



## Alabalık Yemlerine Farklı Oranlarda İlave Edilen Siyah Asker Sineği Larvası (*Hermetia illucens*)'nın Büyüme Performansı ve Bazı Kan Parametreleri Üzerine Etkileri

Fatih AKDEMİR<sup>1,a,✉</sup>

<sup>1</sup>Malatya Turgut Özal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootekni Anabilim Dalı, Malatya, TÜRKİYE

<sup>a</sup>ORCID: 0000-0002-5779-6631

Geliş Tarihi/Received  
27.03.2023

Kabul Tarihi/Accepted  
09.05.2023

Yayın Tarihi/Published  
30.06.2023

### Öz

Bu çalışmada, Gökkuşluğu alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) yemlerine farklı düzeylerde katılan dondurulmuş siyah asker sineği larvası (*Hermetia illucens*)'nin büyüme performansı ve bazı kan parametreleri üzerine olan etkileri araştırıldı. Her grupta 20 toplamda 80 adet balık olacak şekilde balıklar tartılıp boyları ölçüldükten sonra 4 gruba ayrıldı. Gruplar; canlı ağırlığın (CA) %1.5'i bazal diyetle beslenen kontrol grubu, CA'nın %1.5'i larva ile beslenen larva grubu, CA'nın %1.125'i bazal diyet + CA'nın %0.375'i larva ile beslenen L1 grubu ve CA'nın %0.75'i bazal diyet + CA'nın %0.75'i larva ile beslenen L2 grubu şeklinde oluşturuldu. Çalışmanın başında ve 21 günlük süre sonunda ağırlık ve boy ölçümleri yapıldı. Çalışma sonunda bütün balıklar kesilerek kan örnekleri alınıp karkas ağırlıkları ve karkas verimleri belirlendi. L1 ve L2 gruplarının kontrol ve larva gruplarına göre yem tüketimi, canlı ağırlık artışı, yemden yararlanma oranı, karkas ağırlığı ve karkas verimi gibi büyüme parametreleri açısından daha iyi olduğu görüldü ( $P<0.05$ ). Kan örneklerinde yapılan analizlerde LYM (Lenfosit, %), MID (Monosit, %), MCV (Ortalama Eritrosit Hacmi), MCH (Hücre hemoglobin ortalaması), RDW-SD (Kırmızı kan hücresi dağılım genişliği-standart sapma), RDW-CV (Kırmızı kan hücresi dağılım genişliği-varyasyon katsayısı) ve PLT (Trombosit) değerlerinde gruplar arasında istatistiksel farklılık olduğu bulundu ( $P<0.05$ ). Sonuç olarak, alabalıkları bazal diyetle ilave olarak dondurulmuş siyah asker sineği larvası ile beslemenin büyüme performansında anlamlı düzeyde iyileştirmeler yaptığı görüldü. Ayrıca, balıkların kan yapımı hücreleri ile ilgili çok belirgin iyileştirmeler yapmamasına rağmen savunma sistemini destekleyici yönde etkiler yaptığı görüldü. Bu çalışma ile alabalıkların beslenmesinde larvaların tek başına kullanımından ziyade, bazal diyetle belli oranlarda karıştırılarak beslemenin daha faydalı olacağı söylenebilir.

**Anahtar Kelimeler:** Büyüme performansı, gökkuşluğu alabalığı, siyah asker sineği larvası

### The Effects of Black Soldier Fly Larva (*Hermetia illucens*) Added to Trout Feed in Different Proportions on Growth Performance and Some Blood Parameters

#### Abstract

In this study, the effects on growth performance and some blood parameters of frozen black soldier fly larva (*Hermetia illucens*) supplemented with different levels in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) diets were investigated. A total of 80 fish were divided into 4 groups after weighing and measuring their lengths, with 20 in each group. The groups were formed as follows: 1.5% of live weight (LW) basal diet fed control group, 1.5% of LW larva fed larvae group, 1.125% of LW basal diet + 0.375% of LW L1 group fed larvae and 0.75% of LW basal diet + 0.75% of LW larval fed L2 group. Weight and length measurements were made at the beginning of the study and at the end of the 21-day period. At the end of the study, all fish were slaughtered and blood samples were taken and carcass weights and carcass yields were determined. It was observed that L1 and L2 groups were better than control and larval groups in terms of growth parameters such as feed consumption, live weight gain, feed conversion ratio, carcass weight and carcass yield ( $P<0.05$ ). Statistical differences were found between the groups in the analysis of blood samples in LYM(%), MID(%), LYM, MCV, MCH, RDW-SD, RDW-CV and PLT values. As a result, it was observed that feeding the trout with frozen black soldier fly larvae in addition to the basal diet significantly improved the growth performance. In addition, although it did not make significant improvements in the blood-forming cells of fish, it made impacts to support the defense system. With this study, it can be said that it would be more beneficial to feed the trout by mixing them with the basal diet in certain proportions rather than using the larvae alone.

