



**İSKENDERUN TEKNİK**

ÜNİVERSİTESİ

MÜHENDİSLİK VE FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**YÜKSEK  
LİSANS  
TEZİ**

**PREBİYOTİK KATKILI YEMLERİN  
KIRMIZI BENEKLİ ALABALIKLARDA  
(SALMO TRUTTA MACROSTİGMA  
DUMERİL, 1858) BÜYÜME  
PERFORMANSI VE BAĞIRSAK  
HİSTOLOJİSİ ÜZERİNE ETKİSİ**

**Hatice SÖNMEZ**

**SU ÜRÜNLERİ  
ANABİLİM DALI**

**OCAK 2021**



**PREBİYOTİK KATKILI YEMLERİN KIRMIZI BENEKLİ  
ALABALIKLARDA (SALMO TRUTTA MACROSTİGMA DUMERİL, 1858)  
BÜYÜME PERFORMANSI VE BAĞIRSAK HİSTOLOJİSİ ÜZERİNE  
ETKİSİ**

**Hatice SÖNMEZ**

**YÜKSEK LİSANS  
SU ÜRÜNLERİ ANABİLİM DALI**

**İSKENDERUN TEKNİK ÜNİVERSİTESİ  
MÜHENDİSLİK VE FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**OCAK 2021**

## ETİK BEYAN

İskenderun Teknik Üniversitesi Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- Tez üzerinde Yükseköğretim Kurulu tarafından hiçbir değişiklik yapılamayacağı için tezin bilgisayar ekranında görüntülendiğinde asıl nüsha ile aynı olması sorumluluğunun tarafıma ait olduğunu,
  - Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
  - Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
  - Tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
  - Kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
  - Bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu,
- bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

İmza

Hatice SÖNMEZ

21/01/2021

PREBİYOTİK KATKILI YEMLERİN KIRMIZI BENEKLİ ALABALIKLARDA (SALMO TRUTTA MACROSTİGMA DUMERİL, 1858) BÜYÜME PERFORMANSI VE BAĞIRSAK HİSTOLOLOJİSİ ÜZERİNE ETKİSİ

(Yüksek Lisans Tezi)

Hatice SÖNMEZ

İSKENDERUN TEKNİK ÜNİVERSİTESİ  
MÜHENDİSLİK VE FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Ocak 2021

ÖZET

Kırmızı benekli alabalık, yüksek ekonomik değere ve su ürünleri yetiştiriciliğinde çok önemli bir potansiyele sahip alabalık türüdür. Çeşitli nedenlerle doğal ortamında yok olma tehlikesi altındadır. Bu nedenle hem doğal ortamlarda stoklama çalışmaları yapılmış hem de yetiştiricilik potansiyeli araştırılmıştır. Fonksiyonel yem katkı maddeleri olarak prebiyotiklerin büyüme, hayatta kalma, bağışıklık sistemi, bağırsaklarda artan emilim ve bazı balıkların ve kabukluların genel refahını iyileştirme üzerinde birçok yararlı etkiye sahip olduğu bildirilmiştir. Ticari bir prebiyotik olan Grobiyotik®-A yem katkı maddesi olarak bugüne kadar *Salmo trutta macrostigma*'da değerlendirilmemiştir. Bu, kırmızı benekli alabalık yemlerine Grobiyotik®-A prebiyotik takviyesine yönelik bir ön araştırmadır. Bu çalışmada, Grobiyotik®-A'nın kahverengi alabalığın büyüme performansı, bağırsak yapısı ve vücut kompozisyonu üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Bu amaçla, ortalama ağırlığı 0,43 g olan 600 balık kullanıldı. Grobiyotik®-A, artemia ve yem ile balıklara uygulandı. Deneysel diyetlerin 90 günlük beslenmesinin ardından kontrol ve Grobiyotik®-A eklenen gruplar arasında kilo alımı, spesifik büyüme oranı, yaşama oranı ve vücut yapısı üzerinde herhangi bir etki gözlenmedi. Bununla birlikte, % 1,4 Grobiyotik®-A ile beslenen balıkların bağırsak villus uzunluğu, kontrol ve % 2,8 Grobiyotik®-A ilave edilmiş yemlerde önemli ölçüde daha yüksek bulundu. Ayrıca her iki Grobiyotik®-A takviyeli grupta kontrol grubuna göre daha fazla yağ oluşumu gözlenmiştir.

Anahtar Kelimeler : Grobiyotik A, kırmızı benekli alabalık, prebiyotik, histoloji, artemia

Sayfa Adedi : 39

Danışman : Dr. Öğr. Üyesi Metin YAZICI

II. Danışman : Doç. Dr. Selmin ÖZER

THE EFFECT OF PREBIOTIC ADDITIVE FEEDS ON GROWTH PERFORMANCE AND  
GUT HISTOLOGY IN BROWN TROUTS (*SALMO TRUTTA MACROSTIGMA*

DUMERIL, 1858)

(M. Sc. Thesis)

Hatice SÖNMEZ

ISKENDERUN TECHNICAL UNIVERSITY  
ENGINEERING AND SCIENCE INSTITUTE

January 2021

ABSTRACT

Brown trout is a type of trout that has a high economic value and a very important potential in aquaculture. It is in danger of extinction in its natural environment for various reasons. For this reason, both stockpiling studies in natural environments have been carried out and the breeding potential has been researched. As functional feed additives, prebiotics have been reported to have many beneficial effects on growth, survival, immune system, increased absorption in the intestines and improving the general well-being of some fish and crustaceans. Grobiotic®-A, a commercial prebiotic, has not been evaluated in *Salmo trutta macrostigma* to date as a feed additive. This is a preliminary study of Grobiotic®-A prebiotic supplementation to brown trout feed. In this study, the effects of Grobiotic®-A on the growth performance, intestinal structure and body composition of brown trout were investigated. For this purpose, 600 fish with an average weight of 0.43 g were used. Grobiotic®-A was applied to fish with artemia and bait. After 90 days of feeding the experimental diets, no effects on weight gain, specific growth rate, survival rate and body structure were observed between the control and Grobiotic®-A added groups. However, the intestinal villus length of fish fed 1.4% Grobiotic®-A was significantly higher in control and feed with 2.8% Grobiotic®-A. In addition, more oil formation was observed in both Grobiotic®-A reinforced groups compared to the control group.

Key Words : Grobiotic A, Brown trout, prebiotic, histology, artemia  
Page Number : 39  
Supervisor : Assist. Prof. Dr. Metin YAZICI  
2.nd Supervisor : Assoc. Prof. Dr. Selmin ÖZER

## TEŞEKKÜR

Yüksek Lisans tez konusunun belirlenmesinde, araştırılması ve yazımında her türlü yardımı esirgemeyen danışman hocam Dr. Öğr. Üyesi Metin YAZICI' ya, 2. Danışman hocam Doç. Dr. Selmin ÖZER'e teşekkürü bir borç biliyor saygılarımı sunuyorum.

Çalışmada kullanılan Grobiyotik®-A prebiyotiğini bize ücretsiz temin etme nezaketi gösteren International Ingredient Corporation firmasına ve Prof. Dr. Delbert M. Gatlin III' e teşekkür ederim.

Tez çalışması sırasında işletmenin tüm imkânlarından yararlanmamı sağlayan T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı'na bağlı Doğa Koruma Milli Parklar Genel Müdürlüğü, Mersin Çamlıyayla Bahçe Alabalık işletmesi personeline özellikle işletme mühendisi Mustafa ÜSTÜNDAĞ' a teşekkürlerimi sunarım.

Histolojik kesitlerinin hazırlanmasında katkılarını esirgemeyen İstanbul Üniversitesi/ Su Bilimleri Fakültesi Öğretim üyesi Dr. Remziye Eda Yardımcı' ya, Proksimat analizlerinde yardımlarını esirgemeyen İskenderun Teknik Üniversitesi/Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Fakültesi Öğr. Üyesi Doç. Dr. Mehmet Naz hocama teşekkürlerimi sunarım.

## İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET.....	iv
ABSTRACT .....	v
TEŞEKKÜR .....	vi
İÇİNDEKİLER .....	vii
ÇİZELGELERİN LİSTESİ .....	viii
ŞEKİLLERİN LİSTESİ .....	ix
RESİMLERİN LİSTESİ.....	x
HARİTALARIN LİSTESİ.....	xi
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	xii
1. GİRİŞ .....	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	5
2.1. Su Ürünleri Yetiştiriciliğinde Yem Katkı Maddelerinin Kullanılması.....	5
2.2. Gb-A Prebiyotiginin Balıklarda Etkinliğine Yönelik Yapılan Çalışmalar .....	6
3. MATERYAL VE YÖNTEM .....	11
3.1. Materyal .....	11
3.1.1. Denemede kullanılan balıklar ve kültür koşulları.....	11
3.1.2. Denemede kullanılan yemler .....	12
3.1.3. Denemede kullanılan gb-a prebiyotiği .....	13
3.2. Yöntem.....	15
3.2.1. Artemia'nın Gb-A ile zenginleştirilmesi.....	15
3.2.2. Deneysel yemlerin hazırlanması.....	15
3.2.3. Deneme dizaynı .....	16
3.2.4. Büyüme parametrelerinin değerlendirilmesi .....	17
<u>Canlı ağırlık artışı</u> .....	17
<u>Spesifik büyüme oranı</u> .....	18
<u>Yem dönüşüm oranı</u> .....	18
<u>Yaşama oranı</u> .....	18
3.2.5. Biyokimyasal kompozisyonların belirlenmesi için örneklerin alınması .....	19

<u>Artemia</u> örneklemei .....	19
<u>Tüm vücut</u> örneklemei .....	19
<u>Yemlerin</u> örneklemei .....	19
3.2.6. Biyokimyasal kompozisyonların belirlenmesi .....	19
<u>Ham protein analizi</u> .....	19
<u>Ham lipit analizi</u> .....	20
<u>Ham kül analizi</u> .....	20
3.2.7. Histolojik analiz .....	21
3.2.8. İstatistiksel analizler .....	21
4. ARAŞTIRMA BULGULARI .....	22
4.1. Büyüme Performansı .....	22
4.2. Biokimyasal Kompozisyonlar .....	22
4.2.1. Artemia biyokimyasal analizi .....	22
4.2.2. Balıkların tüm vücut biyokimyasal kompozisyonu .....	23
4.2.3. Yem biyokimyasal kompozisyonu .....	23
4.3. Bağırsak Histolojisi .....	24
5. TARTIŞMA .....	26
6. SONUÇ VE ÖNERİLER .....	31
KAYNAKLAR .....	33
DİZİN .....	39



## ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 1.1. 2010-2020 yılları arasında doğaya bırakılan kırmızı benekli alabalıklar.....	3
Çizelge 2.1. Yeme Gb-A eklenerek beslenen balıklarda araştırılan çeşitli parametreler ...	7
Çizelge 3.1. Denemede kullanılan yemin kimyasal özellikleri.....	13
Çizelge 3.2. Gb-a prebiyotiğinin fiziksel ve kimyasal özellikleri.....	14
Çizelge 3.3. Gb-A prebiyotiğinin aminoasit ve mineral içeriği.....	14
Çizelge 3.4. Çalışma süresince Gb-A ile zenginleştirilmiş artemia ile uygulanan besleme protokolü.....	16
Çizelge 3.5. Çalışma süresince Gb-A ilaveli yemlerle yapılan besleme protokolü.....	17
Çizelge 4.1. Deneme sonunda balıklardan elde edilen ağırlık artışları.....	22
Çizelge 4.2. Deneme sonunda balıklardan elde edilen SBO, YO ve YDO ortalamaları	22
Çizelge 4.3. Artemia biyokimyasal analizi.....	23
Çizelge 4.4. Deneme sonunda kırmızı benekli alabalıkların tüm vücut biyokimyasal Kompozisyonları.....	23
Çizelge 4.5. Denemede kullanılan yemlerinin biyokimyasal kompozisyonu .....	24

## ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 4.1. Kontrol grubu yemle beslenen kırmızı benekli alabalıkların bağırsak kesiti	24
Şekil 4.2. Gb-A katkılı yemle beslenen kırmızı benekli alabalıkların bağırsak kesiti...	25
Şekil 4.3. Gb-A katkılı yemle beslenen kırmızı benekli alabalıkların bağırsak kesiti .	25



**RESİMLERİN LİSTESİ**

<b>Resim</b>	<b>Sayfa</b>
Resim 3.1. Çamlı yayla alabalık tesisinin dıştan görünümü .....	11
Resim 3.2. Çamlı yayla alabalık tesisinin içten görünümü.....	12
Resim 3.3. Çalışmada kullanılan balıklar .....	12
Resim 3.4. Çalışmada kullanılan Grobiyotik®-A prebiyotiği .....	13
Resim 3.5. Üç boyutlu yem karıştırıcı olarak kullanılan Alphie1 karıştırıcı.....	16



## SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış simgeler ve kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

<b>Simgeler</b>	<b>Açıklamalar</b>
m <sup>3</sup>	Metreküp
µm	Mikrometre
%	Yüzde
g	Gram
L	Litre
<b>Kısaltmalar</b>	<b>Açıklamalar</b>
<b>BAO</b>	Başlangıç ağırlık ortalaması
<b>BCAO</b>	Başlangıç canlı ağırlık ortalaması
<b>CAA</b>	Canlı ağırlık artışı
<b>ÇBBS</b>	Çalışma başlangıcındaki balık sayısı
<b>ÇSBS</b>	Çalışma sonundaki balık sayısı
<b>FOS</b>	Frukto Oligo Sakkarit
<b>GOS</b>	Galakto Oligo Sakkarit
<b>Gb-A</b>	Grobijotik®-A
<b>MOS</b>	Mannan Oligo Sakkarit
<b>SAO</b>	Son ağırlık ortalaması
<b>SBO</b>	Spesifik büyüme oranı
<b>SCAO</b>	Son canlı ağırlık ortalaması
<b>XOS</b>	Ksilo Oligo Sakkarit
<b>YDO</b>	Yem dönüşüm oranı
<b>YO</b>	Yaşama oranı

# 1. GİRİŞ

## Kırmızı benekli alabalıkların doğal yaşam alanları

Kırmızı benekli alabalıkların doğal yayılım alanı, kuzey Norveç'ten kuzey-doğu Rusya'ya, güneyde ise kuzey Afrika'nın Atlas Dağları'dır. Kırmızı benekli alabalıkların farklı formlarıyla birlikte tüm Avrupa kıtasında yaygın olarak bulunduğu bildirilmiştir (Kocabaş, Başçınar, Kutluyur Aksu, 2013). Kırmızı benekli alabalıklar ülkemizde Anadolu alabalığı ve hakiki alabalık olarak isimlendirilmektedir. Ülkemizin iç sularında doğal olarak bulunan ve biyoçeşitlilik açısından önemli bir türdür. Diğer ekotiplere oranla suların daha hızlı aktığı kaynağa yakın üst bölümlerinde ve dağlık bölgelerin yukarı kısımlarında bulunan bir alt türdür. Türkiye'de denizden yüksekliği 100–150 m ile 2300 m'ler arasında değişen uygun habitatlarda bulunmakta olup, türün tanımlanmış beş ekotipinin mevcut olduğu bildirilmiştir (Kocabaş, Başçınar ve Kutluyur, 2015).

Bununla birlikte Turan, Kottelat ve Engin (2010) Türkiye'de dağılım gösteren alabalıkların taksonomik pozisyonlarını ortaya koymak amacıyla Karadeniz, Marmara, Ege, Akdeniz ve Dicle-Fırat havzalarındaki alabalıklar üzerine yaptıkları bir çalışmada *Salmo trutta macrostigma*' yı *Salmo rizeensis* olarak yeniden tanımlamışlardır.

Bazı araştırmacılar ise *Salmo trutta* olarak tanımlamışlardır (Zencir Tanır, Korkmaz, Fakioğlu, 2017). Bu çalışmada daha yaygın kullanımı olan *Salmo trutta macrostigma* kullanılmıştır.

