). Veriler % kuru madde üzerinden hesaplanmıştır.

	GRUPLAR				
	Başlangıç	D1	D2	D3	D4
Protein	20.7±0.1	23.2±0.3 ^b	23.6±0.5 ^b	25.3±0.4 ^a	22.8±0.0 ^b
Lipit	0.9±0.0	1.2±0.0	1.2±0.1	1.2±0.1	1.3±0.0
Kuru Madde	21.3±0.1	25.5±0.1 ^b	25.4±0.1 ^b	26.2±0.1 ^a	24.4±0.2 ^c
Ham Kül	1.4±0.0	1.2±0.0 ^b	1.2±0.0 ^b	1.2±0.0 ^b	1.3±0.0 ^a

* Sonuçlar ortalama ± standart hata (n=3) şeklinde verilmiştir. Gruplar arasındaki İstatistiksel fark P<0.05 önem düzeyinde karşılaştırılmıştır. İstatistiksel fark bulunmayan gruplarda harflendirme yapılmamıştır.

4.4.2. Protein ve Aminoasit İçerikleri

Deneme sonunda karideslerden alınan kas örnekleri analizi sonucunda, Çizelge 4.3'de de görüldüğü gibi protein değerlerinde gruplar arasında istatistiksel açıdan farklılıklar görülmüştür (P<0.05). Farklı yemlerle beslenen gruplardan bitkisel yağ-hayvansal protein içerikli yem ile beslenen D3 grubunun ham protein oranının diğer gruplara göre daha yüksek (%25.3) olduğu belirlenmiştir. Kontrol grubu olan D1 grubu bireylerinin kaslarındaki protein oranı %23.2 olup, D2 ve D4 grupları protein oranları (sırasıyla %23.6 ve %22.8) ile benzerlik göstermesine rağmen, D3 grubunun ham protein oranından düşük çıkmıştır (P<0.05).

Yemin ve karides bireylerinin kas amino asit içerikleri karşılaştırıldığında bu değerler arasında bir ilişki olduğu görülmüştür (Çizelge 4.5). Çalışmamızda karideslerin kas amino asit kompozisyonu yemdeki amino asit kompozisyonundan etkilenmiştir. Diyet grupları karşılaştırıldığında, yemdeki arjinin miktarının artmasıyla kasta depolanan arjinin miktarı da artış göstermiştir.

Çizelge 4.4. Sekiz haftalık besleme çalışması sonunda karideslerin (*Litopenaeus vannamei*) kas dokularının amino asit kompozisyonu (g amino asit, AA/100 g).

g AA/100 g	Deneme Grupları			
	D1	D2	D3	D4
<u><i>Esansiyel Amino Asitler</i></u>				
Arjinin (Arg)	1.04±0.0 ^b	1.34±0.0 ^a	1.23±0.0 ^{ab}	0.70±0.1 ^c
Histidin (His)	0.42±0.0	0.43±0.0	0.45±0.0	0.43±0.0
İsolösin (Ile)	1.20±0.0	1.16±0.0	1.19±0.0	1.16±0.0
Lösin (Leu)	1.92±0.0	1.86±0.0	1.89±0.0	1.83±0.0
Lizin (Lys)	2.35±0.0 ^{ab}	2.59±0.2 ^a	2.41±0.0 ^{ab}	2.19±0.1 ^b
Metionin (Met)	0.55±0.0 ^a	0.44±0.0 ^b	0.55±0.0 ^a	0.47±0.0 ^b
Fenilalanin (Phe)	1.19±0.0	1.16±0.0	1.18±0.0	1.12±0.0
Treonin (Thr)	0.60±0.0 ^c	0.62±0.0 ^{bc}	0.67±0.0 ^{ab}	0.73±0.0 ^a
Valin (Val)	1.26±0.0	1.21±0.0	1.26±0.0	1.20±0.0
<u><i>Esansiyel Olmayan Amino Asitler</i></u>				
Alanin (Ala)	1.71±0.1 ^b	1.67±0.0 ^b	1.76±0.0 ^b	1.96±0.0 ^a
Aspartik asit (Asp)	0.62±0.0 ^b	1.36±0.0 ^a	1.08±0.2 ^a	0.59±0.0 ^b
Glutamik asit (Glu)	1.71±0.2 ^b	2.97±0.1 ^a	2.91±0.0 ^a	2.06±0.1 ^b
Glisin (Gly)	2.19±0.1 ^b	2.16±0.3 ^b	2.54±0.1 ^a	2.32±0.1 ^{ab}
Prolin (Pro)	1.99±0.1 ^b	2.10±0.1 ^{ab}	2.23±0.1 ^a	2.11±0.1 ^{ab}
Serin (Ser)	0.57±0.0 ^{ab}	0.60±0.0 ^a	0.62±0.0 ^a	0.51±0.0 ^b
Tirozin (Tyr)	0.95±0.0	0.92±0.0	0.95±0.0	0.90±0.0

* Sonuçlar ortalama ± standart hata (n=4) şeklinde verilmiştir. Gruplar arasındaki İstatistiksel fark P<0.05 önem düzeyinde karşılaştırılmıştır.

Çizelge 4.5. Diyet grupları için kas ve yem amino asit değerleri arasındaki fark (Δ) (g amino asit, AA/100 g).

g AA/100 g	Deneme Grupları			
	$\Delta D1^*$	$\Delta D2^*$	$\Delta D3^*$	$\Delta D4^*$
<i><u>Esansiyel Amino Asitler</u></i>				
Arjinin (Arg)	0.08	-0.38	-0.22	0.44
Histidin (His)	0.23	0.27	0.27	0.25
İsolösin (Ile)	1.02	1.05	1.33	0.99
Lösin (Leu)	1.35	1.78	1.78	1.6
Lizin (Lys)	1.82	0.52	0.76	1.2
Metionin (Met)	0.63	0	0.1	0.12
Fenilalanin (Phe)	0.82	1.07	1.16	0.99
Treonin (Thr)	0.89	0.62	0.8	0.46
Valin (Val)	1.17	1.1	1.44	0.99
<i><u>Esansiyel Olmayan Amino Asitler</u></i>				
Alanin (Ala)	0.98	0.83	1.02	0.38
Aspartik asit (Asp)	0.57	-0.03	-0.23	0.99
Glutamik asit (Glu)	1.95	1.91	0.33	2.64
Glisin (Gly)	0.87	0.35	0.37	0.13
Prolin (Pro)	0.44	0.68	0.7	0.52
Serin (Ser)	0.54	0.54	0.34	0.61
Tirozin (Tyr)	0.52	0.69	0.68	0.61

*Negatif Δ yem ile karşılaştırıldığında kastaki düşük aa değerini, pozitif Δ değeri yemdeki aa değerinin kasta depolanmasını göstermektedir.

