

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ



**POLİKETİN (*Hediste divercicolor*) DENİZ LEVREĞİ (*Dicentrarchus labrax*)
YAVRUSUNUN BÜYÜME PERFORMANSI VE VÜCUT KOMPOZİSYONU
ÜZERİNE ETKİSİ**

Yasir AKBAŞ

**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
SU ÜRÜNLERİ YETİŞTRİCİLİĞİ
ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

OCAK 2022

ANTALYA

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ



**POLİKETİN (*Hediste divercicolor*) DENİZ LEVREĞİ (*Dicentrarchus labrax*)
YAVRUSUNUN BÜYÜME PERFORMANSI VE VÜCUT KOMPOZİSYONU
ÜZERİNE ETKİSİ**

Yasir AKBAŞ

**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
SU ÜRÜNLERİ YETİŞTRİCİLİĞİ
ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

OCAK 2022

ANTALYA

**T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**POLİKETİN (*Hediste divercicolor*) DENİZ LEVREĞİ (*Dicentrarchus labrax*)
YAVRUSUNUN BÜYÜME PERFORMANSI VE VÜCUT KOMPOZİSYONU
ÜZERİNE ETKİSİ**

Yasir AKBAŞ

**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
SU ÜRÜNLERİ YETİŞTRİCİLİĞİ
ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

Bu tez, T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Akdeniz Su Ürünleri Araştırma, Üretim ve Eğitim Enstitüsü Müdürlüğü tarafından yürütülen Avrupa Birliğinin “Gıda Üretimi Sürdürülebilirliği, Tuzlu Su Kullanımını ve Geri Dönüşümünü İyileştirmek İçin Kendine Yeten Entegre Multitrofik Akuaponik Sistemler (SIMTAP; proje no: 1180816; TÜBİTAK Prima Programı) projesi” kapsamında desteklenmiştir.

OCAK 2022

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**POLİKETİN (*Hediste divercicolor*) DENİZ LEVREĞİ (*Dicentrarchus labrax*)
YAVRUSUNUN BÜYÜME PERFORMANSI VE VÜCUT KOMPOZİSYONU
ÜZERİNE ETKİSİ**

YASİR AKBAŞ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
SU ÜRÜNLERİ YETİŞTRİCİLİĞİ

ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Bu tez 21/01/2022 tarihinde jüri tarafından Oybirliği ile kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Erkan GÜMÜŞ (Danışman)

Doç. Dr. Hüseyin SEVGİLİ

Dr. Öğretim Üyesi Mehmet ÖZBAŞ

ÖZET

POLİKETİN (*Hediste diversicolor*) DENİZ LEVREĞİ (*Dicentrarchus labrax*) YAVRUSUNUN BÜYÜME PERFORMANSI VE VÜCUT KOMPOZİSYONU ÜZERİNE ETKİSİ

Yasir AKBAŞ

Yüksek Lisans Tezi, Su Ürünleri Yetiştiriciliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Erkan GÜMÜŞ
İkinci Danışman: Dr. Mehmet Ali Turan KOÇER
Ocak 2022; 49 sayfa

Bu tez çalışmasında alternatif hammadde kaynağı olarak Poliket'in (*Hediste diversicolor*) Levrek (*Dicentrarchus labrax*) balığının yavrusunun büyüme performansı ve vücut kompozisyonu üzerine etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Balık unu proteininin %0, %5, %10, %15 ve %20'si yerine poliket unu (PU) kullanılarak izo-protein (% 48) ve izo-lipidik (%14) olacak şekilde deneme yemleri hazırlanmıştır. Başlangıç ağırlıkları 14.56 ± 0.01 g olan deneme balıkları 400 litrelik 15 tanka 10'ar adet olmak üzere homojen yerleştirilmiştir. Deneme 3 tekerrürlü olacak şekilde tesadüf parselleri deneme desenine göre planlanmış ve günde 2 sefer doyana kadar elle beslenmiştir. Besleme denemesi 53 gün süreyle yürütülmüştür.

Deneme sonunda elde edilen verilere göre, yemdeki artan poliket unu oranıyla deneme grubu levrek yavrularının büyümesi, yemden yararlanma etkinlikleri ile organ indeks değerleri istatistiksel olarak benzer bulunmuştur ($P > 0.05$). Deneme balıklarının yemdeki poliket unu oranının artışına bağlı olarak yem tüketimlerinin artma eğiliminde olduğu görülmüştür ($P_{linear} = 0,068$).

Deneme yemlerindeki poliket unu oranının artışıyla deneme grubu balıklarının vücut nem düzeylerinde önemli bir linear azalma görülürken ($P_{linear} = 0.003$), vücut protein ve lipit düzeylerinde artan linear bir etki belirlenmiştir ($P_{linear} < 0.003$).

Deneme grubu balıkların günlük azot, lipit ve enerji tüketimleri deneme yemlerindeki poliket unu oranının artışıyla önemli düzeyde etkilenmemiştir ($P > 0,05$).

Ancak deneme balıklarının günlük lipit kazançları deneme yemlerindeki poliket unu oranının artışıyla artış göstermiştir ($P < 0.05$). Deneme grubu balıkların günlük lipit kazançlarındaki artış günlük enerji kazanç verilerine de yansımıştır ($P_{linear} = 0.075$, $P_{kuadratik} = 0.076$). Deneme yemlerindeki artan poliket unu oranı deneme balıklarının vücutlarında tutulan lipit miktarını doğrusal olarak yükseltirken ($P_{linear} = 0.043$), vücut azot ve enerji tutulum yüzdelerini etkilememiştir.

Balık unu yerine PU ikamesi ile balıkların kas ve karaciğer yağ asitleri ile yağ asitleri grupları üzerine etkilerinin önemli olduğu durumlar söz konusu olmuştur. Örneğin, diyetsel PU düzeyi arttıkça karaciğer toplam SFA düzeylerinde linear bir artış, toplam PUFA düzeylerinde ise linear bir azalma kaydedilmiştir ($P_{linear} < 0.05$). Kas toplam SFA düzeyleri de PU düzeylerine paralel olarak artmış, ancak toplam MUFA ve PUFA'da doğrusal bir azalma gözlenmiştir ($P_{linear} < 0.05$).

Sonuç olarak, yemlerde balık unu proteininin %20'sine kadar poliket unu ikamesinin levrek balığı yavrularının büyüme ve yemden yararlanma performansını olumsuz yönde etkilemezken, poliket ununun besin madde sindirim katsayıları ile çevresel etki bakımından balık ununa denk veya daha üstün besleme değerine sahip olduğu görülmüştür.

ANAHTAR KELİMELER: Balık unu, Besleme, Deniz levreği, *Hediste diversicolor*, Poliket

JÜRİ: Prof. Dr. Erkan GÜMÜŞ

Doç. Dr. Hüseyin SEVGİLİ

Dr. Öğretim Üyesi Mehmet ÖZBAŞ

ABSTRACT

THE EFFECT OF POLYCHAETE (*Hediste diversicolor*) ON GROWTH PERFORMANCE AND BODY COMPOSITION OF SEA BASS (*Dicentrarchus labrax*) LARVAE

Yasir AKBAŞ

MSc Thesis in Department of Aquaculture
Supervisor: Prof. Dr. Erkan GÜMÜŞ
Second Supervisor: Dr. Mehmet Ali Turan KOÇER
December 2021; 49 pages

In this thesis, it was aimed to determine the effect of polychaete (*Hediste diversicolor*) as an alternative raw material source on the growth performance and body composition of juvenile sea bass (*Dicentrarchus labrax*).

Experimental diets were prepared as iso-protein (48%) and iso-lipidic (14%) by using polychaete meal (PU) instead of 0%, 5%, 10%, 15% and 20% of fish meal protein. Experimental fish (with an initial weight of 14.56 ± 0.01 g) were stocked in 15 tanks of 400 liters, 10 fish of each tank. The experimental treatments were tried with 3 replications. The diets were fed by hand 2 times a day until satiation for 53 days.

According to the data obtained at the end of the experiment, the growth, feed efficiency and organ index values of the sea bass fry in the experimental groups were found to be comparable regardless of polychaete level ($P > 0.05$). It was observed that the feed consumption of experimental fish tended to increase depending on the increase in the polychaete meal ratio in the feed ($P_{linear} = 0.068$).

While a significant linear decrease was observed in the body moisture levels of the experimental group fish with the increase of dietary polychaete ($P_{linear} = 0.003$), an opposite increasing linear effect was determined in the body protein and lipid levels ($P < 0.05$).

Daily nitrogen, lipid and energy consumptions of the experimental fish were not significantly affected by the increase of dietary polychaete ($P > 0.05$). However, the daily

lipid gains of fish increased with the increase of PU levels ($P < 0.05$). The increase in daily lipid gains of the experimental group fish was positively reflected in the daily energy gain values ($P_{linear} = 0.075$). While the increasing dietary polychaete levels linearly increased the percentage of lipid retained by the fish ($P_{linear} = 0.043$), the nitrogen and energy retention percentages of the fish were not affected.

There were significant impacts of increasing dietary polychaete concentrations on some individual fatty acids or fatty acid groups of the liver and muscle of the experimental fish. For instance, there was a linear increase with dietary polychaete levels in terms of liver total SFA whereas an opposite significant trend was the case in total PUFA ($P_{linear} < 0.05$). Total SFA levels of fish muscle linearly increased with dietary polychaete but an inverse relation was observed for total muscle MUFA and PUFA ($P_{linear} < 0.05$).

As a result, polychaete meal inclusion into the diets of European sea bass up to 20% in place of fishmeal did not adversely affect the growth and feed utilization performance. Plus, polychaete meal had a nutritional value equivalent to or superior to fishmeal in terms of nutrient digestion coefficients and environmental impact.

KEYWORDS: Feeding, *Hediste diversicolor*, Fish meal, Polychaete, Sea Bass

COMMITTEE: Prof. Dr. Erkan GÜMÜŞ

Assoc. Prof. Dr. Hüseyin SEVGİLİ

Asst. Prof. Dr. Mehmet ÖZBAŞ

ÖNSÖZ

Lisans ve yüksek lisans eğitim hayatımda bana çok değerli bilgiler katan ve tecrübeleriyle beni aydınlatıp karakterli bir Mühendis olabilmem adına dün ve bugün yönlendiren, bundan sonraki hayatımda da izlerini her zaman hissedeceğim değerli danışman hocam Prof. Dr. Erkan GÜMÜŞ'e çok teşekkür ederim.

Tez çalışmamı, T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Akdeniz Su Ürünleri Araştırma, Üretim ve Eğitim Enstitüsü Müdürlüğü tarafından yürütülen Avrupa Birliğinin "Gıda Üretimi Sürdürülebilirliği, Tuzlu Su Kullanımını ve Geri Dönüşümünü İyileştirmek İçin Kendine Yeten Entegre Multitrofik Akuaponik Sistemler (SIMTAP; proje no: 1180816; TÜBİTAK Prima Programı) projesi" kapsamında gerçekleştirme fırsatı veren proje yürütücüsü ve ikinci danışman Sayın Dr. Mehmet Ali Turan KOÇER'e, besleme denemelerinin yürütülmesi ve sonuçların değerlendirilmesinde her zaman desteğini esirgemeyen Doç. Dr. Hüseyin SEVGİLİ hocalarıma sonsuz teşekkür ederim. Ayrıca; bu tezin deneysel çalışmalarının yürütülmesi sırasında bana sundukları imkanlar ve desteklerinden dolayı Akdeniz Su Ürünleri Araştırma, Üretim ve Eğitim Enstitüsü Müdürü Sayın Serkan ERKAN'a ve Enstitünün değerli çalışanlarına teşekkürlerimi sunarım.

Hayatımın her evresinde olduğu gibi bu süreçte de beni yalnız bırakmayıp maddi ve manevi destekleri ile tüm unsurlarıyla bugün olduğum halimle beni ben yapan kişinin mimarları annem ve babama, hayatta kendimden daha fazla iyiliğini istediğim canımdan öte canım kardeşime çok teşekkür ediyorum.

Bu tezi her şeyi bırakıp yeni bir maceraya atılma kararı almışken, tekrar odaklanmamı sağlayan Kelebek'e ithaf ediyorum.

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	iii
ÖNSÖZ.....	v
AKADEMİK BEYAN	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	ix
ÇİZELGELER DİZİNİ	x
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK TARAMASI	4
2.1. Levrek Balığının (<i>Dicentrarchus labrax</i>) Biyolojik ve Ekolojik Özellikleri.....	4
2.2. Poliket'in (<i>Hediste diversicolor</i>) Biyolojik ve Ekolojik Özellikleri	5
2.3. Poliketlerin (<i>Hediste diversicolor</i>) Balık Beslemede Kullanımı.....	6
2.4. Poliket (<i>Hediste diversicolor</i>) İle Yapılmış Su Ürünleri Çalışmaları	7
3. MATERYAL VE METOD	9
3.1. Deneme Yeri.....	9
3.2. Deneme Balıkları.....	9
3.3. Besleme Denemesi	11
3.4. Deneme Koşulları.....	13
3.5. Balık Ölçümleri ve Örneklemelemleri	15
3.6. Büyüme Parametreleri ve Sindirilebilirlik	16
3.7. Kimyasal Analiz	17
3.8. İstatistiksel Analiz	17
4. BULGULAR.....	18
5. TARTIŞMA	26
6. SONUÇLAR	30
7. KAYNAKLAR	32
ÖZGEÇMİŞ	

AKADEMİK BEYAN

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Poliketin (*Hediste divercicolor*) deniz levreği (*Dicentrarchus labrax*) yavrusunun büyüme performansı ve vücut kompozisyonu üzerine etkisi” adlı bu çalışmanın, akademik kurallar ve etik değerlere uygun olarak yazıldığını belirtir, bu tez çalışmasında bana ait olmayan tüm bilgilerin kaynağını gösterdiğimi beyan ederim.



