



TURKISH

JOURNAL OF AQUATIC SCIENCES

RESEARCH ARTICLE/ARAŞTIRMA MAKALESİ

ISSN: 2149-9659

E-ISSN: 2528-9462



GÖKKUŞAĞI ALABALIĞI YAVRU YEMLERİNDE BALIK UNU YERİNE SÜPER KURT (*Zophobas morio*) UNU İKAMESİNİN BÜYÜME PERFORMANSINA ETKİLERİ

Levent DOĞANKAYA

Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Su Ürünleri Mühendisliği Bölümü, Ankara-Türkiye

ARTICLE INFO

Received: 01/12/2016

Accepted: 04/12/2016

Published online: 05/12/2016

Doğankaya 32(1): 1-7 (2017)

doi: 10.18864/TJAS201701

Corresponding author:

Levent DOĞANKAYA, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Su Ürünleri Mühendisliği Bölümü, Subayevleri, Ankara-Türkiye

E-mail: dogankaya@ankara.edu.tr

Anahtar Kelimeler:

Balık yemi
Büyüme performansı
Histoloji
Zophobas morio

Keywords:

Fish feed
Growth
Histology
Zophobas morio

Öz

Bu çalışma, balık unu ile süper kurt (*Zophobas morio*) unu ikamesinin alabalık yavrularında büyüme performansı, yaşama oranı, karaciğer, böbrek ve incebağırsak histolojisi üzerindeki etkilerini izlemek üzere 45 gün süreyle 3 paralelli yürütülmüştür. Ortalama başlangıç ağırlığı $1,39 \pm 0,03$ gr olan yavru alabalıklar süper kurt unu ile balık ununun %0, %25, %50 %100 oranlarında ikame edildiği dört farklı yem ve bir ticari alabalık yavru yemi ile günde iki kez doyuncaya kadar elle yemlenmiştir. Ticari yem ve %25 süper kurt unu içeren yem ile beslenen gruplarda canlı ağırlık kazancı ve boy artışı bakımından en iyi değerler görülürken, yemdeki süper kurt unu oranı arttıkça büyüme performansı olumsuz etkilenmiştir. Gruplarda gözlenen yaşama oranları değişkenlik gösterse de süper kurt unu kullanılan gruplarda daha düşük gerçekleşmiş ve istatistiki olarak da aradaki fark önemlidir ($p < 0,05$). Elde edilen sonuçlar, süper kurt ununun alabalık yavru yemlerinde balık unu ile büyüme performansını olumsuz etkilemeden %25 düzeyine kadar ikame edilebileceğini ortaya koymuştur.

Abstract

EFFECTS OF FISH MEAL SUBSTITUTION WITH SUPER WORM (*Zophobas morio*) MEAL ON GROWTH PERFORMANCE OF RAINBOW TROUT FINGERLINGS

A 45 days feeding trial was conducted to evaluate the effects of dietary fishmeal replacement by super worm (*Zophobas morio*) meal (SWM) on growth performance, survival, liver, kidney and intestine histology of rainbow trout fingerlings. Fish in triplicate groups (average initial weight 1.39 ± 0.03 g) were fed twice a day *ad libitum* with 4 isonitrogenous (52% crude protein) experimental feeds in which fish meal were substituted 0, 25%, 50% and 100% with SWM. A separate group of three replicates were fed with a commercial feed. Fish fed with commercial diet and %25 SWM revealed the highest values for growth performance but survival rates were variable. These results indicate that fish meal replacement with SWM up to 25% have no adverse effect on rainbow trout fingerlings and a decrease in growth parameters was obvious with increasing levels of SWM in diets.

GİRİŞ

Balık unu, besleyici özellikleri ve tüketilebilirliği sayesinde balık yemlerindeki vazgeçilmez ana protein kaynağıdır (Hardy ve Tacon, 2002; Zhou ve Yue, 2012). Doğal kaynakların sınırlı oluşu ve giderek artan fiyatlar hem üreticileri hem de araştırmacıları alternatif protein kaynaklarına yöneltmiştir. Bu bağlamda çeşitli bitkisel ürünler üzerinde çalışılmıştır fakat bitkisel kaynakların insan beslenmesindeki yeri önemli bir sınırlayıcı etkidir. İnsan nüfusundaki hızlı artış ekilebilir alanlar üzerindeki baskıyı artırırken soya gibi proteince zengin bitkilerin üretiminde harcanan enerji ve su miktarına bağlı olarak soya unu ve yağı gibi bitkisel kaynakların balık unu ve balık yağının sürdürülebilir alternatifleri olması olumsuz yönde etkilebilir (Naylor vd., 2009).

