

T.C.
SİNOP ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

SU ÜRÜNLERİ YETİŞTİRİCİLİĞİ ANABİLİM DALI

DOKTORA TEZİ

YEŞİL KAPLAN KARİDESİ (*Penaeus semisulcatus* De Haan, 1844)'NİN
YEMLERİNDE ALTERNATİF HAMMADDE KAYNAKLARI KULLANIMININ
ARAŞTIRILMASI

YAZAR

Merve SARIİPEK

DANIŞMAN

PROF. DR. SEDAT KARAYÜCEL

SİNOP – 2018

ETİK BEYANI

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

Merve SARIİPEK

İÇİNDEKİLER

İÇİNDEKİLER	i
SEMBOLLER VE KISALTMALAR LİSTESİ	iv
ŞEKİLLER LİSTESİ	vii
ÇİZELGELER LİSTESİ	ix
ÖZET	xi
ABSTRACT	xii
TEŞEKKÜR	xiii
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	6
2.1. Yeşil Kaplan Karidesi <i>Penaeus semisulcatus</i> De Haan, 1884.....	6
2.1.1. Taksonomisi ve Dağılımı	6
2.1.2. Morfolojisi.....	7
2.1.3. Biyoloji ve Ekolojisi	9
2.2. Temel Besin Gereksinimleri	10
2.2.1. Enerji.....	10
2.2.2. Protein.....	11
2.2.3. Lipit	12
2.2.4. Vitamin ve Mineraller	13
2.3. Beslenme Özellikleri ve Davranışları	14
3. LİTERATÜR ÖZETİ.....	16

3.1. Dünyada ve Ülkemizde Karides Yetiştiriciliği	16
3.2. Karides Yetiştiriciliğinde Alternatif Protein Kaynaklarının Kullanımı	18
3.2.1. Bitkisel Protein Kaynakları.....	19
3.2.2. Karasal Kökenli Hayvansal Protein Kaynakları	28
3.3. Karides Beslemede Hidrostabilesi Yüksek Yem Kullanımı	31
3.4. Sürdürülebilir Karides Üretiminde Yem Maliyetleri	34
4. MATERYAL VE YÖNTEM	36
4.1. Deneme Materyali	36
4.2. Deneme Ünitesinin Tasarımı ve Kurulumu	37
4.3. Deneme Yemlerinin Hazırlanması	39
4.4. Deneme Yönetimi	43
4.5. Çevresel Parametreler	48
4.6. Büyüme Performans Ölçümleri	48
4.7. Besin Maddeleri İçeriği Analizi.....	49
4.7.1. Kuru Madde ve Kül.....	49
4.7.2. Protein ve Amino Asit Analizi.....	49
4.7.3. Yağ ve Yağ Asitleri Analizi	51
4.8. Sindirilebilirlik Analizi.....	52
4.9. Yemlerin Hidrostabilesinin Arttırılması.....	53
4.10. Deneme Yemlerinin Maliyeti	57
4.11. İstatistik Analiz.....	57

5. BULGULAR VE TARTIŞMA	58
5.1. Çevresel Parametreler	58
5.2. Deneme Yemleri.....	58
5.2.1. Temel Besin Bileşenleri.....	58
5.2.2. Yağ Asidi Kompozisyonu.....	59
5.2.3. Amino Asit Kompozisyonu	62
5.3. Büyüme Performans Ölçümleri	65
5.4. Besin Madde İçeriği	69
5.5. Sindirilebilirlik.....	77
5.6. Deneme Yemlerinin Hidrostabilesi	82
5.7. Deneme Yemlerinin Maliyeti	89
6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	102
KAYNAKLAR.....	109
ÖZGEÇMİŞ.....	128

SEMBOLLER VE KISALTMALAR LİSTESİ

SEMBOLLER

μ	: Mikron
μm	: Mikrometre
cm	: Santimetre
g	: Gram
HP	: Horse Power
l	: Litre
m^2	: Metrekare
mg	: Miligram
ml	: Mililitre
mm	: Milimetre

KISALTMALAR

AK	: Ağırlık Kazancı
BU	: Balık Unu
CAA	: Canlı Ağırlık Artışı
DBA	: Deneme Başı Ağırlık
DHA	: Dokosahekzaenoik Asit
DSA	: Deneme Sonu Ağırlık
EAA	: Esansiyel Amino Asit
EKU	: Et ve Kemik Unu
EPA	: Eikozapentaenoik Asit
FAME	: Fatty Acids Methyl Esters
FAO	: Food and Agriculture Organisation
FKU	: Fındık Küspesi Unu
GC	: Gas Chromatography
GOAL	: Global Aquaculture Alliance
HUFA	: Yüksek Doymamış Yağ Asitleri
KD	: Kabuk Değişimi
KM	: Kuru Madde
M	: Misis
MGU	: Mısır Glüten Unu
MUFA	: Tekli Doymamış Yağ Asitleri
N	: Naupli
PBM	: Kümes Hayvanları Unu
PL	: Postlarva
PUFA	: Çoklu Doymamış Yağ Asitleri
PZ	: Protozoa
RT	: Retention Time
SBO	: Spesifik Büyüme Oranı
SFA	: Doymuş Yağ Asidi
SPF	: Spesifik Pathogen Free
SYU	: Soya Unu
TU	: Tavuk Unu

UFLC	: Ultra Fast Liquid Chromatography
UV	: Ultraviolet
YÇO	: Yem Çevrim Oranı
YFU	: Yerfistği K�spest Unu
YO	: Yaşama Oranı



ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1. <i>P. semisulcatus</i> türünün İndo- Pasifik ve Akdeniz’deki dağılımı (Anonymous, 2018).....	7
Şekil 2.2 Penaeid karideslerin dış anatomisinin lateral görünümü (Corteel, 2013).....	8
Şekil 2.3. Penaeid karideslerin iç anatomisinin lateral görünümü (Corteel, 2013).....	8
Şekil 2.4. Penaeid karideslerin tipik yaşam döngüsü (Bailey-Brock ve Moss, 1992)	9
Şekil 4.1. Deneme ünitesi planı. A: Rezervuar/Çökeltme Tankı, B: Pompa, C: Kum Filtresi, D: Biyofiltre, E: Temiz Su Dönüş Hattı, F: Karides Tankları, G: Drenaj Su Hattı.....	37
Şekil 4.2. Denemenin kurulu olduğu 200 m ² boyutunda sera, 10 KW elektrik üretebilen solar sistem ve sera içerisinde bulunan resirküle sistemin sera dışından görünümü	38
Şekil 4.3. Denemenin yürütüldüğü kapalı devre sistemin sera içerisinden genel görünümü	39
Şekil 4.4. Deneme yemlerinin preslendiği pelet makinası (A), hammaddelerin öğütüldüğü makina (B) ve peletlerin pişirildiği düzenek (C).....	41
Şekil 4.5. Deneme yemlerinin hazırlanmasında kullanılan alet, ekipmanlar ve kaplar	42
Şekil 4.6. Denemede kullanılan substratların tank içerisindeki görünümü.....	43
Şekil 4.7. Deneme esnasında tank içi görünüm.	44
Şekil 4.8. Sifonlama yoluyla tanklardan dışkı toplama işlemi.....	47
Şekil 4.9. Deneme sonunda karideslerden alınan kas doku örnekleri	48
Şekil 4.10. Yemlerin peletlenmesi işleminden bir görünüm.....	55
Şekil 4.11. Hidrostabilite testi için üretildikten sonra kurutulan yemler	56
Şekil 4.12. Hidrostabilite testinde kullanılan düzenekler ve yem örnekleri.	56
Şekil 5.1. Sekiz hafta sonunda deneme gruplarında belirlenen yaşama oranı değerleri	66
Şekil 5.2. Sekiz haftalık besleme periyodu sonunda deneme gruplarının ortalama ağırlık değerleri	66

Şekil 5.3. Deneme yemleri ve karideslerin amino asit profilleri. 45'lik çizgi ideal çizgiyi göstermektedir. Arg; arginin, Hist; histidin, İlös; izolösin, Lös; lösin, Lis; lizin, Met; metiyonin, Fenl; fenilalanin, Treo; treonin, Tıp; triptofan, Val; valin.....	75
Şekil 5.4. Farklı bağlayıcı maddelerle formülize edilen yemlerde zamana göre azalan kuru madde miktarları.....	84
Şekil 5.5. Farklı bağlayıcı maddelerle formülize edilen yemlerde zamana göre azalan protein miktarları	85
Şekil 5.6. Dokuz farklı bağlayıcı madde ile hazırlanan yemlerin 7. saat sonunda belirlenen ortalama kuru madde kayıpları (%). Her bir bar üzerinde farklı harflerle işaretlenen ortalamalar istatistiksel farkları göstermektedir ($P<0.05$)	86
Şekil 5.7. Dokuz farklı bağlayıcı madde ile hazırlanan yemlerin 7. saat sonunda belirlenen ortalama protein kayıpları (%). Her bir bar üzerinde farklı harflerle işaretlenen ortalamalar istatistiksel farkları göstermektedir ($P<0.05$).....	86
Şekil 5.8. Denemede kullanılan yemlerin kg/USD olarak maliyetleri	99
Şekil 5.9. Deneme yemlerinin kontrol yemine göre maliyet avantajı	99
Şekil 5.10. Deneme yemlerinin kontrol yemine göre % maliyet avantajı	99

ÇİZELGELER LİSTESİ

Çizelge 4.1. Denemede kullanılan protein kaynaklarının kullanım oranları	40
Çizelge 4.2. Deneme yemlerinin formülasyonu ve hesaplanan besin madde düzeyleri	46
Çizelge 4.3. Hidrostatilite testinde kullanılan yemin formülasyonu	54
Çizelge 5.1. Deneme yemlerinde kullanılan hammaddelerin temel besin bileşenleri	59
Çizelge 5.2. Deneme yemlerinin yağ asidi kompozisyonu (%)	59
Çizelge 5.3. Deneme yemlerinin esansiyel ve esansiyel olmayan amino asit kompozisyonları (g 100g ⁻¹)	63
Çizelge 5.4. Farklı deneme yemleriyle beslenen yeşil kaplan karidesinin (<i>Penaeus semisulcatus</i>) deneme sonu büyüme ve yem tüketim parametreleri	65
Çizelge 5.5. Deneme sonunda karideslerin kas dokusunda belirlenen temel besin bileşenleri (%).....	70
Çizelge 5.6. Deneme sonunda karideslerin kas dokularında belirlenen amino asit kompozisyonu (g 100 g ⁻¹)	71
Çizelge 5.7. Denemede kullanılan yemler ve bunlarla beslenen karideslerin deneme sonu esansiyel amino asit oranları (A/E)	72
Çizelge 5.8. Deneme yemlerindeki esansiyel amino asitlerin, karides kas dokularında bulunan esansiyel amino asitlere oranı (aa/AA) ve esansiyel amino asit indeksi (EAAI)	73
Çizelge 5.9. Deneme yemleriyle 8 hafta boyunca beslenen <i>P. semisulcatus</i> bireylerinin kas doku yağ asidi kompozisyonları (%)	76
Çizelge 5.10. Sekiz hafta boyunca deneme yemleri ile beslenen karideslerde kuru madde, protein, lipit ve enerji sindirilebilirliği (%)	78
Çizelge 5.11. Farklı bağlayıcı maddeler ile formüle edilen yemlerin 1., 3., 5. ve 7. saatlerde gerçekleşen kuru madde ve protein kayıpları.....	83

Çizelge 5.12. Denemede kullanılan yem rasyonlarındaki tüm hammaddelerin ton/USD ve kg/USD (ABD doları) olarak fiyatları.....	90
Çizelge 5.13. Kontrol yeminde (BU) kullanılan hammaddelerin rasyondaki miktarları (oran ve kg olarak) ve USD (ABD doları) olarak oransal fiyatları	91
Çizelge 5.14. 10BU+TU (balık unu ve tavuk unu) yeminde kullanılan hammaddelerin rasyondaki miktarları (oran ve kg olarak) ve USD (ABD doları) olarak oransal fiyatları	92
Çizelge 5.15. 10BU+MİKS1 (%10 balık unu + soya küspesi, mısır glütenu, yer fıstığı ve fındık küspeleri) yeminde kullanılan hammaddelerin rasyondaki miktarları (oran ve kg olarak) ve USD (ABD doları) olarak oransal fiyatları	93
Çizelge 5.16. 10BU+MİKS2 (%10 balık unu + soya küspesi ve mısır glütenu) yeminde kullanılan hammaddelerin rasyondaki miktarları (oran ve kg olarak) ve USD (ABD doları) olarak oransal fiyatları	94
Çizelge 5.17. MİKS1 (soya küspesi, mısır glütenu, yer fıstığı ve fındık küspeleri) yeminde kullanılan hammaddelerin rasyondaki miktarları (oran ve kg olarak) ve USD (ABD doları) olarak oransal fiyatları	95
Çizelge 5.18. MİKS2 (soya küspesi ve mısır glütenu) yeminde kullanılan hammaddelerin rasyondaki miktarları (oran ve kg olarak) ve USD (ABD doları) olarak oransal fiyatları	96
Çizelge 5.19. TU+MİKS2 (soya küspesi ve mısır glütenu) yeminde kullanılan hammaddelerin rasyondaki miktarları (oran ve kg olarak) ve USD (ABD doları) olarak oransal fiyatları.....	97
Çizelge 5.20. Deneme yemlerinin rasyonlarında kullanılan her bir hammaddenin maliyeti (USD), her bir yemin kg maliyeti, kontrol yemine göre hesaplanan maliyet farkı (kg/USD ve % olarak), canlı ağırlık artışı için yem maliyeti (CAAM) ve bunun kontrole grubuna göre kıyaslaması (%).	98

ÖZET

YEŞİL KAPLAN KARİDESİ (*Penaeus semisulcatus* De Haan, 1844)'NİN YEMLERİNDE ALTERNATİF HAMMADDE KAYNAKLARI KULLANIMININ ARAŞTIRILMASI

Bu çalışmanın amacı doğal sularımızda bulunan yeşil kaplan karidesinin (*Penaeus semisulcatus*) beslenmesinde alternatif yerli hammadde kaynakları [tavuk unu (TU), soya unu (SYU), mısır glütenu (MGU), yer fıstığı (YFU) ve fındık küspesi (FKU)] kullanılarak ekonomik ve hidrostatilitesi yüksek karides yem formülasyonlarının geliştirilmesidir. Bu amaçla yedi farklı rasyon [BU, %10BU+TU, %10BU+MİKS1, %10BU+MİKS2, MİKS1(SYU+MGU+YFU+FKU), MİKS2 (SYU+MGU) ve TU+MİKS2] hazırlanmış ve sekiz haftalık besleme çalışmasının sonunda karideslerde büyüme, yem tüketimi ve sindirim performanslarının yanı sıra et dokuda temel besin bileşenleri, yağ asitleri ve aminoasit kompozisyonunda meydana gelen değişimler incelenmiştir. Ayrıca, bu çalışmada dokuz farklı bağlayıcı maddenin (sodyum bentonit, kalsiyum bentonit, sodyum alginat, karboksimetil selüloz, guar gam, pektin, kitozan, karregen ve sodyum hekzametafosfat) karides yemlerinin hidrostatilitesi üzerine etkileri de araştırılmıştır. Çalışma sonunda alternatif bitkisel protein kaynakları ilave edilen yemlerle beslenen grupların büyüme performansı değerleri kontrol (BU) grubu ile benzer bulunmuştur. SU+MGU karışımı (MİKS2) ve özellikle %10 BU+MİKS2 yemleri karideslerde yüksek yaşama oranı ve büyüme sağlamıştır ($P<0.05$). Kas doku EPA değerleri gruplar arasında %9.92 ile %10.54 arasında ($P<0.05$) ve DHA değerleri ise %13.78 ile %19.31 arasında ($P<0.05$) farklılıklar göstermiş olmakla birlikte, genel olarak HUFA'ların kas dokuda yüksek seviyelerde bulundukları tespit edilmiştir. MİKS1 yemleriyle beslenen gruplarda besin madde sindirilebilirliklerinin daha yüksek olduğu belirlenmiştir. *Penaeus semisulcatus* için BU'nun rasyonlardan çıkartılabileceği, ancak cezbedicilik ve besinsel denge açısından, yeme %10 seviyesinde eklenmesinin daha uygun olabileceği görülmüştür. BU yerine alternatif hammaddelerin kullanımı yem maliyetini %18.42-29.82 düzeyinde azalttığı belirlenmiştir. Çalışmada gerçekleştirilen hidrostatilite testlerinde, kuru madde/protein kayıpları ve ekonomik göstergeler açısından en başarılı bağlayıcılardan birisi olarak buğday glütenu ön plana çıkmıştır.

Anahtar kelimeler: Karides, Yem, Büyüme, Yem Maliyeti, Sindirilebilirlik, Hidrostatilite

ABSTRACT

INVESTIGATION ON THE USE OF ALTERNATIVE RAW MATERIAL RESOURCES IN THE FEED OF THE GREEN TIGER SHRIMP (*Penaeus semisulcatus* De Haan, 1844)

The aim of this study was to develop economically and water stable feeds using natural raw alternative protein sources [fish meal (FM), poultry by-product meal (PBM), soybean meal (SBM), corn gluten meal (CGM), peanut meal (PM) and hazelnut meal (HM)] in nutrition of the green tiger shrimp (*Penaeus semisulcatus*) inhabiting our natural waters. For this purpose, seven different feed rations [(10% FM+PM, 10% FM+MIX1, 10% FM+MIX2, MIX1 (SBM+CGM+PEM+HM), MIX2 (SBM+CGM) and PM+MIX2] were formulated and tested in an eight-week feeding study on shrimp growth, feed consumption and digestion performances, as well as changes on meat proximate, fatty acids and amino acids compositions. Additionally, the effects of nine different binders (sodium bentonite, calcium bentonite, sodium alginate, carboxymethyl cellulose, guar gum, pectin, chitosan, carrageenan and sodium hexametaphosphate) on the hydrostability of shrimp feed were also investigated. At the end of the study, growth performance values of groups fed on feed formulated with vegetable protein sources were found to be similar to the control group. MIX2 and especially 10% BU + MIX2 feeds provided high survival rate and growth in shrimps ($P<0.05$). Muscle tissue EPA levels varied between 9.92% and 10.54% ($P<0.05$) and DHA values between 13.78% and 19.31% ($P<0.05$), while generally HUFA were found to be high in muscle tissue. The MIX1 feed was found to have higher nutrient digestibility. It has been seen that FM can be removed from the formulations for *P. semisulcatus*, but it may be more appropriate to add it at 10% to ensure more palatability and nutritional balance. The use of alternative raw materials instead of FM decreased feed cost by 18.42-29.82%. In the hydrostability tests carried out, wheat gluten has emerged as one of the most successful binders in terms of dry matter/protein losses and economic indicators.

Keywords: Shrimp, Diet, Growth, Feed Cost, Digestibility, Hydrostability

TEŞEKKÜR

Bu tezin yürütülmesi ve doktora öğrenimim esnasında yönlendirici fikirleri ile bana daima yol gösteren saygıdeğer danışmanım Prof. Dr. Sedat KARAYÜCEL'e, tez ve akademik çalışmalarında her zaman desteğini yanımda hissettiğim, denemenin planlaması ve kurgulanmasında sonsuz katkılarda bulunan değerli hocam Prof. Dr. Metin KUMLU'ya, bilimsel anlamdaki tecrübe ve bilgilerini benimle paylaşan sayın Prof. Dr. Orhan Tufan EROLDOĞAN'a sonsuz teşekkürlerimi ve saygılarımı sunarım.

Denemenin başından sonuna kadar teknik bilgileri ile bana destek olan Yüksek Su Ürünleri Mühendisi Enes KINAY ve Su Ürünleri Mühendisi Ferhat ÖZYILMAZ'a, laboratuvar çalışmalarında bilgi ve tecrübesini paylaşmanın yanı sıra manevi yardımlarını esirgemeyen Arş. Gör. Dr. H. Asuman YILMAZ'a ve Arş. Gör. Ece EVLİAOĞLU'na, çalışmam süresince ve sonrasında hayata dair yaşadığım tüm zorlukların üstesinden gelebilmemde beni cesaretlendiren değerli dostum Dr. Asuman BEKSARI'ya teşekkürlerimi sunarım.

Öğrenim hayatım boyunca bana inanıp maddi ve manevi beni destekleyen, kıymetini hayatımın her alanında derinden hissettiğim canım aileme sonsuz teşekkürü bir borç bilirim.

Bu tez çalışması TÜBİTAK tarafından 215O006 proje kodlu ve 'Türkiye İçin Ekonomik ve Sürdürülebilir Bir Karides Üretim Modeli Geliştirilmesi' isimli proje kapsamında desteklenmiştir.

1. GİRİŞ

Su ürünleri yetiştiriciliği, dünyada en hızlı büyüyen gıda sektörlerinden biridir. Su ürünleri üretimi içinde önemli bir yer tutan karides yetiştiriciliği; hızlı büyüme, kültür süresinin kısa olması ve artan pazar talebinden dolayı dünya çapında hızla yayılmaktadır. Dünya karides üretimi 2015 yılında yaklaşık 7.5 milyon ton olarak kaydedilmiş olup üretimin %53.7'si yetiştiricilik yoluyla elde edilmiştir (GOAL, 2017). Dünya tarım örgütü (FAO) verilerine göre 2016 yılında yetiştiricilik yoluyla elde edilen karides üretimi tatlı su da dâhil olmak üzere 5.18 milyon ton olarak gerçekleşmiştir. 2017 yılı resmi rakamları yayınlanmamış olsa da, FAO tarafından yapılan piyasa araştırmalarında 2017'de gerçekleşen üretimin bir önceki yıla göre yaklaşık %6 oranında artış göstereceği tahmin edilmektedir (Globefish, 2018). Yetiştiricilikle elde edilen karides üretiminin 2016 yılı toplam ihracat değeri 32 milyon dolar olup bu rakamların gelecek yıllarda üretime paralel olarak artış göstereceği tahmin edilmektedir (FAO, 2016; Globefish, 2018). Karides yetiştiriciliği dünya çapında çok önemli bir yere sahip olmasına rağmen yüksek yem maliyetleri başta olmak üzere birçok zorlukla karşı karşıyadır. Karideslerin beslenmesi, bir karides çiftliğinin karlı olması ve üretimde sürdürülebilirliğin sağlanması için son derece önemlidir. Karides yetiştiriciliğinde yem maliyeti toplam üretim maliyetinin %40-60'ını oluşturmakta olup, bu alanda besinsel kaliteden önemli ödünler vermeden, daha ekonomik hammaddeler ile düşük maliyetli yemler üretilmesi ticari ölçekte büyük bir anlam ifade etmektedir (Hertrampf ve Piedad-Pascual, 2000). Bu nedenle karideslerin minimum maliyetler ile besin gereksinimlerinin karşılanması üzerine çalışmaların yapılması oldukça önemlidir.

Karides üretimi için hazırlanan ticari yemlerde en yaygın kullanılan protein kaynağı balık unudur ve yemlerde bulunan en pahalı besin hammaddesidir (Tacon ve Metian, 2008; Oujifard ve ark., 2012). Balık unu, uygun amino asit profili, yüksek oranda doymamış yağ asitleri içeriği, lezzeti ve anti besinsel faktörlerinin olmaması nedeniyle karides beslenmesi için en iyi ve en temel protein kaynağı olarak kabul edilmektedir (Samocha ve ark., 2004; Boonyaratpalin, 2015). Balık unu bugün olduğu gibi gelecekte de balık ve karideslerin yemlerinde önemini koruyacaktır. Ancak balık unu temininde sürdürülebilirliğin sınırlı olması konusunda yaşanan endişeler, küresel pazardaki değer ve fiyat artışı bu hammaddenin daha verimli kullanılmasını ve alternatif hayvansal protein kaynaklarının araştırılmasını teşvik etmektedir (Qiu ve Davis, 2016) Ticari karides kültürü dünya çapında artış gösteren ekonomik bir aktivite haline geldikçe, yemlerde kullanılan balık unu yerine daha ekonomik ve besleyici protein kaynaklarının kullanımı kayda değer bir maliyet tasarrufu sağladığı için, düşük maliyetli protein kaynaklarına olan talep de artmaya devam etmektedir. Bu nedenle, balık ununun yerini alabilecek

alternatif yem katkı maddelerinin belirlenmesi ve geliştirilmesi uluslararası bir araştırma önceliği olarak kabul edilmektedir (Qiu ve ark., 2017).

Literatürdeki çalışmalara bakıldığında, karides yemlerinde balık unu yerine kullanılabilecek alternatif protein kaynakları bir çok araştırmacı için önemli bir odak noktası olmuştur. Başta soya unu (Lim ve Dominy, 1990; 1992; Davis ve ark., 2004) olmak üzere; pamuk tohumu (Lim 1996), kanola unu (Lim ve ark. 1997b), bezelye unu (Davis ve ark. 2002; Martinez-Rocha ve ark. 2012), arpa bazlı fermente edilmiş taneler (Molina-Poveda ve Morales, 2004), bitki ve kümes hayvanları yan ürünleri karışımı (Amaya ve ark., 2007a, b), algler (Hanel ve ark., 2007; Ju ve ark., 2009), soya, kanola ve mısır içerikli bitkisel protein karışımları (Suarez ve ark., 2009; Sookying ve Davis, 2011), et-kümes hayvanları, kan ve mısır gluteni unu karışımı (Ye ve ark., 2011), soya protein konsantresi (Bauer ve ark., 2012; Sa ve ark., 2012), pirinç protein konsantresi (Oujifard ve ark., 2012) ve lupin unu (Molina-Poveda ve ark., 2013) gibi pek çok alternatif protein kaynağı üzerine araştırmalar yürütülmüştür.

Dünya karides üretiminde en yüksek üretim hacmine sahip, uzunca yıllar ıslah edilmiş, hızlı büyüyen ve hastalıklara dirençli (spesifik pathogen-free; SPF) varyeteleri geliştirilmiş olan *Litopenaeus vannamei* sinonimi *Penaeus vannamei* olarak bilinen Pasifik beyaz karidesi yetiştiriciliği yapılmakta olan en önemli karides türüdür. 2016 yılı yetiştiricilik yoluyla elde edilen ürünlerin %80.22 *L. vannamei*, %13.53 *Penaeus monodon* ve %6.47 diğer türlerden elde edilmiştir. Bu oran yaklaşık olarak 4.16 milyon ton olarak belirlenmiş olup üretim hacminin gelecek yıllarda artacağı tahmin edilmektedir (FAO, 2016; GOAL, 2017). Bu üretim hacmine paralel olarak üretimde devamlılık, ekonomik istikrar ve çevresel sürdürülebilirliğin sağlanması için, yemlerde balık unu kaynaklı hammaddelerin kullanımının azaltılması ve daha ekonomik alternatif protein kaynaklarının kullanımı üzerine yapılan çalışmalar *L. vannamei* türü üzerinde yoğunlaşmıştır. Pasifik beyaz karidesinin yurtdışında üretilen yemleri (büyütme için) %35-38 aralığında protein ve %6-9 arasında lipid içermektedir. Yapılan çalışmalar bu yemlerde balık unu (ki en pahalı protein hammadde kaynağıdır) miktarının ciddi oranlarda azaltılması ve bazı bitkisel/hayvansal protein kaynaklarıyla %100'e kadar ikame edilebilmesi birim yem fiyatlarının belirgin bir şekilde düşmesine neden olmuş, balık unu yerine kullanılan ürünlerin karideslerin büyüme ve sağlık durumunu etkilemeksizin kullanılabilir olduğunu göstermiştir (Olmos ve ark., 2011, Cruz-Suárez ve ark., 2007; Terrazas-Fierro ve ark., 2010; Liu ve ark., 2012; Oujifard ve ark., 2012).

Karides yemlerinde balık unu yerine kullanılabilecek hammaddelerin başında bitkisel protein kaynakları gelmektedir. Bitkisel protein kaynakları kabul edilebilir bir protein seviyesi, uygun amino

asit içeriği, düşük maliyet ve daha standart bir kaliteye sahip olmaları sebebiyle karides besleme çalışmalarında araştırma konusu olmuştur. Karasal bitkisel protein kaynaklarından soya unu karides yemlerinde alternatif protein kaynağı olarak kabul edilmektedir (Davis ve Arnold 2000; Samocha ve ark., 2004; Amaya ve ark., 2007a,b; Roy ve ark., 2009; Qiu ve Davis, 2016; Xie ve ark., 2016; Qiu ve ark., 2017). Suarez ve ark. (2009) %70 soya ve %30 kanola ile *L. vannamei* yemlerinde balık unu miktarını %30'dan %6 düzeyine kadar düşürebildiklerini (kuru ağırlık üzerinden) ve yemlerde balık unu kullanımını %80 oranında azaltılabileceğini bildirmişlerdir. Markey ve ark. (2010) *L. vannamei* üzerine yaptıkları bir çalışmada yemlerdeki soya ununun herhangi bir olumsuzluk yaratmadan %58 oranında büyütme yemlerinde kullanılabildiği göstermiştir. Soya unun yanı sıra diğer bitkisel protein kaynaklarından mısır glütenu, pamuk tohumu unu, yarfıstığı unu, kanola unu, fermentasyon atık ürünleri ve diğer bazı bakliyatların veya hayvansal protein kaynaklarının (örneğin tavuk unu) karides yemlerinde değerlendirildiği bilinmektedir (Li ve ark., 2000; Sookying ve Davis, 2011; Molina-Poveda ve ark., 2015). Cheng ve ark. (2002) *P. vannamei* yemlerinde kullanılan balık ununun %66.7'sinin, Chi ve ark. (2009) %70'inin, Cruz-Suarez ve ark. (2007) ise %80'ninin tavuk unu ile değiştirilebileceğini ve bunun karideslerde büyüme performansında önemli bir sorun yaratmadığını bildirmişlerdir. Hatta, bu karides türü için Markey ve ark. (2010), tavuk ununun da yerine, rahatlıkla sadece bitkisel protein kaynaklarından mısır glütenu ve soyanın da başarıyla kullanılabileceğini kanıtlamıştır. Patnaik ve ark. (2006), bitkisel protein kaynakları ve karasal orijinli organizmalardan elde edilen yağ kaynakları kullanarak karides yemlerinde balık ununun tamamen kaldırabileceğini belirtmişlerdir. Bu araştırmacılar soya ile birlikte ekstrüde edilmiş tavuk unu kullanarak *L. vannamei* için esansiyel aminoasit ihtiyaçlarının karşılanabileceğini, alglerden elde edilen yağ ile de balık yağının tamamen ikame edilebileceğini kanıtlamışlardır. Garza de Yta ve ark. (2012), kırmızı kısıkaçlı kerevitlerde (*Cherax quadricarinatus*) %25 soya unu ile %10 tavuk atığı ununun iyi bir büyüme, yaşama oranı ve yem değerlendirme oranı sağladığını bildirmişlerdir.

Karidesler için uygun maliyetli yem formülasyonlarının kullanımı, yem maliyetlerini azaltarak kar marjlarını iyileştirmek için kritik öneme sahiptir. Bunun yanı sıra uygun yem içeriklerinin seçilmesi, sadece maliyet azaltmayı değil aynı zamanda yemin besin kalitesini arttırmayı ve hızla büyüyen karideslerin tüm besin gereksinimlerini karşılamayı hedeflemelidir. Bu nedenle, beslenme ve besin katkı maddelerinin sindirilebilirlik verileri, hazırlanan yemlerin besleyici değerlerini ve maliyetini optimize etmek için çok önemlidir (Glencross ve ark., 2007, Smith ve ark., 2004). Görünür sindirilebilirlik katsayıları, tasarlanan yemin içerdiği besin maddelerinin kullanımına dair tahminler sağlamak ve yem formülasyonlarını optimize etmek için yaygın olarak kullanılmaktadır (Yang ve ark.,

2009). Karides besleme çalışmalarında en çok araştırılan protein kaynaklarından olan soya ununun sindirilebilirliği özellikle ticari önemi yüksek Pasifik beyaz karidesinde yoğun şekilde çalışılmıştır (Akiyama, 1989; Samocha ve ark., 2004; Cruz-Suárez ve ark., 2007; Yang ve ark., 2015; Zhou ve ark., 2015). Karides besleme alanında besin sindirilebilirliği ile ilgili bir çok çalışma yapılmış olmasına rağmen, yeni kullanılan hammaddelerin ve hazırlanan yem formülasyonlarının sindirilebilirlik katsayıları formülasyonların uygunluğunu test etmek amacıyla vazgeçilmez bir parametre olarak çalışmalara dahil edilmektedir (Akiyama ve ark., 1989; Brunson ve ark., 1997; Cruz-Suárez ve ark., 2009; Terrazas-Fierro ve ark., 2010; Yang ve ark., 2009; Nieto López ve ark., 2011; De Carvalho ve ark., 2016).

Karides beslemede kullanılacak yemlerde türe uygunluk, besinsel içerik, sindirilebilirlik, lezzet ve maliyet gibi özelliklerin yanı sıra pelet özellikleri de yemin kalitesini etkileyen unsurlardan biridir (Hardy ve Barrows, 2003). Yemlerin gerçek besin değerleri sadece besin miktarına değil pelet özelliklerine de bağlıdır (Argüello-Guevara ve Molina-Poveda, 2012). Küçük parçacıklara ayrılan ve besin maddeleri salınım hızı yüksek olan peletler, su kalitesinin düşmesine, canlıda zayıf büyümeye, yem çevirim ve yaşama oranında düşmeye neden olabilir (Obaldo ve ark., 2002). Bu nedenle yemlerin fiziksel bütünlüğünü muhafaza etmek ve su içine sızan besin maddelerinin miktarını azaltmak özellikle karides gibi yavaş beslenme özelliği gösteren bentik türlerde oldukça önemlidir. Tüketimden önce bir saatten uzun bir süre suda kalan pelletlerde serbest vitaminler ve mineraller gibi suda çözünen besin maddelerinin ve bazı amino asitlerin çözünmediği ve peletlerin besin değerini azaltan daha küçük parçacıklara ayrıldığı bildirilmiştir (Argüello-Guevara ve Molina-Poveda, 2012). Pelet stabilitesi tüketim öncesi su ile temas sırasında minimum parçalanma ve besin özütleme ile fiziksel pelet bütünlüğünün muhafaza edilmesi olarak tanımlanır (Obaldo ve ark., 2002). Fiziksel pelet bütünlüğünü sağlayan faktörlerden biri yemde kullanılan bağlayıcılardır ve bu bağlayıcı maddeler besinlerin biyolojik kullanılabilirliği üzerinde güçlü bir etkiye sahiptir. Balık yemlerinden farklı olarak, beslenme özellikleri nedeniyle, karides yemlerinin özellikle suda en az 3-4 saat süreyle bütünlüklerini korumaları ve bunun için de uygun bağlayıcı maddelerin yem formülasyonlarında kullanılması gerekmektedir (Argüello-Guevara ve Molina-Poveda, 2012).

Ülkemizde karidesler henüz yetiştiriciliğe aday (yeni/alternatif) türler kapsamında olduğu için, bu canlıların yetiştiriciliğinde kullanılmak üzere ulusal bazda ticari yem üretiminin yapıldığına ilişkin bir bilgi mevcut değildir. Alternatif türler için ülkemizde yürütülmeye çalışılan Ar-Ge çalışmaları esnasında bile zaman zaman istenen özellikte deneme yemleri temin etmek zor olmaktadır. Ülkemizde karides yetiştiriciliğinin geliştirilebilmesi ve sürdürülebilir bir sektör haline dönüştürülebilmesi için birkaç

sorunun çözümüne ihtiyaç bulunmaktadır. Bunlardan özellikle düşük maliyetli ve hidrostabilitesi yüksek yapay yemlerin üretilmesi, bu yemlerin büyüme ve yem tüketim performansları üzerine etkilerinin incelenmesi önemlidir. Ayrıca üretimin ekonomik analizinin yapılması yapılması gereklilik arz etmektedir.

Bugüne kadar yeşil kaplan karidesinin (*Penaeus semisulcatus* De Haan, 1884) besinsel ihtiyaçlarının belirlenmesine yönelik son derece sınırlı sayıda araştırma yürütülmüş ve türe özgü herhangi bir yem formülasyonu henüz geliştirilmemiştir (Ölçülü ve Kumlu, 2010). Yukarıda verilen bilgiler ışığında, tasarlanan bu doktora tez çalışması ülkemizde yetiştiriciliğe aday (yeni/alternatif) türler kapsamında olan karideslerden yeşil kaplan karidesi için ekonomik ve hidrostabilitesi yüksek yem formülasyonları geliştirmek amacıyla, yemlerde balık unu yerine alternatif hayvansal protein kaynağı olarak tavuk unu (TU) ve bitkisel kaynaklar olarak da soya unu (SYU), fındık küspesi unu (FKU) ve yerfıstığı küspesi unu (YKU) ile mısır glütini (MGU) değerlendirilmiştir. Çalışmada üretilen yemlerin iki ay süreyle, karideslerin besin kompozisyonu, büyüme, yaşama oranı, yem tüketim ve değerlendirme, sindirim gibi üretim verimliliğine etki edebilecek fizyolojik parametreler araştırılmıştır. Tezde ayrıca dokuz adet farklı bağlayıcı madde kullanılarak hazırlanan yemlerin pelet kalitesinin değerlendirilmesi için hidrostabilite testleri gerçekleştirilmiştir. Çalışmada kullanılan deneme yemlerinin ekonomik analizleri yapılarak *Penaeus semisulcatus* için en ekonomik ve verimli yem formülasyonu belirlenmeye çalışılmıştır.

2. GENEL BİLGİLER

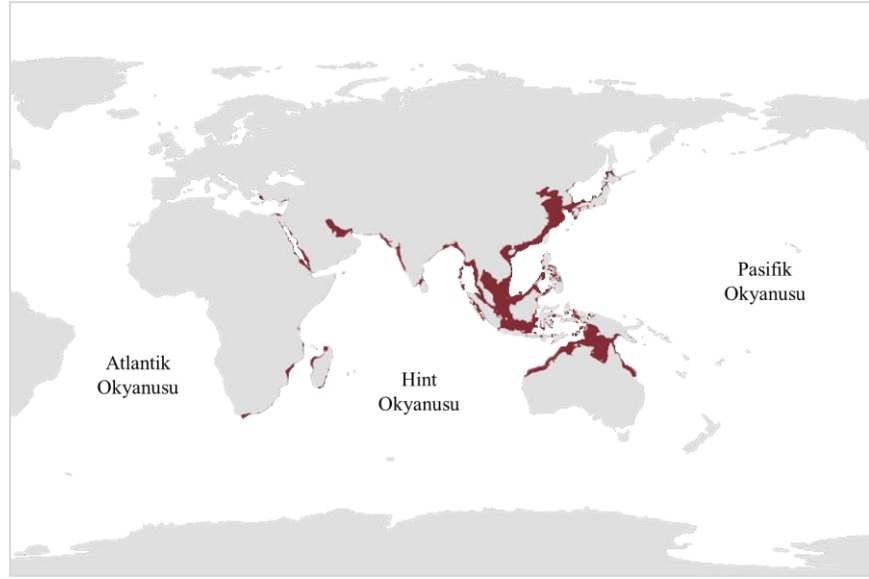
2.1. Yeşil Kaplan Karidesi *Penaeus semisulcatus* De Haan, 1884

2.1.1. Taksonomisi ve Dağılımı

Yeşil kaplan karidesi taksonomik olarak Dekapoda takımının Penaeidae familyasında yer alır ve bu familyaya ait karides türleri genel olarak penaeid karidesler olarak ifade edilir.

Alem (Kingdom)	: Animalia
Filum (Phylum):	: Arthropoda
Sınıf (Class):	: Crustacea
Alt Sınıf (Subclass):	: Malacostraca
Takım (Order):	: Decapoda
Alttakım (Suborder):	: Natantia
Bölüm (Section):	: Penaeidea
Familya (Family):	: Penaeidae
Cins (Genus):	: Penaeus
Tür (Species):	: <i>Penaeus semisulcatus</i> (De Haan, 1884)

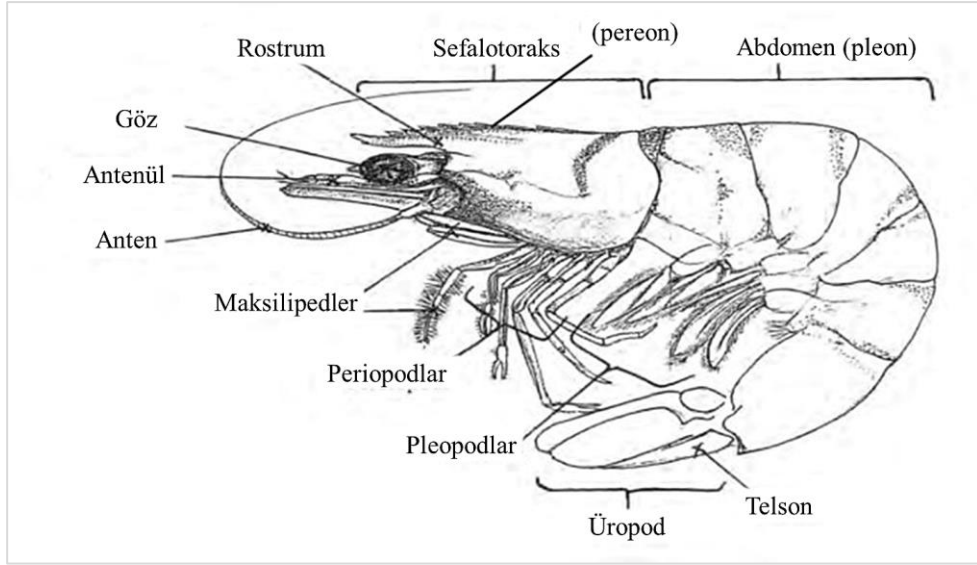
İndo-Pasifik bir tür olan *Penaeus semisulcatus* Hint Okyanusu'na kıyısı olan tüm ülkelerde (Avusturalya, Filipinler, Endonezya, Japonya, Çin ve Kore'ye kadar) bulunur. Geniş bir dağılım alanına sahip olan bu karides türü 36 ülkede endemik, yerel ve egzotik olarak bulunmaktadır. Süveyş kanalı ile ülkemizin Akdeniz sularına giren bu tür İsrail, Mısır, Kıbrıs ve Ülkemizin Doğu Akdeniz kıyılarına yerleşmiştir (Holthuis, 1980).



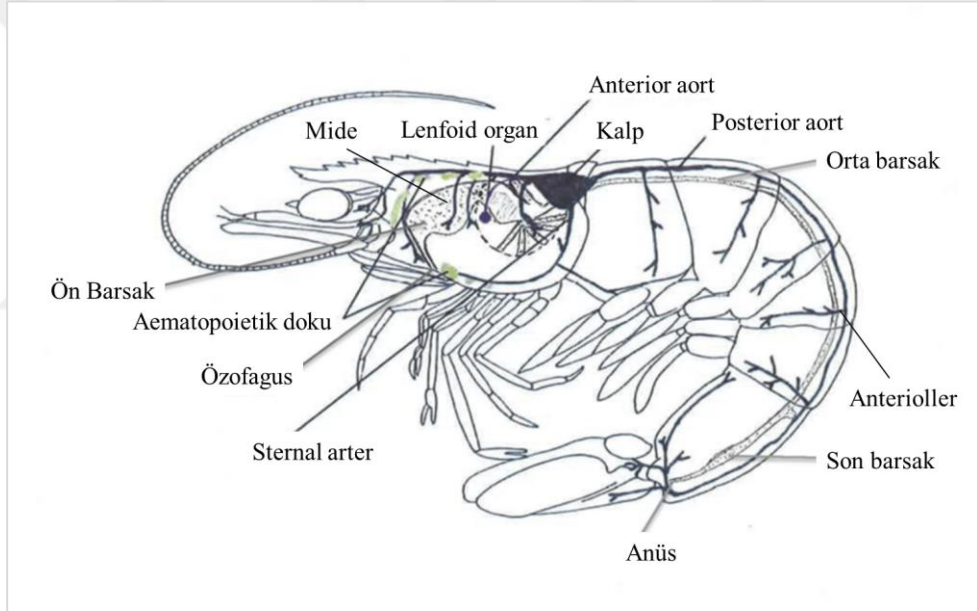
Şekil 2.1. *P. semisulcatus* türünün İndo- Pasifik ve Akdeniz’deki dağılımı (Anonymous, 2018)

2.1.2. Morfolojisi

Penaeid karideslerin ergin bireylerinde vücut, sefalotoraks ve abdomen olmak üzere iki bölümden oluşur. Sefalotoraksın ön kısmında rostrum denilen bir uzantı ve bu uzantının dorsal ve ventral kenarlarında türe göre değişiklik gösteren çıkıntılar bulunur. Baş ve 8 göğüs segmentinin bir araya gelmesi ile toplamda 13 segmentten oluşan sefalotoraks üstten kaparaks adı verilen bir kabuk ile örtülüdür. Sefalotoraksın baş kısmını oluşturan segmentler sırasıyla I. antenler (antenül), II. antenler, güçlü çene yapısına sahip olan bir ağız (mandibül), I. ve II. maksillerdir. Göğüs segmentleri ise I., II. ve III. maksilipedler ve beş çift yürüme bacağı (pereopod) uzantılarından oluşur. Penaeid karideslerin yürüme bacaklarının ilk üçü kısaçlıdır ve bunlar yürüme işlevinin yanı sıra karideslerin besinlerini yakalamalarına yardımcı olur. Son iki bacak kısaçsızdır ve yalnızca yürüme işlevinde kullanılır. Altı segmentten oluşan abdomenin (karın) ilk beş segmentinde birer çift yüzme bacağı (pleopod) bulunur (Şekil 2.2). Altıncı segment, gerçek bir segment olmayan ve kuyruk yüzgeci olarak da tanımlanan telson ve etrafında üropodlar ile son bulur (Dall ve ark., 1990; Kumlu, 2001a) Solungaç, kalp, hepatopankreas, anten bezi, lenfoid organlar ve mide gibi birçok organ sefalotoraksta bulunurken (Şekil 2.3), sadece bağırsak ve üreme organları abdomende yer alır (Bailey-Brock ve Moss, 1992).



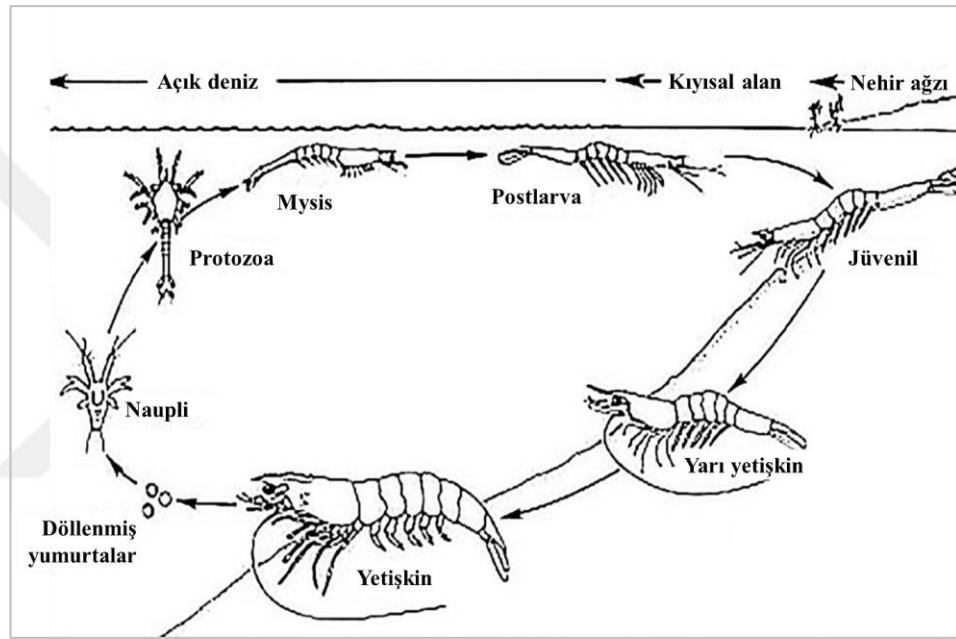
Şekil 2.2 Penaeid karideslerin dış anatomisinin lateral görünümü (Corteel, 2013)



Şekil 2.3. Penaeid karideslerin iç anatomisinin lateral görünümü (Corteel, 2013)

2.1.3. Biyoloji ve Ekolojisi

Ülkemizde bulunan penaid karideslerden yeşil kaplan karidesi erkeklerde maksimum total 180 mm boya, dişilerde maksimum 228 mm boya ulaştığı, 130 m derinliğe kadar tabanı çamurlu ya da kumlu bölgelerde bulunduğu bilinmektedir (Holthuis, 1980). Yetişkin penaid karidesler yaşamak ve yumurtlamak için açık denizleri (yaklaşık 72 m derinlikte) tercih ederken, larvalar, yavru (juvenile), genç (adolescent) ve yarı yetişkin dönemlerini (sub-adult) kıyısız kaynaklar ile beslenen kıyı bölgeleri, lagünler ve denizin etkisi altındaki mangrov ormanları gibi besin bakımından zengin alanlarda geçirirler (Şekil 2.4., Bailey-Brock ve Moss, 1992).



Şekil 2.4. Penaid karideslerin tipik yaşam döngüsü (Bailey-Brock ve Moss, 1992)

Türden türe değişmekle birlikte, genel olarak penaid karidesler erkek bireylerde >20 g, dişi bireyler ise >30 g ulaştığında ve yaklaşık 6-7 aylıkken iken üremeye hazır hale gelirler. Çiftleşme ve yumurtlama tipik olarak gece boyunca meydana gelir. İri türler, bir yumurtlamada dişi başına yaklaşık 0.2-1 milyon yumurta verebilirler. Yeşil kaplan karidesi 30-45 g ağırlığında, yaklaşık 0.22 mm çapında 100.000-250.000 yumurta üretir (Aktaş ve ark., 2003). Larva çıkışı, yumurtlama ve döllenmeden yaklaşık 16 saat sonra gerçekleşir. Larval aşamanın ilk zamanları (nauplii) fototaksi ile hareket ederler ve bu aşamada beslenmez ve yolk (yumurta sarısı) rezervlerini kullanırlar. Bir sonraki larva aşamaları (sırasıyla, protozoa, mysis ve postlarva) hala planktonik (fitoplanktonik ve zooplanktonik) tüketicilerdir ve gelgit akımları ile kıyıya doğru taşınırlar. Postlarvalar (PL) planktonik alışkanlıklarını PL'ye döndükten yaklaşık 5-7 gün sonra değiştirir, aktif olarak kıyısız alanlara göçmeye devam

ederler bu süreçte bentik detritus, solucan, çift kabuklu ve kabuklu hayvanlarda beslenmeye başlarlar. Yaklaşık 4 ay içinde, genç karidesler kıydan yeniden açık denizlere doğru, yani yumurtlama alanlarına göç ettiğinde cinsel olgunluğa geçmeye başlarlar (Briggs ve ark., 2004). Larva dönemleri nauplius (6 safha/2gün), protozoa (3 safha/5 gün), mysis (3 safha/4-5 gün) ve nauplius aşamasından sonra yaklaşık 10-12 gün sonra postlarva olarak kategorize edilir. Postlarvalar 6 gün pelajikte kaldıktan sonra (PL6), PL7 aşamasında bentikte bulunmaya başlarlar. Juvenilden yarı yetişkin (sub-adult) aşamaya geçiş 135-255 gün sürer (Bailey-Brock ve Moss, 1992; Kumlu, 2001a).

2.2. Temel Besin Gereksinimleri

Karidesler tüm canlılar gibi proteinler (amino asitler), lipitler (yağ asitleri), enerji kaynakları (karbonhidratlar), vitaminler, mineraller, oksijen ve suya gereksinim duyarlar. Karides yetiştiriciliğinde kabul edilebilir oksijen ve su gereksinimi birçok üretici tarafından kolayca anlaşılabilirken, besin gereksiniminin karşılanması ve beslenme programı dizaynı daha karmaşık bir iştir. Fiziksel ve biyolojik faktörlerin çeşitliliğinden dolayı karideslerin gerçek besin gereksinimlerini ve üretim koşulları altındaki yem girişlerini karşılamak için gerekli verileri elde etmek kolay değildir. Karideslerin kültür koşulları altındaki besin gereksinimlerinin karşılanması; büyüme oranı, yem tüketimi, besin yoğunluğu ve etkileşimi, hayvan fizyolojisi ve çeşitli çevresel faktörlerden etkilendiği için çok yönlü olarak değerlendirilmesi gereken bir konudur. Kültür koşullarında uygun besin girdilerini anlamak için öncelikle çeşitli besin maddelerinin ve işlevlerinin iyi anlaşılması gerekmektedir.

