

**T.C.**  
**RECEP TAYYIP ERDOĞAN ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**KIRMIZI KALİFORNİYA SOLUCANI (*Eisenia fetida*) UNUNUN**  
**GÖKKUŞAĞI ALABALIĞI (*Oncorhynchus mykiss*) YEMİNDE**  
**ALTERNATİF PROTEİN KAYNAĞI OLARAK KULLANIM**  
**OLANAKLARININ ARAŞTIRILMASI**

**ZEYNEP BAYRAKTAR**

**TEZ DANIŞMANI**

**DOÇ. DR. HURİYE ARIMAN KARABULUT**

**TEZ JÜRİLERİ**

**DOÇ. DR. İLKER ZEKİ KURTOĞLU**

**DR. ÖĞR. ÜYESİ BİRSEN KIRIM**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**  
**SU ÜRÜNLERİ ANABİLİM DALI**



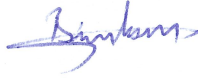
**RİZE-2019**

**Her Hakkı Saklıdır**

T.C.  
RECEP TAYYIP ERDOĞAN ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**KIRMIZI KALİFORNİYA SOLUCANI (*Eisenia fetida*) UNUNUN  
GÖKKUŞAĞI ALABALIĞI (*Oncorhynchus mykiss*) YEMİNDE ALTERNATİF  
PROTEİN KAYNAĞI OLARAK KULLANIM OLANAKLARININ  
ARAŞTIRILMASI**

Doç. Dr. Huriye ARIMAN KARABULUT danışmanlığında Zeynep BAYRAKTAR tarafından hazırlanan bu çalışma, Enstitü Yönetim Kurulu kararıyla oluşturulan jüri tarafından 24/12/2018 tarihinde Su Ürünleri Anabilim Dalı'nda **YÜKSEK LİSANS** tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri	Unvanı Adı Soyadı	İmzası
Başkan	: Doç. Dr. Huriye ARIMAN KARABULUT	
Üye	: Doç. Dr. İlker Zeki KURTOĞLU	
Üye	: Dr. Öğr. Üyesi Birsen KIRIM	

  
Doc. Dr. Ferhat KALAYCI  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRÜ

## ÖNSÖZ

Bu çalışmada, ülkemizde son zamanlarda gündem oluşturan Kırmızı Kaliforniya Solucanının gökkuşığı alabalığı yeminde protein kaynağı olarak kullanılabilirliğinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Bu tezin hazırlanmasında yardımı ve desteğini esirgemeyen, tezimin her aşamasında değerli bilgi ve deneyimlerinden faydalanmamı sağlayan danışman sayın hocam Doç. Dr. Huriye ARIMAN KARABULUT' a, denemenin kurulum aşamasında fikirleriyle yol gösteren Doç. Dr. İlker Zeki KURTOĞLU' na, solucan materyal temini için Prof. Dr. Turan YÜKSEK hocama ve LAZUTİM Organik Tarım Ltd. Şti.' ye ayrıca deneme süresince ve laboratuvar çalışmalarında yardımlarından dolayı Öğr. Gör. Özay Köse'ye ve Tekniker Cansu YILMAZ' a teşekkürlerimi sunarım.

Ayrıca tez çalışmam süresince her koşulda yanımda olan maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen ve büyük bir sabır gösteren değerli aileme ve sevgili eşim Yavuz BAYRAKTAR' a sonsuz teşekkürü bir borç bilirim.

Hazırlanan bu Yüksek Lisans tezi Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP) Birimi tarafından FLY-2017-753 nolu proje ile desteklenmiştir.

**Zeynep BAYRAKTAR**

## TEZ ETİK BEYANNAMESİ

Tarafımdan hazırlanan “Kırmızı Kaliforniya Solucanı (*Eisenia fetida*) Ununun Gökkuşığı Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) Yeminde Alternatif Protein Kaynağı Olarak Kullanım Olanaklarının Araştırılması” başlıklı bu tezin, Yükseköğretim Kurulu Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Yönergesindeki hususlara uygun olarak hazırladığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal işlemi kabul ettiğimi beyan ederim.  
20/12/2018



Zeynep BAYRAKTAR

**Uyarı:** Bu tezde kullanılan özgün ve/veya başka kaynaklardan sunulan içeriğin kaynak olarak kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

## ÖZET

# KIRMIZI KALİFORNİYA SOLUCANI (*Eisenia fetida*) UNUNUN GÖKKUŞAĞI ALABALIĞI (*Oncorhynchus mykiss*) YEMİNDE ALTERNATİF PROTEİN KAYNAĞI OLARAK KULLANIM OLANAKLARININ ARAŞTIRILMASI

Zeynep BAYRAKTAR

Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Su Ürünleri Anabilim Dalı  
Yüksek Lisans Tezi

Danışmanı: Doç. Dr. Huriye ARIMAN KARABULUT

Bu çalışma, yavru gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) yeminde solucan unu kullanımının büyüme performansı ve vücut kompozisyonu üzerine etkisinin belirlenmesi amacıyla yapılmıştır. Ortalama ağırlıkları  $5,05 \pm 0,61$ g olan yavru alabalıklar; Kontrol % 0 (SU0) ve Solucan unu % 10 (SU10), % 20 (SU20) ve % 30 (SU30) içeren dört farklı deneme grubu yemiyle 90 gün boyunca canlı ağırlığa göre % 2,5 oranında beslenmişlerdir. Deneme sonunda ortalama en yüksek canlı ağırlığa % 259,40 ile SU30 grubu ulaşmış, bu grubu sırası ile SU20 ve SU10 (% 211,17 ve % 182,76) grubu ile kontrol SU0 (% 113,68) grubu takip etmiştir. SU30 grubu ile diğer gruplar arasındaki fark, canlı ağırlık artışı, spesifik büyüme oranı, yem değerlendirme oranı ve protein değerlendirme randımanı bakımından istatistiki olarak önemli bulunmuştur ( $P < 0,05$ ). Deneme sonunda elde edilen kondüsyon faktörü (KF) ve hepatosomatik indeks (HSİ) değerlerinin, rasyondaki solucan unu ilavesinden olumlu etkilendiği, viserosomatik indeks (VSI) değerinin ise etkilenmediği belirlenmiştir. Aynı zamanda; solucan ununun et kalitesi üzerinde önemli bir değişikliğe yol açmadığı ortaya konulmuştur. Bu çalışma sonucunda büyüme performansı ölçüm kriterleri dikkate alındığında, yavru gökkuşağı alabalıklarının yemlerine % 30 oranında solucan unu kullanımının balık gelişimini kayda değer oranda arttıracığı sonucuna varılmıştır.

2019, 41 sayfa

**Anahtar Kelimeler:** Gökkuşağı alabalığı, Balık unu, Solucan unu, Büyüme performansı

## ABSTRACT

### THE INVESTIGATION OF THE POSSIBILITY OF USING RED CALIFORNIA EARTHWORM (*Eisenia fetida*) MEAL AS A ALTERNATIVE PROTEIN SOURCE IN RAINBOW TROUT (*Oncorhynchus mykiss*) DIET

Zeynep BAYRAKTAR

Recep Tayyip Erdoğan University  
Graduate School of Natural and Applied Sciences  
Department of Fisheries  
Master Thesis

Advisor: Assoc. Prof. Dr. Huriye ARIMAN KARABULUT

This study was carried out to determine the effect of earthworm meal usage on growth performance and body composition in fry rainbow trout feed. The fry rainbow trout (5.05±03.61g) were fed at 2.5% live weight for 90 days with four different experimental diets, namely earthworm meal 0 % (SU0 control group), earthworm meal 10 % (SU10), 20 % (SU20) and 30 % (SU30). At the end of the study, SU30 group reached the highest mean live weight with 259.40%, followed by SU20, SU10 and control SU0 (211.17 %, 182.76 %, 113.68 %, respectively). The difference between the SU30 group and the other groups was statistically significant in terms of live weight gain, specific growth rate, feed conversion ratio and protein efficiency ratio ( $P < 0.05$ ). In this study, it was determined that the condition factor (CF) and hepatosomatic index (HSI) were positively affected by the addition of the earthworm meal in the ration and the viscerosomatic index (VSI) value was not affected. Additionally, earthworm meal did not cause a statistically significant change in meat quality. As a result, considering the growth performance measurement criteria, it was determined that the use of 30 % earthworm meal in the rations of fry rainbow trout could increase fish growth significantly.

2019, 41 pages

**Keywords:** Rainbow trout, Fishmeal, Earthworm meal, Growth performance

## İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ .....	I
TEZ ETİK BEYANNAMESİ.....	II
ÖZET .....	III
ABSTRACT.....	IV
İÇİNDEKİLER DİZİNİ.....	V
ŞEKİLLER DİZİNİ .....	VII
TABLolar DİZİNİ.....	VIII
SEMBOLLER ve KISALTMALAR DİZİNİ.....	IX
1. GENEL BİLGİLER .....	1
1.1. Giriş .....	1
1.2. Önceki Çalışmalar.....	5
1.3. Gökkuşluğu Alabalığının Biyolojisi .....	6
1.4. Kaliforniya Solucanının ( <i>Eisenia fetida</i> ) Biyolojisi .....	7
1.5. Solucan Unu ve Besinsel Değeri .....	8
1.6. Çalışmanın Amacı.....	10
2. YAPILAN ÇALIŞMALAR.....	11
2.1. Materyal .....	11
2.1.1. Deneme Ünitesi.....	11
2.1.2. Balık Materyali .....	11
2.1.3. Tank Materyali.....	11
2.1.4. Denemede Kullanılan Ekipmanlar.....	12
2.1.5. Yem Hammaddesi ve Yem Materyali .....	13
2.2. Yöntem.....	16
2.2.1. Deneme Ünitesinin Planlanması.....	16
2.2.2. Deneme Süresi .....	16
2.2.3. Balıkların Seçilmesi .....	16
2.2.4. Balıkların Tartılması ve Boylanması .....	16
2.2.5. Yemin Hazırlanışı .....	17
2.2.6. Balıkların Yemlenmesi ve Yem Tüketiminin Tespit Edilmesi.....	19
2.2.7. Balık Etlerinin Alınımı .....	19
2.2.8. Balık Eti İçeriğinin Analizleri.....	20

2.3.	Büyüme Parametrelerinin Hesaplanması.....	21
2.3.1.	Canlı Ağırlık Artışı ve Spesifik Büyüme Oranı.....	21
2.3.2.	Yem Değerlendirme Oranı.....	21
2.3.3.	Protein Değerlendirme Randımanı .....	22
2.3.4.	Kondisyon Faktörü .....	22
2.3.5.	Karkas Randımanı, Hepatosomatik İndeks ve Viserosomatik İndeks Değerleri .....	22
2.3.6.	Yaşama Oranı .....	23
2.3.7.	Verilerin Değerlendirilmesi .....	23
3.	BULGULAR.....	24
3.1.	Çevresel Parametrelere İlişkin Bulgular .....	24
3.2.	Büyüme Performansına İlişkin Bulgular .....	24
3.3.	Balıklarının Vücut Kimyasal Kompozisyonlarına İlişkin Bulgular .....	28
3.4.	Hepatosomatik İndeks (HSI), Viserosomatik İndeks (VSI) ve Karkas Randımanına (KR) İlişkin Bulgular.....	29
4.	TARTIŞMA ve SONUÇLAR.....	32
5.	ÖNERİLER.....	36
	KAYNAKLAR .....	37
	ÖZGEÇMİŞ .....	41



## ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1. Gökkuşığı alabalığı ( <i>Oncorhynchus mykiss</i> ) .....	6
Şekil 2. Kırmızı kaliforniya solucanı ( <i>Eisenia fetida</i> ) .....	7
Şekil 3. Solucan ve solucan unu .....	9
Şekil 4. Deneme için kullanılan balık örneği .....	11
Şekil 5. Deneme tankları .....	12
Şekil 6. Boy ve ağırlık ölçümü .....	13
Şekil 7. Yem hammaddeleri .....	13
Şekil 8. Yem hammaddelerinin öğütülmesi ve eleme işlemin yapılması.....	17
Şekil 9. Yem hammaddelerinin karıştırılması .....	18
Şekil 10. Yemin peletleme aşamaları .....	18
Şekil 11. Tanklardan analizler için rastgele örneklenen balıklar.....	20
Şekil 12. Analiz için alınan balık etleri .....	21
Şekil 13. Deneme süresince su sıcaklığı değişimi .....	24
Şekil 14. Deneme süresince balıkların ikişer haftalık tartımlardaki ağırlık artışları (g).25	
Şekil 15. Deneme gruplarının spesifik büyüme oranları (SBO).....	26
Şekil 16. Grupların yem değerlendirme oranları (YDO).....	27
Şekil 17. Deneme yemleri ile beslenen balıkların yaşama oranları (%)......	27
Şekil 18. Yavru gökkuşığı alabalıklarının ham protein oranları (%)......	28
Şekil 19. Yavru gökkuşığı alabalıklarının ham yağ oranları (%). .....	29
Şekil 20. Gruplardan elde edilen hepatosomatik indeks (HSİ) değeri (%) .....	30
Şekil 21. Gruplardan elde edilen viserosomatik indeks (VSI) değeri (%) .....	31
Şekil 22. Gruplardan elde edilen karkas randımanı (KR) değeri (%) .....	31

## TABLÖLAR DİZİNİ

<b>Tablo 1.</b> Solucan unu ve balık ununun kimyasal analizi.....	9
<b>Tablo 2.</b> Solucan unu ve balık ununun aminoasit içeriği .....	10
<b>Tablo 3.</b> Deneme yemlerinin yapımında kullanılan yem hammaddelerin besin madde içerikleri. ....	14
<b>Tablo 4.</b> Denemede kullanılan yemlerin formülasyonu ve besin madde içerikleri.....	15
<b>Tablo 5.</b> Denemede elde edilen büyüme ve yem değerlendirme sonuçları ( $\bar{x} \pm SH$ ) ...	25
<b>Tablo 6.</b> Deneme sonunda balıkentinin besin kompozisyonu (n=5, $\bar{x} \pm SH$ ).....	28
<b>Tablo 7.</b> Gruplardan elde edilen hepatosomatik indeks (HSI), viserosomatik indeks (VSI) ve karkas randımanı (KR) değerleri (n=5, $\bar{x} \pm SH$ ).....	30

## SEMBOLLER ve KISALTMALAR DİZİNİ

°C	Derece
CAA	Canlı Ağırlık Artışı
FCR	Yem Değerlendirme Oranı
FAO	Food And Agriculture Organization
gr	Gram
HSİ	Hepatosomatik İndeks
HP	Ham Protein
HY	Ham Yağ
HS	Ham Selüloz
HK	Ham Kül
KF	Kondüsyon Faktör
KR	Karkas Randımanı
KM	Kuru Madde
kcal	Kilokalori
kg	Kilogram
mg	Miligram
mm	Milimetre
NÖM	Nitrojensiz Öz Madde
pH	Potansiyel Hidrojen
PDR	Protein Değerlendirme Randımanı
SBO	Spesifik Büyüme Oranı
YDO	Yem Değerlendirme Oranı
YO	Yaşama Oranı
VSİ	Viserosomatik İndeks

# 1. GENEL BİLGİLER

## 1.1. Giriş

Balık yetiştiriciliğinde maliyeti ve verimliliği etkileyen en önemli girdilerden biri de yemdir. Yem yapımında yüksek oranda protein içeren ham maddeler kullanılmaktadır. Balık yemlerinde balık ununun daha çok tercih edilmesinin nedeni; dengeli bir aminoasit kompozisyonuna sahip olması, yüksek oranda protein içermesi ve balıklar için lezzetli olmasıdır. Ancak stoklardaki azalmalar ve insan besini için kullanılmalarıyla balık unu üretiminde azalmalar meydana gelmiştir. Bunun sonucunda ise balık unu yem üreticileri tarafından ithal edilme aşamasına gelmiştir. Bu nedenle balık stoklarının azalması balık unu fiyatını arttırmış bunun sonucu olarak yemin maliyeti de artmıştır. Yem fiyatlarındaki artışlar bitkisel kaynakların kullanılmasını ön plana çıkarmıştır. Bu anlamda yem maliyetini düşürmek, balık ununa alternatif olarak kullanılacak protein kaynakları ve bunların kullanım olanaklarını tayin etmek maksadıyla birçok çalışmalar yapılmıştır (Akiyama, 1995).