Daha kısa sürede üretilebilir olması ve zengin besleyici içeriği ilgiyi son yıllarda böcekler üzerine toplamıştır. Termitler (Sogbesan ve Ugwumba, 2008), çekirge (Alegebeleye vd., 2012), sinek larvası (St-Hilaireet vd., 2007), un kurdu (Gasco vd., 2014) ve süper kurt ya da bilinen diğer adıyla morio kurdunun balık yemlerinde kullanılabilirliğine dair çeşitli çalışmalar mevcuttur. Ancak bu çalışmaların büyük kısmı tilapya ve yayın balığı gibi ilksu balıklarına yoğunlaşmıştır.

Gökkuşluğu alabalıkları, doğada böceklerle de beslenen bir cins altında temsil edilseler de bu tarz çalışmalarda fazla yer verilmemiştir. Bu nedenle mevcut araştırma çalışması, alabalık yavru yemlerinde balık unu ile süper kurt unu ikamesinin büyüme performansı ve karaciğer, böbrek ve incebağırsak histolojisi üzerindeki etkilerini araştırmak üzere kurgulanmıştır.

MATERYAL ve METOT

Deneme Düzenliği

Deneyler, suyun mekanik ve biyolojik filtreden geçirildiği, UV lamba, oksijen kaynağı, sıcaklık kontrol paneli ve LED aydınlatma sistemi ile donatılmış bir kapalı devre sistemde yürütülmüştür. Sistemde her biri 50 L hacminde (su akışı 5 L d⁻¹), üstü şeffaf kapaklı 21 adet fiberglas tank ve 500 L hacminde bir rezerv tankı bulunmaktadır.

Süper Kurt Unu (SWM)

Yerel bir tedarikçiden temin edilen morio kurtları çok dondurma uygulanarak hareketsiz hale getirilip 45°C sıcaklıkta fırında kurutulmuş ve öğütülerek un haline getirildikten sonra kilitli plastik poşetler içerisinde 4°C’de muhafaza edilmiştir.

Deney Yemleri

Balıkların deneme öncesi alıştırma sürecinde ve bir deney grubunun beslenmesinde kullanılmak üzere ticari yavru alabalık yemi temin edilmiştir. Deney planında kontrol grubu tamamen balık unu kullanılarak hazırlanan yemle (%0 süper kurt unu) beslenirken, ticari yemin kullanıldığı grup, kontrol yeminin performansını ölçebilmek amacıyla deneye dahil edilmiştir. Gruplar için dört izonutrijenik (%52 ham protein) yem, süper kurt unu rasyondaki balık unu ile %0, %25, %50 ve %100 oranlarında ikame edilerek hazırlanmıştır. Yem hammaddeleri iyice karıştırıldıktan sonra su ilave edilerek peletlenmiştir. Peletler 45°C fırında 24 saat kurutulup oda sıcaklığına soğutulduktan sonra kilitli plastik poşetlere koyularak etiketlenmiş ve deneme sonuna kadar 4°C’de muhafaza edilmiştir.

Besleme Deneyi

Ticari bir işletmeden alınarak sürekli havalandırılmalı tank içerisinde Su Ürünleri Araştırma ve Uygulama Ünitesine nakledilen yavru balıklar kapalı dolaşımli sisteme bağlı bir tanka yerleştirilerek alışma dönemi için bir hafta süreyle ticari alabalık yemi ile beslenmiştir. Deneme başlangıcında balıklar ±0,001 gr hassasiyetli dijital terazi (Kern PLJ 600) ile tartılmış ve ±1 mm hassasiyetli ölçüm tahtasında total boy ölçülmüştür. Ortalama başlangıç ağırlığı 1,39±0,03 gr olan balıklar her tekerürde 20 birey olacak şekilde 15 adet tanka rasgele dağıtılmıştır.

Besleme deneyi 45 gün sürmüş, 3 paralelli gruplardaki balıklar günde iki kez (08:30-17:00) elle *ad libitum* beslenmiştir. Tanklar günlük olarak kontrol edilip temizlenirken su sıcaklığı, çözülmüş oksijen, pH ölçülmüş ve var ise ölü balıklar tanklardan alınarak kaydedilmiştir. Gruplardaki balıkların boy ve ağırlıkları her 15 günde bir 5 mg L⁻¹ Eugenol ile hafif anestezi altında ölçülmüş, ayrıca tüketilen yem miktarları belirlenmiştir.