2.2.1. Enerji

Karidesler tüm canlılar gibi büyümeden önce yaşamsal faaliyetlerini sürdürebilmek için enerjiye ihtiyaç duyarlar ve enerji kaynakları olarak protein, karbonhidrat ve lipitleri kullanırlar. Yeterli miktarda enerji alımı hayatta kalma ve büyüme için kritik öneme sahiptir. Eğer karideslerin ihtiyaç duyduğu optimum enerji miktarı protein dışı kaynaklar olan karbonhidrat ve lipitlerle sağlanamazsa, bu durumda proteinin bir kısmı enerji amaçlı olarak kullanılabilir ve bu durum karideslerde büyüme performansının düşmesi ile sonuçlanabilir (Lim, 1998).

Karideslerin farklı boyutlardaki enerji gereksinimleri hakkında nispeten az şey bilinmektedir. Ancak günümüzde üretilen ticari yem formülasyonları, protein gereksinimlerini karşılamak ve uygun pelet stabilitesini sağlamak için yeterli seviyelerde karbonhidrat içerecek şekilde düzenlendiğinden, bu yemlerin enerji seviyesinin düşük olması olası değildir (Davis, 2005). Karides yemlerinde kullanılan

protein kaynakları enerji gereksinimini karşılamak için oldukça pahalı bir bileşendir. Bu nedenle yem uzmanları yemlere protein dışı enerji kaynaklarından karbonhidrat ve lipitlerin yeterli miktarda ekleyerek proteinlerin enerji amaçlı kullanımını sınırlandırır (Lim, 1998). Bu durum mısır, buğday ve sorgum (süpürge darısı) gibi karbonhidrat kaynakları ile balık yağı ve soya yağı gibi yağ kaynaklarının karides yemlerinde kullanılmasının başlıca nedenlerinden biridir. Karbonhidratlar karides yemlerinde kullanılan en ekonomik enerji kaynaklarıdır. Bu kaynakların karidesler tarafından kullanımı karbonhidratın yapısı ve işleme prosedürüne bağlı olarak değişkenlik gösterir. Bu farklılıklar, değişik koşullar altında işlenen tipik karbonhidrat kaynaklarının sindirilebilir enerji değerleri ile *L. vannamei*'de rapor edilmiştir. Buna göre, *L. vannamei* için sindirilebilir enerji değerlerinin tam buğday ununda 3.57-3.86 kcal/kg, mısır ununda 3.04-3.92 kcal/kg, pirinç ununda 3.09-4.17 kcal/kg ve milo/sorghum 2.82-3.79 kcal/kg olduğu görülmüştür (Davis, 2005). Bu değerler, karbonhidrat ve proteinlerin enerjisinin yaklaşık iki katı kadar enerjiye sahip olan lipitlerden önemli ölçüde daha düşük olmasına rağmen, enerji birimi başına düşen maliyet bakımından daha ekonomik olduğu bildirilmiştir. Ayrıca, karbonhidratlar pelet hidrostatikitesini artırarak yemlerin suda daha dayanıklı olmalarını da sağlar (Davis, 2005).

2.2.2. Protein

Proteinler ve proteinlerin yapıtaşları olan amino asitler, tüm canlı organizmaların temel bileşenleri olan organik bileşiklerdir. Çok sayıda yapısal ve metabolik fonksiyona sahip olan proteinlerin bir çoğu moleküllerin hücreler yoluyla giriş ve çıkışına izin veren bir takım biyokimyasal reaksiyonları veya taşıyıcıları katalize eder. Bazı proteinler hücreler arası iletişimde ve organizmanın bağışıklık yanıtları gibi önemli görevlerde rol alır (Buxbaum, 2007). Proteinler vücutta kaslar, kabuklar, organlar, tendonlar ve bağlar da dahil olmak üzere her tür hücrenin fonksiyonunda yer alan önemli bir bileşendir. Protein birikimi canlı ağırlık (biyokütle) kazancının ana belirleyicisi olarak görünmektedir (Dumas ve ark., 2007). Karideslerin normal metabolik faaliyetlerini sürdürme, hayatta kalma ve büyümeleri için gerekli esansiyel amino asit kaynağını tükettikleri protein kaynaklarından sağlamak durumundadır. Büyüme, temelde yumuşak ve sert dokuların oluşumu olarak tanımlanıyor olsa da, ticari perspektifte, öncelikle canlı ağırlığın bir ifadesi olarak düşünülür. Eğer yeterli protein kaynağı diyetle sağlanmazsa, hızlı bir şekilde büyümede gerileme ve kilo kaybı gerçekleşir, çünkü karidesler daha hayati dokuların işlevini sürdürmek için bazı dokulardan protein çekebilir. Fazla protein temininde ise, alınan protein enerji kaynağı olarak kullanılır. Proteinler genellikle yüksek sindirilebilirliğe sahip enerji kaynaklarıdır. Bununla birlikte, enerji kaynakları olarak pahalı makro-taşıyıcı maddelerin kullanılması genellikle yem formülasyonları için ekonomik bir yaklaşım olarak kabul edilmez. Sonuç olarak, uygun maliyetli

üretim için yemde enerji : protein oranının korunması gerekir. Karides, ille de balık unu gibi belirli bir protein türüne ihtiyaç duymaz, fakat hayvanın enerjisini ve diğer metabolik ihtiyaçlarını karşılamada spesifik olmayan nitrojen kaynağı (gerekli olmayan ‘dispensable’ amino asitler) ve esansiyel amino asitlere gereksinimleri vardır (Davis, 2005; NRC, 2011).

Karideslerde protein gereksinimi türe, karides boyutlarına, protein kaynağına ve kalitesine, yem enerji düzeyine, peletin fiziksel kalitesine ve besleme yönetimine bağlı olarak %30-60 arasında değişiklik gösterir (Lim ve Akiyama, 1995; 1998). Karideslerin kültür koşullarında yemde bulunması gereken kabul edilebilir minimum protein miktarları *Penaeus japonicus* için %50-55, *Penaeus monodon* için %40-46 ve *L. vannamei* için ise %30-60 arasında değişmektedir (Teshima ve Kanazawa, 1984; Cousin ve ark., 1993). Bununla birlikte, esansiyel amino asitler için kantitatif seviyeler tam olarak tanımlanmamıştır. Karideslerin büyüme oranı veya büyüklükleri protein gereksinimlerini birinci derecede etkileyen iki temel unsurdur. Genel olarak genç bireylerin büyüme hızı fazla olduğu için daha yavaş oranda büyüyen büyük karideslere göre günlük protein gereksinimi fazladır. Bu doğrultuda, karideslerin büyümesini destekleme hedefi dışında kullanılan bakım diyetlerinde, semirtme aşamasında kullanılan ve hızlı büyümeyi destekleyen diyetlere göre daha az protein gereklidir. Yemde kullanılan proteinin kalitesi de önemlidir. Aynı miktarda büyümeyi elde edebilmek için esansiyel amino asit seviyesi yetersiz veya düşük sindirilebilirliğe sahip proteinlerin yüksek kalitedeki proteinlere göre yemlerde daha yüksek miktarlarda kullanılması gerekir. Kullanılan diyetlerde sindirilebilirlik düşük ise, karidesler ihtiyaç duydukları proteini temin edemezler, bunun yanı sıra esansiyel amino asitlerden biri kısıtlayıcı bir seviyede ise, bu durumda da karides dokularında yeterli miktarda protein oluşumu gerçekleşmeyebilir. Protein gereksiniminin belirlenmesinde sıklıkla gözden kaçırılan bir diğer faktör ise beslenme oranıdır. Davis (2005) %30 proteine sahip bir yem ile beslenen karideslerde beklenen günlük yem alımı miktarının %100, diğer yandan %40 protein içeren diğer bir yem ile beslenen karideslerde ise bu yem alım miktarının %75 olduğunu ve her iki grupta da eşit günlük protein alım sayesinde büyümenin benzer çıktığını bildirmiştir. Dolayısıyla, protein gereksinimleri, düşük proteinli bir yemin daha büyük miktarlarda kullanımı ile karşılanabilirken, bir çok durumda yüksek kaliteli yemin doğru şekilde uygulanması, nakliye ve yem üretim maliyetlerinin azalmasına ve bu sayede maliyet bakımından daha uygun olabilmesine imkân verebilir.

2.2.3. Lipit

Lipitler, konsantre enerji kaynağı olmasının yanı sıra, eikozapentaenoik asit (EPA) ve dokozahekzaenoik asit (DHA) gibi büyümede etkin rol oynayan esansiyel yağ asitlerini sağlaması

nedeniyle karides yemlerinin önemli bir bileşenidir. Lipitler hücre zarlarına akışkan özellik veren ve yağda çözünen A, D, E ve K vitaminlerinin emilmesi için bir araç olarak hizmet eden yapısal bileşenlerdir. Hücre zarının yapısında bulunan fosfolipid ve glikolipidler hücrelerin osmoregülasyon kapasitesini etkileyebilir (Tseng ve Hwang, 2008). Lipitler ayrıca, olgunlaşmayı, kabuk değişimini ve büyümeyi destekleyen hormonlar olan prostaglandinler, tromboksanlar ve prostasiklinler gibi metabolik düzenleyiciler için öncül (prekürsör) olarak da görev yaparlar. Karides beslemede kullanılan lipitler, her ne kadar besinsel olarak önemli olsalar da, yemlerde kullanılan lipit düzeyleri ve tipleri, lipit kaynakların ekonomikliliğine, işleme prosedüründeki sınırlayıcı etkilere ve ürün kalitesine göre seçilir. Ticari karides yemlerinde bulunan lipit miktarı %6-7.5 arasında değişmekle birlikte maksimum önerilen lipit miktarı %10 olarak belirlenmiştir (Akiyama ve ark., 1991). Yemlerde genellikle esansiyel yağ asitlerini sağlamak için yüksek kaliteli deniz ürünlerinden elde edilen yüksek kaliteli lipit kaynakları kullanılır. Karides yemlerinde en yaygın kullanılan lipit kaynağı balık yağıdır. Ancak son zamanlarda, karides yem endüstrisinde denizel yağ kaynaklarına alternatif yağ kaynakları da değerlendirmeye alınmış, bazı esansiyel yağ asitlerini de ilave etmek suretiyle maliyet açısından daha avantajlı olunabileceği bildirilmiştir (Davis, 2005).

2.2.4. Vitamin ve Mineraller

Vitaminler, karideslerin temel işlevleri korumak için çok küçük miktarlarda ihtiyaç duyduğu, ancak normal büyüme, üreme ve sağlıkları için gerekli olan organik bileşiklerdir (NRC, 2011). Çoğunlukla kimyasal reaksiyonlarda koenzimler olarak işlev görürler ve dolayısıyla hücrelerin bujileri olarak tanımlanırlar. Yağda çözünen vitaminlerden A, D ve E vitamini; suda çözünen vitaminlerden thiamine, riboflavin, piridoksin, nikotinik asit, folik asit, B12 vitamini, inositol, kolin ve vitamin C'nin besinsel olarak karides yemlerinde bulunması gerekmektedir (Lim ve Akiyama, 1995). Karideslerde kalitatif ve kantitatif vitamin gereksinimlerinin belirlenmesindeki zorluklar nedeniyle, ticari yem üreticileri ve araştırmacılar tarafından hazırlanan ve kullanılan yemlerdeki vitamin takviyeleri geniş varyasyonlar göstermektedir. Karides yemlerine genellikle yemleme işlemine bağlı kayıplar da dahil olmak üzere, tahmini vitamin gereksinimlerini fazlasıyla karşılayacak miktarda vitamin karışımları takviye edilir. Maksimum büyüme için gerekli olan seviyelerin üstündeki takviyeler karideslerin strese cevap vermesini kolaylaştırabilmektedir (Davis, 2005).

Mineraller sert ve yumuşak dokuların, vitaminlerin, enzimlerin, hormonların ve solunum pigmentlerinin temel bileşenleridir. Bunlar aynı zamanda ozmotik basınç ve asit-baz dengesi için gerekli olan inorganik maddelerdir (Lim ve Akiyama, 1995). Mineraller, ozmotik regülasyon ve kabuk

değişiminde önemli rol oynamanın yanı sıra enzimler, hormonlar ve yüksek enerji bileşikler gibi birçok biyolojik bileşenin yapısında bulunmaktadır (Vijayan ve Diwan, 1996). Karidesler de dahil olmak üzere, tüm deniz canlıları için mineral bakımından beslenme gereksiniminin belirlenebilmesi, deniz suyunda emilebilen mineral iyonları nedeniyle zordur. Yapılan çalışmalarda özellikle düşük tuzlulukta yetiştirilen karideslerin yemlerine mineral takviyesi yapılmasının, karideslerde büyüme ve yaşama oranını arttırdığı rapor edilmiştir (Li ve ark., 2017; Nehru ve ark., 2018)

Ticari karides yemlerinde genellikle vitamin ve mineral karışımları kullanılmaktadır (Akiyama ve ark., 1992). Yem formülasyonlarına yapılan bu takviye, karideslerin büyüme ve yaşama oranını arttırmasının yanı sıra; yem yapımı, depolama, beslenme ve yemin su ile teması sırasında oluşabilecek vitamin ve mineral kayıplarını telafi etmeyi amaçlar (Wang ve ark., 2017).

2.3. Beslenme Özellikleri ve Davranışları

Penaeid karidesleri çeşitli bentik organizmalar ve detrituslarla beslenen omnivor olarak kabul edilirler, fakat bunlar genellikle fırsatçı beslenme özelliğine sahip oldukları için herhangi bir trofik seviyeye yerleştirilemezler (Lim, 1998). Karideslerin besin alışkanlıkları yaşam evreleri boyunca değişmektedir. Zoea ve mysis evrelerinde serbest yüzerek planktonla beslenirken postlarval aşamada demersal alana inerek ölü organik maddeler ve bitki döküntüleriyle beslenmeye başlarlar. Jüvenil aşamanın ilk zamanlarında omnivor olan beslenme özellikleri yavaş hareket eden mikro omurgasızlar üzerinden beslenmeye başladığında karnivor olarak değişir (Bailey-Brock ve Moss, 1992; Lim, 1998). Böylece penaeid karidesler epibentik postlarva ve yavru aşamasında; mikroalg, detritik agregatlar, makrofitler, foraminiferler, nematodlar, kopepodlar, tanaidler, yumuşakça larvaları ve yengeç larvaları dahil olmak üzere, hem hayvan hem de bitkisel besin maddelerini tüketirler. Yetişkin karidesler ise bitkisel kaynaklar yerine mysid ve caridea karidesleri, amfipodlar, poliketler, yumuşakçalar gibi birçok büyük omurgasızın yanı sıra balıklar gibi hayvansal kaynakları besin olarak tercih ederler (Chong ve Sasekumar, 1981; Bailey-Brock ve Moss, 1992; Lim, 1998).

Miktarı ve çeşitliliği değişmekle birlikte yumuşakçalar, kabuklular ve poliketler; *Penaeus duorarum*, *Penaeus setiferus* ve *Penaeus aztecus*, *Penaeus merguensis*, *Penaeus monodon*, *Penaeus semisulcatus* ve *Penaeus esculentus* dahil olmak üzere birçok penaeid türünün temel besin tercihidir. Bu tercih önceliği *Metapenaeus*, *Metapenaeopsis*, *Penaeus*, *Parapenaeopsis*, *Solenocera* ve *Trachypenaeus* türlerinin dahil olduğu 31 İndo-Batı Pasifik penaeid türü üzerine yapılan bir çalışmada da rapor edilmiştir (Hall, 1962). Penaeid karideslerin temel trofik (besinsel) statüsünde özgün farklılıklar

olmamasına rağmen, beslenme ontogenetik süreçteki besin tercihi ve mevcudiyeti ile değişebilmektedir (Chong ve Sasekumar, 1981). *Penaeus esculentus* ve *Penaeus semisulcatus*'un besin tercihleri ve miktarları üzerine yapılan bir çalışmada, birbirine yakın boy gruplarında aynı trolde yakalanan iki karides türünün benzer bentik fauna ile beslenmesine rağmen, diyetleri arasında kantitatif farklılıklar olduğu ve bu farklılıkların diyet seçiciliği ile de ilgili olduğu bildirilmiştir (Wassenberg ve Hill, 1987).

Karideslerin beslenme davranışları ve fiziksel beslenme özelliklerinin anlaşılması, tercih ettiği besin özellikleri ve besin gereksinimlerinin belirlenmesinde önemli bir faktördür. Karidesler besinlerini esas olarak görme yerine kemoreseptör mekanizmalarıyla bulurlar. Kemoreseptörler anterior uzantılarda, antenler ve antenüller üzerinde yoğunlaşmıştır. Besindeki koku tespit edildikten sonra, karidesler beslenme için gereken uyarıyı alırlar, bentik substrat üzerinde besin yönüne doğru ilerler ve besinleri pereopodlarının ilk üç çiftinde bulunan kısıkaçları ile biriyle hızlı bir şekilde yakalarlar. Her pereopod, yiyeceklerin toplanması, tutulması, taşınması veya ağız kısımlarına yerleştirilmesi için ayrı ayrı çalışabilir. Ağız bölümleri üç çift maksilipet, iki çift maksilla ve bir çift sert kitin yapıdaki mandibülden oluşmuştur ve bu bölümler büyük besin partiküllerini yutmaya uygun boyuta getirmek için parçalama işlemi sırasında birlikte hareket ederler. Karideslerin bu beslenme davranışı yem alımı sırasında yararlı besin bileşenlerinin suya geçmesi yoluyla besin kaybına neden olur (Lim, 1998).

Karideslerin beslenme özellik ve davranışları göz önünde bulundurulduğunda kültür koşullarında üretim için tercih edilen ve ticari olarak üretilen pelet yemlerin karideslerin tutabileceği boyutta ve batabilen özellikte olması istenir. Ayrıca bu yemlerin hidrostabilite özellikleri de oldukça önemlidir. Balıklar beslenme aktivitesi sırasında yem peletlerini bütün olarak yutarken karidesler özelliklerine göre peleti seçerek yavaşça tüketirler. Bu nedenle karides beslemede kullanılan yemler karides tarafından tamamen tüketilene kadar bir kaç saat suda parçalanmadan kalabilme özelliğine sahip olmalıdır. Aksi halde beslenme sırasında peletler küçük parçalara ayrılır ve besin bileşenlerinin bir kısmının sucul ortama hızla yayılarak besin kayıplarına sebep olur (Lim, 1998). Bu durum, karideslerin beslenme verimi ve biyolojik performansı üzerinde doğrudan bir etkiye sahiptir (Obaldo ve Masuda, 2006). Karides beslenmesinde besin özellikleri ve beslenme davranışları, diyet seçiciliği ve yemden yararlanmayı etkilediğinden yapılan çalışmalarda bu iki unsurun göz önüne alınması gerekmektedir.

3. LİTERATÜR ÖZETİ

3.1. Dünyada ve Ülkemizde Karides Yetiştiriciliği

Karides yetiştiriciliği, günümüzde insan tüketimi için mevcut protein kaynaklarının öneminin artmasıyla birlikte deniz ve tatlı su karideslerinin gıda olarak tüketimi için üretilmesine imkân sağlayan, ekonomik ve önemli bir gıda sektörü haline gelmiştir. Yüksek ekonomik değere sahip olması ile dünya çapında su ürünleri pazarının önemli bir parçası haline gelen karides yetiştiriciliği yıldan yıla artış göstererek sektörel anlamda büyümesini sürdürmektedir. Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) verilerine göre dünya karides üretiminin ilk yüksek üretim miktarına ulaşması 2006 ile 2011 yılları arasında gerçekleşmiş ve %5.2'lik yıllık büyüme oranı ile 2011 yılında 4.05 milyon tona ulaşmıştır. Devam eden yıllarda üretim miktarları artış göstermiş ve 2016 yılında %6.15'lik büyüme ile 5.18 milyon tona ulaşmıştır (FAO, 2016). Dünya'da ağırlıklı olarak tropik ülkelerde (Tayland, Vietnam, Endonezya, Hindistan vb.) yapılan karides üretimi, su yenilemesi yapılan (flow-through) açık sistemler olarak tanımlanan büyük toprak havuzlarda ve daha çok yarı-entansif veya entansif stoklama koşullarında gerçekleştirilmektedir. Ancak, daha ılıman (ABD, Çin, Japonya, İspanya, İtalya ve Yunanistan) ve hatta soğuk ülkelerde (Almanya, Hollanda, Belçika vb.) üretim çok daha küçük sera/kapalı alanlar (indoor) içerisinde kapalı devre sistemlerde yapılmaktadır. Bu tip yetiştiricilik sistemlerinde başarıyla kullanılabilen en yaygın karides türü Pasifik beyaz karidesidir. Son 15-20 seneden beri sürekli olarak ıslah edildiği için yüksek stoklama yoğunluklarında bile hızlı büyüebilmesi, pazarlama boyutlarına 3.5 ay gibi çok kısa bir sürede ulaşabilmesi, kanibalistik davranışlarının son derece düşük olması, hastalıklara dirençli (SPF) olması ve düşük proteinli yemleri iyi değerlendirebilmesi gibi özellikleri bu karides türünün doğal yaşam alanlarından tüm Dünya'ya (ABD'den Brezilya'ya, Çin'den Endonezya'ya, Hindistan'dan Tayland'a kadar 60'tan fazla ülke) yayılmasını sağlamıştır. Şu anda karides yetiştiricilik sektörünün %90'ından fazlası ıslah edilmiş olan Pasifik beyaz karidesine endekslenmiştir.

Ülkemiz, Dünya su ürünleri yetiştiriciliğinde en hızlı büyüyen üçüncü ülke konumunda olmasına rağmen yetiştiricilik ağırlıklı olarak alabalık, çipura ve levrek üretiminde yoğunlaşmıştır. Bu ürünlerin pazarlanmasındaki kıyasıya rekabet koşulları, işletmelerin karlılık oranlarını aşağıya çekmekte ve bunun özellikle küçük firmaların ayakta kalmasına imkan vermediği düşünülmektedir. Bu noktada ülkemiz adına su ürünleri üretiminde sektörel ve ekonomik büyümenin devamlılığı için pazarda tür çeşitliğinin artırılması üzerine daha çok araştırma yapılmasının gerekliliği ortaya çıkmaktadır. Pazarda tür çeşitliliğinin artırılması, farklı ekolojik özelliklere sahip kaynaklarımızın daha etkin kullanılabilmesi,

yetiştiricilere alternatif gelir kaynakları ve ülke ekonomisine katkı sağlanması bakımından yeni türler konusunda üretim ve Ar-Ge çalışmalarına ihtiyaç duyulmaktadır. Ülkemizde mevcut üretilen su ürünlerinin dışında retilimi yapılabilen veya Avrupa piyasasına sunulabilecek farklı birçok su ürünü mevcut olup ekonomik değeri yüksek olan karidesler bu alternatif ürünlerin başında yer almaktadır.

Ülkemizde 1990'lı yılların ortasından itibaren karides türlerinin biyo-ekolojik zellikleri (Kumlu ve ark., 1999a; Bayhan ve ark., 2005; Türkmen ve Yılmazyerli, 2006) ve yerel türlerin Akdeniz (Aktaş ve Kumlu, 1998; Kumlu ve ark., 1999b; Kumlu ve Eroldogan, 2000; Kumlu ve ark., 2001b, c; Soyel ve Kumlu, 2003; Aktaş ve ark., 2003; Kumlu ve ark., 2003; Aktaş ve ark., 2004; Kır ve ark., 2004; Kır ve ark., 2004; Kumlu ve Kır, 2005; 2006; Kumlu ve Lk, 2007; Kır ve Kumlu, 2008a, b) ve Ege Blgelerimiz (Türkmen 2003; 2005; 2007a, b) için yetiştiricilik potansiyelleri üzerine birçok çalışmanın yapıldığı bilinmektedir. Bu çalışmalarla sularımızdan avlanan bazı karides türlerinden özellikle yeşil kaplan karidesi (*P. semisulcatus*), Japon karidesi (*Marsupenaeus japonicus*) ve benekli karides (*Metapenaeus monoceros*)'in biyolojik gereksinimleri, bölgesel vre koşullarına toleransları, soğuk kiş aylarında kişlatılmaları, yavru üretimleri ve büyütülmeleri gibi konularda önemli bilgiler elde edilmiştir.

Sularımızda bulunan ekonomik karides türleri içerisinde yetiştiriciliğe en uygun olduğu kabul edilen ve bugüne kadar üzerinde en fazla çalışma yrtlen türlerin başında yeşil kaplan karidesi (*P. semisulcatus*) gelmektedir. Özellikle İşkenderun Körfezi'nde çok yaygın olarak avlanan bu karides türü, diğer pek çoğu gibi (rnek; *P. japonicus*, *P. aztecus*, *M. monoceros* vb.) aslında egzotik (İndo-pasifik) bir türdür. Ülkemizde yeşil kaplan karidesinde ilk yetiştiricilik alışmaları Akdeniz'in Çukurova ve Ege Bölgelerinde başlatılmıştır (şereflişan ve ark., 1998; Kumlu ve ark., 2003; Türkmen ve ark., 2007a, b; Kumlu ve ark., 2010c). Yapılan bu çalışmalarda *P. semisulcatus* türünün 30 adet/m² yoğunluğa kadar başarıyla yetiştirilebileceği, daha düşük stoklama yoğunluklarında karideslerin ancak 140 günde 20 g civarına kadar bytlebileceği gösterilmiştir. Türkmen (2007a, b), Ege Bölgesi'nin vresel koşulları altında, bu karides türünü 15 adet/m² yoğunlukta havuzlarda 0.02 g ağırlıktan 5 ayda 16.46 g ağırlığa ulaştırmıştır. Yeşil kaplan karidesinde bugüne kadar pazarlama boyuna kadar çalışılan en yüksek stoklama oranı 30-50 adet/m² düzeyini geçmemiştir (Al-Ameeri ve Cruz, 2006; Kumlu ve ark., 2010c). Ancak yapılan bir başka araştırmada 0.8-1 m çapında (500 l) tanklarda 24, 50, 74 ve 100 adet yoğunluklarda yetiştirilmiş *P. semisulcatus* türü karideslerin 100 adet/m³ (50 adet/m²) yoğunlukta dahi iyi büyüdüğü ancak yem değerlendirme oranının bu yoğunlukta 3.17 düzeyine kadar yükseldiği bildirilmiştir (Al-Ameeri ve Cruz, 2006). Aynı araştırmacılar çalışmalarında *P. japonicus* için geliştirilmiş yem kullanmış ve bu yüksek performansın bundan kaynaklanmış olabileceği şeklinde bir değerlendirmede bulunmuştur.

Ülkemizde yeşil kaplan karidesi ile yürütülen çalışmalarda, karideslerin beslenmesinde (karides yemi ülkede bulunmadığından) genellikle çipura için formülize edilmiş yemler kullanılmak zorunda kalmış ve bu da ister istemez türün optimum performansının belirlenmesinde karşılaştırmalı bir değerlendirme yapılmasına imkan vermemiştir. Türsel ihtiyaca yönelik yürütülen bir çalışmada Ölçülü ve Kumlu (2010), yeşil kaplan karidesinin juvenillerinin beslenmesinde kullanılacak yemlerde yetiştiriciliği yapılan diğer penaid türleri ile benzer olarak %38 civarında bir protein seviyesinin uygun olacağını bildirmişlerdir. Ancak yeşil kaplan karidesinde optimum büyüme performansını sağlayacak yem formülasyonları ile ilgili yapılan bir çalışma yoktur. Dolayısıyla ticari olarak ülkemiz sularındaki en değerleri karides türlerinden birisi olan yeşil kaplan karidesinin beslenmesinde kullanılabilecek uygun ve ekonomik yem formülasyonlarının daha kapsamlı araştırmalarla geliştirilmesine büyük bir gereksinim olduğu ortadadır.

3.2. Karides Yetiştiriciliğinde Alternatif Protein Kaynaklarının Kullanımı

Balık unu protein kalitesi, sindirilebilirliği, lezzeti, mükemmel amino asit ve yağ asidi profiline sahip olması sebebiyle karides yemlerinde kullanılan en önemli protein kaynağıdır. Miktarının sınırlı ve maliyetli olmasına rağmen karides yetiştiriciliğinde en yaygın kullanılan protein kaynağı olan balık unu, ticari yem formülasyonlarında %25-50 arasında kullanılmaktadır (Tacon ve ark., 1998; Naylor ve ark., 2000; Amaya ve ark., 2007a). Ticari karides kültürü dünya çapında artış gösteren ekonomik bir aktivite haline geldikçe, kayda değer bir maliyet tasarrufu sağlamak için yemlerde kullanılan balık unu yerine besleyici ve daha ekonomik alternatif protein kaynaklarının kullanımı da ön plana çıkmaya başlamıştır. Bu durum, karides yemlerinde balık unu yerine alternatif bitkisel ve hayvansal protein kaynaklarının kullanımının araştırılmasına neden olmuştur (Katya ve ark., 2016; Tacon ve Metian, 2008). Proteince zengin alternatif hammaddelerden soya unu (Akiyama, 1991), kanola unu (Cruz-Suarez ve ark., 2001), pamuk tohumu (Lim,1996), yer fıstığı unu (Lim, 1997a), kan unu (Dominy ve Ako, 1988), balıkçılık yan ürünleri (Sudaryono, 1995) ve kümes hayvanları unu (Davis ve Arnold, 2000) kullanımına yönelik bir çok çalışma yapılmıştır.

Araştırmaya konu olan protein kaynakları içerisinde bazı bitkisel unlar (soya, mısır, kanola, ayçiçeği, yulaf, pamuk tohumu, yerfıstığı v.b) ile hayvansal unlar (kümes hayvanları unu, kril, et, kemik, kan unu, ve tek hücre organizmalardan elde edilen protein vb.) ön plana çıkmıştır (Amaya ve ark., 2007a; Liu ve ark., 2012; Sookying ve Davis., 2012; Yang ve ark., 2009). Ancak bu hammaddelerin birçoğu henüz ticarileştirilememiş olup balık ununa alternatif olabilecekler kaynaklar araştırılmaya devam etmektedir. Goytortúa-Bores ve ark. (2006), karides yemleri için alternatif olabilecek protein

kaynaklarının yaygın olarak kullanılmadan ve ticari yem formülasyonlarına dönüştürülmeden önce, besin değeri ve kalitesi, bulunabilirliği, maliyeti, sindirilebilirliği ve karideslerin büyüme performansına etkileri kapsamlı olarak incelenmesini önermiştir. Karides yemlerinde kullanılan balık unu seviyelerinin aşağı çekilmesi alternatif bitkisel-hayvansal protein kaynaklarının değerlendirilmesi için Pasifik beyaz karidesi başta olmak üzere ticari olarak üretilen ya da üretilme potansiyeli olan türler üzerinde bir çok çalışma yürütülmüş ve önemli sonuçlar elde edilmiştir. Karides beslemede öncelikli konular arasında yer alan ve hala güncelliğini koruyan bu çalışmalar ve özetleri detaylı olarak alt bölümlerde incelenmiştir.

3.2.1. Bitkisel Protein Kaynakları

Bitkisel protein kaynakları kabul edilebilir protein düzeyi, uygun amino asit içeriği, ekonomik avantajı ve istikrarlı bir üretim kalitesine sahip olması sebebiyle su ürünleri yemlerinde protein kaynaklarında ikame çalışmalarının odağı haline gelmiştir (Watanabe, 2002). Balık ununa alternatif bitkisel proteinlerin kullanımına yönelik ilk araştırmalarda, balık ve karideslerin bu kaynaklardan iyi yararlanamadığı ifade edilmiştir. Gökkuşluğu alabalığı (Gomes ve ark., 1995; Adelizi ve ark., 1998), Avrupa deniz levreği (Dias ve ark., 1997), kalkan balığı (Fournier ve ark., 2004; Bonaldo ve ark., 2011), Atlantik somonu (Berge ve ark., 1998; Sveier ve ark., 2001), çipura (Gomez-Requeni ve ark., 2004) ve karideslerin de dahil olduğu bir çok araştırmada (Sudaryono ve ark., 1999), balık unu azaltılmış ve yüksek seviyelerde bitkisel protein kaynağı içeren yemlerin beslenme ve büyümede azalmaya sebep olduğu bildirilmiştir. Daha sonradan yapılan araştırmalarda ise bu protein kaynaklarının yem alımı ve büyüme performansını olumsuz etkilemeden kullanılabileceği, ancak bu performansın bitkisel kaynakların kullanılma düzeyi ve türe göre değişebileceği kanıtlanmıştır. Yapılan çalışmalarda; bitkisel protein olarak seçilen hammaddelerin tek başına kullanılabileceği gibi besin içeriğini dengelemek amacıyla birkaç bitkisel proteinin bir araya getirilmesi ve çeşitli amino asit takviyeleri ile de etkili bir şekilde su ürünleri yemlerinde kullanılabileceği bildirilmiştir. Buna göre yeme eklenen bitkisel protein kaynaklarının; gökkuşluğu alabalığında büyüme performansı, yem çevirim oranı ve yaşama oranını etkilemeksizin %20 (Cheng ve ark., 2003), Avrupa deniz levreğinde somatik büyüme ve nitrojen kullanımını etkilemeksizin %95 (Kaushik ve ark., 2004), çipurada yine büyüme performansını etkilemeksizin %75 (De Francesco ve ark., 2007) ve kalkan balığında büyüme ve sağlık durumunu etkilemeksizin %50 (Bonaldo ve ark., 2015) oranında balık unu ile değiştirilebileceği belirlenmiştir. Benzer olarak karideslerde yapılan çalışmalarda da bitkisel proteinlerin siyah kaplan karidesinde %20

(Richard ve ark., 2011), kuruma karidesinde %50 (Bulbul ve ark., 2013) ve Pasifik beyaz karidesinde %80'e (Suarez ve ark., 2009) kadar balık unu ile değiştirilebileceği ifade edilmiştir.

Karides yemlerinde balık unu yerine kullanılabilecek bitkisel kaynaklardan; soya unu (Lim ve Dominy 1990, 1992; Davis ve ark. 2004), mısır glüten unu (Amaya ve ark., 2007a; Molina-Poveda ve ark., 2015), pamuk tohumu (Lim, 1997), kanola unu (Lim ve ark., 1997b), bezelye unu (Davis ve ark., 2002; Martinez-Rocha ve ark., 2012), arpa bazlı mayalanmış taneler (Molina-Poveda ve Morales, 2004), algler (Hanel ve ark., 2007; Ju ve ark., 2009), soya + kanola ve millo karışımı (Suarez ve ark. 2009; Sookying ve Davis, 2011), soya proteini konsantresi (Paripatananont ve ark., 2001; Bauer ve ark. 2012; Sa ve ark. 2012), pirinç protein konsantresi (Oujifard ve ark. 2012) ve acı bakla (Molina-Poveda ve ark. 2013) üzerine çalışmalar yürütülmüştür.

Çalışmalarla konu olan bitkisel protein kaynaklarından soya unu, güvenilir ve uygun maliyetli bir protein kaynağı olarak kabul edilen ve farklı işleme formları da dahil olmak üzere su ürünleri yemlerinde en çok araştırılan hammaddelerin başında gelmektedir (Amaya ve ark., 2007 a, b; Baker 2000; Davis ve Arnold, 2000; Hertrampf ve Piedad-Pascual, 2000). Yüksek ham protein oranı ile makul ve dengeli bir amino asit kompozisyonunda sahip olan soya ununun, bazı besleyici özellikleri ve çeşitli anti-besinsel faktörlerin varlığı tartışılmaktadır. Soya ununun 10 esansiyel aminoasit (EAA) ve tirozin konsantrasyonları, sistin amino asidi hariç, balık ununa göre genellikle daha düşüktür. Söz konusu EAA'den sucul canlılara verilen soya bazlı diyetlerde sınırlayıcı olabilecek amino asitler lizin, metionin ve treonindir. Ancak bu düşük EAA konsantrasyonları ve anti besinsel faktörler farklı işleme metotları ile yükseltilebilmekte ya da farklı kaynakların yeme katılması ile bu eksikğin aşılabileceği bildirilmiştir (Gatlin ve ark., 2007).

Diğer sucul canlılarda olduğu gibi karides yemlerinde de protein kaynağı olarak değerlendirilen soya unu, balık unu ile karşılaştırıldığında, metionin, lizin ve treonin gibi esansiyel amino asitler ile (NRC, 1993) karideslerin büyümesi ve hayatta kalması için gerekli olan denizel kaynaklı n-3 yağ asitlerinden EPA ve DHA bakımından eksiktir (Fox ve ark., 2004). Ancak ikame stratejisinde canlının besin gereksinimleri için uygun protein ve lipit kaynakları kullanıldığında balık ununun karides yem formülasyonlarından kayda değer oranlarda azaltılabildiği görülmektedir (Davis ve ark., 2004). Karides yemlerinde balık ununun kısmen veya tamamen soya unu ile değiştirilmesi üzerine yapılan literatür bildirimleri incelendiğinde farklı ve kısmen çelişkili sonuçlarla karşılaşabilmektedir. Çalışma sonuçlarına yansıyan bu farklılığın karides türü ve büyüklüğüne, besin içeriği ve kalitesine, besleme yönetimi ve kültür koşullarına bağlı olduğu ifade edilmektedir (Lim ve Dominy, 1990). Bununla

birlikte besleme çalışmalarında uygulanan yeni teknik ve stratejiler de özellikle balık ununa ikame ürünlerinde yapılan araştırma sonuçlarının farklılaşmasına sebep olmuştur. Geçmiş yıllarda genellikle, balık unu yerine ilave edilen soya unu veya farklı hayvansal proteinlerin yemlerde yüksek seviyelerde kullanılması ve/veya tam ikame edilmesi, karideslerde zayıf büyüme ve yem verimliliğinde düşüşle sonuçlanmıştır.

Lim ve Dominy, (1990) tarafından yürütülen bir çalışmada %0, 20, 40, 60, 80 ve 100 denizel kaynaklı hayvansal protein mikslarına (%53 hamsi unu, % 32 karides baş unu ve %15 kalamar unu), %0,14, 28, 42, 56 ve 70 oranında soya unu ikame edilerek hazırlanan altı izonitrojen ve izokalorik diyet ile *L. vannamei* juvenilleri 56 gün beslenmişlerdir. Çalışma sonunda, yemde ikame edilen soya unu seviyesinin artması yaşama oranını etkilemezken canlı ağırlık kazancının düşmesine sebep olmuştur. Büyüme oranındaki bu düşüşün %28'in üzerinde değişim yapılan yemlerle beslenen karideslerde görüldüğünü, bunun da pelet hidrostabilesi ile ilişkili olduğunu bildirmişlerdir.

Alvarez ve ark. (1996), semi-intensif kültür koşullarında ortalama ağırlığı 0.37g olan *Penaeus schmitti* karidesinin büyüme yemlerinde ana protein bileşeni olarak maksimum (%41) ve minimum (%13) oranlarda soya unu kullanarak iki farklı yem hazırlamış ve bu yemleri tamamen balık unu içeren kontrol yemi ile beslenen karideslerle performans bakımından değerlendirmişlerdir. Çalışmada en yüksek büyüme performansı, soya unu içeriği en yüksek olan diyetle beslenen grupta görülmüştür. Yem çevirim oranı ve verimin, yemdeki soya unu oranının artmasıyla arttığı ve üretim düzeylerini etkilemeksizin maliyeti azaltarak üretim yapılabilmesi için yemlerde soya ununun kullanılabileceği ifade edilmiştir. Aynı araştırmacılar, *Litopenaeus schmitti* juvenillerinin (0.35 g) yemlerinde balık unu yerine kısmi olarak %46, %59, %75, %88 ve %100 oranında soya unu kullanımını değerlendirmişlerdir. 52 günlük çalışma sonunda yapılan değerlendirmede karides ağırlığı, yem dönüşüm oranları ve protein etkinlik oranlarında anlamlı farklılıklar bulunmuştur. Genel olarak, en iyi performans balık unu yerine %75 oranında soya unu ilave edilmiş yemle beslenen karideslerde görülmüştür. Broken-line metodolojisi kullanılarak yapılan regresyon analizi neticesinde, *L. schmitti* juvenillerinin yetiştirilmesinde kullanılacak yemlerin optimum soya unu ilavesi %76.5 ($\pm$ %2) olarak belirlenmiştir (Alvarez ve ark., 2007).

Abdel Rahman ve ark. (2010), ortalama ağırlığı 0.67 g olan *Metapenaeus. monoceros* yemlerine balık unu yerine dört farklı oranda soya unu %0, %20, %40 ve %60 ilavesinin karideslerin büyüme performansı ve yem kullanımına etkisi üzerine 63 günlük bir beslenme çalışması yürütmüşlerdir. Çalışmada %40 oranında soya unu içeren dietlerle beslenen karideslerin büyüme performansı kontrol

grubu dietlerle beslenen karideslerle benzer bulunmuş ve bu oranının daha az maliyetli yem üretimini desteklediğini bildirmişlerdir.

Karides yemlerinde protein kaynağı olarak kullanılan balık ununun minimum kullanım miktarı yakın bir zamana kadar %12 olarak kabul edilmekteydi. Bu oranın altında kullanılan balık ununun yem alımında düşmeye ve karides büyümesinde azalmaya sebep olacağı öngörülürdü. Bu öngörünün test edilmesi amacıyla Suarez ve ark. (2009), balık unu seviyeleri azaltılıp, soya ve kanola unu ilavesi ile hazırlanan 4 farklı yemin, *L. vannamei* büyüme parametrelerine etkilerini değerlendirdikleri, dört tekerrürlü ve uzun vadeli bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Çalışmada için %0, %6, %10 ve %15 balık unu içeren dört izonitrojenik ve izoenerjetik yem formülasyonu hazırlanmış ve bu yemlerin (referans yemi de kontrol yemi olarak kullanılmış) yaşama oranı, canlı ağırlık kazancı, yem çevirim oranı, spesifik büyüme oranı ve protein etkinlik oranı üzerindeki etkilerine bakılmıştır. Deneme sonunda yaşama oranı %84 ile %86.5 olarak belirlenmiştir. %0 balık unu içeren yemle beslenen karideslerde ortalama karides ağırlıkları ve spesifik büyüme oranı düşük çıkmıştır. Veriler canlı ağırlık kazancı açısından %6, %10 ve %15 balık unu eklenmiş yemler ile referans yemi arasında (0.98 g/hafta) herhangi bir farklılık göstermemiştir. Çalışmanın uzun süreli büyüme bulguları, temiz suda *L. vannamei* yemlerinde kullanılan balık ununun büyüme performansından ödün vermeden %80 oranında bitkisel unlarla (soya ve kanola unu karışımı) değiştirilebileceğini belgelemiştir. Bu araştırmacılar aynı zamanda balık unu yerine kullanılan farklı bitkisel protein kaynaklarının karışım halinde formülasyonlara dahil edilmesinin yemin besleyici değerini ve ikame olanağını arttırdığını bildirmişlerdir.

Farklı bitkisel protein kaynakları karışımlarının karides yemlerinde kullanım potansiyelinin araştırıldığı bir başka çalışmada, balık ununun belirli oranlarda soya unu ve kanola unu karışımları ile değiştirilmesinin kuruma karidesinin (*Marsupenaeus japonicus*) büyüme performansı üzerine etkileri 60 günlük bir beslenme denemesiyle değerlendirilmiştir. Çalışmada %40 balık unu içeren bazal diyet kontrol olarak kullanılmış, test yemleri %28, %24, %20, %16 balık unu içerecek şekilde 6:4'te soya unu ve kanola unu kombinasyonu kullanılarak hazırlanmıştır. Mevcut çalışmada kültür koşulları altında, kuruma karidesinin bazı bitki proteinlerini etkili bir şekilde kullanabileceği ve büyüme performansı, yem kullanımı, vücut kompozisyonu ve besin maddelerinden ödün vermeden balık ununun soya unu ve kanola unlu bir karışım ile %20 ile %40 oranında azaltılabileceği sonucuna varılmıştır (Bulbul ve ark., 2013).

Yang ve ark. (2015), juvenil *L. vannamei* diyetlerinde balık ununun ekstrüde soya unu ile değiştirilmesini değerlendirdikleri çalışmalarında araştırmacılar balık ununa %10'luk artan oranlarda

ekstrüde soya unu ilave ederek yedi farklı yem formülize etmişlerdir. 0.67 ± 0.01 g ortalama başlangıç ağırlığındaki juvenil karidesler hazırlanan dietlerle 8 hafta beslendikten sonra yemin büyüme ve yem sindirilebilirliği üzerine etkileri değerlendirilmiştir. Araştırmacılar ekstrüde soya ununun balık unu yerine kullanıldığında büyüme performansını etkilemeyeceğini ancak yemde ekstrüde soya unu artışının karideslerin tüm vücut besin kompozisyonunu etkileyeceğini öne sürmüşlerdir. Sonuçlarda, tüm vücut ham protein oranı %4.28 oranında ekstrüde soya unu ile beslenen karideslerde %25.26 ekstrüde soya unu ile beslenenlerden daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Bununla birlikte tüm vücut ham lipid içerikleri %16.82 ve %25.26 oranında ekstrüde soya unu içeren diyetlerle beslenen karideslerde %4.28 oranında ekstrüde soya unu ile beslenen karideslerden önemli oranda daha yüksek bulunmuştur. Diğer yandan, %16.82 ve %25.26 oranında ekstrüde soya unu içeren yemlerin protein sindirilebilirliğinin kontrol yemlerinden daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Bu araştırmanın sonuçlarına göre, %40 protein oranına sahip %30 balık unu içeren bazal diyetle balık ununun %20 oranında ekstrüde soya unu ile değiştirilmesinin juvenil *L. vannamei* için uygun olduğu tespit edilmiştir.

Xie ve ark. (2016), *L. vannamei* juvenillerinin yemlerindeki balık ununun soya protein konsantratu ve soya unu ile değiştirilmesinin karideslerin büyüme performansı, tüm vücut besin kompozisyonu, görünür sindirilebilirlik katsayısı ve oksidatif durumu üzerine etkilerini değerlendirmek üzere sekiz haftalık bir besleme çalışması gerçekleştirmişlerdir. Çalışmada kullanılan test yemleri %5, %10, %15, %20 ve %25 oranında balık unu içerecek şekilde formülize edilmiştir ve balık unu oranı düşürülen yemlere amino asit takviyesi yapılmıştır. Çalışma sonunda test yemleri ile beslenen karideslerin ağırlık kazancı, yaşama oranı, yem çevirim oranı, yem tüketimi ve protein etkinlik oranları arasında önemli farklar görülmemiştir. Buna göre, %5-25 arasında balık unu değişiminin büyüme performansı ve sindirilebilirliği etkilemediği, ancak %15 ve üzerindeki balık unu değişiminin anti oksidatif özelliğini etkileyerek bağışıklık sistemini olumsuz etkilediğini bildirmişlerdir.

Karides yemlerinde protein açısından zengin kaynaklar olarak kabul edilen bir diğer bitkisel protein kaynağı mısır glüten unudur. Tipik olarak %60 protein ve düşük seviyede fosfor içeren mısır glüten unu, yaş öğütme işleminden türetilen mısır tanecikleri ile birlikte çözünen ana protein ürünüdür. Bu protein ürününün etonelle fermantasyonu sonucu elde edilen protein açısından zengin mısır glüten unu, uygun bir kaliteye sahip olması nedeniyle su ürünleri yem formülasyonlarında giderek daha fazla kullanılmaktadır (Molina-Poveda ve ark., 2015). Yapılan çalışmalarda mısır glüten unun özellikle soya unu ve diğer hayvansal ürünlerle birlikte kullanılmasının karideslerin yem alımı ve büyüme performansı üzerine olumlu etkisi olduğu bildirilmiştir (Amaya ve ark., 2007a,b; Markey ve ark., 2010; Ye ve ark., 2011). Amaya ve ark., (2007a) balık unu yerine soya unu ve mısır glüten unu karışımları ile

hazırlanan yemleri havuzlarda yetiştirilen 0.03 g ağırlığında karideslerde (*L. vannamei*) 18 hafta süreyle denemiştir. Deneme yemleri %35 protein ve %8 lipit olacak şekilde hazırlanmış ve bu yemler sırasıyla %9, 6, 3 ve 0 oranında balık unu, %32.5, %34.9, %37.2 ve %39.6 oranında soya unu, %0.0, %1.7, %3.2 ve %4.8 oranında mısır glüten unu kullanılarak formüle edilmiştir. Deneme sonunda, karideslerde elde edilen ürün miktarı açısından deneme yemleri arasında herhangi bir farklılık belirlenememiştir. Deneme sonu ortalama ürün miktarı, final ağırlık, yem çevirim oranı ve yaşama oranları sırasıyla 5363–6548 kg/ha, 18.4–20.7g, 1.38–1.12 ve %84.0–94.0 olarak kaydedilmiştir. Yemde bitkisel protein kaynaklarının artışı ile birlikte yem maliyetlerinde azalma olduğu rapor edilmiştir. Bu çalışmanın sonuçları genel olarak, *L. vannamei* beslenmesinde kullanılacak olan yemlerde balık ununun alternatif bitkisel protein kaynaklarıyla (soya unu ve mısır glüten unu) %100 oranında değiştirilebileceği ve bu şekilde formüle edilen yemler ile herhangi bir performans kaybı yaşanmadan daha ekonomik üretim yapılabileceği ifade edilmiştir.

Diğer bitkisel protein kaynaklarından pamuk tohumu unu, yerfıstığı unu, kanola unu, fermentasyon atık ürünleri ve diğer bazı bakliyatların da karides yemlerinde değerlendirilebildikleri bilinmektedir (Li ve ark., 2000). Ancak bu bitkisel kaynakların da yine rasyonlarda nispeten daha çok kullanılan diğer bitkisel kaynaklar gibi kullanıma limitleri EAA dengesizlikleri, anti besinsel faktörler veya toksinler ya da istenmeyen lezzete sahip olması nedeniyle sınırlı olabilmektedir. Bu sınırlamalar uygun karışımlar (dışardan ek yem katkı maddeleri kullanmak suretiyle EAA veya EYA besin dengesizlikleri) kullanılarak giderilebilmekte, bazı işleme teknikleriyle (örnek; ısı uygulamalarıyla) anti besinsel faktörler inaktive edilemekte, oranları azaltılmakta veya tamamıyla giderilebilmekte, bazen de rasyonlara sınırlı miktarlarda ilave edilmektedirler (Li ark., 2000).

Balık unu yerine bitkisel protein kaynaklarının kullanıldıkları durumlarda hazırlanan yemlere, özellikle esansiyel olan arginin, metiyonin ve lizin amino asit takviyeleri yapılarak amino asit dengesinin sağlanmaya çalışıldığı bilinmektedir. Karideslerin esansiyel amino asit ihtiyaçlarının belirlendiği çalışma örneklerinde; Chen ve ark. (1992) mikroenkapsüle edilmiş arginin kullanarak *P. monodon* için gerekli arginin miktarının %5.5 (protein seviyesinin) olduğunu belirlemişlerdir. Fox ve ark. (1995), *L. vannamei* için %45 oranında protein içeren yem kullanıldığında, lizin ihtiyacının %4.7 olduğunu belirlemiş. Millamena ve ark (1996) siyah kaplan karidesinin (*P. monodon*) metiyonin ihtiyacının %2.4, treoninin %3.5, valinin %3.4 olduğunu ve metiyonin+sistin gereksiniminin %3.5 olarak bildirmişlerdir. Millamena ve ark. (1999) karideslerde gerekli histidin seviyesini %2.0, izolösin seviyesini %2.5, lösin seviyesini %4.3 ve fenilalanin + triptofan seviyesini ise %4.0 olarak önermiştir.