Dünya genelinde insanların sağlıklı ve dengeli beslenmesinde önemli rol oynayan su ürünleri tüketimi her geçen gün artmaktadır. Ancak, ülkemizde su ürünleri yetiştiriciliği son yıllardaki gelişmelere rağmen, üretim giderlerinin % 50-75'ini oluşturan yem maliyeti gibi bazı faktörlerden dolayı istenilen düzeye ulaşmış değildir. Akuakültür sektörünün hızla gelişmesi, yem katkılarının ekonomikliği ve sürdürülebilirlik konularını göz önünde bulundurmaktadır. Balık unu başlıca hayvansal yem katkısıdır. Balık unundaki azalmaların yaşanması hayvansal protein kaynaklarının alternatif olarak kullanılmasını arttırmıştır. Ziraai alanlarda organik atıkların (evsel ve endüstriyel) gübre olarak ihtiyacı karşılaması maksadıyla son yıllarda solucanlardan faydalanılmaktadır. Üretimde son ürün profilini taşıyan ve besinsel içeriği bakımından oldukça değerli bir hayvansal ürün olan solucan ununun balık yetiştiriciliğinde kullanılması göz doldurmaktadır. Türkiye akuakültürünün 2017 yılı bakımından % 37,6'sının iç sularda olduğu ve bu üretimin büyük çoğunluğunun alabalık yetiştiriciliğinden ibaret olduğu düşünüldüğünde amaç solucan ununun alabalık yetiştiricilik performansına katkısının araştırılması konusuna önem vermektedir. Su ürünlerinin sürdürülebilirliğinin sağlanması için bir yandan yem maliyetlerinin

düşürülmesi, diğer yandan sağlıklı ve yüksek kaliteli farklı tip balık yemlerinin sektörün kullanımına sunulması önem arz etmektedir. Su ürünleri yetiştiriciliğinde yem maliyetini düşürmek, balık unu ve yağı elde etmek için stoklar üzerinde olan baskıyı azaltmak ve sürdürülebilir bir üretim gerçekleştirmek için alternatif hayvansal, bitkisel protein ve yağ kaynakları ile balık yetiştiriciliği konusunda son 15-20 yılda yoğun bir çalışma programı yürütülmektedir. Alternatif protein kaynaklarının (özellikle bitkisel protein kaynaklarının) balık unundan farklı oranlarda aminoasit ve yağ asidi içermelerinden kaynaklanan avantajlar ve dezavantajlar konusunda çalışmalar devam etmektedir. Alternatif protein kaynaklarından hayvansal protein olarak rendering ürünler, yumuşakça unları konusunda çalışmalar yapılmasına rağmen; solucanların alternatif protein kaynağı olarak balık unu yerine kullanılması ile ilgili çalışmalar çok az sayıdadır. (De Silva ve Anderson, 1995). Ülkemizde ise bu konuda yayınlanmış sadece bir derleme çalışmasına rastlanmış olması, bu konuda yürütülen çalışmaların çok yetersiz olduğunun önemli bir kanıtıdır (Karabulut vd., 2016).

Balık yemleri için protein kalitesinin önemi çok ciddi bir konudur. Bitkisel kaynaklı yemlerdeki var olan protein kalitesindeki eksiklik hayvansal hammaddeler ile giderilmeye çalışılmaktadır. Çünkü bitkisel içerikli yemlerde eksik olan metiyonin, lizin ve triptofan gibi esansiyel aminoasitler hayvansal içerikli yem kaynaklarında bol miktarda bulunmaktadır. Ayrıca bitkisel yem hammaddelerindeki antibesin etkilerinin bulunması kullanımlarını kısıtlamaktadır (Lim vd., 2011).

Buna ek olarak hayvansal kaynaklı hammaddelerdeki mineral madde zenginliğinden bahsedebiliriz (Hisar vd., 2000). Alabalık yetiştiriciliğindeki rasyonlarda protein bakımından hem yüksek kalitedeki yemlerin hem de hayvansal kaynaklı yem maddelerinin bulunması önem arz etmektedir (Aras vd., 2000).

Son zamanlarda, organik atıkların gübre olarak kullanılması amacıyla tarım alanlarında toprak solucanlarından yararlanılmaktadır. Solucan gübresi ülkemiz de daha yeniye de Avrupa da on yıldır, Amerika'da da elli yıldır üretimi yapılmakta ve halen devam etmektedir. Aynı zamanda solucanlar evcil hayvanların yemlerine ilave edilerek gelişim performansı sağlanmış ve çiftlik hayvanlarında ise üretim verimliliğini artırmıştır (Sabine, 1978; Lourdumary ve Uma, 2012).

Solucanlar tıbbi olarak da önemli bir değere sahiptir. Solucan dokularından elde edilen ekstraktlar birçok hastalığı tedavi etmede kullanılmaktadır. Yapılan çalışmalarda solucan ekstraktları antibakteriyel, iltihap sökücü, antioksidant, antikanser ve yaraların iyileşme süresi gibi çeşitli molekülleri içermektedir. Vücutlarında fazlaca besin maddelerinden çeşitli proteinleri içermeleri sebebiyle çok yüksek besleyici değerlere sahiptirler. Solucanların insan gıdasının yanında bazı hayvanların (örneğin; balık, tavuk vs.) beslenmesinde de kullanıldığı ifade edilmektedir (Grdiša vd., 2013).

Vasanthi vd. (2012), *Eudrillus eugeniae* solucanları hamur haline getirildikten sonra farklı funguslar ve bakteri üzerinde yaptıkları çalışmalarında, *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae*, *Salmonella abony*, *Bacillus subtilis* ve *Staphylococcus aureus* ve bakterileri ile *Penicillium notatum*, *Aspergillus niger*, *Candida albicans* ve *Aspergillus flavus* ve funguslarına karşı antimikrobiyal aktivite tayini yapmışlardır. Bunun sonucunda elde edilen hamurun, çalışmada kullanılan bütün fungus ve bakterilerde bakteriyostatik etki gösterdiğini açıklamışlardır.

Solucanların, özellikle organik atıktan gübre üretmek için kullanımına vermikültür denilmektedir. Vermikompost ise sebze veya gıda atıklarının ayrıştırılarak solucanların sindirim sistemlerinden geçirilmesi sonucu elde edilen organik gübredir. Bu ürün tarımsal endüstride toprak düzenleyici ve organik gübre olarak kullanılması bakımından önemlidir (Edwards ve Bohlen, 1996).

Vermikompost ticari amaçla kurulan işletmelerde tercih edilmektedir. Kullanılan önemli iki tür vardır. Bunlardan en önemlisi *Eisenia spp'* dir. İkinci önemli tür ise *Lumbricus rubellus'* tur (Dickerson, 2004).

*Eisenia spp'* nin daha çok tercih edilmesinin sebepleri vardır. Bunlar:

- Hızlı besin tüketme özelliğine sahip olması. Yeterli besin maddelerine ait ortamlarda yaşamını sürdürebilmesi ve var olan besini tüketmesi.
- Yüksek üreme gücüne sahip olması ve popülasyonun artışın fazla olması
- Farklı çevre koşullarına adapte olabilmesi. Bütün koşullar sağlandığında popülasyonun büyümesi fazla olmaktadır (Edwards ve Bohlen, 1996).

Kaliforniya solucanı bütün dünyada vermikompost işletmelerinde kullanılan ve en fazla yetiştiriciliği yapılan solucan türüdür. Vermikompostun antibakteriyel ve antifungal etkisi özellikle solucanların vücutlarından dışarı salgıladıkları sıvıdan (sölom sıvısı) kaynaklanmaktadır. Solucanlar toprak ve suda mikroorganizmalarla birlikte yaşamlarını sürdürür. Buna rağmen bu patojenlerden fazla etkilenmemektedirler. Çeşitli sebeplerden ötürü vücutlarında oluşan yaralardan içeri mikroorganizmalar girer ve bu organizmalar solucanlar için ciddi sorun oluşturabilmektedir. Solucanların sahip olduğu antimikrobiyal maddeler ve savunma sistemleri sayesinde bu sorunlarla mücadele edebilmektedirler. Solucanların sahip olduğu savunma mekanizmaları iki bölümde ele alınır. Bunlardan birincisi barındırdıkları antimikrobiyal bariyerlerdir (solucanların sindirim kanalları, derileri ve yüzey mukuslar). Bu bariyerler sayesinde patojen organizmaların çoğunluğundan korunmuş olunur. İkinci savunma mekanizmaları ise doğal hücrel ve humoral immün sistemleridir. Savunma sistemleri ve antimikrobiyal maddeler sayesinde solucanlar mikroorganizmaların enfektif etkilerinden korunmuş olmaktadır. Sölom sıvısında bulunan lizozim, antimikrobiyal maddeler ve antijen bağlayan proteinler savunma sisteminin önemli öğeleri olarak açıklanmaktadır (Wang vd., 2006).

Solucanlar bakteriyel antijenlerle her karşılaşmasında farklı savunma etkileri göstermektedir. Bunun sebebi ise onlarda sonradan kazanılmış olan bağışıklık sisteminin bulunmamasıdır (Sun, 1997).

Ülkemizde vermikültürün giderek yaygınlaşan vermikompost işletmelerinde yapılan solucan üretimi ile balık yemlerinde tamamlayıcı hammadde olarak kullanımının, yem maliyetini azaltabileceği ve hammadde çeşitliliğini artırabileceği düşünülmektedir.

Bu tezin Türkiye su ürünleri yetiştiricilik sektörünün gelişmesine katkıda bulunması ve alternatif yem üretim çalışmalarına öncülük etmesi beklenmektedir.

## 1.2. Önceki Çalışmalar

Dünya’da ve Türkiye’de artmakta olan solucan gübre üretimi için solucanlar kullanılmaktadır. Solucan unu başarılı gelişim sağlaması için evcil hayvanların yemlerine katılmaktadır. Bununla birlikte damızlık hayvanlarda üretim performansı arttırmak mümkündür (Sabine, 1978; Stafford, 1984; Lourdummy ve Uma, 2012).

Kırmızı Kaliforniya solucanı, % 50-67 protein içeriğine, kaliteli aminoasit profiline sahip olduğu belirlenmiştir (Stafford, 1984). Özellikle bu solucan içerdiği yağ asitleri ve esansiyel amino asitlerden dolayı birçok su ürünleri (salmon, mersin balıkları ve kabuklu-eklem bacaklılar) yemlerinde de kullanılmaktadır (Fadaee, 2012).

Karides larvalarına balık unununun % 25’i yerine solucan yemi uyguladığında, ağırlık artışı ve yaşama oranının başarılı değerlerde olduğu belirtilmektedir (Habashy, 2012).

Habashy (2012), solucan unu karides larvalarına % 25 (balık unu yerine) kullanıldığında larvalardaki ağırlık artışının fazla olduğu ve yaşama oranının yüksek olduğu gözlemlenmiştir. Yapılan çalışmalarda; *E. fetida* solucanı % 50 ile % 67 arasında değişen protein oranına ve kaliteli aminoasit profiline sahip, sülfürlü aminoasit (methiyonin ve sistin) bulundurduğu ve solucan unununun % 5-12 karbonhidrat ve % 6-11 yağ, % 2 oranında çeşitli mineral ve vitamin içerdiği açıklanmıştır (Tacon vd., 1983; Paoletti vd., 2003).

Hansen ve Czochanska (1975), tarafından solucanlarda yapılan yağ analizi sonuçlarında, esansiyel yağlardan linolenik asit gibi PUFA’nın yüksek miktarda içerdiğini ortaya çıkarmışlardır. Balık yemlerinde solucanın alternatif olarak kullanılması için birçok araştırmalar yapılmıştır.

Stafford (1984), gökkuşağı alabalığı yemine 100 g/kg solucan unu katmışlar ve yüksek büyüme oranı elde ettiklerini açıklamışlardır.



Balık ununa ilave olarak değişik oranlarda (0, 95, 190, 380 g/kg) solucan unu ile gökkuşaağı alabalıklarımı beslemişlerdir. Çalışma sonucunda 95 g/kg'lık gruptaki büyüme performansının yüksek olduğu görülmüştür. % 100 solucan unu kullanılan grubun % 100 balık unu kullanılan kontrol grubuna oranla karkas yağ oranında % 16,7'lik bir azalma olduğunu açıklamışlardır (Velasquez vd., 1991).

Anitha ve Jayraaj (2012), yaptıkları çalışmada; solucan ununun besinsel analizlerinde özellikle esansiyel aminoasit ve protein içeriğini kalite ve miktar olarak iyi bulmuşlardır. Solucan unu içerdiği karbonhidrat, yağ ve protein bakımından çok iyi bir besinsel kaynak olduğu açıklanmıştır. Yapılan alışmalar şunu göstermiştir ki; solucan unu farmakolojik ürünlerde yağ oksidasyonunu önleme olayında, farmakolojik ürünlerin raf ömrünü uzatmada ve besinsel kaliteyi sağlamada antioksidant özelliğe sahip olduğu belirtilmektedir.