Deneme sonunda her gruptan rasgele seçilen balıklar derin anestezi ile (25 mg L⁻¹ Eugenol) öldürüldükten sonra histolojik analizler için ayrılmıştır.

Büyüme Performansının İzlenmesi

Balıkların büyüme performanslarının değerlendirilmesinde aşağıdaki formüllerden yararlanılmıştır:

Ağırlık Kazancı = $W_t - W_i$; Boyca Oransal Büyüme (BOB) = $(L_t - L_i) / L_i \times 100$; Ağırlıkça Oransal Büyüme (AOB) = $[(W_t - W_i) / W_i] \times 100$; Yem

Dönüşüm Oranı (YDO) = Tüketilen Yem/($W_t - W_i$); Kondisyon Faktörü (K) = $100 \times (W_t / L_t)$; Yaşama Oranı (YO, %) = $(n_t / n_i) \times 100$. (W_i : Başlangıç ortalama ağırlığı, W_t : Final ortalama ağırlığı, L_i : Başlangıç total boy, L_t : Final total boy, n_t : deneme sonu gruplardaki balık sayısı, n_i : Gruplardaki başlangıç balık sayısı; T: süre (gün).

Histolojik İncelemeler

Histolojik inceleme için %10 doğal tamponlu formol çözeltilisinde (Sodium phosphate monobasic: 4,0 g, Sodium phosphate dibasic: 6,5 g, formaldehit %37: 100,0 mL, distile su 900,0 mL, pH 6,8) fiske edilen dokular %70-%98 aralığında üç seri etil alkol, standart üç seri ksilol ve üç seri parafin solüsyonlarından geçirilerek gömme ve bloklama işlemleri yapılmıştır. Parafinin donması ve soğutulmasından sonra ($3 \pm 1^\circ\text{C}$) rotary mikrotom ile 3-5 μ 'luk kesitler alınmıştır. Kesitler su banyosuna alındıktan sonra lam üzerinde deparafinizasyon yapılmıştır. Daha sonra kesitlere hematoksilen ve eosin boyaması, kapatma ve mikrofotografılama işlemleri uygulanmıştır (Ashley, 1975; Boomer, 1981; Hibiya vd., 1982; Fagbenro ve Davies 2001; İnkizdoğan, 2006; Genç vd., 2007a; Genç vd., 2007b; Adeyemo, 2008).

İstatistik Analizler

Verilerin istatistik analizinde IBM-SPSS v.22.0 for Windows paket programı kullanılmış, One-way-Anova (tek yönlü varyans analizi) uygulanmış ve ortalamalar arasındaki farklar Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi ile $P < 0.05$ önem düzeyinde değerlendirilmiştir (Kesici ve Kocabaş, 2007).

BULGULAR ve TARTIŞMA

Deneme süresince tanklardaki çözünmüş oksijen düzeyi %95 doymuşlukta $9,25 \pm 0,1 \text{ mgL}^{-1}$, pH $8,2 \pm 0,1$ ve su sıcaklığı $16,0 \pm 0,5^\circ\text{C}$ olarak ölçülmüştür. Her 15 günde bir gruplardaki tüm balıkların bireysel ağırlıkları $\pm 0.01\text{gr}$ hassasiyetli dijital terazilerle ölçülerek elde edilen deneme sonu ortalama canlı ağırlık, ağırlıkça oransal büyüme ve ağırlıkça mutlak büyüme değerleri Tablo 1'de verilmiştir.

Ağırlık kazancına göre değerlendirildiğinde, ticari yem ve %25 ikameli yem ile beslenen grupların en yüksek değerlere ulaştığı görülmüştür. Ticari yem ile beslenen grup biraz daha yüksek ağırlıklara

ulaşmışsa da bu iki grup istatistiki açıdan eşittir. Bu iki grubu kontrol (%0) ve %50 ikameli yem ile beslenen gruplar takip ederken tamamen morio kurdu kullanılan grup ağırlık kazancı bakımından diğer grupların çok gerisinde kalmıştır. Gruplar arasındaki fark istatistiki açıdan önemlidir ($p < 0,05$) ve ağırlık kazancı çerçevesinde değerlendirildiğinde balık ununun süper kurt unu ile %25 oranında ikame edilmesinin uygun olacağı söylenebilecektir.