Bulbul ve ark., (2016) kuruma karidesinde (*Marsupenaeus japonicus*) kanola ve soya ununun protein kaynağı olarak değerlendirilebilmesi üzerine bir çalışma için dört izokalorik (19 kJ/g) yem üretmişler ve bu yemlerde 4:6 oranında kanola ve soya unu karışımını %0 (BU40), %70 (BU12), %85 (BU6) ve %100 (BU0) oranında kullanmışlardır. Tüm bitkisel protein kaynakları kullanılan rasyonlarda (BU12, BU6 ve BU0) %1 lizin, %0.5 metiyonin ve %0.04 fitaz kullanıldığını bildirmişlerdir. 60 gün süreyle ortalama ağırlıkları 1.74 g olan her tanka 15 adet karides (toplamda 12 tank, üç tekerrür) deneme 60 gün sürdürülmüştür. Deneme sonu karides ağırlıkları ve spesifik büyüme oranları arasında farklılık görülmemiş, ancak yem çevrim oranı BU0 grubunda yüksek çıkmıştır ($P<0.05$). Bu çalışma ile araştırmacılar kuruma karidesi için yemde balık ununun kanola+soya karışımı ve bazı yem katkı maddeleriyle birlikte kullanıldıklarında %6'ya kadar azaltılabileceğini ve bu yem formülasyonun karideste büyüme, yemden yararlanma, vücut kompozisyonları ve sağlıklarında herhangi bir olumsuzluk yaratmayacağını göstermişlerdir.

Forster ve ark. (2002), Pasifik beyaz karidesi (*L. vannamei*) yemlerinde balık unu yerine amino asit takviyesi olmaksızın, soya protein konsantresinin (SPC) kullanımını, tank (bina içi) ve havuz (açık alan) koşullarında gerçekleştirildikleri iki büyüme denemesi ile test etmişlerdir. Sekiz hafta süren çalışmanın sonunda, tank koşullarında üretilen *L. vannamei* yemlerinde %25 ve %50 oranındaki ikamelerde lizin takviyesinin karidesin genel performansını arttırmasına rağmen, balık ununun amino asit takviyesi olmaksızın balık ununun %75 oranında soya protein konsantresi ile değiştirilebileceğini ifade etmişlerdir. Doğal verimliliğin etkili olduğu açık havuzlarda soya protein konsantresi kullanıldığı durumlarda, %100 balık unu değişiminde bile ilave amino asitlerin yemlere eklenmesine gerek duyulmamış, bu ihtiyaç doğal besinlerden sağlanabilmektedir. Çalışma sonucunda, soya protein konsantresi gibi yüksek besin değerine sahip kaynakların kullanımında kültür sisteminin de göz önünde bulundurulmasının önemi olduğu vurgulanmıştır. Yemlerde protein seviyesinin %30'a indirilmesi durumunda karideslerin tank koşullarında üretiminde daha fazla balık unu ve/veya eksik amino asitlerin karşılanmasına ihtiyaç duydukları bilinmektedir. Thompson ve ark., (2005) kırmızı kısıkaçlı kerevitlerin (*Cherax quadricarinatus*) beslenmesinde balık unu kullanılmadan sadece bitkisel protein kaynaklarının karışımından oluşan %35 protein içerikli bir yemle beslenebileceklerini ancak %30'un altındaki protein oranında balık ununa ihtiyaç duyduklarını bildirmişlerdir. Colvin ve Brand (1977) *Farfantepenaeus californiensis* karidesi için, %42 soya unu ile %0.8 DL-lizin ilavesi ile balık unu ve karides ununun (1:1 oranında) %50'ya kadar azaltılabileceğini göstermiştir.

Diğer bitkisel protein kaynaklarından yer fıstığı ununun soya unundan daha düşük oranda lizin, ancak daha yüksek oranda arginin içeriğine sahip olduğu, aynı zamanda soya ununa göre protein kalitesinin de

daha düşük olduğu bilinmektedir (Batal ve ark., 2005). Ancak yine de yüksek protein içeriği nedeniyle (%40.1-50.9), yer fıstığının fazla miktarlarda temin edilebildiği bölgelerde su ürünleri yemlerine hammadde olarak değerlendirilmektedir. Son yıllarda yer fıstığı ununun global üretimi hızla artış göstermiş ve 35 milyon tonun üzerine çıkmıştır. 2016'da Çin tek başına 16.69 milyon ton üreterek toplam üretimin %37'sini elde etmiştir. Sadece Çin'de 2002 yılında 3.5 milyon ton yer fıstığı küspesi elde edilmiştir (Revoredo ve Fletcher 2002). Yer fıstığı ununun yem hammaddesi olarak kullanımı tavuklarda (Costa ve ark., 2001) ve diğer karasal hayvanlarda çalışılmıştır (Adeola, 2009). Benzer çalışmalar Pasifik beyaz karidesinde de yapılmıştır (Lim, 1997; Liu ve ark., 2008). Ancak bu hammaddenin yem formülasyonlarına eklenme miktarı ile ilişkili olarak karideste meydana gelecek fizyolojik değişiklikler henüz detaylı olarak araştırılmamıştır.

Liu ve ark. (2012), yaptıkları bir çalışmada Pasifik beyaz karidesin beslenmesinde izolipidik ve isonitrojenik olmak üzere farklı oranlarda yerfıstığını unu (%0, %7, %14, %21, %28 ve %35) içeren altı yem formüle etmiş ve bu yemlerle altı hafta süren bir besleme programı yürütmüşlerdir. Hazırlanan deneme yemlerinde yer fıstığını unu (YFU) oranı artırılırken, balık unu oranları da %35, %30, %25, %20, %15 ve %10 olarak azaltılmıştır. Kontrol yemi olarak 410 g/kg protein ve 85 g/kg lipit içeren ticari bir yem tercih edilmiştir. Çalışmada, kontrol yemi ile kıyaslandığında, içeriğinde %28 ve üzerinde YFU içeren yemler karideslerde daha düşük oranda canlı ağırlık artışına neden olmuştur. Diğer yandan, %14 YFU içeren yemle beslenen grup, kontrol yemine kıyasla, yemden daha düşük oranda faydalanmış ve protein etkinlik oranı da bu grupta daha düşük çıkmıştır. %35 YFU ile beslenenlerde yaşama oranı, %21 ve üzerinde YFU ile beslenenlerde ise yem tüketimi ve proteaz aktivitesi kontrol yemi ile beslenenlere göre daha düşük olduğu kaydedilmiştir. Yemde %28 ve üzerinde YFU toplam vücut nem oranını arttırmış, ancak ham protein ve ham kül oranını düşürmüştür. YFU içeren yemlerde besin sindirilebilirliği kontrol yemine göre düşmüştür. Plazma peroksidaz, asit fosfataz ve alkalın fosfataz seviyeleri yemde %21 ve üzerinde YFU eklenen yem gruplarında düşmüş, süperoksit dismutaz aktivitesi ise %28 ve üzerinde YFU katkısı yapılan gruplarda düşme eğilimi göstermiştir. Tüm veriler dikkate alındığında, Pasifik beyaz karidesinin rasyonlarında %14'e kadar YFU eklenebileceği belirlenmiştir. Bu çalışmada, lizozim haricinde, özellikle %21 YFU ilave edilen yem ile beslenen karideslerde, süperoksit dismutaz, plazma peroksidaz, asit fosfataz ve alkalın fosfataz artan yerfıstığını unu seviyesinin artması ile birlikte azalma göstermiştir. Karidesler, özellikle de yüksek oranda YFU eklenmiş yemlerle beslendiklerinde, fizyolojik olarak strese maruz kaldığı ve besinsel yapılarında azalma olduğu ifade edilmiştir. Genel araştırma sonuçları %0 ile %35 arasında YFU eklenmiş yemlerle

beslenen karideslerde sindirilebilirlik oranının YFU oranının artışı ile azaldığını ve bu rakamın %68.1'den %64.2'ye kadar düştüğünü göstermiştir.

Yue ve ark. (2012), ortalama ağırlıkları 0.48g Pasifik beyaz karidesinin yemlerinde soya ve YFU'nun balık unu yerine kullanımını değerlendirmek amacıyla sekiz haftalık bir çalışma yürütmüşlerdir. Çalışmada kullanılan deneme yemleri %30 (BU30), %20 (BU20), %15 (BU15), %10 (BU10) ve %5 (BU5) oranlarında balık unu ve azalan oranlara paralel olarak soya ve YFU ilave edilerek formülize edilmiştir. BU seviyesi azaltılan yemlere, BU30 yeminin içeriğinde bulunan amino asitlerden lizin ve metiyonin de eklenmiştir. Deneme sonunda elde edilen bulgular BU15, BU10 ve BU5 gruplarının zayıf bir büyüme ve yem tüketim performansı gösterdiklerini kanıtlamıştır. Gruplar arasında yem tüketimi, yaşama oranı ve vücut kompozisyonları açısından herhangi bir farklılık bulunmamıştır. Plazma toplam kolesterol, kuru madde, protein ve enerji sindirilebilirlikleri soya ve YFU artışı ile düşme göstermiştir. Bu çalışma *L. vannamei* beslenmesinde soya ve YFU karışımının kullanılması durumunda balık ununun %20-30 civarında azaltılabileceğini (değiştirilebileceğini) ortaya koymuştur. Hazırlanan yemlerde kuru madde sindirilebilirliği %57.5 ile %67.2 arasında, protein sindirilebilirliği %78.8 ile %88.1 arasında ve enerji sindirilebilirliği ise %76.1 ile %86.1 arasında değişmiştir. Yemlerin sindirilebilirlik oranları genel olarak soya ve yerfıstığı ilavesinin artışı ile önemli ölçüde düşme göstermiştir.

Araştırmada kullanılan findık küspesinin karidesler için besleme değeri ile ilgili literatürde herhangi bir araştırmaya rastlanmamıştır. Ancak, balıklar üzerinde yapılan araştırmalar findık küspesinin değerli bir protein kaynağı olduğuna işaret etmektedir. Örneğin, Emre ve ark. (2008a,b) levrek (*Dicentrarchus labrax*) ve çipura (*Sparus aurata*) yemlerinde findık küspesinin balık unu yerine sırasıyla %30 ve %40 düzeylerinde kullanılabileceğini bildirmiştir. Gökkuşuğu alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) yemlerinde balık ununun findık küspesi ile değiştirildiği çalışmalarda, findık küspesinin lizin ve metiyonin takviyeleri ile %50 düzeyine kadar büyüme ve yemden yararlanmada herhangi bir olumsuzluk gözlenmeksizin kullanılabileceği kaydedilmiştir (Sevgili ve ark., 2009). Ancak kalkan ve sazan yemlerinde bu düzeylerin çok daha altında kullanılması gerektiği yönünde bildirimler mevcut olup, daha yüksek düzeyler için amino asit ve fosfor takviyeleri gerektiğinin altı çizilmiştir (Ergün ve ark., 2008; Sevgili ve ark., 2011).

3.2.2. Karasal Kökenli Hayvansal Protein Kaynakları

Karides yemlerinde kullanılan alternatif protein kaynakları arasında yer alan karasal kökenli hayvansal proteinler başlıca kan unu, tüy unu, et-kemik unu ve tavuk yan ürünlerinden elde edilmekte olup, yemlerde kullanılan diğer protein kaynakları ile karşılaştırıldığında birim protein başına düşen maliyet bakımından bu hammadde kaynaklarının daha uygun olduğu bilinmektedir (NRC, 2011; Davis ve Arnold, 2000). Bu kaynaklar esas olarak %45-65 ham protein içerir ve çoğu bitkisel kaynaklı ürüne göre balık unu ile daha yakın bir amino asit bileşimine, kuru madde ve protein sindirilebilirliğine ve enerji değerine sahiptir (Samocha ve ark., 2004). Ayrıca ürüne bağlı olarak esansiyel mineraller, fosfolipitler ve kolesterol de içerebilirler. Bununla birlikte, besin içeriği açısından oldukça değişkenlerdir ve bu kaynaklar için besin içeriği yönünden istikrarlı bir ürün temin etmek zordur (NRC, 2011). Ancak uygun hammaddeler seçilir ve uygun bir şekilde işlenirse, yüksek kaliteli bir protein kaynağı olarak kullanılabilir (Davis ve Arnold, 2000).

Kanatlı endüstrisinin atık maddesi olan tavuk unu, balık ve karides yemlerinde en çok araştırılan karasal kökenli hayvansal protein kaynaklarından biridir. Genel olarak yapılan çalışmalarda tavuk ununun balık unu yerine kullanıldığı durumlarda karideslerin performanslarında herhangi bir kayıp görülmeden yem maliyetlerinin ciddi şekilde azaldığı belirtilmiştir. Cruz-Suarez ve ark. (2007), yaptıkları bir çalışmada *L. vannamei* beslenmesinde performansta azalma yaşanmadan balık ununun %100 oranında tavuk unu ile değiştirilebileceğini, Davis ve Arnold (2000) ve Samocha ve ark (2004) ise beslemede %80 ile %100 değişimde bile lezzet açısından bir sorunla karşılaşmadığını, kontrol yemleriyle aynı yaşama oranı ve büyüme performansı elde edilebileceğini bildirmişlerdir. Chi ve ark. (2009), Zhu ve Yu (2002) ile Cheng ve ark. (2002), tarafından da benzer çalışmalarda balık ununda %66-80 değişim oranının karidesler için başarılı olduğunu ifade etmişlerdir.

Cheng ve ark. (2002), normal tavuk unu ve kül içeriği azaltılmış, evcil hayvan yemlerinde kullanılan tavuk unu olmak üzere iki farklı tavuk ununun *L. vannamei* için balık unu yerine kullanılma oranlarını araştırdıkları bir çalışmada, %35 protein ve %24.5 balık unu içeren yemlerde balık ununu %33.3, %66.7 ve %100 oranlarında tavuk unu ile değiştirmişlerdir. Bu çalışmada yemlerde kullanılan tavuk unlarının yağları alınmış ve bunun yerine formülasyonlara balık yağı ilave edilmiştir. Çalışma için toplamda 13 farklı (biri kontrol yemi olmak üzere) test yemi hazırlanmış, 0.17g ağırlıktaki karidesler 8 hafta süreyle bu test yemleri ile beslendikten sonra büyüme ve yem tüketim performansları incelenmiştir. Çalışma sonunda karideslerin deneme sonu ağırlık ortalamaları arasında farklılık bulunmazken, %33.3 ile %66.7 oranında tavuk unu kullanılan gruplarda büyüme %100 tavuk unu kullanılan gruplardan daha yüksek

çıkıştır. Araştırma bulguları, *L. vannamei* yemlerindeki balık ununun büyümei etkilemeksizin %66.7 oranında tavuk unu ile değıştirilebileceğini, yağı alınmış tavuk kullanımının karideslerin vücut ağırlıkları üzerinde bir etkisi olmadığını göstermiştir.

Phuong ve Yu (2003), siyah kaplan karidesinin (*P. monodon*) beslenmesinde balık unu yerine et-kemik unu (EKU) ve kümes hayvanları ununun (PBM) karideslerin büyüme performansı üzerine etkilerini değerdendirilmişlerdir. Deneme yemleri %35 balık unu içeren yemlere eşit oranda %0, 20, 40, 80 oranında EKU ve PBM içerecek şekilde hazırlanmış ve karidesler test yemleri ile 60 gün süresince beslenmişlerdir. Çalışma neticesinde belirlenen tüm oranlarda EKU kullanımının büyümei olumsuz etkilediği, PBM'nin ise karideslerin performansını etkilemeksizin %80 oranında balık unu ile değıştirilebileceğini belirlenmiştir.

Yang ve ark. (2004), tavuk unu ve EKU kullanımının tatlısu karidesi juvenillerinde (*Macrobrachium nipponense*) alternatif protein kaynağı olarak değerdendirmesi için 70 günlük bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Araştırmada tek protein kaynağı balık unu (BU) olan kontrol yemi ve BU yerine %15 ve %50 oranında TU ve EKU ilave edilen, %38 protein oranına sahip izoenerjetik ve izonitrojenik beş farklı yem denenmiştir. Çalışma sonunda TU ve EKU'nun *M. nipponense* juvenillerinde büyüme ve immünojik parametreleri etkilemeksizin BU yerine kullanılabileceği bildirilmiştir.

Cruz-Suarez ve ark. (2007), Pasifik beyaz karidesinin yemlerinde balık unu (%65 ham protein) yerine %35, 50, 65 ve 80 oranında TU (%66 ham protein) kullanımının, büyüme ve yem tüketim performansı üzerine etkilerini araştırmışlardır. Denemede %30 ve %35 protein oranına sahip iki ticari yem kontrol grupları olarak kullanılmıştır. Dört hafta süren deneme sonunda değerdendirilen; büyüme, yem tüketimi, yem çevirim oranı, biyomas, yaşama oranı, protein, kuru madde ve enerji sindirilebilirliği etkinliklerinde gruplar arasında istatistiksel bir fark bulunamamıştır. Çalışma bulguları, *L. vannamei* yemlerinde TU'nun balık unu ile %80 oranında değıştirilebileceğini göstermiştir. Çalışmada ayrıca TU'nun %90 ve üzerinde sindirilebilirlik oranına sahip olması, balık ununun esansiyel amino asit (EAA) profiline benzer olması, yüksek miktarlarda fosfolipit ve kolesterol içermesi ve ayrıca düşük miktarda ham kül içermesi nedeniyle *L. vannamei* için mükemmel bir alternatif protein kaynağı olduğu bildirilmiştir.

Chi ve ark. (2009), *L. vannamei* için protein kaynağı olarak TU kullanımını değerdendirdikleri çalışmada; %40 protein ve %7.5 lipit içeriğine sahip olan ve balık unu yerine %0, 30, 40, 50, 60, 70 ve 100 oranında TU kullanılarak hazırlanan yemleri 60 günlük besleme çalışması ile test etmişlerdir. Çalışmada karideslerin ağırlık kazancı, yaşama oranı, yem çevirim oranı, protein etkinlik oranı ve

karideslerin vücut kompozisyonu değerlendirilmiştir. Araştırma sonuçlarında, *L. vannamei* yemlerindeki balık ununun %70 oranında TU ile değiştirilebileceğini ve bu oranı nın karideslerin büyüme, yaşama oranı, YÇÖ, PEO ve vücut kompozisyonunu olumsuz etkilemediğini bildirilmişlerdir.

Alternatif protein kaynakları üzerine yapılan araştırmalarda, bitkisel kaynaklarda olduğu gibi, balık ununa ikame olarak karasal kökenli hayvansal kaynakların kullanıldığı yemlere tamamlayıcı bileşenlerin eklenmesinin, karides beslemede daha dengeli bir besin profili (yani esansiyel amino asitler, yağ asitleri) elde etmek ve besin kullanımını arttırmak için iyi bir yöntem olduğu ifade edilmiştir (Samocha ve ark., 2004; Hernández ve ark., 2011). Böylece bağımsız olarak kullanılabilen bu kaynakların çeşitli katkı maddelerinin eklenmesi ile yemdeki besinsel değeri artırılabilirken aynı zamanda ekonomik avantaj da sağlanabilmektedir.

Tacon ve ark. (2010), iyi kalitede TU ve metiyonin takviyesi yaparak hazırladıkları formülasyonda, %16 seviyesinde soya unu içeren kontrol yeminden daha yüksek oranda soya unu kullanılabileceğini (yaklaşık %20 ila %25) bu durumun düşük seviyelerde denizel protein kaynağı kullanılarak (%8 balık unu ve %2 kalamar unu) hazırlanan kontrol grubu yemine göre %5.7 ile %7.9 maliyet tasarrufu yapılabileceğini göstermişlerdir.

Davis ve Arnold (2000), ekstrüde edilmiş soya/TU atıklarından oluşan bir karışım (ESTU, %72.2 protein içeren) ile TU'dan (%53.1 protein içeren) oluşan karasal hayvansal ve bitkisel protein kaynağı kullanarak hazırlanan, %32 ham protein ve %8 lipit içeren iki farklı formülasyonun Pasifik beyaz karidesinde kullanım potansiyelini test etmişlerdir. Her yem izonitrojenik ve izolipidik olarak formüle edilmiş ve yemler ortalama 0.37 g ağırlıkta karideslerde 6 hafta süreyle denenmiştir. ESTU kullanılan yem gruplarında kontrol grubuna benzer deneme sonu ortalama ağırlık, canlı ağırlık artışı ve yem çevrim etkinliği ve hatta daha yüksek protein çevrim etkinliği elde edilmiştir. Benzer şekilde, balık unu yerine %40, %60 ve %80 oranında TU kullanıldığında canlı ağırlık artışı ve yem çevrim etkinliğinde yükselme belirlenmiştir. Çalışma bulgularına göre, *L. vannamei* yemlerinde normalde rasyonlara eklenen %30 balık ununun ESTU ve TU'nun %80 ilavesi ile % 6'ya kadar düşürülebileceği belirlenmiştir.

Samocha ve ark. (2004), %32 protein %8 lipit içeren *L. vannamei* yemlerinde balık unu yerine ekstrüde soya unu, tavuk unu ve yumurta takviyesi karışımının farklı oranlarda kullanım olanaklarını araştırmışlardır. Test yemleri için, balık unu yerine %0, %60, %80, %100 yumurta takviyeli soya-tavuk unu karışımının yanı sıra balık unu yerine %100 karışım içeren rasyona %1 kril unu ilave edilerek beş

farklı rasyon oluşturulmuştur. Deneme ortalama 1.13 g ağırlığındaki karides bireylerinde 6 hafta boyunca sürdürülmüştür. Deneme sonunda gruplar arasında büyüme, yaşama oranı, final ağırlığı, yüzde ağırlık kazancı ve yem etkinliği bakımından fark bulunmamıştır. *L. vannamei* yemlerinde ekstrüde soya ve tavuk unu karışımının yumurta takviyesi ile kullanılmasının karideslerin hayatta kalma, büyüme ve yem lezzetliliğini etkilemeden değiştirilebileceğini bildirmişlerdir.

Markey ve ark. (2010), yaptıkları bir araştırmada, tavuk ile birlikte soya unu, mısır glüten unu ve düşük oranda kalamar unu kombinasyonlarıyla yemler üretmiş ve bunları havuz ve tanklarda *L. vannamei* üzerinde denemiştir. Havuzda yürütülen çalışmada, juvenil karidesler 34 adet/m² stoklama yoğunluğunda 0.1 hektar boyutlarında havuzlara, tanklarda yürütülen denemede ise karidesler 30 adet/m² yoğunlukta stoklanmışlardır. Deneme sonunda havuzlarda elde edilen ürün miktarı 6093 ile 6943 kg/ha, ortalama ağırlıklar 22-24 g, yaşama oranları %78.9-82.2 ve yem değerlendirme oranları 0.94-1.09 olarak belirlenmiştir. Tanklarda sürdürülen 79 günlük yetiştiricilikte ortalama ağırlıklar 19.9-20.5 g, yaşama oranları %94.2-96.7 ve yem çevirim oranları 1.10-1.18 olarak hesaplanmıştır. Gruplar arasında ölçülen hiçbir değişken arasında ne havuz, ne de tanklarda yürütülen denemelerde herhangi bir farklılık görülmemiştir.

Yapılan bu çalışmalarda ucuz ve yüksek kalitede bitkisel (örneğin solventlerle ekstrakte edilen soya, mısır glüten unu, fermentasyon atıkları, bezelye unu vb.) veya bazı karasal hayvansal protein kaynaklarının (örneğin tavuk unu) karides yem formülasyonlarında başarı ile kullanılabildiği ifade edilmiştir. Bu hammaddelerin ekonomik avantajları ülkeden ülkeye ve bölgeden bölgeye değişim göstermektedir. Ancak, her neresi olursa olsun, yem formülasyonlarında balık ununda bir azalma her şekilde yem maliyetlerinde düşmelere neden olacaktır. Kümes hayvanı yan ürünü olan tavuk ununun kalitesi önemli ölçüde değişebildiğinden, bu ürünü değerlendirmek için daha fazla çalışma yapılması tavsiye edilmektedir (Samocha ve ark., 2004).

3.3. Karides Beslemede Hidrostabilesi Yüksek Yem Kullanımı

Yem üretimi, temelde maliyet ve fiziksel özelliklerin dikkate alınması suretiyle canlı için gerekli besinleri sağlayacak hammaddelerin seçilmesi ve bu hammaddelerin ihtiyaca yönelik teknoloji ile bir araya getirilmesi işlemidir. Yemlerin sertlik, dayanıklılık ve hidrostabilesi gibi fiziksel özellikleri, yem yapımında kullanılan hammaddelere ve pelet formuna dönüştürülürken kullanılan işleme tekniklerine göre belirlenir. Çoğu ticari yem, pişmiş ekstrüzyon, sıkıştırma peletleme veya soğuk ekstrüzyon işlemleri kullanılarak üretilir (NRC, 2011). Peletleme, teknolojik ve ekonomik avantajları nedeniyle

kabuklu yemlerinin üretilmesinde en popüler yöntemdir (Lovell, 1989, 1990; MacGrath, 1976). Pelet haline getirilmiş yemler; taşıma ve depolama esnasında daha az parçalanmaya maruz kalması, hammaddelerin sıkıştırılması yoluyla besin mevcudiyetinin fazla olması, mikrobiyal aktiviteyi sınırlandırması ve lezzet artışına katkıda bulunması gibi sebeplerle avantajlıdır.

Karides beslemede kullanılan pelet yemlerin besinsel içerik, lezzet ve maliyet gibi özelliklerinin yanı sıra fiziksel özellikleri de yemin kalitesini etkileyen unsurlardandır (Hardy ve Barrows, 2003). Pelet hidrostabilesi, özellikle yavaş ve sürekli beslenme davranışı gösteren karidesler için üretilen yemlerde en önemli fiziksel özelliklerden biridir (Lim ve Cuzon, 1994; Jussila ve Evans, 1998; Obaldo ve ark., 2002). Bu nedenle, karidesler için üretilen peletlerin suyla temasında ve beslenme faaliyeti sırasında oluşabilecek kayıpların en aza indirilmesi için hidrostabilesinin yüksek olması istenir (Palma ve ark., 2008). Aksi halde peletler küçük parçalara ayrılır ve besin maddeleri hızla suya geçer. Bu durum su kalitesinin olumsuz etkilenmesine, canlıda zayıf büyümeye, yem çevirim ve yaşama oranında istenmeyen düşüşe neden olabilir (Obaldo ve ark., 2002). Besleme aktivitesi sırasında suya atılan ve karidesler tarafından bir saatten uzun bir süre kullanılmayan peletlerin küçük parçalara ayrılarak serbest vitamin ve mineraller gibi besin maddelerinin ve bazı amino asitlerin suda çözünmediği, böylece beslenmeden önce peletlerin besin değerinin azaldığı bildirilmiştir (Palma ve ark., 2008).

Pelet hidrostabilesi, tüketim öncesi su ile temas sırasında minimum parçalanma ve besin bileşenlerinin kombinasyonu ile sağlanan fiziksel pelet bütünlüğünün muhafaza edilmesi olarak tanımlanır (Obaldo ve ark., 2002). Yemlerin hidrostabilesi, kullanılan hammadde ve bağlayıcı maddelerden, yemin işleme tekniği ve ekipman seçimine kadar bir çok faktöre bağlıdır. Bu faktörlerden bağlayıcı maddelerin kullanımı pelet yemlerin fiziksel bütünlüğü ve biyolojik kullanılabilirliği üzerinde güçlü bir etkiye sahiptir (Lim ve Cuzon, 1994; Palma ve ark., 2008; Argüello-Guevara ve Molina-Poveda, 2012). Lim ve ark. (1994), karides yemlerinde kullanılan bağlayıcıları; protein kökenli (buğday gluteni, jelatin, kollajen vb.), karbonhidrat kökenli (farklı nişastalar, pirinç, melas vb.) ve besin değeri olmayan bağlayıcılar (karboksimetilselüloz, lignosülfonatlar, aljinatlar vb.) şeklinde üç gruba ayırmışlardır. Aynı araştırmacılar bu bağlayıcı maddelerin seçimi ve yeme ilave oranlarının istenen hidrostabilité süresi, bağlayıcı maliyeti, yem yapımında kullanılacak ekipman türü ve yem de bulunan hammaddeler ile birlikte değerlendirilmesi gerektiğini savunmuş, kullanılan ilave oranlarının protein kökenli bağlayıcılar için %1-10, karbonhidrat kökenli bağlayıcılar için %2-50 ve besin değeri olmayan bağlayıcılar için %1-15 seviyesinde değiştiğini bildirmişlerdir.

Karides yemlerinde istenilen hidrostatil özelliğe sahip yemlerin üretilebilmesi için çeşitli bağlayıcı maddeler ve ilave oranlarının yem formülasyonlarda kullanılması üzerine birçok çalışma yürütülmüştür. Argüello-Guavera ve ark. (2012), altı farklı özellikte bağlayıcı maddeyi (agar, sodyum alginat, cassava nişastası, jelatin, buğday glütini ve kelp (yosun) unu) iki farklı oranda (%3 ve %5) *L. vannamei* anaç pelet yemlerinin fiziksel özellikleri üzerine olan etkilerini değerlendirmişlerdir. Çalışmada 15, 30, 60, 90, 120, 150 ve 180 dakika suda bırakılan peletlerin hidrostatilite ve besin kayıpları incelenmiştir. Testler sonucunda hidrostatilite, su emilimi ve protein kayıpları açısından en iyi sonuçlar %5 sodyum alginat ile buğday glütini kullanımında elde edilmiştir. Diğer bir denemede, bu iki bağlayıcı madde yem tüketimi ve sindirilebilirlik açısından karşılaştırılmış ve her iki bağlayıcının da karışımının (1:1) buğday glütini ile kıyaslandığı durumlarda (%5 oranında), yem tüketim oranı, protein sindirilebilirliği ve kuru madde sindirilebilirliği açısından benzer olduğu görülmüştür. Buna göre, araştırmacılar *L. vannamei* anaç pelet yemleri için %5 buğday glütinini uygun bir bağlayıcı madde olarak önermişlerdir. Volpe ve ark. (2012), doğal polisakkaritlerden pektin, alginat ve kitosanı kerevit (*Cherax albidus*) yemlerinde hidrostatiliteyi arttırmak amacıyla bağlayıcı maddeler olarak test ettikleri çalışmalarında, alginat içeren yemin suda daha çabuk çözündüğünü ve dolayısıyla daha az stabil olduğu sonucuna varmışlardır. Çalışma bulgularında pektin ve kitosanın yüksek hidrostatilite sağladığını, ayrıca bu bağlayıcılarla üretilen yemlerle beslenen kerevitlerde canlı ağırlık artışı ve bağırsaklardaki amilaz aktivitesinin, alginat içeren yemle beslenenlerden daha yüksek olduğu rapor edilmiştir. Ahamad Ali ve ark., (2010) polimetilolkarbomid (PMC), guar gam ve buğday glütinini yemlerde bağlayıcı madde olarak kullandıkları bir çalışmada, farklı sıcaklıkların (70, 80 ve 90 °C) peletleme ve hidrostatilite üzerine etkilerini araştırmışlardır. Çalışmada kullanılan bağlayıcı maddelerden PMC %0.5, guar gam %2 ve buğday glütini ise %3 oranında yem formülasyonlarına eklenmiştir. Suda en hızlı su çekme özelliği buğday glütini (%20.9-26) ile üretilen yemde görülmüş, bu grubu guar gam (%16.2-17.2) ve son olarak da PMC (%11.4-12.26) grubu izlemiştir. Suda en yüksek bulanıklığa neden olan bağlayıcının buğday glütini ilave edilmiş yem olduğunu, bunu guar gam ve PMC'nin izlediğini bildirmişlerdir. Çalışmaya göre peletleme sıcaklıklarındaki artışın peletlerin hidrostatiliteelerde artışa neden olduğu görülmüştür. Bu artış PMC'de %79.5'tan %82'ye, buğday glütenli yemde %80.5'ten %82.5'e ve guar gamlı yemde %77.9'dan %80.5'e doğru gerçekleşmiştir. Bu çalışma sonucunda PMC benzeri sentetik bağlayıcıların karides yemlerinde kullanımlarının daha uygun olacağı, zira bu bağlayıcıların yeme düşük seviyede eklenebildikleri (%0.5), buna rağmen peletlerin hidrostatiliteelerini çok iyi seviyede sağlayabildikleri ve fiyatlarının da uygun olduğunu bildirmişlerdir. Bu çalışmada hidrostatilite ve türbidite ölçümleri pelet yemlerin suda 2 saat bekletilmesinden sonra gerçekleştirilmiştir. Obaldo ve ark. (2002), karides yemlerinin test yemi ve ticari yem farklı sıcaklık ve

tuzluluklarda hidrostabilite özelliklerini belirledikleri bir araştırmada, karides beslemede kullanılan yemlerin iki farklı tuzluluk (%0 ve %34) ve üç farklı sıcaklık (15, 25 ve 35 °C) kombinasyonlarında üç farklı yöntemle hidrostabilite testlerine tabi tutarak (statik, yatay çalkalayıcı ve dikey çalkalayıcı düzeneklerle) peletlerin hidrostabilite özelliklerini değerlendirmişlerdir. Bulgular statik metot kullanıldığında kuru madde seviyesinin en yüksek düzeyde ölçüldüğünü, bu metodu yatay ve son olarak da dikey metodun izlediğini belirlemişlerdir. Statik yöntemde, 6 saat suda bekletildikten sonra ölçülen kuru madde oranının %34 tuzluluk ve 25 °C sıcaklıkta %88.9, ticari yemde ise %91.7 olduğunu kaydetmişlerdir. Dikey çalkalayıcıda, yüksek sıcaklık ve düşük tuzluluğun kuru madde seviyesini düşürdüğünü (suda çözünmeyi arttırdığını), 6 saat suda bekleyen peletlerde kalan kuru madde oranının %72.8, ticari yemde ise bu rakamın %88 olduğunu belirlemişlerdir. Dikey çalkalamada suda 6 saat bekletilen yemlerde kuru madde seviyesinin %0 tuzluluk ve 35 °C sıcaklıkta sadece %48.1, ticari yemde ise %83.5 olduğu görülmüştür. Yapılan çalışmalar incelendiğinde yemlerin hidrostabilitesi üzerine bir çok faktörün etkili olduğu, yem yapım işleminden sonraki ikincil etkilerin karideslerin beslenme ortamı ve fiziksel müdahaleler olduğu anlaşılmaktadır. Bu nedenle yemlerin hidrostabil yem özellikleri değerlendirilirken bu faktörler göz önünde bulundurulmalıdır.

3.4. Sürdürülebilir Karides Üretiminde Yem Maliyetleri

Dünya çapında karides üretiminde yaşanan büyümeye paralel olarak yem üretiminde meydana gelen artış sektörel anlamda bazı sınırlamaları da beraberinde getirmiştir. Bugün karides yetiştiricilik sektörünü sınırlayan faktörlerin başında, yem üretiminde kullanılan denizel kaynakların temini ve bu kaynakların arzı karşılama noktasında maliyet etkisi gelmektedir. Karides yetiştiriciliğinde yem maliyeti toplam üretim maliyetinin %40-60'ını oluşturmakta olup, bu alanda besinsel kaliteden önemli ödünler vermeden, daha ekonomik hammaddeler ile düşük maliyetli yemler üretilmesi ticari ölçekte büyük bir anlam ifade etmektedir. Bu nedenle günümüzde karides yetiştiriciliğinde en yüksek işletim giderine sahip olan yemlerin besleyici özelliklerinden ödün vermeden daha ekonomik formlarda üretilmesine yönelik çalışmalar araştırmacıların temel hedeflerinden biri haline gelmiştir. Ticari karides yemleri geleneksel olarak %25 ile %50 aralığında balık unu içerir ve yem formülasyondaki en pahalı hammadde kaynağını balık unu oluşturur (Dersjant-Li, 2002). Ancak temininde yaşanan sıkıntılar ve buna bağlı olarak gerçekleşen fiyat dalgalanmaları balık ununun uzun vadede sürdürülebilir kullanımını kısıtlamaktadır. Karides üretiminde yeme bağlı sınırlayıcı koşulların ortadan kaldırılması için yemlerde kullanılan balık unu gibi geleneksel hammaddelerin dışında başka alternatiflere yönelmek ve bunları formülasyonlarda kullanarak üretimi yapılacak türler üzerinde test etmek gerekmektedir. Bu

nedenle yapılan çalışmalarda ağırlıklı olarak pahalı denizel protein kaynaklarından (balık unu ve balık yağı) daha ucuz ve sürdürülebilir olan bitkisel ve bazı karasal hayvanlardan elde edilen protein kaynaklarına yönelim görülmektedir. Alternatif protein kaynağı olarak kullanılan bu hammaddelerin ekonomik avantajları ülkeden ülkeye ve bölgeden bölgeye değişim göstermektedir. Ancak, her neresi olursa olsun, yem formülasyonlarında balık ununda bir azalma her şekilde yem maliyetlerinde düşmelere neden olacaktır. Global ölçekte ticari olarak en fazla üretilen Pasifik beyaz karidesinin üretiminde kullanılan ticari büyüme yemleri %35-38 aralığında protein ve %6-9 arasında lipid içermektedir. Son zamanlarda bu yemlerde balık unu (ki en pahalı hammaddedir) miktarının ciddi oranlarda azaltılması ve bazı bitkisel/ hayvansal protein kaynaklarıyla %100 ikame edilmesi birim yem fiyatlarının belirgin bir şekilde düşmesine neden olmuştur (Samocha ve ark., 2004; Olmos ve ark., 2011). Bu kaynaklardan bitkisel proteinlerin karideslerde büyüme performansını etkilemek kaydıyla balık unu yerine %50 ve %70 oranında ikame edilmesinin, kullanılan balık unu maliyetinde %68.3 ila %83.3 arasında tasarruf sağladığı bildirilmiştir (Vagheie ve ark., 2008). Ancak daha ekonomik yem hammaddelerinin kullanımına yönelik yapılan çalışmalarda daha düşük besin içeriği, zayıf sindirilebilirlik oranı, yüksek aminoasit dengesizliği ve karbonhidrat içeriği ile daha yüksek selülozik yapı gibi sorunlarla karşılaşabilmektedir. Bu durumda, ilgili türlerin yetiştiriciliğinde yem değerlendirme ve büyüme performanslarında düşmeler ile karşılaşabilmektedir. Bunun önlenmesi için yem formülasyonlarında ekonomik hammaddelerin besin açısından zengin diğer hammaddelerle ve çoğu zamanda bazı yem katkı maddeleriyle harmanlanıp, yetiştiriciliği hedeflenen türün sağlık ve büyüme performanslarından ödün vermeden besin ihtiyacını dengeli olarak karşılayabilecek formülasyonların üzerinde çalışılması gerekmektedir.

4. MATERYAL VE YÖNTEM

4.1. Deneme Materyali

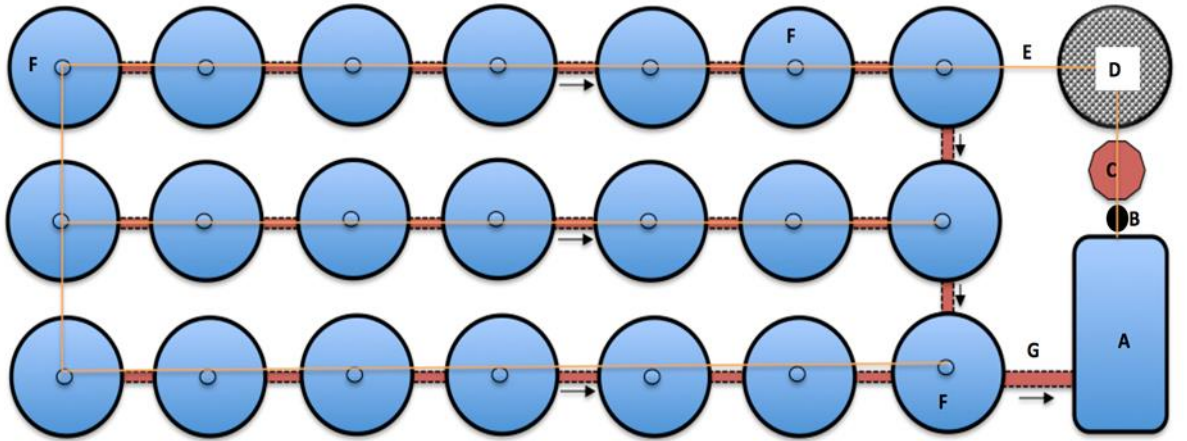
Denemede kullanılan *Penaeus semisulcatus* yavruları İskenderun Körfezi'nden avlanan dişi ve erkek karides anaçlarından elde edilmiştir. 2015 yılının Şubat ayı içerisinde Yumurtalık ilçesi (Adana) açıklarında avlanan, balıkçılardan satın alın alma yoluyla elde edilen anaçlar oksijen basılan bir taşıma tankı ile Çukurova Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi Deniz Ürünleri Ar-Ge Tesisi'ne getirilmiştir. İşletmeye taşınan anaçlar resirküle sisteme bağlı dört adet 3 m çapında yuvarlak polyester anaç tanklarına yerleştirilerek 2-3 hafta gerekli adaptasyon işlemleri gerçekleştirilmiştir. Adaptasyonu tamamlanan anaçlardan 40 g ve üzeri olanlar 4 dişi karides/m² ve 4 erkek karides/m² olmak üzere iki ayrı anaç tankına aktarılmıştır. Anaçlar günde 2-3 kez taze kalamar, midye ve yengeç ile beslenmişlerdir. Tüm tankların üzeri siyah renkli branda ile kapatılarak karideslerin ışıktan rahatsız olmaları önlenmiş ve deneme süresince bu tanklarda deniz suyu sıcaklığı 28°C, pH 8-8.2 ve tuzluluğu ‰39 olarak ayarlanmıştır. Sistemde su döngüsü günde ‰400 olarak ayarlanmış ve sifonlama/buharlaşma ile gerçekleşen su kayıpları taze deniz suyu ile telafi edilmiştir. Sisteme eklenen günlük su miktarı çoğu zaman ‰1-2'yi geçmemiştir. Günde 3 kez taze yemlerle bolca beslenerek uygun koşullarda tutulan ve göz sapı kesilen karidesler olgunlaştırılarak yumurtlatılmıştır. Dördüncü ovaryum evresinde olan dişiler akşam üzeri tanklarından kepçe ile alınarak yuvarlak bireysel yumurtlama tanklarına (200 L) yerleştirilmişlerdir. Yumurtlamanın ertesinde dişiler yeniden alındıkları anaç tanklarına geri aktarılmıştır. Yumurtadan çıkan naupliler (N) iki gün süreyle aynı tankta protozoa (PZ1) dönemine girene kadar bekletilmiş ve ardından PZ1 larvaları bir plankton kepçesi (120 µm) ile alınıp 1.2 m çapında yuvarlak polietilen larva yetiştiricilik tanklarına alınarak beslenmeye başlanmıştır. PZ1 (protozoa) larvaları tanklara litreye 100 adet olacak şekilde stoklanmış ve mikroalg (*Tetraselmis chuii* + *Chaetoceros calcitrans*) ile beslenmişlerdir. Algler ile besleme günde iki kez (08:00 ve 18:00) yapılmış, 25.000 hücre/ml *T. chuii* ve 55.000 hücre/ml *C. calcitrans* yoğunluğunda verilmiştir. Alg ile besleme PZ1, PZ2 ve PZ3 dönemlerinde tek yem kaynağı olarak verilmiş, ancak larvaların yaklaşık ‰50'si Misis 1 (M1) dönemine geçtikten sonra mikroalg ile besleme bitirilmiş ve yeni açtırılan *Artemia* nauplisi (1-5 adet/ml olacak şekilde) verilmiştir. *Artemia* nauplileri ile besleme de günde yine iki kez (08:00 ve 18:00) olacak şekilde larva tanklarına verilmiştir. Postlarva 1 döneminden itibaren yavrular kademeli olarak 15 gün içerisinde canlı yemden yapay yeme alıştırlarak, PL15'ten itibaren tamamiyle yapay yeme geçiş sağlanmıştır. Postlarva döneminde yapay yem olarak ilk iki haftada 300-500 µ ve iki ile üçüncü haftalarda ise 500-800 µ boyutunda granül yemler (levrek yemi, Çamlı A.Ş.,

İzmir) kullanılmıştır. Bu aşamadan itibaren yavrular larva yetiştiricilik tanklarından alınarak ön büyütme tanklarına aktarılmışlardır.

Ön büyütme çalışmaları 1.5 ay süreyle tamamı sera ile kaplı olan ve 1x10x1 m boyutlarında 6 adet beton havuzda 500-600 adet/m² yoğunlukta gerçekleştirilmiştir. Yavrular bu aşamada protein %50-60 protein ve %10-15 lipit içeriğine sahip değişik boyutta (500-800, 800-1200 µm) yapay granül yemlerle günde altı kez 08:00 ile 20:00 saatleri arasında 2 saat aralıklarla beslenmiştir. Yavrular ortalama 5.67±0.10 g ağırlığa ulaşınca kadar beslendikten sonra deneme başlatılmıştır.

4.2. Deneme Ünitesinin Tasarımı ve Kurulumu

Araştırmada kullanılan deneme ünitesi, Çukurova Üniversitesi kampüs arazisinde bulunan Su Ürünleri Fakültesine ait Deniz Ürünleri Ar-Ge Tesisi'nde, taban alanı 200 m² bir sera içerisinde (çökeltme ve rezervuar tankları dahil) kapalı devre sistem olarak dizayn edilmiştir. Yedi farklı yem rasyonunun 3 tekerrürlü olarak test edildiği deneme ünitesinde Şekil 4.1'de gösterildiği gibi 500 L'lik 21 adet fiberglass tank kullanılmıştır. Deneme için inşa edilmiş olan sera ünitesi ve kapalı devre sistem dizaynı Şekil 4.1 ve Şekil 4.2' de verilmiştir.



Şekil 4.1. Deneme ünitesi planı. A: Rezervuar/Çökeltme Tankı, B: Pompa, C: Kum Filtresi, D: Biyofiltre, E: Temiz Su Dönüş Hattı, F: Karides Tankları, G: Drenaj Su Hattı



Şekil 4.2. Denemenin kurulu olduğu 200 m² boyutunda sera, 10 KW elektrik üretebilen solar sistem ve sera içerisinde bulunan resirküle sistemin sera dışından görünümü

Tanklar sera birimine her sırada 7 tank olacak şekilde 3 sıra halinde yerleştirilmiştir. Her tank için su girişi 32 mm'lik PVC borulara bağlanan musluklarla sağlanmıştır. Tanklardan çıkan drenaj boruları için 75 mm'lik plastik atık su boruları kullanılmış ve tüm drenajlar birleştirilerek tek bir hat üzerinden 800l'lik rezervuar tanka boşalacak olacak şekilde konumlandırılmıştır. Sistemin su giriş ve çıkış bağlantıları ile eş zamanlı olarak filtrasyon ekipmanları da hazırlanarak sisteme eklenmiştir. Sistemde kullanılacak filtrasyon ekipmanlarından, kum filtresi (450 l) için 0.5-1.2 mm ile 1-3 mm partikül boyutundaki kuartz kum yıkanarak filtre kabına yerleştirilmiş ve kaba filtrasyon için hazırlanmıştır. Biyolojik filtre (950 l) için bakteri üremesini destekleyecek miktarda bioball yıkanarak filtre kabına yerleştirilmiş ve kullanıma hazır hale getirilmiştir. Sistemin oksijenlendirilmesinde hava motoru kullanılmıştır ve her sıraya çekilen ana havalandırma hattı üzerinden tank başına bir adet olacak şekilde 4 mm'lik şeffaf hortumlara ağırlık ve hava taşları takılarak havalandırma bağlantısı yapılmıştır. Sera içerisinde kurulan üniteye doğal fotoperiyottan yararlanılmış, ancak tankların üzerine örtülen gölgeleme filesi ile tanklara gelen ışık şiddeti %95 oranında azaltılmıştır (Şekil 4.3).



Şekil 4.3. Denemenin yürütüldüğü kapalı devre sistemin sera içerisinde genel görünümü

Karideslerin kabuk değişimleri sırasında saklanabilecekleri alanlar oluşturmak için her bir tankta, substrat olarak 2 adet tuğla ve 30x40 cm ölçülerinde kesilmiş yapay çimler yerleştirilmiştir (Şekil 4.6) Sistem kurulumu tamamlandığında rezervuar tank, %42'lik deniz suyu ve 85m derinlikten çekilen yer altı kuyu suyu ile karıştırılarak oluşturulmuş %30'luk deniz suyu ile doldurulmuş ve tüm tanklar istenilen hacme (320 l) gelene kadar sisteme deniz suyu girişi sağlanmıştır (Şekil 4.7). Deneme tanklarına giriş yapan suyun debisi 2 l/dk olarak ayarlanmıştır. Sisteme giren ve drenaj hattıyla rezervuar tankta biriken atık su, 1 HP gücünde bir santrifüj pompa ile emdirilerek sırasıyla önce kum filtresinden, ardında da biyofiltreden geçirilerek tekrar tanklara geri basılmış ve sistemdeki suyun resirkülasyonu sağlanmıştır. Sistem, mekanik ve donanımsal olarak çalışma performansının gözlemlenmesi ve eksikliklerinin giderilmesi için karidesler stoklanmadan önce iki gün boyunca çalıştırılmıştır. Sistemin işlevsellik testi tamamlandıktan sonra deneme karidesleri tanklara tesadüfi olarak stoklanarak çalışma başlatılmıştır.

4.3. Deneme Yemlerinin Hazırlanması

Çalışmada kullanılacak olan deneme yemleri balık unu (BU) yerine kullanılabilecek alternatif bitkisel protein kaynaklarından soya, mısır glütenu, yerfıstığı ve fındık küspesi ile hayvansal kaynaklardan ise tavuk unu (TU) ile hazırlanmıştır. Deneme yemlerinde, bitkisel kaynaklardan dördünün de eşit oranda bulunduğu bir karışım (MİKS-1), sadece soya ve mısır glütenu eşit oranda olduğu karışım (MİKS-2) ile tek başına TU olmak üzere üç alternatifin BU'nun bir kısmı veya tamamı yerine kullanılma olanağı

araştırılmıştır (Çizelge 4.1). Bu amaçla deneme yemleri toplam 7 muamele, sadece BU, %10BU+TU, %10BU+MİKS-1, %10BU+MİKS-2, MİKS-1, MİKS-2 ve TU+MİKS-2 olacak şekilde hazırlanmıştır. Deneme yemlerinde kullanılan protein kaynaklarının kullanım oranları Çizelge 4.1’de, deneme yemlerinin formülasyonu ve besin madde bileşenleri Çizelge 4.2’de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Denemede kullanılan protein kaynaklarının kullanım oranları

Protein Kaynakları	MİKS1 (%)	MİKS2 (%)	TU+MİKS2 (%)
Soya küspesi	25	50	25
Mısır glüten unu	25	50	25
Fındık küspesi	25	-	-
Yerfıstığı küspesi	25	-	-
Tavuk unu	-	-	50



Şekil 4.4. Deneme yemlerinin preslendiği pelet makinası (A), hammaddelerin öğütüldüğü makina (B) ve peletlerin pişirildiği düzenek (C)

Kullanılan hammaddeler, temel besin maddeleri (kuru madde, ham kül, ham yağ ve ham protein) bakımından analiz edildikten sonra rasyonlar WinFeed 2.8 programı kullanılarak NRC (2011) tarafından karidesler için önerilen besin madde gereksinimleri düzeyleri dikkate alınarak %38 protein ve 20 MJ/kg toplam enerji içerecek şekilde formülize edilmiştir.



Şekil 4.5. Deneme yemlerinin hazırlanmasında kullanılan alet, ekipmanlar ve kaplar

Yem yapımı öncesinde, öncelikle hammaddelerin tamamı bir öğütücü aracılığıyla 100-150 mikrona kadar öğütülmüş ve bu çizelgedeki oranlara göre her deneme grubu için bir mikser ile 10-15 dk süreyle karıştırılan ve %35-45 neme sahip karışım 1.9 mm çapında ve 3-4 mm uzunlukta olacak şekilde pres pelet makinasından geçirilmiş ve ardından da 110°C’de 0.5 bar basınç altında 30 dk süreyle pişirilip gölgede 3-4 saat kurutulmuştur (Şekil 4.4; Şekil 4.5). Bu süreçte %10’a kadar nemi düşürülen yemler 1 kg’lık plastik kavanozlara doldurulup markalandıktan sonra kullanılıncaya kadar +4°C’de saklanmıştır

(Şekil 4.5). Sindirilebilirliğin belirlenmesi amacıyla deneme yemlerinin içerisine dış indikatör olarak %1 oranında kromik oksit (Cr_2O_3) eklenmiştir.