Monebi ve Ugwumba (2013), yayın balıklarında yaptıkları çalışmada, en yüksek ortalama ağrılık kazanımı % 75 solucan unu ile beslenenlerde görülmüştür. % 25 solucanlı yemde spesifik büyüme oranı (SBO) yüksek, kontrol grubunda ise en düşük oran görülmüştür. % 50 solucanlı yemde yem dönüşüm oranı (FCR) en düşük , % 100 solucanlı yemde ise en yüksek FCR ortaya çıkmıştır. Yayın balığında kullanılan % 50 ve % 75 oranlarındaki solucanlı balık unu yemleri, balıkta optimal büyüme ve yem değerlendirme olayı için uygun görülmüştür.

### 1.3. Gökkuşaağı Alabalığının Biyolojisi



şekil 1. Gökkuşaağı Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) (URL-1).

Gökkuşığı alabalığı Türkiye’de yetiştiriciliği yapılmakta olan türler arasında ilk sırada yer almaktadır. (Şekil 1). Alabalıklar, üzerinde en fazla çalışma yapılmış olan türlerdir. Bunun sebepleri ise; dış görünüşlerinin ilgi çekici olması, ilginç hayat hikâyeleri, çevre koşullarına uyum sağlamaları, aktif yem almaları, strese dayanıklı olmaları, et kalitelerinin yüksek olması ve yetiştiricilik çalışmalarında diğer türlere oranla daha verimli olmasıdır. Ayrıca Salmonidler sportif avcılıkta da sevilen türlerdir (Çelikkale, 2002).

#### 1.4. Kaliforniya Solucanının (*Eisenia fetida*) Biyolojisi

Toprak solucanları omurgasız hayvanlar grubu içinde yer alır (Tomlin ve Miller, 1988). Solucanlar; Polychaeta, Oligochaeta ve Hirunidea olmak üzere üç takımdan oluşur. Karasal kurtları içeren Oligochaeta sınıfının en çok bilinen örneği toprak solucanlardır (Kalaç, 1997). Kırmızı Kaliforniya solucanı, toprak solucanlarının halkalı solucan sınıfında bulunan *Lumbricidae* ailesinin 8 türünden birisidir. Latince adı *Eisenia fetida*’dır. İlk defa Kaliforniya Enstitüsünde yetiştirilmesi nedeniyle “kırmızı Kaliforniya solucanı” olarak adlandırılmaktadır (Şekil 2).



Şekil 2. Kırmızı Kaliforniya Solucanı (*Eisenia fetida*) (URL-2).

Solucanlar bataklık ve sığ bölgelerde yaşamlarını sürdürmektedirler. Kaliforniya solucanların uzunlukları 2,5-10,5 cm aralığındadır ve kalınlığı 0,50-0,75 cm arasında değişim göstermektedir. Ön baş kısmı daha kalın kaslı ve vücut turuncu, kırmızı rengindedir. Baş kısmının ucunda ağız, kuyruk kısmında ise rektum bulunmaktadır. Ağırlıkları 0,24-1,4 gr civarındadır. Solucanlar genelde setalı, ince kütikül bir dış dokuya sahiptir. Renkli, segmentli yumuşak ve iskeletsiz vücuda sahiptirler. İç içe girmiş tüp biçimde vücut yapıları vardır. İki tüp arasında uzanan sinir sistemine,

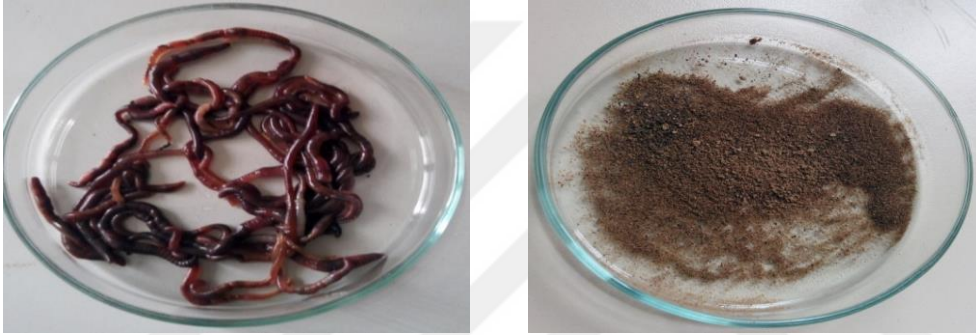
ağızdan anüse uzanan uzun bir sindirim kanalına ve su dengesini sağlayan bir boşaltım sistemine sahiptirler. Tüpler arasındaki boşluk sölom sıvısıyla doludur (Tomlin ve Miller, 1988). Sinirler, kaslarda kasılma-gevşeme hareketini ve vücuttaki organlarla iletişimi sağlarlar. Solucanlar, solunumu vücut yüzeyi ile yapar ve solunum pigmenti olarak hemoglobin bulundururlar. Solucanlar kesilen vücut parçalarını yenileyebilme yeteneğine sahiptir. Bu özellik de solucanların hayatta kalma başarılarını arttıran önemli bir özelliktir (Tomlin ve Miller, 1988; Zhu vd., 1996).

Kaliforniya solucanları diğer solucanlara kıyasla daha dayanıklıdırlar ve üreme hızı daha yüksektir. Güneş ışığını pek sevmezler. Doğrudan güneş ışığına maruz kaldıklarında ise ölürlür. En fazla 40 °C sıcaklığa kadar dayanabilirler. Solucanların kışın yatak sıcaklığının 0°C derecenin altına düşmemesi gerekir. Kaliforniya solucanları çift cinsiyetlidirler (hermafrodit). Çiftleşme uygun şartlarda sağlandığında gece boyunca ortalama 20-25 °C sıcaklıkta olur. Çiftleşme sonunda kokonlar oluşur. Bunlar mercimek tanesi büyüklüğünde ve limona benzemektedirler. Kırmızı Kaliforniya solucanları yumurtlayarak çok hızlı çoğalırlar. Bir yılda neredeyse 16-20 katına kadar kokon üretebilirler. Bu kokonlardan yaklaşık 1 ay içinde beyaz renkte ve 2 mm boyunda solucanlar meydana gelmeye başlar. Yumurtadan yeni çıkmış olan solucanlar yaklaşık 8 hafta içerisinde cinsel olgunluğa ulaşabilmektedir. Ortam sıcaklığı 20-25 °C olduğu sürece sürekli üremeye devam ederler. Kaliforniya solucanları ortalama 4-5 yıl yaşam sürebilirler. Yetişkin durumdaki bir kırmızı Kaliforniya solucanın ortalama ağırlığı 0,8-1 gr civarındadır. Bir günde kendi vücut ağırlıkları kadar besin tüketebilirler ve kendi ağırlıklarının yarısı kadar organik solucan gübresi üretebilirler. Yani vücut ağırlıklarının yaklaşık % 55'i kompost (gübre) üretebilme yeteneğine sahiptirler (Edwards ve Bohlen, 1996; Kalaç, 1997; Fadaee, 2012).

### **1.5. Solucan Unu ve Besinsel Değeri**

Solucan unu, aminoasit ve yağ asidi profilinin yanında yüksek kalitede protein içermektedir. Bu özellikler kültür balıkları ve diğer hayvanlar için uygun bir yem profili oluşturmaktadır (Stafford, 1984). Yapılmış olan bir çalışmada 37 adet canlı kırmızı Kaliforniya solucanı yetiştiricilik ortamından alınmış ve o ortamdan gelen toprak kalıntılarının ve dışkının boşaltılması sağlanmıştır. Bu süreç 28 °C ortam sıcaklığında

gerçekleşmiştir. Temizlenen yaş solucan 105 °C’ de kurutma dolabında kurutulmuştur. Bu işlem sonucunda ağırlıkları 8,51 g yaş solucandan 1,24 g solucan unu (% 14,57 kuru madde) elde edilmiştir. Besin madde içerikleri Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi İşleme ve Yem Teknolojisi Laboratuvarında analiz edilmiştir. Ham selüloz analizleri ÇAYKUR Genel Müdürlüğü Atatürk Çay ve Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsü Laboratuvarında yapılmıştır (Şekil 3) (Karabulut vd.,2016). Balık unu KAGSAN Karadeniz Gıda ve Tarım Sanayi A.Ş. Trabzon Yem Sanayiden alınmıştır. Su Ürünleri Fakültesi İşleme ve Yem Teknolojisi Laboratuvarında ise solucan unu ile beraber besin madde analizleri yapılmıştır (Tablo 1).



Şekil 3. Solucan ve Solucan Unu (Karabulut vd., 2016).

**Tablo 1.** Solucan unu ve balık ununun kimyasal analizi

Besin Maddeleri	Solucan Unu	Balık Unu
Nem	10,0	9,1
Ham Protein	59,0	71,4
Ham Yağ	9,0	11,5
Ham Selüloz	2,6	0,1
Ham Kül	17,0	7,6
NÖM <sup>1</sup>	2,40	0,30

<sup>1</sup> (NÖM) Nitrojensiz Öz Madde =100 – (Ham yağ + Ham protein + Ham kül + Ham selüloz + Su) (Ljùkje vd., 2000).

Solucan unu önemli esansiyel aminoasitlerden metiyonin ve lisin kompozisyonu ile birlikte fenilalanin, sistin ve tirozin açısından zengindir. Bazı hayvanların (balıkların, karideslerin, kuşların, tavukların ve tavşanların) büyümesi ve hücre yenilenmesi için önemli bir yapıya sahiptir (Stafford, 1984; Orozco vd., 1988; Rawling vd., 2012; Habashy, 2012; Chiu vd., 2016) (Tablo 2). Uzun zincirli doymamış yağ asitleri vitamin

ve mineral içeriği, özellikle de niyasin ve B12 vitamini bakımından solucan unu oldukça zengindir (Hansen ve Czochanska, 1975; Stafford, 1984; Tomlin ve Miller, 1988). Alabalık, sazan ve diğer tatlı su balıkları ile yapılan çalışmalarda solucan ununun güçlü bir kanibalizm önleyici olduğu belirtilmiştir. Bunun yanında büyüme ve yağlanma süreçlerini hızlandırdığı ortaya konulmuştur (Tacon vd., 1983; Stafford 1984 ve Pereira ve Games, 1995).

## 1.6. Çalışmanın Amacı

Bu araştırma ile (*Eisenia fetida*) solucan ununun yavru gökkuşağı alabalığı yeminde alternatif protein kaynağı olarak kullanım olanaklarının belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu tez çalışması amacı doğrultusunda şu konular araştırılmıştır;

- Kırmızı Kaliforniya Solucanının balık yeminde kullanım potansiyelinin araştırılması (solucan katkılı yemin balığın yaşama oranı ve büyüme performansının ortaya konulması)
- Yemin balığın bazı et kalite parametrelerine etkisinin belirlenmesi.

**Tablo 2.** Solucan unu ve balık ununun aminoasit içeriği.

Aminoasit*	Solucan unu	Balık Unu
Arginin	6,1-7,0	7,8
Histidin	2,2-4,3	2,6
Izolosin	4,2-6,3	4,2
Losin	7,8-8,7	7,1
Lisin	6,6-8,7	7,9
Metionin	1,5-3,6	3,1
Fenilalanin	3,5-4,6	3,6
Threonin	4,7-5,3	4,0
Triptofan	1,2-1,5	1,1
Valin	4,5-5,9	7,9
Tirosin	2,2-4,4	3,4
Sistin	1,4-4,2	1,0

\*Solucan unu ve balık ununun aminoasit analizleri Kazlıçeşme Ar-Ge Test Laboratuvarında yapılmıştır

## 2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

### 2.1. Materyal

#### 2.1.1. Deneme Ünitesi

Tez çalışması, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi İyidere Su Ürünleri Araştırma ve Uygulama Merkezinde yürütülmüştür. Bu ünite de akarsudan borulardan kendi cazibesıyla alınan yüzey suyu ile doğal fotoperiyotta dayalı yetiştiricilik çalışması yapılmıştır.

#### 2.1.2. Balık Materyali



Şekil 4. Deneme için kullanılan balık örneği (Orijinal).

Denemenin balık materyali, Doğu Karadeniz Bölgesi'nde faaliyet gösteren İsina Özel alabalık işletmesinden temin edilmiştir. Ortalama ağırlıkları  $5,05 \pm 0,61$ g olan, 50.000 yavru arasından birbirine yakın ağırlıkta daha önce hiçbir enfeksiyon geçirmemiş ve herhangi bir toksik maddeye maruz kalmamış toplam 360 tane yavru kullanılmıştır. Her gruba 30'ar adet yavru balık (Şekil 4) rastgele yerleştirilerek 12 adet fiberglas tanklara gruplar oluşturulmuştur (Şekil 5).

#### 2.1.3. Tank Materyali

Deneme süresi 90 gün olarak planlanan çalışmalarda, gökkuşuğu alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) stoklama tanklarında (12 adet) her tanka 30 adet yavru olacak



şekilde 4 grup (% 0 Solucan unu; % 10 Solucan unu; % 20 Solucan unu, % 30 Solucan unu) olacak şekilde stoklanmıştır. Yüz (100) litrelik hacme sahip olan tankların yaklaşık 80 litrelik kısmı denemede kullanılmıştır. Yavru balıkların adaptasyon sağlaması için kontrol yemiyle beslenmişlerdir. Bu işlemle balıkların denemeye adaptasyonu, su sıcaklıklarına ve yemlere adaptasyonları sağlanmıştır (Şekil 5).



Şekil 5. Deneme tankları (Orijinal).

#### 2.1.4. Denemede Kullanılan Ekipmanlar

Denemede balıklarının boy ölçümleri cetvel ( $\pm 1$  mm) ile ağırlık ölçümleri hassas terazi ( $\pm 0,1$  gr) ile yapılmıştır (Şekil 6). Su sıcaklığının ölçülmesinde cıvalı termometre kullanılmıştır. Suyu havalandırmada hava taşları ve yem yapımında; Boğaziçi Marka öğütücü, Boğaziçi kıyma makinesi (Marka BPK 12.01 model), kurutma dolabı (POL-EKO APARATURA marka) kullanılmıştır. Yemlerin ve çalışma sonunda alınan et kalitesi analizleri için kimyasallar, protein tayin ünitesi (behr Labortechnik GmbH, InKjel M), yağ tayin ünitesi (Velp scientifica, ser 148), kül fırını (Şimşek Labortechnik), etüv (Jeio Tech, ON-21E), terazi (Densi), cam malzemeler ve laboratuvar araç ve gereçlerinden de yararlanılmıştır.



Şekil 6. Boy ve ağırlık ölçümü (Orijinal).

### 2.1.5. Yem Hammaddesi ve Yem Materyali

Deneme yemlerinin hazırlanmasında; balık unu ve yağı, solucan unu, bonkalite, mısır gluteni, soya küspesi, vitamin ve mineral karmaları ve pelet bağlayıcısı kullanılmıştır. Balık unu ve yağı, soya küspesi, mısır gluteni, bonkalite, vitamin ve mineral maddeleri özel bir yem fabrikasından (KAGSAN Karadeniz Gıda ve Tarım Sanayi A.Ş. Trabzon Yem Sanayi) temin edilmiştir. Bu araştırmanın temelini oluşturan solucan Rize’de LAZUTİM Ltd. Şti firmasından temin edilmiştir (Şekil 7).