Deney balıklarında total boy artışı incelendiğinde, ağırlık kazancındakine benzer sonuçlar ortaya çıkmıştır. Yine en iyi performansı ticari yem ve %25 ikameli yem ile beslenen gruplar sergilerken bunları sırasıyla Kontrol (%0), %50 ve %100 ikameli yem ile beslenen gruplar takip etmektedir. Gruplar arasındaki fark $p < 0,05$ seviyesinde istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Balık ununun süper kurt unu ile %100 oranında ikame edildiği yem ile beslenen grupta boyca oransal büyüme ve boyca mutlak büyüme değerleri, Kontrol de dahil olmak üzere tüm grupların gerisinde kalmıştır (Tablo 2).

Deneme sonunda hesaplanan yem dönüşüm oranı, kondisyon faktörü ve yaşama oranlarına göre gruplar arasındaki fark istatistiki olarak önemlidir ($p < 0,05$). En iyi YDO değeri ticari yem ile beslenen grupta görülürken %100 süper kurt unu kullanılan grup en kötü değeri sergilemiş, Kontrol, %25 ve %50 grupları ise istatistik açıdan aynı bulunmuştur (Tablo 3). Ağırlık ve boy kazancı açısından en iyi değerleri sergileyen I. Grup (%25 ikameli yem ile beslenen) yaşama oranı bakımından ticari yem (%96,67) ve kontrol yemi (%90,00) gruplarının gerisinde kalmıştır (%73,33). Kondisyon faktörleri oldukça yakın olsa da gruplar arasındaki farklılık istatistiki açıdan önemlidir ($p < 0,05$).

Çeşitli böceklerin balık unu yerine balık yemlerinde kullanılabilirliğine yönelik çok sayıda çalışma mevcuttur. Bondari ve Sheppard (1987) kanal yayını ve tilapya balıklarının sinek larvaları ile doğrudan beslenme konusunda istekli olduklarını bildirirken Ng vd. (2001) un kurdu larva ununun *Clarias gariepinus* yemlerinde balık unu ile %40 düzeyine kadar büyüme performansını etkilemeden kullanılabileceğini bildirmiştir. Araştırmalar ağırlıklı olarak tilapya ve yayın balıkları üzerinde yoğunlaşırken, gökkuşağı alabalıkları ile yapılan az sayıda araştırmaya rastlanmaktadır.

Tablo 1. Deneme gruplarında ağırlık ortalamaları ve büyüme oranları**Table 1.** Mean weight and growth rates of experimental groups

Gruplar	Balık unu ikame oranı %	Deneme başlangıcı ortalama canlı ağırlık (g)	Deneme sonu ortalama canlı ağırlık (g)	Ağırlıkça oransal büyüme (Ort.)	Ağırlıkça mutlak büyüme (Ort.)
Ticari Yem	0	1,38±0,05 ^a	6,48±0,52 ^a	369,80±51,83 ^a	5,10±0,56 ^a
Kontrol	0	1,33±0,04 ^a	4,79±0,49 ^b	259,16±32,53 ^b	3,45±0,47 ^b
Grup I	25	1,39±0,03 ^a	6,44±1,06 ^a	360,15±64,83 ^a	5,05±1,03 ^a
Grup II	50	1,40±0,03 ^a	4,52±0,24 ^b	222,02±16,34 ^b	3,12±0,23 ^b
Grup III	100	1,41±0,04 ^a	2,95±0,08 ^c	108,87±6,07 ^c	1,54±0,07 ^c

^{ab} Aynı sütundaki farklı harfler istatistik farklılığı ifade etmektedir (p<0,05)

Tablo 2. Deneme gruplarında total boy ortalamaları ve büyüme oranları**Table 2.** Mean total length and growth rates in length of experimental groups

Gruplar	Balık unu ikame oranı %	Deneme başlangıcı ortalama total boy (cm)	Deneme sonu ortalama total boy (cm)	Boyca oransal büyüme (Ort.)	Boyca mutlak büyüme (Ort.)
Ticari Yem	0	5,08±0,10 ^a	8,12±0,21 ^a	59,788±5,98 ^a	3,04±0,26 ^a
Kontrol	0	5,16±0,06 ^a	7,50±0,20 ^b	45,66±5,60 ^b	2,35±0,26 ^b
Grup I	25	5,15±0,13 ^a	8,23±0,52 ^a	59,94±6,83 ^a	3,09±0,41 ^a
Grup II	50	5,21±0,09 ^a	7,39±0,14 ^b	41,91±2,06 ^b	2,18±0,10 ^b
Grup III	100	5,23±0,09 ^a	6,50±0,14 ^c	24,41±4,35 ^c	1,27±0,20 ^c