21/01/2021

Yasir AKBAŞ

SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

% _o	: Binde
g	: Gram
kJ	: Kilo joule
L	: Litre
ml	: Mililitre
°C	: Santigrat derece
cm	: Santimetre
%	: Yüzde

Kısaltmalar

AÜ	: Akdeniz Üniversitesi
A _b	: Başlangıç katsayısı
A _f	: Final katsayısı
CAA	: Canlı ağırlık artışı
FAO	: Food and Agriculture Organization of the United Nation
GYT	: Günlük yem tüketimi
HSI	: Hepato somatik indeks
K.F.	: Kondisyon faktörü
MVA	: Metabolik etkinlik katsayısı
PER	: Protein etkinlik oranı
PU	: Poliket unu,
SBO	: Spesifik büyüme oranı
SK	: Sindirilebilirlik katsayısı
TÜİK	: Türkiye İstatistik Kurumu
VSI	: Visero somatik indeks
YYO	: Yemden yararlanma oranı

ŞEKİLLER DİZİNİ

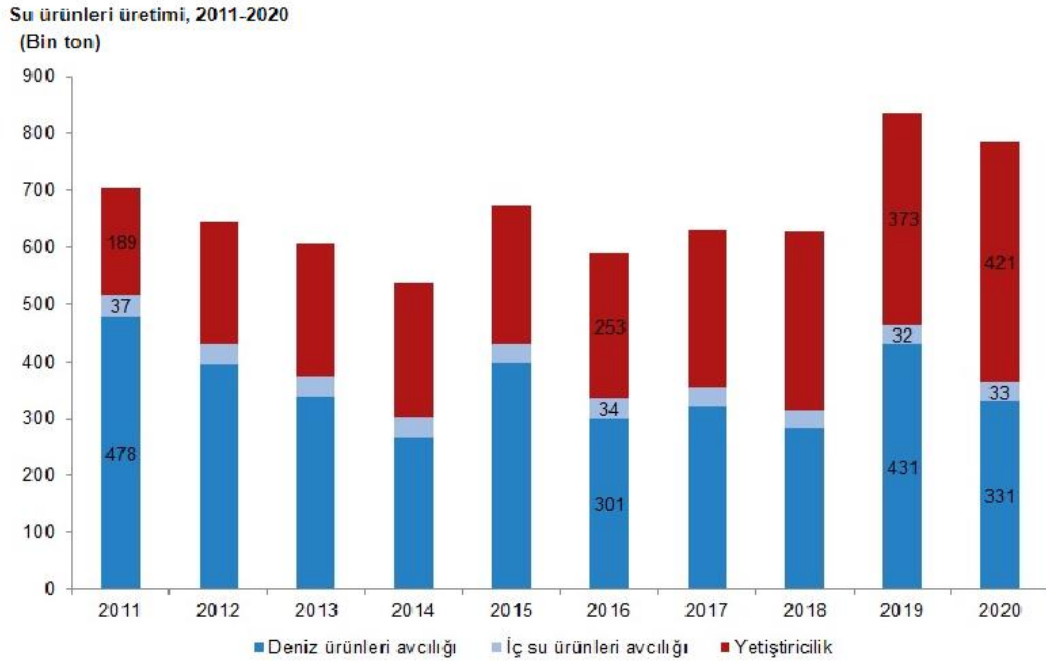
Şekil 1.1. Ülkemizin 2011-2020 yılları arası su ürünleri üretimi	1
Şekil 2.1. <i>Hediste diversicolor</i>	5
Şekil 3.1. Donmuş ve canlı olarak temin edilen poliket materyalleri a) Donmuş poliket b) ulva yapraklarına yerleştirilmiş poliket	10
Şekil 3.2. Kurutulan poliket unlarının öğütülmesi	10
Şekil 3.3. a) liyofilize ve b) 65 °C’de kurutulmuş materyalin öğütüldükten sonraki görünümü	11
Şekil 3.4. Deneme tankları	12
Şekil 3.5. Deneme yemlerinin üretim aşaması	15
Şekil 4.1. Farklı düzeyde PU içeren yemlerle beslenen Avrupa levreğinin 53 gün boyunca büyümesi	19
Şekil 5.1. Levrekte farklı düzeylerde PU kullanılan yemlerin, kullanılan balık: üretilen balık oranı üzerine etkisi	29

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1. Deneme tanklarının su sıcaklığı, çözünmüş oksijen konsantrasyonu, pH ve salinite değerleri	11
Çizelge 3.2. Denemede kullanılan balık unu karışımının ve poliket ununun besin madde içerikleri (kuru madde üzerinden)	13
Çizelge 3.3. Denemede kullanılan yemlerin hammadde ve besin madde kompozisyonları	14
Çizelge 4.1. Farklı düzeylerde PU içeren yemlerle 53 gün boyunca beslenen levreklerin büyüme, yemden yararlanma oranları ve organ indeksleri	18
Çizelge 4.2. Farklı PU düzeyleri içeren yemlerle beslenen levreklerin vücut kompozisyonları	19
Çizelge 4.3. Farklı PU düzeyleri içeren yemlerin levrek için besin madde sindirim katsayıları	20
Çizelge 4.4. Farklı düzeyde PU içeren yemlerle beslenen Avrupa levreğinin besin madde kullanım parametreleri	20
Çizelge 4.5. Farklı düzeyde PU içeren yemlerle beslenen Avrupa levreğinin deneme sonu karaciğer yağ asitleri kompozisyonu	22
Çizelge 4.6. Farklı düzeylerde PU içeren yemlerle beslenen Avrupa levreğinin deneme sonu kas yağ asitleri kompozisyonu	24

1. GİRİŞ

Dünya su ürünleri doğal stoklarının aşırı avcılık ve iklimsel tehditleri nedeniyle azalması su ürünleri yetiştiriciliğine olan talebi gün geçtikçe arttırmaktadır. Ülkemizde su ürünleri avcılığı yıllar geçtikçe azalma göstermiş olup, 2020 yılı avcılık yoluyla elde edilen üretim miktarı 364 bin ton olarak gerçekleşmiştir (TÜİK 2021). Bir önceki yıla göre avcılık yoluyla elde edilen üretim miktarında %21,3 oranında azalma görülmüştür. Diğer taraftan yetiştiricilik yoluyla elde edilen üretim ise 2020 yılında 293.175 ton denizlerde, 128.235 ton iç sularda olmak üzere toplamda 421.410 ton'luk bir miktara ulaşmıştır (TÜİK 2021). Yetiştiricilik yoluyla elde edilen üretim miktarında bir önceki yıla göre %12,9 oranında artış gerçekleşmiştir. Ülkemizdeki avcılık ve yetiştiricilik yoluyla elde edilen üretim miktarı çizelge 1.1'de verilmiştir.



Şekil 1.1. Ülkemizin 2011-2020 yılları arasındaki su ürünleri üretimi (TÜİK 2021)

Dünyadaki 2011 yılı toplam su ürünleri üretiminin 130 milyon tonu insan gıdası olarak tüketilirken, 24 milyon tonu ise gıda dışı amaçlarla kullanılmıştır. 2018 yılı verilerine göre 156,4 milyon ton su ürünleri üretimi insan gıdası olarak tüketilirken, 22,2 milyon tonu gıda dışı kullanım olarak kayıtlara geçmiştir (FAO 2020).

Dünyada sağlıklı gıdaya olan talebin artması doğrultusunda yetiştiricilik yoluyla elde edilen su ürünleri üretimi artış göstermiş olmakla birlikte sağlıklı besine ulaşma ve sağlıklı beslenme sorunları her geçen gün gündemdeki yerini korumaya devam etmiştir. Su ürünleri yetiştiriciliğinde en büyük maliyeti %45-60 yem gideri oluşturmaktadır. Yem giderlerinin bu denli fazla olmasının bir nedeni balık yemindeki en önemli hammaddeler olan balık unu ve balık yağındaki üretimin sınırlı seviyede kalmasına karşın bunlara olan talebin yetiştiriciliğinin artışıyla yükselmesi olarak gösterilebilir (Tacon vd. 2021). Üretimi sınırlı düzeyde olan bu hammadde kaynaklarına olan yüksek talep, yetiştiricilik yoluyla elde edilen su ürünleri üretiminde büyük bir sorundur. FAO'ya göre dünyadaki su ürünleri yetiştiriciliğinin şu anki balık unu ve balık yağı talebini korumak adına 2030 yılına kadar yaklaşık 20 milyon ton deniz orijinli ürün üretilmesi gerekmektedir. Balık unu ve yağının temini istenildiği zaman arttırılması kolay olamayan bir hammaddeler olduğundan maliyeti sürekli olarak artış göstermektedir (Tacon ve Metian, 2008; Tacon vd. 2021).

Dünyadaki balık unu endüstrisi, yaklaşık 5 milyon ton balık unu ve 1 milyon ton balık yağı üretimi için yıllık olarak 20 milyon ton hammadde kullanmaktadır (Klinkhard 2020) ancak yukarıda da belirtildiği gibi, bu miktarlar hammadde talebinin karşılanması için yeterli olmamaktadır. Bu nedenle su ürünleri yetiştiriciliğinde gereksinim duyulan yem hammadde ihtiyaçların karşılanması için dünyada alternatif hammadde kaynaklarının kullanımı zorunlu hale gelmiştir. Uzun bir süredir balık unu ve balık yağına alternatif hammadde kaynağı arayışı hız kazanmış ve yem endüstrisi bu alandaki yenilikleri takip etmeye başlamıştır. Tüm bu çabalara karşın hala balık unu ve balık yağının yerini alabilecek hammadde veya hammadde kombinasyonlarına ilişkin açıklığa kavuşturulması gereken pek çok soru ve sorunlar bulunmaktadır. Bu sorunların başında alternatif hammaddelere ilişkin bilgi eksikliği, kullanılacak hammadde kaynağı ve uygulanacak canlı arasındaki uyum ve verimlilik konusu gelmektedir. Diğer taraftan yeni hammadde kaynaklarının sürdürülebilirliği, kolay temin edilebilirliği ve maliyet gibi konuların da açıklığa kavuşturulması önem arz etmektedir (Gatlin III vd. 2007).

Karnivor balıkların beslenmesinde kullanılan bitkisel orijinli hammaddelerin kullanımı ve balık tarafından değerlendirilmesinde birtakım olumsuz sonuçlarla karşılaşılması söz konusudur (Francis vd. 2001). İlâveten karnivor balıkların karbonhidratı sınırlı bir seviyede sindirip kullanabildikleri bilinmektedir (NRC, 2011;

Gasco vd. 2018) Karbonhidrat oranı yüksek besinlerin karnivor balıkların sindirim mekanizmasını olumsuz yönde etkileyerek bağırsak ve karaciğer gibi organların olumsuz yönde etkilenmesine neden olabilmektedir (Gatlin III vd. 2007). Diğer taraftan bitkisel kaynaklı hammaddelerin protein yapısı özellikle lizin, metiyonin ve arginin gibi aminoasitlerce fakirken lösin miktarı bakımından oldukça yüksektir (Gatlin III vd. 2007). Ancak bitkisel kaynaklı hammaddelerin kolay temin edilebilirliği, maliyetinin ucuz olması ve sürekliliğinin olması dolayısıyla bu hammaddelerin hayvansal kaynaklı hammaddelerin yerine kullanımına yönelik talebin artmasına neden olmuştur. Örneğin 5 milyon ton balık unu üretimine karşın yaklaşık olarak bu oranın 150 katı oranında soya üretimi gerçekleştirilmiştir (Euromagazine 1/2020). Bitkisel hammaddeler omnivor beslenen türlerde daha yaygın kullanılmakla birlikte karnivor türlerin beslenmesinde tamamlayıcı hammaddeler ve katkı maddelerin takviyesi ile birlikte kullanımları mümkün olabilmektedir (Gatlin III vd. 2007; NRC, 2011).

Diğer taraftan bitkisel kaynaklı hammaddelerdeki anti-besinsel maddelerin varlığı karnivor balıkların yemlerinden yararlanmayı azaltmakta veya engelleyebilmektedir (Francis vd. 2001). Bu nedenlerden dolayı özellikle karnivor türler için sadece alternatif hammadde kaynağı bulmak değil, aynı zamanda canlıda yaşamsal faaliyetleri olumsuz etkilemeden yarar sağlayabilecek hammadde kaynaklarına ihtiyaç duyulmaktadır.

2. KAYNAK TARAMASI

2.1. Levrek Balığının (*Dicentrarchus labrax*) Biyolojik ve Ekolojik Özellikleri

Ülkemizde Levrek olarak isimlendirilen *Dicentrarchus labrax*'ın sistematikteki yeri aşağıda verilmiştir (Linnaeus, 1758).