4.4. Deneme Yönetimi

Yeşil kaplan karidesi (*Penaeus semisulcatus*) yavruları deneme ünitesinde bulunan 1 m² taban alanına sahip tanklara her yem grubu için üç tekerrürlü olacak şekilde tesadüfi olarak her bir tanka 20 adet stoklanmıştır. Tank koşullarında karideslerin ellenmeye karşı olan aşırı hassasiyeti ve özellikle kas spazmı gibi ciddi ölümlere sebep olan davranışları gözlemlendiğinden, çalışmada büyüme parametreleri için ara ölçümler yapılamamıştır. Bu sebeple bireysel ağırlık ölçümlerinin sadece deneme sonunda ve tanklarda canlı kalan tüm bireylerde gerçekleştirilmiştir. Deneme başı stoklama işleminde stoku temsil edecek 100 adet karidesin ortalama ağırlıkları başlangıç ağırlığı olarak kaydedilmiştir. Ortalama başlangıç ağırlığı 5.67 ± 0.10 g karidesler ile sekiz hafta sürecek çalışma başlatılmıştır.

Eylül-Kasım aylarında sera içerisinde kurulan deneme ünitesinde başlatılan çalışmada doğal fotoperiyottan yararlanılmış, ancak ışık şiddeti tankların üzerinin örtülmesiyle %95 oranında azaltılmıştır. Deneme tanklarının üzerine örtülen gölgeleme filesi aynı zamanda karideslerin tank dışına zıplamalarını da engellemiştir. Deneme ünitesinde su döngüsü 24 saat içerisinde %400-500 civarına ayarlanmış ve bu döngü deneme boyunca sürdürülmüştür.



Şekil 4.6. Denemede kullanılan substratların tank içerisindeki görünümü



Şekil 4.7. Deneme esnasında tank içi görünüm.

Çalışma için formülize edilen deneme yemleri ve oluşturulan deneme grupları aşağıdaki gibidir.

Deneme Grupları	Deneme Yemleri
YEM 1 (Y1):	BU : Balık Unu -Kontrol grubu
YEM 2 (Y2):	10BU+TU : %10 Balık Unu+Tavuk Unu
YEM 3 (Y3):	10BU+MİKS1 : %10 Balık Unu+ MİKS1
YEM 4 (Y4):	10BU+MİKS2 : %10 Balık Unu+MİKS2
YEM 5 (Y5):	MİKS1 : Soya Küspesi, Mısır Glütteni, Fındık Küspesi, Yerfıstığı Küspesi
YEM 6 (Y6):	MİKS2 : Soya Küspesi, Mısır Glütteni
YEM 7 (Y7):	TU+MİKS2 : Tavuk unu+ MİKS2

Karidesler toplam vücut ağırlıklarının %1-2'si oranında 09:00, 13:00, 17:00 ve 21:00 saatlerinde günde 4 kez beslenmiştir. Günlük verilen yemin %60'ı eşit oranlarda 09:00, 13:00, 17:00 saatlerinde verilirken geri kalan %40'ı 21:00'de verilmiştir. Deneme boyunca karideslerin yem alımları günlük olarak gözlemlenmiştir. Tüketilmeyen yemler her sabah yemlemeden önce sifonlama yoluyla toplanıp kurutularak günlük net yem tüketim miktarları tespit edilmiştir. Toplanan yem artıkları etüvde 105°C'de 4-5 saat süreyle (sabit ağırlığa kadar) kurutulmuş ve ardından desikatörde oda sıcaklığına getirildikten sonra 0.01 g hassas terazide tartılmıştır. Elde edilen bu yem tüketimi verileri deneme süresince günlük verilecek yem miktarının belirlenmesinde kullanılmıştır. Sabah sifonlaması esnasında tüketilmeyen yemler toplanırken aynı zamanda gece boyunca tank içinde kalan dışkılar da tanktan uzaklaştırılarak tankların genel temizliği yapılmış ve su kalitesindeki bozulmalar önlenmiştir. Böylece sifonlama işlemi, sabah yemlemesinden önce tüketilmeyen yemleri toplamak, sabah ve öğlen yemlemesinden sonra ise dışkı toplamak amacıyla günde üç defa yapılmıştır (Şekil 4.8). Sifonlama esnasında tankta bulunan kabuklar toplanmış ve karapaks sayımları yapılarak kabuk değişim sayıları kaydedilmiştir. Sindirilebilirliği belirlemek amacıyla yapılan dışkı toplama işlemine deneme periyodunun 2. haftasında başlanmıştır. Dışkılar her gün sabah (09:00) ve öğle (13:00) beslemesini kapsayan periyotta gözlemlendiği için sabah ve öğle beslemesinden 2 saat sonra eleklerle sifonlanmıştır. Dışkılar parçalanmamasına dikkat edilerek eleklerle sifonlanmış, tatlı su dolu kova içerisine oturtularak pasteur pipetiyle toplanmıştır. Dışkı örnekleri daha sonra her grup için hazırlanan falcon tüplerine aktarılıp sindirilebilirlik analizine kadar -20 °C'de muhafaza edilmiştir.

Çizelge 4.2. Deneme yemlerinin formülasyonu ve hesaplanan besin madde düzeyleri

DENEME YEMLERİ							
Hammadeler (%)	BU	10BU+TU	10BU+MİKS1	10BU+MİKS2	MİKS1	MİKS2	TU+MİKS2
¹ Balık unu	48.00	10.00	10.00	10.00	-	-	-
² Soya küspesi	-	-	16.20	27.50	20.10	34.50	16.20
³ Mısır gluteni	-	-	16.20	27.50	20.10	34.50	16.20
⁴ Fındık küspesi	-	-	16.20	-	20.10	-	-
⁵ Yerfıstığı küspesi	-	-	16.20	-	20.10	-	-
⁶ Tavuk unu	-	52.50	-	-	-	-	34.50
¹ Buğday unu	42.50	24.30	12.00	21.6	5.4	16.2	18.60
¹ Balık yağı	2.40	2.70	2.50	2.5	2.4	2.4	2.50
⁷ Soya lesitini	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
¹ Vitamin	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80
Premiks*							
¹ Mineral	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
Premiks**							
¹ Stay-C	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
¹ Bağlayıcı	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
⁸ CaCO ₃	-	2.10	2.10	2.50	2.30	2.90	2.80
⁹ Ca(H ₂ PO ₄) ₂	-	1.10	1.20	1.00	2.00	1.80	1.80
¹⁰ Metiyonin	-	0.10	-	-	-	-	-
¹⁰ Lizin	-	0.10	0.30	0.30	0.40	0.60	0.30
¹⁰ Kromik oksit	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
<i>Besin Madde Düzeyleri</i>							
Kuru madde (%)	89.60	89.84	90.14	90.10	90.24	90.25	90.04
Protein (%)	38.18	38.20	38.09	38.11	37.62	38.10	37.83
Lipit (%)	9.08	8.94	9.41	9.34	9.29	9.27	8.96
Kül (%)	6.75	8.41	9.64	8.41	10.46	9.11	9.16
Toplam enerji (MJ/kg)	20.39	21.73	20.05	20.15	19.72	19.86	21.28

¹Sibal Aş., Sinop, Türkiye

²Doğalsan, Adana, Türkiye

³Sunar Mısır Entegre Tesisleri San. ve Tic. A.Ş., Adana, Türkiye

⁴Toprak Mahsulleri Ofisi, Adana, Türkiye

⁵Yalçınay Fıstıkçılık, Osmaniye, Türkiye

⁶Egehan Yem, Tavuk unu rendering ve kemik unu rendering, Adana, Türkiye

⁷Tito Soy lecithin, Germany, Tedarik: Smart Kimya Ticaret ve Danışmanlık Ltd. Şti, İzmir, Türkiye

⁸Kimetsan Ltd., Ankara, Türkiye

⁹Chemische Fabrik Budenheim KG, Budenheim, Germany, Tedarik: Medikallab.com

¹⁰Sigma Aldrich Co Ltd, St. Louis, Missouri, ABD

* Vitamin Premiks (mg/kg): retinil asetat 2.58 mg, DL-kolekalsiferol 0.037 mg, DL-a tokoferil asetat 30 mg, menadion sodyum bisülfat 2.5 mg, tiamin 7.5 mg, riboflavin 15 mg, piridoksin 7.5 mg, nikotinik asit 87.5 mg, folik asit 2.5 mg, kalsiyum pantotenat 2.5 mg, vitamin B12 0.025 mg, askorbik asit 250 mg, inositol 500 mg, biyotin 1.25 mg ve kolin klorür 500 mg.

** Mineral Premiks (mg/kg): kalsiyum karbonat (% 40 Ca) 2.15 g, magnezyum hidroksit (% 60 Mg) 1.24 g, potasyum klorür 0.9 g, ferrik sitrat 0.2 g, potasyum iyodin 4 mg, sodyum klorür 0.4 g, kalsiyum hidrojen fosfat 50 g, bakır sülfat 0.3 g çinko sülfat 40 g, kobalt sülfat 2 g, manganez sülfat 30 g, sodyum selenit 0.3 g.



Şekil 4.8. Sifonlama yoluyla tanklardan dışkı toplama işlemi

Deneme sonunda tanklarda kalan tüm karidesler bireysel olarak 0.01 g hassasiyette terazi ile tartılmış, temel besin bileşenleri, yağ asitleri, amino asit analizleri için her tanktan 5'er adet karides örneklenmiştir (Şekil 4.9).



Şekil 4.9. Deneme sonunda karideslerden alınan kas doku örnekleri

4.5. Çevresel Parametreler

Deneme süresince su sıcaklığı günlük olarak sabah ve akşam (09:00 ve 21:00) olmak üzere günde iki defa civalı termometre ile ölçülmüştür. Araştırma süresince sistemin tuzluluğu ‰30'da tutulmuştur. Belirtilen bu tuzluluk oranı deniz suyu (‰39) ile kuyu suyunun (tatlı su) karıştırılması ile suretiyle elde edilmiştir. Tanklardaki oksijen (YSI Pro20, Çin), tuzluluk (ATAGO Automatic and Water Resistant, Japonya), pH (HANNA, Romanya) nitrit, nitrat ve amonyak değerleri (JBL Testlab Marin, Almanya) haftalık olarak ölçülmüştür.

4.6. Büyüme Performans Ölçümleri

Deneme başı ağırlık (Wb) karides stokunu temsil eden 100 birey üzerinden yapılan bireysel ağırlık ölçümlerinin ortalaması ile hesaplanmıştır. Deneme sonu ağırlık (Ws) verileri ise bireysel olarak 0.01 g hassas terazide tartılarak kayıt altına alınmıştır. Denemede, karideslerin büyüme performansı ve yem değerlendirmesi aşağıdaki formüllerle belirlenmiştir;

$$\text{Spesifik büyüme oranı (SBO)} = \left[\frac{\ln Ws - \ln Wb}{\text{gün}} \right] \times 100 \quad (4.1)$$

$$\text{Yem çevirim oranı (YÇO)} = \frac{\text{Tüketilen yem (g)}}{\text{canlı ağırlık artışı (g)}} \quad (4.2)$$

4.7. Besin Maddeleri İçeriği Analizi

Denemede sonunda karideslerin temel besin madde bileşenleri, yağ asidi ve amino asit kompozisyonlarının belirlenmesi için yapılan analizlerde her tanktan rastgele 5'er adet karides (5 karides x 3 tekerrür=15 adet örnek/deneme grubu) örneklenmiştir. Her bir tanktan alınan karides örnekleri grup isimlerine göre etiketlenmiş ağzı kapaklı plastik kaplara konularak öncelikle -20°C'de dondurulmuş sonrasında soğuk zincir ile Çukurova Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yetiştiricilik Laboratuvarına getirilerek -80 °C'de analiz zamanına kadar muhafaza edilmiştir. Karides kas dokularının bir kısmı kuru madde ve kül analizi için ayrılmıştır. Diğer besin bileşenlerinden protein, lipid ve yağ asitlerinin analizleri için örnekler liyofilizatörde -50°C'de 0.05 bar basınçta 24 saat süreyle (sabit bir ağırlığa kadar) kurutulmuş daha sonra paketlenip etiketlenerek analiz zamanına kadar -20°C'de muhafaza edilmiştir.

4.7.1. Kuru Madde ve Kül

Kuru madde ve kül analizleri için homojenize edilen kas doku örneklerinde, dışkıda ve deneme yemlerinde her bir grup için 3 tekerrür olacak şekilde gerçekleştirilmiştir. Etüvde kurutulup desikatörde oda sıcaklığında soğutulan ve 0.1 mg hassasiyette terazide darası alınan porselen kaplara her kaptaki yaklaşık 1 g örnek olacak şekilde tartılmıştır. Alınan örnekler etüvde 105°C'de 4-5 saat süreyle (sabit ağırlığa kadar) kurutulmuştur. Kurutulan örnekler desikatörde bekletilerek oda sıcaklığına getirildikten sonra yeniden 0.1 mg hassas terazide tartılarak ağırlıkları kaydedilmiştir. Ham kül tayini için aynı örnekler yakma fırınına yerleştirilerek 550°C'de 5-7 saat süreyle yakılmış ve desikatörde oda sıcaklığına kadar bekletilip tartılmıştır. Her iki analiz sonucunda örneklere ait kuru madde (KM) (%) ve kül (%) oranları aşağıdaki formülle hesaplanmıştır (AOAC, 1990).

$$\text{KM veya Kül (\%)} = \frac{[\text{Dara (g)} + \text{KM (g) veya Kül (g)}] - \text{Dara}}{\text{Örnek miktarı (g)}} \times 100 \quad (4.3)$$

4.7.2. Protein ve Amino Asit Analizi

Protein analizi AOAC (1990) göre yapılmıştır. Protein analizi için her bir grup için 3'er tekerrür olacak şekilde alınan örneklerden 0.5 g'lık miktar 0.1 mg hassas terazide tartılarak Kjeldahl tüplerine yerleştirilmiştir. Ayrıca 2 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 TM 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'lık NaOH ve %4'lük borik asit kullanılmıştır. Örnekler destilasyon cihazında (FOSS, KjeltectTM 2200 Auto Distillation Unit, Höganäs, İsveç) alkali NaOH ve borik asit solüsyonlarıyla destile edilmiştir. Destilat yakalama kısmına ise 3-4 damla indikatör (metil kırmızısı) bulunan 250 ml'lik erlen yerleştirilmiştir. Destilasyon sırasında cam erlenlerde yaklaşık 150 ml sıvı birikinceye kadar işleme devam edilmiştir. Örnekler daha sonra 0.1 N HCl ile titre edilerek protein oranı aşağıdaki formülle yüzde olarak hesaplanmıştır.

$$\text{Protein (\%)} = \frac{(\text{Örnek için harcanan 0.1N HCl}) - (\text{Kör için harcanan HCl})}{\text{Örnek Miktarı(g)}} \times 6.25 \times 0.1 \times 14 \times 100 \quad (4.4)$$

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

Deneme sonu karideslerden alınan kas doku örneklerinin ve deneme yemlerinin amino asit analizleri TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi, Gıda Enstitüsü, Analitik Gıda Laboratuvarında UFLC (Ultra fast liquid Chromatography) cihazı ile UV dedektör kullanılarak yapılmıştır. Yöntem Dimova (2003) ve Gheshlaghi ve ark. (2008) referansı ile 'Amino asit Kompozisyonunun Tayini Ultra Hızlı Sıvı Kromatografisi (UFLC) Yöntemi' olarak modifiye edilmiş olup TÜBİTAK MAM AR-GE laboratuvarlarında işletme içi bir metot olarak belirtilmektedir.

Deneme yemlerinin ve bu yemlerle beslenen karideslerin kas dokularında tespit edilen esansiyel amino asitlerin, karideslerin gereksinimini karşılama düzeylerinin tespit edilmesi için Penaflorida (1989)'nın yönteminden yararlanılmıştır. Hesaplamalarda aşağıda verilen formüller kullanılmıştır.

$$A/E = \frac{\text{EAA miktarı}}{\text{Toplam EAA}} \times 100 \quad (4.5)$$

A/E= Esansiyel amino asit oranı

$$aa/AA = \frac{\text{Yemdeki A/E}}{\text{Karidesteki A/E}} \quad (4.6)$$

$$EAAI = \sqrt[n]{aa^1/AA^1 \times aa^2/AA^2 \times \dots \times aa^n/AA^n} \quad (4.7)$$

aa¹=Yemdeki A/E oranı

AA¹=Karidesteki A/E oranı

n=esansiyel amino asit sayısı

aa /AA değerleri Penaflorida (1989)' ya göre 0.01 minimum ve 1 maksimum olarak ayarlanmıştır.

4.7.3. Yağ ve Yağ Asitleri Analizi

Kas doku, yem ve dışkı örneklerinde yağ ve yağ asitleri analizi için tüm örnekler önceden liyofilize edilmiştir. Örnekler her bir tekerrür için üçer paralel (her bir grup için 9 örnek) olacak şekilde 0.1 mg hassas terazide 1-1.5 g ağırlığında tartılmıştır. Ağırlığı kaydedilen numuneler 50 ml'lik tüplere aktarılmış ve üzerine 2:1 oranında 100 ml kloroform+metanol (CHCl_3 ; Sigma, CAS 67-66-3+ CH_3OH ; CAS 67-56-1) karışımı eklenerek içi buz dolu bir kap içinde yaklaşık 3 dakika süreyle homojenizatör (IKA, T18 Basic ULTRA-TURRAX®, Almanya) kullanılarak 10.6 hızda homojen hale getirilmiştir. Homojenizasyon işleminden sonra örnekler filtre kâğıdından (Schleicher & Schuell, 5951/2 185 mm) geçirilerek erlenlere aktarılmıştır. Süzülen örneklerin üzerine (filtre kâğıdını kaldırmadan) 20 ml %0.4'lük CaCl_2 solüsyonu ilave edilmiştir. Filtre kâğıdında solüsyon kalmayınca kadar beklenmiş erlen içerisinde faz oluşumu gözlemlendikten sonra örnekler bir gece karanlıkta bekletilmiştir. Ertesi gün erlen içerisinde oluşan üst faz (metanol+su fazı) alınmayacak şekilde alt faz (kloroform+yağ) armudi cam 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 0.1 mg hassas terazide tartılarak ağırlıkları kaydedilmiştir (Folch ve ark., 1957). Yağ oranının hesaplanmasında aşağıdaki formül kullanılmıştır;

$$\text{Yağ (\%)} = \frac{[(\text{Balon Darası(g)} + \text{Yağ (g)}) - \text{Balon Darası (g)}] * 100}{\text{Örnek Miktarı(g)}} \quad (4.8)$$

Yağ ekstraksiyonun ardından, yağ asidi metil esterleri (FAME) Metcalfe ve Shmitz (1961)'e göre hazırlanmış ve Czesny ve Dabrowski (1998)'ye göre analiz edilmiştir. Buna göre, yağ miktarı tespit edilen balon jojelere 2 ml heptan (C_7H_{16}) konularak iyice çalkalandıktan sonra tüplere aktarılmış, üzerine 2 M'lik metanolik KOH'dan 4 ml eklenerek 4°C'de 4000 devirde 10 dk santrifüj edilmiştir. Daha sonra faz oluşumu için 1 gün buzdolabında bekletilmiş, ertesi gün üstte oluşan fazdan otomatik pipetle 1 ml alınarak kahverengi şişelere aktarılmıştır. Her bir örnek için gereken heptan miktarı aşağıdaki formüle göre hesaplanarak örneklerin üzerine eklenmiştir. Hazırlanan örnekler gaz

kromatografisi (GC-Agilent 6820A; Agilent Technologies, Santa Clara, California, Amerika) viyal tüplerine aktararak yağ asidi düzeyleri tespit edilmiştir.

$$\text{Heptan miktarı (1 ml örnek için)} = [(\text{Balon jojedeki yağ miktarı}) \times 1000] / 50 \quad (4.9)$$

Yağ asidi profillerinin belirlenmesi için GC kapiler kolon (100 m x 0.25 mm x 0.2 µm film kalınlığı), taşıyıcı gaz olarak 1 ml/dk akış hızında helyum gazı ve dedektör olarak da FID dedektörü kullanılmıştır. Örnekler GC'ye oto örnekleyici ile 1 µL olarak enjekte edilmiştir. Örneklerin GC analizindeki fırın sıcaklık programı; 190°C'de 1 dk bekleme, 30°C/dk'lık artışla 220°C'ye çıkış ve bu sıcaklıkta 5 dk bekleme şeklinde gerçekleştirilmiştir. Her bir yağ asidi çıkış zamanı (RT, tekraralama zamanı)'ları yağ asitleri karışım standartlarının (Supelco 37 component FAME mix, Cat No: 47885-U) RT'leri ile mukayese edilmiş ve yağ asitleri tanımlanan piklerin konsantrasyonları % olarak hesaplanmıştır.

4.8. Sindirilebilirlik Analizi

Sindirilebilirlik analizinde Kimura ve Miller (1957) metodu esas alınmıştır. Bu metoda göre, 0.0005 ile 0.004 g arasında 16 farklı ağırlıklardaki kromik oksit (Cr_2O_3) örneği 0.1 mg hassas terazide tartılmıştır. Bu örnekler filtre kâğıdına sarılarak 250 ml Kjeldahl tüplerinin içerisine konulmuştur. Ek olarak, 2 adet boş (örnek veya filtre kâğıdı olmayan) ve 2 adette kontrol (sadece filtre kâğıdı olan) örnekler oluşturulmuştur. Kromik oksitli yem için 0.3 g 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 Kjeldahl tüpleri çeker ocak içindeki yakma ünitesinde (Tecator TM Digester, Höganäs, İsveç) ilk olarak 150°C'de 30 dakika daha sonra 170°C'de 1 saat süreyle yakılmıştır. Bu aşamada aşırı buharlaşmanın engellenmesi amacıyla tüplerin ağızlarına 50 ml balon jojeler yerleştirilmiştir. 2 saat sonra yakma ünitesinden çıkarılan tüpler oda sıcaklığında soğumaya bırakılmıştır. Tüpler iyice soğuduktan sonra üzerine 1.5 ml %70'lik perklorik asit (HClO_4 , Sigma, CAS 7601-90-3) ilave edilerek 220°C'de 15 dakika yakılmıştır. Bu sürede tüplerin ağzı açık bırakılmıştır. Tüpler tekrar soğumaya bırakılarak sıvı miktarı 1 ml'den az olanlara 0.5 ml %70'lik perklorik asit ilave edilerek 220°C'de tüplerin ağzı kapalı şekilde yakılmaya devam edilmiştir. Bu aşamada örneklerin renk dönüşümünün oluşumu kontrol edilmiş ve turuncu renk oluşumu gerçekleşince tüpler soğumaya bırakılmıştır. Bu aşamadan sonra örnekler 50 ml balon jojelere aktarılmıştır. Aktarılan örnekler 50 ml'den az ise örneklere distile su eklenerek 50 ml'ye

tamamlanmıştır. Örnekler daha sonra 346.5 nm dalga boyunda spektrofotometrede okunarak sindirilebilirlik oranı Maynard ve Loosli (1969)'a göre aşağıdaki formülle hesaplanmıştır.

$$\text{Sindirilebilirlik oranı (\%)} = 100 \times \left[1 - \frac{\% \dot{I}_{\text{yem}}}{\% \dot{I}_{\text{dışkı}}} \times \frac{\% B_{\text{yem}}}{\% B_{\text{dışkı}}} \right] \quad (4.10)$$

İ: Dış markalayıcı (Kromik oksit)

B: Besleyici element (KM, Protein ve Yağ)

4.9. Yemlerin Hidrostabilesinin Arttırılması

Çalışmada *P. semisulcatus* için hazırlanan deneme yemlerinde bağlayıcı olarak kullanılan ve aynı zamanda yemlerin besin değerine katkıda bulunan buğday glutenine alternatif olabilecek bağlayıcı maddeler kullanılmıştır. Hazırlanan deneme yemlerinden en ekonomik ve kaliteli yemin elde edilebilmesi için suda en az 3-4 saat kadar parçalanmadan kalabilmesini sağlayabilecek bağlayıcı madde seçimi yapılmaya çalışılmıştır. Hazırlanan yemlerin pelet hidrostabilesinin değerlendirilmesinde kuru madde ve protein kaybı kullanılmıştır. Bu amaçla toplam da 9 adet farklı yem üretilmiş ve bu yemlerde 9 adet farklı bağlayıcı madde kullanılmıştır. Bunlar; buğday gluteni, sodyum alginat, karboksi metilselüloz, guar gam, kitozan, sodyum bentonit, kalsiyum bentonit, karragenan ve sodyum hekzametafosfat olup, bu bağlayıcılar Çizelge 4.3'de verilen yem formülasyonuna %3 düzeyinde ayrı ayrı eklenerek üretilmiştir.

Yem yapımı öncesinde, öncelikle hammaddelerin tamamı bir öğütücü aracılığıyla 100-150 mikrona kadar öğütülmüş ve bu çizelgedeki oranlara göre her deneme grubu için tartılıp bir mikser ile 5-10 dk süreyle karıştırıldıktan sonra %35-45 nem oranlarında Şekil 4.10'da görülen pres pellet makinasından geçirilmiş (1 mm çapında ve 3-4 mm uzunlukta) ve ardından da 110°C'de 0.5 bar basınç altında 30 dk süreyle pişirilip gölgede 3-4 saat kurutulmuştur (Şekil 4.11 ve Şekil 4.12). Bu süreçte %10'a kadar nemi düşürülen yemler 0.5 kg'lık plastik kavanozlara doldurulup markalandıktan sonra kullanılıncaya kadar +4°C'de saklanmıştır.

Çizelge 4.3. Hidrostabillite testinde kullanılan yemin formülasyonu

<i>Hammadde</i>	<i>Yemdeki Hammadde Miktarı (%)</i>
Balık Unu	30
Soya Küspesi	12.5
Mısır Glüten Unu	13.0
Buğday Unu	36
Balık Yağı	2.4
Soya Lesitini	2.0
Vitamin Premiksi	0.8
Mineral Premiksi	0.2
Vitamin C	0.1
**Bağlayıcı Madde	3.0
<i>Besin İçeriği</i>	<i>%</i>
Kuru Madde	90.53
Kül	6.05
Toplam Enerji (MJ/kg)	19.54
Sindirilebilir Enerji (MJ/kg)	15.20
Protein	38.14
Yağ	9.13
Selüloz	1.53

*Hammaddelerin temin edildiği firmalar Çizelge 4.2’ de gösterilmiştir.

**Bağlayıcı maddeler; Buğday glütenu, sodyum alginat, karboks metilselüloz, guar gam, kitozan, sodyum bentonit, kalsiyum bentonit, karragenan ve sodyum heksametafosfat

Hidrostabillite testlerine başlamadan önce her bir bağlayıcı deneme yemlerinin test öncesi KM miktarları 4.7.1 Kuru Madde ve Kül Analizi bölümünde anlatıldığı gibi belirlenmiştir. Daha sonra peletlerin su stabilitesinin belirlenmesi için her bir yem için 3 tekkerrür olacak şekilde %35 deniz suyu doldurulan 250 ml’lik erlen, her bir erlen içine hava hortumuna bağlı hava taşları ile havalandırma sağlanan test düzeneği hazırlanmıştır. Erlenler test grupları ve tekerrürlerine göre isimlendirildikten sonra her bir erlene 1g örnek tartılarak, test düzeneğine yerleştirilmiş ardından 28°C’lik su banyosunda 1, 3, 5 ve 7 saat boyunca tutulmuştur (Şekil 4.13). Her bir zaman periyodunun ardından, erlendeki su önceden darası alınmış 5 µ (Whatman No:3) filtre kağıtları ile süzölmüş ve örnekler 105°C’de sabit ağırlığa kadar bir etüvde kurutulduktan ve desikatörde bekletildikten sonra tartılmıştır. Tüm testler tamamlandığında, kuru madde açısından yemin hidrostabillitesi Zhou (2014)’ya göre başlangıç ve belirlenen test süreleri sonunda elde edilen ağırlık farkından belirlenmiştir. Bu süreçte yemlerdeki protein kaybı da deneme yemlerindeki protein oranının deneme sonrasında kalan kuru maddede tespit edilen protein seviyesinden çıkartılması suretiyle elde edilmiştir.

Hesaplamada kuru madde (veya protein) kayıplarının % olarak ifade edilebilmesi için kullanılan formül aşağıda verilmiştir (Zhou, 2014).

$$\text{KMK (\%)} = 100 \times \left[\frac{\text{KMtö} - \text{KMts}}{\text{KMtö}} \right] \quad (4.11)$$

KMtö: test öncesindeki ağırlığı,

KMts: test sonrasındaki ağırlığı.

$$\text{PK (\%)} = 100 \times \left[\frac{\text{Ptö} - \text{Pts}}{\text{Ptö}} \right] \quad (4.12)$$

Ptö: test öncesindeki protein miktarı

Pts: test sonrasındaki protein miktarı



Şekil 4.10. Yemlerin peletlenmesi işleminden bir görünüm



Şekil 4.11. Hidrostatilite testi için üretildikten sonra kurutulan yemler



Şekil 4.12. Hidrostatilite testinde kullanılan düzenekler ve yem örnekleri.

4.10. Deneme Yemlerinin Maliyeti

Karides yemlerinde alternatif protein kaynaklarının kullanımına yönelik hazırlanan 7 farklı formülasyonun maliyet hesaplamaları için ulusal firmalardan temin edilen tüm hammaddelerin toptan alış fiyatları ve KDV oranları (kg ve ton üzerinden ABD Doları olarak; USD) kullanılmıştır. Yem üretiminde gereken iş gücü ve enerji maliyetleri üretim metoduna ve yem üretimini gerçekleştiren işletmeye göre farklılık gösterebileceğinden yemlerin birim kg maliyetinin hesaplanmasında işçilik ve enerji maliyetleri dikkate alınmamıştır. Buna göre yem maliyetleri hesaplanmasında aşağıdaki formül kullanılmıştır.

$$CAAM \text{ (kg/USD CAA)} = \text{Yem Maliyeti (kg/USD)} \times Y\check{C}O \quad (4.10)$$

CAAM= Canlı ağırlık artışı için yem maliyeti

Y $\check{C}$ O= Yem çevirim oranı

4.11. İstatistik Analiz

Yemlerin karideslerde büyüme, yem tüketim performansları, temel besin bileşenleri, yağ asitleri ve aminoasit seviyeleri üzerine etkileri, Levene's homojenite testi sonunda tek yönlü varyans analizi (one way ANOVA) ile test edilmiş gruplar arasındaki farklar Duncan testi ile belirlenmiştir. Stabilitate testinde kuru madde ve protein kayıpları hesaplandıktan sonra farklı sürelerde kaydedilen tüm verilerin ortalama değerleri üzerinden yine tek-yönlü varyans analizi ve ardından Duncan testi kullanılmıştır. Ortalamalar arasındaki farklılıklar 0.05 önem seviyesinde test edilmiştir. İstatistik analizler SPSS 20.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA) paket programı kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

5. BULGULAR VE TARTIŞMA

5.1. Çevresel Parametreler

Deneme süresince günlük sabah (09:00) ve akşam (21:00) ölçülen su sıcaklığı değerleri resirküle sistemde (RAS) $27.72 \pm 1.87^\circ\text{C}$ olarak belirlenmiş, haftalık ölçümleri yapılan pH değerleri ise 8.33 ± 0.41 olarak kaydedilmiştir. Tuzluluk değeri ‰30 olarak sabit tutulmuş, su değişkenliği buharlaşma ve sifonla gerçekleşen su kayıplarını telafi etmek ve tuzluluk değerlerini dengede tutmak amacıyla haftada ‰2 olarak gerçekleştirilmiştir. Çalışma periyodunda ölçülen azotlu atıklardan toplam amonyak (NH_3) < 0.05 mg/l, nitrit (NO_2) 0 ile 0.5 mg/l arasında ve nitrat (NO_3) ise 0.25 ile 100 mg/l arasında değişmiştir. Çözünmüş oksijen RAS sisteminde hiçbir zaman 8 mg/L'nin altına inmemiştir.

Buna göre deneme süresince ölçülen su parametrelerinden sıcaklık (Kumlu ve Eroldoğan, 2000), tuzluluk (Kumlu ve ark., 1999b), azotlu atıklar (Kır ve ark., 2004) ve oksijen (Bailey-Brock ve Moss, 1992) değerleri *P. semisulcatus* ve penaeid karidesler için literatürde optimal olarak kabul edilen değerler arasında seyretmiş ve deneme sonuçlarını herhangi bir şekilde olumsuz etkilememiştir.

5.2. Deneme Yemleri

5.2.1. Temel Besin Bileşenleri

Çalışmada kullanılan yemler izoproteik ve izoenerjetik olacak şekilde formulize edilmiş ve analiz edilen yemlerin temel besin bileşenleri bakımından istatistiki bir farklılık bulunmamıştır ($P > 0.05$). Yapılan analizler sonucunda deneme yemlerinin protein içeriği $\% 37.5 \pm 0.50$, yağ içeriği $\% 8.7 \pm 0.8$, kuru madde içeriği $\% 91.16 \pm 1.34$ ve ham kül içeriği $\% 8.69 \pm 3.12$ ve toplam enerji ise 20.45 ± 0.46 MJ/kg olarak tespit edilmiştir. Ölçülü ve Kumlu (2010) yaptıkları bir çalışmada, aynı karides türünde (*P. semisulcatus*) optimal protein gereksinimini 1-2 g'lık juveniller için, 28°C sıcaklık ve ‰40 tuzlulukta, ‰38.3 olduğunu saptamışlardır. Gopakumar (2002) ise *P. semisulcatus* için yemde optimal protein oranını ‰35-40 olarak ve yemlerin sindirilebilirlik oranlarını da ‰83.6 ile ‰85.2 olarak bildirmişlerdir. Üstte belirtilen çalışmaların verileri, araştırmada test edilen deneme yemlerinin *P. semisulcatus*'un protein gereksinimini karşılayacak protein içeriğine sahip olduğunu göstermektedir.

Deneme yemlerinde alternatif protein kaynakları olarak kullanılan hammaddelerin temel besin bileşenleri Çizelge 5.1'de sunulmuştur.

Çizelge 5.1. Deneme yemlerinde kullanılan hammaddelerin temel besin bileşenleri

Temel Besin Bileşenleri	Balık Unu	Fındık küspesi	Mısır gluteni	Yer fıstığı küspesi	Soya küspesi	Tavuk unu
Kuru Madde (%)	91.22	90.17	89.33	90.84	91.90	90.25
Protein (%)	71.18	40.81	63.23	32.66	43.62	56.03
Lipit (%)	10.59	6.45	3.75	14.44	12.61	22.08
Kül (%)	13.26	9.49	4.87	6.18	8.25	7.41
Toplam enerji (MJ/kg)	21.91	19.66	21.31	21.48	21.43	24.49

Bitkisel protein kaynaklarını temsil eden soya unu, mısır gluteni, yer fıstığı küspesi ve fındık küspesinin protein içerikleri sırasıyla %43.62, %63.23, %32.66 ve %40.81 olarak belirlenmiştir. Hayvansal protein kaynaklarından balık unu %71.18 ve tavuk unu %56.03 protein içeriğine sahiptir. Kullanılan hammaddeler içerisinde ham kül açısından en yüksek değer %13.26 ile balık ununda, en düşük değer ise %4.87 ile mısır gluteninde bulunmuştur.

Alternatif protein kaynaklarında gerçekleştirilen temel besin kompozisyonu analizleri yem formülasyonu hazırlanırken yemde bulunması gereken hammadde miktarlarının tespiti için kullanılmıştır.

5.2.2. Yağ Asidi Kompozisyonu

Çizelge 4.2’de verilen oranlarla hazırlanan yemlerin yapılan analizler sonucunda belirlenen yağ asitleri ve amino asit kompozisyonları Çizelge 5.2 ve Çizelge 5.3’te sunulmuştur.

Çizelge 5.2. Deneme yemlerinin yağ asidi kompozisyonu (%)

DENEME YEMLERİ							
Yağ asidi	BU	10BU+TU	10BU+MİKS1	10BU+MİKS2	MİKS1	MİKS2	TU+MİKS2
14:0	3.90±0.03 ^a	1.94±0.01 ^d	2.01±0.01 ^c	2.27±0.00 ^b	1.56±0.00 ^g	1.76±0.01 ^e	1.62±0.01 ^f
14:1	0.2±0.00 ^b	0.10±0.00 ^b	0.11±0.00 ^b	0.12±0.00 ^b	0.08±0.00 ^b	0.66±0.49 ^a	0.34±0.44 ^{ab}
15:0	0.06±0.03 ^a	0.04±0.00 ^{ab}	0.05±0.00 ^{ab}	0.03±0.02 ^b	0.04±0.00 ^{ab}	0.04±0.01 ^{ab}	0.04±0.00 ^b
15:1	0.13±0.00 ^a	0.06±0.00 ^{bc}	0.07±0.00 ^b	0.07±0.00 ^b	0.05±0.00 ^d	0.06±0.00 ^c	0.05±0.00 ^d
16:0	19.50±0.15 ^a	17.06±0.06 ^b	14.54±0.05 ^e	16.03±0.04 ^c	13.54±0.05 ^f	15.04±0.03 ^d	16.00±0.11 ^c
16:1n-7	3.49±0.03 ^a	2.89±0.01 ^b	1.84±0.01 ^e	2.05±0.01 ^d	1.44±0.01 ^g	1.61±0.01 ^f	2.25±0.15 ^c
17:0	0.60±0.02 ^a	0.32±0.04 ^{ab}	0.31±0.00 ^{cb}	0.35±0.01 ^b	0.25±0.00 ^e	0.28±0.01 ^d	0.29±0.01 ^d
16:2n-4	0.41±0.00 ^a	0.34±0.00 ^b	0.21±0.0 ^e	0.22±0.00 ^d	0.16±0.01 ^f	0.17±0.00 ^f	0.26±0.00 ^c
17:1n-7	0.23±0.00 ^a	0.12±0.00 ^{bc}	0.12±0.00 ^{bc}	0.08±0.07 ^{bc}	0.07±0.06 ^c	0.11±0.01 ^{bc}	0.15±0.03 ^b
18:0	4.61±0.07 ^c	5.16±0.04 ^a	3.93±0.01 ^e	4.10±0.00 ^d	3.77±0.01 ^f	3.97±0.02 ^e	4.75±0.02 ^b

18:1n-9	15.88±0.10 ^f	23.29±0.01 ^c	28.24±0.12 ^b	18.65±0.05 ^f	31.37±0.04 ^a	19.65±0.04 ^e	22.57±0.16 ^d
18:1n-7	2.31±0.03 ^a	2.06±0.02 ^b	1.89±0.02 ^{cd}	1.93±0.03 ^c	1.79±0.01 ^f	1.85±0.01 ^{de}	1.83±0.05 ^{ef}
18:2n-6	15.74±0.08 ^g	29.45±0.10 ^e	27.4±0.11 ^f	33.44±0.14 ^c	30.65±0.07 ^d	38.41±0.05 ^a	34.85±0.28 ^b
18:3n-6	0.89±0.01 ^a	0.61±0.01 ^e	0.79±0.01 ^b	0.62±0.00 ^d	0.76±0.00 ^c	0.55±0.00 ^f	0.54±0.01 ^f
18:3n-3	0.54±0.38	0.47±0.05	0.64±0.05	0.38±0.27	0.62±0.05	0.51±0.00	0.40±0.00
20:1n-11	1.90±0.09 ^e	2.95±0.11 ^c	2.62±0.26 ^d	3.64±0.10 ^b	2.64±0.07 ^d	4.2±0.01 ^a	3.44±0.02 ^b
20:1n-9	0.94±0.01 ^a	0.63±0.01 ^e	0.67±0.00 ^c	0.75±0.01 ^b	0.58±0.00 ^g	0.65±0.00 ^d	0.6±0.00 ^f
20:2n-6	0.21±0.00 ^{ab}	0.25±0.00 ^a	0.12±0.00 ^d	0.17±0.06 ^c	0.09±0.00 ^d	0.11±0.00 ^d	0.19±0.01 ^{bc}
20:3n-6	0.38±0.00 ^e	0.33±0.01 ^f	0.83±0.00 ^b	0.37±0.00 ^d	0.94±0.01 ^a	0.38±0.00 ^{cd}	0.34±0.00 ^e
20:4n-6	0.43±0.01 ^a	0.21±0.00 ^f	0.29±0.01 ^d	0.33±0.00 ^b	0.27±0.00 ^e	0.31±0.00 ^c	0.21±0.00 ^f
20:3n-3	1.90±0.27 ^a	1.05±0.01 ^b	0.89±0.22 ^b	0.64±0.52 ^b	0.6±0.04 ^b	0.7±0.00 ^b	0.86±0.03 ^b
20:5n-3	6.15±0.01 ^a	2.60±0.03 ^d	3.02±0.01 ^c	3.37±0.00 ^b	2.23±0.06 ^f	2.46±0.01 ^e	2.11±0.03 ^g
22:1n-9	0.35±0.30 ^a	0.16±0.01 ^a	0.15±0.13 ^a	0.25±0.00 ^a	0.15±0.00 ^a	0.17±0.00 ^a	0.10±0.04 ^a
22:5n-3	0.77±0.06 ^a	0.75±0.32 ^a	0.64±0.28 ^{ab}	0.43±0.07 ^{bc}	0.29±0.04 ^c	0.28±0.02 ^c	0.28±0.01 ^c
22:6n-3	15.14±0.06 ^a	5.75±0.10 ^d	6.79±0.03 ^c	7.64±0.01 ^b	4.65±0.03 ^f	5.21±0.01 ^e	4.41±0.04 ^g
24:0	0.77±0.18 ^a	0.25±0.02 ^b	0.27±0.00 ^b	0.30±0.00 ^b	0.21±0.00 ^b	0.21±0.00 ^b	0.17±0.04 ^b
Σ SFA	29.45±0.27 ^a	25.48±0.08 ^b	21.10±0.06 ^d	23.07±0.02 ^c	19.38±0.06 ^e	21.31±0.06 ^d	23.46±0.91 ^c
Σ MUFA	25.47±0.09 ^g	32.35±0.15 ^c	35.70±0.11 ^b	27.53±0.03 ^f	38.18±0.16 ^a	28.97±0.50 ^e	30.73±1.70 ^d
Σ PUFA	42.15±0.74 ^d	41.45±0.13 ^{de}	41.41±0.29 ^{de}	47.37±0.79 ^b	41.10±0.14 ^e	48.90±0.04 ^a	44.19±0.30 ^c
Σ n-3	24.49±0.67 ^a	10.61±0.22 ^c	11.98±0.41 ^b	12.47±0.81 ^b	8.38±0.07 ^{de}	9.15±0.01 ^d	8.07±0.09 ^e
Σ n-6	17.66±0.08 ^g	30.84±0.09 ^e	29.43±0.13 ^f	34.93±0.08 ^c	32.71±0.07 ^d	39.75±0.06 ^a	36.12±0.28 ^b
n-3/n-6	1.39±0.03 ^a	0.34±0.01 ^c	0.41±0.02 ^b	0.36±0.02 ^{bc}	0.26±0.00 ^d	0.23±0.00 ^d	0.22±0.00 ^d

Her değer bir ortalama (n = 3) ± standart sapmadan oluşmaktadır. Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler istatistiksel farklılıkları göstermektedir (P < 0.05).

n-3 PUFA: 18:3n-3, 20:3n-3, 20:5n-3, 22:5n-3, 22:6n-3

n-6 PUFA: 18:2n-6, 18:3n-6, 20:2n-6, 20:3n-6, 20:4n-6

Deneme yemlerinde yağ kaynağı olarak benzer oranlarda balık yağı kullanılmış olmasına rağmen, yemlerin yağ asidi kompozisyonunun balık unu yerine kullanılan protein kaynaklarından etkilendiği görülmüştür. Balık unu ve balık yağı kullanılan kontrol grubu (BU) yemlerinde doymuş yağ asitleri (SFA) %29.45 oranında belirlenmişken, BU'nun %10 seviyesine indirildiği veya hiç kullanılmadığı yem gruplarında SFA değerleri %24.48 ve altında bulunmuştur (P<0.05, Çizelge 5.2). Bunun tam tersine, BU yeminde tekli doymamış yağ asitleri (MUFA) en düşük oranda görülürken (%25.47), bu oran diğer yemlerde %27.53 (10BU+MİKS2) ile %38.18 (MİKS1) arasında değişmiştir (P<0.05). Çoklu doymamış yağ asitleri (PUFA) açısından irdelendiğinde, en zengin yem grubunun MİKS2 (%48.90) ve ardından da 10BU+MİKS2 (%47.37) olduğu diğerlerinin bu yağ asidi grubu açısından %41.41 ile %44.19 arasında değiştiği belirlenmiştir. MİKS2 kullanılan yemlerde PUFA farkının

özellikle bitkisel kaynaklardan (soya küspesi ve mısır glütenu) geldiği ve bu bitkisel kaynakların özellikle linoleik asit (18:2n-6) açısından fark yarattığı anlaşılmıştır ($P < 0.05$).

Karides yemlerinde belirli bir yağ kaynağından ziyade bu yağların içeriğini oluşturan yağ asitleri, kolesterol ve fosfolipitlerin mevcudiyeti önemlidir. Besinler aracılığı ile alınan yağlar karideslerin en önemli metabolik enerji kaynaklarından biridir. Bu canlılar, 20 ile 22 karbon zincirine sahip olanları da dâhil olmak üzere, doymuş yağ asitlerini asetat gibi basit öncüller aracılığıyla sentezleyebilmektedirler (Conklin, 2017).

Karidesler enzimatik olarak bu doymuş yağ asitlerini tek bir çift bağ içeren formlar olan MUFA'lara çevirebilirken, çoklu çift bağlanma alanları içeren formlar olan PUFA'lara çevirebilme yeteneğine sahip değildirler. Karidesler tarafından sentezlenemeyen bu çoklu doymamış yağ asitleri (PUFA'lar) hücre zarlarının oluşması ve korunmasının yanı sıra düzenleyici olarak görev yapan bazı önemli hormonların işlevleri için öncül olarak görev yapar. Bitkilerde yaygın olarak bulunan ancak hayvanlar tarafından sentezlenemeyen (esansiyel) iki temel PUFA olarak linoleik (18:2n-6) ve linolenik (18:3n-3) asitler sayılabilir. Karbon zincirinin elongasyonu (yeni karbon atomlarının eklenmesi) ve desaturasyonu (yeni çift bağ oluşturulması) ile pek çok hayvan türü bu esansiyel yağ asitlerinden yeni PUFA'lar sentezleyebilirler. Ancak, deniz karideslerinin PUFA'lardan HUFA'lar sentezleme yetenekleri çok sınırlıdır (Kanazawa ve ark., 1979a). Kanazawa ve ark., (1979b) Japon kuruma karideslerinin bu yağ asitlerini kendi bünyelerinde sentezleyemediklerini, büyüme ve sağlıkları için yemleriyle dışardan almak zorunda olduklarını kanıtlamışlardır. Bugüne kadar yürütölen bilimsel çalışmalar neticesinde n-3 yağ asitlerinin deniz karidesleri için önem sırası 18:2n-6<18:3n-3<20:5n-3<22:6n-3 olarak bildirilmiştir. EPA ile DHA arasında düşük oranda biyoçevrim olduğu bilinmekle birlikte, karideslerde bu yağ asitlerine olan ihtiyacın aynı zamanda linolenik asit ile de ilgili olduğu bilinmektedir (Teshima ve ark., 1992).

Balık unu sadece protein kaynağı olarak EAA açısından zengin olmayıp, aynı zamanda esansiyel yağ asitleri açısından (özellikle de HUFA'lar) da zengindirler. Lipitlerin içeriğinde olan C18 PUFA'lardan linoleik (18:2n-6) ve linolenik (18:3n-3) ve aynı zamanda n-3 ve n-6 HUFA'lar (EPA, Eikosapentaenoik asit; DHA, dokozaheksaenoik asit ve ARA, araşidonik asit) karides ve krustaselerin yemlerinde gerekli olan besinlerdir (Kanazawa ve ark., 1979b). Bu esansiyel yağ asitlerinin krustaselerin yemlerinde 4-10 g/kg civarında olması gerektiğı bildirilmektedir (Lim ve Akiyama, 1995). Bundan dolayı, yemlerde balık ununun bitkisel unlarla değıştirilmesi durumunda üretilecek yemlerin yağ asidi kompozisyonları da değışeceğinden, HUFA'ların balık yağı veya HUFA içeriğı yüksek başka

katkı maddeleriyle dengelenmesi gereklidir. Bu noktadan hareketle, denemede kullandığımız bitkisel protein kaynaklı yem formüllerinde %2.4 ile %2.7 aralığında balık yağı ilavesi ile karideslerin ihtiyaç duyacakları HUFA'ların yemde yeteri düzeyde olmasına çalışılmıştır.

Karideslerde yemlerde n-6 ve n-3 yağ asitleri arasında bir dengeye de ihtiyaç olduğu (Xu ve ark., 1993), optimal EPA ve DHA gereksiniminin Japon kuruma ve Çin karideslerinde yemin %1'i civarında olması gerektiği bildirilmiştir (Kanazawa ve ark., 1979b). Karides türleri içinde Pasifik beyaz karidesinin HUFA ihtiyaçlarını karşılayabilme açısından en esnek özelliğe sahip olduğu ve bu türün bu amaçla hem n-3 hem de n-6 grubu yağ asitlerini değerlendirebildikleri bildirilmiştir (Conklin, 2017). Çalışmamızda kullanılan deneme yemleri PUFA'lar açısından irdelendiğinde, en zengin yem grubunun MİKS2 (%48.90) ve ardından da 10BU+MİKS2 (%47.37) olduğu diğerlerinin bu yağ asidi grubu açısından %41.41 ile %44.19 arasında değiştiği belirlenmiştir. Yemlerde belirlenen n-3 yağ asitleri grubu açısından BU yemi %24.49'luk bir oranla tüm diğer yem gruplarına göre daha yüksek çıkmıştır ($P<0.05$). n-3 yağ asitlerindeki bu yüksek seviye özellikle DHA (%15.44) ve daha düşük oranda da olsa EPA'dan (%6.15) kaynaklanmıştır. BU yem grubunda, bu yağ asitlerinin seviyelerinin diğer yem gruplarından 2-3 kat daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Genel olarak n3/n6 oranı BU yeminde 1.39 olarak hesaplanmışken, bu oran diğer yem gruplarında 0.22 ile 0.41 arasında değişim göstermiştir ($P<0.05$).

5.2.3. Amino Asit Kompozisyonu

Deneme yemlerinin amino asit içerikleri, yem içerisinde kullanılan hayvansal ve bitkisel protein kaynaklarına göre değişiklik göstermiştir (Çizelge 5.3). Protein kaynağı olarak balık unu kullanılan kontrol yeminde esansiyel amino asitlerden metiyonin (%0.90), arginin (%2.0), valin (%2.16) ve lizin (%6.05) miktarları, bitkisel protein kaynağı içeren diğer deneme yemlerine kıyasla, daha yüksek bulunmuştur ($P<0.05$). Bu amino asitler içerisinde özellikle lizinin, diğer tüm yem gruplarından 1.52-3 kat daha yüksek seviyede bulunduğu kaydedilmiştir ($P<0.05$). BU yerine bitkisel protein kaynaklarının kullanıldığı MİKS1 ve MİKS2 gruplarının amino asit içeriği, %10 BU ilaveli rasyonlarıyla karşılaştırıldığında, özellikle arginin, metiyonin, valin ve histidin gibi önemli esansiyel amino asit miktarlarında artış olduğu, buna göre 10BU+MİKS1 ve 10BU+MİKS2 gruplarının esansiyel amino asit değerlerinin yalnızca MİKS içeren yemlere göre daha yüksek olduğu saptanmıştır ($P<0.05$). Esansiyel olmayan amino asitlerden alanin (%3.19) ve özellikle de prolin (%7.39) yüksek oranda tavuk unu kullanılan TU+MİKS2'de belirgin bir şekilde yüksek çıkmıştır (Çizelge 5.3; $P<0.05$). Aspartik asit

ise BU yeminde %2.53 ile diğer gruplardan (%0.79-1.467) daha yüksek miktarda belirlenmiştir (P<0.05).