^{ab} Aynı sütundaki farklı harfler istatistik farklılığı ifade etmektedir (p<0,05)

Tablo 3. Deneme gruplarındaki yem dönüşüm oranı (YDO), kondisyon faktörü (K) ve yaşama oranları (YO) (Ortalama±Standart Sapma)**Table 3.** Feed conversion ratio (FCR), condition factor (K) and survival in experimental groups (Mean±SD)

	Ticari Yem	Kontrol %0	Grup I %25	Grup II %50	Grup III %50
Yem dönüşüm oranı YDO	0.88±0.10 ^c	1.42±0.18 ^b	1.26±0.26 ^b	1.23±0.09 ^b	3.42±0.17 ^a
Kondisyon Faktörü K	1.05±0.02 ^a	0.97±0.04 ^{bc}	1.02±0.05 ^{ab}	0.99±0.04 ^{bc}	0.99±0.07 ^c
Yaşama oranı YO (%)	96,67	90,00	73,33	96,67	70,00

^{ab} Aynı satırdaki farklı harfler istatistik farklılığı ifade etmektedir (p<0,05)

Alabalık yemlerinde böceklerin kullanılabilirliğini araştıran üç ayrı çalışmada 8 hafta süreyle balık unu yerine %50 sinek larvası kullanımının büyüme ve et kalitesine olumsuz etki etmediği (Sealey vd., 2011), gübre üzerinde yetiştirilen sinek larvalarının 9 hafta süreyle %25 oranında sorunsuz kullanılabildiği (St-Hilaireet vd., 2007) ve un kurduğunun yine %50 seviyesine kadar balık unu yerine ikame edilebileceği (Gasco vd., 2014) bildirilmiştir. Bu çalışmada elde edilen sonuçlar da benzer şekilde morio kurdu unu ile balık ununun

gökkuşuğu alabalığı yemlerinde %25 oranında ikamesinin büyüme performansı bakımından hiçbir olumsuz etki göstermediğini ortaya koymuştur.

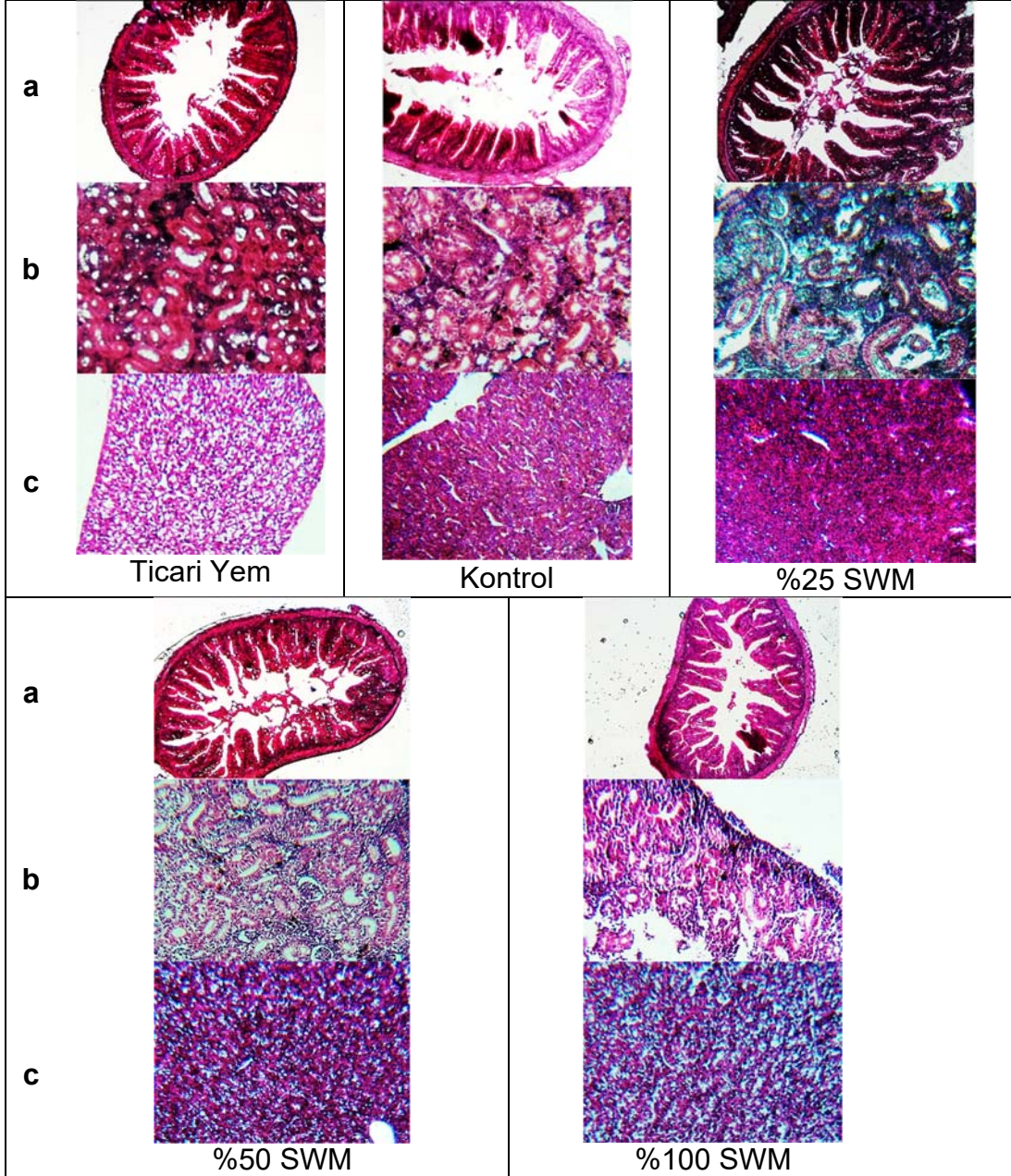
Jabir vd. (2012), *Oreochromis niloticus* yemlerinde balık ununun süper kurt unu ile %25 ve %50 düzeylerinde ikamesinin çok iyi büyüme performansı sağladığını ve tilapya yemleri için en uygun ikame oranının %25 olması gerektiğini bildirmiştir.