Şekil 7. Yem hammaddeleri (Orijinal).

Deneme yemlerinin yapımında kullanılacak hammaddelerin temel besin madde içerikleri (nitrojensiz öz madde, ham protein, ham yağ, ham selüloz, ham kül miktarları) belirlenmiştir (Tablo 3).



**Tablo 3.** Deneme yemlerinin yapımında kullanılan yem hammaddelerinin besin madde içerikleri.

<b>Hammaddeler*</b>	<b>Nem</b>	<b>HP</b>	<b>HY</b>	<b>HS</b>	<b>HK</b>	<b>NÖM<sup>1</sup></b>
<b>Balık Unu</b>	9,1	71,4	11,5	0,1	7,6	0,3
<b>Solucan Unu</b>	10,0	59,0	9,0	0,26	17,0	4,74
<b>Bonkalite</b>	9,1	14,3	2,45	9,3	1,9	62,95
<b>Mısır Gluten unu</b>	9,8	64,0	2,25	2,2	1,5	20,25
<b>Soya Küspesi</b>	10,9	45,5	2,8	4,46	5,3	31,04

\* HP: ham protein, HY: ham yağ, HK: ham kül, HS: ham selüloz.

<sup>1</sup> Nitrojensiz Öz Madde (NÖM) = 100 – (Nem + Ham protein + Ham yağ + Ham kül + Ham selüloz)

Bu değerlerden faydalanılarak Kontrol % 0 (SU0) ve Solucan unu % 10 (SU10), % 20 (SU20) ve % 30 (SU30) oranlarında solucan unu içeren ve içermeyen 4 farklı izonitrojenik (ham proteinleri bütün gruplarda aynı seviyede olan) deneme yemleri hazırlanmıştır.

Deneme yemlerinde hayvansal protein kaynağı olarak balık unu kullanılmıştır. Vitamin ve mineral madde eksikliğinin giderilmesi için, vitamin (% 0,5) ve mineral (% 0,1) maddeler, vitamin ve mineral karması şeklinde yemlere katılmıştır.

Yemlerin hazırlanması için, öncelikle yem hammaddelerinin, ham protein, ham selüloz, ham yağ, ham kül, kuru madde ve analizleri yapılmıştır. Daha sonra, ham madde analiz sonuçlarına göre, ham protein % 50 ve ham yağ % 13 olan araştırma yemlerinin formülasyonu hesaplanmıştır (Tablo 4).

**Tablo 4.** Denemede kullanılan yemlerin formülasyonu ve besin madde içerikleri.

<b>Yem Maddesi (%)</b>	<b>Kontrol (SU0)</b>	<b>(SU10)</b>	<b>(SU20)</b>	<b>(SU30)</b>
Balık Unu (%71,4 HP)	40	30	20	10
Solucan	0	10	20	30
Bonkalite	13,9	12,8	9,9	7,4
Mısır Gluteni	18	19,1	22	24,5
Soya Küşpesi	19	19	19	19
Balık Yağı	8	8	8	8
Vitamin Karması <sup>1</sup>	0,5	0,5	0,5	0,5
Mineral Karması <sup>2</sup>	0,1	0,1	0,1	0,1
Bağlayıcı	0,5	0,5	0,5	0,5
Toplam	100	100	100	100
<b>Kimyasal Analizler (%)</b>				
Kuru madde	90,2	90,5	90,1	90,3
Ham protein	50,71	50,02	50,22	50,21
Ham yağ	13,86	13,62	13,36	13,11
Ham kül	8,2	8,27	8,83	8,90
NÖM <sup>3</sup>	17,43	18,59	17,69	18,08
Toplam enerji (kcal/g) <sup>4</sup>	490,437	488,864	483,934	483,062
Sindirilebilir enerji (kcal/g) <sup>5</sup>	413,15	409,86	406,72	405,2

<sup>1</sup> Vitamin Karması: Her 2 kg premikste; Vitamin A 20.000.000 IU, Vitamin D3 2.000.000 IU, Vitamin E 200.000 mg, Vitamin K312.000 mg, Vitamin B1 20.000 mg, Vitamin B2 30.000 mg, Vitamin B6 20.000 mg, Vitamin B12 50 mg, Vitamin C 200.000 mg, Niacin 200.000 mg, Cal.D.Panth 50.000 mg, Folic acid 6.000 mg, D-Biotin 500 mg, Cholin Chloride 300.000 mg.

<sup>2</sup> Mineral Karması: Her 2 kg Premikste; Mangan 60.000 mg, Çinko 80.000 mg, Demir 60.000 mg, Bakır 5.000 mg, İyot 2.000 mg, Kobalt 1.000 mg, Selenyum 200 mg, Magnezyum 50.000 mg.

<sup>3</sup> NÖM= Nitrojensiz Öz Madde

<sup>4</sup> Toplam enerjinin hesaplanmasında protein için 5,7 kcal/g, yağ için 9,5 kcal/g, karbonhidrat (NÖM) için 4,1 kcal/g değerleri kullanılmıştır (Stafford, 1984).

<sup>5</sup> Sindirilebilir enerjinin hesaplanmasında protein için 5,0 kcal/g, yağ için 9,0 kcal/g, karbonhidrat için 2,0 kcal/g değerleri kullanılmıştır (Cowey vd., 1972).

## 2.2. Yöntem

### 2.2.1. Deneme Ünitesinin Planlanması

Deneme süresi 90 gün (yemleme günü) olarak planlanan bu çalışmada toplam 100 gün sürmüş ve gökkuşağı alabalıkları yüz (100) litrelik hacme sahip olan tankların yaklaşık 80 litrelik kısmı denemede kullanılmıştır. 12 adet tanka 30 adet yavru olacak şekilde dağıtılmıştır. Tanklara doğal aydınlatma uygulanmış ve tankların üzerleri ağ örtülerle kapatılmıştır (Şekil 5). Her tankın günlük bakımı ve 15 günlük periyotlarda temizliği yapılmıştır.

### 2.2.2. Deneme Süresi

Deneme balıklarında büyümenin incelendiği büyüme ve gelişme aşamasının 3 ay sürdürülmesinin ardından, balık eti besin madde analizleri çalışmaları aşamasına geçilmiştir. Büyüme ve gelişme süreci Nisan 2017'de başlayıp, Temmuz 2017'de sonlandırılmıştır. Daha sonra balık etlerinin laboratuvar analizleri yapılmıştır.

### 2.2.3. Balıkların Seçilmesi

Araştırma ünitesinde özel alabalık çiftliğinden temin edilen gökkuşağı alabalıkları (*Oncorhynchus mykiss*) arasından birbirine yakın ağırlıkta olanları rastgele yerleştirme yapılmıştır. Çalışma başında grupların toplam ağırlıkları ve boyları kaydedilmiştir.

### 2.2.4. Balıkların Tartılması ve Boylanması

Balık gelişimlerinin takibi 15 günlük periyotta, hassas dijital terazi ( $\pm 0,1$  g) ile darası alınmış kaplarda yapılmıştır, boyları da Von Bayer (Piper vd., 1983) teknesi ( $\pm 1$  mm hassas) kullanılarak belirlenmiştir. Tartım işleminden sonra balıklar, hava taşıyla havalandırılan temiz kovalara konularak, tankların temizlik ve bakımı yapılmış, sonra yeniden tanklarına yerleştirilmişlerdir.

### 2.2.5. Yemin Hazırlanışı

İlk olarak rasyonları oluşturan, kuru yem hammaddeleri öğütülerek (Şekil 8), 500 µm göz açıklığına sahip bir elekten elenmiştir. Eleme işleminden sonra kuru hammaddeler  $\pm 1$  g hassas dijital terazide ayrı ayrı tartılarak karıştırma işleminin yapıldığı kap içerisine konuldu ve 10 dk süreyle karıştırılmıştır (Şekil 9). Kuru hammaddelerin karıştırılma işlemi sona erdikten sonra balık yağı ilavesi ile 10 dk. daha karıştırılmaya devam edilmiştir. Sonraki aşama ise toplam yem ağırlığının % 35'i oranında su ilavesiyle homojen bir karışım elde etmek için 20 dk daha karıştırılmaya devam edilmiştir. Karışım homojen hale getirildikten sonra, kıyma makinesinden geçirilerek 3 mm çapında peletler hazırlanmıştır. Hazırlanan yemler 60 °C'ye ayarlı fırında 24 saat kurutulmuştur (Şekil 10). Kurutma işleminin sonunda oda sıcaklığında soğutulan yemler, etiketlenmiş poşetler içerisine konulmuş ve balıklara verilmeye kadar buzdolabında muhafaza edilmiştir.



Şekil 8. Yem hammaddelerinin öğütülmesi ve eleme işleminin yapılması (Orijinal).



**Şekil 9.** Yem hammaddelerinin karıştırılması (Orijinal).



**Şekil 10.** Yemin peletleme aşamaları (a- peletlerin oluşturulması, b- kurutma tepşilerine yerleştirme, c- kurutma dolabında kurutma işlemi) (Orijinal).

### **2.2.6. Balıkların Yemlenmesi ve Yem Tüketiminin Tespit Edilmesi**

Gökkuşığı alabalıkları için oluşturulan rasyonlar her 15 günde bir vücut ağırlıklarının % 2,5 oranlarında hesaplanmış olup, her grup üç tekerrürlü olacak şekilde verilmiştir. Deneme süresince, tartım periyotları dikkate alınarak her tankın günlük yemleri hesaplanmış ve ayrı ayrı numaralandırılmış buzdolabı poşetlerine konularak günlük yemlemede kullanılmak üzere buzdolabında +4 °C muhafaza edilmiştir. Hazırlanan yemler sabah, öğle ve akşam olacak şekilde düzenli olarak günde üç defa (sabah, öğle ve akşam) elle yemleme ile her öğünde eşit miktarda olacak şekilde yemlenmişlerdir. Tüketilmeyen yemler sifonlama yöntemi ile temizlenmiştir.

### **2.2.7. Balık Etlerinin Alınımı**

Deneme sonunda tankların her birinden rastgele alınan örnekler (Şekil 11) hassas dijital terazi ile tartılarak ağırlıkları tespit edilmiş ve total boyları ölçülmüştür. Kesim randımanını belirlemek için Moccia vd. (1998)'ne göre baş, karkas, yüzgeç ağırlığı ve besleme çalışmalarında karaciğerin uygulanan beslemeden nasıl etkilendiği görmek için başvurulan bir parametre olan hepatosomatik indeks ile tüm iç organlardaki yağlanmanın tespiti için uygulanan viserosomatik indeks değerlerine hesaplanmıştır. Ayrıca laboratuvar analizleri ile kuru madde, kül, yağ, protein ve nem tayinleri yapılarak elde edilen veriler değerlendirilmiştir.

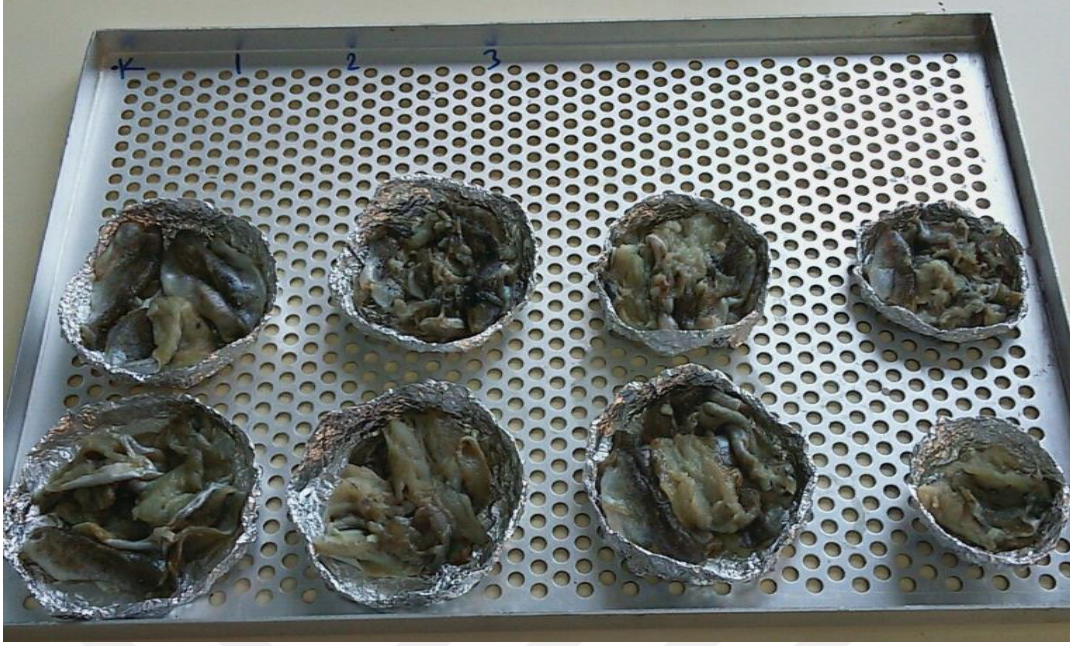


**Şekil 11.** Tanklardan analizler için rastgele örneklenen balıklar (Orijinal).

### **2.2.8. Balık Eti İçeriğinin Analizleri**

Balık etlerindeki (Şekil 12) kuru madde ve nem oranı ( $110 \pm 1$  °C) (TS, 1974; Green, 1980; Lovell, 1981)'e göre; ham protein “Kjeldahl Yöntemi” (Green, 1980; Lovell, 1981; T.C.T.O.K.B., 1983)'e göre; ham yağ “Soxhlet Yöntemi” (Green, 1980; Lovell, 1981)'ne göre; ham kül ( $550 \pm 1$  °C) (TS, 1974; Green, 1980; Lovell, 1981)'e göre hesaplanmıştır.





Şekil 12. Analiz için alınan balık etleri (Orijinal).