Alem: Animalia

Şube: Chordata

Sınıf: Actinopterygii

Takım: Perciformes

Familiya: Moronidae

Cins: *Dicentrarchus*

Tür: *Dicentrarchus labrax* (Linnaeus, 1758)

Levrek balığı doğal olarak yaşamlarını kıyı suları, sahiller, lagün akarsularının döküldüğü yerlerde sürdürürler. Türkiye'de denizel karasularda yayılım gösterir. Su sıcaklık toleransı 2-32°C aralığında olan bu türün optimum yaşam sıcaklıkları 23-24°C'dir (Fishbase: Froese ve Pauly, 2021; Moriatti vd. 1999). 11-14°C arasındaki su sıcaklığında yumurta bırakırlar. Levrek balıklarının erkekleri 2-3 yaş dişileri ise 3-5 yaşlarında cinsel olgunluğa ulaşırlar. Akdeniz'de Şubat Mart gibi yumurta bırakırlar. Ortalama 50 cm boy uzunluğuna sahip olan bu tür 1m uzunluğa kadar büyüyebilir. 3-50 ppt arasındaki tuzluluğa adapte olabilirler. 7- 8 mg/lit çözülmüş oksijen seviyesi yaşamları için yeterlidir (Fishbase: Froese ve Pauly, 2021; Moriatti vd. 1999).

1905 yılında Fabre Domorove, levrek balığını kültür ortamına adapte etme çalışmalarına başlamıştır. 1971 yılında Barnabe hormon müdahalesi ile levrek balığını kontrol altına alınabileceğini rapor etmiş ve 1972 yılında ilk defa kültür ortamında juvenil hale kadar yetiştirmiştir (Akçay 2012).

Ülkemizde ise, 1984 yılında özel bir işletme ve Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi levrek balığı yetiştiriciliği çalışmalarına başlamışlardır. Levrek balığının kültür koşullarında üretimi konusunda hızlı bir ilerleme kaydedilerek günümüzde Türkiye su

ürünleri yetiştiriciliği sektöründe en fazla üretilen tür haline gelmiştir (TÜİK 2020). Dolayısıyla karnivor bir tür olan levreğin beslenmesinde kullanılabilir üretim miktarına bakılmaksızın her türlü potansiyel protein kaynaklarının araştırılması ayrı bir öneme sahiptir.

2.2. Poliket'in (*Hediste diversicolor*) Biyolojik ve Ekolojik Özellikleri

Ülkemizde poliket olarak isimlendirilen *Hediste diversicolor*'un sistematikteki yeri aşağıda verilmiştir (O. F. Müller, 1776)

Alem: Animalia

Şube: Annelida

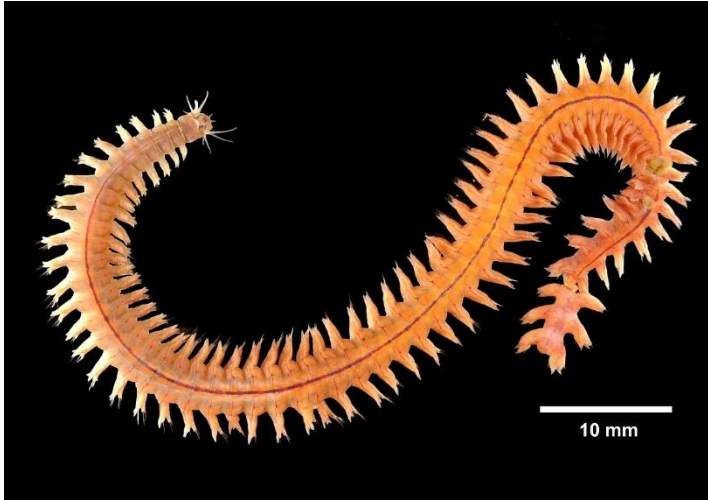
Sınıf: Polychaete

Takım: Phyllodocida

Familya: Nereididae

Cins: Hediste

Tür: *Hediste diversicolor* (O. F. Müller, 1776)



Şekil 2.1. *Hediste diversicolor* (Anonim 2021)

Poliketlerin çoğu yuvarlak ve uzun, az bir kısmı da birkaç segmentten oluşmuş kısa ve yassı vücutludurlar. Prestonium (baş) oldukça gelişmiştir. Birçok duyu ve

beslenme ile ilgili yapıları taşır. Poliketleri diğer gruplardan ayıran en önemli özellikleri, türe özel parapodlarıdır. Boyarları 5-10 cm arası değişir. Poliketlerin beslenmeleri doğrudan ağızlarıyla detrius (çürümekte olan organik maddeler) yemeleri ya da palpleri ve tentakülleriyle detriuslar alarak ağızlarına götürmeleri şeklinde gerçekleşir. Bazıları ise silleri ile su akıntısı oluşturarak besinleri süzerler. Boşaltımları bağımsız boşaltım tüpleri ile olur. Bir bütün olarak her segmente boşaltma borusu bir huniyle açılır. Bu da dağıtım duvarına nüfuz eder bir sonraki bölümdeki bir aralıktan dışarıya atılır. Poliketlerin çoğu ayrı eşeylidir. Doğada diğer deniz canlılarında çoğunda olduğu gibi bu canlılarda da yumurta ve spermler denizde serbest olarak bırakılır ve döllenme gerçekleşir. Poliketlerin doğada; deniz dibinde, taşların altında, kabukların içinde, kabukların kovuğunda, algerin içerisinde vb. yerlerde büyümelerini gerçekleştirirler.

2.3. Poliket'lerin (*Hediste diversicolor*) Balık Beslemede Kullanımı

Poliketın doğal ortamdan toplanabilirliği, kolay temin edilebilirliği ve kültür ortamında yetiştiriciliğe uygunluğu göz önüne alındığında, balık beslemede alternatif hammadde kaynağı olarak yüksek bir potansiyeli olabilir.

Poliketler, kültür balıkçılığının yapıldığı tesislerde ve ortamlarda, sulardaki katı atık maddeleri besin olarak kullanabilirler (Wang vd. 2019a; 201b). Poliketlerin yetiştiriciliğinde, düşük enerji ve maliyetlerle yüksek stok yoğunluğuna ulaşabildiği yönünde çalışmalar bulunmaktadır (Olive, 1999). Ayrıca poliketler bulunduğu ortama hızlı adapte olabilirler ve çevresel koşullara toleransları yüksek olduğundan dolayı yetiştiriciliği tercih edilebilmektedir (Olive, 1999). Poliketlerin dış kabuğundan bulunan kitin tabaka sindirilebilirlik açaşından handikap gibi görünse de yapılacak çalışmalar balıklar için büyüme ve sindirim açaşından negatif bir etkisinin olup olmadığının araştırılması gerekmektedir (Wang vd. 2019a; 201b).

2.4. Poliket (*Hediste diversicolor*) Yetiştiriciliği ve Kullanımına Yönelik Çalışmalar

Granada vd. (2016) su ürünleri sektörünün çevresel sorunlarına multitrofik yetiştiricilik yaklaşımının çözüm olabileceğini gösteren çalışmaları ele aldıkları derlemede; farklı poliket türlerinin yetiştiricilik kaynaklı katı atıklarla beslenerek bunu biyomas artışına çevirdiklerini kaydetmişlerdir.

Hediste diversicolor türü ile yapılan bir araştırmada; kültür koşullarında 30‰ tuzluluk, 20±2 C su sıcaklığı koşullarda 30 cm yükseklikteki kum serilen tanklara yerleştirilen bireylerin yetiştiricilik işletmesinden çıkan deşarj sularıyla 5 ay süreyle beslenerek 35 kat büyüme gösterdiği görülmüştür (Poltana vd. 2006).

Poliket destekli kum filtresi araştırmasında ise Moreton Körfezinde biyolojik filtrasyon amacıyla *Perinereis nuntia* ve *Perinereis helleri* türleri ile bir araştırma yapılmıştır. Araştırmada kum yataklarındaki atık su ve katı maddelerin poliketler tarafından filtrasyon yapılarak çözülmeye katkı sağladıkları tespit edilmiştir. Atıksu da bulunan fitoplanktonların ve askıdaki katı maddelerin süzülmesiyle poliketlerin beslendiği ve filtrasyonu gerçekleştirerek kum filtrelerinin tıkanmasını engellediği ve kayda değer bir biyokütle artışının gerçekleştiği saptanmıştır (Palmer 2010).

Jeroen vd. (2017) yaptıkları araştırmada *Solea solea* türünde görülen anemiye karşı poliketin etkisini çalışmışlardır. Araştırmacılar, çalışma sonrasında poliketli yemlerin, *Solea solea*'da hemoglobin seviyelerinde kayda değer bir artışın görüldüğünü bildirmişlerdir.

Dişi karideslerin (*Marsupenaeus japonicus*) yumurta gelişimi üzerine poliketten ekstrakte edilen lipid fraksiyonlarının yemlere ilavesinin etkisi araştırılmıştır (Nguyan vd. 2011). Pelet yemler ve poliket karışımli yemlerle beslenen karideslerin yumurtaları 4 gün arayla ölçülmüştür. 32 gün süren araştırma sonunda karides üreme performansı açısından en iyi sonuç nötral lipid fraksiyonlu yem ile elde edilmiştir (Nguyan vd. 2011).

Namalycastis sp. (Neredidae) ve *Eunice reticulata* türlerinin kullanıldığı bir çalışmada poliketlerin balık yetiştiricilik atıkları ile beslenip büyüyebildikleri ispatlanmıştır. Ayrıca, atıklarla yetiştirilen poliketlerin çamur yengeçlerinin (*Scylla olivacea*) beslenmesinde kullanımının cinsel olgunluğa erişimleri üzerine etkileri incelenmiştir. Çalışmada sonucunda, *Namalycastis sp.* türünün yengeç üreme performansı bakımından daha etkin olduğu gözlemlenmiştir (Lim vd. 2021).

Hediste diversicolor türünün su ürünleri yetiştiriciliği ve biyogaz atıklarını geri dönüştürme yetenekleri ile ilgili bir araştırma yapılmıştır. 30 günlük araştırma sonrası pelet yemlerle ve biyogaz atıkları ile beslenen poliketlerde; pelet yemlerle beslenenlerde belirgin bir büyüme gözlenirken, biyogaz atıklarla beslenenlerde ise çok önemli bir değişim görülmemiştir. Deney sonrasında yapılan analizlerde poliketlerin kuru ağırlıklarında %42,47 oranında protein belirlenmiştir. Ayrıca araşidonik asit (C20:4 n-6), eikosopentaenoik asit (C20:5 n-3), dekosapentaenoik asit (C22:5 n-3) ve dekosanheksanoik asit (C22:6 n-3) doymamış yağ asitleri konsantrasyonlarında artış görülmüştür (Wang vd. 2019).

Wang vd. (2019) Atlantik Salmon (*Salmo salar*) yetiştiriciliği yapılan çiftliklerden bırakılan atıklarla *Hediste diversicolor* yetiştiriciliği yapmışlardır. Çalışmada *H. diversicolor* türü poliketlere katı salmon atıkları, mikroalg ve balık yeminden oluşan izo-karbonik diyetlerle 30 gün boyunca beslenmesi takip edilmiştir. En iyi poliket büyümesi salmon yemi ile beslenenlerde gerçekleşmiş, bunu balık atıkları ve mikro alg grupları takip etmiştir. Besleme sonunda *H. diversicolor* vücut bileşenlerinde kuru ağırlığın %16'sı kadar lipit bulunmuştur. Lipitlerin %45'i çoklu doymamış yağ asitlerinden oluşmuştur. Palmitik asit (C16:0) ve eikosapentaenoik asit (C20:5 n-3, EPA) en fazla bulunan yağ asitleri olarak göze çarpmıştır. Ayrıca araştırma sonunda poliketin kuru madde üzerinden %54-58 protein içerdiği belirlenmiş, lizin ve lösin en fazla bulunan aminoasitler olmuştur. Araştırmacılar, poliketlerin yetiştiricilik atıklarını değerli bir proteine çevirebildiklerini, içerdikleri yağ asitleri ve aminoasit profilleri ile iyi bir balık yağı ve unu alternatifini olabileceğini ileri sürmüşlerdir.

Yapılan kaynak taramalarına göre son zamanlarda balık unu yerine alternatif hayvansal protein kaynağı olarak önemi ön plana çıkmakta olan poliketin (*H. diversicolor*) kolay temin edilebilir, üretiminin kolay olması, protein oranı yüksek ve çoklu doymamış yağ asitlerince zengin olması dolayısıyla su ürünleri yetiştiriciliğinde balık yemlerinde kullanımı dikkat çekmektedir. Bu tez çalışmasında, poliket (*H. diversicolor*) ununun balık unu yerine kısmen ikame edilerek hazırlanan deneme yemlerinin deniz levreği yavrularının büyüme, yemden yararlanma, besin madde sindirilebilirlikleri, balık eti kimyasal kompozisyonu ile yağ asidi kompozisyonu üzerine etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

3. MATERYAL VE METOT

Bu araştırma, Akdeniz Su Ürünleri Araştırma, Üretme ve Eğitim Enstitüsü Müdürlüğü (AKSAM), Demre Kampüsü'nde yer alan deniz balıkları üretim birimindeki deneme ünitesinde 05/11/2020 – 28/12/2020 tarihleri arasında 53 gün süreyle yürütülmüştür. Yürütülen denemenin etik kurallara uygunluğu, AKSAM Yerel Etik Komitesi tarafından 27/04/2018 tarih ve 2018/06 nolu rapor ile onaylanmıştır.