Çizelge 4.6. Deneme yemleri ve karideslerin esansiyelamino asit oranı (A/E)

Amino Asitler	Deneme Yemleri				Mente ve ark. 2002 Referans Yem	Tüm vücut				Mente ve ark. 2002 <i>L. vannamei</i> tüm vücut (2 g)
	D1	D2	D3	D4		D1	D2	D3	D4	
Arjinin (Arg)	6.0	9.1	9.6	10.8	14.8	9.9	12.7	11.7	6.6	13.7
Histidin (His)	3.5	6.6	6.8	6.5	5.0	4.0	4.1	4.3	4.1	3.8
İsolösin (Ile)	12.0	21.0	23.9	20.4	8.9	11.4	11.0	11.3	11.0	10.8
Lösin (Leu)	17.6	34.6	34.9	32.6	15.4	18.2	17.7	17.9	17.4	16.3
Lizin (Lys)	22.5	29.5	30.1	32.2	15.9	22.3	24.6	22.9	20.8	14.4
Metionin (Met)	6.4	4.2	6.2	5.6	4.5	5.2	4.2	5.2	4.5	1.44
Fenilalanin (Phe)	10.8	21.2	22.2	20.0	8.6	11.3	11.0	11.2	10.6	11.3
Treonin (Thr)	8.0	11.8	10.8	11.3	9.3	5.7	5.9	6.4	6.9	9.1
Valin (Val)	13.1	21.9	25.6	20.8	9.6	12.0	11.5	12.0	11.4	10.6

*A/E oranı= (esansiyelamino asit/toplam esansiyel amino asit)x100 şeklinde hesaplanmıştır (Mente ve ark. 2002).

4.4.3. Lipit İçerikleri

Çizelge 4.3’de görüldüğü gibi, yapılan analizler sonucunda gruplar arasında lipit oranları arasında istatistiksel açıdan fark görülmemiştir ($P>0.05$). Tüm gruplardan örneklenen bireylerin kas lipit içerikleri %1.2-1.3 arasında çıkmıştır. İstatistiksel açıdan anlamlı bir fark bulunmamasına rağmen D4 grubunun kas lipit içeriği (%1.3) diğer grupların kas lipit içeriğinden (%1.2) yüksek bulunmuştur.

4.5. Sindirilebilirlik

Çizelge 4.5’de görüldüğü gibi, deneme boyunca karideslerden toplanan dışkı örneklerinde yapılan sindirilebilirlik analizleri sonucunda protein, lipit ve kuru madde sindirilebilirliği açısından gruplar arasında istatistiksel açıdan farklılıklar belirlenmiştir. Deneme gruplarının kuru madde sindirilebilirliği %94.2 ile %96.1 arasında değişmektedir. En yüksek kuru madde sindirilebilirliği %96.1 ile kontrol grubunda (D1) iken en düşük kuru madde sindirilebilirliğinin %94.2 ile D3 grubunda olduğu görülmektedir ($P<0.05$).

Çizelge 4.7. Farklı yem içerikleri ile beslenen karides (*Litopenaeus vannamei*) bireylerinin protein, lipit ve kuru madde sindirilebilirliği (%).

	GRUPLAR			
	D1	D2	D3	D4
Kuru Madde	96.1±0.1 ^a	95.5±0.1 ^b	94.2±0.1 ^c	95.5±0.0 ^b
Protein	78.7±0.0 ^b	77.0±0.0 ^c	74.3±0.0 ^d	80.7±0.4 ^a
Lipit	85.2±0.4 ^a	79.4±0.3 ^c	82.0±0.3 ^b	84.1±0.4 ^a

* Sonuçlar ortalama ± standart hata (n=3) şeklinde verilmiştir. Gruplar arasındaki İstatistiksel fark $P<0.05$ önem düzeyinde karşılaştırılmıştır.

Gruplar protein sindirilebilirlikleri açısından değerlendirildiğinde; en yüksek protein sindirilebilirliği oranı %80.7 ile bitkisel yağ-bitkisel protein içerikli yemle beslenen D4 grubunda görülürken, en düşük protein sindirilebilirliği oranı %74.3 ile

bitkisel yağ-hayvansal protein içelikli yemle beslenen D3 grubunda belirlenmiştir ($P<0.05$).

Lipit sindirilebilirlikleri gruplar arasında %85.2 ile %79.4 arasında değışirken en yüksek sindirilebilirlik kontrol grubunda (D1), en düşük sindirilebilirlik balık yağı bitkisel protein içelikli yemle beslenen D2 grubunda belirlenmiştir ($P<0.05$).

5. TARTIŞMA

L. vannamei juvenillerinin en iyi büyüme ve yaşam oranına sahip olduğu su sıcaklık değerlerinin 26-30°C, tuzluluk değerlerinin ise ‰ 20-40'ın arasında olduğu tespit edilmiştir (Ponce-Palafox ve ark., 1997). Çalışmamız süresince deneme tanklarında su sıcaklığı 26.5±0.5°C ve tuzluluk değeri ise ‰ 26 olarak belirlenmiş olup, bu değerler *L. vannamei* için optimuma yakın değerlerdir.

Penaid karideslerin yemlerinde bulunması gereken protein oranı türler arasında değişkenlik göstermekle beraber ‰30 ile ‰50 arasında olduğu bir çok çalışmada belirlenmiştir (Shiau, 1998; Dersjant-Li, 2002; Amaya, 2007a). Ancak, son zamanlarda yapılan çalışmalar ‰7-12.5 oranında balık unu içeren ve ‰30-35 ham protein oranına sahip olan yemlerin karides büyüme performansını olumsuz yönde etkilemeksizin kullanılabileceğini göstermektedir (Fox, 2004; Amaya, 2007a). Ticari karides yemlerinde tavsiye edilen yağ oranları ise maksimum ‰10 olarak kaydedilmiştir (Akiyama, 1991; González-Felix, 2002). Hari ve ark., (2006) düşük protein içerikli (‰25) ve karbonhidrat ilaveli yemlerle beslenen karidesler ile ‰40 protein içeren yemlerle beslenen *P. monodon* bireylerinin toprak havuzlarda aynı büyümeyi gösterdiğini bildirmişlerdir. Ancak, unutulmaması gerekir ki, havuz ekolojisi içerisinde yer alan bitkisel ve bazı hayvansal proteinlerin karides tarafından değerlendirilmesi ile de, bir miktarda olsa, ihtiyaç duyulan besinler sağlanabilmektedir (Rowland ve ark., 2007). Çalışmamızda kullandığımız deneme yemlerinin tamamı ‰39 protein ve ‰8.2 yağ içermiş olup, bu karides türü için belirlenmiş olan uygun protein ve yağ oranına sahiptir. Buna ek olarak, deneme yemlerimizdeki buğday unu ve buğday nişastası ana karbonhidrat kaynağı olarak değerlendirilmiş ve oransal olarak diğer ham madde kaynakları toplamı içerisinde ‰31-37 (karbonhidrat ortalama ‰40) arasında değişmiştir. Maldonado ve ark. (2009) PL20 aşamasındaki 0.004 g'lık *L. vannamei* bireylerinin 2.1-3 g'lık bireylere göre ‰40 oranında karbonhidrat içeren yemleri daha etkili şekilde değerlendirebildiklerini belirtmişlerdir. Smith ve ark. (1985) ise iri *L. vannamei* bireylerinin (20.8 g) daha küçük bireylere (4 g) göre yem içerisindeki protein kaynağından daha fazla etkilendiğini bildirmişlerdir. Çalışmamızda test edilmeye çalışılan bitkisel ağırlıklı

D4 yeminde dahi %26 oranında balık ve krill unu bulunması, deneme süresince karideslerin büyümesini olumsuz yönde etkilemeyerek tüm gruplarda benzer bir büyüme performansını sağlamıştır.