### 2.3. Büyüme Parametrelerinin Hesaplanması

#### 2.3.1. Canlı Ağırlık Artışı ve Spesifik Büyüme Oranı

Belli bir zaman dilimi içindeki büyümeyi ifade eden canlı ağırlık artışı (CAA) ve spesifik büyüme oranının (SBO) belirlenmesinde aşağıdaki formüller kullanılmıştır (Pereira ve Oliva-Teles, 2003).

$$\text{CAA Artışı (\%)} = [(\text{Son ağırlık, g} - \text{İlk ağırlık, g}) / \text{İlk ağırlık, g}] \times 100 \quad (1)$$

$$\text{SBO (\%)} = \{[\ln (\text{Son ağırlık, g}) - \ln (\text{İlk ağırlık, g})] / \text{Gün}\} \times 100 \quad (2)$$

#### 2.3.2. Yem Değerlendirme Oranı

Balığa yedirilen yeme karşılık elde edilen canlı ağırlık artışını ifade eden yem değerlendirme oranı (YDO) aşağıdaki formüllere göre hesaplanmıştır (Imsland vd., 2001)

$$\text{YDO} = (\text{Tüketilen yem, g}) / (\text{Ağırlık artışı, g}) \quad (3)$$



### 2.3.3. Protein Değerlendirme Randımanı

Ağırlık artışı ve tüketilen protein arasındaki oran olarak da tanımlanan protein değerlendirme oranı (PDR) deneme sonunda elde edilen canlı ağırlığın, yemle alınan ham proteine oranından hesaplanmıştır (De Silva ve Anderson, 1995).

$$\text{PDR} = \text{Ağırlık artışı, g} / \text{Protein tüketimi} \quad (4)$$

### 2.3.4. Kondisyon Faktörü

Balıklardaki ağırlık ve boy arasındaki ilişkiyi bulmak için kullanılan parametredir. Bu ölçüm değeri ile balığın ne kadar beslendiği de tespit edilebilir. Deneme boyunca periyodik olarak yapılan canlı ağırlık ve total boy ölçümlerinden faydalanılarak her bir balığın kondisyon faktörü aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmıştır (Avşar, 2005).

$$\text{KF (\%)} = \text{A (g)} / \text{B}^3 \text{ (cm)} \times 100 \quad (5)$$

A: Ağırlık ve B: Boy temsil etmektedir.

### 2.3.5. Karkas Randımanı, Hepatosomatik İndeks ve Viserosomatik İndeks Değerleri

Viserosomatik indeks (VSI) ve Hepatosomatik indeks (HSI) değerleri çalışma sonunda alınan balık örneklerinin iç organlarının çıkarılmasıyla belirlenmiştir. VSI iç organlarının tamamının tartılması, HSI ise sadece karaciğer dokusunun tartılmasıyla belirlenmiştir. Daha sonra bu balıkların baş kısmı ve yüzgeçleri ayrılmış ve geriye kalan kısmı tartılmış ve karkas randımanı (KR) belirlemek için kullanılmıştır. Elde edilen veriler ile aşağıdaki formüller kullanılarak VSI, HSI ve KR değerleri hesaplanmıştır (Segato vd., 2006).

$$\text{KR (\%)} = (\text{Temizlenmiş balık ağırlığı, g} / \text{Toplam vücut ağırlığı, g}) \times 100 \quad (6)$$

$$\text{HSİ (\%)} = (\text{Karaciğer ağırlığı, g} / \text{Toplam vücut ağırlığı, g}) \times 100 \quad (7)$$

$$\text{VSI (\%)} = (\text{İç organların ağırlığı, g} / \text{Toplam vücut ağırlığı, g}) \times 100 \quad (8)$$

### 2.3.6. Yaşama Oranı

Denemenin sonu (NS) balık sayısının, başlangıçta olan balık sayısına (NB) oranından hesaplama yapılmıştır (Çelikkale, 2002).

$$YO (\%) = (NS / NB) \times 100 \quad (9)$$

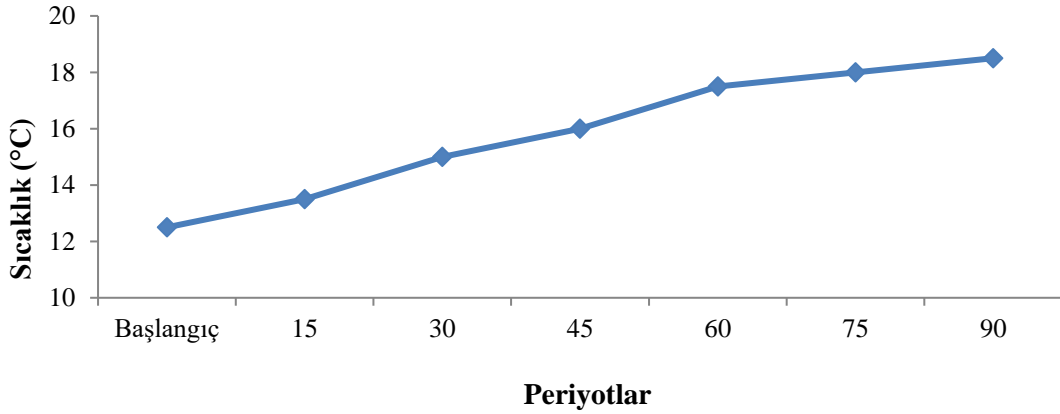
### 2.3.7. Verilerin Değerlendirilmesi

Denemeler, araştırma sonunda üç tekerrürlü olarak hazırlanmıştır. Elde edilen sonuçlar ortalamanın standart hatası olarak gösterilmiştir. Bulgular değerlendirilirken, SPSS 22.0 paket programlarından yararlanılmış, gruptaki farklılığı ortaya çıkarmak için ANOVA testi ve bu farklılığın hangi gruptan çıktığını bulmak için de Duncan Testi uygulanmıştır. Gruplar arası farklılıklar  $P < 0,05$  önem derecesine göre değerlendirilmiştir (Düzgüneş vd., 1987).

### 3. BULGULAR

#### 3.1. Çevresel Parametrelere İlişkin Bulgular

Deneme süresince su sıcaklığı günde iki defa (sabah ve akşam) ölçülmüştür. Tanklardaki su sıcaklığı ortalama  $15,85 \pm 2.03$  °C olmuş, en düşük ve en yüksek sıcaklık değerleri sırasıyla; 12,5 ve 18,5 °C olarak hesaplanmıştır (Şekil 13).



Şekil 13. Deneme süresince su sıcaklığı değişimi.

Araştırma boyunca çözünmüş oksijen değerleri ortalama, 7,84 mg/L ve pH değeri 7,9 olarak ölçülmüştür.

#### 3.2. Büyüme Performansına İlişkin Bulgular

Deneme planında açıklandığı gibi gruplar her biri aynı enerjiye ve aynı protein oranına sahip olacak şekilde hazırlanmış 4 farklı yemle 90 gün boyunca beslenmişlerdir. Araştırma sonunda solucan unu ilave edilmemiş Kontrol (SU0), % 10 solucan unu ilave edilmiş (SU10), % 20 solucan unu ilave edilmiş (SU20) ve % 30 solucan unu ilave edilmiş (SU30) gruplardan elden edilen veriler değerlendirilmiştir (Tablo 5).

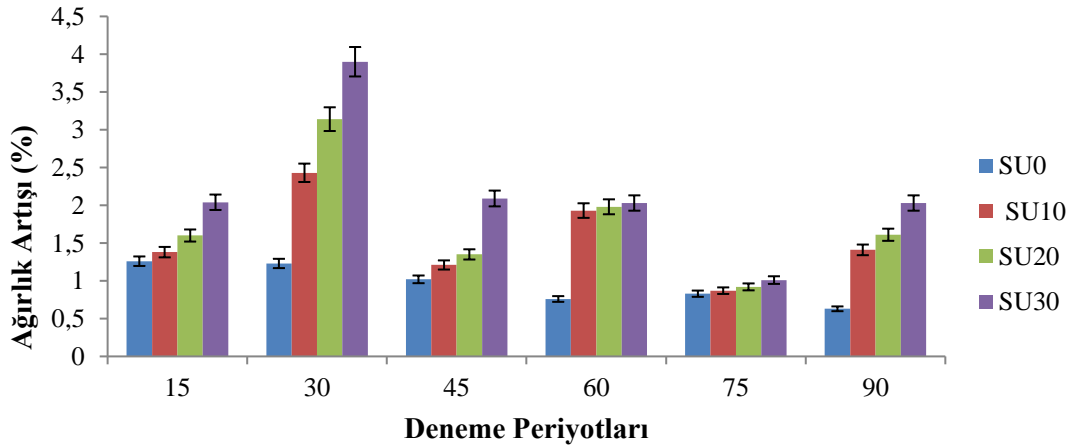
Deneme başında başlangıç ağırlıkları benzer olan grupların deneme sonunda gruplar arasında ağırlık artışı olarak bariz farklılıklar bulunmuştur ( $p < 0,05$ ). Özellikle de SU30 grubu diğer gruplardan daha fazla ağırlıkça büyüme sağladığı görülmüştür (Tablo 5).

**Tablo 5.** Denemede elde edilen büyüme ve yem değerlendirme sonuçları ( $\bar{x} \pm SH$ ).

Parametreler	Deneme Grupları (%) *			
	SU0	SU10	SU20	SU30
Başlangıç balık sayısı	30	30	30	30
Final balık sayısı	18,00±0,04 <sup>a</sup>	18,66±0,33 <sup>b</sup>	22,00±0,61 <sup>c</sup>	22,33±0,10 <sup>cd</sup>
Başlangıç ağırlık (g)	5,04±0,12 <sup>a</sup>	5,05±0,11 <sup>a</sup>	5,02±0,15 <sup>a</sup>	5,05±0,12 <sup>a</sup>
Final ağırlık (g)	10,77±2,04 <sup>a</sup>	14,28±1,66 <sup>b</sup>	15,62±1,98 <sup>c</sup>	18,15±2,10 <sup>d</sup>
Başlangıç boy (cm)	8,45±0,08 <sup>a</sup>	8,50±0,22 <sup>ab</sup>	8,52±0,11 <sup>ab</sup>	8,50±2,32 <sup>ab</sup>
Final boy (cm)	9,10±1,43 <sup>a</sup>	10,08±2,11 <sup>ab</sup>	11,03±2,60 <sup>c</sup>	12,00±1,09 <sup>d</sup>
Ağırlık artışı (g)	5,74±3,21 <sup>a</sup>	9,22±2,45 <sup>b</sup>	10,61±3,07 <sup>c</sup>	13,12±2,66 <sup>d</sup>
CAA (%)	113,68±1,32 <sup>a</sup>	182,76±1,09 <sup>b</sup>	211,17±1,14 <sup>c</sup>	259,40±2,20 <sup>d</sup>
SBO (%)	0,84±0,33 <sup>a</sup>	1,15±0,15 <sup>b</sup>	1,26±0,08 <sup>c</sup>	1,42±0,31 <sup>d</sup>
KF (%)	1,43±0,44 <sup>a</sup>	1,39±2,21 <sup>ab</sup>	1,16±0,09 <sup>c</sup>	1,05±0,21 <sup>d</sup>
Tüketilen yem (g)	12,30±3,10 <sup>a</sup>	13,76±0,78 <sup>b</sup>	13,38±1,62 <sup>c</sup>	13,32±1,06 <sup>cd</sup>
YDO	2,15±0,24 <sup>a</sup>	1,49±0,75 <sup>b</sup>	1,26±0,21 <sup>c</sup>	1,02±0,44 <sup>d</sup>
PDR	0,12±0,72 <sup>a</sup>	0,20±0,09 <sup>b</sup>	0,23±0,24 <sup>c</sup>	0,28±0,33 <sup>d</sup>
YO (%)	60,02±0,11 <sup>a</sup>	62,21±0,23 <sup>ab</sup>	73,34±1,15 <sup>c</sup>	74,45±0,07 <sup>cd</sup>

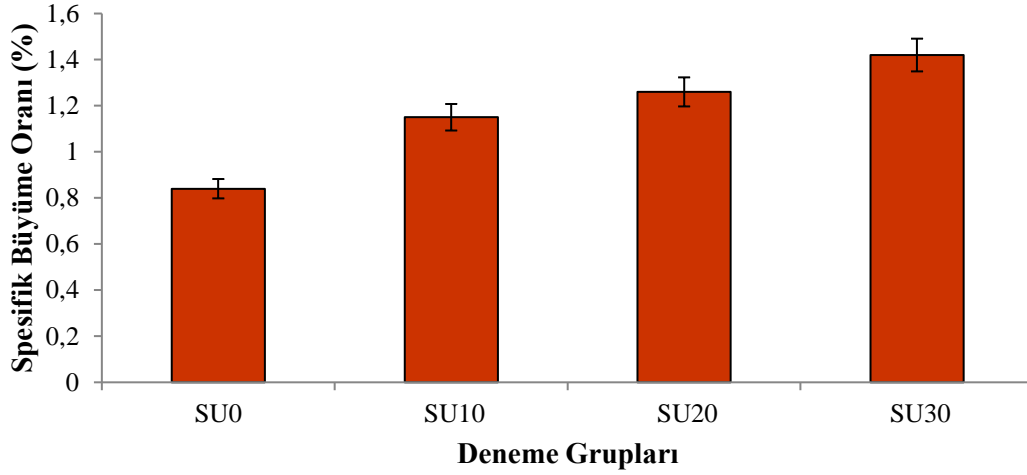
\* Aynı satırda farklı üssel harflerle ifade edilen değerler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (P<0,05). Aynı harflerle gösterilen ortalamalar ise istatistikî olarak benzerdir (P>0,05).

Deneme yemleri ile beslenen yavru gökkuşağı alabalıklarının 90 gün boyunca 15 günlük periyotlarla tartım yapılarak ağırlık ölçümlerinin değerlendirilmesinde, ağırlık artışı olarak SU30 grubun diğer gruplara oranla çok daha iyi büyüme performansı gösterdiği belirlenmiştir (Şekil 14).



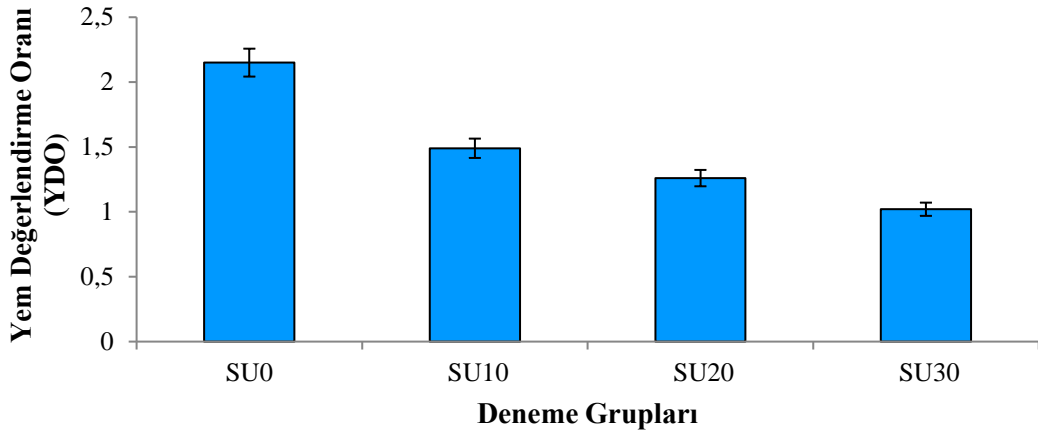
**Şekil 14.** Deneme süresince balıkların ikişer haftalık tartımlardaki ağırlık artışları (%).