3.1. Deneme Balıkları

Denemede kullanılan levrek yavru balıkları Kılıç Holding'e ait Muğla/ Milas ilçesinde faaliyet gösteren Deniz Balığı Yavru Üretim ünitesinden temin edilmiştir. Yavru balıklar tesadüfi olarak 400 L'lik tanklara dağıtılmış ve yaklaşık 4 hafta deneme şartlarına adaptasyonu sağlanmıştır. Adaptasyon süresinde yavru balıklar ticari levrek yavru yemi ile beslenmiştir.

3.2. Yem Hammaddelerin Hazırlanması

Denemede kullanılan yem hammaddeleri özel bir yem fabrikasından (Akvatek Su Ürünleri Turizm San. Tic. A. Ş.) temin edilmiştir. Poliket hammaddesi ise İzmir'de faaliyet gösteren ve poliket avcılığı ile uğraşan özel şahıslardan alınmıştır. Poliketler, canlı veya donmuş formda farklı partiler halinde ihtiyacı karşılayacak miktarda temin edilmiştir (Şekil 3.1.a). Canlı olarak temin edilen poliketler liyofilizde kurutulmadan önce "taşıma substratı" olarak kullanılan ulva ve toplama esnasında bulaşan kum ve çamur gibi yabancı maddelerden arındırmak için tek tek temizlenerek temiz su ile yıkanmıştır (Şekil 3.1.b). Canlı olarak temin edilen poliketler temizleme işleminden sonra liyofilizatörde kurutulmuştur. Dondurulmuş olarak temin edilen poliketler ise 65°C'de 1 gün boyunca kurutma dolabında kurutulmuştur. Kurutulan poliketler laboratuvar tipi bir değirmen ile öğütülerek un haline getirilmiştir (Şekil 3.2). Her iki yöntem ile kurutulan poliket materyalleri 1:1 oranında birleştirilerek deneme yemlerinde kullanıma hazır hale getirilmiştir (Şekil 3.3).



Şekil 3.1. Donmuş ve canlı olarak temin edilen poliket materyalleri, (a) donmuş poliket, (b) ulva yapraklarına yerleştirilmiş poliket



Şekil 3.2. Kurutulan poliket unlarının öğütülmesi



Şekil 3.3. (a) Liyofilize ve (b) 65°C’de kurutulmuş materyalin öğütüldükten sonraki görünüşü

3.3. Deneme Koşulları

Deneme başında (05.11.2020) homojen büyüklüğe sahip balıklar her bir tanka 10 adet olacak şekilde stoklanmıştır. Kullanılan balıkların ortalama başlangıç ağırlıkları 14.56 ± 0.01 g’dir. Her bir deneme yemi (her iki tür için de 5 adet) üç tekerrürlü olarak test edilmiştir. Yemler saat 09:00 ve 15:00’da günde iki kez doyuncaya kadar verilmiştir. Deneme süresince foto periyot 12 saat aydınlık, 12 saat karanlık olacak şekilde uygulanmıştır. Her bir tanka su akışı dakikada yaklaşık 5 L olarak ayarlanmıştır. Deneme gruplarının büyüme performansları iki haftada bir yapılan tartımlarla takip edilmiş, son tartım 53. günde gerçekleştirilmiştir. Tüm tartımlar balıkların fenoksietanol ile 0.3 mL/L dozunda geçici olarak bayılmasından sonra gerçekleştirilmiştir.



Şekil 3.4. Deneme tankları

Deneme süresince su kalite parametreleri; sıcaklık, çözülmüş oksijen, pH ve salinite günlük olarak ölçülmüştür. Ölçülen değerlerin standart hataları (SH) ile birlikte ortalamaları, minimum ve maksimum değerleri çizelge 3.3'te sunulmuştur.

Çizelge 3.1. Deneme tanklarının su sıcaklığı, çözülmüş oksijen konsantrasyonu, pH ve salinite değerleri

Parametreler	Deneme tankları		
	Ortalama \pm SH	Minimum	Maksimum
Su sıcaklığı (°C)	21.07 \pm 0.17	18.55	23.60
Çözülmüş oksijen (mg/L)	8.08 \pm 0.05	7.18	8.73
pH	8.00 \pm 0.03	7.43	8.23
Salinite (ppt)	38.63 \pm 0.05	37.25	38.95

3.4. Besleme Denemesi

Denemede kullanılan balık unu ve poliket ununun besin madde içerikleri Çizelge 3.1'de verilmiştir. Poliket unu (PU), balık unu yerine %0, %5, %10, %15 ve %20 oranında kullanılmıştır. Deneme yemleri izoproteik (%48) ve izolipidik (%14) olacak şekilde formüle edilmiştir (Çizelge 3.2). Tüm yem hammaddeleri formulasyona göre tartılmış, homojen olacak şekilde karıştırılmış ve içerisine %35-40 oranında deiyonize su ilave edilerek hamur kıvamına gelinceye kadar karıştırılmıştır. Elde edilen karışım bir kıyma makinesi ile 2 mm çapında pelet olacak şekilde şekillendirilmiştir (Şekil 3.5). Elde edilen peletler yavrunun ağız açıklığına uygun olacak şekilde el ile küçük peletlere kırılarak 65°C'de kurutulmuş ve kullanılıncaya kadar hava geçirmeyen torbalar içinde serin karanlık ortamda saklanmıştır.

Çizelge 3.2. Denemede kullanılan balık unu karışımının ve poliket ununun besin madde içerikleri (kuru madde üzerinden)

Besin maddeleri	Balık unu ¹	Poliket unu ²
Kuru madde (%)	92.9	90.2
Protein (%)	76.8	59.4
Ham yağ (%)	7.1	5.9
Ham kül (%)	14.0	14.6
Toplam Enerji (MJ/kg)	21.31	19.80
Yağ asitleri		
∑SFA	49.2	62.1
∑MUFA	23.9	18.6
20:4n-6 (ARA)	0.2	ND
20:5n-3 (EPA)	6.4	6.2
22:6n3 (DHA)	7.4	0.9
∑PUFA	20.5	13.3
PUFA/SFA	0.4	0.2
∑n6	3.8	3.9
∑n3	16.7	9.3
n6/n3	4.3	2.4
DHA/EPA	1.1	0.1

¹Üç farklı balık ununun eşit miktarda karışımıdır.

²Liyofilize edilmiş ve 65°C'de kurutulmuş materyalin 1:1 oranında karışımıdır.

Σ SFA; toplam doymuş yağ asitleri; Σ MUFA; toplam tekli doymamış yağ asitleri; Σ PUFA; toplam çoklu doymamış yağ asitleri; Σ n6; toplam n-6 serisi çoklu doymamış yağ asitleri; Σ n3; toplam n-3 serisi çoklu doymamış yağ asitleri, ARA; arakidonik asit; EPA; eikosapentaenoik asit, DHA.

Çizelge 3.3. Denemede kullanılan yemlerin hammadde ve besin madde kompozisyonları

Hammaddeler	Kontrol	PU5	PU10	PU15	PU20
Balık unu	29.45	25.72	22.00	18.27	14.55
PU	0.00	5.00	10.00	15.00	20.00
Soya küspesi	10.50	10.50	10.50	10.50	10.50
Mısır glüten unu	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50
Buğday glütene	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
Tavuk unu	9.67	9.67	9.67	9.67	9.67
Soya protein konsantresi	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50
Balık yağı	10.05	9.92	9.78	9.65	9.52
Buğday unu	24.28	22.84	21.49	20.14	18.80
Mono hidrojen fosfat	0.25	0.56	0.76	0.96	1.17
Vitamin premiksi ¹	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
Mineral premiksi ²	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
Kolin klorit	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
CMC	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
Kromik oksit	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
Besin madde düzeyleri (kuru madde esasına göre, %)					
Kuru madde	95.8	95.7	95.5	95.6	95.5
Protein	50.1	50.0	49.6	49.1	48.9
Lipit	14.9	14.3	14.5	14.2	14.4
Kül	8.7	9.2	9.6	9.9	9.9
Toplam enerji (MJ/kg)	22.2	22.0	22.0	21.8	21.8

PU: Poliket unu; CMC: Karboksimetil selüloz.

¹Her 5 kg'da; vitamin A: 20,000 000 IU, vitamin D3: 2,000 000 IU, vitamin E: 200,000 mg, vitamin K3: 12,000 mg, vitamin B1: 20,000 mg, vitamin B2:30 000 mg, Niacin: 200, 000 mg, Cal.D. Pantothenate: 50,000 mg, vitamin B6: 20,000, vitamin B12: 50 mg, D-Biotin: 500 mg, Folik asit: 6,000 mg, vitamin C: 200 000 mg, inositol: 300 000 mg bulunmaktadır.

²Her 1 kg'da; mangan50,000 mg, çinko 50,000 mg, bakır 10,000 mg, kobalt 150 mg, iyot 800 mg, selenyum 150 mg ve Demir 50,000 mg bulunmaktadır.



Şekil 3.5. Deneme yemlerinin üretim aşamaları

3.5. Balık Ölçümleri ve Örneklemeleri

Deneme başı ve deneme sonunda her tanktaki balıkların ortalama ağırlıkları alınmıştır. Ağırlıkların belirlenmesinden Shimadzu 0,001 hassas teraziden faydalanılmıştır. Deneme başı vücut kompozisyonunun belirlenmesi amacıyla her iki türden de toplam 20 adet balık aşırı dozda bayıltıcı (1.2 mL/L fenoksietanol) ile öldürüldükten sonra örneklenmiş ve analize kadar -20°C'de tutulmuştur. Deneme sonunda ise, her tanktan 4 balık vücut organ indekslerinin belirlenmesi (kondisyon faktörü; KF, hepatosomatik indeks; HSI, visero somatik indeks; VSI) ve organ analizleri için, 4 balık ise deneme sonu tüm vücut besin madde kompozisyonlarının belirlenmesi amacıyla aşırı dozda bayıltıcı ile muamele edilerek örneklenmiştir.

Denemelerin üçüncü haftasından başlamak üzere, farklı günlerde haftada 3 kez olmak üzere, sabah yemlemesinden önce her bir tanktan dışkı örnekleme yapılmıştır. Dışkı toplama işlemi, tüm halde bulunan materyallerin tank dibinden sifonlanması ile gerçekleştirilmiştir. Deneme sonuna kadar toplanan dışkılar tanklara göre bir araya getirilmiş ve -20°C'de muhafaza edilmiştir. Dışkı örnekleri 65°C'de kurutulmuş, laboratuvar değirmeni ile öğütülmüş ve ardından olası balık pulu karışımını gidermek amacıyla 500 µm elek ile elenmiştir.

3.6. Büyüme Parametreleri ve Sindirilebilirlik Hesaplamaları

Büyüme ve yemden yararlanma ile ilgili değişkenler aşağıda verilen formüller ile hesaplanmıştır.

$$\text{Canlı ağırlık artışı (CAA, g/balık)} = A_f - A_b,$$

$$\text{Spesifik büyüme oranı (SBO, \%/gün)} = 100(\ln A_f - \ln A_b)/\text{gün},$$

$$\text{Yemden yararlanma oranı (YYO)} = \text{yem tüketimi (kuru madde üzerinden) (g)/CAA (g)},$$

$$\text{Günlük yem tüketimi (GYT, g/kg MBW / gün)} = (\text{kuru yem tüketimi} / \text{MBW}^{0.8}) / \text{gün}$$

$$\text{Metabolik vücut ağırlığı (MVA)} = (\text{Başlangıç (A}_b\text{) ve final ağırlığının (A}_f\text{) geometrik ortalaması})^{0.8}$$

$$\text{Protein etkinlik oranı (PER)} = \text{CAA/protein tüketimi (g)},$$

$$\text{Kondisyon faktörü (KF)} = [A_f / (U \text{ (cm)})^3] \times 100$$

$$\text{Visero-somatik indeks (VSI, \%)} = 100 \times (\text{iç organlar ağırlığı (g) / vücut ağırlığı (g)}),$$

$$\text{Hepato-somatik indeks (HSI, \%)} = 100 \times (\text{karaciğer ağırlığı (g)/vücut ağırlığı (g)}),$$

$$\text{Besin madde (N, lipit, enerji) tüketimi (g veya kJ/kg MVA/gün)} = (\text{besin madde tüketimi (g veya kJ / kg MVA)})/\text{gün},$$

$$\text{Besin madde (N, lipit, enerji) kazanımı (g veya kJ/kg MVA/gün)} = ((\text{final vücut besin madde miktarı (g veya kJ)} - \text{başlangıç besin madde miktarı (g veya kJ)})/\text{kg MVA})/\text{gün},$$

$$\text{Besin madde (N, lipit, enerji) tutumu (\%)} = 100 (\text{besin madde kazancı (g veya kJ)/besin madde tüketimi (g veya kJ)},$$

Burada; A_f (g) deneme sonu final ağırlığını ve A_b deneme başı ağırlığını, gün ise deneme süresini göstermektedir.