**Key Words:** Black soldier fly larva, growth performance, rainbow trout

### GİRİŞ

Balık, insanoglu için en değerli besin kaynaklarının başında gelmektedir. Kaliteli ve yüksek oranda vitamin, mineral ve protein içeriğinin dışında insanlar için esansiyel olan Omega-

3 ve Omega-6 yağ asitleri açısından zengin oluşu balık tüketiminin gerekliliğini ve önemini açıkça ortaya koymaktadır (1). İnsan beslenmesinde günlük protein ihtiyacının mutlaka temin edilmesinin dengeli beslenme konusunda büyük önem taşıdığı bilinmektedir (2). Uzmanlar yakın gelecekte dünya

çapında özellikle hayvansal protein açığının yaşanabileceğini ve bu durumun mevcut hayvansal üretimle karşılanamayacağı konusunda uyarılarda bulunmaktadır (3). Bu açığın kapatılmasında gerek balık gerekse de diğer hayvan türlerinin beslenmesinde ucuz ve bol miktarda yem ham maddesi üretimi ve böylece de yem maliyetinin düşürülmesi esastır (4). Nitekim balık beslemede maliyetin yüksek bir kısmını yem girdileri oluşturmakta olup bu girdiler içerisinde de balık unu gibi günümüzde pahalı ve üretimi hızla düşen protein kaynaklı ham maddeleri yüksek düzeyde önem arz etmektedir (5). Balık rasyonlarının olmazsa olmazı olan balık unu, maliyet fiyatının artması ve üretim miktarının durağanlaşması/azalması neticesinde rasyondaki payının büyük bir kısmını öncelikle bitkisel protein kaynaklarına, daha sonra da solucan unu, kan kurdu unu ve bazı böcek larva unlarına bırakması kaçınılmaz bir durumdur (6-8). Böcek proteinlerinin balık yemlerinde kullanılabilme olanakları içerisinde üretiminin ucuz ve kolay olması, süreklilik arz etmesi, tüketim sonrası çevreye verilen zararın daha az olması, balık ununa yakın protein (9) ve yağ içeriğine (10) sahip olması gibi çok sayıda avantajlara sahip olan siyah asker sineği larvaları ön plana çıkmaktadır (11,12).

Anavatanı Amerika'nın tropikal ve ılıman bölgeleri olan siyah asker sineği (SAS), *Hermetia illucens* (Diptera: Stratiomyidae), Türkiye'de doğal olarak bulunan bir böcektir (13). SAS, her türlü hayvan dışkısı, sebze ve meyve artıkları, hayvanların iç organları ve birçok organik materyalleri canlı ağırlıklarının iki katı kadar tüketebilen büyük larvalara (13-20 mm) sahiptir (14,15). SAS larvaları, önemli düzeyde protein (%37-42 HP) ve yağ (%35 HY) içeriğine sahip olup (16) öncelikli olarak kanatlı (17) ve balık rasyonlarında (18) kullanılmalarının yanında dışkı kokularının azaltılması ve patojen mikroorganizmaların üremesinin engellenmesi ile daha hijyenik bir ortamın oluşturulmasında, ayrıca biyodizel üretiminde de kullanılabilir (19,20).

Bu çalışmanın amacı, Gökkuşluğu alabalıklarının farklı miktarlarda bazal diyet ve dondurulmuş siyah asker sineği larvasıyla beslemenin büyüme performansı ve bazı kan parametreleri üzerine olan etkilerini araştırmaktır.

## MATERYAL VE METOT

Bu çalışma, Malatya Turgut Özal Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Akvaryum Uygulama Laboratuvarı'nda gerçekleştirilmiştir. Çalışmada kullanılan Gökkuşluğu alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) Malatya'da faaliyet gösteren yasal bir firmadan temin edilmiştir. Her birinde 20 adet alabalık (CA: 72 ± 0.5 gr; Boy: 165 ± 0.8 mm) olacak şekilde ve stoklama tankından rastgele seçilerek toplam 80 adet balık 4 gruba ayrılmıştır. Çalışma grupları; canlı ağırlığın (CA) %1.5'i bazal diyetle beslenen kontrol grubu, CA'nın %1.5'i larva ile beslenen larva grubu, CA'nın %1.125'i bazal diyet + CA'nın %0.375'i larva ile beslenen L1 grubu ve CA'nın %0.75'i bazal diyet + CA'nın %0.75'i larva ile beslenen L2 grubu şeklinde oluşturulmuş ve çalışma 21 gün sürmüştür. Çalışma boyunca tanklarda (250 lt, fiberglas) akarsu sistemi oluşturulmuş ve balıkların ihtiyacı düzeyinde havalandırma yapılmıştır. Suyun oksijen (8.5 mg/L), pH (8.25), tuzluluk (%8.4), iletkenlik (16.9 µS/cm), toplam çözünmüş katı madde (11.25 mg/L) ve sıcaklık (14.7