Deneme boyunca yavru gökkuşuğu alabalıklarının SBO'ları değerlendirilmiş (Şekil 15), en düşük SBO'nun %  $0,84\pm0,33$  ile kontrol gruplarında olduğu hesaplanmıştır. En yüksek SBO'nun ise %  $1,42\pm0,31$  ile SU30 grubunda olduğu, onu %  $1,26\pm0,08$  ile SU20'nin izlediği ve aralarında istatistikî açıdan bir fark bulunduğu saptanmıştır ( $P<0,05$ ).



Şekil 15. Deneme gruplarının spesifik büyüme oranları (SBO) (%).

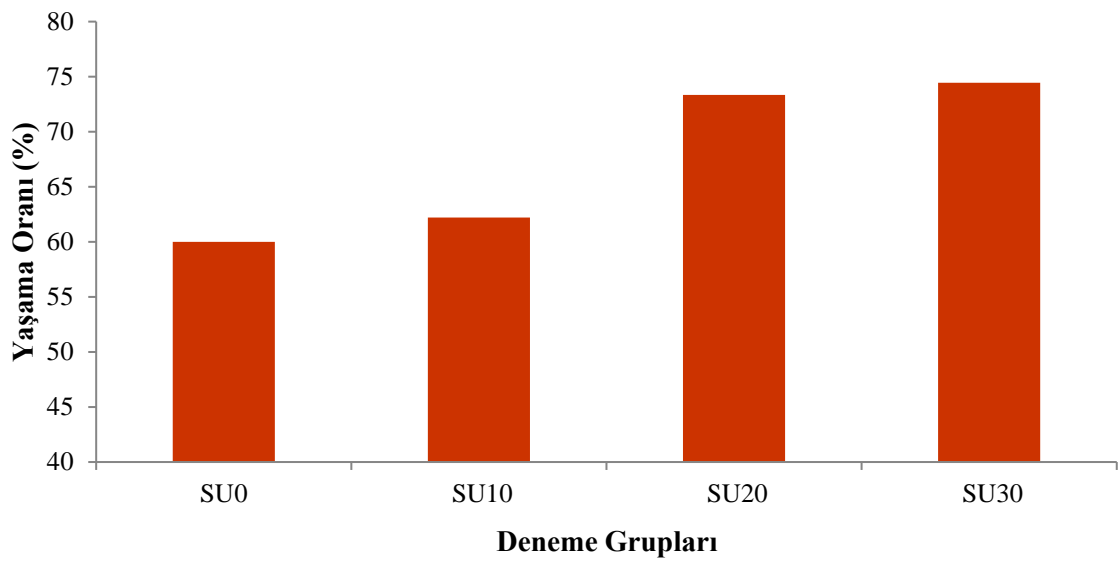
Deneme sonuçlarına göre; Kondisyon faktörü (KF) incelendiğinde SU0 ile SU10 grupları arasında önemli bir fark olmadığı ( $P>0,05$ ), fakat KF bakımından SU0 ve SU20 ile SU30 grupları arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir. Balıkların, vücut ağırlıkları yüzdelere göre 90 gün boyunca tükettikleri yem miktarlarına göre yem değerlendirme oranı (YDO)  $2,15\pm0,24$  SU0,  $1,49\pm0,75$  SU10,  $1,26\pm0,21$  SU20 ve  $1,02\pm0,44$  SU30 olup tüm gruplar arasında istatistikî bakımından farklılık olduğu görülmüştür ( $P<0,05$ ). En iyi YDO'nun  $1,02$  ile SU30, en kötü YDO'nun ise  $2,15$  ile SU0 kontrol grubu balıklarında olduğu saptanmıştır (Şekil 16).



**Şekil 16.** Grupların yem değerlendirme oranları (YDO).

Deneme gruplarının, Protein Değerlendirme Randımanı (PDR); 0,12 ile 0,28 arasında değişmiştir. En yüksek PDR'nın 0,28 ile SU30 grubunda, en düşük ise 0,12 ile SU0 kontrol grubunda olduğu görülmüş ve her iki grup arasında istatistikî açıdan önemi derecede fark bulunduğu belirlenmiştir ( $P<0,05$ ).

Farklı oranlarda solucan unu ilaveli yemlerle beslenen alabalık yavrularında, en yüksek yaşama oranı (YO) %  $74,45\pm 0,07$  ile SU30 grubunda, en düşük YO %  $60,02\pm 0,11$  ile SU0 kontrol grubunda belirlenmiştir (Şekil 17). Yaşama oranı açısından gruplar arasında istatistikî olarak ciddi farklılık görülmektedir ( $P<0,05$ ).



**Şekil 17.** Deneme yemleri ile beslenen balıkların yaşama oranları (%).

### 3.3. Balıklarının Vücut Kimyasal Kompozisyonlarına İlişkin Bulgular

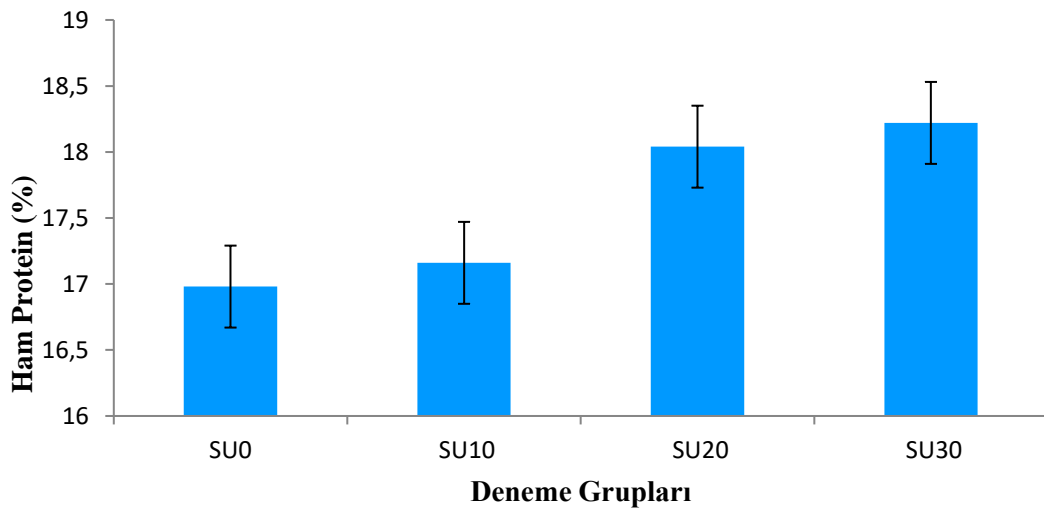
Deneme sonunda, her bir tanktan 5'er adet balık rastgele alınıp balık etinde ham protein, ham kül, kuru madde ve ham yağ oranları tespit edilmiştir. Sonuçlar Tablo 6'da verilmiştir.

**Tablo 6.** Deneme sonunda balık etinin besin kompozisyonu (n=5,  $\bar{x} \pm SH$ ).

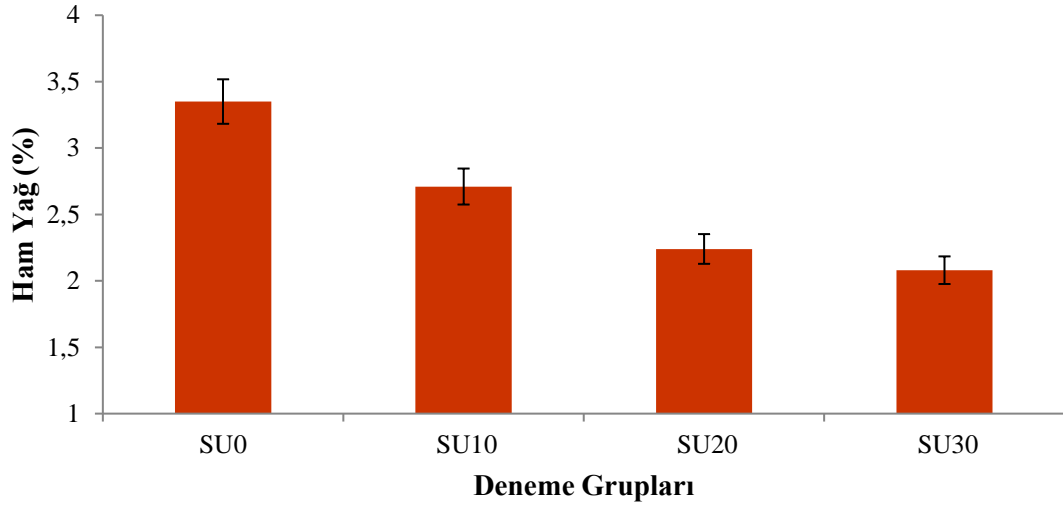
	Deneme Grupları (%) *			
	SU0	SU10	SU20	SU30
<b>Kuru Madde (%)</b>	21,39±0,02	22,18±0,03	22,79±0,01	23,01±0,02
<b>Ham protein (%)</b>	16,98±0,42 <sup>a</sup>	17,16±0,11 <sup>b</sup>	18,04±0,23 <sup>c</sup>	18,22±0,09 <sup>cd</sup>
<b>Ham yağ (%)</b>	3,35±0,17 <sup>a</sup>	2,71±0,22 <sup>b</sup>	2,24±0,11 <sup>c</sup>	2,08±0,31 <sup>cd</sup>
<b>Ham kül (%)</b>	1,09±0,11	1,07±0,62	1,07±0,31	1,06±1,02

\* Aynı satırda farklı üssel harflerle ifade edilen değerler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (P<0,05). Aynı harflerle gösterilen ortalamalar ise istatistikî olarak benzerdir (P>0,05).

Deneme sonunda balık etinde yapılan besin madde analizi sonucunda ham protein için en yüksek değer % 18,22 ile SU30 grubundan, ham yağ için ise en yüksek değer % 3,35 ile kontrol SU0 grubundan elde edilmiştir (Şekil 18 ve Şekil 19). İstatistiksel analiz sonucunda SU0 kontrol grubu ile SU30 grubu arasındaki farkın önemli olduğu tespit edilmiştir (p<0.05).



**Şekil 18.** Yavru gökkuşuğu alabalıklarının ham protein oranları (%).



**Şekil 19.** Yavru gökkuşuğu alabalıklarının ham yağ oranları (%).

#### **3.4. Hepatosomatik İndeks (HSI), Viserosomatik İndeks (VSI) ve Karkas Randımanına (KR) İlişkin Bulgular**

Deneme başında ve sonunda elde edilen hepatosomatik indeks, viserosomatik indeks ve karkas randımanı ilişkin bulgular Tablo 7’de verilmiştir.

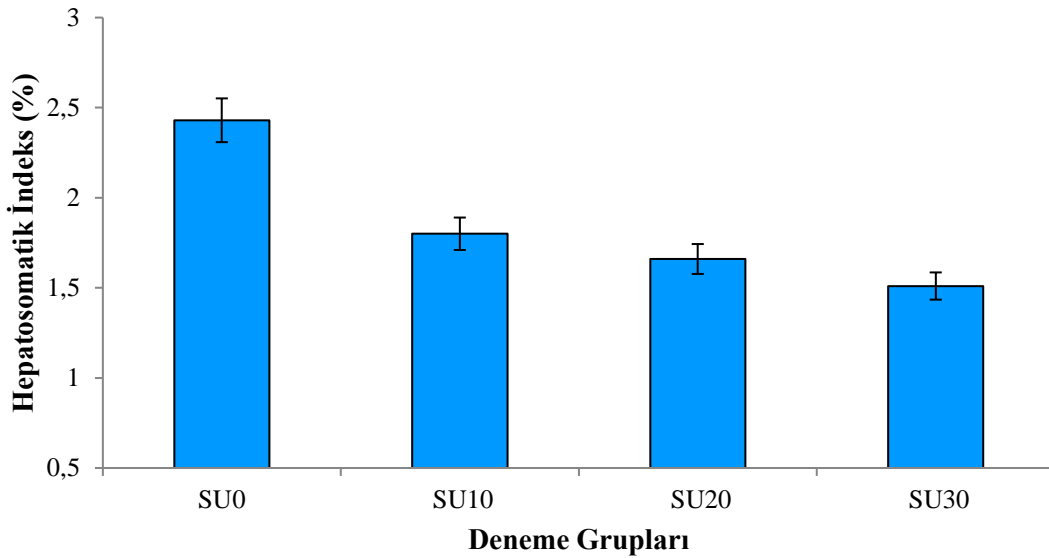


**Tablo 7.** Gruplardan elde edilen hepatosomatik indeks (HSI), viserosomatik indeks (VSI) ve karkas randımanı (KR) değerleri (n=5,  $\bar{x} \pm SH$ ).

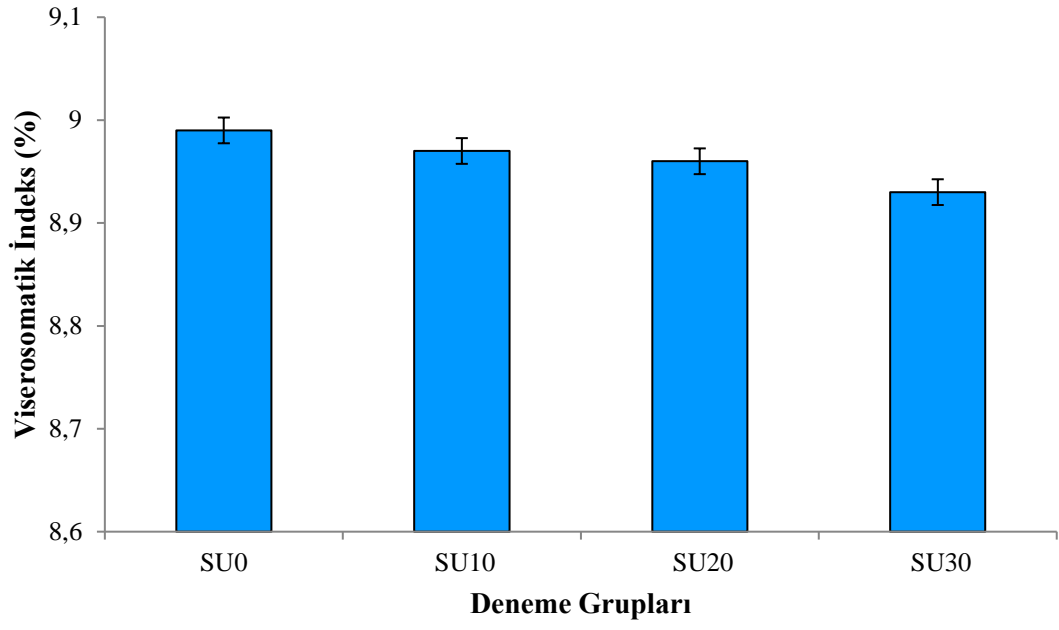
	Deneme Grupları (%) *			
	SU0	SU10	SU20	SU30
<b>KR (%)</b>	56,81±1,22 <sup>a</sup>	57,91±1,16 <sup>a</sup>	58,44±1,36 <sup>ab</sup>	62,65±1,32 <sup>c</sup>
<b>HSİ (%)</b>	2,43±0,18 <sup>a</sup>	1,80±0,37 <sup>b</sup>	1,66±0,28 <sup>cb</sup>	1,51±0,09 <sup>d</sup>
<b>VSI (%)</b>	8,99±1,11 <sup>a</sup>	8,97±0,78 <sup>a</sup>	8,96±1,16 <sup>a</sup>	8,93±2,01 <sup>ba</sup>

\* Aynı satırda farklı üssel harflerle ifade edilen değerler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (P<0,05). Aynı harflerle gösterilen ortalamalar ise istatistikî olarak benzerdir (P>0,05).