Deneme yemlerinin besin madde sindirilebilirlik katsayıları (SK) NRC (2011) tarafından önerilen formüllere göre hesaplanmıştır.

$$\text{Kuru madde SK (\%)} = 100 \left[1 - \left(\frac{Cr_2O_3_{yem}}{Cr_2O_3_{dışki}} \right) \right]$$

$$\text{Besin madde SK (\%)} = 100 \left[1 - \left(\frac{Cr_2O_3_{yem}}{Cr_2O_3_{dışki}} \times \frac{\text{Besin maddesi}_{dışki}}{\text{Besin maddesi}_{yem}} \right) \right]$$

3.7. Kimyasal Analizler

Hammaddeler, deneme yemleri, dışkı ve balık örneklerinin ham yağ içerikleri hariç diğer temel besin maddeleri AOAC (1990)'e göre yapılmıştır. Kısaca, kuru madde sabit tartım ağırlığı elde edilinceye kadar 104 °C'de kurutma, kül 600 °C'de iki saat yakma ve protein Dumas metoduna (Dumas Nitrogen Analyzer, Velp NDA 701-Monza, Brianza-Italy) göre belirlenen azotun 6.25 katsayısı ile çarpılması ile belirlenmiştir. Ham yağ ANKOM XT 15 cihazı kullanılarak hızlı ekstraksiyon yöntemi ile belirlenmiştir. Toplam enerji örneklerin yağ, protein ve karbonhidrat içeriklerinin sırasıyla 39.5 jule, 23.6 jule ve 17.2 jule katsayıları ile çarpılmasıyla tahmin edilmiştir (NRC, 2011). Deneme yemleri ve dışkı örneklerinin kromik oksit içerikleri Furukawa and Tsukahara (1966) tarafından bildirilen metoda göre belirlenmiştir.

3.8. İstatistiksel Analizler

Elde edilen değişkenler normallik ve deneme gruplarının homojenlik testlerinin ardından tek yönlü ANOVA ile test edilmiştir. ANOVA ile belirlenen önemli farklılıkların muamelelere göre ayırt edilmesi Tukey çoklu karşılaştırma testi ile gerçekleştirilmiştir. Ayrıca, farklı PU düzeylerinin ele alınan tepkiler üzerindeki trend analizleri polinomial kontrastlarla (linear ve kuadratik) yapılmıştır. Önemlilik düzeyi olarak $P=0.05$ dikkate alınırken, $P\leq 0.1$ ' düzeyi önemli eğilim olarak değerlendirilmiştir. Tüm istatistik analizler JMP 8 istatistik paket programı kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

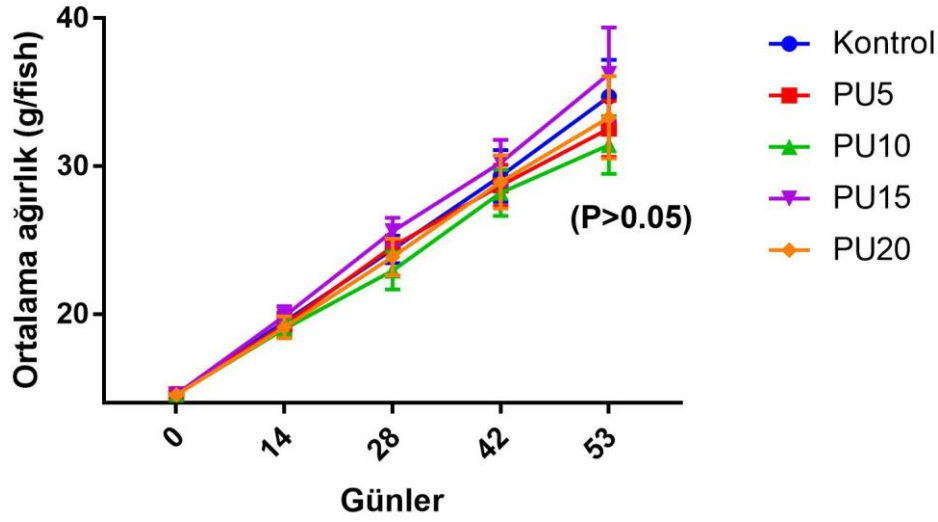
4. BULGULAR

Artan diyetel PU düzeylerinin levreklerin büyümesi ve yemden yararlanma etkinlikleri üzerine etkileri istatistiksel olarak benzer bulunmuştur (Çizelge 4.1 ve Şekil 4.1) ($P>0.05$). Balıklar, yemde PU düzeyi arttıkça daha fazla yem alma eğilimi göstermişlerdir ($P_{linear}=0.068$). Organ indeksleri ile kondisyon faktörü değerleri ise muameleler arasında önemli derecede değişiklik göstermemiştir (Çizelge 4.1).

Çizelge 4.1. Farklı düzeylerde PU içeren yemlerle beslenen deneme grubu balıkların büyüme, yemden yararlanma oranları ve organ indeksleri.

Parametreler	Kontrol	PU5	PU10	PU15	PU20	P değeri		
						ANOVA	Linear	Kuadratik
A _b (g/balık)	14.57±0.03	14.57±0.03	14.57±0.03	14.57±0.03	14.53±0.03	-	-	-
A _r (g/balık)	34.70±2.50	32.53±1.90	31.43±1.95	36.23±3.15	33.30±2.78	0.700	0.900	0.604
SBO (%/gün)	2.06±0.23	1.99±0.27	1.89±0.21	2.21±0.23	1.94±0.28	0.900	0.970	0.970
YYO	1.27±0.08	1.41±0.14	1.46±0.08	1.35±0.14	1.42±0.10	0.767	0.421	0.384
GYT (g/kg)								
MVA/gün)	10.70±0.51	10.82±0.24	10.78±0.34	11.90±0.23	11.26±0.48	0.217	0.068	0.801
PEO	1.58±0.09	1.45±0.13	1.39±0.08	1.54±0.15	1.45±.10	0.756	0.591	0.390
KF	1.13±0.07	1.12±0.04	1.13±0.00	1.09±0.01	1.11±0.02	0.902	0.359	0.896
VSI (%)	10.13±0.48	10.19±0.31	10.57±0.04	10.04±0.20	9.86±0.56	0.739	0.481	0.249
HSI (%)	2.21±0.09	2.22±0.10	2.19±0.03	2.16±0.06	2.13±0.14	0.955	0.364	0.815

A_b; başlangıç ağırlığı, A_r; final ağırlığı, SBO; spesifik büyüme oranı, YYO; yemden yararlanma oranı, GYT; günlük yem tüketimi, MVA; metabolik vücut ağırlığı, PEO; protein etkinlik oranı rate, KF; kondisyon faktörü, VSI; visero-somatik indeks, HSI; hepato-somatik indeks.



Şekil 4.1. Farklı düzeylerde PU içeren yemlerle beslenen deneme grubu balıkların ağırlıkça büyümesi

Diyetsel PU düzeyleri arttıkça, levreklerin vücut nem düzeylerinde önemli linear azalma görülmüştür ($P_{linear}=0.003$). Buna karşın, vücut protein ve lipit düzeylerinde PU düzeylerine paralel olarak artan linear bir etki belirlenmiştir ($P_{linear} < 0.05$) (Çizelge 4.2.).

Çizelge 4.2. Farklı PU düzeyleri içeren yemlerle beslenen deneme grubu balıkların vücut besin madde kompozisyonları

Besin maddeleri	Başlangıç	Kontrol	PU5	PU10	PU15	PU20	P değeri		
							ANOVA	Linear	Kuadratik
Nem	69.18	66.63±0.16	66.28±1.12	64.56±0.50	65.16±0.28	64.25±0.15	0.055	0.003	0.538
Protein	15.49	16.08±0.43	16.00±0.53	16.46±0.40	16.49±0.57	17.13±0.17	0.443	0.039	0.464
Lipit	8.85	12.38±0.11	12.81±0.82	14.35±0.62	13.53±0.68	14.44±0.36	0.108	0.010	0.487
Kül	4.00	3.95±0.08	3.91±0.12	4.00±0.07	3.89±0.10	3.97±0.13	0.949	0.914	0.889

Yemlerde balık unu yerine ikame edilen PU düzeylerinin artışıyla kuru madde sindirim katsayıları da önemli derecede artış göstermiştir ($P < 0.05$) (Çizelge 4.3.). Benzer şekilde, protein, enerji ve organik madde sindirim katsayıları da PU düzeylerine paralel olarak linear artış sergilemiştir ($P < 0.05$).

Çizelge 4.3. Farklı PU düzeyleri içeren yemlerle beslenen deneme gurubu balıkların besin madde sindirim katsayıları

Besin maddesi	Kontrol	PU5	PU10	PU15	PU20	P değeri*		
						ANOVA	Linear	Kuadratik
Kuru madde	66.18±0.90 ^{bc}	64.60±0.86 ^c	67.25±0.80 ^{bc}	69.49±1.08 ^{ab}	71.63±0.89 ^a	0.002	0.001	0.037
Lipit	94.00±0.72	93.91±0.39	93.90±0.17	93.44±0.35	95.24±0.51	0.154	0.155	0.052
Protein	87.65±0.25 ^b	87.65±0.85 ^b	88.31±0.05 ^{ab}	89.33±0.60 ^{ab}	90.10±0.33 ^a	0.022	0.001	0.234
Enerji	75.92±0.13 ^{bc}	74.40±0.85 ^c	76.56±0.67 ^{abc}	77.87±0.88 ^{ab}	79.68±0.63 ^a	0.003	0.001	0.269
Organik madde	69.71±0.02 ^{bc}	67.70±0.96 ^c	70.56±0.98 ^{abc}	72.37±1.05 ^{ab}	74.36±0.81 ^a	0.003	0.001	0.036

*Aynı satırda farklı harflerle gösterilen veriler birbirlerinden önemli derecede farklıdır (P<0.05).

Çizelge 4.4. Farklı düzeyde PU içeren yemlerle beslenen deneme grubu balıkların besin madde kullanım parametreleri

MVA; metabolik vücut ağırlığı, CAA; canlı ağırlık artışı

Besin maddeler	Kontrol	PU5	PU10	PU15	PU20	P değeri		
						ANOVA	Linear	Kuadratik
Tüketim								
N (g/kg MVA/gün)	0.86±0.04	0.87±0.02	0.85±0.03	0.93±0.02	0.88±0.04	0.365	0.192	0.767
Lipit (g/kg MVA/gün)	1.59±0.08	1.55±0.03	1.56±0.05	1.69±0.03	1.62±0.07	0.451	0.248	0.792
Enerji (kJ/kg MVA/gün)	237.8±11.4	238.3±5.3	236.6±7.5	259.5±5.0	246.0±10.5	0.326	0.144	0.901
Kazanç								
N (g/kg MVA/gün)	0.23±0.03	0.21±0.02	0.21±0.02	0.25±0.04	0.24±0.03	0.755	0.378	0.487
Lipit (g/kg MVA/gün)	1.27±0.08	1.25±0.09	1.42±0.04	1.50±0.15	1.52±0.14	0.311	0.018	0.989
Enerji (kJ/kg MVA/gün)	83.54±7.43	79.60±6.13	86.22±2.4 1	95.92±10.8 8	95.11±9.53	0.530	0.075	0.707
Tutulma								
N (%)	26.16±2.53	23.86±3.15	23.97±1.2 8	26.50±3.79	26.80±1.89	0.882	0.580	0.367

Lipit (%)	79.88±1.97	80.78±7.81	90.78±3.8 9	88.97±9.13	93.63±5.39	0.459	0.043	0.826
Enerji (%)	35.02±1.86	33.55±3.33	36.45±0.3 5	36.97±4.13	38.49±2.36	0.753	0.163	0.673
Besin madde kayıpları								
Katı N (g/kg CAA)	12.55±0.58	14.04±2.12	13.70±0.7 2	11.68±1.87	11.28±1.06	0.600	0.201	0.232
Çözünmüş N (g/kg CAA)	62.92±6.71	72.38±10.24	74.81±4.9 5	67.43±10.4 1	70.61±6.80	0.856	0.630	0.386
Toplam N (g/kg CAA)	75.47±7.26	86.39±12.28	88.39±5.6 6	78.88±12.2 5	81.63±7.80	0.862	0.848	0.356
Toplam katı maddeler (g/kg CAA)	429.3±23.8	500.1±58.5	478.3±15. 8	415.3±57.4	401.4±21.5	0.399	0.211	0.119

Diyetsel PU düzeylerinin levreklerde besin madde kullanım parametreleri üzerine etkileri Çizelge 4.4.'de verilmiştir. Levreklerin günlük azot, lipit ve enerji tüketimleri PU düzeylerinden önemli derecede etkilenmemiştir ($P>0.05$). Diğer yandan, balıkların günlük lipit kazançları diyetsel PU düzeyleri ile linear olarak artmıştır ($P<0.05$). Bu artış günlük enerji kazanç verilerine önemli bir eğilim olarak yansımıştır ($P_{linear}=0.075$; $P_{kuadratik}=0.076$). Artan PU düzeyleri levreklerin vücutlarında tutulan lipit yüzdesini de doğrusal olarak yükseltmiştir ($P_{linear}=0.043$). Buna karşın, azot ve enerji tutum verileri diyetsel PU düzeylerinden etkilenmemiştir. Benzer şekilde, levreklerin toplam katı madde, katı ve çözünmüş azot kayıp miktarları rasyondaki PU düzeylerinden önemli derecede etkilenmemiştir ($P>0.05$) (Çizelge 4.4).