Kingdom: Animalia  
Phylum: Chordata  
Class: Actinopterygii  
Order: Salmoniformes  
Family: Salmonidae  
Genus: *Salmo*  
Species: *S. trutta macrostigma*

Tabanı çakıllı, akış hızı yüksek, oksijence zengin serin suları (12-19 °C), suyun kaynağına yakın alanları tercih etmektedir. Larvaların gelişimi için uygun sıcaklıklar 9 – 17 °C arasında değişmektedir. Su sıcaklığı arttıkça balığın metabolizma hızı ve oksijen ihtiyacı artar. Buna karşın su sıcaklığı arttıkça oksijen içeriği ters orantılı olarak azalır. Bu sebeple 21,5 °C yemlemenin üst sınırı olarak kabul edilir. 25 °C de stres eşiğine gelir ve 26 °C’ de ölürlür.

#### Kırmızı benekli alabalıkları tehdit eden faktörler

Kırmızı benekli alabalıklar cezbedici görünüm, et kaliteleri, ticari ve sportif amaçlı olarak iç sularında çok rağbet gören bir balık türüdür. Ekolojik ve ekonomik açıdan Türkiye tatlı sularında bulunan en önemli doğal alabalık türü olduğu düşünülmektedir (Zencir Tanır ve diğerleri, 2017). Bununla birlikte Kırmızı benekli alabalıkların çeşitli etkenlere bağlı olarak doğal ortamlarında azalma görüldüğü, hatta bazı su kaynaklarında tamamen yok oldukları belirtilmektedir (Güven, Yıldız, Baltacı, 2016; Kocabaş ve diğerleri, 2015; Zencir Tanır ve diğerleri, 2017). Türkiye’de kırmızı benekli alabalık stoklarını etkileyen ve neslinin yokolma riskiyle karşı karşıya bırakan faktörler aşağıda belirtildiği şekilde gösterilmektedir;

- kirlilik, yapılaşma, dere yataklarının ve yumurtlama alanlarının tahrip edilmesi gibi çevresel faktörler,
- gökkuşaağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) gibi diğer balık türleri ile yeniden stoklama girişimleri,
- yasadışı ve yasaklanmış donanım kullanılarak yapılan balıkçılık faaliyetleri,
- insanlarda mide ülseri, kırık-çıkık ve son zamanlarda kanserli hastaların tedavisi için parmak boydan başlayarak yoğun bir şekilde avcılığının yapılması (Kocabaş ve diğerleri 2013; Güven ve diğerleri, 2016; Zencir Tanır ve diğerleri, 2017).

#### Kırmızı Benekli Alabalıkların Doğal Ortamlarda Stoklarının Arttırılması

T.C. Orman Bakanlığı’na bağlı Doğa Koruma Milli Parklar Genel Müdürlüğü tarafından 2006 yılında “Doğal Alabalık Üretilmesi ve Orman İçi Suların Balıklandırılması Projesi” yürürlüğe girmiştir. Bu proje ile birlikte; Trabzon Maçka (pilot istasyon), Mersin Çamlıyayla ve Bolu Abant İstasyonları; doğal alabalık üretim istasyonları olarak

belirlenmiştir. 2006 – 2017 yılları arasında Çamlıyayla Bahçe Alabalık Üretim İstasyonu daha öncede olduğu gibi Kadıncık ve Cehennemdere ırmaklarında faaliyet göstermiştir ve her yıl binlerce alabalığı doğal habitatına bırakmıştır (Çizelge1.1).

Doğa koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü'nün onayı ile, Çamlıyayla Alabalık Üretim İstasyonu'nun kapasitesi 2015 yılında kapasitesi 1.000.000 adet yavru olarak belirlenmiş ve kapasite artırımı projesi 2016 yılında tamamlanmıştır. Kapasite artırımı faaliyetleri ile birlikte 12 adet yavru ve 8 adet damızlık havuzu olmak üzere toplamda 20 adet havuz bulunmaktadır. Ayrıca kuluçkahane 70 adet fiberglas tank mevcuttur.

Çizelge 1.1. 2010-2020 yılları arasında doğaya bırakılan kırmızı benekli alabalıklar

<b>Yıllar</b>	<b>Balık adetleri</b>
2010	30 400
2011	67 000
2012	98 000
2013	113 000
2014	128 000
2015	180 000
2016	275 000
2017	800 000
2018	1 300 000
2019	1 750 000
2020	1 750 000

Bu proje ile birlikte; ülkemiz genelinde, farklı illerdeki orman içi suların doğal alabalık türlerinin temin edilmekte, doğadan temin edilen balıkların istasyona getirilmekte ve sonrasında doğal alabalıklardan edilen yavruların aynı orman içi sulara yerleştirilmektedir. Ayrıca; bu proje kapsamında, bozulan doğal alabalık habitatlarının rehabilitasyonu, gen kaynakların korunması, doğal türlerimizin tanıtımı ve farkındalığın artırılması ile sportif olta balıkçılığının geliştirilmesi amaçlanmaktadır.

Kırmızı benekli alabalıklarda bu kapsamda, bir taraftan doğal ortamlarında ki popülasyonlarını arttırmak için balıklandırma çalışmaları yapılmakla diğer taraftan yetiştiricilik potansiyeli üzerine denemeleri de devam etmektedir (Kocabaş, Kayim, Can, Kutluyur, Aksu, 2011; Demir ve diğerleri, 2010; Güven ve diğerleri, 2016).

Kırmızı benekli alabalıkların, kùltürü yapılan diğer alabalık türlerine göre oldukça uzun bir larval döneme sahip olması (400-460 gün×derece) üretiminde bazı zorlukları da beraberinde getirmektedir. Uzun larval dönemde özellikle bağışıklık sisteminin tam oluşmaması ve hastalıklara karşı direncinin az olması yaşama oranını doğrudan etkilemektedir. Bu üretim aşamalarında balıkların ilk pelet yeme geçiş dönemlerinde ve karların erimeye başladığı ilkbahar dönemlerinde su kalitesindeki bozulmalara bağlı olarak balıkların bağışıklık sistemi olumsuz etkilenmekte ve balık ölümleri görülebilmektedir.





## 2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

### 2.1. Su Ürünleri Yetiştiriciliğinde Yem Katkı Maddelerinin Kullanılması

Su ürünlerin yetiştiriciliğinde balıkların doğru bir şekilde beslenmesi bir yandan normal büyümeyi teşvik etmede diğer yandan balıkların sağlığının korunmasında kritik bir faktör olarak kabul edilmektedir. Hazırlanan yemler sadece normal fizyolojik fonksiyonları için gerekli olan temel besinleri sağlamakla kalmaz, aynı zamanda balıkların sağlıklarını etkileyebilecek diğer bileşenlerin alınmasını sağlayan ortamlar olarak da hizmet edebilmektedir (Gatlin, 2002: 675). Fonksiyonel yem kavramı su ürünleri yetiştiricilik sektörü için yeni gelişen bir kavram olmasına rağmen, kültürü yapılan organizmaların temel beslenme gereksinimlerini karşılamanın ötesine geçen yemler geliştirmek için ortaya çıkan yeni bir paradigmayı temsil etmektedir.

Su ürünlerinde fonksiyonel yem katkı maddeleri ile yapılan çalışmalar, balık yetiştiriciler için umut verici sonuçlar ortaya çıkarmıştır. Fonksiyonel yem katkı maddeleri farklı kaynaklardan elde edilebilir. Organik olan bu yem katkı maddeleri balıklar ve çevre için çevre dostu uygulamalar olarak öne çıkmaktadır (Lieke ve diğerleri, 2020). Fonksiyonel yem katkı maddeleri arasında prebiyotikler, probiyotikler, Makro-mikro algler, mantarlar, enzimler, organik asitler, fitobiyotik bileşikler ve mayalar ön plana çıkmaktadır. (Defoirdt, Sorgeloos ve Bossier, 2011; Dimitroglou ve diğerleri, 2011; Ringo, Dimitroglou, Hoseinifar, S.H. and Davies, 2014; Hoseinifar, Esteban, Cuesta ve Sun, 2015; Doan, Hoseinifar, Tapingkae, Tongsiri ve Khamtavee, 2016; Guardiola ve diğerleri, 2018; Yazıcı ve Mazlum, 2019). Bu maddeler çok küçük miktarlarda yeme eklenmelerine rağmen bağışıklıkta, yem değerlendirilmesinde ve büyüme performansında iyileşme gösterdikleri belirtilmiştir (Ganguly, Dora, Sarkar ve Chowdhury, 2013).