°C) değerleri çalışma boyunca bir multimetre yardımı ile ölçülerek kayıt edilmiştir. Balıklar bazal diyet (Tablo 1) ve dondurulmuş SAS larvaları ile günde iki öğün beslenmişlerdir. Larvalar (%45.61 HP, %31.75 HY ve %6.76 rutubet), NATURANSA Ekolojik Teknoloji Ürünleri Üretim Tic. Ltd. Şti. (Kocaeli, Türkiye) firmasından temin edilmiştir. Bazal diyetin ve larvaların kuru madde içerikleri göz önünde bulundurularak balıkların canlı ağırlıklarının toplam %1.5'i olacak şekilde hesaplanarak tartılan yemler balıklara verilmiştir. Larvalar yeme öncesi dondurucudan çıkarılıp çözündürülerek gruplarda belirlenen düzeylerde hayvanlara sunulmuştur. Yem tüketimleri günlük olarak belirlenip kaydedilmiştir.

**Tablo 1.** Bazal yemin bileşimi ve kimyasal kompozisyonu

Yem Hammaddeleri	%
Balık unu	41.10
Mısır gluteni	13.70
Soya fasulyesi küspesi	21.20
Buğday	13.00
Balık yağı	8.50
Bağlayıcı (sodyum alginat)	1.00
Vitamin karması <sup>1</sup>	1.00
Mineral karması <sup>2</sup>	0.50
<b>Kimyasal analiz (KM)</b>	
Kuru madde	91.90
Ham protein	49.60
Ham kül	10.60
Ham yağ	13.70
Metabolize edilebilir enerji (MJ kg <sup>-1</sup> )	16.8

<sup>1</sup>**Vitamin karması:** A vitamini 10,000,000 IU, D3 vitamini 1,000,000 IU, E vitamini 100,000 IU, K vitamini 15,000 mg, B1 vitamini 5,000 mg, B2 vitamini 15,000 mg, Niasin 150,000 mg, Kalsiyum D-Pantothenate 50,000 mg, B6 vitamini 10,000 mg, B12 vitamini 20 mg, Folik Asit 3,000 mg, D-Biotin 1,000 mg, Kolin Klorid 500,000 mg, C vitamini 300,000 mg.

<sup>2</sup>**Mineral karması:** Mn 80.000 mg/kg, Fe 35.000 mg/kg, Zn 50.000 mg/kg, Cu 5.000 mg/kg, I 2.000 mg/kg, Co 400 mg/kg, Se 150 mg/kg.

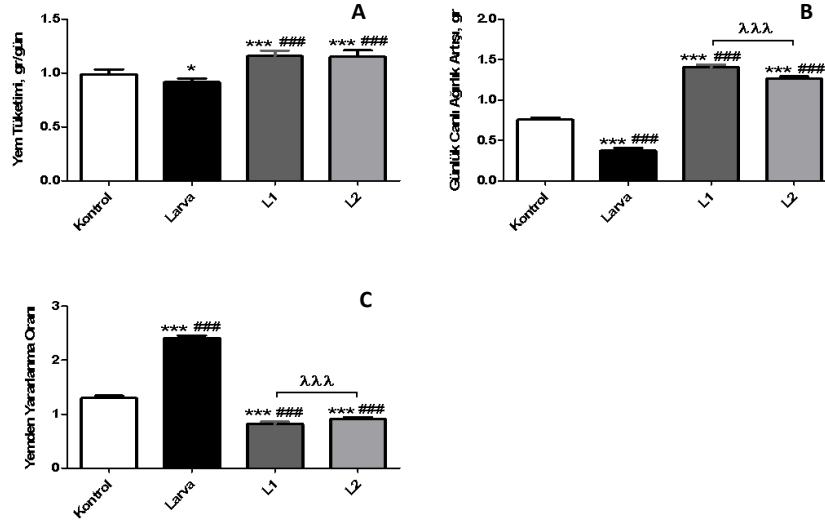
Çalışma etik kurula uygun olarak yapılmıştır (İnönü Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Deney Hayvanları Etik Kurulu, Protokol No: 2018/A-07). Kesim günü balıklara yem verilmemiş ve balıklar anestezik madde ile (Benzocaine 30 mg/L) bayıltıldıktan sonra kesim ağırlığı, boy, karkas ağırlığı ve karkas verimi belirlenip günlük canlı ağırlık artışı ve yemden yararlanma oranları hesaplanmıştır. Balıkların kuyruk venalarından enjektörle alınan kan örnekleri EDTA'lı tüplere doldurulmuştur. Kan örneklerinde WBC (Lökosit), LYM (Lenfosit), MID (Monosit), RBC (Eritrosit), HGB (Hemoglobin), HCT (Hematokrit), MCV (Ortalama Eritrosit Hacmi), MCH (Hücre hemoglobin ortalaması), MCHC (Ortalama Eritrosit Hacmi), RDW-SD (Kırmızı kan hücresi dağılım genişliği-standart sapma), RDW-CV (Kırmızı kan hücresi dağılım genişliği-varyasyon katsayısı), PLT (Trombosit), MPV (Ortalama trombosit hacmi), PDW (Trombosit dağılım genişliği), PCT (Trombosit yüzdesi), P-LCR (Trombosit-hücre genişliği oranı) değerlerinin ölçümü, tam otomatik hematoloji analiz cihazı (PROCAN PE6800VET) ile yapılmıştır.