Balık unu yerine bitkisel protein kaynaklarının kullanıldıkları durumlarda bazı esansiyel amino asitlerin (EAA) yem formülasyonlarına eklenmeleri gerektiği ve bunlardan özellikle arjinin, metiyonin ve lizinin önemli oldukları bilinmektedir. Chen ve ark., (1992) mikroenkapsüle edilmiş arjinin kullanarak *P. monodon* için gerekli arjinin miktarının %5.5 olduğunu belirlemişlerdir. Fox ve ark., (1995), *L. vannamei* için %45 oranında protein içeren yem kullanıldığında, lizin ihtiyacının %4.7 olduğunu bildirmiştir. Millamena ve ark., (1996) siyah kaplan karidesinin (*P. monodon*) protein yüzdesi olarak metiyonin ihtiyacının %2.4, metiyonin+sistin gereksiniminin %3.5, treoninin %3.5 ve valinin %3.4 olduğunu bildirmişlerdir. Millamena ve ark., (1999) gerekli histidin seviyesini, %2.0, izolösün seviyesini %2.5, lösün seviyesini %4.3, ve fenilalanin + triptofan seviyesini ise %4.0 olarak önermiştir. Bu veriler dikkate alındığında, deneme yemlerinde belirlenen EAA seviyelerinin çalışmalarda belirtilen karides türlerinin ihtiyaçları için bildirilen değerlerle benzerlik göstermektedir (Çizelge 5.3).

Çizelge 5.3. Deneme yemlerinin esansiyel ve esansiyel olmayan amino asit kompozisyonları (g 100g⁻¹)

DENEME YEMLERİ							
	BU	10BU+TU	10BU+MİKS1	10BU+MİKS2	MİKS1	MİKS2	TU+MİKS2
Esansiyel Amino Asitler							
Arginin	2.00±0.00 ^a	1.86±0.00 ^b	1.54±0.00 ^c	1.00±0.00 ^g	1.21±0.07 ^d	1.09±0.00 ^e	1.05±0.01 ^f
Histidin	0.99±0.02 ^b	1.03±0.01 ^a	0.79±0.03 ^c	0.99±0.01 ^b	0.62±0.07 ^d	0.78±0.02 ^c	0.81±0.00 ^c
Izolösün	1.82±0.00 ^c	2.06±0.01 ^b	1.66±0.01 ^d	1.84±0.01 ^c	1.56±0.07 ^e	1.66±0.01 ^d	2.45±0.00 ^a
Lösün	3.37±0.00 ^f	3.53±0.00 ^e	4.23±0.02 ^d	5.11±0.02 ^a	4.44±0.37 ^c	5.09±0.04 ^{ab}	5.04±0.01 ^b
Lizin	6.05±0.03 ^a	2.81±0.02 ^d	3.12±0.03 ^c	3.97±0.02 ^b	2.81±0.22 ^d	2.68±0.20 ^d	2.02±0.00 ^e
Metiyonin	0.90±0.00 ^a	0.81±0.00 ^c	0.63±0.00 ^e	0.85±0.00 ^b	0.48±0.09 ^f	0.64±0.00 ^d	0.81±0.00 ^c
Fenilalanin	1.92±0.01 ^g	2.19±0.00 ^f	2.24±0.02 ^e	2.68±0.00 ^b	2.45±0.00 ^d	2.47±0.01 ^c	3.16±0.00 ^a
Threonin	1.35±0.00 ^e	2.00±0.00 ^a	1.31±0.01 ^f	1.43±0.01 ^d	1.13±0.32 ^g	1.66±0.01 ^c	1.97±0.00 ^b
Valin	2.16±0.01 ^c	3.01±0.01 ^b	2.03±0.02 ^d	2.07±0.01 ^d	1.75±0.07 ^f	1.82±0.01 ^e	3.34±0.00 ^a
Esansiyel Olmayan Amino Asitler							
Alanin	2.37±0.00 ^f	2.94±0.01 ^b	2.51±0.01 ^e	2.68±0.01 ^c	2.24±0.20 ^g	2.55±0.01 ^d	3.19±0.01 ^a
Aspartik asit	2.53±0.01 ^a	1.45±0.00 ^b	1.47±0.02 ^b	1.21±0.01 ^c	1.01±0.08 ^e	1.12±0.01 ^d	0.79±0.01 ^f
Glutamik asit	6.72±0.03 ^c	5.14±0.02 ^e	6.97±0.04 ^b	6.78±0.04 ^c	6.10±0.75 ^d	7.25±0.06 ^a	3.32±0.01 ^f
Glizin	2.28±0.01 ^c	4.07±0.01 ^a	2.17±0.00 ^d	2.01±0.01 ^e	1.87±0.03 ^g	1.92±0.00 ^f	3.29±0.01 ^b
Prolin	2.37±0.00 ^g	4.81±0.01 ^b	3.39±0.01 ^f	4.08±0.00 ^d	3.48±0.63 ^e	4.54±0.01 ^c	7.39±0.03 ^a
Serin	1.33±0.01 ^g	2.55±0.01 ^a	1.68±0.00 ^e	1.85±0.01 ^c	1.50±0.28 ^f	1.97±0.00 ^b	1.71±0.01 ^d
Tyrozün	1.40±0.03 ^e	1.67±0.00 ^c	1.54±0.00 ^d	1.86±0.01 ^a	1.56±0.16 ^d	1.83±0.01 ^b	1.87±0.00 ^a

Her değer bir ortalama ($n = 3$) $\pm$ standart sapmadan oluşmaktadır. Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler istatistiksel farklılıkları göstermektedir ($P < 0.05$).

Karides yemlerinde alternatif bitkisel kaynakların rasyonlarda kullanılma limitleri EAA dengesizlikleri, anti-besinsel faktörler veya toksinler ya da düşük lezzet nedeniyle sınırlı olabilmektedir. Ancak bu sınırlamalar uygun karışımlar kullanılarak besin dengesizlikleri (dışardan ek yem katkı maddeleri eklenmek suretiyle) giderilebilmekte, bazı işlemlerle (ısı uygulamaları gibi), anti-besinsel faktörler inaktif edilebilmekte, oranları azaltılabilmekte veya tamamıyla giderilebilmekte ve bazen de rasyonlara sınırlı miktarlarda ilave edilmektedirler (Li ve ark., 2000). Soyanın farklı işlenme ürünü olan soya protein konsantresinin karides yemlerinde balık unu yerine kullanılması üzerine yapılan çalışmalarda; Paripatananont ve ark., (2001) *P. monodon* türü karideslerin yemlerinde balık unu yerine %50 oranında soya protein konsantresi kullanımının büyümeyi etkilemeksizin kullanılabileceğini bildirmişlerdir. Forster ve ark., (2002) ise *L. vannamei* yemlerinde balık unu yerine soya protein konsantresi kullanımının %75'e kadar arttırılabileceğini ifade etmişlerdir. Özellikle tanklarda ve kapalı alanlarda (indoor) yapılan çalışmalarda BU yerine kullanılabilecek protein kaynakları ile ilgili yapılan çalışmalarında arjinin, metiyonin ve fenilalanin gibi amino asitlerin yemlere takviye edilmesine gerek duyulmuştur. Sadece lizin kullanılarak soya protein konsantresi ile BU'nun %50'ye kadar başarıyla değiştirilebileceği belirlenmiştir. Doğal verimliliğin etkili olduğu açık havuzlarda soya protein konsantresi kullanıldığı durumlarda %100 BU değişimi bile ilave amino asitlerin yemlere eklenmesine gerek duyulmamış, bu ihtiyaç doğal besinlerden sağlanabilmiştir.

Bu bilgiler ışığında çalışmada kullanılan deneme yemlerinden BU yerine TU ve diğer bitkisel hammaddelerin kullanıldığı formülasyonlara programın (WinFeed 2.8) nerdiği oranlarda metiyonin (%0.1) ve lizin (%0.3-0.6) takviye edilmiştir. Ancak çalışmada, özellikle bitkisel protein karışımlarının kullanıldığı yem formülasyonlarına eklenen lizin ve metiyonin seviyesinin (%0.1 oranlarında) yeterli olmadığı anlaşılmıştır. Bunun da ötesinde yaptığımız analizler BU grubunda bile arjiinin seviyesinin olması gereken seviyenin çok azda olsa bir miktar altında kaldığını, dolayısıyla böyle durumlarda arjininin de formülasyona eklenmesinin faydalı olabileceğini göstermiştir.

5.3. Büyüme Performans Ölçümleri

Deneme başı ağırlıkları 5.67 ± 0.10 g olan karideslerin deneme sonu büyüme parametreleri ve performans ölçümleri Çizelge 5.4'te sunulmuştur.

Çizelge 5.4. Farklı deneme yemleriyle beslenen yeşil kaplan karidesinin (*Penaeus semisulcatus*) deneme sonu büyüme ve yem tüketim parametreleri

DENEME GRUPLARI							
	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6	Y7
DBA (g)	5.67 ± 0.10	5.67 ± 0.10	5.67 ± 0.10	5.67 ± 0.10	5.67 ± 0.10	5.67 ± 0.10	5.67 ± 0.10
DSA (g)	9.78 ± 0.59^a	7.78 ± 0.63^{bc}	9.13 ± 0.76^b	9.19 ± 0.41^{ab}	9.16 ± 0.28^b	9.15 ± 0.56^b	7.18 ± 0.26^c
AK (g)	4.11 ± 0.59^a	1.85 ± 0.63^b	3.46 ± 0.76^a	3.52 ± 0.41^a	3.49 ± 0.28^a	3.48 ± 0.56^a	1.80 ± 0.26^b
SBO (%)	0.91 ± 0.10^a	0.46 ± 0.13^b	0.79 ± 0.14^a	0.80 ± 0.07^a	0.80 ± 0.05^a	0.80 ± 0.10^a	0.46 ± 0.07^b
YÇO	1.63 ± 0.29	1.77 ± 0.42	1.81 ± 0.19	2.03 ± 0.19	1.89 ± 0.21	1.98 ± 0.32	2.01 ± 0.44
KD (adet)	9.67 ± 3.34	7.33 ± 2.86	5.67 ± 3.19	5.33 ± 2.16	4.67 ± 2.27	4.33 ± 1.47	6.67 ± 2.16
YO (%)	51.67 ± 5.40^{bc}	7.50 ± 1.88^d	45.00 ± 3.54^c	70.00 ± 9.35^a	55.00 ± 6.12^{ab}	63.33 ± 8.90^b	15.00 ± 6.12^d

DBA: Deneme başı ağırlık, DSA: Deneme sonu ağırlık, AK: Ağırlık Kazancı, SBO: Spesifik Büyüme Oranı, YÇO: Yem Çevrim Oranı, KD: Kabuk değişimi, YO: Yaşama oranı

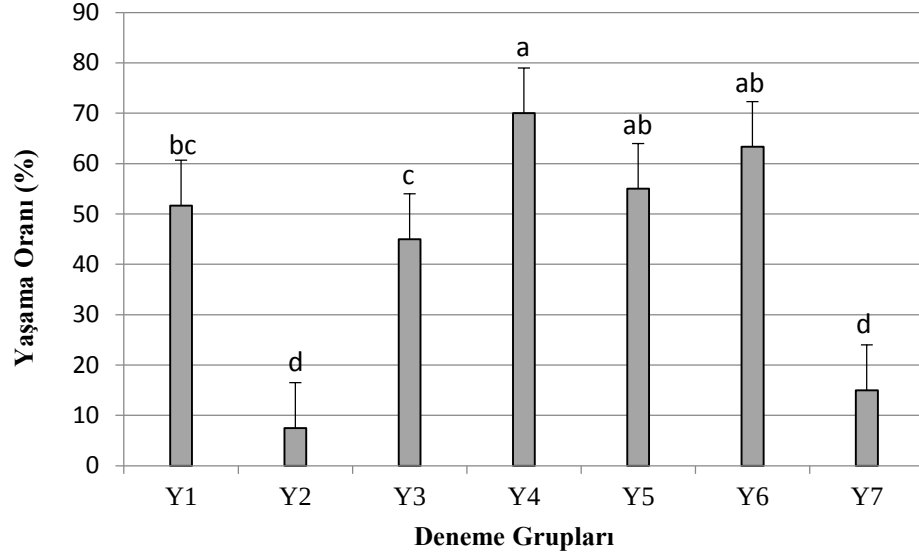
Y1: BU; Y2: 10BU+TU; Y3: 10BU+MİKS1; Y4: 10BU+MİKS2; Y5: MİKS1; Y6: MİKS2; Y7: TU+MİKS2

MİKS1: Soya küspesi ve mısır gluteni karışımı, MİKS2: Soya küspesi, Mısır gluteni, Fındık küspesi, Yer fıstığı küspesi karışımı.

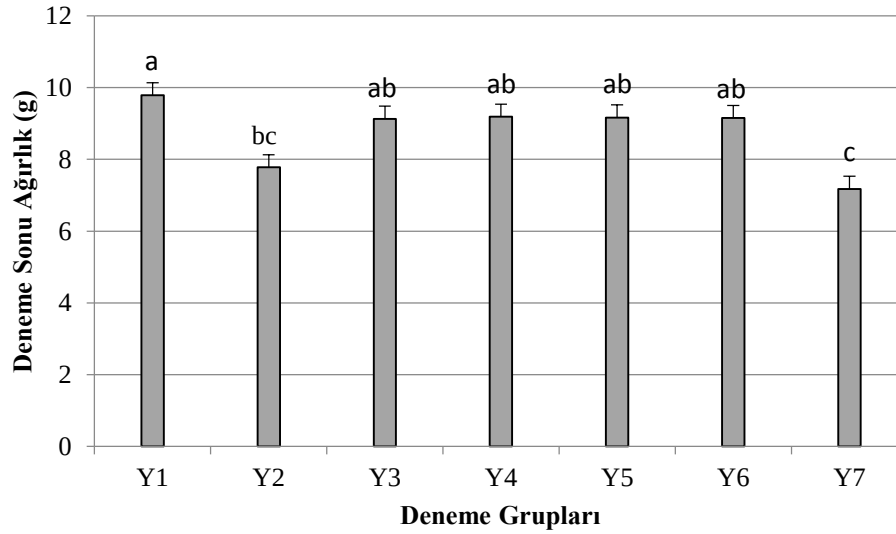
Değerler ortalama ($n=3$) $\pm$ standart hatadır. Aynı satırda farklı harflerle işaretlenen ortalamalar birbirlerinden istatistik olarak farklıdır ($P<0.05$).

Karideslerin ortalama deneme sonu ağırlık değerleri 7.18 g ile 9.78 g arasında değişmiş olup tek yönlü varyans analizi ile karşılaştırıldığında gruplar arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olduğu tespit edilmiştir ($P<0.05$). Buna göre ağırlıkça en iyi büyüme 9.78g DSA ile balık unu içeren yemle beslenen kontrol grubunda (Y1) görünürken, 10BU+MİKS1, 10BU+MİKS2, MİKS1 ve MİKS2 yemleriyle beslenen grup bireylerinin ortalama ağırlıkları sırasıyla 9.13, 9.19, 9.16 ve 9.15 g olarak belirlenmiş ve bu gruplar deneme sonu ağırlıkları bakımından kontrol grubu ile istatistiksel açıdan benzer bulunmuştur. Yemlerinde tavuk unu (TU) içeren Y2 (7.78g) ve Y7 (7.18g) gruplarının DSA değerleri arasında istatistiksel açıdan fark bulunmamakla birlikte tüm yem grupları arasında en düşük ağırlığa sahip olduğu tespit edilmiştir ($P<0.05$). Büyüme verileri ile doğru orantılı olarak en düşük yem alımı da Y2 (59.24g) ve Y7 (69.92g) gruplarında bulunmuştur ($P<0.05$). Tavuk unu içermeyen tüm yem grupları yani BU, 10BU+MİKS1, 10BU+MİKS2, MİKS1 ve MİKS2 yemleriyle beslenen karidesler büyüme verileri ile doğru orantılı olarak yem tüketimlerinde de istatistiksel olarak farklılık göstermemiştir. Ancak bu veriler ortalamalar üzerinden değerlendirildiğinde en yüksek yem tüketimi Y4 (140.91g) grubunda, en düşük yem tüketimi ise Y3 (122.00g) grubunda olduğu görülmektedir.

($P < 0.05$). Deneme sonunda bitkisel protein kaynaklarının kullanıldığı tüm gruplardaki yaşama oranı kontrol grubuna kıyasla (%51.67), %45 ile %70 arasında değişmiş olup, TU içerikli yem gruplarından Y2 grubunda %7.5, Y7 grubunda ise %15.0'e kadar düşmüştür (Şekil 5.1). Çalışmada kullanılan bitkisel protein kaynaklarının yaşama oranını olumlu etkilediği, alternatif hayvansal protein kaynağı olarak değerlendirilen tavuk ununun (TU) ise yüksek oranlarda kullanıldığında yaşama oranı ve büyümeyi olumsuz etkilediği belirlenmiştir (Şekil 5.1 ve Şekil 5.2).



Şekil 5.1. Sekiz hafta sonunda deneme gruplarında belirlenen yaşama oranı değerleri



Şekil 5.2. Sekiz haftalık besleme periyodu sonunda deneme gruplarının ortalama ağırlık değerleri

Yapılan hesaplamalar neticesinde gruplarda SBO'nun 0.46 ile 0.91 arasında değiştiği ($P<0.05$), BU'nun girdiği tüm yem gruplarında (%10 ve %48 BU) ve hayvansal protein kaynağı bulunmayan Y5 ve Y6 gruplarında SBO benzer çıkmıştır ($P>0.05$). Deneme gruplarının YÇO değerleri Y1 grubundan başlayarak sırasıyla; 1.63, 1.77, 1.81, 2.03, 1.89, 1.98 ve 2.01 olarak hesaplanmış olup gruplar arasında istatistiki bir farklılık görülmemiştir ($P>0.05$). Ancak, beklendiği gibi, bitkisel hammaddelerin oranı yükseldikçe YÇO da yükselme eğilimi göstermiştir.

Yakın bir zamana kadar, karides yemlerinde kullanılan balık unu seviyesinin minimum %12 olduğu kabul edilir ve bu oranın altına indirildiğinde karideslerde yem alımının düşmesiyle büyümenin de azalacağı öngörülürdü. Bu öngörünün test edilmesi amacıyla, Suarez ve ark., (2009) *L. vannamei* için içeriğinde %0, %6, %10 ve %15 BU içeren dört izonitrojenik ve izoenerjetik yem formülasyonu yapmış ve bu yemleri referans yemi ile (ticari yem) yaşama oranı, canlı ağırlık kazancı, yem tüketim değerleri açısından kıyaslamışlardır. Deneme sonunda yaşama oranları %84 ile %86.5 arasında değişmiş ve BU içermeyen yem ile beslenen karideslerde ortalama karides ağırlıkları ve SBO, diğer gruplardan, daha düşük çıkmıştır. En düşük YÇO referans yeminde elde edilmiş olmakla birlikte, canlı ağırlık kazancı açısından %6, %10 ve %15 BU eklenmiş yemler ile referans yemi arasında (0.98 g/hafta) herhangi bir farklılık bulunmamıştır. Dolayısıyla, bu araştırmacılar uzun süreli büyüme koşullarında, temiz suda *P. vannamei*'nin beslenmesinde, BU yerine soya ve kanola unlarının başarı ile kullanılabileceğini ve yemlerde BU'nun %6-10'na kadar indirilebileceğini bildirmişlerdir. Deneme sonuçlarımız, tavuk unu (TU) içeren yem grupları haricinde yemlerde %0 ve %10 oranında BU kullanımının, %48 oranında balık unu içeren gruba kıyasla büyüme ve yaşama oranı bakımından benzer performanslar elde edilebileceğini göstermiştir. Ayrıca %10 BU ve bitkisel karışımların kullanıldığı Y4 grubu yaşama oranı açısından (%70), diğer gruplara kıyasla (%45-63.33) belirgin bir artış tespit edilmiştir ($P<0.05$). Benzer sonuçlar *L. vannamei*'nin yemlerinde balık unu yerine yüksek oranda bitkisel protein kullanılarak yapılan besleme çalışmalarında da belirtilmiş, yüksek oranda kanola unu, soya unu ve buğday unu (Suarez ve ark., 2009) veya fermante taneler ve buğday glütenu (Molina-Poveda ve Morales, 2004) ile hazırlanan yemlerde %6 oranında balık unu ilavesinin *L. vannamei*'nin büyüme performansını başarı ile sürdürdüğü rapor edilmiştir. Çalışmamızda gruplarda elde edilen YÇO değerleri 1.63 ile 2.03 değerleri arasında seyretmiştir. Bu oranlar özellikle fitoplankton ve zooplanktonun bulunmadığı temiz su kültür sistemlerinde ve laboratuvar koşullarında karideslerde yürütülen çalışmalarda kabul edilen değerlere yakın olmakla birlikte özellikle BU içeren kontrol diyetinde son derece verimli bulunmuştur. Suarez ve ark. (2009) bu tip sistemlerde yetiştirilen karideslerin ortalama YÇO değerinin 1.91 olduğu ve bu değerin kabul edilebilir sınırlarda olduğunu

bildirmişlerdir. Ayrıca bu çalışmada bulgularımızla paralel olarak yemdeki bitkisel kaynak artışının YÇO'nını yükseltme eğiliminde olduğu da bildirilmiştir.

Çalışmamızda TU ilave edilen yemlerle beslenen gruplarda iştahsızlık (yem tüketim isteksizliği) ve performans düşüklükleri deneme süresince gözlemlenmiş, neticede deneme sonu yaşama oranları %7.5-15'e kadar inmiş ve hayatta kalanların da büyüme performansının düşük olduğu tespit edilmiştir. Yerli bir firmadan temin ettiğimiz TU'da yapılan analizler neticesinde temel besin bileşenleri bakımından yeterli olmasına rağmen, elde ettiğimiz bulgular ve gözlemler TU'da kalite düşüklüğü ve bazı besin dengesizlikleri olabileceği düşünülmüştür.

Denemede kullanılan yemlerde gerçekleştirdiğimiz esansiyel amino asit ve esansiyel yağ asitleri analiz sonuçları TU içeren yemlerin (10BU+TU ve TU+MIKS2) içeriklerinin diğerlerinden belirgin olarak farklı olmadıklarını göstermiştir. Formülasyonda kullandığımız TU'nun, yeşil kaplan karidesleri tarafından isteksiz olarak tüketilmelerinin tersine, aynı dönemde kırmızı kısıkaçlı kerevitlerde (*Cherax quadricarinatus*) yürüttüğümüz bir çalışmada (Eroldoğan ve ark., 2018), bu krustaseler tarafından sorunsuz bir şekilde tüketildiği ve hatta TU içeren yemle beslenen grupların iyi performans gösterdikleri belirlenmiştir.

Çalışmada temin ettiğimiz hammaddenin tavuk tüyü, kafası ve bacaklarından üretildiği; bunların 5-6 bar basınçta (ortalama 158-165 °C) pişirildikten sonra, preslenerek yağ oranlarının düşürüldüğü ve ardından da kurutularak öğütüldüğü firma yetkililerince belirtilmiştir. Tavuk atıklarından elde edilen TU'nun krustaselerin yemlerinde çok başarılı sonuçlar verdiğini bildiren birçok araştırma mevcut olup, son zamanlarda piyasada daha kaliteli ve standart özelliklerde hammaddeler görülmeye başlanmıştır. Cheng ve ark., (2002) *P. vannamei*'nin yemlerinde kullanılan balık ununun %66.7'sinin, Chi ve ark., (2009) %70'inin, Cruz-Suarez ve ark., (2007) ise %80'ninin TU ile değiştirilebileceğini ve bunun karideslerin (*L. vannamei*) büyüme performansında önemli bir sorun yaratmadığını bildirmişlerdir. Tan ve ark., (2003) ve Zhu ve Yu (2002) *L. vannamei* için %41 protein ve %7.5 lipit içeren yemlerde %40 ve %22 oranında hamsi unu kullanmış ve bu karidesin yemlerinde BU'nun %80 oranında TU ile değiştirilebileceğini bildirmişlerdir. Cheng ve ark., (2002) yaptıkları bir çalışmada %35.5 ham protein içeren bir karides (*L. vannamei*) yeminde %24.5 oranında bulunan BU'yu iki farklı TU ile %33.3, %66.7 ve 100% oranlarında değiştirmiş ve neticede %33.3 ile %66.7 TU ikame edilen gruplarda karideslerin büyüme ve vücut kompozisyonlarının kontrol grubundan farklı olmadığını göstermişlerdir. Patnaik ve ark., (2006) soya ile birlikte ekstrüde edilmiş TU kullanarak Pasifik beyaz karidesinin EAA ihtiyaçlarının karşılanabileceğini, alglardan elde edilen yağ ile de balık yağının

tamamen değiştirilebileceğini kanıtlamışlardır. Cruz-Suarez ve ark., (2007), TU'nun %90 ve üzerinde sindirilebilirlik oranına sahip olması, BU ile benzer EAA kompozisyonu içermesi, ysek miktarlarda fosfolipit ve kolesterol içermesi ve ayrıca düşük miktarda ham kül içermesi nedeniyle *L. vannamei* için mükemmel bir alternatif protein kaynağı olduğunu, temininin balık ununa göre daha sürdürülebilir ve ekonomik bir hayvansal protein kaynağı olduğunu bildirmiştir. Davis ve Arnold (2000) ve Samocha ve ark. (2004) soya/tavuk atıkları unu ve yumurta katkılı hammaddeler ile BU'nun %30 oranında değiştirilebileceğini (32% protein ve 8% lipit içeren bir yem formülasyonunda) belirtmişlerdir. Menasveta ve Yu (2002) siyah kaplan karidesinin (*P. monodon*) beslenmesinde BU'nun 60% oranında TU ile değiştirilmesi durumunda, karideslerin daha da hızlı büyüdüklerini bildirmişlerdir. Araştırmacılar bu çalışmada kontrol yeminde %40 oranında BU olduğu ve bu oranın TU ile %20, %40 ve %60 oranlarında değiştirildiği belirtilmiştir. Phuong ve Yu (2003) ve Yang ve ark., (2004) TU kullanımının tatlısu karidesinde (*Macrobrachium nipponense*) immün parametreleri etkilemediğini belirtmişlerdir. ştte farklı karides türleri için belirtilen literatür bildirişlerinden ve bizim kırmızı kısıkaçlı kerevitlerde (*C. quadricarinatus*) elde ettiğimiz bulgulardan (Eroldoğan ve ark., 2018) ve yeşil kaplan karidesi ile yaptığımız çalışmadaki gözlemlerden, ysek kalitede TU kullanılması durumunda mevcut bulgulardan daha iyi sonuçlar alınabileceğini ve aslında çok ekonomik olan (BU'dan 3.72 kat daha ucuz) bu hammaddenin formülasyona eklenmesi ekonomik avantaj sağlanabileceğini öngörmekteyiz.

5.4. Besin Madde İçeriği

Deneme sonunda karideslerden alınan kas doku örnekleri temel besin madde bileşenleri, yağ asitleri ve amino asit içerikleri değerlendirilmiş sırasıyla izelge 5.5, izelge 5.6 ve izelge 5.9'da sunulmuştur. Karideslerin kas doku protein içerikleri değerlendirildiğinde; tespit edilen en ysek protein miktarı Y5 (%22.30) grubunda saptanmıştır ($P<0.05$). Y1 (%21.18) ve Y6 (%21.28) gruplarında bireylerinin kas doku protein oranları benzer bulunurken ($P>0.05$), en düşük protein miktarı %20.66 ile Y7 grubunda tespit edilmiştir ($P<0.05$). Kas dokuda lipit içerikleri bakımından gruplar arasında en ysek değerler (%1.16-1.27) Y1, Y2 ve Y3 gruplarında, en düşük değer (%0.89) ise Y7 grubunda grlmştir ($P<0.05$). Kuru madde açısından en ysek değerler Y1 (%24.53) ve Y5 (%24.60) gruplarında, en düşük değer ise %22.52 ile Y7 grubunda elde edilmiştir (izelge 5.5). Ham kül açısından ise, durum tam tersine olmak üzere, en ysek değer Y7 grubunda (%1.84) elde edilmiştir ($P<0.05$).

Çizelge 5.5. Deneme sonunda karideslerin kas dokusunda belirlenen temel besin bileşenleri (%)

DENEME GRUPLARI							
%	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6	Y7
Protein	21.18±0.42 ^c	21.60±0.12 ^b	21.40±0.08 ^{bc}	20.86±0.24 ^d	22.30±0.14 ^a	21.28±0.14 ^c	20.66±0.04 ^d
Lipit	1.23±0.13 ^a	1.27±0.13 ^a	1.16±0.21 ^a	1.05±0.22 ^{ab}	1.17±0.08 ^{ab}	1.11±0.06 ^{ab}	0.89±0.02 ^b
KM	24.53±0.09 ^a	23.71±0.29 ^b	24.01±0.26 ^b	23.18±0.32 ^c	24.60±0.18 ^a	23.80±0.16 ^b	22.52±0.11 ^c
Kül	1.57±0.03 ^{ab}	1.72±0.03 ^{ab}	1.72±0.07 ^{ab}	1.83±0.07 ^{ab}	1.81±0.11 ^{ab}	1.51±0.19 ^b	1.84±0.17 ^a

Her değer bir ortalama (n=3) ± standart sapmadır. Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler istatistiksel farklılıkları göstermektedir (P < 0.05).

Çalışmada karideslerin kas doku besin madde bileşenleri balık unu yerine kullanılan alternatif protein kaynaklarından etkilemiştir. Karides kas doku ham protein içeriklerine bakıldığında, Y5 grubunun istatistiki olarak diğer tüm deneme gruplarından daha yüksek oranda protein (%22.30) içerdiği (P<0.05), lipit açısından genel anlamda formülasyona BU dahil edilen tüm grupların kas dokularındaki lipit oranı artma eğiliminde olduğu tespit edilmiştir. Yang ve ark. (2015), *L. vannamei* yemlerinde kullanılan balık ununun belirli seviyede ekstürde soya unu ile değiştirilmesinin kas dokuda protein birikimini arttırıp, yağ bileşiminin azalmasına sebep olduğunu bildirmiştir. Benzer olarak çalışmada kullanılan tek yağ kaynağı balık unu olmasına, kas dokuda oransal olarak yağ değişimi üzerinde düşük bir etkiye sahip olmasına rağmen yemdeki protein kaynaklarının değişimi karideslerin kas doku protein oranlarını etkilemiştir. Kurustaselerin vücut kompozisyonunu ifade eden protein, lipit, karbonhidrat ve kül değerlerinin fiili büyümenin başarılmasında önemli rolü olduğu (D'abramo ve ark., 1997) ve buna paralel olarak kullanılan yemlerin canlıların biyokimyasal bileşimi üzerine etkisinin belirlenmesinin önemli olduğu ifade edilmektedir (Cowey ve ark., 1985). Nitekim çalışmada MİKS1 yemleri ile beslenen karideslerin (Y5) ağırlık kazancı, SBO ve DSA değerleri birlikte değerlendirildiğinde, literatürde ifade edildiği gibi kas dokudaki protein birikiminin büyüme parametreleri ile etkileşimde olduğu görülmektedir.

Gruplarda kas dokuda yapılan amino asit analizlerinde elde edilen bulgular Çizelge 5.6'da verilmiştir. TU içeren gruplarda yaşam oranı düşük olduğu için deneme sonunda elde edilen karides sayıları kas doku amino asit analizlerinin yapılabilmesine imkan vermemiş ve bu gruplar amino asitler bakımından değerlendirme dışında tutulmuşlardır. Esansiyel amino asitler açısından bakıldığında; gruplarda arginin seviyeleri %5.94 ile %7.36 aralığında değişmiş ve gruplarda en yüksek değerler Y3 ve Y5 gruplarında belirlenmiştir (P<0.05). Histidin seviyeleri %1.06 ile %2.18 aralığında değişim göstermiş ve en yüksek değer MİKS2 grubunda ölçülmüştür (P<0.05). En yüksek (%15.67) ve en düşük (%12.15) lizin değerleri, sırasıyla Y3 ve Y4 gruplarında elde edilmiştir. Metiyonin değerleri en düşük %1.21 (Y3) ile

en yüksek %2.05 (Y5) arasında değişmiştir. Fenilalanin açısından en yüksek değer %3.41 ile Y3 grubunda, en düşük değer ise %2.90 ile Y6 grubunda ölçülmüştür. Treonin seviyeleri %2.26 (Y3) ile %3.07 (Y6) aralığında, valin ise %3.20 (Y6) ile %3.40 (Y1) aralığında değişim göstermiştir ($P < 0.05$; Çizelge 5.6).

Çizelge 5.6. Deneme sonunda karideslerin kas dokularında belirlenen amino asit kompozisyonu (g 100 g⁻¹)

	DENEME GRUPLARI				
	Y1	Y3	Y4	Y5	Y6
<i>Esansiyel Amino Asitler</i>					
Arginin	6.18±0.01 ^b	7.36±0.04 ^a	5.94±0.02 ^c	7.36±0.73 ^a	6.19±0.05 ^b
Histidin	1.62±0.01 ^c	1.06±0.02 ^e	1.65±0.01 ^b	2.18±0.35 ^a	1.56±0.01 ^d
Izolösin	3.03±0.03 ^c	3.48±0.01 ^a	3.05±0.01 ^c	3.08±0.10 ^c	3.16±0.08 ^b
Lösin	5.52±0.02 ^c	6.19±0.01 ^a	5.51±0.00 ^c	5.59±0.05 ^b	5.43±0.08 ^d
Lizin	14.33±0.04 ^c	15.67±0.13 ^a	12.15±0.04 ^e	14.94±1.22 ^b	12.71±0.13 ^d
Metiyonin	1.88±0.01 ^b	1.21±0.00 ^d	1.87±0.00 ^b	2.05±0.13 ^a	1.82±0.01 ^c
Fenilalanin	3.20±0.02 ^b	3.41±0.01 ^a	3.03±0.05 ^c	3.21±0.16 ^b	2.90±0.02 ^d
Treonin	2.50±0.02 ^d	2.26±0.00 ^e	2.56±0.01 ^c	2.73±0.19 ^b	3.07±0.00 ^a
Valin	3.40±0.03 ^a	3.36±0.01 ^a	3.39±0.01 ^a	3.39±0.09 ^a	3.20±0.03 ^b
<i>Esansiyel Olmayan Amino Asitler</i>					
Alanin	4.20±0.02 ^b	4.11±0.00 ^c	4.59±0.00 ^a	4.19±0.03 ^b	4.10±0.04 ^c
Aspartik asit	7.74±0.07 ^a	6.92±0.01 ^c	7.82±0.00 ^a	7.33±0.16 ^b	6.98±0.05 ^c
Glutamik asit	12.16±0.08 ^b	11.92±0.05 ^d	12.53±0.01 ^a	12.05±0.15 ^c	12.21±0.05 ^b
Glizin	9.93±0.03 ^e	10.86±0.05 ^c	11.82±0.03 ^a	10.45±0.53 ^d	11.33±0.04 ^b
Prolin	5.16±0.01 ^c	5.18±0.00 ^c	5.57±0.03 ^b	4.48±0.78 ^d	5.81±0.02 ^a
Serin	2.85±0.01 ^d	2.36±0.01 ^e	3.00±0.01 ^c	3.26±0.10 ^a	3.07±0.02 ^b
Tirozin	2.48±0.01 ^b	2.43±0.01 ^c	2.32±0.01 ^d	2.56±0.15 ^a	2.28±0.02 ^e

Her değer bir ortalama (n=3) ± standart sapmadır. Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler istatistiksel farklılıkları göstermektedir ($P < 0.05$).

Çizelge 5.7. Denemede kullanılan yemler ve bunlarla beslenen karideslerin deneme sonu esansiyel amino asit oranları (A/E)

DENEME YEMLERİ ve GRUPLARI										
	BU		10BU+MİKS1		10BU+MİKS2		MİKS1		MİKS2	
Esansiyel Amino Asitler	Yem	Karides	Yem	Karides	Yem	Karides	Yem	Karides	Yem	Karides
Arjinin	9.73	14.83	8.79	16.73	5.03	15.17	7.36	16.53	6.08	15.47
Histidin	4.79	3.89	4.51	2.41	4.96	4.21	3.80	4.90	4.35	3.89
Izolösin	16.39	13.24	24.12	14.06	25.61	14.08	26.96	12.56	28.45	13.55
Lösin	8.84	7.28	9.46	7.92	9.21	7.78	9.45	6.92	9.31	7.89
Lizin	29.47	34.40	17.77	35.61	19.93	31.02	17.07	33.55	14.95	31.75
Metiyonin	4.37	4.52	3.56	2.76	4.27	4.78	2.94	4.61	3.59	4.53
Fenilalanin	9.33	7.69	12.76	7.75	13.47	7.75	14.91	7.20	13.81	7.23
Treonin	6.57	6.00	7.46	5.12	7.15	6.55	6.86	6.13	9.27	7.68
Valin	10.50	8.16	11.59	7.64	10.37	8.66	10.66	7.61	10.19	8.00

A/E (Esansiyel amino asit oranı)=(Esansiyel amino asit miktarı / Esansiyel amino asitlerin toplamı)×100 (Penaflorida, 1989)

Denemede kullanılan yemlerin esansiyel amino asit konsantrasyonlarının yeşil kaplan karideslerin gereksinimlerini karşılayıp karşılayamadıklarını anlamak için farklı yöntemler kullanılmıştır. Bunlardan biri A/E oranı olup, Çizelge 5.7’de sunulduğu gibi yemin ve karidesin deneme sonu bireysel esansiyel amino asit konsantrasyonlarının toplam esansiyel amino asit miktarına oranlanması ile hesaplanmıştır (Penaflorida, 1989; Mente ve ark., 2002). Bu hesaplama yönteminde, besleme periyodu sonunda kas dokudaki serbest amino asit düzeyindeki değişiklikler amino asit gereksiniminin belirlenmesi için bir kriter olarak kullanılmakta olup, bir serbest amino asidin konsantrasyonunun gereksinimi karşılayana kadar düşük kalacağı hipotezine dayanmaktadır (Wilson, 1994). Bu hesaplama yöntemi sonucunda aranan kriter her yemin ve karidesin A/E oranlarının birbirlerine yakın olmasıdır. Karidesler vücutlarının ihtiyacı olan esansiyel aminoasitleri (EAA) kullandıktan sonra geri kalanları metabolik faaliyetler için enerji kaynağı olarak kullanır. Karideslerde ihtiyaç duyulan AA’lar bir yaklaşıma göre toplam vücut ya da kas doku içerisindeki AA miktarlarına bakılarak belirlenir (Conklin, 2017). Teorik olarak, bir yemden gelen amino asit (AA) seviyesi karidesin vücudundaki seviyeye ne kadar yakın olursa, yemdeki protein o kadar etkin bir şekilde karides tarafından kullanılabilir. Çalışmada deneme yemleri ve karides kas dokularının A/E oranları kıyaslandığında, tüm deneme yemlerinde arjinin ve lizin seviyelerinin yeşil kaplan karidesi kas dokularında bulunan oranların altında kalmıştır. A/E oranlarına göre yapılan literatür bildirimlerinde karides kas dokularındaki arjinin ve lizin seviyelerinin sırasıyla *L. vannamei* (2g) 13.70 ve 14.36 (Mente ve ark., 2002), *P. monodon*’da (PL50) 15.25 ve 14.46 (Penaflorida, 1989), *P. japonicus*’ta (9g) 15.2 ve 15.8 (Deshimaru ve Shigeno, 1972), *M. rosenbergii*’de

(1.4g) 20.6 ve 17.32 (Fernabfarmaian ve Lauterio, 1980) olması gerektiği ifade edilmiştir. Buna göre çalışmamızda kullanılan deneme yemlerinin arjinin bakımından düşük ve sınırlayıcı olduğu belirlenmiştir. Deneme yemlerinde bulunan lizin miktarı literatüre göre yüksek oranlarda bulunmuşsa da *P. semisulcatus*'un kas doku lizin miktarını karşılaması bakımından yetersiz olduğu anlaşılmıştır. Yüksek kalitede protein yapısına sahip ve AA kompozisyonları karidesin vücudundaki kompozisyona yakın besinlerle beslenen karideslerin yüksek bir büyüme oranıyla büyümeleri beklenir. Çalışmada deneme yemlerinin arjinin ve lizin seviyeleri kas dokudaki seviyelere yakın olmaması nedeniyle yetersiz bulunmuş böylece deneme grupları arasında ağırlık kazancı ve spesifik büyüme oranları bakımından fark yaratmamıştır. AA konsantrasyonları ve oranlarının yanı sıra büyümede etkili olabilecek bir diğer faktör yemlerin protein sindirilebilirliği ve enerji içeriğidir. Çoğu zaman karides yemlerinde kullanılan yüksek kalitede protein kaynaklarının sindirilebilirlik oranlarının >%90 olması beklenir. Eğer yemdeki enerji çok yüksek ise o zaman yem tüketimi düşer ve büyüme yavaşlar, eğer enerji düşükse bazı proteinler enerji amaçlı kullanıldığı için bu durumda doku sentezlemesinde sıkıntılar yaşanabilir (Conklin, 2017).

Çalışmada deneme yemlerindeki esansiyel amino asitlerin karideslerin ihtiyaçlarını karşılama düzeylerinin belirlenmesi için hesaplanan aa/AA oranları ve EAAI değerleri Çizelge 5.8'de sunulmuştur.

Çizelge 5.8. Deneme yemlerindeki esansiyel amino asitlerin, karides kas dokularında bulunan esansiyel amino asitlere oranı (aa/AA) ve esansiyel amino asit indeksi (EAAI)

aa/AA										EAAI
	Arjinin	Histidin	Izolösin	Lösin	Lizin	Metiyonin	Fenilalanin	Treonin	Valin	
BU	0.7	1.0	1.0	1.0	0.9	1.0	1.0	1.0	1.0	0.9
10BU+MİKS1	0.5	1.0	1.0	1.0	0.5	1.0	1.0	1.0	1.0	0.9
10BU+MİKS2	0.3	1.0	1.0	1.0	0.6	0.9	1.0	1.0	1.0	0.8
MİKS1	0.4	0.8	1.0	1.0	0.5	0.6	1.0	1.0	1.0	0.8
MİKS2	0.4	1.0	1.0	1.0	0.5	0.8	1.0	1.0	1.0	0.8

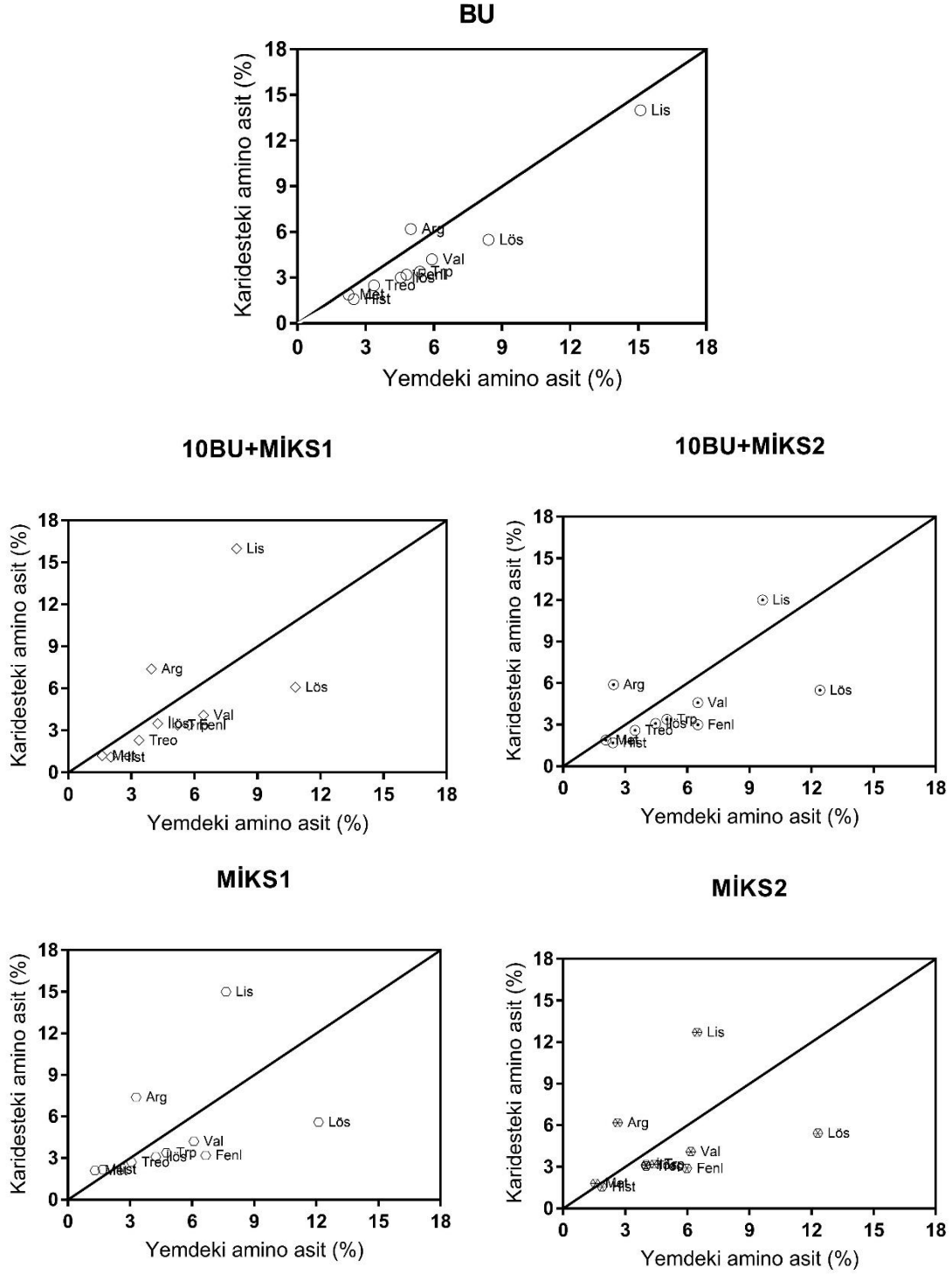
aa/AA = Yemdeki A/E oranı / Karidesteki A/E oranı (Penaflorida, 1989)

EAAI= $\sqrt[n]{aa^1/AA^1 \times aa^2/AA^2 \times \dots \times aa^n/AA^n}$, aa¹=Yemdeki A/E oranı; AA¹=Karidesteki A/E oranı; n esansiyel amino asit sayısı [aa/AA, 0.01 min. ve 1 mak. olarak ayarlanmıştır (Penaflorida,1989)].

Yemlerde kullanılan protein kaynaklarının amino asit etkinliğini ölçen bir diğer parametre de EAAI'dir. Penaflorida (1989)'nın yöntemine göre esansiyel amino asit indeksi (EAAI) kullanılarak bir protein kaynağının faydalı olup olmayacağı tahmin edilebilir. EAAI yemlerin veya protein kaynaklarının esansiyel amino asit düzeylerini daha bütüncül bir bakışla değerlendirmeye imkan sağlar. Bu yöntem

göre hesaplanan EAAI 0.90 veya daha üzerinde ise protein kaynağının iyi kalitede olduğu, 0.80 olduğunda faydalı olacağı ve 0.70'in altında ise yetersiz olduğu varsayılmaktadır. Çalışmada aa/AA oranlarına göre amino asitler spesifik olarak değerlendirildiğinde BU hariç tüm yem grupları arjinin ve lizin bakımından istenilen seviyenin altında kalmıştır. EAAI değerlerine göre, balık unu içermeyen MİKS1 ve MİKS2 diyetlerine eklenen metiyonin takviyesinin yetersiz olduğu anlaşılmıştır. Ancak alternatif protein kaynaklarına dayalı deneme yemlerin tamamında görülen arjinin ve lizin eksikliklerine karşın, yemlerin genel EAAI değerleri 0.8 ile 0.9 arasında bulunmuş olup tüm esansiyel amino asitler bütüncül bir yaklaşımla değerlendirildiğinde iyi kategoride yer almaktadır.

Esansiyel amino asitlerin yorumlanmasında kullanılan diğer yöntem de yemlerin ve karideslerin protein üzerinden esansiyel amino asit içeriklerinin ilişkisini gösteren dağılımda, 45°'lik hat (çizgi) üzerinden bir değerlendirme yapılmasıdır. Amino asit düzeyleri bu çizgiye ne kadar yakın ise yemin amino asit profilinin o kadar iyi olduğu varsayılır (Mente ve ark., 2002). Kullanılan bu iki yöntemde de kontrol grubu haricindeki deneme yemlerinin özellikle arjinin bakımından sınırlayıcı miktarda oldukları görülmüştür. MİKS1 yeminde bir dereceye kadar metiyonin eksikliği de söz konusu olmakla birlikte, %10 balık unu ilavesi ile bu eksikliğin giderilebildiği 10BU+MİKS1 yeminden anlaşılmaktadır. Anılan iki yöntemle göre hesaplanan ve yorumlanan indeks verileri sonuçlarına göre özellikle bitkisel protein karışımlarının kullanıldığı yem formülasyonlarına %0.1 oranlarında eklenen lizin ve metiyonin seviyesinin yeterli olmadığı anlaşılmıştır. Ayrıca yapılan analizlerde BU yemindeki arjiinin seviyesinin de olması gereken seviyenin bir miktar altında kaldığını, dolayısıyla böyle durumlarda arjininin de formülasyona eklenmesinin faydalı olabileceğini göstermiştir.