Çalışmamızın sonunda tüm deneme gruplarında karidesler ortalama ağırlıklarının 3 katından fazla canlı ağırlık artışı göstermiş olup, büyüme parametreleri değerlendirildiğinde, gruplar arasında yemden kaynaklanan bir farklılık görülmemiştir. Bu sonuçlar, karideslerle yapılan benzer çalışmalarla paralellik göstermektedir ve elde edilen büyüme değerleri *penaeid* karidesler için optimum büyüme aralığı içerisinde yer almaktadır (Samocha ve ark., 2004; Alvarez ve ark., 2007; Amaya ve ark., 2007a; Amaya ve ark., 2007b; Sookying ve ark., 2011). Çalışmamızda 3.6 g'lık bireylerden elde ettiğimiz büyüme oranı Samocha ve ark. (2004)'dan daha yüksektir. Bu araştırmacılar 1.6 g'lık *L. vannamei* bireylerini balık unu yerine tamamen kümes hayvanları unu ile birlikte ekstrüde edilmiş soya unlu yemlerle beslemişlerdir. Diğer taraftan Sookying ve ark. (2011) yüksek oranda soya unu ilave edilmiş yemlerle aynı tür üzerinde yaptıkları çalışmada bizim elde ettiğimiz büyüme oranlarından daha iyi bir büyüme göstermişlerdir. Bu tür üzerine yapılan çalışmalarda balık ununun tamamen ya da kısmen (%25'e kadar) soya unu ve mısır gluten unu ile değiştirilmesinin karides performansına olumsuz etkisi olmadığı kanıtlanmıştır (Amaya ve ark., 2007a). Diğer taraftan çalışmamızda dikkat edilmesi gereken bir nokta ise; D1 ve D3 deneme yemlerinde kullanılan balık unu miktarı 375 g/kg (krill unu ile birlikte 485 g/kg hayvansal protein) iken, bitkisel protein ağırlıklı olan D2 ve D4 yemlerinde bu oran 180 g/kg (260 g/kg hayvansal protein) olarak formulize edilmiştir. Çalışmamızda ek balık yağı içermeyen ve yüksek bitkisel protein kaynağı içeren D4 yemi ile beslenen bireyler, kontrol grubu olan D1 ile beslenen bireylerle aynı büyümeyi elde etmemiz, bu türün yüksek omnivor beslenme kapasitesine sahip olduğunu göstermiştir. Zaten yarı-ensantansif havuzlarda yetiştirilen *L. vannamei* bireylerinin mide içeriklerinin %30'un üzerinde bitkisel materyal, %58 detritus ve %20'nin altındaki kısmının ise yapay ticari yemden oluştuğu Gamboa-Delgado ve ark., (2003) tarafından bildirilmiştir. Davis ve ark. (2004) yeşil su kültürü içerisinde yetiştirilen *L. vannamei* yavrularının, esansiyel amino asit ve yağ asitlerinin karşılanması durumunda, tamamen bitkisel protein ve

yağ kaynaklarıyla hazırlanmış yemlerle beslenebileceğini iddia etmişlerdir. Laboratuvar koşullarında yapılan çalışmamızda, ağırlıklı olarak gerek bitkisel gerekse ağırlıklı olarak hayvansal protein kaynaklarıyla (balık unu ve krill unu) beslenen bireylerin benzer bir büyüme göstermesinin sebebinin bu türün bitkisel kökenli hammaddeleri yüksek oranlarda sindirebilmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Ticari koşullarda yem içeriğinin değiştirilmesi en önemli ve dikkat edilmesi gereken konulardan birisidir. Çiftlik koşullarında yetiştirilen karideslerin besinsel ihtiyaçları bir çok faktör tarafından etkilendiği için net bir besleme oranı mevcut değildir (Davis ve ark., 2008). Bu sebeple, her çiftliğin kendi üretim verilerini düzenleyerek uygun bir besleme oranı ve protokolü belirlemesi gerekmektedir. Genel olarak, toprak havuzlarda %35 protein içeren bir yem ile yem çevirim oranının 1.4' ün üzerinde olması istenmeyen bir durumdur. Ancak, laboratuvar koşullarında yem çevirim oranının 1.9-2.8 arasında olması sıklıkla karşılaşılan bir sonuçtur. Havuz koşullarında doğal verimlilikten de faydalanan karideslerin yemleri daha etkin şekilde değerlendirebildikleri bilinmektedir (Gamboa-Delgado ve ark., 2003; Davis ve ark. 2004; Suárez ve ark., 2009). Nitekim çalışmamızda da yem değerlendirme oranları (3.1-3.8) yüksek çıkmış, ancak yemlerde kullanılan bitkisel protein ve yağ kaynağının bu oran üzerine bir etkisinin olmadığı görülmüştür.

Karides yemleri içerisinde %50'nin üzerinde soya ununun kullanılmasının karides performansını (büyüme, yem çevirim ve protein değerlendirme oranı) olumsuz yönde etkilediği bundan önceki bazı çalışmalarda bildirilmiştir (Akiyama 1990; Lim ve Dominy 1992; Floretove ark., 2000). Benzer şekilde, Alverez ve ark. (2007) %75'in üzerinde soya unu ilaveli yemlerle beslenen *L. schmitti* juvenillerinde protein değerlendirme oranının (PDO) düştüğü bildirilmiştir. Çalışmamızda PDO değerleri 28.1 ile 34.3 arasında değişmiştir. En yüksek PDO hayvansal proteinli ve bitkisel yağ ile hazırlanmış D3 grubunda, en düşük değer ise bitkisel protein ve hayvansal yağlı yemlerle beslenen D2 grubu bireylerinde bulunmuştur. Bu veriler ışığında, yukarıdaki çalışmalara benzer şekilde, deneme yemlerimiz içerisindeki bitkisel protein miktarının (%31) D2 ve D4 gruplarında yüksek olmasından dolayı PDO değerinde bir düşüş gerçekleşmiştir. Proteinlerin karides (veya balık) tarafından

değerlendirilmesi yemin içeriğindeki protein kaynakları ve arjinin miktarıyla ilişkili olup, türler bazında ve beslenme alışkanlıklarına göre değişiklik göstermektedir (Simmons ve ark., 1999; Zhou ve ark., 2012).