Çalışma sonunda elde edilen veriler SPSS 16.0 (SPSS Inc., Chicago, Illinois, USA) paket programı yardımıyla tek yönlü varyans analizi (ANOVA) ile değerlendirilirken grupların ikili karşılaştırmaları Tukey post-hoc test ile değerlendirildi. İstatistiki anlamlılık için P < 0.05 kabul edildi.

**BULGULAR**

Farklı miktarlarda bazal diyet ve dondurulmuş siyah asker sineği larvasıyla beslenen alabalıklarda günlük yem tüketimi, günlük canlı ağırlık artışı ve yemden yararlanma oranları Şekil 1'de gösterilmiştir. L1 ve L2 gruplarındaki balıklar kontrol ve larva gruplarına göre anlamlı bir şekilde daha fazla yem tüketmişlerdir (P<0.05; Şekil 1-A). Günlük canlı ağırlık artışı değerlerine bakıldığında en düşük değer larva grubunda elde

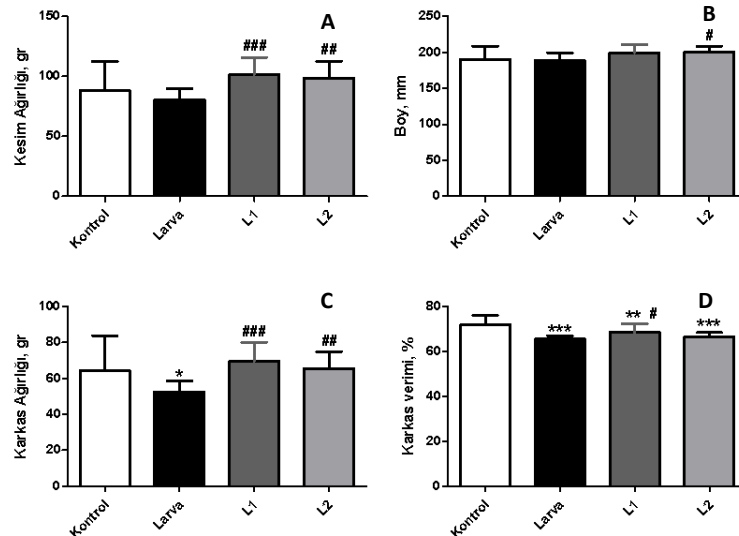
edilmiş olup, L1 ve L2 grupları diğer gruplara göre istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde yüksek günlük canlı ağırlık artışı göstermişlerdir (P<0.05; Şekil 1-B). Diğer taraftan yem tüketimi ve günlük canlı ağırlık artışına paralel olarak yemden yararlanma oranında en iyi değerler L1 ve L2 gruplarında elde edilmiş (P<0.05) ve larva grubunda ise en kötü değer görülmüştür (Şekil 1-C).



Şekil 1. Çalışma gruplarındaki balıkların yem tüketimi (gr), günlük canlı ağırlık artışı (gr) ve yemden yararlanma oranları

Balıkların kesim ağırlıkları kontrol, larva, L1 ve L2 gruplarında sırasıyla 88.5gr, 80.4gr, 101.7gr, 98.8gr olup L1 ve L2 grubundaki balıklar anlamlı bir şekilde diğer gruplara göre daha ağır bulunmuştur (P<0.05; Şekil 2-A). Sadece L2 grubundaki balıkların boylarının anlamlı bir şekilde diğer gruplardan daha uzun olduğu ortaya konmuştur (P<0.05; Şekil 2-B). Karkas ağırlıklarına bakıldığında L1 grubundaki balıkların diğer gruplara göre istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde yüksek değere sahip olduğu tespit edilmiş olup en düşük karkas ağırlığı larva grubunda elde edilmiştir (P<0.05; Şekil 2-C). Kesim ve karkas ağırlıklarından farklı olarak en yüksek karkas verimi kontrol grubunda görülmüş ve diğer gruplardaki değerlerin birbirine benzer olduğu ortaya konmuştur (Şekil 2-D).