Şekil 5.3. Deneme yemleri ve karideslerin amino asit profilleri. 45°lik çizgi ideal çizgiyi göstermektedir. Arg; arginin, Hist; histidin, İlös; izolösin, Løs; lösin, Lis; lizin, Met; metiyonin, Fenl; fenilalanin, Treo; treonin, Trp; triptofan, Val; valin

Çizelge 5.9. Deneme yemleriyle 8 hafta boyunca beslenen *P. semisulcatus* bireylerinin kas doku yağ asidi kompozisyonları (%)

Yağ Asitleri	DENEME GRUPLARI						
	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6	Y7
14:0	0.27±0.01 ^a	0.20±0.01 ^b	0.14±0.01 ^{bc}	0.18±0.08 ^{bc}	0.13±0.01 ^c	0.13±0.02 ^c	0.13±0.00 ^c
16:0	17.65±0.32 ^a	14.87±0.17 ^c	15.05±0.19 ^c	16.52±0.24 ^b	14.26±0.66 ^d	16.15±0.33 ^b	15.31±0.22 ^c
16:1n-7	0.62±0.01 ^a	0.46±0.01 ^b	0.27±0.01 ^{de}	0.30±0.04 ^d	0.25±0.01 ^e	0.25±0.02 ^e	0.34±0.01 ^c
17:0	1.24±0.03 ^a	0.73±0.01 ^e	0.98±0.00 ^c	1.04±0.02 ^b	0.90±0.05 ^d	0.96±0.00 ^c	0.68±0.01 ^f
16:2n-4	0.07±0.01 ^{ab}	0.09±0.00 ^a	0.10±0.06 ^a	0.05±0.00 ^b	0.11±0.01 ^a	0.10±0.00 ^a	0.07±0.01 ^{ab}
17:1n-7	0.19±0.00 ^a	0.00±0.00 ^a	0.11±0.01 ^a	0.13±0.01 ^a	0.33±0.57 ^a	0.07±0.06 ^a	0.00±0.00 ^a
18:0	10.74±0.21 ^c	11.78±0.05 ^b	11.83±0.14 ^b	11.89±0.19 ^b	11.78±0.73 ^b	12.46±0.18 ^a	11.46±0.13 ^b
18:1n-9	16.31±0.33 ^c	18.18±0.08 ^b	19.30±0.15 ^a	15.63±0.57 ^c	20.05±1.24 ^a	14.63±0.31 ^d	16.47±0.12 ^c
18:1n-7	1.73±0.06 ^a	1.16±0.01 ^d	1.33±0.02 ^c	1.42±0.01 ^b	1.31±0.06 ^c	1.38±0.04 ^{bc}	1.11±0.03 ^d
18:2n-6	13.31±0.13 ^e	18.10±0.26 ^c	16.53±0.11 ^d	19.86±0.31 ^b	18.31±0.41 ^c	22.31±0.18 ^a	18.36±0.38 ^c
18:3n-6	0.23±0.00 ^a	0.16±0.01 ^c	0.21±0.01 ^a	0.19±0.01 ^a	0.22±0.02 ^a	0.20±0.01 ^b	0.16±0.01 ^c
18:3n-3	0.56±0.03 ^a	0.27±0.04 ^d	0.45±0.00 ^b	0.38±0.01 ^c	0.53±0.11 ^{ab}	0.38±0.03 ^c	0.28±0.03 ^d
20:1n-11	0.50±0.01 ^d	0.62±0.02 ^{bc}	0.49±0.01 ^d	0.65±0.01 ^b	0.60±0.02 ^c	0.84±0.03 ^a	0.60±0.02 ^a
20:2n-6	0.82±0.01 ^e	0.93±0.01 ^d	1.17±0.01 ^c	1.35±0.02 ^b	1.16±0.06 ^c	1.65±0.01 ^a	1.19±0.01 ^c
20:3n-6	0.24±0.00 ^b	0.35±0.01 ^a	0.24±0.00 ^b	0.24±0.03 ^b	0.23±0.01 ^b	0.23±0.01 ^b	0.33±0.01 ^a
20:4n-6	0.09±0.00	0.03±0.06	0.06±0.11	0.07±0.08	0.04±0.03	0.02±0.03	0.03±0.06
20:3n-3	3.56±0.04 ^b	5.77±0.07 ^a	3.18±0.03 ^{bc}	3.23±0.03 ^{bc}	2.08±1.72 ^c	2.97±0.04 ^{bc}	5.55±0.11 ^a
20:5n-3	10.54±0.16 ^a	9.92±0.17 ^{bc}	10.17±0.09 ^b	10.65±0.24 ^a	10.13±0.25 ^{bc}	9.85±0.06 ^c	10.10±0.12 ^{bc}
22:1n-9	0.41±0.05	0.57±0.04	0.53±0.01	0.54±0.07	0.44±0.15	0.45±0.11	0.49±0.10
22:5n-3	0.17±0.01 ^c	0.22±0.03 ^{ab}	0.20±0.01 ^{bc}	0.24±0.04 ^{ab}	0.16±0.02 ^a	0.22±0.02 ^b	0.26±0.02 ^a
22:6n-3	19.31±0.97 ^a	14.61±0.60 ^{bc}	16.54±0.43 ^b	14.20±1.9 ^{bc}	13.78±1.12 ^c	15.40±2.60 ^{bc}	15.73±1.00 ^{bc}
24:0	0.30±0.01 ^a	0.25±0.01 ^{bc}	0.27±0.02 ^b	0.26±0.01 ^{bc}	0.24±0.02 ^c	0.24±0.01 ^c	0.24±0.01 ^c
24:1n-9	0.16±0.02 ^c	0.37±0.22 ^a	0.18±0.02 ^c	0.25±0.01 ^{ab}	0.16±0.02 ^c	0.20±0.02 ^c	0.26±0.01 ^{ab}
Σ SFA	30.21±0.56 ^a	27.84±0.22 ^b	28.27±0.04 ^b	29.89±0.40 ^a	27.31±1.45 ^b	29.95±0.18 ^a	27.81±0.36 ^b
Σ MUFA	19.92±0.42 ^c	21.35±0.32 ^b	22.22±0.21 ^b	18.92±0.69 ^d	23.15±0.87 ^a	17.82±0.52 ^e	19.27±0.21 ^{cd}
Σ PUFA	48.82±0.73 ^{cd}	50.36±0.44 ^{bc}	48.76±0.36 ^{cd}	50.41±1.18 ^{bc}	46.64±1.67 ^d	53.22±2.68 ^a	51.99±0.62 ^b
Σ n-3	34.13±0.82 ^a	30.79±0.74 ^{bc}	30.54±0.33 ^{bc}	28.70±1.19 ^{cd}	26.68±1.54 ^d	28.81±2.55 ^{cd}	31.93±0.83 ^{ab}
Σ n-6	14.69±0.14 ^e	19.57±0.30 ^c	18.22±0.10 ^d	21.71±0.33 ^b	19.96±0.48 ^c	24.40±0.17 ^a	20.07±0.37 ^c
n-3/n-6	2.32±0.07 ^a	1.57±0.06 ^b	1.68±0.02 ^b	1.32±0.06 ^c	1.34±0.08 ^c	1.18±0.10 ^d	1.59±0.07 ^b

Her değer bir ortalama (n=3) ± standart sapmadır. Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler istatistiksel farklılıkları göstermektedir (P < 0.05).

n-3 PUFA: 18:3n-3, 20:3n-3, 20:5n-3, 22:5n-3, 22:6n-3

n-6 PUFA: 18:2n-6, 18:3n-6, 20:2n-6, 20:3n-6, 20:4n-6

Deneme sonunda farklı yemlerle beslenen gruplardaki karideslerden alınan kas doku örneklerinde yağ asidi kompozisyonları bakımından önemli farklar bulunmuştur (Çizelge 5.9, $P<0.05$). Karides kas dokuslarında SFA'lar açısından en zengin grupların Y1, Y4 ve Y6 oldukları belirlenmiştir ($P<0.05$). MUFA'lar bakımından en yüksek değer Y5 grubunda tespit edilirken, en düşük değer Y6 grubunda olduğu belirlenmiştir ($P<0.05$). Y6 ve Y7 yemleriyle beslenen karidesler, diğer gruplara (Y1 grubu da dahil) kıyasla, daha yüksek oranda PUFA içermişlerdir ($P<0.05$). Öte yandan, n-3 PUFA'larca en zengin grubun Y1 grubu olduğu ve bunu izleyen grubunda Y7 olduğu belirlenmiştir. n-3 yağ asitlerince en düşük değerler bitkisel protein kaynaklarının karışımları ile oluşturulan yemlerle beslenen karideslerde bulunmuştur. Bitkisel protein kaynakları içeren yemlerle beslenen karideslerde n-6 yağ asitleri genel olarak daha yüksek çıkmıştır ($P<0.05$). Deneme grupları içerisinde en yüksek n-3/n-6 oranı BU grubunda (2.32) hesaplanmış olup, bu grubu daha düşük oranda BU ve ayrıca TU içeren gruplar izlemiştir (1.57-1.68) en düşük oranları ise bitkisel protein karışımlarıyla formüle edilen yem grupları göstermiştir (1.18-1.32, Çizelge 5.9). Yemde bulunan farklı n-3 PUFA'ların karideslerin kas dokusuna yansımaları incelendiğinde; n-3 yağ asitlerince en yüksek değerin BU grubunda, en düşük değerlerin ise bitkisel protein kaynaklarının karışımları ile oluşturulan yemlerle beslenen karideslerde görülmüştür. Bitkisel protein kaynakları içeren yemlerle beslenen karideslerde n-6 yağ asitleri genel olarak daha yüksek çıkmıştır ($P<0.05$). Deneme grupları içerisinde, kas dokuda en yüksek n3/n6 oranı Y1 grubunda (2.32) hesaplanmış olup, bu grubu daha düşük oranda BU ve ayrıca TU içeren gruplar izlemiştir (1.57-1.68) en düşük oranları ise bitkisel protein karışımlarıyla formüle edilen yem grupları göstermiştir (1.18-1.34). Kas dokudaki EPA değerleri gruplar arasında %9.92 ile %10.54 arasında ($P<0.05$) ve DHA değerleri ise %13.78 ile %19.31 arasında ($P<0.05$) farklılıklar göstermiş olmakla birlikte, genel olarak HUFA'ların kas dokuda yüksek seviyelerde bulunduğu belirlenmiştir.

5.5. Sindirilebilirlik

Çalışmada test edilen 7 farklı yemin sekiz haftalık besleme periyodu boyunca karideslerden toplanan dışkı örneklerinde yapılan sindirilebilirlik analizleri ve hesaplamaları sonucunda gruplar arasında önemli farklılıklar belirlenmiştir ($P<0.05$). Özellikle balık unu yerine bitkisel protein kaynaklarının kullanıldığı Y5, Y6, Y7 gruplarının kuru madde sindirilebilirliği sırasıyla %95.7, %95.9, %96.1 olarak bulunmuş, %10 oranında BU girilen yemlerde bu değerler %94.7-95.3 arasında seyretmiş ve en düşük oran ise %90.46 ile Y1 grubunda kaydedilmiştir.

Kontrol grubundan başlamak kaydıyla deneme grupların protein sindirilebilirlik oranları sırasıyla %49.64, %66.41, %73.89, %66.80, %82.01, %73.47 ve %72.84 olarak belirlenmiştir. Buna göre, en

düşük protein sindirilebilirlik oranı %49.67 ile Y1 grubunda, en yüksek sindirilebilirlik oranının ise %82.01 ile Y5 grubunda belirlenmiştir ($P<0.05$). Diğer gruplarda bu oranlar %66.41 ile %73.88 aralığında değişmiştir.

Çizelge 5.10. Sekiz hafta boyunca deneme yemleri ile beslenen karideslerde kuru madde, protein, lipid ve enerji sindirilebilirliği (%)

DENEME GRUPLARI							
	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6	Y7
Kuru Madde	90.46±0.09 ^e	95.1±0.20 ^{cd}	94.7±0.05 ^d	95.3±0.19 ^{bc}	95.7±0.695 ^{ab}	96.1±0.0 ^a	95.9±0.22 ^a
Protein	49.67±0.58 ^e	66.41±0.25 ^d	73.89±0.35 ^b	66.80±0.20 ^d	82.01±0.19 ^a	73.47±0.17 ^b	72.84±0.42 ^c
Lipit	65.54±2.01 ^e	90.86±0.00 ^a	87.56±0.42 ^b	76.42±3.56 ^d	90.11±0.10 ^{ab}	83.25±0.29 ^c	89.58±1.61 ^{ab}
Enerji	59.83±0.11 ^d	75.28±0.11 ^b	70.78±0.10 ^c	70.91±0.30 ^c	76.45±0.14 ^a	75.01±0.04 ^b	76.33±0.28 ^a

Her değer bir ortalama ($n=3$) ± standart sapmadır. Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler istatistiksel farklılıkları göstermektedir ($P < 0.05$).

Sindirilebilirlik, yem formülasyonlarında kullanılan hammaddelerin canlı tarafından kullanılabilirliğini test etmek amacıyla analiz edilen ve hesaplanan önemli parametrelerden birdir. Besin maddelerinin sindirilebilirlik verileri canlının bağırsak yoluyla emilen besin maddelerinin yüzdesi ile ifade edilir (Lin ve ark. 2004). Sindirime uğramayan besin maddeleri dışkı yoluyla kültür ortamına salınarak özellikle yüksek yoğunluklu kültür koşullarında su kalitesini bozarak karideslerde hastalık ve ölümlere neden olabilmektedir (Lin ve ark., 2006). Bunun yanı sıra yemlerin sindirilebilir olması yemden yararlanmanın bir ifadesi olarak değerlendirildiğinde canlının büyüme performansı ve üretim maliyeti üzerinde de etkiye sahiptir. Karides yemlerinde besin sindirilebilirliği ile ilgili bir çok çalışma yapılmış olsa da (Akiyama ve ark., 1989; Brunson ve ark., 1997; Smith ve ark., 2004; Cruz-Suárez ve ark., 2009; Yang ve ark., 2009; Terrazas-Fierro ve ark., 2010; Nieto-López ve ark., 2011) formülasyona yeni hammaddelerin dahil edilmesi ve bu hammaddelerin yemde bulunma oranlarının karides performansına etkilerinin belirlenebilmesi için kullanılan sindirilebilirlik katsayıları, yemlerin değerlendirilmesi açısından vazgeçilmezdir. Çalışmada kullanılan 7 farklı yemin sindirilebilirlik sonuçları değerlendirildiğinde kuru madde, protein, lipid ve enerji sindirilebilirlik katsayıları sırasıyla %90.46 ile %96.10, %49.67 ile %82.01, %65.54 ile 90.86 ve %59.83 ile %76.45 arasında değişim göstermiştir. Buna göre, özellikle BU içeren kontrol grubunda kuru madde, protein, lipid, organik madde ve enerji sindirilebilirlik oranlarının beklenen seviyelerin oldukça altında kaldığı görülmüştür (Çizelge 5.10). Çalışmada elde edilen bulgular literatürde başka araştırmacılar tarafından da bildirilmiştir. Kontrol grubunda elde edilen bu beklenmeyen duruma benzer bulgular başka araştırmalarda da bildirilmiştir. Zhou (2014) farklı hammaddelerin sindirilebilirlikleri üzerine yaptıkları

bir araştırmada, yüksek düzeyde sindirilmesini beklediği referans rasyonunda düşük değerler elde etmiştir. Molina-Poveda ve Morales (1994) *L. vannamei*'de karides başı unu+balık unu yerine, buğday glteni+arpa fermentasyon ürünleri kombinasyonunu kullanmışlar ve deneme sonunda bitkisel karışımın rasyondaki düzeyinin artışıyla birlikte büyümede gerileme, bunun tersine %100 ikame oranında ise kuru madde ve protein sindirilebilirliğinde yükselme kaydetmişlerdir. Hem çalışmada, hem de Zhou (2014) tarafından kullanılan referans rasyonlarında yüksek düzeyde buğday unu (sırasıyla %42.50 ve %49.96) kullanımının, balık unu ile birlikte pelet ve dışkı stabilitesini arttırdığı görülmektedir. Yapılan alışmalarda BU yerine bitkisel protein kaynakların kullanıldığı durumlarda gökkuşağı alabalıklarının dışkı karakteristikleri hızlı bir şekilde değişerek kısa zaman içerisinde partiküllere dağıldığı bildirilmiştir (Brinker ve Friedrich, 2012; Davidson ve ark., 2013). Dışkı stabilitesinin düşmesi besin maddelerinin suda çözünerek sindirilebilirlik oranlarının suni bir şekilde yükselmesine neden olabilmektedir (Hajen ve ark., 1993). Denemede dışkının fiziksel karakteri somut veriler olarak kaydedilmemiş olmakla birlikte, yüksek düzeyde alternatif protein kaynaklarını içeren rasyonlarla beslenen karideslerin dışkı stabilitelerinin özellikle TU kullanılan diet gruplarında kontrol grubu kadar yüksek olmadığı fiili olarak gözlenmiş ve bunun da bir miktar besin maddesi kaybına neden olarak sindirilebilirlik oranlarının yükselmesine neden olmuş olabileceği dşnlmştir. Ayrıca, zellikle BU grubunun protein ve lipit sindirilebilirlik oranlarının beklenen seviyelerin oldukça altında kalması BU'nun kalitesinde de bazı sorunların olabileceğini dşndrmştir. Balık unu kalitesinin yüksek veya düşük olmasının sindirilebilirlik üzerinde güçlü bir etkiye sahip olduğu bilinmektedir. Bir alışmada Pike ve ark., (1990) yüksek kalitede BU kullanımının salmonlarda büyümede ortalama %15, YO'da ise %10 düşmeye neden olduğunu bulmuşlardır. Farklı kaynaklardan temin edilen balık unlarında protein sindirilebilirliğinin değişebildiği ve rneğin Atlantik salmonlarda bu oranının %86 ile 98% arasında varyasyon gösterdiği belirlenmiştir (Anderson ve ark., 1997). *P. chinensis* ile yrtlen bir araştırmada, Kangsen (1986) Peru orjinli balık ununda sindirilebilirliği %88, diğer yandan Çin menşeili BU'nun ise %71 olduğunu bildirmişlerdir. Smith ve ark., (1985) *L. vannamei*'de yaptıkları bir çalışmada protein sindirilebilirliğinin yüksekliliği ile büyüme arasında doğrusal bir ilişki olduğunu belirtmiştir. Mengqing ve Aksnes (2001) Çin karidesinde (*P. chinensis*) ve Tantikitti ve ark., (2016) Pasifik beyaz karidesinde (*L. vannamei*) yüksek kalitede balık unu kullanımının YO'da, ağırlık kazancında ve protein sindirilebilirliğinde avantajlar sunduğunu bildirmişlerdir.

Karides yetiştiriciliğinde protein sindirilebilirliği yüksek yemlerin kullanılması durumunda karideslerin kas doku oluşumu için gerekli olan amino asitten maksimum oranda yararlandığı ve büyüme hızının artış gösterdiği bilinmektedir. Bazı durumlarda, balık ununun birinci kalite olmasına rağmen yemdeki

sindirilebilirlik oranının düşük olması, karideslerin daha düşük performans göstermesine neden olabilmektedir. Bazı araştırmacılar, balık ununun tazeliğinin de karideslerde büyüme üzerine etkili olduğunu bildirmektedir. Ricque-Marie ve ark., (1998) özellikle küçük boyutlu karideslerde (0.9 g, *L. vannamei*) taze balık unu ile üretilmiş yem ile beslenen grupta, daha uzun süre bekletilmiş veya bayatlamış balık unu kullanılan yemlerle beslenen gruplara kıyasla, yem tüketiminin daha yüksek çıktığını ve büyümenin de %25 oranında arttığını bildirmişlerdir. Bunun sebebinin yem tüketimi, sindirilebilirlik ve esansiyel AA/esansiyel olmayan AA oranlarının düşükliğünden kaynaklandığı belirtilmiştir. Ayrıca uzun süreli kargolama sürecinde hammaddelerde lipit oksidasyonunu engellemek amacıyla yemlere eklenen antioksidanların karideslerde yem tüketimini etkileyebildiği bildirilmektedir. Laohabanchon ve ark., (2009) tarafından yapılan bir çalışmada 1.5 ay depolanmış ve antioksidan kullanılmamış balık unu ile üretilen ve diğer yandan uzun süreli depolama esnasında ethoxyquin uygulanmış balık unu ile üretilen yemlerle beslenen siyah kaplan karideslerini (*P. monodon*) kıyaslamışlar ve ikinci grubun daha az yem tükettikleri, düşük büyüme gösterdikleri ve hepatopankreaslarında daha fazla oranda anormal hücreler gördüklerini bildirmişlerdir. Terrazas-Fierro ve ark., (2010), dört farklı ticari balık ununda sindirilebilirlik oranlarını karşılaştırmış ve sardalya (% 66 ham protein) içeren balık ununun %84, diğerlerinin ise %71 (sardalya, %70 ham protein), %70 (ton balığı %60 ham protein) ve %63 (sardalya %70 ham protein) olduğunu belirlemişlerdir. Yapılan bir çalışmada yüksek sindirilebilirlik oranına sahip olan balık unları dengeli AA oranı karideslerde daha yüksek yem tüketimine neden olabildiği ve ayrıca tripsin gen ekspresyonu sayesinde daha yüksek büyüme performansı elde edilebildiği bildirilmiştir (Tantikitti ve ark., 2016).

Tantikitti ve ark., (2016) yürüttükleri bir araştırmada, kullanılan hammadde ve işleme tekniklerinin balık unu kalitesinin etkilendiğini, bunun karides üretiminde büyük önem arz ettiğini bildirmişlerdir. Yemlerde ana protein kaynağı olan balık unu yemdeki esansiyel AA dengesi, esansiyel yağ asitleri, fosfolipitler, cezbedicilik ve lezzetliliğin yanı sıra ayrıca sindirilebilirlik üzerinde de doğrudan bir etkiye sahiptir. Genel olarak balık ununun protein içeriklerinin %50 ile %65 ve yağ içeriklerinin %4 ile %20, kül içeriklerinin %11 ile %23 arasında değişim gösterdiği bilinmektedir. Bir yemin formülasyonunda yüksek kalitede balık unu kullanılması dahi karides üretiminde iyi bir büyüme ve ürün garantisi sağlamaz. Bu durum doğrudan balık unu üretiminde kullanılan balık türü, avcılık metodu, kullanılan hammaddenin çeşidi (tüm vücut, yan atık ürünler veya hedef dışı türler), hammaddenin tazeliği ve işlenme metotları ile de ilgili olup, tüm bunlar balık ununun AA kompozisyonunu, esansiyel AA/esansiyel olmayan AA oranını ve proteinlerin sindirilebilirliklerini etkileyen faktörlerdir. Araştırmada her ne kadar amino asit sindirilebilirliği ile ilgili özel de bir çalışma gerçekleştirilmese de,

deneme yemleri ve karideslerin amino asitlerden yararlanma düzeylerinin tespit edilmeye çalışıldığı hesaplamalarda balık ununda bulunan arjinin ve lizin gibi temel amino asitlerde eksiklik görüldüğü bu durumun yemlerin sindiriminde etkili olabileceği sonucuna varılmıştır. Çalışmada temel protein kaynağı olarak balık unu kullanılan kontrol yemlerinin, tamamen bitkisel kaynaklarla hazırlanan yemlere göre sindirilebilirlik oranlarının düşük olması, kullanılan hammaddenin kalite standartları dışında olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Kuru madde sindirilebilirliği, sindirilen ve emilen besin madde bileşenlerinin toplam miktarının bir ölçüsüdür. Yemin içeriğinde bulunan tüm hammaddeler eşit şekilde sindirilemediğinden, kuru madde sindirilebilirlik verileri yem hammaddelerindeki sindirilmeyen madde miktarının belirlenmesinde tek tek besin maddelerinin sindirilebilirlik verilerinden daha iyi bir tahmin sağlar (Brunson ve ark., 1997). Çalışmada kuru madde açısından hesaplanan sindirilebilirlik oranları, kontrol grubunda hesaplanan hariç, oldukça makul sonuçlar olup Zhou (2014)'nın BU ile formüle ettiği kontrol yemi ve ayrıca soya içeren yemlerde belirlediği kuru madde sindirilebilirlik oranları olan %72.20 ile %76.20 değerleri ile benzer bulunmuştur. Yang ve ark. (2009), yaptıkları bir çalışmada kuru madde sindirilebilirliğinin yemde bulunan hammaddenin lif ve kül oranlarının artması ile azalma eğilimi gösterdiği rapor edilmiştir. Buna göre çalışmada kontrol grubunda kullanılan temel protein kaynağını oluşturan hammaddelerin kuru madde ve kül oranlarının yüksek oluşu, dışkı kuru madde miktarına yansımış ve kontrol grubu yemlerinin kuru madde sindirilebilirlik katsayısını düşürmüştür. Bu durum, yemlerde kullanılan balık ununda sindirilmeyen madde miktarının yüksek olduğunu düşündürmektedir.

Yemde bulunan proteinin miktarı, kalitesi ve canlı tarafından kullanılabilirliği, büyüme performansı ve yem maliyetinde önemli bir rol oynar (Hu ve ark., 2008; Zhu ve ark., 2013). Yüksek oranda sindirilebilen protein kaynaklarının kullanılması karideslerin yemdeki proteinden yararlanmasını artırarak sindirimi mümkün olmayan yem katkı maddeleriyle beslenen karideslerden daha hızlı büyümesini sağlar. Çalışmada özellikle tamamen bitkisel protein kaynakları ile hazırlanan Y5 grubu ile %10 BU ilave edilen MİKS1 rasyonu (Y3) protein sindirilebilirliği açısından en iyi performansı gösteren gruplar olmuştur. Ayrıca deneme gruplarının protein sindirilebilirliği ve FA, AK ile SBO gibi büyüme parametreleri birlikte değerlendirildiğinde, karidesler tarafından yemle alınan proteinin sindirim ve emilim etkinliğinin büyümei desteklediği görülmektedir. Hatta en yüksek protein sindirilebilirliğine sahip Y5 grubunda kas doku protein oranının yüksek olması, yemin sindirilebilirliğinin kas doku kalitesini de etkilediğini göstermektedir.

Yağlar karideslerin başlıca enerji kaynaklarından biridir. Yağların sindirilebilirliğinin içeriğinde bulunan yağ asitleri, bu yağ asitlerinin zincir uzunluğu ve doymamışlık derecesi, diğer bileşenler ile birlikte yeme katılma düzeyi gibi bir dizi faktör tarafından etkilendiği bildirilmiştir (Yang ve ark., 2009). Çalışmada deneme yemlerinin yağ sindirilebilirlikleri %65.54 ile 82.01 arasında değişim göstermiş olup, yemlerde yağ kaynağı olarak yalnızca balık yağı kullanılmış olmasına rağmen yağ sindirilebilirliğinin protein kaynağı değişiminden etkilendiği görülmüştür. Yang ve ark. (2009) kontrol yemine %30 oranında farklı bitkisel ve hayvansal protein kaynakları kullanılarak gerçekleştirdikleri sindirilebilirlik çalışmasında tüm deneme yemlerine 1:1 oranında balık yağı ve soya yağı eklemişler, çalışma sonunda yemlere eklenen yağ kaynakları farklı olmamasına rağmen çalışmamızla benzer şekilde farklı protein kaynakları kullanımında yağ sindirilebilirliğinin etkilendiğini rapor etmişlerdir. Çalışmada değerlendirilen yağ sindirilebilirlikleri balık unu ve balık yağı içeren kontrol grubu karideslerde en düşük bulunmuştur. Ayrıca yalnızca bitkisel protein kaynağı içeren MİKS1 ve MİKS2 formülasyonlarına %10 BU eklenerek hazırlanan yemlerle beslenen karideslerde yağ sindirilebilirliğinin düştüğü görülmüştür. Bu durum Y1 grubu karideslerin protein sindirilebilirliğinde olduğu gibi yağlar açısından da yararlanmayı etkileyen bir kalite sorunu olduğunu düşündürmektedir.

5.6. Deneme Yemlerinin Hidrostabilesi

Çalışmada kontrol grubu yeminde 9 farklı bağlayıcı madde kullanılarak hazırlanan 9 farklı rasyonun hidrostabilesi özellikleri kuru madde ve protein kayıpları bakımından değerlendirilmiş, sonuçlar Çizelge 5.11’de sunulmuştur.

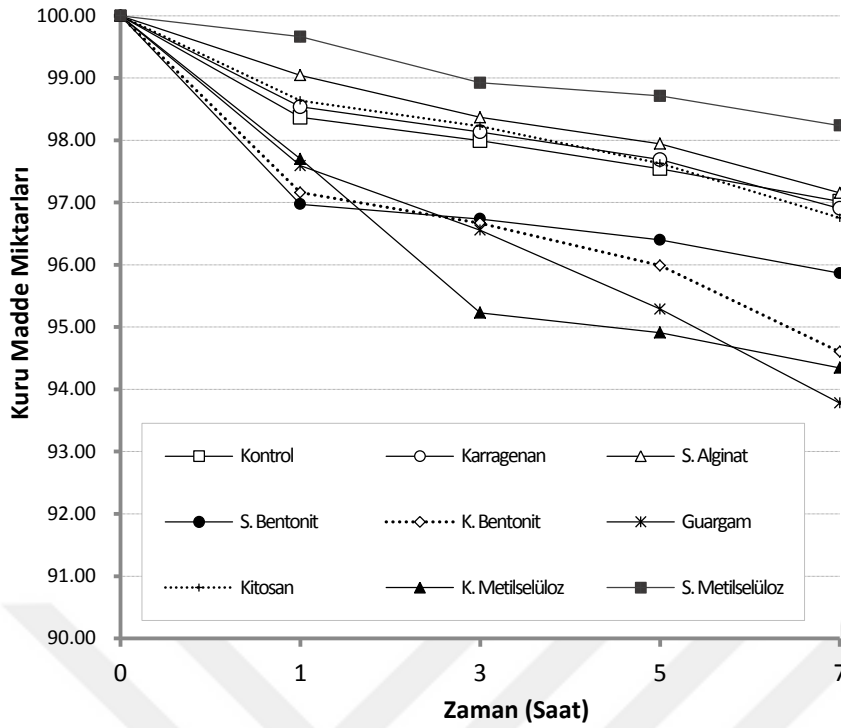
Yapılan analizlerde kuru madde açısından ilk saatteki en büyük kayıplar (%2.05-2.73) özellikle kalsiyum bentonit, sodyum bentonit, guar gam ve karboksi metil selüloz ile formüle edilen yemlerde gerçekleşmiştir ($P<0.05$, Çizelge 5.11, Şekil 5.5).

Çizelge 5.11. Farklı bağlayıcı maddeler ile formüle edilen yemlerin 1., 3., 5. ve 7. saatlerde gerçekleşen kuru madde ve protein kayıpları

KURU MADDE KAYBI (%)									
SÜRE (Saat)	Kontrol (Buğday Glütini)	Karragenan	Sodyum Alginat	Sodyum Bentonit	Kalsiyum Bentonit	Guargam	Kitosan	Karboksi Metilselüloz	Sodyum Metilselüloz
1	1.50±0.00 ^{abc}	1.32±0.14 ^{abcd}	0.85±0.98 ^{cd}	2.73±0.40 ^a	2.55±0.20 ^{ab}	2.12±0.98 ^{abc}	1.20±0.72 ^{bcd}	2.05±1.59 ^{abc}	0.30±0.25 ^e
3	1.84±0.19 ^c	1.32±0.14 ^{cd}	1.46±0.43 ^{cd}	2.94±0.87 ^b	2.99±0.25 ^b	3.02±0.62 ^b	1.57±0.07 ^{cd}	4.25±0.16 ^a	0.96±0.23 ^e
5	2.26±0.82 ^{bc}	2.08±0.78 ^{bc}	1.84±0.69 ^d	3.25±0.44 ^{ab}	3.60±0.09 ^a	4.13±1.21 ^a	2.11±0.60 ^{bc}	4.53±0.77 ^a	1.15±0.05 ^d
7	2.74±0.19 ^{cd}	2.78±0.35 ^{cd}	2.54±1.49 ^{cd}	3.73±0.48 ^{bc}	4.84±1.03 ^{ab}	5.45±0.17 ^a	2.88±0.45 ^c	5.03±0.65 ^a	1.57±0.07 ^d
PROTEİN KAYBI (%)									
SÜRE (Saat)	Kontrol (Buğday Glütini)	Karragenan	Sodyum Alginat	Sodyum Bentonit	Kalsiyum Bentonit	Guargam	Kitosan	Karboksi Metilselüloz	Sodyum Metilselüloz
1	1.45±0.39 ^{bc}	1.33±0.01 ^{bcd}	1.13±0.85 ^{cde}	1.28±0.07 ^{bcd}	2.35±0.03 ^a	1.90±0.27 ^{ab}	1.58±0.10 ^{bc}	0.79±0.13 ^{de}	0.53±0.60 ^e
3	1.45±0.19 ^e	1.84±0.01 ^{cd}	1.66±0.12 ^{de}	2.06±0.06 ^{bc}	2.46±0.11 ^a	2.11±0.03 ^b	2.29±0.20 ^{ab}	1.78±0.26 ^d	0.70±0.09 ^f
5	1.59±0.42 ^e	1.86±0.02 ^{de}	2.09±0.13 ^{cd}	2.28±0.13 ^{bc}	2.58±0.11 ^{ab}	2.74±0.19 ^a	2.34±0.01 ^{bc}	1.81±0.01 ^{de}	0.79±0.11 ^f
7	1.71±0.19 ^d	2.38±0.28 ^c	2.80±0.12 ^b	2.38±0.18 ^c	3.26±0.11 ^a	3.18±0.04 ^a	2.38±0.10 ^c	2.10±0.03 ^c	1.32±0.16 ^e

Her değer bir ortalama ± standart sapmadan oluşmaktadır. Her satırda farklı harflerle işaretlenen ortalamalar birbirlerinden istatistik olarak farklıdır (P<0.05).

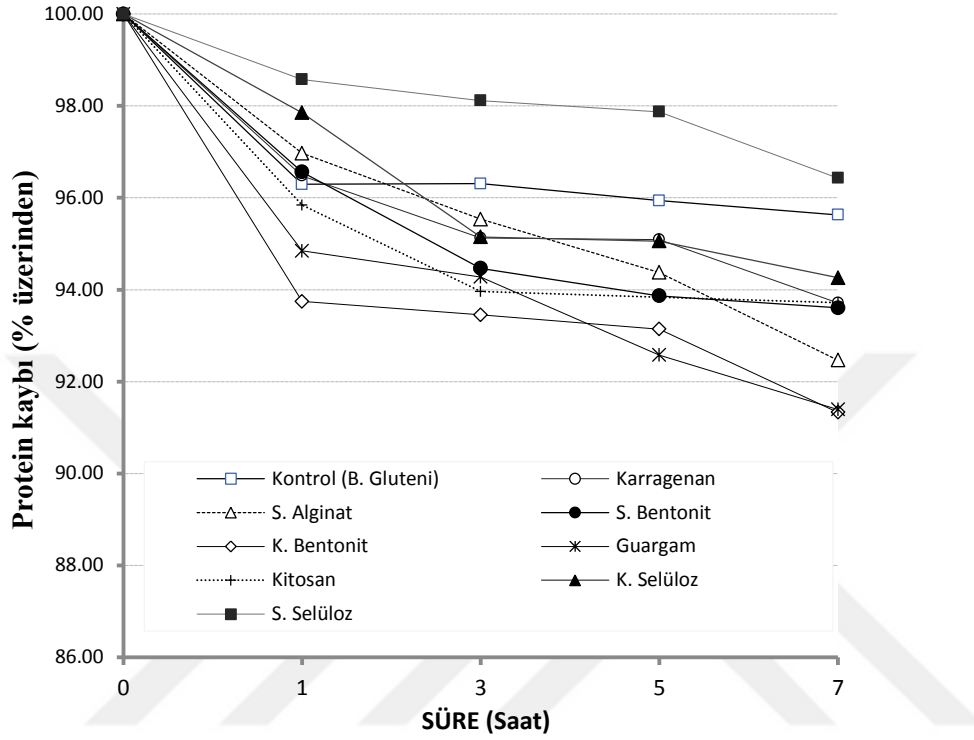
İlk saatteki en düşük kayıp %99.70 kuru madde oranını koruyan (%0.30 kayıp) sodyum metil selüloz ile hazırlanan yemde gerçekleşmiştir. Kuru madde kaybı açısından bu grubu %0.85 kayıp ile sodyum alginat, %1.20 ile kitosan, %1.32 ile karragenan ve %1.50 ile kontrol yemi (buğday glütini) izlemiştir (Çizelge, 5.11).



Şekil 5.4. Farklı bağlayıcı maddelerle formülize edilen yemlerde zamana göre azalan kuru madde miktarları

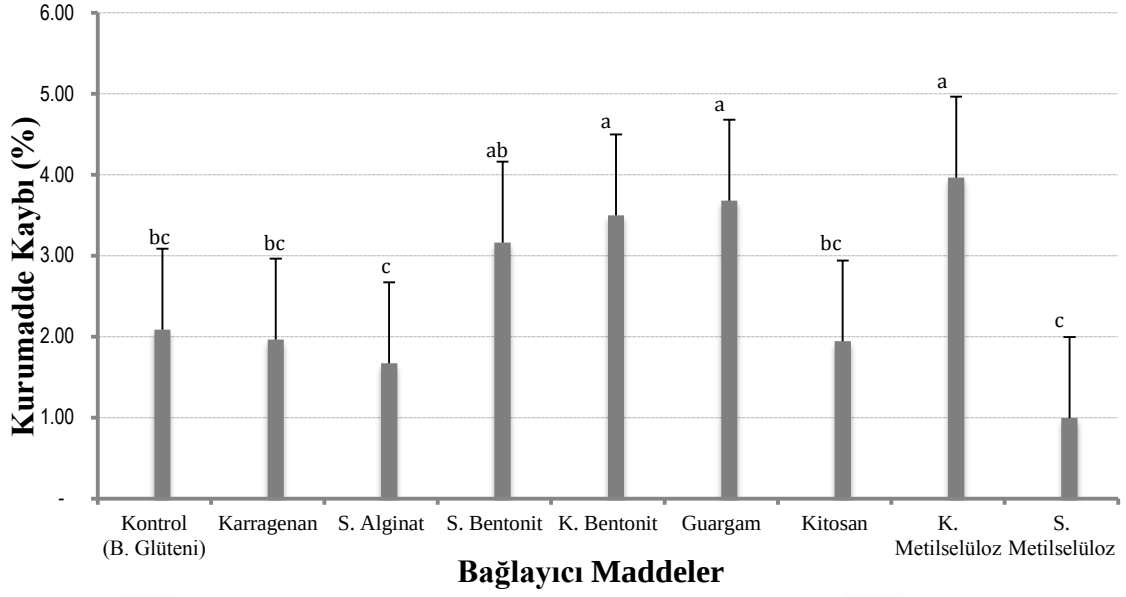
Tüm yem gruplarındaki kuru madde kayıpları üçüncü saatte de devam etmiş, özellikle karboksi metilselüloz ile üretilen yem daha fazla kuru madde kaybına (%4.25) uğramıştır (Şekil 5.4). Aynı zaman aralığında en düşük kuru madde kaybı %0.96 ile sodyum metilselüloz içeren yemde görülmüş, bunu %1.32 ile karragenan, 1.46 kayıp ile sodyum alginat, %1.57 ile kitosan takip etmiştir. Bu grupları %2.11 ile guar gam ve %2.29 ile kitosan izlemiştir (Çizelge 5.11). Üçüncü saatte en yüksek kayıp %4.25 ile kalsiyum metilselüloz içerikli yemde görülmüş, bunu %3.02 ile guar gam, %2.99 ile kalsiyum bentonit ve %2.94 ile sodyum bentonit takip etmiştir. Denemenin 5. saatinde de benzer sonuçlar elde edilmiş, bu periyotta da sodyum metilselüloz en düşük kuru madde oranı (%1.15) gösterirken, en yüksek kayıp (%4.53) karboksi metilselüloz içerikli yemde elde edilmiştir ($P<0.05$). Kuru madde kayıpları düşük olan diğer gruplar %1.84 ile sodyum alginat, %2.08 ile karragenan ve %2.11 kitosan olarak sıralanmıştır. Denemenin 7. saatinde de yine en düşük kuru madde kaybı %1.57 ile sodyum metilselüloz içeren yemde belirlenmiş, bu grubu %2.54 ile sodyum alginat, %2.74 ile kontrol (buğday glütene), %2.78 ile karragenan ve %2.88 ile kitosan izlemiştir. Yedi saatlik deneme süresi sonunda en yüksek kayıplar guar gam (%5.45), kalsiyum bentonit (%3.26) ve sodyum bentonit (%3.73) içeren yemlerde kaydedilmiştir ($P<0.05$; Çizelge 5.11; Şekil 5.4).

Yüzde protein açısından ilk saatteki en büyük kayıplar özellikle kalsiyum bentonit (%2.35) ve guar gam (%1.90) ile formüle edilen yemlerde gerçekleşmiştir ($P<0.05$, Çizelge 5.11, Şekil 5.5). İlk saatteki en düşük kayıplar %0.53 kayıp ile sodyum metilselüloz ile %0.79 ve %1.13 kayıplarla kalsiyum metilselüloz ve sodyum alginat ile üretilen yemlerde gerçekleşmiştir ($P<0.05$).



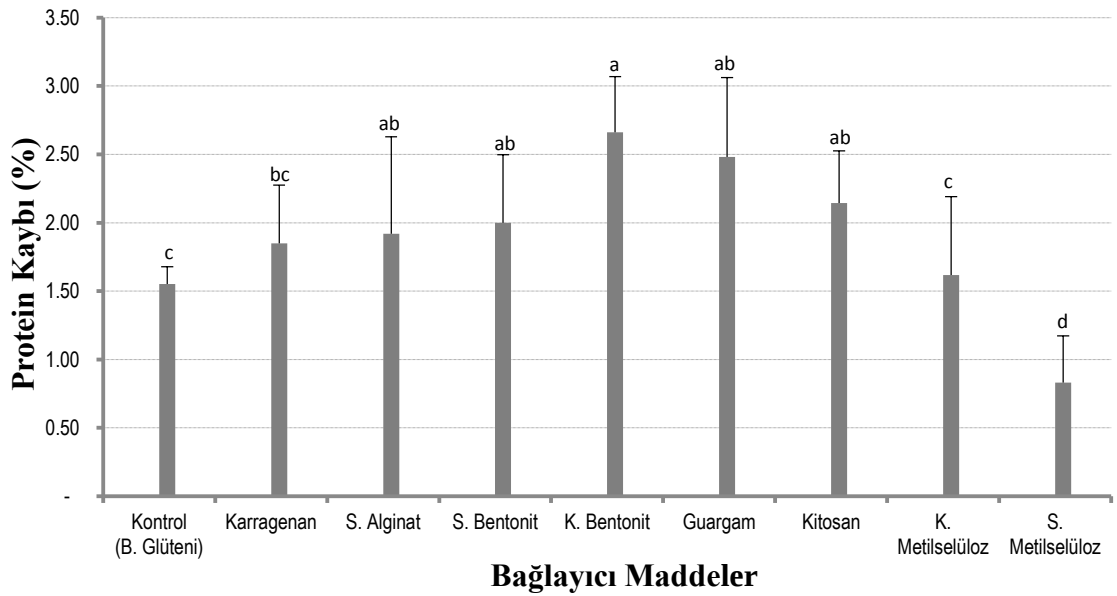
Şekil 5.5. Farklı bağlayıcı maddelerle formüle edilen yemlerde zamana göre azalan protein miktarları

Denemenin 3. saatinde en düşük protein kaybı %0.70 ile sodyum metilselüloz içeren yemde görülmüş, bu yem grubunu %1.45 kayıp ile kontrol grubu (buğday gluteni), %1.66 kayıp ile sodyum alginat, %1.84 ile karragenan, %2.06 ile sodyum bentonit, %2.11 ile guar gam ve %2.29 ile kitosan izlemiştir (Çizelge 5.11). Bu saatte en yüksek kayıp %2.46 ile kalsiyum bentonit içerikli yemde görülmüştür. Denemenin beşinci saatinde de benzer sonuçlar devam etmiş, bu periyotta da sodyum metilselüloz en düşük protein kaybına neden olurken (%0.79), en yüksek kayıp (%2.74) ile guar gam içerikli yemde elde edilmiştir. Denemenin yedinci saatinde de benzer durum devam etmiş, en düşük protein kaybı %1.32 ile sodyum metilselüloz içeren yemde belirlenmiş, bu grubu %1.71 ile kontrol (buğday gluteni) grubu, %2.10 ile karboksi metilselüloz, %2.38 ile karragenan, %2.38 ile sodyum betonit ve %2.38 ile kitosan izlemiştir. Toplam 7 saatlik stabilite testleri süresince en yüksek kayıplar kalsiyum bentonit (%3.26) ve guar gamlı (%3.18) yemlerde kaydedilmiştir ($P<0.05$; Çizelge 5.11, Şekil 5.5).



Şekil 5.6. Dokuz farklı bağlayıcı madde ile hazırlanan yemlerin 7. saat sonunda belirlenen ortalama kuru madde kayıpları (%). Her bir bar üzerinde farklı harflerle işaretlenen ortalamalar istatistiksel farkları göstermektedir ($P<0.05$)

Yedi saatlik deneme süresi sonunda gerçekleşen ortalama kuru madde kayıpları değerlendirildiğinde; en düşük kayıpların sırasıyla sodyum metil selüloz < sodyum alginat < karragenan < kitosan < kontrol (buğday glütteni) olduğu, en yüksek kayıpların ise karboksi metilselüloz > guargam > kalsiyum bentonit > sodyum bentonit olduğu belirlenmiştir (Şekil 5.6).



Şekil 5.7. Dokuz farklı bağlayıcı madde ile hazırlanan yemlerin 7. saat sonunda belirlenen ortalama protein kayıpları (%). Her bir bar üzerinde farklı harflerle işaretlenen ortalamalar istatistiksel farkları göstermektedir ($P<0.05$)

Hidrostabillite testlerinde 7 saatte gerekleŖen toplam protein kayıpları deęerlendirildięinde; en dűŖűk kayıpların sırasıyla sodyum metilselűloz<kontrol(buęday glűteni)<karboksi metilselűloz< karragenan, en yűksek kayıpların kalsiyum bentonit>guar gam>sodyum alginat>sodyum bentonit olduęu gűrűlmektedir (Ŗekil 5.7).

Karides yemlerinin hidrostabillitesi, ekstrűzyonlama veya peletleme iŖlemleri esnasında yem içerisinde bulunan bitkisel hammaddelerden kaynaklı niŖasta içerikli materyallerin jelatinizasyonu ile elde edilir. Ancak, peletlerin stabilizasyonu yeterince yűksek deęilse, o zaman yem forműlasyonuna belli oranlarda baęlayıcı maddeler eklenerek genellikle ilk birinci saatte yemlerin suda %10'nun altında kayıp vermesi saęlanmaya alıŖılır (Cuzon ve ark., 1994). Denemede toplamda dokuz farklı baęlayıcı madde ile forműlize edilen yemlerde hidrostabillite testleri kuru madde ve protein kayıpları açısından deęerlendirilmiŖ olup, yapılan hesaplamalarda kuru madde açısından birinci saatteki en bűyűk kayıplar %2.05 ile %2.73 arasında olmak űzere kalsiyum bentonit, sodyum bentonit, guar gam ve karboksi metilselűloz ile forműlize edilen yemlerde gerekleŖmiŖtir. Yűzde protein açısından ise ilk saatteki en bűyűk kayıplar űzellikle kalsiyum bentonit (%2.35) ve guar gam (%1.90) ile forműlize edilen yemlerde, en dűŖűk kayıplar ise %0.53 ile sodyum metilselűloz ile %0.79 ve %1.13 kayıplarla kalsiyum metilselűloz ve sodyum alginat ile űretilen yemlerde gerekleŖmiŖtir. Toplam 7 saatlik stabillite testleri sonunda en yűksek protein kayıpları kalsiyum bentonit (%3.26) ve guar gamlı (%3.18), en yűksek kuru madde kayıpları ise guar gam (%5.45), kalsiyum bentonit (%3.26) ve sodyum bentonit (%3.73) içeren yemlerde kaydedilmiŖtir.

alıŖmada yedi saatlik hidrostabillite testleri sonunda belirlenen en yűksek kuru madde ve kaybı sırasıyla %5.45 ve %3.26 olarak tespit edilmiŖ olup bu deęerler literatűrde bildirilen deęerlerle karŖılaŖtırıldıęında çok daha dűŖűk bulunmuŖtur. Cuzon ve ark., (1994) karides yemlerinin suda 1 saat bekletildięinde %10'na kadar kuru madde kaybına uęramalarının normal olduęunu belirtmiŖ, Argűello-Guavera ve ark., (2012) de kullandıkları baęlayıcılarla űrettikleri karides yemlerinde hidrostabillite testleri neticesinde 1 saatlik kuru madde kayıplarının yaklaŖık %10 olduęunu bildirmiŖlerdir. Bu araŖtırıcıların bildirdięi kayıplar dikkate alındıęında, alıŖmamızda kullanılan yemlerin űretim teknięi, test edilen tűm baęlayıcılar ve yem forműlasyonlarındaki kullanım oranları (%3) ile yemlerde 1. saat sonunda elde edilen %0.30 ile %2.73 arasındaki kuru madde kayıplarının literatűrde verilen deęerlerden oldukça dűŖűk olduęu gűrűlmektedir. Argűello-Guavera ve ark., (2012) suda 3 saat bekletilen pellet yemlerde kuru madde kayıplarının %12-14 olduęunu, Kumar ve Bandyopadhyay (1999) bu kaybın hazırladıkları yemlerde %70'i bulduęunu bildirmiŖlerdir. alıŖmada 3. saatte elde edilen kuru madde kayıpları %1.15 ile %4.13 arasında deęiŖmiŖ olup, litatűrle karŖılaŖtırıldıęında çok dűŖűk seviyelerde

gerçekleşmiştir. Bağlayıcı madde olarak yosun türevi olan alginatların tatlısu karidesinin (*M. rosenbergii*) larva yemlerinde su stabilitesi açısından çok başarılı sonuçlar verdiği belirtilmiştir (AQUACOP, 1976). Ayrıca buğday unu, sodyum alginat ve buğday glutenin karides yemlerinin hidrostabilesinde başarılı sonuçlar verdiği başka araştırmacılar tarafından da bildirilmiştir (Akiyama ve ark., 1992; Cuzon ve ark., 1994; Penaflorida ve Golez 1996). Argüello-Guavera ve ark., (2012) %5 buğday gluteni + %5 sodyum alginat ile (toplam %10 bağlayıcı madde ilavesinde) protein kayıplarını başarılı bir şekilde minimize edebildiklerini (%14 kayıp) bildirmelerine karşın, çalışmamızda sadece %3 buğday gluteni veya %3 sodyum alginat kullanımında protein kaybı yedi saatlik süre sonunda %1.71 ve %2.80 olarak bulunmuştur.

Sodyum alginat pahalı ve yemde yüksek miktarlarda kullanıldığında sindirilebilirliği olumsuz etkileyen bir bağlayıcı maddedir (Argüello-Guavera ve ark., 2012). Ahtapodların beslenmesinde yeme %1 oranında sodyum alginat eklendiğinde Rosas ve ark., (2008) yem tüketimi ve sindirilebilirlikte yaşanan olumsuzluklar nedeniyle juvenil ahtapodlarda büyüme ve yaşama oranlarının düştüğünü bildirmişlerdir. Volpe ve ark., (2012) yaptıkları bir çalışmada, doğal polisakkaritlerden pektin, alginat ve kitosanı kerevitlerin (*Cherax albidus*) yemlerinde hidrostabileyi artırmak amacıyla bağlayıcı maddeler olarak denemişlerdir. Alginat içeren yemin suda daha çabuk çözündüğü ve dolayısıyla daha az stabil olduğu tespit edilmiştir. Bulgular pektin ve kitosanın yüksek hidrostabilite sağladıklarını, ayrıca bu bağlayıcılarla üretilen yemlerle beslenen kerevitlerde canlı ağırlık artışının ve bağırsaklardaki amilaz aktivitesinin alginat içeren yemle beslenenlerden daha yüksek olduğunu bulmuşlardır. Ahamad Ali ve ark., (2010) Polymethylolcarbamide (PMC), guar gam ve buğday glutenini yemlerde bağlayıcı madde olarak kullandıkları bir çalışmada, farklı sıcaklıkların (70°C, 80°C ve 90°C) peletleme ve bunların hidrostabiliteleri üzerine etkilerini araştırmışlardır. Bu çalışmada peletleme sıcaklıklarının artması ile peletlerin hidrostabiliteleri yükselmiştir. Bu yükselme PMC’de %79.5’tan %82’ye, buğday glutenli yemde %80.5’ten %82.5’e ve guar gamlı yemde %77.9’dan %80.5’e doğru gerçekleşmiştir. Bu çalışma sonucunda, PMC benzeri sentetik bağlayıcıların karides yemlerinde kullanımlarının daha uygun olacağı, bu bağlayıcıların yeme düşük seviyede (%0.5) eklendiklerinde bile peletlerin hidrostabilitelerini arttırabildiği ve maliyet açısından da uygun olduğu bildirilmiştir. Obaldo ve ark., (2002) yaptıkları bir araştırmada, karides beslemede kullanılan %35 protein ve %9 yağ içeren biri deneme yemi diğeri ticari yem olmak üzere iki farklı büyütme yeminin, %0 ve %34 olmak üzere iki farklı tuzluluk ve 15°C, 25°C ve 35°C sıcaklıklarda üç farklı yöntemle (statik, yatay çalkalayıcı ve dikey çalkalayıcı düzeneklerle) hidrostabilite özelliklerini test etmişlerdir. Statik yöntemde 6 saat suda bekletildikten sonra ölçülen kuru madde oranının %34 ve 25°C sıcaklıkta deneme yemlerinde %88.9,

ticari yemde ise %91.7 olduğunu kaydetmişlerdir. Dikey çalkalayıcıda, yüksek sıcaklık ve düşük tuzluluğun suda çözünmeyi artırdığını, 6 saat suda bekleyen peletlerde kalan kuru madde oranının %72.8, ticari yemde ise bu rakamın %88 olduğunu belirlemişlerdir. Dikey çalkalamada suda 6 saat bekletilen yemlerde, kuru madde seviyesinin %0 tuzluluk ve 35°C sıcaklıkta sadece %48.1, ticari yemde ise %83.5 olduğunu belirlemişlerdir. Bu araştırmacılar özel bir bağlayıcının etkinliğini denememiş olmalarına rağmen %4 oranında buğday gluteni kullanıldıkları deneme yeminde %34 tuzluluk ve 25°C’de 6. saatin sonunda elde ettikleri kuru madde kayıpları satatik ve horizontal metotda yaklaşık %10 ile %15 oranında olduğu görülmektedir. Çalışmamız ile yemde %3 oranında buğday gluteni kullanımının kuru madde kayıpları açısından literatür bildirişlerindeki kayıplara göre çok daha düşük olduğu belirlenmiştir.

Literatüre göre ve elde ettiğimiz veriler ışığında yerli olarak üretilen, kolay sindirilebilen ve hem protein olarak değerlendirilebilen hem de iyi bir bağlayıcı madde olarak kullanılabilen, ayrıca fiyatları diğer bağlayıcı maddelere göre daha uygun olan buğday gluteninin %3 oranında karides yem formülasyonlarına eklenmesinin, çalışmada uygulanan yem yapım tekniği için daha uygun olacağı düşünülmektedir (Brinker ve Reiter, 2011; Brinker ve Friedrich, 2012).