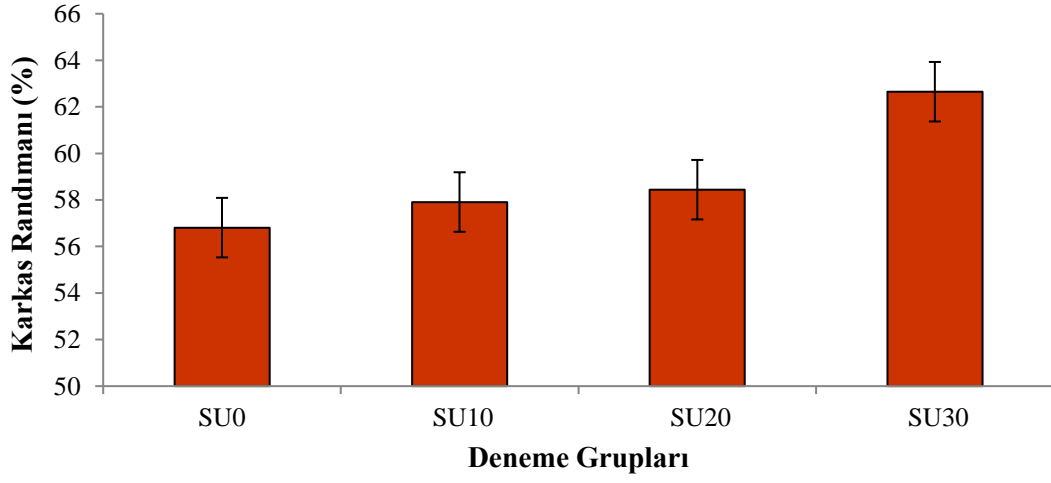
Deneme sonunda en yüksek HSI değeri SU0 grubundan (% 2.43) elde edilmiştir (Şekil 20). HSI değerleri incelendiğinde SU0 kontrol grubu ile SU30 grubun arasındaki farkın önemli olduğu tespit edilmiştir (p<0,05). En yüksek VSI değeri SU0 Kontrol grubunda (% 8,99) elde edilmiştir (Şekil 21). VSI değerleri incelendiğinde solucan unu ilave edilen gruplar arasındaki farkın önemsiz olduğu tespit edilmiştir (p>0,05). En yüksek KR değeri SU30 grubunda (% 62,65) elde edilmiştir (Şekil 22). KR değerleri incelendiğinde istatistiksel açıdan gruplar arasındaki farkın önemsiz olduğu tespit edilmiştir. (p>0.05).



**Şekil 20.** Gruplardan elde edilen hepatosomatik indeks (HSİ) değeri (%).



Şekil 21. Gruplardan elde edilen viserosomatik indeks (VSI) değeri (%).



Şekil 22. Gruplardan elde edilen karkas randımanı (KR) değeri (%).

#### 4. TARTIŞMA ve SONUÇLAR

Bu çalışmada, farklı oranlarda solucan unu içeren 3 deneme yemi [(% 10 (SU 10), % 20 (SU20) ve % 30 (SU30)] ile solucan unu içermeyen kontrol [% 0 (SU 0)] yeminin yavru gökkuşuğu alabalığında büyüme performansı, karkas randımanı, hepatosomatik indeks ve viserosomatik indeks değerleri ve balık etinin kimyasal kompozisyonu üzerine etkileri incelenmiştir.

Deneme boyunca su sıcaklığı 12,5-18,5 °C arasında değişmiş olup ortalama 15,85±2,03 °C'dir. Balıklardaki büyüme performansı verileri değerlendirildiğinde, solucan ununun gelişmeye pozitif yönde etkisinin olduğu istatistiksel olarak belirlenmiştir. Bu araştırmada, büyümeye ilişkin elde edilen veriler değerlendirildiğinde, 3 aylık besleme denemesi sonunda en fazla canlı ağırlık ortalaması SU30 grubunda (18,15 g), en düşük ise kontrol SU0 grubunda (10,77 g) elde edilmiştir. Ortalama canlı ağırlık artışı (CAA) ise sırasıyla 113,68, 182,76, 211,17 ve 259,40 olmuştur. Ortalama canlı ağırlık artışı dikkate alındığında gruplar arasında farklılığın istatistiki olarak önemli olduğu tespit edilmiştir (P<0,05). Büyüme parametrelerinden spesifik büyüme oranı (SBO) değerlendirildiğinde, En iyi SBO % 1,42 ile SU 30 grubu, bunu % 1,26 ile SU20 ve % 1,15 ile SU10 grubu izlemiştir. En düşük SBO % 0,84 ile kontrol grubundan elde edilmiştir. Balıkların gelişim performanslarını doğru belirleyebilmek için genelde spesifik büyüme oranından yararlanır. Spesifik Büyüme Oranı balık büyüdükçe azalır. Eğer SBO % 1'in üzerindeyse balığın iyi büyüdüğünden bahsedilir (Korkut vd., 2007).

Genelde yapılan çalışmaların birçoğunda farklı türdeki su ürünlerinin bu çalışmadaki gibi yavru fingerling olanları kullanılmıştır. Büyüme performansının konu alındığı bu çalışmalarda solucan unu katkılı yemlerin; balığın ağırlık artışı, protein değerlendirme randımanı, yem değerlendirme oranı ve spesifik büyüme oranı, gibi parametrelerde olumlu etki yaptığı rapor edilmiştir (Monebi ve Ugwumba, 2013; Chiu vd., 2016; Mohanta vd., 2016).

Ortalama 0,7 g ağırlığı olan rohu (*Labeo rohita*) balıklar için yapılan bir çalışmada, 3 farklı diyet (sade pişirilmiş solucan D1, karma öğütülmüş solucan D2 ve kurutulmuş solucandan yapılmış pelet yem D3) ile beslemişler, çalışma sonunda en iyi büyüme SBO % 4,21 ile D3 ve % 3,38 ile D1 grubunda olduğunu tespit etmişler ve deney sonuçları peletlenmiş solucan diyetinin rohu balığı yavrularının yetiştirilmesinde kullanılabileceğini göstermiştir (Mohanta vd., 2016).

Bu çalışmada, yem değerlendirmeye ilişkin veriler değerlendirildiğinde, En iyi yem değerlendirme sayısının SU 30 grubunda 1,02, SU20 grubunda 1,26, SU10 grubunda 1,49 ve kontrol grubunda ise 2,15 olduğu tespit edilmiştir. Gruplar arasında fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $P < 0,05$ ).

Monebi ve Ugwumba (2013), çalışmalarında, yayın balıklarının yemine Kontrol, % 25, % 50, % 75 ve % 100 solucan unu katmışlar, en yüksek ortalama ağırlık kazanımı % 75 solucan unu ile beslenenlerde görülmüştür. Spesifik büyüme oranı en yüksek 1,5 ile % 25 solucanlı yemde, en düşük ise 1,2 ile kontrol grubunda görülmüştür. Yem dönüşüm oranı en iyi 1,6 ile % 50 solucanlı yemde, en kötü FCR 3,1 ile % 100 solucanlı yemde görülmüştür. Yayın balığında, optimal büyüme performansı ve yem değerlendirme için solucanlı balık unu içeren yemler uygun bulunmuştur.

Tacon vd. (1983), yaptıkları bir çalışmada; 3 farklı yavru gökkuşağı alabalığı için bir kontrol (solucan unu içermeyen DA) 3 farklı solucan unu (*E. fetida*) katkılı (% 20 DB, % 50 DC ve % 100 DD) rasyon hazırlanmış, deneme sonunda her bir balık için en iyi büyüme performansının % 50 DC grubundan elde edildiğini belirlemişlerdir. Gökkuşağı alabalığı için 3 farklı solucandan elde edilmiş dondurulmuş ve kurutulup un haline getirilmiş yem maddelerini balık ununa ilaveten üç solucan katkılı diyeti (% 0,50 100 g/kg) test etmişler ve 100 g/kg solucan unu katkılı diyetten en yüksek büyüme oranı elde ettiklerini bildirmişlerdir.

Yapılan bir çalışmada pazarlama ağırlığına yakın ortalama 208,6 gr ağırlığa sahip olan gökkuşağı alabalığı için hazırlanan diyetlere 250, 500 ve 100 g/kg balık ununa karşılık sırasıyla 95, 190 ve 380 g/kg solucan unu katılmış, 53 gün deneme sonunda

95g/kg *E. fetida* unu içeren yemle beslenen gruplarda önemli ağırlık artışı ve günlük spesifik büyüme oranı belirlenmiş, fakat 380 g/kg *E. fetida* unu içeren diyet gruplarında ise büyüme performansında azalma tespit edilmiş ve aynı çalışmada % 100 solucan unu kullanılan grubun % 100 balık unu kullanılan kontrol grubuna oranla karkas yağ oranında % 16,7'lik bir azalma olduğunu açıklamışlardır. Bu literatür çalışmasının sonucunda, ticari yetiştirme periyodunun sonuna doğru balığın beslenmesi için yüksek oranlarda balık ununun yerine alabalıkların yemlerine başarılı bir şekilde *E. fetida* unu katılabileceği rapor edilmiştir (Velasquez vd., 1991).

Vodounnou vd. (2017), ortalama  $2,77 \pm 0,15$  g ağırlığındaki yavru Afrika yılan başı balığı (*Parachanna obscura*) için 3 farklı rasyon (solucan unu T1, dondurulmuş solucan T2 ve canlı solucan T3) hazırlamışlar, dondurulmuş ve canlı solucanı yapılan peletle beraber balıklara uygulamışlar, deneme sonunda 1,58 ile en iyi protein etkinlik oranını (PER) ve 1,41 ile de yem değerlendirme değerini (FCR) canlı solucanla beslenen T3 grubunda bulmuşlar, bunu solucan unu ile hazırlanan rasyonla beslenen T1 grubu takip ettiğini belirlemişlerdir. Aynı zamanda T2 grubunun aksine bu iki gruptan % 100 yaşama oranı elde etmişlerdir.

Solucanlar toprak ve suda mikroorganizmalarla birlikte yaşamlarını sürdürür. Buna rağmen bu patojenlerden fazla etkilenmemektedirler. Sölmom sıvısındaki antimikrobiyal maddeler savunma sisteminin önemli öğeleri olarak açıklanmaktadır (Wang vd., 2006). Solucanlarla yapılan besleme çalışmalarında, solucanlardaki antimikrobiyal maddelerden dolayı başarılılardan biri de yaşama oranını artırması ve stres bulgularını iyileştirmesidir.

Çalışmada, gruplara göre en iyi yaşama oranı % 74,45 ile SU30 solucan unu içeren grupta olup, solucan unu içermeyen kontrol grubunda ise % 60,02 olarak tespit edilmiştir.

Dedeke vd. (2013), yapılan bir çalışmada, yavru *Clarias gariepinus* balığı yemine farklı oranlarda (% 0, % 15, % 25, % 35 ve % 50) solucan unu katmışlar ve % 25 % 35 oranında solucan unu ilaveli yemin solucan unu içermeyen kontrol grubuna göre daha yüksek yaşama oranı sağladığını belirlemişlerdir.

Bu çalışmada, gruplara göre en yüksek kondisyon faktörü % 1,05 ile SU30 solucan unu içeren grupta olup, solucan unu içermeyen kontrol grubunda ise % 1,43 olarak tespit edilmiştir. En düşük hepatosomatik indeks (HSI) % 1,51 ile SU30 solucan unu içeren grupta belirlenmiştir.

Olele (2011), yapmış olduğu bir çalışmada ortalama ağırlıkları 4,43 g olan *Heteroclaris* yavruları için 5 farklı grup (E0, E25, E50, E75 ve E100) yem hazırlanmış 8 hafta boyunca beslemişler, deneme sonunda en iyi ortalama ağırlık 6,77 g ile E50 diyetiyle beslenenlerde olmuş, solucan unu bulunmayan kontrol grubunda ise balık ağırlığını 6,04 g bulmuşlardır. Aynı çalışmada; besicilik indeksi olan kondisyon faktörü (KF) değerlerini en düşük % 1,369 ile kontrol grubundan, en yüksek % 1,996 olarak E50 grubundan elde etmişlerdir. Böylece solucan unu katkısının balık yeminde iyi bir alternatif protein kaynağı olduğunu belirlemişlerdir.

Ngoc vd. (2016), ortalama 8,1 g ağırlığındaki yavru sazan balıklarını, hayvansal protein içeren 4 farklı diyet (kontrol, EW20, EW70 ve EW100) ile 8 hafta beslemişler, araştırma sonunda morfolojik parametreleri değerlendirdiklerinde; en yüksek hepatosomatik indeks (HSI) % 2,08 ile kontrol grubunda, en düşük HSI % 1,83 ile EW70 gruptan elde etmişlerdir.

Bu denemede elde edilen verilerin, karşılaştırılan literatür değerlerinden bazıları ile farklılık göstermesinin sebepleri arasında; farklı balık ve su ürünleri türü, balık büyüklüğü, yem miktarı, yemleme şekli, deneme süresi, rasyonlardaki farklı yem hammaddeleri ve oranları, deneme materyalinin farklı sunum yöntemleri, su sıcaklığı, stok yoğunluğu, ortam şartları gibi nedenlerin olabileceği düşünülmektedir.

Sonuç olarak; yavru gökkuşağı alabalıklarının yemlerine % 30 oranında solucan unu kullanımının büyüme performansını iyileştirdiği, ayrıca diğer literatür çalışmaları da dikkate alındığında solucan ununun balık yemlerinde % 30 üzerinde rahatlıkla kullanılabileceği tespit edilmiştir.