Balıklardan alınan kan örneklerinde yapılan analizlerde %LYM, %MID, MCV, MCH, RDW-SD, RDW-CV ve PLT değerlerinde gruplar arasında istatistiksel farklılık bulunmuştur (P<0.05; Tablo 2). %LYM değeri L2 grubunda diğer gruplara göre en yüksek ve %MID değeri kontrol, larva ve L1 gruplarında L2 grubuna göre yüksek bulunmuştur (P<0.05). Diğer taraftan MCV, MCH, RDW-SD, RDW-CV ve PLT miktarları ise L1 ve L2 gruplarında kontrol ve larva gruplarına göre istatistiksel olarak daha yüksek ölçülmüştür (P<0.05). WBC, %GRAN, RBC, HGB, HCT, MCHC, MPV, PDW, PCT ve P-LCR değerlerinde ise gruplar arasında fark bulunmamıştır (P>0.05).



Şekil 2. Çalışma gruplarındaki balıkların kesim ağırlığı (gr), boy (mm), karkas ağırlığı (gr) ve karkas verimi (%)

Tablo 2. Çalışma gruplarındaki balıklarda ölçülen kan parametreleri

Parametreler	Gruplar			
	Kontrol	Larva	L1	L2
WBC ( $10^3/\mu\text{L}$ )	48.41±2.18	45.96±0.95	50.01±0.79	93.23±2.18
LYM (%)	93.01±0.33 <sup>b</sup>	93.15±0.20 <sup>b</sup>	93.23±0.29 <sup>b</sup>	94.74±0.61 <sup>a</sup>
MID (%)	4.56±0.17 <sup>ab</sup>	4.68±0.14 <sup>a</sup>	4.50±0.20 <sup>ab</sup>	3.95±0.14 <sup>b</sup>
GRAN (%)	2.43±0.17	2.17±0.86	2.28±0.1	2.20±0.21
RBC ( $10^6/\mu\text{L}$ )	1.46±0.09	1.53±0.03	1.63±0.05	1.64±0.29
HGB (g/dL)	7.75±0.45	8.12±0.08	8.92±0.26	8.14±0.75
HCT (%)	18.57±1.1	19.33±0.24	21.99±0.62	18.79±1.69
MCV (fL)	127±1.42 <sup>bc</sup>	126±1.57 <sup>c</sup>	134±1.32 <sup>a</sup>	133±2.58 <sup>ab</sup>
MCH (pg)	52.17±0.68 <sup>b</sup>	53.20±1.03 <sup>ab</sup>	54.45±0.68 <sup>ab</sup>	55.36±0.67 <sup>a</sup>
MCHC (g/dL)	41.71±0.49	42.22±0.43	40.63±0.49	41.72±1.2
RDW-SD (fL)	65.53±2.82 <sup>b</sup>	67.48±1.17 <sup>ab</sup>	73.99±1.91 <sup>a</sup>	69.81±1.41 <sup>ab</sup>
RDW-CV (%)	11.19±0.53 <sup>b</sup>	11.35±0.21 <sup>b</sup>	12.23±0.3 <sup>b</sup>	14.18±0.48 <sup>a</sup>
PLT ( $10^3/\mu\text{L}$ )	10.10±0.48 <sup>b</sup>	9.30±0.6 <sup>b</sup>	14.4±1.18 <sup>a</sup>	12.10±1.61 <sup>ab</sup>
MPV (fL)	13.26±0.41	13.55±0.10	13.47±0.38	12.84±0.58
PDW (%)	11.62±1.36	15.16±2.05	13.65±1.92	14.81±1.49
PCT (%)	0.01±0.003	0.01±0.002	0.01±0.002	0.02±0.003
P-LCR (%)	48.77±2.18	48.12±0.96	49.85±1.28	47.55±1.71

<sup>a,b,c</sup>: Aynı satırda farklı harflerle ifade edilen değerler arasındaki fark önemlidir ( $P<0.05$ ).