Sogbesan ve Ugwumba (2008), balık yemlerinde değerlendirilebilecek bir diğer böcek olan beyaz karınca ununun vundu (*Heterobranchus longifilis*) fingerlingleri için %50 düzeyinde kullanımının

ağırlık kazancı, ağırlıkça oransal büyüme ve spesifik büyüme oranı bakımından en iyi sonucu sağladığını belirtmiştir.

Karaciğer, böbrek ve incebağırsak dokularında yapılan histolojik incelemelerde Kontrol grubu ile kıyaslandığında %25 düzeyinde süper kurt unu ikamesiyle hazırlanmış yemle beslenen balıkların

karaciğerlerinde lipoid birikimi en düşük düzeyde bulunmuştur. Bütün gruplarda düşük ve orta seviyede makro- vesiküler lipoid izlenirken %100 süper kurt unu ile oluşturulan yemle beslenen balıklarda makro ve mikro-vesiküler lipoid birikimi belirlenmiştir. Bağırsak ve böbrek dokular tüm gruplarda normal morfolojidedir.



Şekil 1. Farklı düzeylerde süper kurt unu (SWM) ikameli yemle beslenmiş alabalık yavrularına ait ince bağırsak (a), son böbrek (b) ve karaciğer (c) kesitleri (x4, x10, H&E).

Figure 1. Histological sections from little intestine (a), kidney (b) and liver (c) of rainbow trout fingerlings fed with fishmeal substituted diets with super worm meal (SWM) (x4, x10, H&E)