Yukarıda bahsedilen çeşitli avantajlarından dolayı gelecekte hastalıklarla bağlantılı faktörlerin tanımlanarak sağlığın biyoteknolojik yöntemlerle optimize edilmesi önemli araştırma alanlarından biri olacaktır (Ringo, Dimitroglou, Hoseinifar ve Davies, 2014). Bu faktörlerden biri de prebiyotiklerdir. Prebiyotik terimi ilk olarak Gibson ve Roberfroid (1995) tarafından bilim dünyasına sunulmuş, daha sonra tanımı FAO tarafından güncellenerek, "Mikrobiyotanın düzenlenmesiyle bağlantılı olarak konakçı sağlığına fayda

sağlayan canlı olmayan besin bileşenleri” olarak tanımlanmıştır (Hutkins ve diğerleri, 2016).

Su ürünleri yetiştiriciliğinde yaygın olarak kullanılan prebiyotikler, Mannan oligosakkarid (MOS), Fruktooligosakkarid (FOS), Xylo oligosakkarid (XOS), Galaktooligosakkarid (GOS), İnulin, Oligofruktoz’ dur (Merrifield ve diğerleri, 2010; Akrami, Chitsaz, Hezarjaribi ve Ziaei, 2012; Ringo ve diğerleri 2014).

Prebiyotiklerin balık ve diğer su ürünleri üzerine etkilerinin araştırıldığı bazı çalışmalardan birbiriyle çelişen sonuçlar elde edilmiştir. Bunun sebebi; balık türlerine, beslenme süresine, prebiyotiğin katıldığı yem içeriğine, balığın büyüklüğüne, prebiyotiğin eklenme dozuna ve prebiyotiğin tiplerine bağlı olarak değişiklik göstermesi olarak açıklanmıştır. Bazı prebiyotikler bazı balıklar üzerine olumlu etkide bulunurken bazıları için beklenen olumlu sonuçlar ortaya çıkmamaktadır. Bu yüzden hangi balık için ne tür prebiyotiğin, hangi oranda ve hangi sürede verilebileceğine yönelik çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır (Akrami ve diğerleri, 2012; Akhter, Wu, Memon ve Mohsin, 2015; Adel, Nayak, Lazado ve Yeganeh, 2016; Dawood ve Koshio, 2016).

## 2.2. Gb-A Prebiyotiğinin Balıklarda Etkinliğine Yönelik Yapılan Çalışmalar

Bu çalışmada kullanılacak olan GroBiyotik®-A (Gb-A) kısmen otolize edilmiş bira mayası, kurutulmuş fermentasyon ürünleri ve süt bileşenlerinin bir karışımı olan ticari bir prebiyotiktir (Li ve Gatlin, 2004; Adel ve diğerleri, 2016). Bu prebiyotiğin faydaları arasında büyümeyi teşvik, besin kullanımında verimlilik, yaşama oranında artış, immun sistemin aktivi edilmesinde ve çeşitli hastalıklara karşı dirençte artış sağladığı bildirilmiştir (Li ve Gatlin, 2004; Li ve Gatlin, 2005; Sink ve Lochman, 2008; Zheng, Wang, Gatlin ve Ye, 2011; Adel ve diğerleri, 2016).

Grobiyotik®-A ile, mersin balıkları, *Huso huso* (Adel ve diğerleri 2016; Adel ve diğerleri 2017), hibrit çizgili levrek, *Morone chrysops* × *M. saxatilis* (Anguiano ve diğerleri, 2013; Rossi ve diğerleri, 2015), Eşkına balığı, *Sciaenops ocellatus* (Burr ve Gatlin, 2009; Buentello, Neill ve Gatlin, 2010; Rossi ve diğerleri, 2017), gökkuşağı alabalığı, *Oncorhynchus mykiss* (Sealey ve diğerleri, 2007), pisi balıklarında, *Platichthys stellatus* (Wang ve diğerleri 2016), Nil tilapya, *Oreochromis niloticus* (Zheng ve diğerleri, 2011;

Vechklang ve diğerleri, 2012; Peredo, Buentello, Gatlin ve Hume, 2015), cutthroat alabalık (Sealey, Conley, Bensley, 2015), Japon balığı, *Carassius auratus* (Sink ve Lochmann, 2008; Savolainen ve Gatlin, 2009; Raggi ve diğerleri 2012) ve Hazar sazanı, *Rutilus frissi* (Yousefian ve diğerleri, 2012), büyük ağızlı levrek, *Micropterus salmoides* (Yu ve diğerleri, 2019) gibi balık türlerinde çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmalarda Gb-A'nın değişen oranlarda ve farklı besin kompozisyonlarındaki çeşitli etkileri araştırılmıştır (Çizelge 2.1).

Çizelge 2.1. Yeme Gb-A eklenerek beslenen balıklarda araştırılan çeşitli parametreler

Çalışılan parametreler	Kaynaklar
Büyüme performansı	Sealey ve diğerleri, 2007; Buentello ve diğerleri, 2010; Vechklang ve diğerleri, 2012; Sealey ve diğerleri, 2015; Peredo ve diğerleri, 2015; Rossi ve diğerleri, 2015; Adel ve diğerleri, 2016; Wang ve diğerleri, 2016; Rossi ve diğerleri, 2017; Adel ve diğerleri, 2017
Spesifik olmayan bağışıklık sistemine etkisi	Sealey ve diğerleri, 2007; Savolainen ve Gatlin, 2009; Buentello ve diğerleri, 2010; Zheng ve diğerleri, 2011; Vechklang ve diğerleri, 2012; Azari, Hashim, Takami ve Roohi, 2013; Peredo ve diğerleri, 2015; Wang ve diğerleri, 2016; Rossi ve diğerleri, 2017
Hastalıklara karşı direnç	Sealey ve diğerleri, 2007; Sink ve Lochmann, 2008; Savolainen ve Gatlin, 2009; Buentello ve diğerleri, 2010; Zheng ve diğerleri, 2011; Vechklang ve diğerleri, 2012; Sealey ve diğerleri, 2015
Vücut kompozisyonuna etkisi	Sealey ve diğerleri, 2007; Zheng ve diğerleri, 2011; Vechklang ve diğerleri, 2012; Azari ve diğerleri, 2013; Wang ve diğerleri, 2016; Adel ve diğerleri, 2017
İntestinal mikrobiyotaki değişim	Savolainen ve Gatlin, 2009; Raggi ve Gatlin, 2012; Peredo ve diğerleri, 2015; Rossi, Tomasso ve Gatlin, 2015; Rossi, Wu, Tomasso ve Gatlin, 2017; Adel ve diğerleri, 2017
Yaşama oranı	Buentello ve diğerleri, 2010; Peredo ve diğerleri, 2015; Adel ve diğerleri, 2017
Besin sindirilebilirliği	Burr ve Gatlin, 2009; Raggi ve Gatlin, 2012; Anguiano ve diğerleri, 2013
Bağırsak morfolojisi	Anguiano ve diğerleri, 2013; Sealey ve diğerleri, 2015; Rossi ve diğerleri, 2015
Strese karşı direnç	Sink ve Lochmann, 2008
Mukozal bağışıklık	Adel ve diğerleri, 2016
Antioksidan savunma	Wang ve diğerleri, 2016
Hematoserolojik parametreler	Adel ve diğerleri, 2017

Gb-A'nın mersin balıklarının yemlerine katıldığında büyüme performansını arttırdığı, tiroid hormonlarını düzenlediği, mukozal bağışıklıkta artış sağladığı, bağırsaklardaki faydalı bakterilerinin gelişiminde ve mersin balıklarının bazı hematoserolojik parametreleri üzerine pozitif etki gösterdiği bildirilmiştir. Büyüme performansında ve sağlık durumunda gelişme sağladığı için Gb-A'nın mersin balıklarında potansiyel yem katkı maddesi

olabileceği öne sürülmüştür.