Deneme yemlerinin amino asit profili ile karides bireylerinin kas amino asit profili arasında bir ilişki olduğu bulunmuştur. Buna göre, yem içerisindeki spesifik amino asitlerin oranları deneme yemlerinde bulunan bitkisel ve hayvansal protein kaynaklarına göre değişiklik göstermiştir. Menté ve ark. (2002) yem içerisindeki protein kaynakları (soya unu ve kazein) ile karides tüm vücut amino asit değişimlerinin etkisini araştırmak amacıyla spesifik esansiyel amino asit ile toplam esansiyel amino asit oranının (A/E) hesaplamışlardır. Çalışmamızdaki A/E oranı değerlendirildiğinde, bazı spesifik amino asitlerin (arjinin, lizin, metionin ve treonin) Menté ve ark. (2002) farklı olduğu tespit edilmiştir. Bu farklılığın, yem içerisindeki ham madde ve dolayısıyla bu ham maddelerin amino asit profilleriyle ilişkili olduğu düşünülmüştür. Buna ek olarak, türsel ve türler arasında amino asit profilleri açısından farklılıkların olduğu bazı çalışmalarda belirlenmiştir [Wilson ve Poe, 1985; Wilson, 1994; Menté ve ark., (2002)’den]. Çalışmamızda deneme bireyleri ile test yemleri amino asit değerleri arasındaki farktan yola çıkarak hesapladığımız delta değerleri incelendiğinde, D2 ve D3 gruplarında arjinin ve aspartik asitin negatif değerlere sahip olduğu ve bu yemlerle beslenen bireyler tarafından kullanıldığı bulunmuştur. Yemler içerisindeki bitkisel ve hayvansal protein kaynakları göz ardı edilerek değerlendirildiğinde, arjinin ve aspartik asit dışındaki diğer tüm amino asitlerin deneme materyali tarafından kaslarda depolandığı anlaşılmıştır. Oujifard ve ark. (2012) *L. vannamei* için hazırlanan yem içerisindeki pirinç protein konsantresi miktarı artıkça (balık unu miktarı azaldıkça) esansiyel ve esansiyel olmayan tüm amino asitlerin sindirilebilirliğinin azaldığını bildirmiştir. Bizim çalışmamızda her ne kadar amino asit sindirilebilirliği incelenmemiş olsa da, tüm yem gruplarında görülen depolanma oranı (Çizelge 4.5) yemlerin amino asit sindirilme oranlarının yüksek olduğunu göstermiştir. Bitkisel ağırlıklı ham maddelerle hazırlanmış D4 yemi içerisinde dahi 260 g/kg (balık unu: 180 g/kg ve krill unu: 80 g/kg) hayvansal protein kaynağının mevcudiyeti bu grupta dahi amino asit dengesini ve amino asit sindirilebilirliğinin yüksek olmasını sağlamıştır.

Yemlerin sindirilebilirliği yem kullanımını belirleyici önemli bir faktördür (Akiyama ve ark., 1989; Oujifard ve ark., 2012) ve canlı tarafından sindirim kanalı boyunca absorbe edilen yemin yüzdesini göstermektedir (Lin ve ark., 2004). Bu sebepten sindirilebilirlik çalışmaları krustase yemlerinin besinsel değerini saptamak için etkin bir yaklaşımdır (Jones ve De Silva, 1997; Oujifard ve ark., 2012).

Kuru madde sindirilebilirliği canlı tarafından sindirilen ve absorbe edilen maddelerin toplam miktarını veren bir ölçüdür. Yemin içerisinde bulunan ham maddelerin hepsi eşit olarak sindirilmediği için görünür KMS değeri yem içerisinde bulunan ve sindirilmeyen maddelerin daha iyi tahmin edilmesini sağlar (Yang, 2009; Liu ve ark., 2013). *L. vannamei* tarafından tüketilen yemlerin kuru madde sindirilebilirliği yemin ham kül ve lif oranının artmasıyla genellikle azalır (Yang, 2009; Terrazas-Fierro, 2010). Bu nedenle yemde bitkisel kaynaklı ham maddelerin oranının arttırılması kuru madde sindirilebilirliğinin azalmasına neden olur. Yapılan bir çalışmada belirli oranlarda pirinç protein konsantresi (PPK) ilave edilerek hazırlanan yemlerle beslenen karideslerde PPK'nın yemdeki oranının artmasıyla KMS değerlerinde azalma görüldüğü kaydedilmiştir (Oujifard ve ark., 2012). Çalışmamızda da kuru madde, sindirilebilirlikleri %94.2-96.1 değerleri arasındadır. Kuru madde sindirilebilirliği (KMS) en yüksek olan grup hayvansal yağ-hayvansal protein içeren D1 grubunda görülürken en düşük KMS bitkisel yağ-hayvansal protein grubunda görülmektedir. Ağırlıklı olarak bitkisel proteinlerin kullanıldığı D2 ve D4 gruplarının KMS değerleri arasında fark bulunmamıştır.

Çalışmamızda kullanılan yemlerin protein sindirilebilirlikleri %74.3-80.7 arasında değişmiştir. Bitkisel protein kaynağı olarak soya unu ve mısır gluteni kullanılan ve tamamen bitkisel ağırlıklı oluşturulmuş yemle beslenen D4 grubu %80.7 oranıyla en yüksek görünür protein sindirilebilirliği (GPS) göstermiştir. Oujifard ve ark. (2012) pirinç proteini ilave edilen yemlerle beslenen karides bireylerinde protein sindirilebilirliğini % 52-80 arasında bulurken tamamen balık unu içeren yemlerle beslenen bireylerde bu oranı % 97.9 olarak kaydetmişlerdir. Bu çalışmaya göre yemde bitkisel protein kaynağının artmasıyla GPS değeri düşmektedir. Ancak, tersine Cruz-Suárez ve ark. (2009) soya ürünlerinin (tam yağlı soya unu, hekzan ekstrakt soya unu, soya protein konsantresi veya soya protein isolatı

gibi) *L. vannamei* tarafından sindirilebilirliğini değerlendirdikleri çalışmada referans yemine 300 g/kg oranında soya ürünleri ilavesinin karides GPS'ni artırdığını gözlemlemişlerdir. Çalışmamızda da benzer şekilde, soya ilaveli yemin (D4) GPS değeri kontrol grubundan (D1) %2.5 oranında daha yüksek bulunmuştur. Soya ürünlerinin kuru madde, enerji, ham protein ve amino asit sindirilebilirliğinin balık unu içeren yemlerden daha yüksek olabileceğini ve bu ürünlerin *L. vannamei* tarafından mükemmel bir amino asit kaynağı olarak değerlendirilebileceğini Cruz-Suárez ve ark. (2009) bildirilmiştir. Çalışmamızın sonuçları da bu görüşü destekler niteliktedir.