SONUÇ

Farklı balık türlerinin yemlerinde farklı böceklerin balık unu ile ikame olanaklarını araştıran geçmiş çalışmalarda ortaya çıkan genel sonuç, böcek unlarının balık unu ile ikamesinde ideal düzeyin %25 ile %50 seviyelerinde olduğu yönündedir. Bu çalışmada elde edilen bulgular da süper kurt ununun alabalık yavru yemlerinde balık unu ile %25 ikame edilmesinin balıkların büyüme performansı üzerinde olumsuz bir etki göstermeden mümkün olduğunu ortaya koymuştur. Yem dönüşüm oranı, %25 ve %50 süper kurt ile beslenmiş gruplarda istatistiksel olarak aynı ($p < 0,05$) ve sırasıyla $1,26 \pm 0,26$ ve $1,23 \pm 0,09$ olarak bulunmuştur. Alabalık yetiştiriciliği için makul düzeylerde bulunan YDO, %100 süper kurt içerikli yemle beslenen grupta $3,42 \pm 0,17$ ile kötü bir performansa işaret etmiştir. Rasyondaki süper kurt oranı arttıkça canlı ağırlık kazancı, boy artışı ve yem değerlendirme bakımından büyüme performansı olumsuz etkilenmektedir. Süper kurt ya da diğer bilinen adıyla morio kurdunun ham protein ve ham yağ içeriği Oonincx ve Dierenfeld (2012) tarafından sırasıyla $68,05 \pm 0,62$ ve $14,25 \pm 1,15$ olarak bildirilirken, Rumpolt ve Schlüter (2013) *Z. morio*'nun protein içeriğini %46,79, yağ içeriğini %42,04 ve enerji içeriğini $575,53 \text{ Kcal } 100\text{gr}^{-1}$ olarak sunmuştur. Besin maddesi içeriği bakımından oldukça zengin görünen morio kurdunun bu çalışmada ele alınan gökkuşağı alabalığı yavrularında yaşama oranını azaltıcı etkisi ciddi bir olumsuzluk olarak göze çarpmaktadır. Kontrol grubunda %90 ve ticari yem grubunda %96,67 gibi yüksek yaşama oranına karşın, iyi bir büyüme performansı gösterse de %25 süper kurt içeren yem ile beslenen grubun yaşama oranı %73,33 seviyesinde kalmıştır.

Bu çalışmada elde edilen bulgular sofralık balık yetiştiriciliğinde büyük paya sahip gökkuşağı alabalığı yavru yemlerinde balık ununun %25 seviyesine kadar süper kurt unu ile büyüme performansını ve vital organ histolojisini olumsuz etkilemeden ikame edilebileceğini ancak yaşama oranını artırmak için süper kurt ununun rasyonlara katılmadan önce zenginleştirilmesi veya geliştirilmesi gerektiğini ortaya koymuştur. Balık yemlerinde süper kurt ununun ideal ikame koşullarının un ve balık etinde yağ asidi ve amino asit kompozisyonunu irdeleyen ve bu yemlerin ekonomik verimliliğini de hesaba katan çalışmalar ile desteklenerek geliştirilmesine de ihtiyaç bulunmaktadır.

TEŞEKKÜR

Bu araştırma, Ankara Üniversitesi Hayvan Deneyleri Yerel Etik Kurulunun 2015-5-100 sayılı izni ile Ziraat Fakültesi Su Ürünleri Araştırma ve Uygulama Ünitesinde (GTHB üretim/tedarik/araştırma ruhsat no:110) yürütülmüştür. Histoloji çalışmalarındaki katkılarından dolayı Sayın Prof. Dr. Ercüment GENÇ, Abdolsaleh QARANJİKİ ve laboratuvar çalışmalarındaki katkılarından dolayı Tolga COŞKUN'a teşekkürlerimi sunarım.

KAYNAKLAR

- Adeyemo, O.K. (2008). Histological alterations observed in the gills and ovaries of *Clarias gariepinus* exposed to environmentally relevant lead concentrations. *Journal of Environmental Health*, 70(9), 48-51.
- Alegbeleye, W.O., Obasa, S.O., Olude, O.O., Otubu, K., & Jimoh, W. (2012). Preliminary evaluation of the nutritive value of the variegated grasshopper (*Zonocerus variegatus* L.) for African catfish *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822) fingerlings. *Aquaculture Research*, 43, 412-420.
- Ashley, L.M. (1975). Comparative fish histology. In the Pathology of Fishes: Proceedings of a Symposium (p. 1). *Univ. of Wisconsin Press*.
- Bondari, K., & Sheppard, D.C. (1987). Soldier fly *Hermetia illucens* L., as feed for channel catfish, *Ictalurus punctatus* and blue tilapia, (*Oreochromis aureus*). *Aquacult. Fisheries Manage.* 18, 209-220.
- Boomker, J. (1981). The haematology and histology of the haemopoietic organs of South African freshwater fish. III. The leucocytes, plasma cells and macrophages of *Clarias gariepinus* and *Sarotherodon mossambicus*. *The Onderstepoort Journal of Veterinary Research*, 48(4), 185-193.
- Fagbenro, O.A., & Davies, S.J. (2001). Use of soybean flour (dehulled solvent-extracted soybean) as fish meal substitute in practical diets for African catfish, *Clarias gariepinus* (Burchell 1822): growth, feed utilization and digestibility. *Journal of Applied Ichthyology*, 17(2), 64-69.
- Gasco, L., Belforti, M., Rotolo, L., Lussiana, C., Parisi, G., Terova, G., Roncarati, A., & Gai, F. (2014). Mealworm (*Tenebrio molitor*) as a potential ingredient in practical diets for

- rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). In: Abstract Book *Conference Insects to Feed The World*, The Netherlands, 14-17 May, p. 78.
- Genc, M.A., Aktas, M., Genc, E., & Yilmaz E., (2007b). Effects of dietary mannan oligosaccharide on growth, body composition and hepatopancreas histology of *Penaeus semisulcatus* (De Haan 1844). *Aquaculture Nutrition*, 13(2), 156-161.
- Genc, M.A., Yilmaz, E., Genc, E., & Aktas, M. (2007a). Effects of dietary mannan oligosaccharides (MOS) on growth, body composition, and intestine and liver histology of the hybrid tilapia (*Oreochromis niloticus* x *O. aureus*). *Israel Journal of Aquaculture*, 59(1), 10-16.
- Hardy, R.W., & Tacon, G.J. (2002). Fish meal: historical uses, production trends and future outlook for supplies. R.R. Stickney and J.P. MacVey editors. *Responsible Marine Aquaculture*, CABI Publishing, New York, USA, Pp. 311-325.
- Hibiya, T., Yokote, M., Oguri, M., Sato, H., Takashima, F., & Aida, K. (1982). An Atlas of Fish Histology. *Normal and pathological features*. Gustav Fischer Akademie Verlag, Berlin. 147 p.
- İkizdoğan, A.T. (2006). Farklı yem katkılarının karabalık (*Clarias gariepinus*) larvalarının büyüme performansı ile hepatopankreas ve barsak histolojisi üzerine etkileri. Mustafa Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 82 s.
- Jabir, M.D.A.R., Razak, S.A., & Vikineswary, S. (2012). Nutritive potential and utilization of super worm (*Zophobas morio*) meal in the diet of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) juvenile. *African Journal of Biotechnology* 11, 6592–6598.
- Kesici, T., & Kocabaş, Z. (2007). Biyoistatistik. Ankara Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Yayın No:94, 369 s.
- Naylor, R.L., Hardy, R.W., Bureau, D.P., Chiu, A., Elliott, M., Farrell, A.P., Forster, I., Gatlin, D.M., Goldburg, R.J., Hua, K. & Nichols, P.D. (2009). Feeding aquaculture in an era of finite resources. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 106, 15103-15110.
- Ng, W.K., Liew, F.L., Ang, L.P., & Wong, K.W. (2001). Potential of mealworm (*Tenebrio molitor*) as an alternative protein source in practical diets for African catfish. *Aquaculture Research*, 32, 273-280.
- Oonincx, D.G.A.B., & Dierenfeld, E.S. (2012). An Investigation Into the Chemical Composition of Alternative Invertebrate Prey. *Zoo Biology*, 31, 40-54.
- Rumpold, B.A., & Schlüter, O.K. (2013). Nutritional composition and safety aspects of edible insects. *Molecular Nutrition and Food Research*, 57(5), 802-823.
- Sealey, W.M., Gaylord, T.G., Barrows, F.T., Tomberlin, J.K., McGuire, M.A., Ross, C., & St-Hilaire, S. (2011). Sensory analysis of rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*, fed enriched black soldier fly prepupae, *Hermetia illucens*. *Journal of the World Aquaculture Society*, 42, 34-45.
- Sogbesan, A.O. & Ugwumba, A.A.A. (2008). Nutritional evaluation of termite (*Macrotermes subhyalinus*) meal as animal protein supplements in the diets of *Heterobranchus longifilis* (Valenciennes, 1840) fingerlings. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 8, 149-157.
- St-Hilaire, S., Sheppard, C., Tomberlin, J.K., Irving, S., Newton, L., McGuire, M.A., Mosley, E.E., Hardy, R.W., & Sealey, W. (2007). Fly prepupae as a feedstuff for rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. *Journal of the World Aquaculture Society*, 38, 59-67.
- Zhou, Q.C., & Yue, Y.R. (2012). Apparent digestibility coefficients of selected feed ingredients for juvenile hybrid tilapia, *Oreochromis niloticus* × *Oreochromis aureus*. *Aquaculture Research*, 43, 806-814.