Araştırmacılar gelecekte stres cevabı ve hastalık etkenlerine karşı etkilerinin araştırılmasına odaklanılması gerektiğini belirtmişlerdir (Adel ve diğerleri, 2016; Adel ve diğerleri 2017).

Tilapyalarda yeme Gb-A ilavesinin büyüme performansında değişiklik göstermediği (Vechklang ve diğerleri 2012; Peredo ve diğerleri, 2015) bildirilirken, farklı oranlarda ham protein içeren yemlerle beslenildiğinde artışa yol açtığı öne sürülmüştür (Zheng ve diğerleri, 2011). *Aeromonas hydrophila* ile deneysel olarak enfekte edildiğinde bakteriye karşı korumada artış gözlemlendiği ve en iyi yaşama oranının %1,2 Gb-A katkılı yemlerle beslenildiğinde elde edildiği bildirilmiştir (Zheng ve diğerleri, 2011). Buna karşın tilapyalarda Gb-A ilavesine yönelik başka bir çalışmada, %2 Gb-A'nın Nil tilapya yemlerine ilavesinin yaşama oranında iyileşme sağladığı, bağırsak mikrobiyotasında değişikliklere yol açtığı belirtilmiştir. Bununla birlikte plazma lizozim aktivitesinde ve *Streptococcus iniae* ile deneysel olarak muamele edildiğinde yaşama oranlarında önemli artışlar görülmediği öne sürmüştür (Peredo ve diğerleri 2015). Yapılan bir diğer çalışmada ise, %1-2 bira mayası ve Gb-A ilavesinin serum immünolojik parametreler arasında sadece kompleman aktivitede önemli artışa yol açtığı, *Streptococcus iniae* ile deneysel olarak enfekte edildiklerinde ise kümülatif mortalitede önemli azalmalar görüldüğü bildirilmiştir (Vechklang ve diğerleri 2012).

Karnivor bir balık olan eşkina balığı yemlerine bitkisel kökenli yemle Gb-A eklemenin, büyüme performansında, besin sindirilebilirliğinde, bağırsak mikrobiyotasının değiştirilmesinde ve bağışıklık sistemi gelişiminde olumlu katkı sağladığı belirtilmiştir (Burr ve Gatlin, 2009; Buentello ve diğerleri, 2010; Rossi ve diğerleri, 2017). Bu prebiyotiklerin %1 oranında yeme katılmasının eşkinalarda besin verimliliğinin ve hastalıklara karşı direncin arttırılmasında yeterli olduğu öne sürülmüştür. Daha sonraki çalışmalarda bu değişimlerin fizyolojik ve pratik önemine yönelik olması gerektiğini belirtmişlerdir. Bununla beraber prebiyotiklerin fizyolojik mekanizmaları üzerine etkilerinin tam olarak araştırılması gerektiği ifade edilmiştir. Ayrıca prebiyotik kullanımının tedavi amaçlı kimyasal madde kullanımını da azaltacağını öne sürmüşlerdir (Buentello ve diğerleri, 2010; Rossi ve diğerleri, 2017).

Rossi ve diğerleri (2015) hibrit çizgili levreklerin bitkisel kökenli hazırlanmış yemlerine Gb-A eklenerek beslendiklerinde plazma lizozim aktivitelerinde azalma gözlenirken,

balıkların bütün üretim performansında karnivor balıklar olmasına rağmen kış boyunca etkilenmediklerini belirtmişlerdir. Anguiano ve diğerleri (2013) ise hibrit çizgili levrek ve eşkina balıklarına Gb-A ilave etmenin büyüme performansında artış ve sindirim enzimlerinin aktivitelerinde artışa bağlı olarak daha iyi besin emilimi görüldüğünü belirtmişlerdir.

Sealey ve diğerleri (2015) %30 soya fasülyesi içeren cutthroat alabalık yemlerine 20 hafta boyunca Gb-A ilave edilmesinin büyüme performansı, bağırsak sağlığı ve hastalık direnci üzerine etkilerini araştırmışlardır. Çalışma sonunda yüksek soya fasülyesi ilavesine bağlı olarak bağırsaklarda yangı görüldüğü ve bunun sonucunda *Flovabacterium psychrophilum* ile deneysel olarak enfekte edildiğinde hastalığa daha duyarlı hale geldiklerini belirtmişlerdir.

Raggi ve Gatlin (2012) Japon balığında Gb-A, MOS, FOS ve GOS prebiyotiklerinin balık unu ve soya fasülyesi tabanlı yemlere ilave edildiğinde sindirilebilirlik üzerine etkilerinin olmadığını belirtmişlerdir. Japon balıklarında Gb-A ilavesinin etkinliği üzerine yapılan başka bir çalışmada yem etkinliğinin artmadığı, deneysel enfeksiyon amacıyla kullanılan *Aeromonas hydrophila* bakterisine karşı direnç artışı sağlanmadığı öne sürülmüştür (Savolainen ve Gatlin, 2009).

Wang ve diğerleri (2016) Pisi balıklarında (*Platichthys stellatus*) Gb-A eklenmesinin büyüme performansı, vücut kompozisyonu, antioksidan kapasitesi ve immun fonksiyonları üzerine etkili olduğunu, optimum Gb-A ilavesinin %1,33 oranında yeme eklenmesiyle elde edilebileceğini öne sürmüşlerdir.

Gökkuşığı alabalıklarında (Sealey ve diğerleri, 2007) ve Cutthroat alabalıklarda (Sealey ve diğerleri, 2015). Gb-A prebiyotiklerinin yeme eklenmesinin çeşitli etkileri araştırılmıştır. Kısmen otolize olmuş maya veya Gb-A'nın %2 oranında yeme ilavesinin 3 hafta sonra yem dönüşüm oranında önemli miktarda azalma sağladığı, fakat 9 hafta sonra herhangi bir değişiklik olmadığı öne sürülmüştür (Sealey ve diğerleri, 2007). Azari ve diğerleri (2013) Gökkuşığı alabalıklarıyla yaptıkları çalışmada %2,5 Gb-A ilavesinin balıklarda büyüme performansında ve immunolojik parametrelerde artışa yol açtığını öne sürmüşlerdir. Deneysel olarak viral bir patojen olan IPNV ile enfekte edilen Gökkuşığı alabalıklarında yaşama oranı kontrol grubuna göre yaklaşık 3 kat fazla olduğu belirtilmiştir (Sealey ve diğerleri, 2007). Soya fasülyesi tabanlı hazırlanan diyetlere Gb-A ilave edilerek beslenen

Cutthroat alabalıklarda büyüme performansında bir gelişme gözlenmediği ve *F. psychrophilum* ile deneysel olarak enfekte edildiğinde koruma gelişmediği bildirilmiştir (Sealey ve diğerleri, 2015).

Kırmızı benekli alabalıklar hakkında üreme biyolojisi, taksonomisi, morfolojik özellikleri, stokların tespiti, kontrollü koşullar altında üretimi ve beslenmeleri gibi alanlarda sayıları az da olsa çeşitli çalışmalar yapılmıştır (Bozkurt, Yavaş ve Karaca, 2012; Oz ve Dikel, 2015). Gb-A prebiyotiğinin kırmızı benekli alabalıklara etkisine yönelik çalışmalar bulunmamaktadır. Bu çalışmada Gb-A prebiyotiğinin larval aşamadaki kırmızı benekli alabalıklarda büyüme performansı, vücut kompozisyonu ve histolojik yapısı üzerine etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