Diyetsel PU düzeylerinin levreklerin karaciğer yağ asitleri kompozisyonuna etkileri Çizelge 4.5'te verilmiştir. Çizelge yakından incelendiğinde, PU düzeylerinin birçok farklı gruptan birçok yağ asiti düzeyini önemli derecede etkilediği görülecektir. Örneğin, doymuş yağ asitlerinden 15:0, 20:0 ve 24:0 PU düzeyleri arttıkça linear düşüş gerçekleşmiş, 16:0, 18:0 ile Σ SFA konsantrasyonları PU düzeyleri ile birlikte artış olmuştur ($P_{linear}<0.05$). Tekli doymamış yağ asitlerinden 17:1, 20:1 ve 22:1n-9 düzeyleri diyetsel PU düzeylerine zıt şekilde linear olarak ($P_{linear}<0.05$), azalmış ancak bu trend toplam tekli doymamış yağ asitlerine yansımamıştır. n-6 yağ asitlerinden 18:2n-6, 20:3n-6, 20:4n-6 ve 22:2n-6 yemlerdeki PU düzeylerine zıt olarak doğrusal şekilde azalmış ve bu trend n-6 toplamına da yansımıştır ($P_{linear}<0.05$). Benzer şekilde, 18:4n-3, 20:5n-3

(EPA), 22:6n-3 (DHA) ve \sum n-3 konsantrasyonları da PU düzeyleri arttıkça linear olarak düşüş göstermiştir ($P_{linear} < 0.05$).

Çizelge 4.5. Farklı düzeyde PU içeren yemlerle beslenen deneme grubu balıkların deneme sonu karaciğer yağ asitleri kompozisyonları

Yağ asitleri	Kontrol	PU5	PU10	PU15	PU20	P değeri		
						ANOVA	Linear	Kuadratik
14:0	1.97±0.12	1.92±0.04	1.92±0.09	1.84±0.11	1.95±0.11	0.888	0.659	0.446
15:0	0.13±0.01	0.12±0.01	0.11±0.00	0.10±0.00	0.10±0.00	0.153	0.003	1.000
16:0	21.09±0.90	21.71±0.81	23.50±0.23	22.90±1.42	25.05±0.61	0.068	0.002	0.816
17:0	0.21±0.02	0.20±0.02	0.20±0.01	0.21±0.01	0.20±0.01	0.924	0.663	0.606
18:0	6.85±0.32 ^{bc}	6.42±0.06 ^c	7.00±0.08 ^{abc}	8.03±0.41 ^{ab}	8.22±0.27 ^a	0.003	0.001	0.102
20:0	0.36±0.03	0.35±0.05	0.33±0.01	0.31±0.02	0.30±0.02	0.549	0.043	0.939
21:0	0.06±0.00	0.06±0.01	0.06±0.00	0.06±0.00	0.06±0.00	0.903	1.000	0.482
22:0	0.10±0.01	0.11±0.01	0.09±0.01	0.09±0.01	0.09±0.01	0.615	0.099	1.000
24:0	0.24±0.01 ^a	0.22±0.01 ^{ab}	0.23±0.01 ^{ab}	0.21±0.00 ^{ab}	0.20±0.00 ^b	0.029	0.002	0.373
\sum SFA	31.01±0.93 ^b	31.10±0.81 ^b	33.45±0.23 ^a	33.75±1.53 ^{ab}	36.17±0.78 ^a	0.017	0.001	0.401
16:1	3.50±0.10	3.74±0.21	3.69±0.06	3.35±0.31	3.50±0.06	0.573	0.472	0.441
17:1	0.12±0.02	0.11±0.02	0.09±0.01	0.10±0.01	0.09±0.01	0.250	0.015	0.452
18:1n9	39.91±0.96	40.94±0.55	40.62±0.67	41.02±0.64	39.81±0.22	0.574	0.945	0.083
18:1n7	3.03±0.21	3.06±0.13	2.95±0.01	2.81±0.06	2.89±0.07	0.565	0.102	0.852
C20:1	1.70±0.18	1.69±0.16	1.47±0.08	1.51±0.15	1.33±0.09	0.325	0.020	0.866
22:1n9	0.25±0.03	0.23±0.01	0.23±0.01	0.21±0.01	0.20±0.01	0.424	0.027	0.892
24:1	0.05±0.00	0.05±0.00	0.04±0.01	0.05±0.01	0.05±0.00	0.382	0.370	0.139
\sum MUF A	48.57±0.83	49.82±0.40	49.09±0.63	49.05±0.42	47.87±0.15	0.208	0.154	0.028
18:2n6	8.41±1.24	8.17±0.80	6.86±0.36	6.84±0.65	5.95±0.41	0.202	0.006	0.992
18:3n3	2.07±0.17	1.98±0.10	1.92±0.05	1.92±0.11	1.82±0.10	0.638	0.071	0.940
18:4n3	0.34±0.02	0.34±0.02	0.31±0.01	0.31±0.03	0.28±0.02	0.231	0.008	0.686
20:2n6	0.66±0.05	0.63±0.07	0.56±0.05	0.58±0.07	0.53±0.04	0.564	0.063	0.739

20:3n6	0.48±0.04	0.47±0.02	0.43±0.02	0.42±0.02	0.38±0.02	0.136	0.003	0.720
20:4n6	0.22±0.01	0.21±0.00	0.21±0.01	0.19±0.02	0.19±0.01	0.312	0.017	0.771
22:2n6	0.18±0.02	0.18±0.01	0.15±0.01	0.15±0.03	0.13±0.01	0.252	0.011	0.905
20:5n3 (EPA)	1.04±0.08	1.09±0.04	1.02±0.10	0.93±0.11	0.86±0.03	0.308	0.023	0.295
22:4n6	0.05±0.00	0.05±0.00	0.05±0.01	0.05±0.01	0.05±0.00	0.815	0.166	1.000
22:5n3	0.36±0.06	0.36±0.04	0.32±0.04	0.33±0.06	0.29±0.02	0.778	0.176	0.729
22:6n3 (DHA)	1.77±0.19	1.61±0.12	1.67±0.11	1.38±0.18	1.30±0.04	0.159	0.006	0.658
∑PUFA	15.57±1.87	15.09±1.16	13.50±0.75	13.09±1.23	11.76±0.68	0.245	0.007	0.895
PUFA/SFA	0.51±0.07	0.49±0.05	0.40±0.03	0.39±0.05	0.33±0.03	0.131	0.003	0.880
∑n6	10.00±1.36	9.70±0.90	8.25±0.45	8.23±0.78	7.22±0.48	0.208	0.007	0.997
∑n3	5.57±0.51	5.39±0.31	5.24±0.31	4.86±0.48	4.54±0.21	0.365	0.017	0.663
n6/n3	1.78±0.09	1.80±0.11	1.58±0.02	1.70±0.07	1.59±0.03	0.150	0.038	0.728
DHA/EPA	1.70±0.06	1.47±0.07	1.65±0.05	1.49±0.12	1.50±0.02	0.160	0.129	0.588

Farklı PU düzeyleri içeren yemlerle beslenen levreklerin deneme sonu kas yağ asitleri kompozisyonlarının önemli şekilde etkilendiği çizelge 4.6'dan anlaşılmaktadır. 17:0 ve 24:0 PU düzeylerinden doğrusal olarak etkilenirken, 16:0, 18:0, 20:021:0 ve ∑SFA konsantrasyonları deneme grupları arasında heterojen olarak farklılık göstermiştir (ANOVA, $P < 0.05$). Benzer şekilde, PU5 yemi ile beslenen balıkların kas 18:1n-9, 20:1, 22:1n-9 ve ∑MUFA düzeyleri kontrol grubundan önemli derecede düşük gerçekleşmiştir ($P < 0.05$). Çoklu doymamış yağ asitlerinin bazılarında da (18:2n-6, 18:3n-3, 20:2n-6, C20:3n-6 ve 22:2n-6) PU düzeylerine göre heterojen bir farklılık kaydedilmiş (ANOVA $P < 0.05$), ancak EPA düzeylerinde PU düzeylerine paralel linear bir artış kaydedilmiştir ($P_{linear} < 0.05$). Buna karşın deneme gruplarının kas DHA seviyeleri arasında önemli bir farklılık tespit edilmemiştir.

Çizelge 4.6. Farklı düzeyde PU içeren yemlerle beslenen deneme grubu balıkların deneme sonu kas yağ asitleri kompozisyonları

Yağ asitleri	Kontrol	PU5	PU10	PU15	PU20	P değeri		
						ANOVA	Linear	Kuadratik
14:0	2.54±0.05	2.21±0.06	2.45±0.10	2.30±0.12	2.28±0.15	0.233	0.217	0.539
15:0	0.25±0.00	0.22±0.01	0.24±0.00	0.23±0.01	0.25±0.02	0.112	1.000	0.052
16:0	16.99±0.27 ^b	21.15±0.35 ^a	17.79±0.81 ^b	19.25±0.39 ^{ab}	19.10±0.85 ^{ab}	0.005	0.419	0.265
17:0	0.24±0.01 ^{ab}	0.23±0.00 ^b	0.25±0.00 ^a	0.25±0.01 ^{ab}	0.26±0.01 ^a	0.013	0.004	0.880
18:0	5.55±0.32 ^b	10.74±0.69 ^a	6.42±1.13 ^b	7.82±0.59 ^{ab}	7.86±1.36 ^{ab}	0.020	0.658	0.320
20:0	0.21±0.01 ^a	0.16±0.00 ^b	0.21±0.02 ^a	0.17±0.00 ^{ab}	0.17±0.00 ^{ab}	0.010	0.117	0.782
21:0	0.10±0.00 ^a	0.07±0.00 ^b	0.09±0.00 ^a	0.09±0.00 ^{ab}	0.09±0.01 ^{ab}	0.004	0.469	0.079
22:0	0.18±0.00	0.15±0.00	0.17±0.00	0.16±0.00	0.16±0.01	0.102	0.210	0.286
24:0	0.27±0.01 ^a	0.22±0.01 ^b	0.25±0.00 ^{ab}	0.23±0.01 ^{ab}	0.22±0.01 ^b	0.021	0.008	0.437
∑SFA	26.33±0.44 ^b	35.15±0.98 ^a	27.87±1.87 ^b	30.49±0.85 ^{ab}	30.39±2.07 ^{ab}	0.011	0.583	0.292
16:1	3.62±0.04	3.18±0.16	3.63±0.14	3.44±0.09	3.43±0.21	0.217	0.782	0.688
17:1	0.08±0.01	0.10±0.02	0.08±0.00	0.09±0.01	0.10±0.01	0.679	0.403	0.858
18:1n9	29.96±0.61 ^a	25.50±0.78 ^b	28.52±1.24 ^{ab}	27.53±0.54 ^{ab}	27.48±1.01 ^b	0.050	0.373	0.223
18:1n7	3.21±0.15	3.16±0.08	3.35±0.03	3.39±0.06	3.36±0.05	0.284	0.037	0.691
C20:1	3.15±0.06 ^a	2.49±0.08 ^b	2.99±0.16 ^a	2.80±0.08 ^{ab}	2.92±0.10 ^{ab}	0.011	0.744	0.105
22:1n9	0.33±0.01 ^a	0.26±0.02 ^b	0.30±0.01 ^{ab}	0.29±0.01 ^b	0.29±0.00 ^{ab}	0.011	0.301	0.081
24:1	0.14±0.03	0.14±0.00	0.13±0.01	0.15±0.01	0.14±0.02	0.901	0.713	0.664
∑MUF A	40.49±0.46 ^a	34.83±0.99 ^b	39.00±1.49 ^{ab}	37.70±0.70 ^b	37.72±1.35 ^{ab}	0.039	0.522	0.239
18:2n6	14.27±0.28 ^a	12.12±0.34 ^b	13.69±0.44 ^a	12.92±0.28 ^{ab}	13.16±0.28 ^{ab}	0.010	0.327	0.166
18:3n3	2.48±0.02 ^a	2.13±0.08 ^b	2.39±0.08 ^{ab}	2.36±0.03 ^b	2.37±0.06 ^{ab}	0.020	0.945	0.165
18:4n3	0.65±0.01	0.54±0.03	0.66±0.02	0.60±0.02	0.59±0.05	0.057	0.600	0.774
20:2n6	0.88±0.01 ^a	0.77±0.03 ^b	0.85±0.03 ^{ab}	0.85±0.02 ^{ab}	0.85±0.02 ^{ab}	0.036	0.903	0.153
C20:3n6	0.91±0.03 ^a	0.69±0.03 ^b	0.83±0.04 ^{ab}	0.77±0.03 ^{ab}	0.79±0.03 ^{ab}	0.007	0.227	0.094