Çalışmada 100-150 µ partikül boyutlarına kadar öğütülmüş hammaddelerle %38 protein ve 20 MJ/kg toplam enerji içeren yem formülasyonuna %3 oranında buğday gluteni eklendiğinde ve karışım pres pelet makinasından geçirilip (1 mm çapında ve 3-4 mm uzunlukta) ardından da 110 °C’de, 0.5 bar basınç altında, 30 dk süreyle pişirilip gölgede 3-4 saat kurutulduğunda hidrostatilite açısından çok başarılı sonuçlar alınabileceği ortaya konmuştur.

5.7. Deneme Yemlerinin Maliyeti

Çalışmamızda ekonomik yem formülasyonunun ortaya çıkartılabilmesi için ulusal üretici ve tedarikçi firmalardan temin edilen hammaddelerin toptan alış fiyatları ve KDV oranları, kg ve ton üzerinden USD (Amerikan doları) olarak Çizelge 5.12’de özetlenmiştir. Her yemin birim kg maliyetinin hesaplanmasında işçilik ve enerji maliyetleri dikkate alınmamıştır.

Çizelge 5.12. Denemede kullanılan yem rasyonlarındaki tüm hammaddelerin ton/USD ve kg/USD (ABD doları) olarak fiyatları

Hammaddeler	Fiyat (Ton/USD)	Fiyat (kg/USD)	Tedarikçi Firmalar	KDV (%)
Balık Unu	1600	1.60	SİBAL Su Ürünleri, SİNOP	-
Balık Yağı	1450	1.45	SİBAL Su Ürünleri, SİNOP	18
Soya Unu	400	0.55	SİBAL Su Ürünleri, SİNOP	8
Mısır Glütini	460	0.58	SİBAL Su Ürünleri, SİNOP	18
Fındık Küspesi	610	0.31	Toprak Mahsülleri Ofisi	8
Yerfıstığı Küspesi	260	0.20	Yalçınay Fıstıkçılık, OSMANİYE	0
Tavuk Unu	430	0.58	EGEHAN Yem, ADANA	0
Buğday Unu	430	0.27	SİBAL Su Ürünleri, SİNOP	1
Soya Lesitini	535	2.00	Tito Soy lecithin, GERMANY	18
Vitamin karışımı	-	12.00	SİBAL Su Ürünleri, SİNOP	-
Mineral Karışımı	-	11.00	SİBAL Su Ürünleri, SİNOP	-
Stay-C	-	10.72	SİBAL Su Ürünleri, SİNOP	-
Monokalsiyumfosfat (MCP)	450	5.50	Budenheim Kimya Fabrikası, Budenheim, ALMANYA	18
Metiyonin	-	3.00	Sigma Aldrich	18
Lizin	-	1.70	Sigma Aldrich	18
Buğday Gluteni	1850	1.00	SİBAL Su Ürünleri, SİNOP	8
CaCO ₃	550	3.50	Kimetsan Ltd., Ankara, Turkey	18

Hammaddelerin birim fiyatları 15.05.2018 tarihinde Merkez Bankasında ilan edilen kur üzerinden 1USD=4.35 TL olarak hesaplanmıştır.

Çizelgede verilen hammadde fiyatlarına KDV dahildir.

Denemede %48 oranında kullanılan kontrol (BU) yeminin kg maliyeti 1.14 kg/USD olarak hesaplanmış olup, bu yemdeki balık ununun toplam maliyet içerisindeki payı %67.54 olarak belirlenmiştir. Formülasyondaki en yüksek ikinci ve üçüncü maliyet kalemleri olarak buğday unu ve vitamin premiksi ön plana çıkmıştır (Çizelge 5.13).

Çizelge 5.13. Kontrol yeminde (BU) kullanılan hammaddelerin rasyondaki miktarları (oran ve kg olarak) ve USD (ABD doları) olarak oransal fiyatları

Hammaddeler	BU			
	Yemdeki Oran (%)	Yemdeki Miktarı (g/kg)	Birim Fiyatı (USD)	Yemdeki Maliyeti (kg/USD)
Balık Unu	48.00	480.00	1.60	0.77
Soya küspesi	-	-	0.55	-
Mısır gluteni	-	-	0.58	-
Yer Fıstığı Küspesi	-	-	0.20	-
Fındık küspesi	-	-	0.31	-
Tavuk Unu	-	-	0.58	-
Buğday unu	42.50	425.00	0.27	0.11
Balık Yağı	2.40	24.00	1.45	0.03
Soya Lesitini	2.00	20.00	2.00	0.04
Vitamin Premiksi	0.80	8.00	12.00	0.10
Mineral Premiksi	0.20	2.00	11.00	0.02
Vitamin C	0.10	1.00	10.72	0.01
Buğday Gluteni	3.00	30.00	1.45	0.04
CaCO ₃	-	-	3.50	-
Monocalcium Phosphate	-	-	5.50	-
Metiyonin	-	-	3.30	-
Lizin	-	-	1.07	-
Kromik oksit	1.00	10.00	-	0
Alt Toplam				1.13
Kromik oksit yerine %1 maliyet eklendiğinde				0.01
TOPLAM	100.00	1000.00	-	1.14

10BU+TU yeminde balık unu miktarı %48'den %10'na indirildiğinde kullanılan BU'nun yem içerisindeki kg maliyeti 1.14 kg/USD'den 0.16 kg/USD'ye inmiş, bunun karşılığında tavuk ununun (TU) maliyeti 0.30 kg/USD'ye çıkmıştır (Çizelge 5.14). Bu yemdeki hayvansal (denizel ve karasal) protein hammadde kaynaklarının toplam maliyet içerisindeki payı %49.46'ya inmiştir. Bu yem formülasyonunun kg/USD olarak maliyeti 0.93 kg/USD olarak hesaplanmış ve bunun kontrol yemine göre %18.42 daha ekonomik olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 5.14. 10BU+TU (balık unu ve tavuk unu) yeminde kullanılan hammaddelerin rasyondaki miktarları (oran ve kg olarak) ve USD (ABD doları) olarak oransal fiyatları

Hammaddeler	10BU+TU			
	Yemdeki Oranı (%)	Yemdeki Oran (g/kg)	Birim Fiyatı (USD)	Yemdeki Maliyeti (kg/USD)
Balık Unu	10.00	100.00	1.60	0.16
Soya küspesi	-	-	0.55	0.00
Mısır gluteni	-	-	0.58	0.00
Yer Fıstığı Küspesi	-	-	0.20	0.00
Fındık küspesi	-	-	0.31	0.00
Tavuk Unu	52.50	525.00	0.58	0.30
Buğday unu	24.30	243.00	0.27	0.07
Balık Yağı	2.70	27.00	1.45	0.04
Soya Lesitini	2.00	20.00	2.00	0.04
Vitamin Premiksi	0.80	8.00	12.00	0.10
Mineral Premiksi	0.20	2.00	11.00	0.02
Vitamin C	0.10	1.00	10.72	0.01
Buğday Gluteni	3.00	30.00	1.45	0.04
CaCO ₃	2.10	21.00	3.50	0.07
Monocalcium Phosphate	1.10	11.00	5.50	0.06
Metiyonin	0.10	1.00	3.30	0.00
Lizin	0.10	1.00	1.70	0.00
Kromik oksit	1.00	10.00	-	-
Alt Toplam				0.92
Kromik oksit yerine %1 maliyet eklendiğinde				0.01
TOPLAM	100.00	1000.00	-	0.93

Balık unu (BU) yerine dört farklı bitkisel protein kaynaklarının kullanıldığı 10BU+MİKS1 yeminde balık unu miktarı %48'den %10'na indirilmiş ve bunun yerine her biri %16.20 oranında olacak şekilde soya küspesi, mısır gluteni, yer fıstığı küspesi ve fındık küspesi kullanılan yemin kg maliyeti 0.86 kg/USD'ye düşmüştür (Çizelge 5.15). Bu yemdeki hayvansal (denizel) protein hammadde kaynağının toplam maliyet içerisindeki payı %79.22 azalmıştır. Sonuçta, bu yem formülasyonunun hesaplanan kg/USD olarak maliyeti 0.86 kg/USD olduğundan, bunun kontrol yemine göre %24.56 daha ekonomik olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 5.15. 10BU+MİKS1 (%10 balık unu + soya küspesi, mısır glütenu, yer fıstığı ve fındık küspeleri) yeminde kullanılan hammaddelerin rasyondaki miktarları (oran ve kg olarak) ve USD (ABD doları) olarak oransal fiyatları

Hammaddeler	10BU + MİKS1			
	Yemdeki Oranı (%)	Yemdeki Oran (g/kg)	Birim Fiyatı (kg/USD)	Yemdeki Maliyeti (kg/USD)
Balık Unu	10.00	100.00	1.60	0.16
Soya küspesi	16.20	162.00	0.55	0.09
Mısır glütenu	16.20	162.00	0.58	0.09
Yer Fıstığı Küspesi	16.20	162.00	0.20	0.03
Fındık küspesi	16.20	162.00	0.31	0.05
Tavuk Unu	0.00	0.00	0.58	0.00
Buğday unu	12.00	120.00	0.27	0.03
Balık Yağı	2.50	25.00	1.45	0.04
Soya Lesitini	2.00	20.00	2.00	0.04
Vitamin Premiksi	0.80	8.00	12.00	0.10
Mineral Premiksi	0.20	2.00	11.00	0.02
Vitamin C	0.10	1.00	10.72	0.01
Buğday Glutenu	3.00	30.00	1.45	0.04
CaCO ₃	2.10	21.00	3.50	0.07
Monocalcium Phosphate	1.20	12.00	5.50	0.07
Metiyonin	0.00	0.00	3.30	0.00
Lizin	0.30	3.00	1.70	0.01
Kromik oksit	1.00	10.00	-	-
Alt Toplam				0.85
Kromik oksit yerine %1 maliyet eklendiğinde				0.01
TOPLAM	100.00	1000.00	-	0.86

Balık unu (BU) yerine iki farklı bitkisel protein kaynağının kullanıldığı 10BU+MİKS2 yeminde balık unu miktarı %48'den %10'na indirilmiş ve bunun yerine her biri %27.5 oranında olacak şekilde soya küspesi ve mısır glütenu kullanılmıştır (Çizelge 5.16). Bu yemdeki hayvansal (denizel) protein hammadde kaynağının oranı %10'na indirildiği için, BU'nun toplam maliyet içerisindeki payı %79.22 azalmıştır. İki farklı bitkisel protein kaynağı ilavesi ek olarak 0.31 kg/USD maliyet eklediğinde, 1 kg yemin maliyeti sonuçta 0.93 USD'ye düşürülmüştür. Buna göre bu yemin kontrol (BU) yemine kıyasla %18.42 daha ekonomik olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 5.16. 10BU+MİKS2 (%10 balık unu + soya küspesi ve mısır glütenu) yeminde kullanılan hammaddelerin rasyondaki miktarları (oran ve kg olarak) ve USD (ABD doları) olarak oransal fiyatları

Hammaddeler	10BU+MİKS2			
	Yemdeki Oranı (%)	Yemdeki Oran (g/kg)	Birim Fiyatı (kg/USD)	Yemdeki Maliyeti (kg/USD)
Balık Unu	10.00	100.00	1.60	0.16
Soya küspesi	27.50	275.00	0.55	0.15
Mısır glütenu	27.50	275.00	0.58	0.16
Yer Fıstığı Küspesi	-	-	-	-
Fındık küspesi	-	-	-	-
Tavuk Unu	-	-	-	-
Buğday unu	21.60	216.00	0.27	0.06
Balık Yağı	2.50	25.00	1.45	0.04
Soya Lesitini	2.00	20.00	2.00	0.04
Vitamin Premiksi	0.80	8.00	12.00	0.10
Mineral Premiksi	0.20	2.00	11.00	0.02
Vitamin C	0.10	1.00	10.72	0.01
Buğday Glütenu	3.00	30.00	1.45	0.04
CaCO ₃	2.50	25.00	3.50	0.09
Monocalcium Phosphate	1.00	10.00	5.50	0.06
Metiyonin	-	-	-	-
Lizin	0.30	3.00	1.70	0.01
Kromik oksit	1.00	10.00	-	-
Alt Toplam				0.92
Kromik oksit yerine %1 maliyet eklendiğinde				0.01
TOPLAM	100.00	1000.00	-	0.93

Balık unu (BU) yerine dört farklı bitkisel protein kaynaklarının kullanıldığı MİKS1 yeminde balık unu miktarı %0'a indirilmiş ve bunun yerine her biri %20.1 oranında olacak şekilde soya küspesi, mısır glütenu, yer fıstığı küspesi ve fındık küspesi kullanılmıştır (Çizelge 5.17). Böylece bu yemdeki hayvansal (denizel ve/veya karasal) protein hammadde kaynakları tamamen ortadan kaldırılmış ve formülasyonun tamamı bitkisel kaynaklarla hazırlanmıştır. Bu yem formülasyonunun hesaplanan maliyeti 0.80 kg/USD'ye indirilmiş, ve kontrol yemine göre %29.82 oranında daha ekonomik olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 5.17. MİKS1 (soya küspesi, mısır glütenu, yer fıstığı ve fındık küspeleri) yeminde kullanılan hammaddelerin rasyondaki miktarları (oran ve kg olarak) ve USD (ABD doları) olarak oransal fiyatları.

Hammaddeler	MİKS1			
	Yemdeki Oranı (%)	Yemdeki Oran (g/kg)	Birim Fiyatı (kg/USD)	Yemdeki Maliyeti (kg/USD)
Balık Unu	-	-	-	-
Soya küspesi	20.10	201.00	0.55	0.11
Mısır glütenu	20.10	201.00	0.58	0.12
Yer Fıstığı Küspesi	20.10	201.00	0.20	0.04
Fındık küspesi	20.10	201.00	0.31	0.06
Tavuk Unu	-	-	-	-
Buğday unu	5.40	54.00	0.27	0.01
Balık Yağı	2.40	24.00	1.45	0.03
Soya Lesitini	2.00	20.00	2.00	0.04
Vitamin Premiksi	0.80	8.00	12.00	0.10
Mineral Premiksi	0.20	2.00	11.00	0.02
Vitamin C	0.10	1.00	10.72	0.01
Buğday Glutenu	3.00	30.00	1.45	0.04
CaCO ₃	2.30	23.00	3.50	0.08
Monocalcium Phosphate	2.00	20.00	5.50	0.11
Metiyonin	-	-	-	-
Lizin	0.40	4.00	1.70	0.01
Kromik oksit	1.00	10.00	-	-
Alt Toplam				0.79
Kromik oksit yerine %1 maliyet eklendiğinde				0.008
TOPLAM	100.00	1000.00	-	0.80

Balık unu (BU) yerine iki farklı bitkisel protein kaynaklarının (soya küspesi ve mısır glütenu) kullanıldığı MİKS2 yeminde balık unu miktarı %0'a indirilmiş ve bunun yerine her biri %34.5 oranında olacak şekilde soya küspesi ve mısır glütenu kullanılmıştır (Çizelge 5.18). Bu yemdeki hayvansal (denizel ve/veya karasal) protein hammadde kaynakları tamamen ortadan kaldırılmış ve formülasyonun tamamı bitkisel kaynaklarla yapılmıştır. Yapılan hesaplama neticesinde bu yem formülasyonunun maliyeti 0.90 kg/USD'ye indirilmiş, ve kontrol yemine göre %21.05 oranında daha ekonomik olduğu anlaşılmıştır.

Çizelge 5.18. MİKS2 (soya küspesi ve mısır glütene) yeminde kullanılan hammaddelerin rasyondaki miktarları (oran ve kg olarak) ve USD (ABD doları) olarak oransal fiyatları

Hammaddeler	MİKS2			
	Yemdeki Oranı (%)	Yemdeki Oran (g/kg)	Birim Fiyatı (kg/USD)	Yemdeki Maliyeti (kg/USD)
Balık Unu	-	-	-	-
Soya küspesi	34.50	345.00	0.55	0.19
Mısır glutene	34.50	345.00	0.58	0.20
Yer Fıstığı Küspesi	-	-	-	-
Fındık küspesi	-	-	-	-
Tavuk Unu	-	-	-	-
Buğday unu	16.20	162.00	0.27	0.04
Balık Yağı	2.40	24.00	1.45	0.03
Soya Lesitini	2.00	20.00	2.00	0.04
Vitamin Premiksi	0.80	8.00	12.00	0.10
Mineral Premiksi	0.20	2.00	11.00	0.02
Vitamin C	0.10	1.00	10.72	0.01
Buğday Glutene	3.00	30.00	1.45	0.04
CaCO ₃	2.90	29.00	3.50	0.10
Monocalcium Phosphate	1.80	18.00	5.50	0.10
Metiyonin	-	-	-	-
Lizin	0.60	6.00	1.70	0.01
Kromik oksit	1.00	10.00	-	-
Alt Toplam				0.89
Kromik oksit yerine %1 maliyet eklendiğinde				0.009
TOPLAM	100.00	1000.00	-	0.90

Balık unu (BU) yerine, karasal hayvansal protein kaynağı olan TU ve iki farklı bitkisel protein kaynaklarının (soya küspesi ve mısır glütene) kullanıldığı TU+MİKS2 yeminde balık unu miktarı %0'a indirilmiş ve bunun yerine her biri %34.5 oranında TU, %16.20 oranında soya küspesi ve %16.20 mısır glütene kullanılmıştır (Çizelge 4.19). Yapılan hesaplama neticesinde bu yem formülasyonunun maliyeti 0.89 kg/USD'ye düşmüş (Şekil 5.9) ve kontrol yemine göre %21.93 oranında daha ekonomik olduğu belirlenmiştir (Şekil 5.10).

Çizelge 5.19. TU+MİKS2 (soya küspesi ve mısır glütenu) yeminde kullanılan hammaddelerin rasyondaki miktarları (oran ve kg olarak) ve USD (ABD doları) olarak oransal fiyatları

Hammaddeler	TU+MİKS2			
	Yemdeki Oranı (%)	Yemdeki Oran (g/kg)	Birim Fiyatı (USD)	Yemdeki Maliyeti (kg/USD)
Balık Unu	-	-	-	-
Soya küspesi	16.20	162.00	0.55	0.09
Mısır glütenu	16.20	162.00	0.58	0.09
Tavuk Unu	34.50	345.00	0.58	0.20
Yer Fıstığı Küspesi	-	-	-	-
Fındık küspesi	-	-	-	-
Buğday unu	18.60	186.00	0.27	0.05
Balık Yağı	2.50	25.00	1.45	0.04
Soya Lesitini	2.00	20.00	2.00	0.04
Vitamin	0.80	8.00	12.00	0.10
Mineral preMİKS	0.20	2.00	11.00	0.02
Vitamin C	0.10	1.00	10.72	0.01
Buğday Glütenu	3.00	30.00	1.45	0.04
CaCO ₃	2.80	28.00	3.50	0.10
Monocalcium Phosphate	1.80	18.00	5.50	0.10
Metiyonin	-	-	-	-
Lizin	0.30	3.00	1.70	0.01
Kromik oksit	1.00	10.00	-	-
Alt Toplam				0.88
Kromik oksit yerine %1 maliyet eklendiğinde				0.01
TOPLAM	100.00	1000.00	-	0.89

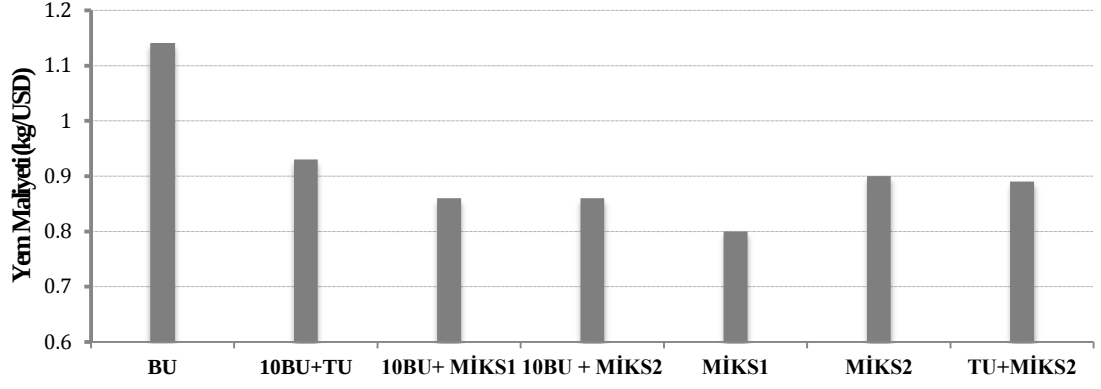
Çalışmada kullanılan tüm deneme yemlerinin kg maliyeti, kontrol yemine göre hesaplanan maliyet farkı (kg/USD ve % olarak), canlı ağırlık artışı için yem maliyeti (CAAM) ve bunun kontrol grubuna göre kıyaslaması (%) Çizelge 5.20’de verilmiştir. Buna göre, yem maliyetleri büyükten küçüğe doğru BU>10BU+TU>MİKS2>TU+MİKS2>10BU+MİKS1>10BU+MİKS2>MİKS1 olarak sıralanmıştır (Çizelge 5.20, Şekil 5.9). Kontrol grubuna göre maliyet farkı açısından yemler MİKS1>10BU+MİKS1>TU+MİKS2>MİKS2>10BU+MİKS2=10BU+TU olarak sıralanmıştır (Şekil 5.10, 5.11, Çizelge 5.20).

Çizelge 5.20. Deneme yemlerinin rasyonlarında kullanılan her bir hammaddenin maliyeti (USD), her bir yemin kg maliyeti, kontrol yemine göre hesaplanan maliyet farkı (kg/USD ve % olarak), canlı ağırlık artışı için yem maliyeti (CAAM) ve bunun kontrole grubuna göre kıyaslaması (%)

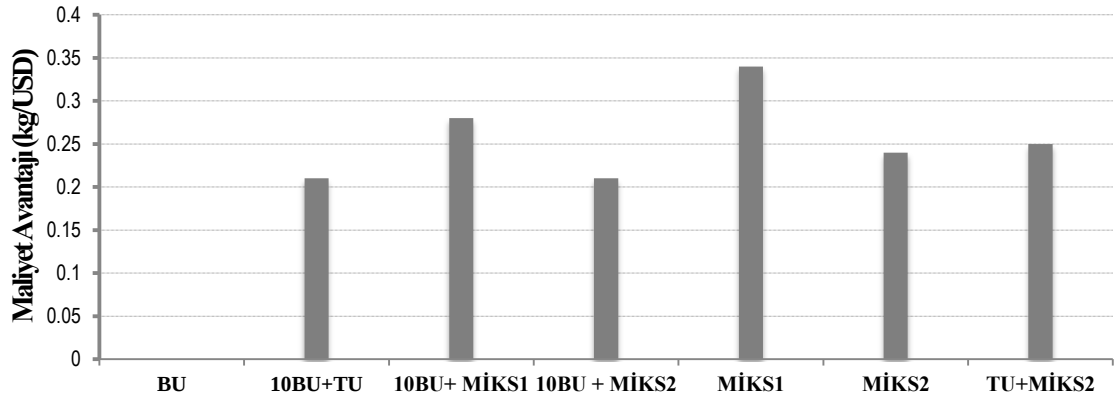
Hammaddeler	Deneme Yemleri						
	BU	10BU + TU	10BU + MİKS1	10BU + MİKS2	MİKS1	MİKS2	TU + MİKS2
Balık Unu	0.77	0.16	0.16	0.16	-	-	-
Soya küspesi	-	-	0.09	0.09	0.11	0.19	0.09
Mısır gluteni	-	-	0.09	0.09	0.12	0.20	0.09
Yer Fıstığı Küspesi	-	-	0.03	0.03	0.04	-	-
Fındık küspesi	-	-	0.05	0.05	0.06	-	-
Tavuk Unu	-	0.30	-	0.00	-	-	0.20
Buğday unu	0.12	0.07	0.03	0.03	0.01	0.04	0.05
Balık Yağı	0.03	0.04	0.04	0.04	0.03	0.03	0.04
Soya Lesitini	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
Vitamin Premiksi	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
Mineral Premiksi	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
Vitamin C	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Buğday Gluteni	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
CaCO ₃	-	0.07	0.07	0.07	0.08	0.10	0.10
Monocalcium Phosphate	-	0.06	0.07	0.07	0.11	0.10	0.10
Metiyonin	-	0.00	-	0.00	-	-	-
Lizin	-	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Yem Maliyeti (kg/USD)*	1.14	0.93	0.86	0.86	0.80	0.90	0.89
Kontrol Yemi ile Maliyeti Farkı (kg/USD)	0	0.21	0.28	0.21	0.34	0.24	0.25
Kontrol Yeminden Maliyet Farkı (%)	0	18.42	24.56	18.42	29.82	21.05	21.93
CAA _M (kg/USD CAA)**	1.86	1.65	1.56	1.75	1.51	1.78	1.79
CAA _M tasarruf (Kontrolün %'si)	1000	88.6	83.8	94.0	81.4	95.9	96.3

* Yem maliyeti hesaplamasında enerji ve işçilik dikkate alınmamıştır.

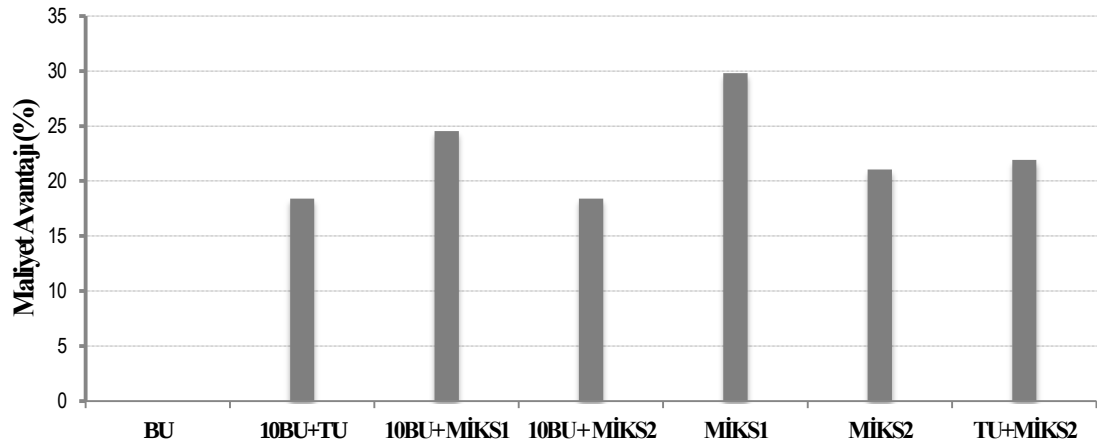
** CAAM (Canlı ağırlık artışı için yem maliyeti) (kg/USD CAA) = Maliyet (kg/USD) × Yem Çevirim Oranı (kg/USD)



Şekil 5.8. Denemede kullanılan yemlerin kg/USD olarak maliyetleri



Şekil 5.9. Deneme yemlerinin kontrol yemine göre maliyet avantajı



Şekil 5.10. Deneme yemlerinin kontrol yemine göre % maliyet avantajı

Balık ve karideslerin beslenmelerinde dengeli besin içeriği, yüksek protein ve dengeli aminoasit (AA) içeriği, sindirilebilirliği, mükemmel esansiyel yağ asitleri içeriği, enerji düzeyi, lezzet ve aroma içeriği sayesinde balık unu en çok tercih edilen hayvansal protein kaynağıdır. Karideslerin özellikle tanklarda temiz su kültüründe üretilmeleri durumunda daha fazla balık ununa ihtiyaç duydukları bilinmektedir. Literatürde, karides yemlerinde balık ununun daha ekonomik hayvansal veya bitkisel protein kaynaklarıyla değiştirilebileceği ve bu oranın %80 hatta %100'e kadar başarıyla yapılabileceği bildirilmiştir (Colvin ve Brand 1977; Lim ve Dominy, 1990; Cheng ve ark., 2002; Zhu ve Yu, 2002; Tan ve ark., 2003; Samocha ve ark., 2004; Alvarez ve ark., 2007; Cruz-Suarez ve ark., 2007; Conklin, 2017). Davis ve Sookying (2009) ucuz ve yüksek kaliteli bitkisel (örneğin solventlerle ekstrakte edilen soya, mısır glüten unu, fermentasyon atıkları, ve bezelye unu vb.) veya bazı karasal hayvansal protein kaynaklarının da (örneğin tavuk atıkları unu) karides yem formülasyonlarında başarı ile kullanılabildiğini bildirmişlerdir. Bu hammaddelerin ekonomik avantajları ülkeden ülkeye ve bölgeden bölgeye değişim göstermektedir. Ancak, genel perspektiften bakıldığında balık ununun ton başına maliyeti 1500-2000 USD arasında olup, yem rasyonlarında kullanılan balık unu seviyesinin düşürülmesiyle yem maliyetlerinin azaltılabileceği kabul edilmektedir. Tacon ve ark. (2010), iyi kalitede TU'nun yemlere %20 ve %25 oranlarında eklenmesi ve ilave olarak metiyonin takviyesi ile soya ununun %16'dan (kontrol yeminde) %20 ve %25'e çıkartılmasının mümkün olduğunu, formülasyonda %8 BU ve %2 kalamar unu mevcudiyetinde bile üstte belirtilen TU takviyesi ile yem maliyetlerinde %5.7 ile %7.9 civarında bir ekonomik avantaj sağlanabildiğini göstermişlerdir. Çalışmada kullanılan yem rasyonlarında gerçekleştirilen maliyet analizlerinde; %48 oranında balık unu kullanılan yemin maliyetinin 1.14 kg/USD olduğu, bu rakamın 10BU+TU yeminde (BU %10'a indirildiğinde ve %52.50 TU ilavesinde) 0.93 kg/USD'ye düştüğü tespit edilmiştir. Eğer balık unu yerine kullanılan TU yüksek kaliteli bir hammadde olsaydı, büyük olasılıkla karidesler bu yem ile daha yüksek performans gösterebilirlerdi. Kaliteli tavuk ununun maliyeti biraz daha yüksek olsa bile, bu çalışmada oluşturulan yem formülasyonlarında en az %15-18 aralığında maliyet kazancının sözkonusu olabileceği ön görülmektedir. 10BU+MİKS1 yeminde (%10 BU ve %64.8 bitkisel protein kaynakları) ise yapılan hesaplamada maliyetin 0.86 kg/USD olduğunu ve bunun BU yemine göre %24.56 daha ucuz olduğu dikkat çekmiştir. 10BU+MİKS2 yeminde (%10 BU ve %55 bitkisel protein kaynakları) maliyet 0.93 kg/USD çıkmış ve burada %18.42'lik bir maliyet avantajı elde edilmiştir. %0 BU ve dört bitkisel protein kaynağının kullanıldığı (%80.40) MİKS1 yeminde maliyetin 0.80 kg/USD olduğu ve bu yemin de BU (kontrol) yemine göre %29.82'lik bir tasarruf potansiyeli yarattığı belirlenmiştir. %100 bitkisel materyallerden formüle edilen diğer bir yem olan MİKS2 (%69) yeminin toplam maliyeti 0.90 kg/USD olarak hesaplanmış ve bu yemde elde edilen avantajın %21.05 olduğu tespit edilmiştir.

Deneme yemlerinden sonuncusu olan TU+MIKS2 yeminin (%34.5 TU ve %32.40 bitkisel protein kaynakları) maliyeti ise 0.89 kg/USD olarak hesaplanmış ve bu yemin BU yemine göre %21.93 daha az maliyetli olduğu ortaya konmuştur.



6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Çalışmamızda *Penaeus semisulcatus* karidesinin beslenmesinde balık ununa (BU) alternatif olarak değerlendirilebilecek bitkisel protein kaynaklarından soya unu (SU), mısır gluten unu (MGU), yer fıstığı küspesi unu (YFKU), fındık küspesi unu (FKU); karasal hayvansal protein kaynaklarından tavuk unu (TU) kullanımının, büyüme performansı, kas doku temel besin kompozisyonu, sindirilebilirlik verilerinden elde edilen sonuçlar aşağıda özetlenmiştir.

Büyüme performansı

- * Sekiz haftalık besleme çalışmasının sonunda alternatif bitkisel protein kaynaklarıyla formüle edilen yemlerle beslenen grupların kontrol (BU) grubu ile benzer DSA, YÇO, AK ve SBO'ya sahip olduğu belirlenmiştir ($P>0.05$),
- * Yaşama oranları açısından ise 10BU+MİKS2 ile beslenen grubun en yüksek değere sahip olduğu (%70.00) ve bu grubu MİKS2 (%63.33) ve MİKS1 (%55.00) yemi ile beslenen gruplar izlemiştir.
- * Denemede soya unu + mısır gluten unu karışımı (MİKS2) kullanılan yemlerle (10BU+MİKS2 ve MİKS2) beslenen karidesler yaşama oranı ve büyüme parametreleri bakımından iyi bir performans göstermiş, BU içeren kontrol grubu da dahil tüm yem grupları içinde belirgin bir avantaj elde etmiştir.
- * Çalışmada TU ile formüle edilen yemlerde hem yem tüketme isteksizliği hem de büyüme ve yaşama oranında tespit edilen performans düşüklükleri deneme süresince gözlemlenmiş ve neticede deneme sonu yaşama oranları %7.5-15'e kadar inmiş ve hayatta kalanlarda da büyümede ciddi düşmeler görülmüştür. Bulgularımız ve gözlemlerden yerli bir firmadan temin ettiğimiz ve analizlerimizde TU'da bir şekilde kalite düşüklüğü ve besin dengesizliği olabileceği düşünülmüştür.
- * Denememizde toplam 4 adet bitkisel protein kaynakları ile karışım içerisinde bireysel olarak %16.2 (10BU+ MİKS1) ile %20.10 (MİKS1) oranlarında kullanılan hem yer fıstığı küspesi hem de fındık küspesi, deneme yemlerinin EAA kompozisyonları zenginleştirmiş ve yüksek sindirilebilirlik (kuru maddede %94.74-95.73, proteinde %73.88-82.01) sağlamışlardır. Bu yemlerle beslenen karideslerde de final ağırlık ve SBO iyileşmiş, ancak yaşama oranları MİKS2 gruplarından daha düşük çıkmıştır.

- * Kullanılan alternatif bitkisel kaynaklardan soya unu + mısır glüten unu karışımı (MİKS2: %27.5-34.5 oranlarında) ve diğer bir karışım olan MİKS1'deki hammaddeler (SU, MGU, YFU ve FKU) (%16.20-20.10 oranlarında) başarılı sonuçlar verdiği belirlenmiştir.

Besin kompozisyonu

- * Karides et doku ham protein içeriklerine bakıldığında, MİKS1 grubunun istatistiki olarak diğer tüm deneme gruplarından daha yüksek oranda protein (%22.30) içerdiği ($P<0.05$), lipit açısından formülasyona BU giren tüm grupların diğerlerinden daha yüksek değerlere sahip olduğu (%1.16-1.23) görülmüştür.
- * PUFA'lar açısından irdelendiğinde, en zengin yem grubunun MİKS2 (%48.90) ve ardından da 10BU+MİKS2 (%47.37) olduğu diğerlerinin bu yağ asidi grubu açısından %41.41 ile %44.19 arasında değiştiği belirlenmiştir.
- * MİKS2'deki PUFA farkının özellikle bitkisel kaynaklardan (soya küspesi ve mısır glütenu) geldiği ve bu bitkisel kaynakların özellikle linoleik asit (18:2n-6) açısından fark yarattığı anlaşılmıştır.
- * Yemlerde belirlenen n-3 yağ asitleri grubu açısından BU yemi %24.49'luk bir oranla tüm diğer yem grupları arasında (ki bunlar %8.07 ile %12.47 arasında değişmiştir) açık ara farkla yüksek çıkmıştır ($P<0.05$).
- * n-3 yağ asitlerindeki bu yüksek seviye özellikle DHA (%15.44) ve daha düşük oranda da olsa EPA'dan (%6.15) kaynaklanmıştır. BU yeminde bu yağ asitlerinin seviyelerinin diğer yemlerden 2-3 kat daha yüksek olduğu dikkat çekmiştir.
- * Yemde bulunan farklı n-3 PUFA'ların karideslerin kas dokusuna yansımaları incelendiğinde; n-3 yağ asitlerince en yüksek değerin Y1 grubunda, en düşük değerlerin ise bitkisel protein kaynaklarının karışımları ile oluşturulan yemlerle beslenen karideslerde belirlendiği görülmüştür.
- * Deneme grupları içerisinde, kas dokuda en yüksek n3/n6 oranı Y1 grubunda (2.32) hesaplanmış olup, bu grubu daha düşük oranda (%10) BU ve ayrıca TU içeren gruplar izlemiş (1.57-1.68) en düşük oranları ise bitkisel protein karışımlarıyla formülize edilen yem grupları göstermiştir (1.18-1.34).
- * Kas doku EPA değerleri gruplar arasında %9.92 ile %10.54 arasında ($P<0.05$) ve DHA değerleri ise %13.78 ile %19.31 arasında ($P<0.05$) farklılıklar göstermiş olmakla birlikte, genel olarak

HUFA'ların kas dokuda yüksek seviyelerde bulundukları ve karideslerin performanslarına önemli etkilerde bulunmadıkları kanaatine varılmıştır.

Sindirim

- * Deneme sonunda elde edilen sindirilebilirlik verilerine göre kullanılan deneme yemlerinin kuru madde, protein, lipit, organik madde ve enerji sindirilebilirlik oranları sırasıyla %61.42 ile %75.80, %49.67 ile %82.01, %65.54 ile 90.86, %65.85 ile %74.50 ve %59.83 ile %76.45 arasında değişmiştir.
- * MİKS1 (soya unu + mısır glüten unu) ile formüle edilmiş yemlerle beslenen gruplarda protein, lipit ve kuru madde sindirilebilirlik oranlarında %73.88-82.01, %87.56-90.11 ve %94.74-95.73 gibi yüksek değerler elde edilmiştir
- * Denemede kullanılan BU içerikli yemin karidesler tarafından kuru madde, protein, lipit ve enerji bakımından düşük oranlarda sindirilmiş bu yemin besin değerinden ziyade kalitesinde bazı sorunlar olabileceği ya da alternatif protein kaynaklarının kullanıldığı yemlerde dışkı stabilitelerinin düşmesi nedeniyle bu yemlerin sindirilebilirliklerinin suni olarak artmış olabileceği düşünülmüştür.
- * Sindirilebilirlik iyi kalitede yem için aranan bir husus olmakla birlikte, yüksek büyüme performansı için tek başına yeterli bir ölçü olmadığı, BU yemi ile beslenen karideslerin rakamsal olarak en iyi büyüme ve yem çevirim oranına sahip olduğu görülmüştür.

Deneme sonuçları tavuk unu (TU) içeren yemler haricinde yemlerdeki BU'nun %0-10 seviyesine kadar düşürülerek alternatif bitkisel protein karışımları ile hazırlanan yemlerin yeşil kaplan karidesinin beslenmesinde büyüme ve yaşama oranını olumsuz etkilemeksizin başarılı bir şekilde kullanılabileceğini göstermiştir. Böylece çalışmada ucuz ve yerli hammaddeler kullanarak yeşil kaplan karidesi için rahatlıkla BU'nun formülasyonlarda %10 hatta %0 seviyesine kadar azaltılabileceğini ancak yemin daha fazla cezbedicilik sağlaması ve bazı mikrobelerin temin edilebilmesi açısından %10 BU'nun formülasyonlarda yer alması önerilmektedir.

Deneme yemlerinde kullanılan TU'nun, yeşil kaplan karidesleri tarafından isteksiz olarak tüketildiği gözlemlenmiştir. TU ile yapılan çalışmaların literatür bildirişlerinden ve çalışma sonuçlarımızdan da anlaşıldığı gibi kullanılan TU standartlarının ve kalitesinin karidesler için uygun olması gerektiğini,

ülkümüzde yerli firmaların piyasaya daha güvenilir ve yüksek standartlarda ürün sunmaları halinde güçlü bir alternatif protein kaynağı olarak değerlendirilebileceği düşünülmektedir.

Çalışmada değerlendirilen FKU karides yem formülasyonlarında BU yerine (diğer alternatif bitkisel protein kaynaklarıyla birlikte) kullanımına dair literatür bildirimi bulunamamıştır. Bu yönüyle çalışmamız fındık küspesi ununun karides yemlerinde kullanımına dair yürütülen ilk bilimsel çalışmadır. Deneme yemlerimizde kullanılan FKU her ne kadar karışım içerisinde %16.2 (10BU+ MİKS1) ile %20.10 (MİKS1) oranlarında kullanılsa da yemlerinin EAA kompozisyonları zenginleştirilmesi, içğinde bulunan yem gruplarının yüksek sindirilebilirlik göstermeleri ve büyümede TU gibi olumsuz etkiye sahip olmaması iyi bir alternatif olabileceğini düşündürmüştür. Çalışma sonuçlarımız karides yemlerinde FKU'nun bitkisel karışımlarla kullanılabileceğini göstermiş, hatta FKU'nun karides beslenmesinde kullanılabilecek oranlar ile ilgili çalışmaların yapılması gerekliliğini ortaya koymuştur.

Sonuç olarak, ülkemizde henüz yetiştiriciliğe aday türler arasında yer alan karideslerden *P. semisulcatus* türü karideslerin büyütme yemlerinde alternatif protein kaynakların kullanımının araştırıldığı bu çalışmada, bu türün beslenmesinde daha uygun maliyetli bitkisel protein kaynaklardan iyi yararlanabildiği ortaya konulmuş ve *P. semisulcatus* türü için yapılacak besleme çalışmalarına önemli referans bilgiler sağlanmıştır.

Hidrostabillite

Çalışmada sodyum metilselüloz, buğday glütenu (kontrol), karboksi metilselüloz, karragenan, sodyum alginat, sodyum bentonit, kitosan, guar gam ve kalsiyum bentonit kullanılarak dokuz farklı bağlayıcı madde ile hazırlanan karides yemlerinin su ortamında 1., 3., 5. ve 7. saatlerde gerçekleşen kuru madde ve protein kayıpları dikkate alınarak hidrostabillite özellikleri belirlenmesi için gerçekleştirilen test, analiz ve hesaplamalardan elde edilen sonuçlar aşağıda özetlenmiştir.

- * Çalışmanın 1. saattindeki en düşük kuru madde kaybı %0.30 ile sodyum metilselüloz ile üretilen yemde gerçekleşmiştir ve bunu %0.85 kayıp ile sodyum alginat, %1.20 ile kitosan, %1.32 ile karragenan ve %1.50 ile kontrol yemi (buğday glütenu) izlemiştir. En büyük kuru madde kaybı %2.05 ile %2.73 arasında olmak üzere kalsiyum bentonit, sodyum bentonit, guar gam ve karboksi metilselüloz ile formülize edilen yemlerde gerçekleşmiştir.

- * Denemenin 5. saatinde de gidişat değişmemiş, bu periyotta da sodyum metilselüloz en düşük kuru madde oranı kaybı (%1.15) gösterirken, en yüksek kayıp (%4.53) karboksi metilselüloz içerikli yemde elde edilmiştir.
- * Toplam 7 saatlik hidrostatilite testleri süresince en yüksek kuru madde kayıpları guar gum (%5.45), kalsiyum bentonit (%3.26) ve sodyum bentonit (%3.73) içeren yemlerde kaydedilmiştir.
- * Testlerde ortalama olarak ilk 7 saatte gerçekleşen kuru madde kayıpları en düşüğe doğru kayıpların sırasıyla sodyum metil selüloz, sodyum alginat, karragenan, kitosan, kontrol (buğday glütini), karboksi metilselüloz, guar gum, kalsiyum bentonit ve sodyum bentonit olduğu görülmektedir.
- * Yüzde protein açısından 1. saatteki en büyük kayıplar özellikle kalsiyum bentonit (%2.35) ve guar gum (%1.90) ile formülize edilen yemlerde, en düşük kayıplar ise %0.53 ile sodyum metilselüloz ile %0.79 ve %1.13 kayıplarla kalsiyum metilselüloz ve sodyum alginat ile üretilen yemlerde gerçekleşmiştir.
- * Denemenin 5. saatinde de gidişat değişmemiş, bu periyotta da sodyum metilselüloz en düşük protein kaybına neden olurken (%0.79), en yüksek kayıp (%2.74) ile guar gam içerikli yemde elde edilmiştir.
- * Çalışmanın 7. saatinde de yine en düşük protein kaybı %1.32 ile sodyum metilselüloz içeren yemde belirlenmiş, bu grubu %1.71 ile kontrol (buğday glütini) grubu, %2.10 ile karboksi metilselüloz, %2.38 ile karragenan, %2.38 ile sodyum betonit ve %2.38 ile kitosan izlemiştir.
- * Toplam 7 saatlik stabilite testleri süresince en yüksek protein kayıpları kalsiyum bentonit (%3.26) ve guar gamlı (%3.18) yemlerde kaydedilmiştir.
- * Testlerde ortalama olarak ilk 7 saatte gerçekleşen protein kayıpları açısından değerlendirildiğinde; en düşük kayıpların sırasıyla sodyum metilselüloz, kontrol (buğday glütini), karboksi metilselüloz, karragenan, sodyum alginat, sodyum bentonit, kitosan, guar gam ve kalsiyum bentonit olduğu görülmektedir.

Hidrostatilite testi sonuçları, 100-150 μ partikül boyutlarına kadar öğütülmüş hammaddelerle %38 protein ve 20 MJ/kg toplam enerji içeren yem formülasyonuna %3 oranında buğday glütini eklendiğinde ve karışım pres pelet makinasından geçirilip (1 mm çapında ve 3-4 mm uzunlukta)

ardından da 110°C’de, 0.5 bar basınç altında, 30 dk süreyle pişirilip gölgede 3-4 saat kurutarak üretilen yemlerde hidrostatilite açısından çok başarılı sonuçlar alınabileceğini ortaya koymuştur.

Yemlerin hidrostatilite özelliklerini artırması bakımından daha iyi sonuç veren diğer bazı bağlayıcı maddelerin de kullanılabilmesi mümkün olmakla birlikte, bu bağlayıcılarla üretilen yemlerin sindirilebilirlik üzerinde bazı olumsuzluklara sebep olabilmesi ve maliyet artışına sebep olması gibi durumlar dikkate alındığında, çalışma sonuçlarının da gösterdiği gibi karides yemleri için en uygun bağlayıcı maddenin buğday glütenu olduğunu söyleyebiliriz.

Maliyet

Sekiz haftalık besleme çalışmasında kullanılan BU, 10BU+TU, 10BU+MİKS1, 10BU+MİKS2, MİKS1, MİKS2, TU+MİKS2 yemlerinden oluşan yedi farklı rasyonun hesaplanan maliyet analiz bulguları aşağıdaki gibi özetlenmiştir.

- * Denememizde kontrol yemini oluşturan ve %48 oranında balık kullanılan yemin maliyetinin 1.14 kg/USD olduğu, bu rakamın 10BU+TU yeminde (BU %10’na indirildiğinde ve %52.50 TU ilavesinde) 0.93 kg/USD’ye düştüğü hesaplanmıştır. BU yerine kullanılan TU’nun yüksek kaliteli bir hammadde olmaması nedeniyle, karideslerde biyolojik performans parametreleri iyi çıkmamış ancak yine de kaliteli bir hammaddenin kullanılması durumunda oluşturulacak yem formülasyonlarında olası tasarrufun en az %15-18 seviyesinde olabileceği tahmin edilmiştir.
- * 10BU+MİKS1 yeminde (%10 BU ve %64.8 bitkisel protein kaynakları) ise yapılan hesaplama maliyetin 0.86 USD/kg olduğunu ve bunun BU yemine göre %24.56 daha ucuz olduğu dikkat çekmiştir.
- * 10BU+MİKS2 yeminde (%10 BU ve %55 bitkisel protein kaynakları) maliyet 0.93 kg/USD olarak hesaplanmış ve %18.42’lik bir maliyet avantajı söz konusu olmuştur.
- * %0 BU ve dört bitkisel protein kaynağının kullanıldığı (%80.40) MİKS1 yeminde maliyetin 0.80 USD/kg olduğu ve bu yemin de BU (kontrol) yemine göre %29.82’lik bir tasarruf potansiyeli yarattığı hesaplanmıştır.
- * %100 bitkisel hammaddeler ile formüle edilen diğer bir yem olan MİKS2 (%69) yeminin toplam maliyeti 0.90 USD/kg olarak hesaplanmış ve bu yemde elde edilen tasarrufun %21.05 olduğu belirlenmiştir.

- * Deneme yemlerinden sonuncusu olan TU+MİKS2 yeminin (%34.5 TU ve %32.40 bitkisel protein kaynakları) maliyeti ise 0.89 kg/USD olarak hesaplanmış ve bu yemin BU yemine göre %21.93 daha az maliyetli olduğu hesaplanmıştır.
- * Deneme yemlerinin balık ununa göre sağladıkları % maliyet tasarrufları sırasıyla MİKS1 > 10BU+MİKS1 > TU+MİKS2 > MİKS2 > 10BU+TU=10BU+MİKS2 olarak hesaplanmıştır.

Deneme yemlerine göre elde edilen verilerden hesaplanan ekonomik bulgulara göre, yeşil kaplan karidesi için formüle edilen yemlerde BU yerine TU ve bitkisel protein kaynaklarının kullanılması %18.42 ile %29.82 aralığında ekonomik avantaj sağladığı görülmektedir. Hesaplanan maliyet tasarruf değerleri yüzlerce hatta binlerce ton yem üreten/tüketen bir işletmenin karlılığında çok büyük fark yaratacaktır. Literatür bildirişlerinden ve bir başka çalışmamızda kırmızı kiskaçlı kerevitlerde elde edilen bulgulardan ve ayrıca bu çalışmada yeşil kaplan karidesinde yapılan gözlemlerden, yüksek kalitede TU kullanılması durumunda mevcut bulgulardan daha iyi sonuçlar alınabileceği ve aslında çok ekonomik olan (BU'dan 3.72 kat daha ucuz) bu hammaddenin formülasyona eklenmesi ile ciddi bir ekonomik fayda sağlanabileceği öngörülmektedir.

KAYNAKLAR

- Abdel Rahman, S.H., Abdel Razek, F.A., Goda, A.M.S., Ghobashy, A.F.A., Taha, S.M., Khafagy, A.R. 2010. Partial substitution of dietary fish meal with soybean meal for speckled shrimp, *Metapenaeus monoceros* (Fabricius, 1798) (Decapoda: Penaeidae) juvenile. *Aquaculture Research*, 41(9): 299-306.
- Adelizi, P.D., Rosati, R.R., Warner, K., Wu, Y.V., Muench, T.R., White, M.R., Brown, P.B. 1998. Evaluation of fish-meal free diets for rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. *Aquaculture Nutrition*, 4(4):255-262.
- Adeola, O. 2009. Bioavailability of threonine and tryptophan in peanut meal for starter pigs using slope-ratio assay. *Animal*, 3:677-684.
- Akiyama, D.M. 1991. Soybean meal utilization by marine shrimp. In: Proceedings of the aquaculture feed processing and nutrition workshop (Eds: Akiyama D.M. and R.K.H. Tan). September 19-25 American Soybean Association, Singapore. 207-225p.
- 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. and Lawrence, A.L. 1992. Penaeid shrimp nutrition. In *Marine Shrimp Culture: Principles and Practices* (Eds: Fast, A.W. and Lester, L.J.). Elsevier, Amsterdam, 535-568.
- Aktaş, M., Cığır, O., Genç, E., Genç, M.A., Çavdar, N. 2014. Effects of mannan oligosaccharide and serotonin on molting, growth, body composition and hepatopancreas histology of white leg shrimp *Litopenaeus vannamei* (Boone 1931). *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 14:205-211.
- Aktaş, M., Eroldogan, O.T., Kumlu, M. 2004. Combined effects of temperature and salinity on egg hatching rate and incubation time of *Penaeus semisulcatus* (decapoda: penaeidae). *The Israeli journal of Aquaculture Bamidgeh*, 56(2):124-128.
- Aktaş, M., Kumlu, M. 1998. Gonadal maturation and spawning of *Penaeus semisulcatus* (Penaeidae: Decapoda). *Turkish Journal of Biology*, 23:61-66.