Çalışmamızda görünebilir lipid sindirilebilirlikleri (GLS) %79.4 ile %85.2 arasında değişmekle beraber, rakamsal olarak en yüksek GLS kontrol grubunda (%85.2) tespit edilmiştir. Besinsel lipid kompozisyonu, yem ham maddeleri, çevre koşulları ve canlının yeme adaptasyonu sindirilebilirlik üzerine etki eden en önemli değişkenlerdir. Buna ek olarak, lipid sindirilebilirliği üzerine etki eden faktörler arasında yağ asitlerinin zincir uzunluğu, yemdeki yağ ve diğer bileşenlerin oranı ve kullanılan yağ kaynağının erime noktası sayılabilir (Lin ve ark., 2004; Yang ve ark., 2009; Bell ve Koppe, 2010). Zincir uzunluğu ve doymamışlık derecesi ile karakterize edilen yağ asitlerinin yem içerisindeki kompozisyonu lipid sindirilebilirliğini belirlemede etkin bir rol oynar (Yang ve ark., 2009; Bell ve Koppe, 2010) ve doymamışlık derecesi erime noktasıyla ve dolayısıyla sindirim-absorbsiyonu ile ilişkilendirilir (Eroldoğan ve ark., basımda). Yapılan çalışmalarda yüksek doymamışlık derecesine sahip yağ asitlerinin daha iyi sindirilebileceği ileri sürülmüştür (Torstensen ve ark., 2000). %100 hayvansal kaynaklı hazırlanan D1 grubu test yemlerinde kullandığımız balık yağı dekasohexanoik asit (DHA) ve araşidonik asit (AA) gibi yüksek doymamış yağ asitlerince zengindir. Yağ asitlerinin yemdeki konsantrasyonu bu yağların sindirilebilirliği üzerine doğrudan etkisi (Bell ve Koppe, 2010) olduğu düşünüldüğünde, D1 grubu bireylerinin GLS değerlerinin yüksek olması beklenen bir sonuçtur. Çalışmamızdaki GLS değerlerine benzer olarak, Oujişard ve ark. (2012) en yüksek GLS değerini kontrol grubunda (%94.1), ikinci en yüksek GLS'yi ise %50 (%88.3) ve %75 (%85) pirinç protein konsatresi eklenen grupta hesaplamışlardır. Bu araştırmacılar yemde bulunan bitkisel/hayvansal

protein (balık unu) oranının sindirim enzimlerinden lipaz enzim aktivitesini arttırıcı ya da azaltıcı etkiye sahip olabileceğini, yemdeki besin çeşitlerinin sindirim süresini kısaltarak sindirim işlemini etkileyebileceğini vurgulamışlardır. Çalışmamızda en iyi GLS değeri ağırlıklı olarak bitkisel ve hayvansal hammaddeler içeren D1 ve D4 gruplarında görülürken, en düşük GLS değerinin balık yağı ve ağırlıklı olarak bitkisel protein içeren D2 grubunda görülmesi, yemdeki bitkisel proteinin hayvansal yağın sindirilebilirliğini etkilemiş olabileceğini düşündürmüştür. Bu nedenle, bundan sonra yürütülecek olan çalışmalarda yemde bulunan bitkisel ve hayvansal protein-yag kaynaklarının sindirim işlemi esnasında lipaz gibi bazı sindirim enzimlerinin aktiviteleri üzerine olan etkilerinin araştırılması bu konunun daha iyi araştırılmasına imkan verecektir.

6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Çalışmamızda balık unu ve yağına alternatif bitkisel protein (soya unu ve mısır gluteni) ve yağ (kanola ve soya yağı) kaynaklarının omnivor bir tür olan pasifik beyaz karidesinin beslenmesi üzerindeki etkileri belirlenmiştir. Buna göre;

- ü Tamamen bitkisel ham maddelerle hazırlanmış yemlerle beslenen bireyler, tamamen hayvansal kaynaklı ham maddelerle hazırlanmış yemlerle beslenen bireylerle aynı büyümeyi göstermiştir.
- ü Bitkisel protein kaynağı olarak soya unu ve mısır gluteni kullanılan ve tamamen bitkisel kaynaklı yemin (D4) protein sindirilebilirlik değerleri kontrol grubundan (D1) %2.5 oranında daha yüksek bulunmuştur. Bu sonuç *L. vannamei* bireylerinin yemlerinde bitkisel protein kaynaklarının iyi değerlendirebildiğini ortaya koymaktadır.
- ü Çalışmamızda tamamen bitkisel formda oluşturulan yemin lipit sindirilebilirliğinin kontrol grubu ile aynı değere sahip olması balık yağına alternatif yağ kaynaklarının bu tür için kullanılabilir olduğunu kanıtlamaktadır. Ancak en düşük lipit sindirilebilirlik değerinin hayvansal yağ ve bitkisel protein içeren D2 grubunda görülmesi yemdeki bitkisel protein oranının hayvansal yağ sindirilebilirlik oranını etkilemiş olabileceğini düşündürmüştür.
- ü Yemde bulunan bitkisel ve hayvansal protein-yag kaynaklarının sindirim işlemi esnasında lipaz gibi sindirim enzimlerinin aktiviteleri üzerine olan etkilerinin araştırılmasının fayda sağlayabileceği düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- AKIYAMA, D.M., COELHO, S.R., LAWRENCE, A.L., ROBINSON, E.H., 1989. Apparent digestibility of feedstuffs by the marine shrimp *Penaeus vannamei*, Boone. Nippon Suisan Gakkaishi 55 (1), 91–98
- AKIYAMA, D.M., DOMINY, W.G., LAWRENCE, A.L., 1991. Penaeid shrimp nutrition for the commercial feed industry: revised. In: Akiyama, D.M., Tan, R.K.H. Eds. , Proceedings of the Aquaculture Feed Processing and Nutrition Workshop. American Soybean Association, Singapore, September 19–25, 1991, Thailand and Indonesia, pp. 80–98.
- AKIYAMA, D.M., DOMINY, W.G., LAWRENCE, A.L., 1992. Penaeid shrimp nutrition. In: Fast, A.W., Lester, L.J. (Eds.), Marine Shrimp Culture: Principles and Practices. Elsevier, Amsterdam, s: 535–568.
- ALVAREZ, J. S., HERNANDEZ-LLAMAS, A., GALINDO, J., FRAGA, I., GARCIA, T., VILLAREAL, H., 2007. Substitution of fishmeal with soybean meal in practical diets for juvenile white shrimp (*Litopenaeus schmitti*). Aquaculture Research, 38: 689–695
- AMAYA, E.A., DAVIS, D.A., ROUSE, D.B., 2007a. Replacement of fish meal in practical diets for the Pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) reared under pond conditions. Aquaculture, 262, 393–401.
- AMAYA, E.A., DAVIS, D.A., ROUSE, D.B., 2007b. Alternative diets for the Pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei*. Aquaculture, 262, 419–425.
- BELL, J.G. & KOPPE, W., 2010. The Effects of Fish Oil Replacement on Lipid Metabolism of Fish. (G.M. TURCHINI, W.K. NG, D.R. TOCHER editör) Fish Oil Replacement and Alternative Lipid Sources in Aquaculture Feeds. CRC Press, s. 21-59.
- BLIGH, E G., DYER W G., 1959. A rapid method of total lipid extraction and purification, Can. J. Biochem. Physiol., 37, 911-917.
- BOOTH, E.J., GUNSTONE, F.D., 2004. Rapeseed and rapeseed oil: agronomy, production, and trade. (GUNSTONE, F., editör) Rapeseed and Canola Oil: Production, Processing, Properties and Uses. Oxford, Blackwell, s. 1–16.