20:4n6	0.41±0.02 ^a	0.49±0.02 ^a	0.46±0.03 ^a	0.48±0.01 ^a	0.48±0.01 ^a	0.050	0.035	0.101
22:2n6	0.44±0.00 ^a	0.37±0.01 ^b	0.43±0.01 ^a	0.41±0.01 ^a	0.41±0.01 ^a	0.001	0.745	0.258
20:5n3 (EPA)	3.46±0.12	3.67±0.16	3.88±0.21	3.85±0.10	3.80±0.13	0.323	0.038	0.115
22:4n6	0.17±0.00	0.17±0.00	0.19±0.01	0.19±0.01	0.19±0.01	0.053	0.003	0.333
22:5n3	0.91±0.01	0.95±0.03	0.97±0.01	1.02±0.03	1.00±0.02	0.053	0.001	0.329
22:6n3 (DHA)	4.52±0.19	5.81±0.27	5.03±0.41	5.34±0.26	5.01±0.17	0.076	0.597	0.068
∑PUFA	29.12±0.62 ^{ab}	27.71±0.09 ^b	29.38±0.06 ^a	28.80±0.25 ^{ab}	28.65±0.31 ^{ab}	0.044	0.917	0.867
PUFA/S FA	1.11±0.03 ^a	0.79±0.02 ^b	1.06±0.07 ^a	0.95±0.03 ^{ab}	0.95±0.07 ^{ab}	0.008	0.505	0.346
∑n6	17.10±0.28 ^a	14.61±0.37 ^b	16.45±0.49 ^a	15.63±0.29 ^{ab}	15.87±0.34 ^{ab}	0.007	0.387	0.161
∑n3	12.02±0.34	13.10±0.32	12.93±0.54	13.17±0.29	12.77±0.06	0.211	0.112	0.036
n6/n3	1.42±0.02 ^a	1.12±0.06 ^b	1.28±0.09 ^{ab}	1.19±0.04 ^{ab}	1.24±0.03 ^{ab}	0.023	0.149	0.057
DHA/E PA	1.31±0.02 ^a	1.59±0.07 ^a	1.29±0.05 ^a	1.39±0.07 ^a	1.32±0.08 ^a	0.046	0.504	0.303

5. TARTIŞMA

Balık yemlerinde poliket kullanımı, ilginç şekilde, az sayıda araştırmacının ilgisini çeken bir konu olmuştur (Binh et al. 2008; Ende et al. 2017; Ende et al., 2018; Kals et al. 2017). Mevcut çalışmaların çoğu da poliketi yemlerin bir bileşeni olarak değil, tek başına bir yem olarak ele almıştır. Örneğin, poliket tek başına dil balığında kullanıldığında, büyüme performansının ticari pelet yem veya pelet+poliket ekstratı uygulamalarına göre daha fazla olduğu tespit edilmiştir (Kals et al., 2017). Küçük ve büyük boy dil balıklarında tek başına poliket veya tek başına ticari pelet kullanıldığında, poliket ile beslenen balıkların büyüme ve yemden yararlanma performansı bakımından daha iyi olduğu gözlenmiştir (Ende et al. 2017). Bizim araştırmamızda olduğu gibi poliketin bir yem hammaddesi olarak değerlendirildiği bir çalışmada, gökkuşacağı alabalıklarında poliket ununa dayalı bir yemin balık ununa dayalı diğer bir yeme göre daha iyi büyüme performansı sağladığı rapor edilmiştir (Odds 2013). Karides yemlerinde poliket (*Nereis virens*) ununun balık unu yerine ikamesi, büyüme, yemden yararlanma ve yaşama yüzdesi bakımından benzer sonuçlar sağladığı belirlenmiştir (Lupatsch 2014). Avrupa levreğinde *Sabella spallanzanii* türünden üretilen bir poliket ununun balık unu yerine %10 düzeyinde ikamesi benzer büyüme ve yemden yararlanma verileri sağlamıştır (Stabili et al. 2019). Yürütülen bu çalışmada balık unu yerine poliket unu ikamesinin levrek büyüme ve yemden yararlanma performansı açısından etkileri ilgili bulgular literatür bulguları ile uyumludur. Hatta büyüme, besin madde sindirim katsayıları ve çevresel etki bakımından elde ettiğimiz bulgular, PU'nun balık ununa denk veya daha üstün besleme değerine sahip olduğunu göstermektedir. Benzer şekilde Stabii vd. (2019) %10 poliket ve %5 alg içeren yemlerin Avrupa levreğinde iştahı arttırdığı kaydedilmiş, bu yemlerle beslenen balıkların mide histolojisinin olumsuz etkilenmediği belirtilmiştir.

Tüm vücut besin bileşenlerinin yemlerin besin madde içerikleri ile yakından ilişkili olduğu bilinmektedir. Bu çalışmada, tüm vücut nem, kül, protein ve lipit değerleri muameleler arasında benzer bulunmuştur. Bu sonuçlar farklı PU düzeylerinin artan düzeylerinin vücut kompozisyonunda herhangi bir olumsuzluğa neden olmadığını göstermektedir.

Diğer taraftan deneme yemlerindeki balık unu yerine kullanılan poliket unu düzeylerinin artışıyla birlikte sindirim katsayıları da önemli düzeyde artış göstermiştir ($P<0,05$). Bu artışın poliketin balık ununa göre levrek yavruları tarafından daha iyi değerlendirilebildiğini ve besin maddelerinin sindirilebilirliğinin daha yüksek olduğunu göstermektedir. Bu sonuçlara göre balıkların günlük lipit kazançları diyetsel PU düzeyleri ile linear olarak arttığı ve bu artışın günlük enerji kazanç verilerine önemli bir eğilim olarak yansıdığı görülmektedir. Artan PU düzeylerinin levreklerin vücutlarında tutulan lipit yüzdesini de doğrusal olarak yükselmeye neden olduğu saptanmıştır. Elde edilen verilerin doğrudan karşılaştırılabileceği detaylı literatür olmamakla birlikte, gökkuşağı alabalığında yürütülen bir çalışmanın özet bilgilerine göre poliket unu yerine ikame edildiğinde balık unlu yeme göre eşit veya daha iyi büyüme ve sindirim değerleri elde edildiği bildirilmiştir (Oddsens 2013).

Diğer taraftan diyetsel PU düzeylerinin levreklerin karaciğer yağ asitleri kompozisyonuna etkileri incelendiğinde karaciğer yağ asitleri kompozisyonunda deneme yemlerindeki PU oranının artışına bağlı olarak toplam SFA'da artış olurken, PUFA ve MUFA'da azalmalar gözlenmiştir. Bu farklılığın nedeni, PU'nun balık ununa göre daha yüksek SFA içermesinin bir yansıması olarak gösterilebilir (Çizelge 3.2). Benzer şekilde, PU'nun balık ununa göre daha az toplam MUFA ve PUFA içerdiği aynı çizelgeden görülecektir. Balıklarda karaciğer yağ asitleri kompozisyonunun, beslendikleri yemlerin yağ asitlerini profilini ile yakından ilişkili olduğu bir çok çalışma tarafından belirlenmiştir (Glencross, 2009)

Benzer şekilde farklı PU düzeyleri içeren yemlerle beslenen levreklerin deneme sonu kas yağ asitleri kompozisyonlarının önemli düzeyde değişiklik gösterdiği Çizelge 4.6'da görülmektedir. Buna göre toplam SFA değerleri PU artışına bağlı olarak artış gösterirken, toplam MUFA ve PUFA değerlerinde azalma olmuştur. Bu farklılıklar da balık unu ve PU'nun yağ asitleri profiline benzer şekilde gerçekleşmiştir. Yem, balıkların kas dokusu ve lipit içeriğini etkileyen en önemli faktörlerden biridir (Mraz and Pickova 2011). Bu çalışmada elde edilen balık kas dokusunun lipit ve yağ asidi kompozisyonunun deneme yemlerindeki PU içeriğinin artışıyla birlikte çoklu doymamış yağ asitlerinin önemli oranda artış gösterdiği ve bu sonuçların benzer çalışmaları yürüten araştırmacıların sonuçları ile benzerlik gösterdiği görülmüştür (Wang vd. 2019; Lim vd. 2020)

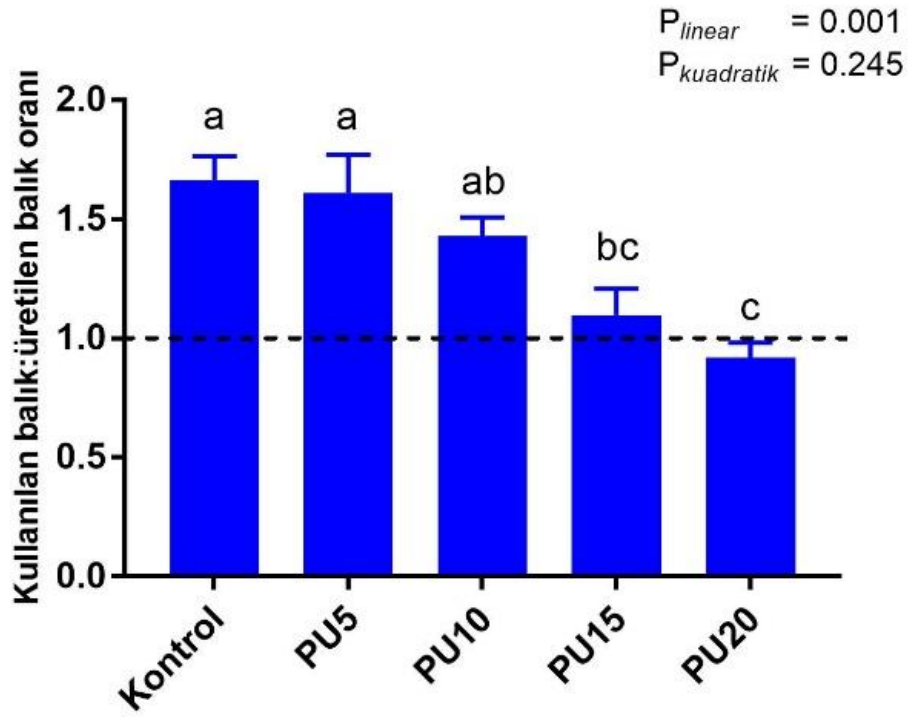
Araştırmamızda, bireysel uzun zincirli yağ asitlerinin deneme gruplarına göre değişimine bakıldığında, 20:4n-6 (araşidonik asit) ve 20:5n-3 (eikosapentaenoik asit) konsantrasyonlarının diyetel PU düzeyleri ile doğrusal olarak arttığı, 22:6n-3 (Dokosaheksaenoik asit)'in ise muameleler arasında benzerlik gösterdiği belirlenmiştir. Bu veriler, insan beslenmesinde uzun zincirli yağ asitlerinin önemi göz önüne alındığında oldukça önemlidir. Zira, PU düzeylerinin artmasıyla bu 3 önemli yağ asitinin (20:4n-6 , 20:5n-3, 22:6n-3) balık kasındaki benzer veya yükselen miktarları, poliket in yem hammaddesi olarak önemini daha da artıracaklarını göstermektedir.

Benzer şekilde, Lim vd. (2020) çamur yengeçleri için yem olarak poliket *Namalycastis sp. (Nereididae)* kullanımının büyüme ve yağ asidi kompozisyonu üzerine etkisini araştırdıkları bir çalışmada poliket kullanımının kontrol grubuna göre daha iyi bir büyüme sağladığı ve özellikle arşidonik asit, eikosapentaenoik asit ve dokosaheksaenoik asit bileşimlerinin kontrol grubuna göre daha yüksek olduğunu saptamışlardır.

Wang vd. (2019a) tarafından salmon smolt yetiştiriciliğinden açığa çıkan atıklarla beslenen poliketlerin (*Hediste diversicolor*) besinsel bileşimlerinin incelendiği çalışmada, poliketlerin lipit içeriği %12-16 arasında değişmiştir. Lipid içeriğinin %45'i çoklu doymamış yağ asitleri (PUFA), palmitik asit (C16:0) ve eikosapentaenoik asit (C20:5 n-3; EPA) yağ asitlerinden oluşmuştur. Dokosaheksaenoik asit (C20:6 n-3; DHA) içeriği ise salmon atıkları ile beslenen poliketlerde %6.23, salmon yemi ile beslenlerde ise %11.04 olarak belirlenmiştir. Poliket in protein içeriği ise kuru ağırlığın %54 ila %58'i arasında değişiklik göstermiştir. Wang vd. (2019b) başka bir çalışmalarında benzer sonuçları elde etmiş olup, protein oranı %42-47 seviyelerinde elde edilirken, çoklu doymamış yağ asitleri bileşiminin, poliketlerde özellikle arşidonik (C20:4 n-6) ve eikosapentaenoik (C20:5 n-3) ile dokosapentaenoik (C22:5 n-3) asitlerin artış gösterdiği bildirilmiştir. Bu bulgulara dayanarak, Wang vd. (2019a)'un "poliket balık unu ve balık yağına iyi bir alternatif niteliği taşıyabileceğini iddia etmişlerdir. Bu iddia, bizim çalışmamızda elde edilen verilerle kesin olarak doğrulanmıştır.

Su ürünleri yetiştiriciliğinde kullanılan yemlere giren denizel orjinli balık unu ve balık yağının her birim miktarı ile üretilen ürün miktarının bir kıyaslaması oldukça önemlidir (Tacon and Metian 2008). Kullanılan balık : üretilen balık oranı (fish in : fish out ratio) olarak ifade edilen bu konsept, bu çalışmada da kullanılmış ve PU'nun yemdeki düzeyleri %20'ye çıkarıldığında oranın 1'in altına düştüğü görülmüştür (Şekil 5.1). Bu

sonuçlar, PU'nun balık yemlerinde besleme değeri potansiyelinin çok yüksek olduğunu göstermektedir.