## TARTIŞMA VE SONUÇ

Çeşitli böcek larva veya onların protein kaynağı olarak katnatlı hayvanlar başta olmak üzere diğer hayvanların rasyonlarında da farklı oranlarda kullanıldığı ve büyüme performansı veya verimde önemli sayılabilecek sonuçların elde edildiği bildirilmektedir (19). Diğer hayvanlara benzer şekilde balıklar da protein, aminoasit ve yağ gibi besin maddelerine yüksek miktarda ihtiyaç duyarlar. Böcekler hayvanlar için kaliteli bir besin kaynağı olup yaklaşık %45-60 protein, %30-45 yağ ve %5'ten daha düşük oranda ham kül içermektedir (13). Balık rasyonlarının en önemli öğesi olan balık ununun son zamanlarda daha az üretilmesi ve maliyetinin artması, böcek gibi besin içeriği balık ununa yakın alternatif ham maddelerin balık rasyonlarında kullanımını kaçınılmaz kılmaktadır (13,21,22). Nitekim, Bondari ve Sheppard (23) yaptıkları çalışmada kanal yayını ve çipuraların sinek larvaları ile doğrudan beslenme konusunda istekli olduklarını bildirirken Ng ve ark. (24) un kurdu larva ununun karabalık yemlerinde balık unu ile birlikte %40 düzeyine kadar büyüme performansını etkilemeden kullanılabileceğini bildirmiştir. Yine St-Hilaire ve ark. (25) tarafından yapılan bir çalışmada, %25 böcek ikamesi ile beslenen alabalıkların ağırlık kazanımları ve yemden yararlanma oranlarında kontrol grubuna göre önemli farklılıklar olduğu görülmüştür. Yapılan başka bir çalışmada canlı yem olarak morio kurdu kullanılmış ve %25 düzeyinde ikameyi yem ile beslenen grupların en yüksek canlı ağırlık değerine ulaştığı görülmüş, ayrıca morio kurdu kullanım miktarı arttıkça hem canlı ağırlık kazancı hem de balık boylarının azaldığı ortaya konmuştur (26). Benzer şekilde bu çalışmada bazal diyetle ilave olarak dondurulmuş SAS larvaları ile beslenen alabalıklarda yem tüketimi, canlı ağırlık artışı ve yemden yararlanma oranı bazal diyetle beslenen balıklara göre anlamlı bir şekilde iyileşmiş, sadece SAS larvaları ile beslenen grupta ise balık boyları ve yemden yararlanma oranı kötüleşmiştir ( $P<0.05$ ; Şekil 1). Yine bu çalışmayı destekleyici yönde

Lock ve ark. (27) tarafından Atlantik somonlarında balık unu ile SAS larva unu kullanılarak yapılan çalışmada, yemden yararlanma oranında iyileşme olduğu rapor edilmiştir.

LYM, MID, MCV ve MCH gibi hematolojik parametrelerin balıklarda belirgin bir şekilde kan ve bağışıklık sistemi hücrelerinin yapımının uyarımında görev aldığı bildirilmektedir (28). Bazı bitkisel yağlar, fitokimyasallar ve çeşitli antioksidan özelliklere sahip maddelerin alabalıklarda bu parametreleri artırdığı gösterilmiştir (29,30). Avrupa levreği (31) ve yılanbaşı balıklarında (32) SAS larva unu, pacu balıklarında ise bütün halde larva (33) kullanılarak yapılan çalışmalarda balıkların kanlarında ölçülen hematolojik parametrelerde gruplar arasında her hangi bir farklılığın olmadığı bildirilmiştir. Bu çalışmada ise yukarıda bildirilen çalışmaların aksine L1 ve L2 gruplarındaki alabalıkların kanlarında ölçülen %LYM, %MID, MCV, MCH, RDW-SD, RDW-CV ve PLT değerleri diğer gruplara göre istatistiksel olarak farklı bulunmuştur ( $P<0.05$ ; Tablo 2).

Sonuç olarak, bazal diyetle ilave olarak dondurulmuş siyah asker sineği larvası ile beslenen alabalıkların büyüme performansının arttığı ve savunma sisteminin güçlenmesi yönünde uyarıldığı görülmüştür. Bu sonuçlara göre, siyah asker sineği larvalarının alabalıkların beslenmesinde protein kaynağı olarak belirli düzeylerde kullanılabileceği söylenebilir.

## TEŞEKKÜR

Bu çalışma, İÜBAP Koordinatörlüğünce Lisans Öğrencisi Katılımlı FLO-2018-1113 nolu proje ile desteklenmiş olup 3. Uluslararası Karadeniz Modern Bilimsel Araştırmalar Kongresi (23-24 Mart, 2023, Samsun, Türkiye)'nde sözlü olarak sunulmuştur. Yazar hem adı geçen koordinatörlüğe hem de kongre düzenleme kuruluna teşekkür eder.

## ÇIKAR ÇATIŞMASI

Yazar herhangi bir çıkar çatışması beyan etmemektedir.