## 5. ÖNERİLER

Bu araştırma ile solucan ununun yavru gökkuşığı alabalığı yeminde alternatif protein kaynağı olarak kullanım olanakları belirlenmiştir. Bu bulgular ile yetiştiricilik sektörü ve bundan sonraki yapılacak bilimsel çalışmalara aşağıdaki şu öneriler sunulabilir;

1. Ağırlık kazancı bakımından ele alındığında, gökkuşığı alabalığı yemine %10 solucan unu katılması balık gelişimini olumlu etkilerken, yem değerlendirme oranında da önemli iyileşmeler söz konusu olacaktır. Özellikle balıkçık aşamada asgari %30 solucan unu katılması çok daha başarılı sonuçların elde edilmesini sağlayabilir.
2. Gökkuşığı yavru yeminde solucan unu miktarının artışıyla yaşama oranı da artış gösterdiği tespit edilmiştir. Bu sebeple yavru aşamada balıkların yaşama oranının iyileşmesi işletme karlılığı için en önemli çıktı olabilir ve yavru aşamada yaşama oranıyla başlayan yetiştiriciliğin hasat aşamasında hesaplanacak karlılığa direkt etkisi olacağı göz önünde bulundurulabilir.
3. Hesaplamalarda yavruların spesifik büyüme oranının da yeme katılan solucan unundan doğrudan etkilendiği tespit edilmiştir. Hatta artan solucan unuyla yavru gelişimi de istatistiki olarak hızlanmıştır. Bu da kış döneminde yavrunun kontrollü şartlardaki kuluçkahane gelişim performansının iyileşmesine yardımcı olacağı, balıkların dış mekâna daha büyük ağırlıkta çıkarılması yetiştiricilik sürecinin de kısalmasına, dolayısıyla işletme karlılığına olumlu yansıtacağı söylenebilir.
4. Bütün bunlarla birlikte, bu denemede solucan ununun yavru yeminde kullanım olanakları belirlenmeye çalışılmış, bundan sonraki araştırmalarda, balık sindirim fizyolojisine etkilerinin ortaya konulması amaçlı ileri çalışmaların yapılması önem arz etmektedir.

## KAYNAKLAR

- Akiyama, T., 1995.** Nutritive Value of Alternative Protein Sources. In: New Feeds for Fish Culture Utilization of Alternative Protein Sources. Suisangaku Series, 102, 35–42.
- Anitha, J. and Jayraaj, I. A., 2012.** Nutritional and antioxidant evaluation of earthworm powder (*Eudrillus euginae*). International Research Journal of Pharmacy, 3, 177-180.
- Aras, N.M., Kocaman, E.M., ve Aras, M.S., 2000.** Genel Su Ürünleri ve Kültür Balıkçılığının Temel Esasları. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Yayınları No 216, Erzurum, 115-118 s.
- Avşar, D., 2005.** Balıkçılık Biyolojisi ve Popülasyon Dinamiği. Nobel Kitabevi, Adana.
- Chiu, S.T., Wong, S.L., Shiu, Y.L., Chiu, C.H., Guei, W.C. and Liu, C.H., 2016.** Using a fermented mixture of soybean meal and earthworm meal to replace fish meal in the diet of white shrimp, *Penaeus vannamei* (Boone). Aquaculture Research, 47, 3489-3500.
- Cowey, C.B., Pope, J.A., Adron, J.W. and Blair, A., 1972.** Studies on the nutrition of marine flatfish. The protein requirement of plaice (*Pleuronectes platessa*) British Journal of Nutrition, 28, 447-456.
- Çelikkale, M.S., 2002.** İç Su Balıkları ve Yetiştiriciliği. Cilt 1, III. Basım, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Sürmene Deniz Bilimleri Fakültesi Yayınları, Trabzon.
- De Silva, S.S. and Anderson, T.A., 1995.** Fish Nutrition in Aquaculture, First Edition, Chapman and Hall, Aquaculture Series 1, London, 319 p.
- Dedeke, G.A., Owa, S.O., Olurin, K.B., Akinfe, A.O. and Awotedu, O.O., 2013.** Partial replacement of fish meal by earthworm meal (*Libyodrilus violaceus*) in diets for African catfish, *Clarias gariepinus*. International Journal of Fisheries and Aquaculture, 5, 229-233.
- Dickerson, G.W., 2004.** Vermicomposting. Cooperative Extension Service. College of Agriculture and Home Economics. New Mexico State University.
- Düzgüneş, O., Kesici, T., Kavuncu, O. ve Gürbüz, F., 1987.** Araştırma ve Deneme Metotları. AÜ Ziraat Fakültesi Yayınları, 1021, 381. Ders Kitabı, 295, Atatürk Üniversitesi Basımevi, Ankara, 385 s.
- Edwards, C.A. and Bohlen, P.J., 1996.** Biology and Ecology of Earthworms. 3rd. Ed. Chapman and Hall, New York.
- Fadaee, R., 2012.** A review on earthworm *Esienia fetida* and its applications. Annals of Biological Research, 3, 2500-2506.



- Grdišaa, M., Gršičb, K. and Grdišac, M.D., 2013.** Earthworms-role in soil fertility to the use in medicine and as a food. *Invertebrate Survival Journal*, 10, 38-45.
- Green, B., 1980.** *Fish Feed Technology*. Fao, Rome, 395 p.
- Habashy, M.M., 2012.** Effect of dried earth worm (*Aporrectodea caliginosa*) as replacement of fish meal on growth and survival rate of the freshwater prawn, *Macrobrachium rosenbergii* (DE MAN 1879) larvae *Egyptian Journal Aquatic Biology and Fisheries*, Vol. 16, No. 1, 105 – 114.
- Hansen, R.P. and Czochanska, Z., 1975.** The fatty acid composition of the lipids of earthworms. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 26, 961-971.
- Hisar, O., Yanık, T., Hisar Aras, Ş., 2000.** Tüý Unu ve Hayvancılıkta Kullanım İmkanları. IV. Su Ürünleri Sempozyumu, Erzurum, 28-30 Haziran.
- Kalaç, Y., 1997.** *Dendrobaena venata (Oligochaeta lumbricidae)*'da bakteri enfeksiyonuna hücrel ve humoral yanıt. Doktora Tezi , İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Türkiye.
- Karabulut, H.A., Kurtoğlu, İ.Z., Yüksek, T., Osmanoğlu, M.İ., 2016.** Balık yemlerinde hayvansal protein kaynağı olarak solucan ununun kullanımı, *Journal of Anatolian Environmental and Animal Sciences*, 1, No. 2, 64-69.
- Korkut, A.Y., Kop, A., Demirtaş, N. ve Cihaner, A., 2007.** Su Ürünlerinde Gelişim Performansının İzlenme Yöntemleri, *Ege Üniveritesi Su Ürünleri Dergisi*. 24, 201-205.
- Lim, S.J., Kim, S.S., Ko, G.Y., Song, J.W., Oh, D.H., Kim, J.D., Kim, J.U., Lee, K.J., 2011.** Fish meal replacement by soybean meal in diets for Tiger puffer *Takifugu rubripes*. *Aquaculture* 313, 165-170.
- Ljùkje, K., Harstad, O.M., Skrede, A., 2000.** Effect of heat treatment of soybean meal and fish meal on amino acid digestibility in mink and dairy cows. *Animal Feed Science and Technology*, 84,1-2, 83–95.
- Lourdumary1, A.J.B. and Uma, K., 2012.** Nutritional evaluation of earthworm powder (*Lampito mauritii*). *Journal of Applied Pharmaceutical Science* Vol. 3-03, pp. 082-084. DOI: 10.7324/JAPS.2013.30316.
- Lovell, R.T., 1981.** *Laboratory manual for fish feed analysis and fish nutrition studies*. Department of Fisheries and Allied Aquacultures, Auburn: International Center for Aquaculture. Auburn University, US, pp 65.
- Moccia, R.D., Gurure, R.M., Atkinson, J.L., and Vandenberg, G.W., 1998.** Effects of the repartitioning agent ractopamine on the growth and body composition of rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum), fed three levels of dietary protein. *Aquaculture research*, 29, 687-694.

- Mohanta, K.N., Subramanian, S. and Korikanthimath, V.S., 2016.** Potential of earthworm (*Eisenia foetida*) as dietary protein source for rohu (*Labeo rohita*) advanced fry. *Cogent Food and Agriculture*, 2, 1138594.
- Monebi, C.O. and Ugwumba, A.A.A., 2013.** Utilization of the earthworm, *Eudrilus eugeniae* in the diet of *Heteroclaris* fingerlings. *International Journal of Fisheries and Aquaculture*, 5, 19-25.
- Ngoc, T.N., Pucher, J., Becker, K. and Focken, U., 2016.** Earthworm powder as an alternative protein source in diets for common carp (*Cyprinus carpio* L.). *Aquaculture research*, 47, 2917-2927.
- Olele, N.F., 2011.** Growth response of *Heteroclaris* fingerlings fed on earthworm meal in hatchery tanks. *Journal of Life Sciences*, 3, 131-136.
- Orozco, M.A., Ortega, M.C. and Pérez-Gil, F.R., 1988.** Use of earthworms as a protein supplement in diets for rabbits. *Archivos latinoamericanos de nutricion*, 38, 946-955.
- Paoletti, M.G., Buscardo, E., VanderJagt, D.J., Pastuszyn, A., Huang, Y.S., Chuang, L.T., Millson, M., Cerda, H., Torees, F. and Glew, R.H., 2003.** Nutrient contents of earthworms consumed by Ye'Kuana Amerindians of the Alto Orinoco of Venezuela. *Proceeding Biological Sciences* 1512, 247-257.
- Pereira, J., Games, E.F., 1995.** Growth of rainbow trout fed a diet supplemented with earthworms, after chemical treatment, *Aquaculture International*, 3, 36-42.
- Pereira, T.G. and Oliva-Teles, A., 2003.** Evaluation of corn gluten meal as a protein source in diets for gilthead sea bream (*Sparus aurata* L.) juveniles. *Aquaculture Research*, 34, 1111-1117.
- Piper, R.G., McElwain, L.B., Orme, L.F., McCraden, J.P., Fowler, L.G. and Leonard, J.R., 1983.** *Fish Hatchery Management*, U.S. Fish and Wildlife Service, Washington D.C.
- Rawling, M.D., Merrifield, D.L., Snellgrove, D.L., Kühlwein, H., Adams, A. and Davies, S.J., 2012.** Haemato-immunological and growth response of mirror carp (*Cyprinus carpio*) fed a tropical earthworm meal in experimental diets. *Fish and Shellfish Immunology*, 32, 1002-1007.
- Sabine, J.R., 1978.** The nutritive value of earthworm meal. *Utilization of Soil Organisms in Sludge Management*. National Technical Information Services. PB286932, Springfield, VA, 1978, 285-296.
- Segato, S., Bertotto, D., Fasolato, L., Francescon, A., Barbaro, A. and Corato, A., 2006.** Effects of triploidy on feed efficiency, morphometric indexes and chemical composition of shi drum, *Umbrina cirrosa* L. *Aquaculture Research*, 37, 71-77.

- Stafford, E.A., 1984.** The use of earthworms as a food for rainbow trout (*Salmo gairdneri*). Institute of Aquaculture, University of Stirling: Scotland.
- Sun, Z.J., 1997.** Studies on earthworm active protein. The memoir of post- doctor in China Agricultural University.
- Tacon, A.G.J., Stafford, E.A. and Edwards, C.A., 1983.** A preliminary investigation of the nutritive value of three terrestrial lumbricid worms for rainbow trout. *Aquaculture*, 35, 187-199.
- T.C.T.O.K.B., 1983.** Gıda Maddeleri Muayene ve Analiz Yöntemleri Kitabı, T.C.T.O.K.B. Gıda İşleri Genel Müdürlüğü, Yayın No.65, Özel Yayın No. 62-105, Ankara, 796 s.
- Tomlin, A.D., Miller, J.J., 1988.** Impact of ring-billed gull foraging on earthworm populations of southwestern. Ontario agricultural soils. 20, 165–173. doi:10.1016/0167-8809(88)90108-9.
- TS 1743, 1974.** Et ve Et Mamulleri Rutubet Miktarı Tayini. TSE, Necatibey Cad., 112, Bakanlıklar, Ankara.
- URL-1, 2018.** <http://aquacultur.blogspot.com/2010/12/alabalk.html> (15.10.2018).
- URL-2, 2018.** [https://en.wikipedia.org/wiki/Eisenia\\_fetida](https://en.wikipedia.org/wiki/Eisenia_fetida) (16.10.2018).
- Vasanthi, K., Chairman, K. and Ranjit, A.J.A., 2012.** Antimicrobial activity of earthworm paste *Eudrilus eugeniae*. ID No. B373, 5-17.
- Velasquez, L., Ibañez, I., Herrera, C. and Oyarzun, M., 1991.** A note on the nutritional evaluation of worm meal (*Eisenia fetida*) in diets for rainbow trout. *Animal Science*, 53, 119-122.
- Vodounnou, J.V., Kpogue, D.N.S., Mensah, G.A. and Didier, F.E., 2017.** Earthworm amino acids and effect of 3 different forms of earthworm (meal, frozen and living) on growth, feed utilization and survival rate of African Snakehead fingerlings (*Parachanna obscura*) reared in captivity. *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies*, 5, 268-273.
- Wang, C., Sun, Z. and Zheng, D., 2006.** Research advance in antibacterial immunity ecology of earthworm. *The Journal of Applied Ecology*, 17-3, 525.
- Zhu, H., Ownby, D.W., Riggs, C.K., Nolasco, N.J., Stoops, J.K. and Riggs, A.F., 1996.** Assembly of the Gigantic Hemoglobin of the Earthworm *Lumbricus terrestris* Roles of subunit equilibria, non-globin linker chains, and valence of the heme iron. *Journal of Biological Chemistry*, 271-47, 30007-30021.

## ÖZGEÇMİŞ

Zeynep BAYRAKTAR, 24/07/1989 tarihinde Trabzon Of ilçesinde doğdu. İlköğretimini 2003 yılında Trabzon ilinin Hayrat ilçesinde Gülderen İlköğretim Okulu'nda, ortaöğretimini 2006 yılında Trabzon ilinin Of ilçesinde Şehit Ahmet Türkkan Çok Programlı Anadolu Lisesi'nde tamamladı. 2007 tarihinde başladığı Önlisans eğitimini 2009 tarihinde Atatürk Üniversitesi (Erzurum) / İspir Hamza Polat Meslek Yüksekokulu'nda Su Ürünleri Bölümü'nde Yüksekokul 3.ü ve bölüm 1.si olarak tamamladı. 2011 yılında Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Su Ürünleri Mühendisliği Bölümü'nden 2014 yılında Lisansını tamamladı. Lisansın son yılında (2014) Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Su Ürünleri Mühendisliği Bölümü'nde öğrenci değişim programından yararlandı (Farabi). 2016 yılında Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Anabilim Dalı'nda başladığı Yüksek Lisans eğitimine halen devam etmektedir.