- BULLIS, R.A., BROWDY, C.L., DAVIS, D.A., SAMOCHA, T.M., STOKES, A.D., PATNAIK, S., ATWOOD, H.L., 2004. The development of shrimp feeds for organic aquaculture. (SUBASINGHE, S., SINGH, T., LEM, A., editor) Proceedings 2004 Organic Aquaculture and Seafarming Conference. 15–17 June 2004, Ho Chi Minh City, s. 63–67.
- BUREAU, D.P., CHO, C.Y., 2000. Nutritive value of rendered animal protein ingredients for fish. Outline of recent studies. <http://www.uoguelph.ca/fishnutrition>.
- CHAMBERLAIN, G.W., BARLOW, S.M., 2000. A balanced assessment of aquaculture. *Global Aquaculture Advocate*, 37.
- CHENG, Z.J., HARDY, R.W., 2004. Protein and lipid sources affect cholesterol concentrations of juvenile Pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei* (Boone). *J. Anim. Sci.* 82, 1136–1145.
- COMMITTEE ON FISHERIES (COFI), 2012. Feeding the growing aquaculture sector: an analysis. sixth session. FAO Cape Town, South Africa.
- CRUZ-SUAREZ, L.E., TAPIA-SALAZAR, M., VILLARREAL-CAVAZOS, D., BELTRAN-ROCHA, J., NIETO-LOPEZ, M.G., LEMME, A., RICQUE-MARIE, D., 2009. Apparent dry matter, energy, protein and amino acid digestibility of four soybean ingredients in white shrimp *Litopenaeus vannamei* juveniles. *Aquaculture*, 292, 87–94.
- DAVIS, A., SAMOCHA, T.M., BULLIS, R.A., PATNAIK, S., BROWDY, C., STOKES, A., ATWOOD, H., 2004. Practical diets for *litopenaeus vannamei* (boone, 1931): working towards organic and/or all plant production diets. (CRUZ SUÁREZ, L.E., RICQUE MARIE, D., NIETO LÓPEZ, M.G., VILLARREAL, D., SCHOLZ, U. Y GONZÁLEZ, M., 2004. Avances en Nutrición Acuícola VII. Memorias del VII Simposium. Internacional de Nutrición Acuícola. 16-19 Noviembre, 2004. Hermosillo, Sonora, México.)
- DAVIS, D.A., ARNOLD, C.R., 2000. Replacement of fish meal in practical diets for the pacific white shrimp, *Liptopenaeus vannamei*. *Aquaculture*, 185, 291–298.

- DAVIS, D.A., SOOKYING, D., 2009. Strategies for reducing and/or replacing fish meal in production diets for the Pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei*. Journal World Aquaculture Society, 91-96.
- DEERING, M.J., FIELDER, D.R., HEWITT, D.R., 1997. Growth and fatty acid composition of juvenile leader prawns, *Penaeus monodon*, fed different lipids. Aquaculture, 151, 131–141.
- DERNEKBAŞ, S., KARAYÜCEL, İ., 2010. Balık yemlerinde kanola yağının kullanımı. Journal of Fisheries Science.com. 4, 469-479.
- DERSJANT-LI, Y., 2002. The use of soy protein in aquafeeds. Advances en Nutricion Acuicola VI. Memorias del VI Simposium Internacional de Nutricion Acuicola. 3 al 6 de Septiembre del 2002. Cancun, Quintana Roo, Mexico.
- EROLDOĞAN, O. T., YILMAZ, H. A., TURCHINI, M. G., ARSLAN, M., SİRKECİOĞLU, A. N., ENGİN, K., ÖZŞAHİNOĞLU, İ., MUMOĞULLARINDA, P., Baskıda. Fatty acid metabolism in European sea bass (*Dicentrarchus labrax*): effects of n-6 PUFA and MUFA in fish oil replaced diets. Fish. Physiol. Biochem., DOI 10.1007/s10695-012-9753-7.
- FAO, 2010. The state of the world fisheries and aquaculture 2010. <http://www.fao.org/docrep/013/i1820e/i1820e.pdf>.
- FAO, 2011. Fishstat Plus: Universal software for fishery statistical time series. Aquaculture production: quantities 1950-2009; aquaculture production: values 1984-2009; capture production: 1950-2009; commodities production and trade: 1950-2008; total production: 1970-2009, Vers. 2.30. FAO Fisheries Department, Fishery Information, Data and Statistics.
- FERNÁNDEZ-GIMENEZ, A.V., DÍAZ, A.C., VELURTAS, S.M., FENUCCI, J.L., 2009. *Invivo* and *invitro* protein digestibility of formulated feeds for *Artemesia longinaris* (Crustacea, Penaeidae). November–December 2009 ISSN 1516-8913 Printed in Brazil. : Brazilian Archives of Biology and Technology. An international journal, vol. 52. 6, s. 1379–1386.

- FLORETO, E.A., R.C. BAYER, P.B. BROWN., 2000. The effects of soybean-based diets, with and without amino acid supplementation, on growth and biochemical composition of juvenile American lobster, *Homarus americanus*. *Aquaculture*, 189:211-235.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION (FAO), 2007. Food outlook, Global market analysis. <http://www.fao.org/docrep/010/ah876e/ah876e10.htm#34>
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION (FAO), 2009. FAOSTAT. Rome, Food and Agriculture Organization. <http://faostat.fao.org/default.aspx>
- FORSTER I.P., DOMINY W.G., LAWRENCE A.L., CASTILLE F.L. ve PATNAIK S., 2010. Optimization of a research diet for the Pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei*, using mixture model methodology. *Aquaculture*, 298, 260–266.
- FOX, J.M., LAWRENCE, A.L., SMITH, F., 2004. Development of a low-fish meal feed formulation for commercial production of *Litopenaeus vannamei*. *Advances en Nutricion Acuicola VII. Memorias del VII Simposium Internacional de Nutricion Acuicola*. 16–19 Noviembre, 2004. Hermosillo, Sonora, Mexico
- FRANCIS, D.S., TURCHINI, G.M., JONES, P.L., DE SILVA, S., 2006. Effects of dietary oil source on growth and fillet fatty acid composition of Murray cod, *Maccullochella peelii peelii*. *Aquaculture*, 253, 547–556.
- FRANCIS, G., MAKKAR, H.P.S., BECKER, K., 2001. Antinutritional factors present in plant derived alternate fish feed ingredients and their effects in fish. *Aquaculture*, 199, 197–227.
- GABER, M.M.A., 2005. The effect of different levels of krill meal supplementation of soybean-based diets on feed intake, digestibility, and chemical composition of juvenile Nile Tilapia *Oreochromis niloticus*, L. *Journal of the World Aquaculture Society*. 36, 346–353.