**KAYNAKLAR**

1. Turan H, Kaya Y, Sönmez G. (2006). Balık Etinin Besin Değeri ve İnsan Sağlığındaki Yeri. *EgeJFAS*. 23(3): 505-508.
2. Oliva-Teles A, Enes P, Peres H. (2015). Replacing Fishmeal and Fish Oil in Industrial Aquafeeds for Carnivorous Fish. In: Davis DA, Editor. *Feed and Feeding Practice in Aquaculture*. Cambridge: Woodhead Publishing. 203–233.
3. FAO. (2016). *The State of World Fisheries and Aquaculture: Contributing to Food Security and Nutrition for all*. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.
4. Raman SS, Stringer LC, Bruce NC, Chong CS. (2022). Opportunities, Challenges and Solutions for Black Soldier Fly Larvae-based Animal Feed Production. *J Clean Prod*. 373: 133802.
5. Tomberlin JK, van Huis A, Benbow ME, et al. (2015). Protecting the Environment Through Insect Farming as a Means to Produce Protein for Use as Livestock, Poultry, and Aquaculture Feed. *J Insects Food Feed*. 1(4): 307-309.
6. de Marco M, Martínez S, Hernandez F, et al. (2015). Nutritional Value of Two Insect Larval Meals (*Tenebrio Molitor* and *Hermetia Illucens*) for Broiler Chickens: Apparent Nutrient Digestibility, Apparent Ileal Amino Acid Digestibility And Apparent Metabolizable Energy. *Anim Feed Sci Technol*. 209: 211-218.
7. Renna M, Schiavone A, Gai F, et al. (2017). Evaluation of The Suitability of A Partially Defatted Black Soldier Fly (*Hermetia illucens*) Larvae Meal as Ingredient for Rainbow Trout (*Oncorhynchus Mykiss*, Walbaum) Diets. *J Anim Sci Biotechnol*. 8(1): 57.
8. Aisyah HN, Athirah ZAR, Hanani WR, et al. (2022). The Effect of Feeding Black Soldier fly Larvae on Growth Performance, Protein, and Fat Content of Red Hybrid Tilapia (*Oreochromis spp.*). *Vet World*. 15(10): 2453-2457.
9. Jozefiak D, Engberg RM. (2015). "Insect as Poultry Feed" 20th European Symposium on Poultry Nutrition, 24-27 August, Prague, Czech Republic.
10. Sheppard DC, Newton GL, Thompson SA, Savage S. (1994). A Value Added Manure Management System Using The Black Soldier Fly. *Bioresour Technol*. 50(3): 275-279.
11. Stamer A, Wessels S, Neidigk R, Hoerstgen-Schwark G. (2014). Black Soldier Fly (*Hermetia illucens*) Larvae-Meal As An Example for A New Feed Ingredients' Class in Aquaculture Diets. 4 th ISO-FAR Scientific Conference. Building Organic Bridges, at the Organic World Congress, 13 - 15 October, Istanbul, Turkey (eprint ID 24223).
12. Charlton AJ, Dickinson M, Wakefield ME, et al. (2015). Exploring the Chemical Safety of Fly Larvae as a Source of Protein for Animal Feed. *J Insects Food Feed*. 1(1): 7-16.
13. Nairuti RN, Musyoka SN, Yegon MJ, Opiyo MA. (2022). Utilization of Black Soldier Fly (*Hermetia illucens* L.) Larvae as a Protein Source for Fish Feed - A Review. *Aquac Stud*. 22(2): AQUAST697.
14. Tomberlin JK, Adler PH, Myers HM. (2009). Development of the Black Soldier Fly (Diptera: Stratiomyidae) in Relation to Temperature. *Environ Entomol*. 38(3): 930-934.
15. Nguyen TTX, Tomberlin JK, Vanlaerhoven S. (2015). Ability of Black Soldier Fly (Diptera: Stratiomyidae) Larvae to Recycle Food Waste. *Environ Entomol*. 44: 406-410.
16. Sheppard DC, Newton GL. (2000). Valuable By-products of a Manure Management System Using the Black Soldier Fly. Pages. 35-39 in *Animal, Agricultural and Food Processing Wastes, Proceedings of the 8th International Symposium*. ASAE, St Joseph, MO.
17. Widjastuti T, Wiradimadja R, Rusmana D. (2014). The Effect of Substitution of Fish Meal by Black Soldier Fly (*Hermetia illucens*) Maggot Meal in the Diet on Production Performance of Quail (*Coturnix coturnix japonica*). *Sci Papers Ser D Anim Sci*. 42: 125–129.