### 3. MATERYAL VE YÖNTEM

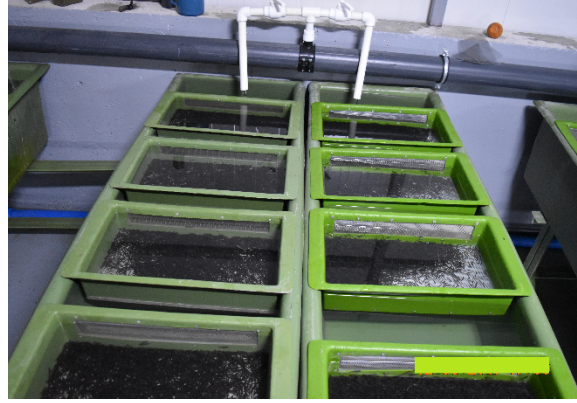
#### 3.1. Materyal

##### 3.1.1. Denemede kullanılan balıklar ve kültür koşulları

Çalışma, Mersin ili Tarsus ilçesinde bulunan, Tarım ve Orman Bakanlığı Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü'ne bağlı Çamlıyayla Bahçe Doğal Alabalık Üretim İstasyonunda gerçekleştirilmiştir (Resim 3.1 ve Resim 3.2). Çalışma için Tarım ve Orman Bakanlığında (İzin alındığı tarihte Orman ve Su İşleri Bakanlığı idi) izin alındıktan sonra çalışmaya başlanmıştır. Çalışmada yumurta kesesini tüketmemiş toplam 600 kırmızı benekli alabalık larvası (ortalama ağırlık:  $0,43 \pm 0,01$  g) kullanılmıştır (Resim 3.3). Tankların içerisinde ölçüleri 50 x 25 x 15 cm olan kasetlerin her birine 50 balık rastgele yerleştirilmiştir, çalışmada 12 adet kaset kullanılmıştır. Bu çalışmada işletmenin üretim çalışmalarında da kullandığı kaba filtrelerden geçirilmiş kaynak suyu kullanılmıştır. Su parametreleri (sıcaklık, çözünmüş oksijen) YSI 550A çözünmüş oksijen cihazı ile düzenli olarak ölçülmüştür. Su sıcaklığı ve çözünmüş oksijen sırasıyla  $10,3 \pm 0,4$  ° C ve  $7,9 \pm 0,2$  mg/L olarak ölçülmüştür. Bu çalışma 4 tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiştir ve doğal fotoperiyot uygulanmıştır. Denemeye başlamadan önce balıklar 2 hafta süreyle adaptasyona tabi tutulmuştur.



Resim: 3.1. Çamlı yayla alabalık tesisinin dıştan görünümüleri



Resim: 3.2 amlı yayla alabalık tesisinin içten görünümü



Resim 3.3. Çalışmada kullanılan balıklar

### 3.1.2. Denemede kullanılan yemler

Denemede 500-900  $\mu\text{m}$  büyüklüklerde Nutra HP extrude yavru alabalık yemi kullanılmıştır. Yeme ait kimyasal özellikler aşağıda gösterilmiştir (izelge 3.1).



Çizelge 3.1. Denemede kullanılan yemin kimyasal özellikleri

Yem büyüklükleri ( $\mu\text{m}$ )	500-900
Ham Protein (%)	55
Ham yağ (%)	18
Ham lif (%)	0,5
Ham kül (%)	10,5
Fosfor (%)	1,7
Sindirilebilir Enerji (MJ/KG)	19,7

### 3.1.2. Denemede kullanılan Gb-a prebiyotiği

Çalışmada fonksiyonel yem katkı maddesi olarak kullanılan Gb-A prebiyotiği kısmen otolize edilmiş bira mayası, kurutulmuş fermentasyon ürünleri ve süt bileşenlerinin bir karışımı olan ticari bir prebiyotiktir. Gb-A prebiyotiği International Ingredient Corporation firmasından (A.B.D.) 1kg'lık paketler halinde temin edilmiştir (Resim 3.4). Gb-A'ya ait fiziksel ve kimyasal özellikler Çizelge 3.2. de aminoasit ve mineral içeriği ise Çizelge 3.3. de verilmiştir.



Resim 3.4. Çalışmada kullanılan Grobiyotik®-A prebiyotiği

Çizelge 3.2. Gb-A prebiyotığının fiziksel ve kimyasal özellikleri

Fiziksel		Genel Değer	Method
Renk	Ten rengi	-	Organoleptik
Yapısı	Toz halde	-	Organoleptik
<b>Kimyasal</b>			
**Ham Protein	Min %30,0	%32,0	AOAC 954,01
**Ham Yağ	Min %0,1	%2,0	AOAC 954,02
**Ham lif	Max %3,0	%2,0	AOAC 962,09
+Karbon hidrat	*****	%53,0	Çıkarma
Kül	*****	%6,0	AOAC 930,30
Nem	*****	%5,0	AOAC 960,18
ME (hesaplanmış)	*****	3,580 kcal/kg	Atwater

\*\* Analiz sertifikasında (CoA) yer alan analizleri belirtir

+ Oligosakkaritler dâhil basit ve karmaşık karbonhidratlar

Çizelge 3.3. Gb-A prebiyotığının aminoasit ve mineral içeriği

Esansiyel Amino Asit	Total Değer %	Sindirilebilir Amino Asit %
Arginine	1,74	1,39
Cysteine	0,39	0,19
Histidine	0,85	0,65
Isoleucine	1,53	1,1
Leucine	2,23	1,63
Lysine	2,27	1,68
Methionine	0,52	0,36
Phenylalanine	1,26	0,83
Threonine	1,59	1,05
Tryptophan	0,41	0,23
Tyrosine	1,15	0,74
Valine	Oca.83	Oca.21
<b>Mineraller</b>		
Kalsiyum	0,21	
Klörür	0,42	
Magnezyum	0,19	
Fosfor	0,99	
Potasyum	2,7	
Sodyum	0,3	

## 3.2. Yöntem

### 3.2.1. Artemia'nın Gb-A ile zenginleştirilmesi

Artemia kistlerinin inkübasyonu (1 g/L) (Artemia SepArt EG> 250000 np/g, INVE Aquaculture Inc.), 28-30 °C'de ultraviyole (UV) filtre ile filtrelenmiş 150 L'lik tankta (kabaca 35-36 ppt) sürekli havalandırma ve aydınlatma koşullarında gerçekleştirilmiştir (Naz, 2008). 24 saat sonra, nauplii toplandı ve musluk suyu ile yıkanmıştır. Zenginleştirme işlemi 5 L'lik cam kavanozda yapılmıştır. Zenginleştirme sırasında, homojen bir dağılım sağlamak için hafif havalandırılmalı 400 nauplii/mL'de artemia eklenmiştir. Nauplii, farklı miktarlarda Gb-A (1,4 g/L ve 2,8 g/L) ile zenginleştirilmiştir. Zenginleştirme, inkübasyon süresinin başlangıcında (zaman 0) ve 12 saat sonra (her ikisi de toplam miktarların yarısı) olmak üzere iki kez gerçekleştirilmiştir. Her zenginleştirme süreci üç tekerrür olarak gerçekleştirilmiştir (Naz, 2008). Kontrol artemia grubuna Gb-A eklenmemiştir.

### 3.2.2. Deneysel yemlerin hazırlanması

Grobiotic®-A (Gb-A), literatüre ve üreticinin önerilerine göre ticari toz yemlere üç farklı oranda (kontrol %0, %1,4 ve %2,8) eklenmiştir (Azari ve diğerleri, 2013; Wang ve diğerleri 2016). Kontrol besleme grubuna Gb-A eklenmemiştir. Yemlere Gb-A ilavesi İskenderun Teknik Üniversitesi Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Fakültesi balık besleme ünitesinde gerçekleştirilmiştir. 1 L'lik numune kaplarına konan ticari yemler (0,5-0,9 mm boyutlarında) Gb-A ile 3D-Mikser Alphiel'e (Hexagon Product Development Pvt. Ltd. Hindistan) yerleştirilmiş ve 30 dakika 80 rpm'de karıştırılmıştır (Resim 3.5). Yem büyüklükleri balık ölçülerine göre 15 günlük periyotlarla ayarlanmış ve balıklar günde 4 kez doyana kadar beslenmiştir. Aynı anda hazırlanan tüm deneysel yemler kullanılabildiği kadar 4 °C'de steril plastik torbalarda saklanmıştır.