- Aktaş, M., Kumlu, M., Eroldoğan, O.T. 2003. Off-season maturation and spawning of *Penaeus semisulcatus* by photoperiod, and/or temperature and eyestalk ablation in subtropical conditions. *Aquaculture*, 228(1-4):361-370.
- Al-Ameeri, A.A., Cruz, E.M. 2006. Production and yield of *Penaeus semisulcatus* (de Haan) cultured at different densities. *Aquaculture Research*, 37:1499-1506.
- Al-Maslamani, I., Le Vay, L., Kennedy, H., Jones, D.A. 2007. Feeding ecology of the grooved tiger shrimp *Penaeus semisulcatus* De Haan (Decapoda: Penaeidae) in inshore waters of Qatar Arabian Gulf. *Marine Biology*, 150(4):627-637.
- Alvarez, J.S., Hernandez-Llamas, A., Galindo, J., Fraga, L., Garcia, T., Villarreal, H. 2007. Substitution of fishmeal with soybean meal in practical diets for juvenile white shrimp *Litopenaeus schmitti* (Pe'rez- Farfante & Kensley 1997), *Aquaculture Research*, 38:689-695.
- Alvarez, J.S., Jaime, B., Galindo, J. 1996. Evaluation of the soybean meal as main protein ingredient to grow out shrimp *Penaeus schmitti* in semi-intensive culture conditions. *Revista Cubana De Investigaciones Pesqueras*, 20(2):3-6.
- Amaya, E., 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(2):393-401.
- Amaya, E., Davis, D.A., Rouse, D.B. 2007b. Alternative diets for the Pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei*. *Aquaculture*, 262(2-4):419-425.
- Anonymous 2018. <http://www.fao.org/figis/geoserver/factsheets/species.html?species=TIP-m&extent=-70.6640625>. (Erişim tarihi:19.10.2018).
- AOAC 1990. Official methods of analysis of the association of official analytical chemistry. (Ed: Helrich, K.). 15.edn. Arligton, Virginia. USA.
- Argüello- Guevara, W., Molina- Poveda, C. 2012. Effect of binder type and concentration on prepared feed stability, feed ingestion and digestibility of *Litopenaeus vannamei* broodstock diets. *Aquaculture Nutrition*, 19(4):515-522.

- Bailey-Brock, J.H. and Moss, S.M. 1992. Penaeid taxonomy, biology and zoogeography, In: Marine shrimp culture: principles and practices. Developments in aquaculture and fisheries science (Eds: Fast A.W. and Lester, L.J.). Elsevier Science Publisher B.V., The Netherlands. 23:9-27.
- Baker, D.H. 2000. Nutritional constraints to use of soy products by animals. In: Soy in animal nutrition (Ed: Drackley, J.K.), Federation of Animal Societies, Savoy, IL, USA.1-12 p.
- Batal A., Dale N., Cafe M. 2005. Nutrient composition of peanut meal. Journal of Applied Poultry Research, 14: 254-257.
- Bauer, W., Prentice-Hernandez, C., Borges, M., Wasielesky Jr, W., Poersch, L.H.S. 2012. Substitution of fishmeal with microbial floc meal and soy protein concentrate in diets for the Pacific White shrimp *Litopenaeus vannamei*. Aquaculture, 342:112-116.
- Bayhan, Y.K., Ünlüer, T., Akaya, M. 2005. Some biological aspects of *Parapenaeus longirostris* (Lucas, 1846) inhabiting the Sea of Marmara, Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences, 29:853-856.
- Berge, G.E., Sveier, H., Lied, E. 1998. Nutrition of Atlantic salmon (*Salmo salar*); the requirement and metabolic effect of lysine. Comparative Biochemistry and Physiology- Part A: Molecular and Integrative Physiology. 120(3):477-485.
- Bonaldo, A., Di Marco, P., Petochi, T., Marino, G., Parma, L., Fontanillas, R., Koppe, W., Mongile, F., Gatta, P.P. 2015. Feeding turbot juveniles *Psetta maxima* L. with increasing dietary plant protein levels affects growth performance and fish welfare. Aquaculture Nutrition; 21(4):401-413.
- Bonaldo, A., Parma, L., Mandrioli, L., Sirri, R., Fontanillas, R., Badiani, A., Gatta, P.P. 2011. Increasing dietary plant proteins affects growth performance and ammonia excretion but not digestibility and gut histology in turbot (*Psetta maxima*) juveniles. Aquaculture, 318(1-2):101-108.
- Boonyaratpalin, M. (2015). Overview on the use of plant protein in aquaculture feed. In Development and Use of Alternative Dietary Ingredients or Fish Meal Substitutes in Aquaculture Feed Formulation: Proceedings of the ASEAN Regional Technical Consultation on Development and Use of Alternative Dietary Ingredients or Fish Meal Substitutes in Aquaculture Feed Formulation, 9-11 December 2014, Nay Pyi Taw, Myanmar Aquaculture Department, Southeast Asian Fisheries Development Center. 105-107.

- Briggs, M., Funge-Smith, S., Subasinghe, R., Phillips, M. 2004. Introductions and movement of *Penaeus vannamei* and *Penaeus stylirostris* in Asia and the Pacific. FAO Regional Office for Asia and the Pacific. RAP Publication. 10:1-12.
- Brunson, J.F., Romaine, R.P., Reigh, R.C. 1997. Apparent digestibility of selected ingredients in diets for white shrimp *Penaeus setiferus* L. Aquaculture Nutrition. 3: 9–16.
- Bulbul, M., Kader, Md. A. Asaduzzaman, Md., Ambak, Md. A., Chowdhury, A.J.K., Hossain, Md. S., Ishikawa, M., Koshio, S. 2016. Can canola meal and soybean meal be used as major dietary protein sources for kuruma shrimp, *Marsupenaeus japonicus*? Aquaculture, 452(1):194-199.
- Bulbul, M., Koshio, S., Ishikawa, M., Yokoyama, S., Kader, M.A. 2013. Performance of kuruma shrimp, *Marsupenaeus japonicus* fed diets replacing fishmeal with a combination of plant protein meals. Aquaculture, 372:45-51.
- Buxbaum, E. 2007. Fundamentals of protein structure and function. New York: Springer Chemists Society, Champaign. 31:521.
- Chen, H.Y., Leu, Y.T., Roelants, I. 1992. Quantification of arginine requirements of juvenile marine shrimp, *Penaeus monodon*, using microencapsulated arginine. Marine Biology, 114(2):229-233.
- Cheng, Z.J., Behnke, K.C., Dominy, W.G. 2002. Effects of poultry by-product meal as a substitute for fish meal in diets on growth and body composition of juvenile pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei*. Journal of Applied Aquaculture, 12(1):71-83.
- Cheng, Z.J., Hardy, R.W., Usry, J.L. 2003. Plant protein ingredients with lysine supplementation reduce dietary protein level in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) diets, and reduce ammonia nitrogen and soluble phosphorus excretion. Aquaculture, 218(1-4):553-565.
- Chi, S., Tan, B., Mai, K., Zheng, S. 2009. Growth and feed efficiency of juvenile shrimp *Litopenaeus vannamei* fed formulated diets containing different levels of poultry by-product meal. Journal of Ocean University of China, 8(4):399-403.
- Chong, V.C., Sasekumar, A. 1981. Food and feeding habits of the white prawn *Penaeus merguensis*. Marine Ecology Progress Series, 5 (20):185-191.
- Colvin, L.V., Brand, C.W. 1977. The protein requirement of penaeid shrimp at various life cycle stages in controlled environment systems. Proceedings of the World Mariculture Society, 8:821-840.

- Conklin, D.E. 2017. Use of soybean meal in the diets of marine shrimp. Soybean Meal Info Center Fact Sheet, 1-11.
- Corteel, M. 2013. White spot syndrome virus infection in *P. vannamei* and *M. rosenbergii*: experimental studies on susceptibility to infection and disease. Doctoral Dissertation, Faculty of Veterinary Medicine, Ghent University, Belgium. 170 p.
- Costa, E.F., Miller, B.R., Pesti, G.M., Bakalli, R.I., Ewing, H.P. 2001. Studies on feeding peanut meal as a protein source for broiler chickens. Poultry Science, 80:306-313.
- Cousin, M., Cuzon, G., Blanchet, E., Ruelle, F., AQUACOP 1993. Protein requirements following an optimum dietary energy to protein ratio for *Litopenaeus vannamei* juveniles. In Fish Nutrition in Practice. Proceedings of the Aquaculture Feed Processing and Nutrition Workshop (Eds: Kaushik, S.J. and Luquet, P.), Paris: INRA. 599-606 p.
- Cruz-Suarez, L.E., Nieto-López, M., Guajardo-Barbosa, C., Tapia-Salazar, M., Scholz, U., Ricque-Marie, D. 2007. Replacement of fish-meal with poultry by-product meal in practical diets for *Litopenaeus vannamei*, and digestibility of the tested ingredients and diets. Aquaculture, 272(1-4):466-476.
- Czesny, S., Dabrowski, K. 1998. The effect of egg fatty acid concentrations on embryo viability in wild and domesticated walleye (*Stizostedion vitreum*). Aquatic Living Resources, 11(6):371-378.
- D'Abramo, L.R. 1997. Triacylglycerols and fatty acids. In Crustacean nutrition (Eds: D'Abramo, L.R., Conklin, D.E. and Akiyama, D.M.) World Aquaculture Society, Baton Rouge, Louisiana, USA. 6:71-84p.
- Dall, W., Rothlisberg, P.C., Staples, D.J. Hill, B.J. 1990. Biology of the Penaeidae. In Advances in Marine Biology (United Kingdom), Academic Press, London. 27, 489 p.
- Davis, D.A. 2005. Nutrient requirements of penaeid shrimp. Global Aquaculture Advocate, 8(4):72-74.
- Davis, D.A., Arnold, C. R. 2000. Replacement of fish meal in practical diets for the Pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei*. Aquaculture, 185:291-298.
- Davis, D.A., Arnold, C.R., McCallum, I. 2002. Nutritional value of feed peas (*Pisum sativum*) in practical diet formulations for *Litopenaeus vannamei*. Aquaculture Nutrition, 8:87-94.

- Davis, D.A., Samocha, T.M., Bullis, R.A., Patnaik, S., Browdy, C.L., Stokes, A.D., Atwood, H.L. 2004. Practical diets for *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931): working towards organic and/or all plant production diets. VII Simposio Internacional De Nutricion Acuicola, November 16–19. Hermosillo, Sonora, Mexico. 202-214p.
- Davis, D.A., Sookying, D. 2009. Strategies for reducing and/or replacing fish meal in production diets for the pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei*. In: The Rising Tide, Proceedings of the Special Session on Sustainable Shrimp Farming (Eds: Browdy, C. L. and Jorjy, D.E.) World Aquaculture Society, Baton Rouge, USA. 108-114p.
- De Carvalho, R. A., Ota, R. H., Kadry, V. O., Tacon, A. G., Lemos, D. 2016. Apparent digestibility of protein, energy and amino acids of six protein sources included at three levels in diets for juvenile white shrimp *Litopenaeus vannamei* reared in high performance conditions. *Aquaculture*, 465: 223-234.
- De Francesco, M., Parisi, G., Pérez- Sanchez, J., Gomez- Réqueni, P., Medale, F., Kaushik, S.J., Mecatti, M., Poli, B.M. 2007. Effect of high- level fish meal replacement by plant proteins in gilthead sea bream (*Sparus aurata*) on growth and body/fillet quality traits. *Aquaculture Nutrition*, 13(5):361-372.
- Dersjant-Li, Y. 2002. The use of soy protein in aquafeeds. In: Avances en Nutrición Acuicola del VI Simposio Internacional de Nutrición Acuicola. Universidad Autónoma de Nuevo León (Eds: Cruz-Suárez, L. E., Ricque-Marie, D., Tapia-Salazar, M., Gaxiola-Cortez M.G., and Nuno, S.). Monterrey, Nuevo León México. 541-558p.
- Dias, J., Gomes, E.F., Kaushik, S.J. 1997. Improvement of feed intake through supplementation with an attractant mix in European seabass fed plant-protein rich diets. *Aquatic Living Resources*, 10(6):385-389.
- Dimova, N. 2003. RP-HPLC Analysis of aminoacids with UV-Detection, *Bulgarian Academy of Science*, Tome 56, No 12.
- Dominy, W. G., Ako, H. 1988. The utilization of blood meal as a protein ingredient in the diet of the marine shrimp *Penaeus vannamei*. *Aquaculture*, 70 (3): 289-299.

- Dumas, A., De Lange, C.F., France, J., Bureau, D.P. 2007. Quantitative description of body composition and rates of nutrient deposition in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture*, 273(1):165-181.
- Emre, Y., Sevgili, H., Şanlı, M. 2008a. A preliminary study on the utilization of hazelnut meal as a substitute for fish meal in diets of European sea bass (*Dicentrarchus labrax L.*). *Aquaculture Research*, 39:324-328.
- Emre, Y., Sevgili, H., Şanlı, M. 2008b. Partial replacement of fishmeal with hazelnut meal in diets for juvenile gilthead sea bream (*Sparus aurata*). *The Israeli Journal of Aquaculture - Bamidgeh*, 60:198-204.
- Ergün, S., Yigit, M., Türker, A., Harmantepe, B. 2008. Incorporation of soybean meal and hazelnut meal in diets for Black Sea turbot (*Scophthalmus maeoticus*). *The Israeli Journal of Aquaculture - Bamidgeh*, 60:27-36.
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) 2016. Online Query Panel: Global Aquaculture Production 1950-2016. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Fisheries and Aquaculture Department. <http://www.fao.org/fishery/statistics/global-aquaculture-production/query/en> (Erişim tarihi: 22/10/2018).
- Folch, J., Lees, M., Stanley, G.H.S. 1957. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *The Journal of Biological Chemistry*, 226:497-509.
- Forster, I., Dominy, W., Tacon, A. G. J. 2002. The use of concentrates and other soy products in shrimp feeds. In: *Advances in Nutrition Acuicola VI. Memorias del VI Simposium Internacional de Nutricion Acuicola* (Eds: Cruz-Suarez, L.E., Ricque-Marie, D., Tapia-Salazar, M., Gaxiola-Cortes, M.G., Simoes, N.). Cancun, Quintana Roo, Mexico. 3p.
- Fournier, V., Huelvan, C., Desbruyeres, E. 2004. Incorporation of a mixture of plant feedstuffs as substitute for fish meal in diets of juvenile turbot (*Psetta maxima*). *Aquaculture*, 236(1):451-465.
- Fox, J.M., Lawrence, A.L., Smith, F. 2004. Development of a low-fish meal feed formulation for commercial production of *Litopenaeus vannamei*. *Avances en Nutricion Acuicola VII. Memorias del VII Simposium Internacional de Nutricion Acuicola*. 16–19 Noviembre, Hermosillo, Sonora, Mexico.

- Garza de Yta, A., Davis, D.A., Rouse, D.B., Ghanawi, J., Saoud, I.P. 2012. Evaluation of practical diets containing various terrestrial protein sources on survival and growth parameters of redclaw crayfish *Cherax quadricarinatus*, *Aquaculture Research*, 43: 84–90.
- Gatlin III, D.M., Barrows, F.T., Brown, P., Dabrowski, K., Gaylord, T.G., Hardy, R.W., Herman, E., Hu, G., Krogdahl, S., Nelson, R., Overturf, K., Rust, M., Sealey, W., Skonberg, D., Souza, E.J. 2007. Expanding the utilization of sustainable plant products in aquafeeds: a review. *Aquaculture Research*, 38 (6) : 551-579.
- Gheshlaghi, R., Scharer, J.M., Moo-Young, M., Douglas, P.L. 2008. Application of statistical design for the optimization of aminoacids separation by reverse-phase HPLC, *Analytical Biochemistry*, 383:93-102.
- Ghorbani Vagheie, R., Mateinfar, A., Samani, N., Faghieh, G., Ghorbani, R. 2008. Effect of different dietary levels of plant protein on growth indexes of whiteleg shrimp. *Iranian Scientific Fisheries Journal*, 17(2):79-88.
- Glencross, B.D., Booth, M., Allan, G.L. 2007. A feed is only as good as its ingredients-a review of ingredient evaluation strategies for aquaculture feeds. *Aquaculture nutrition*, 13(1):17-34.
- Globefish, 2018. Shrimp Market Reports, Farmed shrimp output increased by about 6 percent in 2017, <http://www.fao.org/in-action/globefish/market-reports/shrimp/en/>.
- GOAL 2017. Shrimp production review. <https://www.aquaculturealliance.org/wp-content/uploads/2018/01/Global-Shrimp-Production-Data-Analysis-Dr.-James-Anderson-GOAL-2017.pdf>.
- Gomes, E.F., Rema, P., Kaushik, S.J. 1995. Replacement of fish meal by plant proteins in the diet of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*): digestibility and growth performance. *Aquaculture*, 130(2-3):177-186.
- Gómez-Requeni, P., Mingarro, M., Calduch-Giner, J.A., Médale, F., Martin, S.A.M., Houlihan, D.F., Kaushik, S., Pérez-Sánchez, J. 2004. Protein growth performance, amino acid utilisation and somatotrophic axis responsiveness to fish meal replacement by plant protein sources in gilthead sea bream (*Sparus aurata*). *Aquaculture*, 232(1-4):493-510.

- Gonzalez-Felix, M.L., Gatlin, D.M., Lawrence, A.L., Perez-Velazquez, M. 2002. Effect of various dietary lipid levels on quantitative essential fatty acid requirements of juvenile Pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei*. Journal of the World Aquaculture Society, 33: 330-340.
- Goytortúa-Bores, R.E., Civera-Cerecedo, S., Rocha-Meza, A., Green, Y. 2006. Partial replacement of red crab (*Pleuroncodes planipes*) meal for fish meal in practical diets for the white shrimp *Litopenaeus vannamei*: effects on growth and in vivo digestibility. Aquaculture, 256 (1-4): 414-422.
- Hall, D.N.F. 1962. Observations on the taxonomy and biology of some Indo West Pacific Penaeidae (Crustacea, Decapoda). Colonial Office Fishery Publications, 17:1-229.
- Hanel, R., Broekman, D., de Graaf, S., Schnack, D. 2007. Partial replacement of fishmeal by liophilized powder of the microalgae *Spirulina platensis* in Pacific white shrimp diets. The Open Marine Biology Journal, 1:1-5.
- Hardy, R.W., Barrows, F.T. 2003. Diet formulation and manufacture. In: Fish nutrition. (Eds: Halver, J.E., Hardy, R.W.) Academic Press, San Diego. 505-600p.
- Hernández, C., Olvera-Novoa, M.A., Smith, D.M., Hardy, R.W., Gonzalez-Rodriguez, B., 2011. Enhancement of shrimp *Litopenaeus vannamei* diets based on terrestrial protein sources via the inclusion of tuna by-product protein hydrolysates. Aquaculture, 317(1-4):117-123.
- Hertrampf, J.W., Piedad-Pascual, F. 2000. Handbook on Ingredients for Aquaculture Feeds. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands. 573 p.
- Holthuis, L.B. 1980. FAO Species Catalogue. Vol. 1. Shrimps and prawns of the world. An annotated catalogue of species of interest to fisheries. FAO Fish. Synop. Rome: FAO.125(1):271 p.
- Hu, Y., Tan, B., Mai, K., Ai, Q., Zheng, S., Cheng, K. 2008. Growth and body composition of juvenile white shrimp, *Litopenaeus vannamei*, fed different ratios of dietary protein to energy. Aquaculture Nutrition, 14(6):499-506.
- Ju, Z.Y., Forster, I.P., Dominy, W.G. 2009. Effect of supplementing two species of marine algae or their fractions to a formulate diet on growth, survival and composition of shrimp (*Litopenaeus vannamei*). Aquaculture, 292(3-4):237-243.

- Katya, K., Lee, S., Yun, H., Dagoberto, S., Browdy, C.L., Vazquez-Anon, M., Bai, S.C. 2016. Efficacy of inorganic and chelated trace minerals (Cu, Zn and Mn) premix sources in Pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei* (Boone) fed plant protein based diets. *Aquaculture*, 459:117-123.
- Kaushik, S.J., Coves, D., Dutto, G., Blanc, D. 2004. Almost total replacement of fish meal by plant protein sources in the diet of a marine teleost, the European seabass, *Dicentrarchus labrax*. *Aquaculture*, 230(1-4):391-404.
- Kır, M., Kumlu, M. 2006. Acute toxicity of ammonia to *Penaeus semisulcatus* post-larvae in relation to salinity. *Journal of the World Aquaculture Society*, 37(2):231-235.
- Kır, M., Kumlu, M. 2008a. Critical thermal minima of *Penaeus semisulcatus* (Decapoda: Penaeidae) acclimated to four temperature levels. *Journal of the World Aquaculture Society*, 38(4):535-540.
- Kır, M., Kumlu, M. 2008b. Effect of temperature and salinity on low thermal tolerance of *Penaeus semisulcatus* (Decapoda:Penaeidae). *Aquaculture Research*, 39(10):1101-1106.
- Kır, M., Kumlu, M., Eroldoğan, O. T. 2004. Effects of temperature on acute toxicity of ammonia to *Penaeus semisulcatus* juveniles. *Aquaculture*, 241(1-4):479-489.
- Kimura, F.T., Miller, V.L. 1957. Chromic oxide measurement, improved determination of chromic oxide in cow feed and feces. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 5 (3): 216-216.
- Kiriş, I.G.A., Eroldogan, O.T., Kır, M., Kumlu, M. 2004. Influence of neuropeptide Y (NPY) on food intake and growth of penaeid shrimps *Marsupenaeus japonicus* and *Penaeus semisulcatus* (Decapoda:Penaeidae). *Comparative Biochemistry and Physiology, Part A*, 139(2):239-244.
- Koshio, S., Teshima, S., Kanazawa, A., Watase, T. 1993. The effect of dietary protein content on growth, digestion efficiency and nitrogen excretion of juvenile kuruma prawns, *Penaeus japonicus*. *Aquaculture*, 113(1-2):101-114.
- Kumar, R.R., Bandyopadhyay, S. 1999. A comparative study of shrimp feed pellets processed through cooking extruder and meat mincer. *Aquacultural Engineering*, 19:71-79.
- Kumlu, M. 2001a. Karides, İstakoz ve Midye Yetiştiriciliği, Çukurova Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi Ders Kitabı, No:6, 305 s.
- Kumlu, M., Aktaş, M., Eroldoğan, O.T. 2003. Pond culture of *Penaeus semisulcatus* in sub-tropical conditions of Türkiye. *EU Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 20(3-4): 367-372.

- Kumlu, M., Başusta, N., Avşar, D., Eroldoğan, O.T. 1999a. Some biological aspects of penaeid shrimps in Yumurtalık Bight of North-eastern Mediterranean. Turkish Journal of Zoology, 23:53-59.
- Kumlu, M., Eroldoğan, O.T. 2000. Effects of temperature and substrate on growth and survival of *Penaeus semisulcatus* postlarvae. Turkish Journal of Zoology, 24:337-341.
- Kumlu, M., Eroldoğan, O.T., Aktaş, M. 1999b. The effects of salinity on larval growth, survival and development of *Penaeus semisulcatus* (Decapoda: Penaeidae). The Israeli Journal of Aquaculture - Bamidgeh, 51(3):114-121.
- Kumlu, M., Eroldoğan, O.T., Aktas, M., Sağlamtimur, B. 2001b. Larval growth, survival and development of *Metapenaeus monoceros* (Decapoda: Penaeidae) cultured in different salinities. Aquaculture Research, 32:81-86.
- Kumlu, M., Eroldogan, O.T., Sağlamtimur, B. 2001c. The effects of salinity and added substrates on growth and survival of *Metapenaeus monoceros* (Decapoda: Penaeidae) postlarvae. Aquaculture, 196:177-188.
- Kumlu, M., Kır, M. 2005. Food consumption, moulting and survival of *Penaeus semisulcatus* during over-wintering. Aquaculture Research, 36:137-143.
- Kumlu, M., Kır, M., Yılmaz, Ö., Göçer, M., Eroldoğan, O.T. 2010c. Growth of over-wintered and pre-seasonally produced post-larvae of *Penaeus semisulcatus* in the subtropics. Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 10:269- 276.
- Kumlu, M., Lök, A. 2007.. Crustacean and mollusc production. In: Marine Aquaculture in Turkey (Eds: Candan, A., Karataş, S., Küçüktaş, H. and Okumuş, İ.) Turkish Marine Research Foundation, İstanbul, Turkey, No:27, 71-80 p.
- Kumlu, M., Türkmen, S., Kumlu, M., Eroldoğan, O.T. 2011. Off-season maturation and spawning of the Pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei* in sub-tropical conditions. Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 11:15-23.
- Li, E., Wang, X., Chen, K., Xu, C., Qin, J.G., Chen, L. 2017. Physiological change and nutritional requirement of Pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei* at low salinity. Reviews in Aquaculture, 9(1):57-75.

- Li, M.H., Robinson, E.H., Hardy, R.W. 2000. Protein sources for feed. In: Encyclopedia of Aquaculture (Ed: Stickney, R. R.) John Wiley and Sons, Inc., New York USA. 688-695 p.
- Lim, C. 1996. Substitution of cottonseed meal for marine animal protein in diets for *Penaeus vannamei*. Journal of the World Aquaculture Society, 27(4):402-409.
- Lim, C., Akiyama, D.M. 1995. Nutrient requirements of penaeid shrimp. Nutrition and utilization technology in aquaculture, AOCS press, Boulder, Urbana. 60-73 p.
- Lim, C., Beames, R.M., Eales, J. G., Prendergast, A.F., Mclesse, J.M., Shearer, K.D., Higgs, D.A. 1997b. Nutritive values of low and high fibre canola meals for shrimp (*Penaeus vannamei*). Aquaculture Research, 3:269-279.
- Lim, C., Dominy, W. 1990. Evaluation of soybean meal as a replacement for marine animal protein in diets for shrimp (*Penaeus vannamei*). Aquaculture, 87:53-64.
- Lim, C., Dominy, W. 1992. Substitution of full-fat soybeans for commercial soybean meal in diets for shrimp, *Penaeus vannamei*. Journal of Applied Aquaculture, 3: 35-45.
- Lim, C. 1997a. Replacement of marine animal protein with peanut meal in diets for juvenile white shrimp, *Penaeus vannamei*. Journal of Applied Aquaculture, 7:67-78.
- Lim, C.E. 1998. Feeding penaeid shrimp. In Nutrition and Feeding of Fish Springer, Boston, MA. 227-248 p.
- Liu, L.H., Huang, F., Hou, Y.Q., Liu, J., Zheng, S. X., Zhou, Q.C. 2008. Effects of replacement of fish meal with peanut meal in practical diets on growth and amino acid profile of Pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei* (in Chinese with English abstract). Journal of Dalian Fisheries University. 23:370-375.
- Liu, X.H., Ye, J.D., Wang, K., Kong, J.H., Yang, W., Zhou, L. 2012. Partial replacement of fish meal with peanut meal in practical diets for the Pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei*. Aquaculture Research, 43(5):745-755.
- Markey, J.C., Amaya, E.A., Davis, D.A. 2010. Replacement of poultry by-product meal in production diets for the pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei*. Journal of the World Aquaculture Society, 41(6):893-902.

- Martinez-Rocha, L., Gamboa-Delgado, J., Nieto-Lopez, M., Ricque- Marie, D., Cruz-Suarez, L.E. 2012. Incorporation of dietary nitrogen from fish meal and pea meal (*Pisum sativum*) in muscle tissue of Pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) fed low protein compound diets. *Aquaculture Research*, 44:847-859.
- Metcalfe, L., Schmitz, A. 1961. The lipid preparation of fatty acid esters for gas chromatographic analysis. *Analytical Chemistry*, 33:363-364.
- Millamena, O.M., Bautista-Teruel, M.N., Kanazawa, A. 1996. Methionine requirement of juvenile tiger shrimp *Penaeus monodon* Fabricius. *Aquaculture*, 143:403-410.
- Millamena, O.M., Teruel, M.B., Kanazawa, A., Teshima, S. 1999. Quantitative dietary requirements of post-larval tiger shrimp, *Penaeus monodon*, for histidine, isoleucine, leucine, phenylalanine, and tryptophan. *Aquaculture*, 179(1-4):169-179.
- Molina-Poveda, C., Lucas, M., Jover, M. 2013. Evaluation of the potential of Andean lupin meal (*Lupinus mutabilis* Sweet) as an alternative to fish meal in juvenile *Litopenaeus vannamei* diets. *Aquaculture*, 410:148-156.
- Molina- Poveda, C., Lucas, M., Jover, M. 2015. Utilization of corn gluten meal as a protein source in the diet of white shrimp *Litopenaeus vannamei*. *Aquaculture Nutrition*, 21(6):824-834.
- Molina-Poveda, C., Morales, M. E. 2004. Use of a mixture of barley-based fermented grains and wheat gluten as an alternative protein source in practical diets for *Litopenaeus vannamei* (Boone). *Aquaculture. Research.*, 35:1158-1165.
- Muzinic, L.A., Thompson, K.R., Morris, A., Webster, C.D., Rouse, D.B., Manomaitis, L. 2004. Partial and total replacement of fish meal with soybean meal and brewer's grains with yeast in practical diets for Australian redclaw crayfish *Cherax quadricarinatus*. *Aquaculture*, 230:359-376.
- 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.
- Nehru, E., Rao, A.C., Pamanna, D., Priyadarshini, N., Kumar, P.A., Raveendra, M. 2018. Effect of dietary minerals supplementation on growth and survival of *Litopenaeus vannamei* in low salinity water. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 7(3):3040-3049.

- Nieto-López, M., Tapia-Salazar, M., Ricque-Marie, D., Villarreal-Cavazos, D., Lemme, A., Cruz-Suárez, L.E., 2011. Digestibility of different wheat products in white shrimp *Litopenaeus vannamei* juveniles. *Aquaculture*, 319:369-376.
- Norman- López, A., Sellars, M.J., Pascoe, S., Coman, G.J., Murphy, B., Moore, N., Preston, N. 2016. Productivity benefits of selectively breeding Black Tiger shrimp (*Penaeus monodon*) in Australia. *Aquaculture Research*, 47(10):3287-3296.
- NRC (National Research Council) 1993. Nutrient requirements of fish. National Academy of Science of Washington, Washington, USA. 128 p.
- NRC (National Research Council) 2011. Nutrient requirements of fish and shrimp. National Academies press, Washington, DC. 301–324 p
- Obaldo, L.G., Masuda, R. 2006. Effect of diet size on feeding behavior and growth of pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei*. *Journal of Applied Aquaculture*, 18(1):101-110.
- Obaldo, L.G.; Divakaran, S.; Tacon, A.G. 2002. Method for determining physical stability of shrimp feeds in water. *Aquaculture Research*, 33:369-377.
- Olmos, J., Ochoa, L., Paniagua-Michel, J., Contreras, R. 2011. Functional feed assessment on *Litopenaeus vannamei* using 100% fish meal replacement by soybean meal, high levels of complex carbohydrates and *Bacillus* probiotic strains. *Marine Drugs*, 9(6):1119–1132.
- 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*, 342:56-61.
- Ölçülü, A., Kumlu, M. 2010. Yeşil kaplan karidesi (*Penaeus semisulcatus*) juvenilleri için yapay yemde optimal protein düzeyinin belirlenmesi. *Çukurova Üniversitesi, Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 4:188-197.
- Paripatananont, T., Boonyaratpalin, M., Pengseng, P., Chotipuntu, P. 2001. Substitution of soy protein concentrate for fish meal in diets of tiger shrimp *Penaeus monodon*. *Aquaculture Research*, 32:369-374.
- Patnaik, S., Samocha, T.M., Davis, D.A., Bullis, R.A., Browdy, C.L. 2006. The use of HUFA-rich algal meals in diets for *Litopenaeus vannamei*. *Aquaculture Nutrition*, 12:395-401.

- Phuong, N.T., Yu, Y. 2003. Replacement of fish meal with mbm and pbm on growth performance of juvenile black tiger shrimp (*Penaeus monodon*). National Renderers Association, Research Report Vietnam-2. 14 p.
- Qiu, X., Davis, D. A., 2016. Effects of dietary phytase supplementation on growth performance and apparent digestibility coefficients of Pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei*. *Aquaculture Nutrition*, 23(5): 942-951.
- Qiu, X., Buentello, A., Shannon, R., Mustafa, A., Abebe, A., Davis, D.A., 2017. Evaluation of three non- genetically modified soybean cultivars as ingredients and a yeast- based additive as a supplement in practical diets for Pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei*. *Aquaculture Nutrition*, 24(1): 173-183.
- Revoredo, C.L., Fletcher, S.M. 2002. World peanut market: an overview of the past 30 years. Department of Agricultural and Applied Economics, College of Agricultural and Environmental Sciences, University of Georgia. Research Bulletin, Athens, GA. 24 p.
- Richard, L., Surget, A., Rigolet, V., Kaushik, S.J., Geurden, I. 2011. Availability of essential amino acids, nutrient utilisation and growth in juvenile black tiger shrimp, *Penaeus monodon*, following fishmeal replacement by plant protein. *Aquaculture*, 322:109-116.
- Roy, L. A., Bordinhon, A., Sookying, D., Davis, D.A., Brown, T. W., Whitis, G..N. 2009. Demonstration of alternative feeds for the Pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei*, reared in low salinity waters of west Alabama. *Aquaculture research*, 40(4):496-503.
- Sa, M.V.C., Sabry-Nieto, H., Cordeiro-Junier, E., Nunes, A.J.P. 2012. Dietary concentration of marine oil affect replacement of fish meal by soy protein concentrate in practical diets for the White shrimp, *Litopenaeus vannamei*. *Aquaculture Nutrition*. 19:199-210.
- Samocha, T.M., Davis, D.A., Saoud, P., De Bault, 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*, 23:197-203.
- Şereflişan, H., Kumlu, M., Tekelioğlu, N., Şereflişan, M. 1998. Sayfa. The effects of different stocking densities on the growth of *Penaeus semisulcatus* (Crustacea: Decapoda). Proceedings of the 4th Balkan Conference on Operational Research (Edi: Papathanassiou, B.), Hellenic Operational Research Society (Helors), Macedonia–Thrace Branch. 611-616 p.

- Sevgili, H., Emre, Y., Dal, İ. 2011. Growth, nutrient utilization and digestibility of mirror carp (*Cyprinus carpio*) fed graded levels of hazelnut meal in place of fish meal. The Israeli Journal of Aquaculture-Bamidgeh, 63:557-567.
- Sevgili, H., Emre, Y., Kanyılmaz, M., Uysal, R. 2009. Effects of replacement of fish meal with hazelnut meal on growth performance, body composition and nutrient digestibility coefficients in rainbow trout *Oncorhynchus mykiss*. The Israeli Journal of Aquaculture-Bamidgeh, 61(2):103-113.
- Smith, D.M., Tabrett, S.J. 2004. Accurate measurement of in vivo digestibility of shrimp feeds. Aquaculture, 232:563–580.
- Sookying, D., Davis, D.A. 2011. Pond production of Pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) fed high levels of soybean meal in various combinations. Aquaculture, 319:141–149.
- Sookying, D., Davis, D.A., 2012. Use of soy protein concentrate in practical diets for Pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) reared under field conditions. Aquaculture International, 20(2):357-371.
- Soyel, H.İ., Kumlu, M., 2003. The effects of salinity during the nursery culture of *Penaeus semisulcatus* (Decapoda, Penaeidae). Turkish Journal of Zoology, 27:221-225.
- Suarez, J.A., Gaxiola, G., Mendoza, R., Cadavid, S., Garcia, G., Alanis, G., Suárez, J., Faillace, A., Cuzon, G. 2009. Archimer substitution of fish meal with plant protein sources and energy budget for white shrimp *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931). Aquaculture, 289(1-2):118-123.
- Sudaryono, A., Tsvetnenko, E., Evans, L.H., 1996. Digestibility studies on fisheries by-product based diets for *Penaeus monodon*. Aquaculture, 143(3-4):331-340.
- Sudaryono, A., Tsvetnenko, E., Evans, L.H., 1999. Evaluation of potential of lupin meal as an alternative to fish meal in juvenile *Penaeus monodon* diets. Aquaculture Nutrition, 5(4):277-285.
- Sun, H., Tang, J., Yao, X.H., Wu, Y.F., Wang, X., Liu, Y. 2016. Effects of replacement of fish meal with fermented cottonseed meal on growth performance, body composition and haemolymph indexes of Pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei* Boone, 1931. Aquaculture Research, 47:2623-2632.

- Sveier, H., Nordas, H., Berge, G.E., Lied, E. 2001. Dietary inclusion of crystalline D-and L-methionine: effects on growth, feed and protein utilisation, and digestibility in small and large Atlantic salmon (*Salmon salar* L.). *Aquaculture Nutrition*, 7(3):169-82.
- Tacon, A.G.J., Cahyono, E.W., Sugema, U., Zaudjat, C., Nates, S. 2010. Replacement of fishmeal and marine proteins in practical diets for Pacific white shrimp using terrestrial land animal proteins. *Aqua Culture Asia Pacific*, 6(3):12-17.
- 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., 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.
- Teshima, S.I., Kanazawa, A. 1984. Effects of protein, lipid and carbohydrate levels in purified diets on growth and survival rates of the prawn larvae. *Bulletin of the Japanese Society for the Science of Fish*, 50:1709-1715.
- Thompson, K.R., Muzinic, L.A., Engler, L.S., Webster, C.D. 2005. Evaluation of practical diets containing different protein levels, with or without fish meal, for juvenile on Australian redclaw crayfish (*Cherax quadricarinatus*). *Aquaculture*, 244:241-249.
- Tseng, Y.C, Hwang, P.P. 2008. Some insights into energy metabolism for osmoregulation in fish. *Comparative Biochemistry and Physiology*, 148:419-429.
- Türkmen, G. 2003. Larval development of the grooved shrimp (*Penaeus kerathurus* Forskal, 1775) under laboratory conditions. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 3:97-103.
- Türkmen, G. 2005. The larval development of *Penaeus semisulcatus* (de Hann, 1850) (Decapoda: Penaeidae). *E.U. Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 22(1-2):195-199.
- Türkmen, G. 2007a. Experimental commercial growout of *Penaeus semisulcatus* (Decapoda: Penaeidae). *The Israeli Journal of Aquaculture -Bamidgeh*, 59(1):52-57.

- Türkmen, G. 2007b. Pond culture of *Penaeus semisulcatus* and *Marsupenaeus japonicus* (Decapoda, Penaeidae) on the west coast of Turkey. Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 7:7-11.
- Türkmen, G., Yilmazyerli, H. 2006. Some biological aspects of *Melicertus kerathurus* (Forskål, 1775) (Decapoda, Penaeidae) inhabiting İzmir Bay (Aegean Sea), Turkey. Crustaceana, 79(5):583-591.
- Vijayan, K.A., Diwan, A.D. 1996. Fluctuations in Ca, Mg and P levels in the hemolymph, muscle, midgut gland and exoskeleton during the moult cycle of the Indian white prawn, *Penaeus indicus* (Decapoda: Penaeidae). Comparative Biochemistry and Physiology, 114(1):91-97.
- Wang, L.M., Lawrence, A.L., Castille, F., Zhao, Y.L. 2017. Effects of water exchange and reducing dietary vitamin and mineral supplementation on survival and growth of *Litopenaeus vannamei*. International Journal of Recirculating Aquaculture, 13: 35-45.
- Wassenberg, T.J., Hill, B.J. 1987. Natural diet of the tiger prawns *Penaeus esculentus* and *P. semisulcatus*. Marine and Freshwater Research, 38(1):169-182.
- Watanabe, T., Pongmaneerat, J., Sato, S., Takeuchi, T. 1993. Replacement of fish meal by alternative protein sources in rainbow trout diets. Nippon Suisan Gakkaishi, 59:1573-1579.
- Withyachumnamkul, B., Boonsaeng, V., Flegel, T.W., Panyim, S., Wongteerasupaya, C. 1998. Domestication and selective breeding of *Penaeus monodon* in Thailand. In: Advances in shrimp biotechnology (Ed: Flegel, T. W.), National Center for Genetic Engineering and Biotechnology, Bangkok. 5 p.
- Xie, S. W., Liu, Y. J., Zeng, S., Niu, J., Tian, L. X. 2016. Partial replacement of fish-meal by soy protein concentrate and soybean meal based protein blend for juvenile Pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei*. Aquaculture, 464:296-302.
- Yang, Q., Tan, B., Dong, X., Chi, S., Liu, H. 2015. Effect of replacing fish meal with extruded soybean meal on growth, feed utilization and apparent nutrient digestibility of juvenile white shrimp (*Litopenaeus vannamei*). Journal of Ocean University of China, 14(5):865-872.
- Yang, Q.H., Zhou, X.Q., Zhou, Q.C., Tan, B.P., Chi, S.Y., Dong, X.H. 2009. Apparent digestibility of selected feed ingredients for white shrimp *Litopenaeus vannamei*, Boone. Aquaculture Research, 41:78-86.

- Yang, Y., Xie, S.Q., Lei, W., Zhu, X.M., Yang, Y.X. 2004. Effect of replacement of fish meal by meat and bone meal and poultry by-product meal in diets on the growth and immune response of *Macrobrachium nipponense*. *Fish and Shellfish Immunology*, 17:105-114.
- Ye, J.D., Wang, K., Li, F.D., Sun, I.Z., Liu, X.H. 2011. Incorporation of a mixture of meat and bone meal, poultry by-product meal and corn gluten meal as a replacement for fish meal in practical diets of Pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei* at two dietary protein level. *Aquaculture Research*, 17:337-347.
- Yue, Y.R., Liu, Y.J., Tian, L.X., Gan, L., Yang, H.J., Liang, G.Y. 2012. Effects of replacing fish meal with soybean meal and peanut meal on growth, feed utilization and haemolymph indexes for juvenile white shrimp *Litopenaeus vannamei*, Boone. *Aquaculture Research*, 43(11):1687-1696.
- Zhou, Y. 2014. Optimization of plant based diets for pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*). Doctoral Dissertation, Fisheries and Allied Aquacultures, Auburn University, Alabama. 120 p.
- Zhou, Y. G., Davis, D. A., Buentello, A. (2015). Use of new soybean varieties in practical diets for the Pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei*. *Aquaculture Nutrition*, 21(5):635-643.
- Zhu, W.H., Yu, Y. 2002. Effect of partial replacement of dietary fish meal with meat and bone meal or poultry byproduct meal on growth performance of white shrimp, *L. vannamei*. Research Report No 19, Asia Regional Office of the National Renderers Association Inc., Causeway Bay, Hong Kong. 5 p.

ÖZGEÇMİŞ

1. Kişisel Bilgiler

Ad Soyad Merve SARIİPEK

Doğum Tarihi 29.07.1986

Doğum Yeri BURSA

E-posta Adresi sariipekm@gmail.com

2. Eğitim Bilgileri

Lisans Su Ürünleri Fakültesi, Çukurova Üniversitesi, Adana

Yüksek Lisans Su Ürünleri Yetiştiriciliği Bölümü, Çukurova Üniversitesi, Adana

Doktora Su Ürünleri Yetiştiriciliği Bölümü, Sinop Üniversitesi, Sinop.

3. İş Deneyimi

Eylül 2012- Su Ürünleri Fakültesi, Sinop Üniversitesi, Sinop-Araştırma Görevlisi

4. Yayınlar, Çalışmalar

Makale Baki, B., Kaya Öztürk, D., **Sariipek, M.**, Kerim, M., Eyuboğlu, B. 2016. Effect of restricted feeding on the growth and body composition of european seabass *Dicentrarchus labrax* Linnaeus 1758., Indian Journal of Fisheries, 63(4):89-95.

Çelik, M.Y., Duman, M.B., **Sariipek, M.**, Uzun Gören, G., Kaya Öztürk, D., Karayücel, S. 2015. Determination of growth and survival rate of juvenile snail *Helix lucorum* Linnaeus, 1758 (Gastropoda, Helicidae AACL Bioflux, 8(5):723-728.

ÇELİK, M.Y., Duman, M.B., **Sariipek, M.**, Uzun Gören, G., Kaya

Öztürk, D., Karayücel, S. 2018. Effect of shell height on the reproductive success and survival of *Cornu aspersum* (O. F. Müller, 1774). AACL Bioflux, 11(2):525-532.

Kumlu, M., Beksarı, A., Eroldoğan, O.T., Yılmaz H.A., **Sarıpek M.**, Kınay, E., Turchını, M.G. 2018. DHA enrichment of the red earthworm *Eisenia fetida* for improving its potential as dietary source for aquaculture. Aquaculture, 496, 10-18.

Kumlu, M., Kınay, E., Yılmaz H. A., Beksarı, A., Eroldoğan, O. T., **Sarıpek M.** 2018. Response of fatty acid composition of the green tiger shrimp *Penaeus semisulcatus* during the overwintering period. Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 19(8), xxx-xxx, DOI: 10.4194/1303-2712-v19_8_04.

Demirbaş, A., Eyüboğlu, B, Baki, B, **Sarıpek M.**, 2013. *Eriphia verrucosa* Forsskal 1775 Yengecinin üreme dönemi biyokimyasal özelliklerinin belirlenmesi. Yunus Araştırma Bülteni, 13(4):15-19.

Sarıpek, M., Eroldoğan, O.T. 2016. Pasifik Beyaz Karidesi (*Litopenaeus vannamei*) Yavrularının Yemlerinde Balık Unu ve Yağı Yerine Bitkisel Hammaddelerin Kullanımı, Çukurova Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, 34-6.

Bildiri

Sarıpek, M., Eroldoğan, O.T., Türkmen, S. 2013. Apparent digestibility of all plant feedstuffs by the pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei*. The First International Fisheries Symposium in Northern Cyprus (Yayın No:458874), 24-27 March, Northern Cyprus / **Oral Presentation**

Eroldoğan, O. T., **Sarıpek, M.**, Yılmaz H.A. 2016. Substitution of fish meal and oil with plant protein sources of white shrimp *Litopenaeus vannamei*., International Conference on Agriculture, Environment and Biological Sciences, 28-29 April, Pattaya, Tayland / **Poster Presentation.**

Çelik, M. Y., Duman, B.M., **Sarıpek, M.**, Uzun, G., Karayücel, S. 2017. Determination of growth and survival rate of juvenile snail *Helix lucorum* Linnaeus, 1758 (Gastropoda, Helicidae), Ecology International Symposium, 11-13 May, Erciyes, Turkey / **Poster Presentation**

Çelik, M. Y., Duman, B.M., **Sarıpek, M.**, Uzun, G., Öztürk Kocatepe, D., Karayücel, S. 2017. Comparasion Study of Amino acid Composition Between Wild and Farmed Land Snails (*Cornu aspersum* Müller, 1774) İç Anadolu Böl. 3. Tarım ve Gıda Kongresi, 26-28 Ekim, Sivas/ **Poster Presentation.**

Özütok, S., Meral, M. **Saripek, M.**, Yılmaz, H.A., Kumlu, M., Eroldoğan, O.T., Köksal, F. 2017. Effects of Dietary Plant Protein Sources on Intestinal Microflora of The Green Tiger Shrimp (*Penaeus semisulcatus*), Aquaculture Europe, 16-20 October, Dobrovnik / **Poster Presentation.**

Yılmaz, H.A., Evliyaoğlu, E., Duman, M.B., Ak, B., Kumlu, M., Eroldoğan, O. T., **Saripek, M.** 2018. The Effects of Soy Lecithin-Enriched Artemia on Growth and Survival of the Early Stages of Green Tiger Shrimp (*Penaeus semisulcatus*). 18th International Symposium on Fish Nutrition & Feeding, 3-8 June, Las Palmas, Spain/ **Poster Presentation.**

Eroldoğan, O.T., Elsabagh, M., Kumlu, M., Kınay, E., Yılmaz, H.A., **Saripek M.**, Sevgili, H., Beksarı A., Evliyaoğlu, E. 2018. Poultry meal in red claw crayfish (*Cherax quadricarinatus*) diets in comparison to fish meal and vegetable protein mix. 18th International Symposium on Fish Nutrition & Feeding, 3-7 June, Las Palmas, Spain. **Oral Presentation.**

Çelik, M.Y., Duman, B.M., **Saripek, M.**, Uzun, G., Kaya Öztürk, D., Öztürk Kocatepe, D., Karayücel, S. 2018. Comparison of some mineral matter profiles of wild and farmed snails, *Cornu aspersum* (Synonym *Helix aspersa*) Müller, 1774. International Eurasian Conference on Biological and Chemical Sciences, 26- 27 April, Ankara, Turkey/ **Oral Presentation.**

Saripek, M., Kumlu, M., Sevgili, H., Eroldoğan, O.T., Yılmaz H.A., Kınay E., Kanyılmaz, M., Beksarı A. 2018. Effects of alternative dietary protein sources on growth, survival and proximate composition of green tiger shrimp (*Penaeus semisulcatus*). ECOLOGY 2018, 19-23 June, Kastamonu, Turkey/ **Oral Presentation.**

Saripek, M., Karayücel, S., Baki, B., Uzun G., Kerim, M., Eyüboğlu, B. 2013. Sinop bölgesinde *Palaemon adspersus* (rathke, 1837) karidesinin yumurta verimi ve etkileyen bazı biyometrik parametreler, 17. Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu, 03-06 September, İstanbul / **Poster Sunumu**

Duman, M.B., **Saripek, M.**, Çelik, M.Y., Uzun Gören, G., Kaya Öztürk, D., Karayücel, S. 2015. Kara salyangozlarında *Helix aspersa* boy gruplarına göre yumurta veriminin değerlendirilmesi, 18. Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu, 01-04 Eylül, İzmir / **Sözlü Sunum**

Saripek, M., Karayücel, S. 2015 Sürdürülebilir su ürünleri üretiminde entegre multi-trofik sistem yaklaşımı, Poster Sunumu, 18. Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu, 01-04 Eylül, İzmir / **Poster Sunum**

Baki, B., Kaya Öztürk, D., **Sarıpek, M.**, Kerim, M., Eyuboğlu, B. 2015. Sınırlı Besleme Uygulamalarının Levrek Balığı (*Dicentrarchus labrax*, L. 1758)'nın Büyüme Performansı Üzerine Etkileri, 18. Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu, 01-04 Eylül, İzmir / **Poster Sunum**

Eroldoğan, O.T., Kumlu, M., Yılmaz, H.A., Evliyaoğlu, E., Gökbağ, H., Kınay, E., **Sarıpek, M.** 2017. N6 Pufa ve Mufa İçeren Yemler ile Beslenen Gökkuşığı Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*)'nın Balık Yağı ile Geri Beslemenin Yağ Asidi Kompozisyonuna Etkileri, 19. Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu, 12-15 Eylül, Sinop /Poster Sunum

Duman, M.B., **Sarıpek, M.**, Çelik, M.Y., Uzun Gören, G., Kaya Öztürk, D., Karayücel, S. 2017. Karadeniz Bölgesi Sinop İlinde Karma Sistemde Kara Salyangozu Yetiştiriciliğinin Denenmesi, 19. Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu, 12-15 Eylül, Sinop /**Sözlü Sunum**

Proje

Karadeniz Bölgesi Sinop İlinde Kara Salyangozu Yetiştiriciliğinin Araştırılması, 114O106 Nolu TÜBİTAK Projesi, Yardımcı Personel, Proje Dönemi 2014-2016 (Sonuçlandı).

N6 Pufa ve Mufa İçeren Yemler ile Beslenen Gökkuşığı Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*)'nın Balık Yağı ile Geri Beslemenin Yağ Asidi Kompozisyonuna Etkileri, Çukurova Üniversitesi, Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi, FBA-2015-4954, **ARAŞTIRMACI**, 20.11.2015- 20.5.2017 (Sonuçlandı).

Yetiştirilen ve Doğadan Toplanan Salyangozların (*Helix aspersa*) Kimyasal İçeriklerinin Karşılaştırılması, Sinop Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi, SÜF-1901-16-30, **ARAŞTIRMACI**, (Sonuçlandı).

Türkiye İçin Ekonomik ve Sürdürülebilir Bir Karides Üretim Modeli Geliştirilmesi, 215O006 Nolu TÜBİTAK Projesi, **BURSIYER**, 15/11/2015-20/04/2018 (Sonuçlandı).

Yeşil Kaplan Karidesi (*Penaeus semisulcatus*) Lavralarında Lesitince Zenginleştirilmiş Artemia Kullanımı, Çukurova Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi, FBA-2017-7886, **ARAŞTIRMACI**, 27.3.2017-.... (Devam ediyor).