18. Henry M, Gasco L, Piccolo G, Fountoulaki E. (2015). Review on the Use of Insects in the Diet of Farmed Fish: Past and Future. *Anim Feed Sci Technol*. 203: 1-22.
19. Newton GL, Sheppard DC, Watson DW, et al. (2005). The Black Soldier Fly, *Hermetia illucens*, as a Manure Management/Resource Recovery Tool. In *Symposium on The State of The Science of Animal Manure and Waste Management*, pp. 5-7.
20. Leong SY, Kuty SRM, Malakahmad A, Tan CK. (2016). Feasibility Study of Biodiesel Production Using Lipids of *Hermetia illucens* Larva Fed with Organic Waste. *Waste Manag*. 47: 84-90.
21. St-Hilaire S, Cranfill K, McGuire MA, et al. (2007a). Fish Offal Recycling by the Black Soldier Fly Produces a Foodstuff High in Omega-3 Fatty Acids. *J World Aquac Soc*. 38: 309.
22. Veldkamp T, van Duinkerken G, van Huis A, et al. (2012). Insects as a Sustainable Feed Ingredient in Pig and Poultry Diets – A Feasibility Study, Report 638 - Wageningen Livestock Research.
23. Bondari K, Sheppard DC. (1981). Soldier Fly Larvae as Feed in Commercial Fish Production. *Aquac*. 24: 103-109.
24. Ng WK, Liew FL, Ang LP, Wong KW. (2001). Potential of Mealworm (*Tenebrio molitor*) as an Alternative Protein Source in Practical Diets for African Catfish, *Clarias gariepinus*. *Aquac Res*. 32 (Supplement 1): 273-280.
25. St-Hilaire S, Sheppard C, Tomberlin JK, et al. (2007b). Fly Prepupae as a Feedstuff for Rainbow Trout, *Oncorhynchus mykiss*. *J World Aquac Soc*. 38: 59-67.
26. Doğankaya L. (2017). Gökkuşluğu Alabalığı Yavru Yemlerinde Balık Unu Yerine Süper Kurt (*Zophobas morio*) Unu İkamesinin Büyüme Performansına Etkileri. *Turkish J Aqua Sci*. 32(1): 1-7.
27. Lock E, Arsiwalla T, Waagbø R. (2016). Insect larvae Meal as an Alternative Source of Nutrients in the Diet of Atlantic Salmon (*Salmo salar*) Posts Molt. *Aquac Nutr*. 22 (6): 1202-1213.
28. Altınterim B, Danabas D, Aksu O. (2018). The effects of Common Yarrow (*Achillea millefolium* Linnaeus), Cinnamon (*Cinnamomum zeylanicum* Blume) and Rosemary (*Rosemarinus officinalis* Linnaeus) Hydrosols on the Some Immunological and Hematological Parameters of Common carp (*Cyprinus carpio* L., 1758). *Cell Mol Biol*. 64(14): 19–24.
29. Altınterim B, Kutluy F, Aksu O. (2018). Effects of Different Plant Oils Having Different Oxygen Radical Absorbance Capacity (ORAC) on Hematological Parameters of Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*) at High Stocking Density. *Ataturk Univ Vet*. 13(1): 63-69.
30. Altınterim B, Ozturk E, Kutluy F, Aksu O. (2018). Effects of Green Tea (*Camellia sinensis*) Oil on Feed Utilization and Hematological Parameters of Rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Ataturk Univ. Vet*. 13(2): 159-164.
31. Abdel-Tawwab M, Khalil RH, Metwally AA, Shakweer MS, Khalil MA, Abdel-Latif HM. (2020). Effects of Black Soldier Fly (*Hermetia illucens*) Larvae Meal on Growth Performance, Organosomatic Indices, Body Composition, and Hemato-biochemical Variables of European Sea Bass, *Dicentrarchus Labrax*. *Aquac*. 522: 735136.

32. Siddaiah GM, Kumar R, Kumari R, et al. (2023). Dietary fishmeal replacement with *Hermetia illucens* (Black soldier fly, BSF) larvae meal affected production performance, whole body composition, antioxidant status, and health of snakehead (*Channa striata*) juveniles. *Anim Feed Sci Technol*. 297: 115597.
33. Ordoñez BM, Santana TM, Carneiro DP, et al. (2022). Whole Black Soldier Fly Larvae (*Hermetia illucens*) as Dietary Replacement of Extruded Feed for Tambaqui (*Colossoma macropomum*) Juveniles. *Aquac J*. 2: 246-256.

✉ **Sorumlu Yazar:**

Fatih AKDEMİR  
Malatya Turgut Özal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi,  
Zootečni Anabilim Dalı, 44210, Malatya, TÜRKİYE  
E-posta: fatih.akdemir@ozal.edu.tr