Resim 3.5. Üç boyutlu yem karıştırıcı olarak kullanılan Alphie1 karıştırıcı

### 3.2.3. Deneme dizaynı

Kırmızı benekli alabalık yemlerine farklı oranlarda Gb-A ilave edilmesinin etkilerini artemia ve ticari yem kullanılarak belirlemek için birbiriyle bağlantılı iki yemleme çalışması gerçekleştirilmiştir. Adaptasyon süresince balık larvaları Gb-A ilave edilmemiş artemia ile beslenmiştir. Yumurta keselerinin % 75'ini tüketen larvalara artemia ve Gb-A ile zenginleştirilmiş artemia verilmiştir. Uygulamanın 15. gününe kadar ticari artemia ve Gb-A ile zenginleştirilmiş artemia ile beslenmiştir. 15. Günden sonra, balıklar azalan miktarda Gb-A ile zenginleştirilmiş artemia ve her 15 günde bir artan miktarda Gb-A eklenmiş deneysel yemlerle beslenmiştir ( Çizelge 3.4). Çalışmanın 60. Gününden sonra balıklara artemia verilmesi sonlandırılmış ve deney sonlanana kadar balıklara sadece Gb-A eklenmiş yemler verilmiştir (Çizelge 3.5).

Çizelge 3.4. Çalışma süresince Gb-A ile zenginleştirilmiş Artemia ile uygulanan besleme protokolü

Deneme günleri	Yumurtadan Çıkış Günleri	Gb-A ile Zenginleştirilmiş Artemia (%)		
		Kontrol (0)	1.4 GB-A	2.8 GB-A
1.gün	40. gün	100%	100%	100%
15.gün	55. gün	75%	75%	75%
30.gün	70. gün	50%	50%	50%
45.gün	85. gün	25%	25%	25%
60.gün	100. gün	-	-	-
75. gün	115.gün	-	-	-
90.gün	130. gün	-	-	-

Çizelge 3.5. Çalışma süresince Gb-A ilaveli yemlerle yapılan besleme protokolü

Deneme Günleri	Yumurtadan Çıkış Günleri	Gb-A ilaveli yemler (%)		
		Kontrol (0)	1.4 GB-A	2.8 GB-A
1.gün	40. gün	-	-	-
15.gün	55. gün	25%	25%	25%
30.gün	70. gün	50%	50%	50%
45.gün	85. gün	75%	75%	75%
60.gün	100. gün	100%	100%	100%
75. gün	115.gün	100%	100%	100%
90.gün	130. gün	100%	100%	100%

### 3.2.4. Büyüme parametrelerinin değerlendirilmesi

Balıkların büyüme performansı parametreleri **0., 15., 30., 45., 60., 75. Ve 90.** günlerde olmak üzere 7 defa ölçülmüştür. Ölçüm yapılmadan önce balıklar 24 saat aç bırakılmış ve karanfil yağı (5mg/L) ile anestezi uygulaması yapılmıştır. Balıklar toplu olarak 0,001 hassasiyete sahip tartıyla tartılmışlardır. Büyüme performansı, ağırlık kazancı, spesifik büyüme oranı (SBO), Yem Dönüşüm Oranı (YDO) gibi parametrelere göre aşağıda belirtilen eşitlikler kullanılarak ölçülmüştür. Yaşama oranı belirlenirken balık ölümleri günlük olarak takip edilmiştir (Hoseinifar, Khalili, Khoshbavar ve Esteban, 2013; Wang ve diğerleri, 2016; Gonzales-Felix ve diğerleri, 2018).

#### Canlı Ağırlık Artışı

Balıkların son canlı ağırlık ortalamalarının ilk canlı ağırlık ortalamalarından çıkarılmasıyla hesaplanmıştır.

$$CAA = SAO (g) - BAO (g) \quad (3.1)$$

Bu eşitlikte;

CAK: Canlı ağırlık kazancı

SAO: Son ağırlık ortalaması

BAO: Başlangıç ağırlık ortalaması

### Spesifik Büyüme Oranı

$$SBO = 100 \times \frac{(\ln SCAO - \ln BCAO)}{\text{zaman (gün)}} \quad (3.2)$$

eşitliği kullanılarak hesaplanmıştır. Bu eşitlikte;

SBO: Spesifik büyüme oranı,

SCAO: Son canlı ağırlık ortalaması (g),

BCAO: Başlangıç canlı ağırlık ortalaması (g),

z: Deneme süresi (gün),

ln; e tabanına göre logaritmayı, göstermektedir.

### Yem Dönüşüm Oranı

Deneme boyunca tüketilen toplam yem, deneme sonunda elde edilen canlı ağırlık artışına oranlanarak yem dönüşüm oranını belirlenmiştir.

$$YDO = \frac{\text{Tüketilen toplam yem (g)}}{\text{Elde edilen canlı ağırlık (g)}} \quad (3.3)$$

YDO= Yem dönüşüm oranı

### Yaşama Oranı

$$YO (\%) = \frac{\text{ÇSBS}}{\text{ÇBBS}} \times 100 \quad (3.4)$$

Eşitliği kullanılarak hesaplanmıştır. Bu eşitlikte;

YO: Yaşama oranı

ÇSBS: Çalışma sonundaki balık sayısı,

ÇBBS: Çalışma başlangıcındaki balık sayısı' nı ifade etmektedir.

### 3.2.5. Biyokimyasal kompozisyonların belirlenmesi için örneklerin alınması

#### Artemia örnekleme

Biyokimyasal kompozisyonlarının belirlenmesi için alınan artemia örnekleri, damıtılmış su ile yıkandı ve analiz edilene kadar -20°C' de ağzı kapaklı vidalı tüplerde çalışma yapılana kadar muhafaza edilmiştir.

#### Tüm vücut örnekleme

Çalışmanın sonunda, her muamele grubundaki balıklar 24 saat aç bırakılmalarının ardından grup olarak tartılmış ve örnekler alınmıştır. Her tanktan grubu temsil eden 10 balığa aşırı dozda karanfil yağı ile ötenazi uygulanmıştır ve analizler yapılana kadar -20°C' de muhafaza edilmiştir. Balıkların ham protein, ham lipit ve kül içeriklerini belirlemek için tüm vücutları homojenizatör vasıtasıyla homojen hale getirilmiştir (AOAC, 2000).

#### Yemlerin örnekleme

Çalışmada kullanılan kontrol yemleri ve Gb-A ilave edilmiş yemlerden ham protein ve ham kül tayini için 1 g, ham yağ tayini için 0,5 g örnek alınmıştır. Yem biyokimyasal kompozisyonlarında, artemia balıklardaki uygulamalara benzer şekilde gerçekleştirilmiştir. Çalışmalar 3 tekrarlı gerçekleştirilmiştir.

### 3.2.6. Biyokimyasal kompozisyonların belirlenmesi

#### Ham Protein Analizi

Ham protein miktarı Kjeldahl metodu) kullanılarak belirlenmiştir (AOAC, 2000). Homojen hale getirilmiş 1 g örnek 0,0001 g hassasiyetli terazide tartılıp Kjeldahl tüplerine konmuş ve üzerlerine 2 adet Kjeldahl tableti atılmıştır. Üzerlerine 15ml %98'lik H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> eklenmiştir. Daha sonra yakma aşamasına geçilip aşamalı olarak sıcaklık 420 °C'ye çıkarılmıştır. Renk berrak bir hale gelince yakma işlemine son verilmiştir. Destilasyon aşamasına geçmeden önce iyice soğutulan örneklerin içine 60 ml saf su ve 50 ml %40'lık NaOH eklenerek

destilasyon ünitesine yerleştirilmiştir. Aynı zamanda 25 ml borik asit çözeltisi eklenmiş erlenler de destilasyon ünitesine yerleştirilmiştir. Yaklaşık 400 sn destilasyon için beklenmiş ve elde edilen destilat 0,1 N HCl asit ile titre edilmiştir. Sarfiyat kaydedilmiş ve aşağıdaki eşitliğe göre hesaplamalar yapılmıştır.

$$\text{Ham protein (\%)} = \frac{6,25 \times 14,01 \times 0,1 \times (\text{Sarfiyat} - \text{Kör})}{\text{Örnek Miktarı}} \times 100 \quad (3.5)$$