- GAMBOA-DELGADO, J., MOLINA-POVEDA, C., CAHU, C., 2003. Digestive enzyme activity and food ingesta in juvenile shrimp *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931) as a function of body weight. *Aquacult. Res.* 34 (15), 1403–1411.
- GONZÁLEZ-FÉLIX, M.L., DA SILVA, F. S. D., DAVIS, D.A., SAMOCHA, T. M., MORRIS, T. C., WILKENFELD, J. S., PEREZ-VELAZQUEZ, M., 2010. Replacement of fish oil in plant based diets for Pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*). *Aquaculture*, 309, 152–158.
- GONZALEZ-FELIX, M.L., LAWRENCE, A.L., GALTIN, D.M., PEREZVELAZQUEZ, M., 2002. Growth, survival and fatty acid composition of juvenile *Litopenaeus vannamei* fed different oils in the presence and absence of phospholipids. *Aquaculture*, 205, 325–343.
- HARDY, R.W., 2006. Fishmeal prices drive changes in fish feed formulations. *Aquaculture Magazine*, 32, 28-31.
- HARI, B., MADHUSOODANA KURUP, B., VARGHESE, J.T., SCHRAMA, J.W., VERDEGEM, M.C.J., 2006. The effect of carbohydrate addition on water quality and the nitrogen budget in extensive shrimp culture systems. *Aquaculture*, 252, 248–263.
- ICHII, T., 2000. Krill harvesting. In: Everson, I. (Ed.), *Krill biology, ecology and fisheries*. Blackwell Science, Oxford, pp. 228–261.
- JONES, P.L. ve DE SILVA, S.S., 1997. Apparent nutrient digestibility of formulated diets by the Australian freshwater crayfish *Cherax destructor* Clark (Decapoda, Parastacidae). *Aquaculture Research* 28, 881–891.
- KANAZAWA, A., TESHIMA, S., ONO, K., 1979b. Relationship between essential fatty acid requirements of aquatic animals and the capacity for bioconversion of linolenic acid to highly unsaturated fatty acids. *Comp. Bio-chem. Physiol.* 63B, 295–298.
- KANAZAWA, A., TESHIMA, S., SAKAMOTO, M., 1985. Effects of dietary lipids, fatty acids, and phospholipids on growth and survival of prawn (*Penaeus japonicus*) larvae. *Aquaculture* 50, 39– 49.

- KARLSEN, Ø., SUONTAMA, J. AND OLSEN, R.E., 2006. Effect if Antarctic krill meal on quality of farmed Atlantic cod (*Gadus morhua* L.). Aquaculture Research, 37, 1676– 1684.
- KRIS-ETHERTON, P. M., GRIEGER, J. A., & ETHERTON, T. D., 2009. Dietary reference intakes for DHA and EPA. Prostaglandins Leukotrienes and Essential Fatty Acids, 81, 99-104.
- KUMARAGURU, V., RAMESH, S., BALASUBRAMAMIAN, T., 2005. Dietary value of different vegetable oil in black tiger shrimp *Penaeus monodon* in the presence and absence of soy lecithin supplementation: effect on growth, nutrient digestibility and body composition. Aquaculture, 250, 317–327.
- LI, M.H., ROBINSON, E.H., HARDY, R.W., 2000. Protein sources for feed . In Enchlopedia of Aquaculture. (R.R. STICKNEY, editör) New York, Jhon Wiley and Sons, Inc., s. 688-695.
- LIM, C., AKO, H., BROWN, C.L., HAHN, K., 1997. Growth response and fatty acid composition of juvenile *Penaeus vannamei* fed different sources of dietary lipid. Aquaculture, 151, 143–153.
- LIM, C., DOMINY, W., 1990. Evaluation of soybean meal as a replacement for marine animal protein in diets for shrimp (*Penaeus vannamei*). Aquaculture 87, 53–63
- LIN, H.Z., GUO, Z.X.,YANGY.Y., ZHENG, W.H. ve LI, Z.J., 2004. Effect of dietary probiotics on apparent digestibility coefficients of nutrients of white shrimp *Litopenaeus vannamei* Boone. Aquaculture Research, 35,1441-1447.
- LIU, X. H., YE, J. D., KONG, J. H., K. WANG & A. L. WANG, 2013. Apparent digestibility of 12 protein-origin ingredients for pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei*. North American Journal of Aquaculture, 75:1, 90-98.
- LUO, L., WANG, J., PAN, Q., XUE, M., WANG, Y., WU, X., LI, P. Apparent digestibility coefficient of poultry by-product meal (PBM) in diets of *Penaeus monodon* (Fabricius) and *Litopenaeus vannamei* (Boone), and replacement of fishmeal with PBM in diets of P. monodon. Aquaculture Research (baskıda).

- MALDONADO, C., GUILLEN, S., PANTOJA, O., ARENA, L., EZQUERRA-BAUER, M., ALVAREZ-GONZALEZ, C.A., CUZON, G. & GAXIOLA, G., 2012. Effect of plant protein concentrates on nutrition physiology of *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1883) juveniles. *Aquaculture Research*, 43, 1209–1222.
- MC GRAW, W.J., DAVIS, D.A., TEICHERT-CODDINGTON, D., ROUSE, D.B., 2002. Acclimation of *Litopenaeus vannamei* postlarvae to low salinity: influence of age, salinity, endpoint and rate of salinity reduction. *Journal of World Aquaculture Society*, 33(1), 78–84.
- MENTE, E., COUTTEAU, P., HOULIHAN, D., DAVIDSON, I., SORGELOOS, P., 2002. Protein turnover, amino acid profile and amino acid flux in juvenile shrimp *Litopenaeus vannamei*: effects of dietary protein source. *The Journal of Experimental Biology*, 205, 3107–3122.
- NAYLOR, R.L., GOLDBURG, R.J., PRIMAVERA, J.H., KAUTSKY, N., BEVERIDGE, M.C.M., CLAY, J., FOLKE, C., LUBCHENCO, J., MOONEY, H., TROELL, M., 2000. Effect of aquaculture on world fish supplies. *Nature*, 405, 1017–1024.
- NEW, M.B., 1999. Global aquaculture: Current trends and challenges for the 21st century. *World Aquaculture*, 30, 8–13.
- NICOL, S., FOSTER, J., 2012. The fishery for Antarctic krill – recent developments. *FISH and FISHERIES*, 13, 30–40.
- NUNES, A. J. P., SÁ, M.V.C., SABRY-NETO, H., 2011. Growth performance of the white shrimp, *Litopenaeus vannamei*, fed on practical diets with increasing levels of the Antarctic krill meal, *Euphausia superba*, reared in clear- versus green-water culture tanks. *Aquaculture Nutrition*, 17, 511-520.
- OLSEN, R. L., HASAN, M. R., 2012. A limited supply of fishmeal: Impact on future increases in global aquaculture production. *Trends in Food Science & Technology*, 1-9.