Şekil 5.1. Levrekte farklı düzeylerde PU kullanılan yemlerin, kullanılan balık:üretilen balık oranı üzerine etkisi

6. SONUÇLAR

Dünya nüfusunun hızlı artışı ve besin kaynaklarının daralmasına bağlı olarak insanların beslenmesinde sağlıklı ve yeterli besinlere ulaşım gittikçe zorlaşmaktadır. İnsanların yeterli ve dengeli beslenmesi için gerekli proteine ulaşabilmelerinde su ürünleri orjinli protein kaynaklarının önemi yadsınamaz. Ancak, insanların gereksinim duyduğu protein eksikliğinin giderilmesinde su ürünleri kaynaklı proteinlerin tamamen doğal avcılık yoluyla temin edilmesi mümkün gözükmemektedir. Bu nedenle su ürünleri yetiştiriciliği her geçen gün önemini arttırmakta ve tarım sektörü içerisinde en hızlı gelişen bir sektör olma konumunu muhafaza etmektedir. Su ürünleri yetiştiriciliğinin artışına bağlı olarak ortaya çıkan yem talebinin karşılanabilmesinde mevcut balık unu ve balık yağı üretimi yetersiz kalmaktadır. Balık unu ve yağının teminindeki sıkıntılar ve maliyetinin yüksekliğinden dolayı ikame edilebilecek temini kolay, fiyatı ucuz ve sürdürülebilir bitkisel ve hayvansal kaynaklı alternatif yem hammaddelerin arayışı güncelliğini korumaktadır. Hayvansal kaynaklı yem hammaddelerinden birisi olarak poliket; denizel orjinli olması, doğadan temini ve kültür koşullarında üretiminin kolay, ucuz ve sürdürülebilir olması dolayısıyla su ürünleri yem sektörünün dikkatini çekmektedir. Poliket üzerine yapılmış önceki çalışmasından elde edilen verilere göre poliket gerek temin edilebilirliği ve sürekliliği gerekse yüksek besinsel içeriği (yüksek ham protein ve esansiyel yağ asitleri içeriği) dolayısıyla yetiştiriciliği yapılan deniz ve tatlısu balıklarının yemlerinde balık unu yerine alternatif hammadde kaynağı olarak kullanılabilmesi anlaşılmaktadır.

Bu tez çalışmasından elde edilen sonuçlara göre, kısmen balık unu yerine %20'ye varan oranlarda poliket unu kullanıldığında Avrupa levreği yavrularının büyümesi ve yemden yararlanmasını olumlu yönde etkilendiği tespit edilmiştir. Ayrıca balık unu yerine kısmen poliket unu kullanımının balık eti kimyasal kompozisyonunu olumlu yönde etkileyerek özellikle vücut yağ asidi kompozisyonlarından uzun zincirli çoklu doymamış yağ asitlerini olumsuz etkilemediği, hatta EPA ve DHA seviyelerini linear olarak artırdığı belirlenmiştir. Diğer taraftan poliket ununun besin madde sindirim katsayıları ile çevresel etki bakımından balık ununa denk ve/veya daha üstün besleme değerine sahip olduğu görülmüştür. Su ürünleri sektöründe poliket ununun balık unu yerine kullanımına yönelik çalışmaların yeni yeni başladığını düşündüğümüzde, bu çalışma öncü

sayılabilecek niteliktedir. Ancak, bu alanda gerçekleştirilmesi ve açıklığa kavuşturulması gerekli pek çok araştırma ve çalışmaların olduğunu söylemek mümkündür.

7. KAYNAKLAR

- Akçay, E. 2021. Levrek (*Dicentrarchus labrax*).
<https://akademiksunum.com/index.jsp?modul=document&folder=84b7dd32a2ac82defd59cca7f200633591ece118>. [Son erişim tarihi: 15.12.2021].
- Anonim. *Hediste diversicolor* file online.
https://commons.wikimedia.org/wiki/Category:Hediste_diversicolor [Son erişim tarihi: 17.12.2021].
- AOAC, 1990. *Official Methods of Analysis, 15 ed. Association of Official Analytical Chemists, Arlington, VA.*
- Binh, N.T., Ishikawa, M., Yokoyama, S., Michael, F.R., Sakiyama, K., and Koshio, S. 2008. Effects of polychaete meal supplementation to the maturation feed on kuruma shrimp (*Penaeus japonicus*) female broodstocks. *Aquaculture Science*, 56(4): 523-530.
- de Carvalho, A. N., Vaz, A. S. L., Sérgio, T. I. B., and dos Santo, P. J. T. 2013. *Sustainability of ait Fishing Harvesting in Estuarine Ecosystems Case Studyin the Local Natural Reserve of Douro Estuary, Portugal.* *Revista da Gestão Costeira Integrada*, 13(2):157-168.
- Ende, S.S., Kroeckel, S., Schrama, J.W., Schneider, O., and Verreth, J.A. 2017. *The effect of food type (formulated diet vs. natural) and fish size on feed utilization in common sole, Solea solea (L.).* *Aquaculture Research*, 48(9): 4696-4706.
- Ende, S.S.W., Schrama, J.W., and Verreth, J.A.J., 2018. *The influence of prey size, sediment thickness and fish size on consumption in common sole (Solea solea L.).* *J. Applied Ichthyology*, 34(1): 111-116.
- FAO. 2020. *Fishery and Aquaculture Statistics.* Available at: http://www.fao.org/fishery/static/Yearbook/YB2018_USBCard/booklet/web_CB1213T.pdf. [Son erişim tarihi: 15.12.2021].
- Fidalgo e Costa, P., Narciso, L. and Cancela da Fonseca, L. 2000. *Growth, survival and fatty acid profile of Nereis diversicolor (O. F. Müller, 1776) fed on six different diets.* *Bulletin of Marine Science*, 67(1): 337 –343.
- Froese, R. & Pauly, D. (2021). FishBase. World Wide Web electronic publication, version. (11/2021). Retrieved from <http://www.fishbase.org>
- Francis, G., Makkar, H.P.S., and Becker, K. 2001. *Antinutritional factors present in plant-derived alternate fish feed ingredients and their effects in fish.* *Aquaculture*, 199: 197– 227.
- Furukawa, A., and Tsukahara, H. 1966. *On the acid digestion method for the determination of chromic oxide as an index substance in the study of digestibility of fish feed.* *Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries*, 32: 502-506.
- Gasco, L., Gai, F., Maricchiolo, G., Genovese, L., Ragonese, S., Bottari, T., and Caruso, G. (2018). *Fishmeal alternative protein sources for aquaculture feeds. In Feeds for the aquaculture sector (pp. 1-28).* Springer, Cham.
- Gatlin III, D. M., Barrows, F.T., Brown, P., Dabrowski, K., Gaylord, T. G., Hardy, R. W., Herman, E., Hu, G., Krogdahl, A., Nelson, R., Overturf, K., Rust, M., Sealey, W., Skonberg, D., Souza, E. J., Stone, D., Wilson, R., and Wurtele, E. 2007. *Expanding the Utilization of Sustainable Plant Products in Aquafeeds: A Review.* *Aquaculture Research*, 38(6): 551-579.

- Glencross, B.D. 2009. *Exploring the nutritional demand for essential fatty acids by aquaculture species. Reviews in Aquaculture, 1(2), 71-124.*
- Granada, L., Sousa, N., Lopes, S., Marco, F., and Lemos, L. 2016. *Is Integrated Multitrophic Aquaculture the Solution to These sectors' Major Challenges? – A Review. Reviews in Aquaculture, 8: 283–300*
- Jansen, H.M., Hansen, P. K., Brennan, N., Dahlgren, T. G., Fang, J. M., Nederlof, M.A.J., Strohmeier, T., Sveier, S., and Strand, Ø. 2019. *Enhancing Opportunistic Polychaete Communities Under Fish Farms: an Alternative Concept for Integrated Aquaculture; Aquaculture Environmental Interactions, 11: 331–336*
- Janm, J., Blonk, R.J., Palstra, A.P., Sobotta, T.K., Mongile, F., Schneider, O., Planas, J.V., Schrama, J.W., and Verreth, J.A. 2017. *Feeding ragworm (Nereis virens Sars) to common sole (Solea solea L.) alleviates nutritional anaemia and stimulates growth. Aquaculture Research, 48(3): 752-759.*
- Lim, J. A. Loo, P. O. Tan, K. S. and Ng, N. K. 2020. *Fish Culture Waste Improves Growth and Fatty Acid Composition of the Polychaete Namalycastis sp. (Nereididae) and Its Potential Use as Feed For Mud Crabs. Aquaculture Research, DOI: 10.1111/are.15109.*
- Lupatsch, I. 2014. *Assessing the potential of polychaete meal in shrimp feeds. International Aquafeed, 17(3): 10-13.*
- Marques, B., Lillebø, A. I., Ricardo, F., Nunes, C., Coimbra, M. A. and Calado, R. 2018. *Adding Value to Ragworms (Hediste diversicolor) Through the Bioremediation of a Super-intensive Marine Fish Farm. Aquaculture Environment Interactions, 10: 79–88.*
- A. Moretti, M. Pedini Fernandez-Criado, G. Cittolin, R. Guidastri. 1999. *Manual on Hatchery Production of Seabass and Gilthead Seabream, Volume 1, FAO, Rome 194 pp.*
- Nguyen, T. B., Koshio, S., Sakiyama, K., Ishikawa, M., Yokoyama, S., and Kader, M.D.A. 2012. *"Effects of Polychaete Extracts on Reproductive Performance of Kuruma Shrimp, Marsupenaeus Japonicus Bate. – Part II. Ovarian Maturation and Tissue Lipid Compositions." Aquaculture, 334-337:65-72.*
- NRC, 2011. *Nutrient requirements of fish and shrimp. National academies press, Washington DC.*
- Oddsden, O. 2013. Polychaetes as valuable fish feed ingredient, AllAboutFeed. <https://www.allaboutfeed.net/animal-feed/feed-additives/polychaetes-as-valuable-fish-feed-ingredient/> . [Son erişim tarihi: 15.12.2021].
- Olive P.J.W. 1999. *Olychaete aquaculture and polychaete science: A mutual Synergism. Hydrobiologia, 402:175-183*
- Palmer P.J. 2010. *Polychaete-assisted Sand Filters. Aquaculture, 306: 369–377.*
- Palmer, P. J. Wang, S., Houlihan, A., and Brock, I. 2014. *Nutrition Status of a Nereidid Polychaete Cultured in Sand Filtrates of Mariculture Wastewater; Aquaculture Nutrition, 20(6): 675-691.*
- Poltana, P., Lerkitkul, T., Pongtippatee-Taweepreda, P., Asuvapongpattana, S., Wongprasert, K., Sriurairatana, S., Chavadej, J., Sobhon, P., Olive P.J.W. and Withyachumnarnkul, B. 2007. *Culture and development of the polychaete Perinereis cf. Nuntia Invertebrate Reproduction and Development, 50(1): 13–20.*
- Santos, A., Granada, L. Anjos T.B.C. Simões, T. Costa, C.T.P.F. Costa, J. L., and Pombo, A. 2016. *Effect of Three Diets on the Growth and Fatty Acid Profile of the Common Ragworm Hediste diversicolor (O.F. Müller, 1776). Aquaculture, 465: 37–42.*

- Stabili, L., Cecere, E., Licciano, M., Petrocelli, A., Sicuro, B., and Giangrande, A. 2019. *Integrated multitrophic aquaculture by-products with added value: the polychaete Sabella spallanzanii and the seaweed Chaetomorpha linum as potential dietary ingredients. Marine Drugs, 17(12): 677.*
- Tacon, A.G., and Metian, M. 2008. *Global overview on the use of fish meal and fish oil in industrially compounded aquafeeds: Trends and future prospects. Aquaculture, 285(1-4): 146-158.*
- Tacon, A.G.J., Metian M. and McNevin, A.A. 2021. *Future Feeds: Suggested Guidelines for Sustainable Development, Reviews in Fisheries Science & Aquaculture, DOI: 10.1080/23308249.2020.1860474*
- TÜİK. 2020. Türkiye İstatistik Enstitüsü. Su Ürünleri İstatistikleri 2020. <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Su-Urunleri-2020-37252>. [Son erişim tarihi: Wang 15.12.2021].
- Wang, H., Hagemann, A., Reitan, K. I., Ejlertsson, J., Wollan, H., Handå, A., & Malzahn, A. M. 2019. *Potential of the polychaete Hediste diversicolor fed on aquaculture and biogas side streams as an aquaculture food source. Aquaculture Environment Interactions, 11, 551-562.*
- Wang, H., Seekampa, I., Malzahn, A., Hagemann, A., Carvajal, A.K., Slizyteb, R., Standal, I. B., Handab, A., and Reitan, K. I. 2019b. *Growth and Nutritional Composition of the Polychaete Hediste diversicolor (OF Müller, 1776) Cultivated on Waste From Land-based Salmon Smolt Aquaculture. Aquaculture, 502: 232–241.*

ÖZGEÇMİŞ

YASİR AKBAŞ

akbasvasir@gmail.com



ÖĞRENİM BİLGİLERİ

Yüksek Lisans	Akdeniz Üniversitesi
2017-2022	Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Mühendisliği, Antalya
Lisans	Akdeniz Üniversitesi
2009-2015	Su Ürünleri Fakültesi, Su Ürünleri Mühendisliği, Antalya