- OPSTAD, I., SUONTAMA, J., LANGMYHR, E., OLSEN, R.E., 2006. Growth, survival and development of Atlantic cod (*Gadus morhua* L.) weaned onto diets containing various sources of marine protein. *ICES Journal of Marine Science*. 63, 320–325.
- OUJIFARD, A., SEYFABADI, J., KENARI, A. A., REZAEI, M., 2012. Growth and apparent digestibility of nutrients, fatty acids and amino acids in Pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei*, fed diets with rice protein concentrate as total and partial replacement of fish meal. *Aquaculture*, 342-343, 56–61
- OURAJI, H., A. M., ABEDIAN KENARI, B., SHABANPOUR, A., SHABANI, S. A., NEZAMI, M., SODAGAR, K., JANI KHALILI, S., Faghani., 2010. Growth Response And Muscle Lipid Quality Of Indian White Shrimp Fed Different Oils At Two Dietary Lipid Levels. *Journal of Food Quality* 33, 405-423.
- PATNAIK, S., SAMOCHA, T.M., DAVIS, D.A., BULLIS, R.A., BROWDY, C.L., 2006. The use of algal meals as highly unsaturated fatty acid sources in practical diets designed for *Litopenaeus vannamei*. *Aquaculture Nutrition*, 12, 395–401.
- PONCE-PALAFOX J. Ve MARTINE-PALACIOS C.A. ve ROSS L.G., 1997. The effects of salinity and temperature on the growth and survival rates of juvenile white shrimp, *Penaeus vannamei*, Boone, 1931. *Aquaculture*, 157, 107-115.
- RANA, K. J., SIRIWARDENA, S., & HASAN, M. R., 2009. Impact of rising feed ingredient prices on aquafeeds and aquaculture production. *FAO fisheries and aquaculture technical paper*, Vol. 541. Rome: FAO.
- ROWLAND, S.J., ALLAN, G.L., MIFSUD, C., READ, P.A., GLENDENNING, D., INGRAM, B.A., 2007. Effects of diets with different plant proteins on the performance of silver perch (*Bidyanus bidyanus*, Mitchell) and on water quality in earthen ponds. *Aquac. Res.* 38, 748–756.
- SALES, J., 2010. Prediction of Digestible protein and lipid contents of crustacean feed. *Aquaculture Nutrition*, 16, 559-568.

- SAMOCHA, T., DAVIS, D.A., SAOUD, I.P., DEBAULT, K., 2004. Substitution of fish meal by co-extruded soybean poultry by-product meal in practical diets for the Pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei*. Aquaculture 231, 197–203.
- SAMOCHA, T.M., PATNAIK, S., DAVIS, D.A., BULIS, R.A., BROWDY, C.L., 2009. Use of commercial fermentation products as a highly unsaturated fatty acid source in practical diets for the Pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei*. Aquac. Res.. doi:10.1111/j.1365-2109.2009.02378.x
- SHIAU, S. Y., 1998. Nutrient requirements of penaeid shrimps. Aquaculture, 164, 77–93.
- SIMMONS, L., MOCCIA, R.D., BUREAU, D.P., 1999. Dietary methionine requirement of juvenile Arctic charr *Salvelinus alpinus* (L.). Aquaculture Nutrition, 5, 93–100.
- SMITH, L.L., LEE, P.G., LAWRENCE, A.L., STRAWN, K., 1985. Growth and digestibility of three sizes of *Penaeus vannamei* Boone: effects of dietary protein level and protein source. Aquaculture 46 (2), 85–96
- SOOKYING, D. ve DAVIS D. A., 2011. Pond production of Pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) fed high levels of soybean meal in various combination. Aquaculture, 319, 141–149.
- STEPHEN, N., FOSTER, J., KAWAGUCHI, S., 2012. The Fishery For Antarctic Krill – Recent Developments. Fish and Fisheries. 13, 30–40.
- STOREBAKKEN, T., 1988. Krill as a potential feed source for salmonids. Aquaculture, 70, 193–205.
- SUÁREZ, J.A., GAXIOLA, G., MENDOZA, R., CADAVID, S., GARCIA, G., ALANIS, G., SUÁREZ, A., FAILLACE, J., CUZON, G., 2009. Substitution of fish meal with plant protein sources and energy budget for White shrimp *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931). Aquaculture, 289, 118–123.
- TACON A.G.J., BARG U.C., 1998. Major challenges to feed development for marine and diadromous finfish and crustacean species. In: Tropical Mariculture (ed. by S.S. De Silva). Academic Press, San Diego, CA, USA, pp. 171–208

- TACON, A.G.J., 2004. Use of fish meal and fish oil in aquaculture: a global perspective. *Aquatic Resources, Culture and Development*, 1, 3–14.
- TACON, A.G.J., DOMINY, W.G., PRUDER, G.D., 1998. Global trends and challenges in aquafeeds for marine shrimp. *AquaFeed International* 4, 28–35.
- TACON, A.G.J., METIAN, M., 2008. Global overview on the use of fish meal and fish oil in industrially compounded aquafeeds: trends and future prospects. *Aquaculture*, 285, 146–158.
- TERRAZAS-FIERRO, M.M., CIVERA-CERECEDO, R., IBARRA-MARTÍNEZ, L., GOYTORTÚA-BORES, E., HERRERA-ANDRADE, M., REYES-BECERRA, A., 2010. Apparent digestibility of dry matter, protein, and essential amino acid in marine feedstuffs for juvenile whiteleg shrimp *Litopenaeus vannamei*. *Aquaculture*, 308, 166–173.
- TORSTENSEN, B.E., LIE, Ø., FROYLAND, L., 2000. Lipid metabolism and tissue composition in Atlantic salmon (*Salmo salar* L.): effects of capelin oil, palm oil and oleic acid-enriched sunflower oil as dietary lipid sources. *Lipids* 35, 653–664.
- TURCHINI, G.M., NG, W.K., DOUGLAS, R.T., 2011. Fish oil replacement and alternative lipid sources in aquaculture feeds. CRC press, Boca Raton, 541s.
- TÜİK, 2011. Türkiye İstatistik Kurumu. <http://www.tuik.gov.tr>
- WANG, J.Q., 2003 The Biology Research and Farming of *Litopenaeus vannamei*. Ocean Press, Beijing, China.
- WILSON, R. P. AND POE, W. E., 1985. Relationship of whole body and egg essential amino acid patterns to amino acid requirement patterns in catfish, *Ictalurus punctatus*. *Comp. Biochem. Physiol.* 80B, 385-388.
- WILSON, R. P., 1994. Amino acid requirements of finfish. In *Amino Acids in Farm Animal Nutrition* (ed. J. P. F. D'mello), pp. 377-399. Wallingford, UK: CAB International.
- YANG, Q., ZHOU, X., ZHOU, Q., TAN, B., CHI, S., DONG, X., 2009. Apparent digestibility of selected feed ingredients for white shrimp *Litopenaeus vannamei*, Boone. *Aquaculture Research*, 41, 78-86.

- YE, Y., 1999. Historical consumption and future demand for fish and fishery products: Exploratory calculations for the years 2015/2030. In: FAO fisheries Circular, Vol. 946. Rome: FAO.
- YOSHITOMI, B., MASATOSHI, A., SYUN-ICHIROU, O., 2007. Effect of total replacement of dietary fish meal by low fluoride krill (*Euphausia superba*) meal on growth performance of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) in fresh water. *Aquaculture*, 266, 219–225.
- ZHOU, Q.C., ZENG, W.P, WANG, H.L., WANG, T., WANG, Y.L., XIE, F.J., 2012. Dietary arginine requirement of juvenile Pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei*. *Aquaculture*, 364–365, 252–25.

ÖZGEÇMİŞ

27/09/1986 yılında Bursa’da doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Bursa’da tamamladı. 2005 yılında başladığı Çukurova Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi’nden 2009 yılında mezun oldu ve aynı yıl Yetiştiricilik Anabilim Dalında yüksek lisansa başladı. Şu an ÖYP programı kapsamında atandığı Sinop Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesinde Araştırma Görevlisi olarak görev yapmaktadır.