### Ham Lipit Analizi

Homojenize edilmiş örneklerin analizinde, Bligh ve Dyer (1959) yöntemi kullanılmıştır. Örneklerin 0,5 g'ı santrifüj tüplerinin içerisinde tartılmış ve üzerlerine 4 ml kloroform, 4 ml metanol ve 3,6 ml saf su ilave edilmiştir. Homojenizatörde homojenize edildikten sonra bu örnekler 4000 rpm' de 15 dakika santrifüj edilmiştir. Santrifüj işleminden sonra en üst tabakadaki metanol-su kısım atılmış, orta tabakadaki pelet kısım dağıtılmadan alttaki kloroform+lipit kısmı alınmıştır, kloroform+lipit numuneleri huni düzeneği ile 0,45 µ' luk filtre düzeneğinden geçirilerek daha önceden darası alınmış petri kaplarına aktarılmıştır. Numuneler 50 °C' te 1 saat etüvde tutulduktan sonra desikatöre aktarılmıştır. Örnekler soğuduktan sonra hassas terazi ile son tartım yapılmış ve aşağıda belirtilen eşitlik kullanılarak ham lipit miktarı belirlenmiştir.

$$\text{Lipit Miktarı (\%)} = \frac{(\text{Son tartım (g)} - \text{ilk tartım (g)})}{\text{Örnek miktarı (g)}} \times 100 \quad (3.6)$$

### Ham Kül Analizi

Ham kül analizinde AOAC (2000) yöntemi kullanılmıştır. Ham kül tayini için yaklaşık 1g' lık örnekler porselen krozeler içerisinde konularak yakma fırınına yerleştirilmiş ve 24 saat boyunca 550°C'de yakılmıştır. Yakılan örnekler desikatörde soğutulma işleminin ardından tartılmıştır. Aşağıda verilen eşitliğe göre örneklerin ham kül miktarları belirlenmiştir;

$$\text{Ham Kül (\%)} = \frac{(\text{Dara} + \text{Ham Kül}) - \text{Dara}}{\text{Örnek Miktarı}} \times 100 \quad (3.7)$$



### 3.2.7. Histolojik analiz

90 günlük beslenme denemesinin ardından, yemleme uygulamalarının bağırsaklarda meydana getirdiği olası değişiklikleri değerlendirmek için sindirim sisteminde bağırsak örnekleri alınmıştır. Bunun için tank başına rastgele seçilen üç balık kullanılmıştır (Betiku ve diğerleri, 2018; Gonzales-Felix ve diğerleri, 2018). Kısaca, balıklara ötenazi uygulanmış ve bağırsakların distal bölümünü çıkarmak için sindirim sistemi parçalara ayrılmıştır. Daha sonra rutin olarak histolojik çalışmalarda dokuların incelenmek üzere hazırlanmasını gerektiren çeşitli adımlar uygulanmıştır. İlk olarak tespit aşaması için balıklardan alınan doku örnekleri %10 fosfat tamponlu formaldehitte sabitlenmiştir. Fiksasyondan sonra manuel olarak işlenen doku örnekleri parafine gömülmüştür. Doku içindeki alkolün yerine ksilol, ksilolün yerinde parafin geçirilerek dokunun suyunun alınma işlemi tamamlanmıştır. Saydamlaştırma ve parafinizasyon işlemlerinin ardından bloklama işlemleri yapılmıştır. Daha sonra Leica mikrotom kullanılarak 4-5 µm boyutlarında kesitler alınmıştır. Alınan bu kesitler hematoksilin-eozin (HE) boyama yöntemi ile boyanarak dijital bir kamera (Nikon E 600) ile donatılmış ışık mikroskobu altında incelenmiştir

### 3.2.8. İstatistiksel analizler

İstatistiksel verileri değerlendirmek için SPSS (sürüm 17,0) programı kullanılmıştır. Büyüme parametresi, biyokimyasal kompozisyon analizi ve bağırsak histoloji sonuçları tek yönlü varyans analizi (ANOVA) ile analiz edilmiştir. Tüm ortalamalar  $\pm$  standart sapma (SS) ile verilmiştir. Muamele grupları arasındaki ortalama farklılıkları belirlemek için Post Hoc Duncan çoklu aralık testi kullanılmıştır. Farklar,% 95 güven seviyesinde önemli kabul edilmiştir (P <05).

## 4. ARAŞTIRMA BULGULARI

### 4.1. Büyüme Performansı

Deney sonunda yemden yararlanma oranı, spesifikbüyüme oranı, kilo kazanımı ve yaşama oranları gibi farklı büyüme parametrelerinin istatistiksel olarak benzer olduğu ve muamele grupları arasında anlamlı bir fark olmadığı görülmüştür ( $p > 0.05$ ) (Çizelge 4.1. ve Çizelge 4.2). Gb-A ilaveli gruplarda yaşama oranı, kontrol grubuna göre daha yüksek bulundu. Fakat bu istatistiksel olarak önemli olmamıştır.

Çizelge 4.1. Deneme sonunda balıklardan elde edilen ağırlık artışları

Muamele Grupları	Başlangıç ağırlıkları (g)	Son ağırlıkları (g)	Kilo artışı (g)
Kontrol	0,43±0,0	0,96±0,02	0,54±0,02
%1,4 GB-A	0,44±0,01	0,95±0,08	0,52±0,08
%2,8 GB-A	0,43±0,01	0,92±0,03	0,48±0,06

Çizelge 4.2. Deneme süresince balıklardan elde edilen SBO, YO ve YDO ortalamaları

Muamele grupları	SBO	YO	YDO
Kontrol	0,98±0,04	75,2	1,03±0,07
%1,4 GB-A	0,93±0,10	78,5	1,02±0,12
%2,8 GB-A	0,88±0,08	80,5	1,03±0,06

### 4.2. Biyokimyasal Kompozisyonlar

Kırmızı benekli alabalık yavrularına uygulanan prebiyotiklerin besleyici etkinliğini değerlendirmek için artemia, bütün vücut ve yem biyokimyasal kompozisyonları analiz edilmiştir. Sonuçlar sırasıyla Çizelge 4.3, Çizelge 4.4 ve Çizelge 4.5' te verilmiştir.

#### 4.2.1. Artemia biyokimyasal analizi

Gb-A ile zenginleştirilmiş ham protein, lipid ve kül bileşimi analiz edildi (Çizelge 3). Artemide protein içeriği, Gb-A düzeyindeki artışa bağlı olarak artmıştır. Bununla birlikte, lipid oranlarında istatistiksel bir farklılık gözlenmezken, artan Gb-A ilavesine paralel olarak kül oranlarında önemli bir düşüş gözlenmiştir.

Çizelge 4.3. Artemia biyokimyasal analizi

Muamele grupları	Protein	Lipit	Kül
Kontrol	44,68±1,88a	7,74±1,15a	7,21±0,31a
%1,4 Gb-A	50,91±5,29ab	8,24±4,49a	5,11±0,35b
%2,8 Gb-A	56,84±1,55b	9,34±4,69a	5,13±0,68b

Aynı satırda farklı harflerle işaretlenmiş değerler istatistiki olarak farklıdır (P<0,05). Değerler: ortalama ± standart sapma

#### 4.2.3. Balıkların tüm vücut biyokimyasal kompozisyonu

Tüm vücut yakın kompozisyonu (protein, lipid ve kül), muamele grupları arasında herhangi bir farklılık gözlenmemiştir (Çizelge 4.4.). Balığın tüm vücudundaki ham protein içeriği, artan Gb-A prebiyotik ile artma eğilimi göstermekle birlikte istatistiksel açıdan önemli bir farklılık elde edilmemiştir (P> 0.05).

Çizelge 4.4. Deneme sonunda kırmızı benekli alabalıkların tüm vücut biyokimyasal Kompozisyonları

Muamele grupları	Protein	Lipit	Kül
Kontrol	12,45±1,876	1,26±0,16	2,34±0,33
%1,4 Gb-A	13,25±2,25	1,19±0,13	2,17±0,20
%2,8 Gb-A	14,15±1,98	1,33±0,12	2,32±0,26

Muamele grupları arasında önemli farklar gözlenmemiştir (P > 0.05). Değerler: ortalama ± standart sapma

#### 4.2.2. Yem biyokimyasal kompozisyonu

Yem biyokimyasal kompozisyonu, muamele grupları arasında istatistiksel farklılık göstermedi (Çizelge 4.5.).

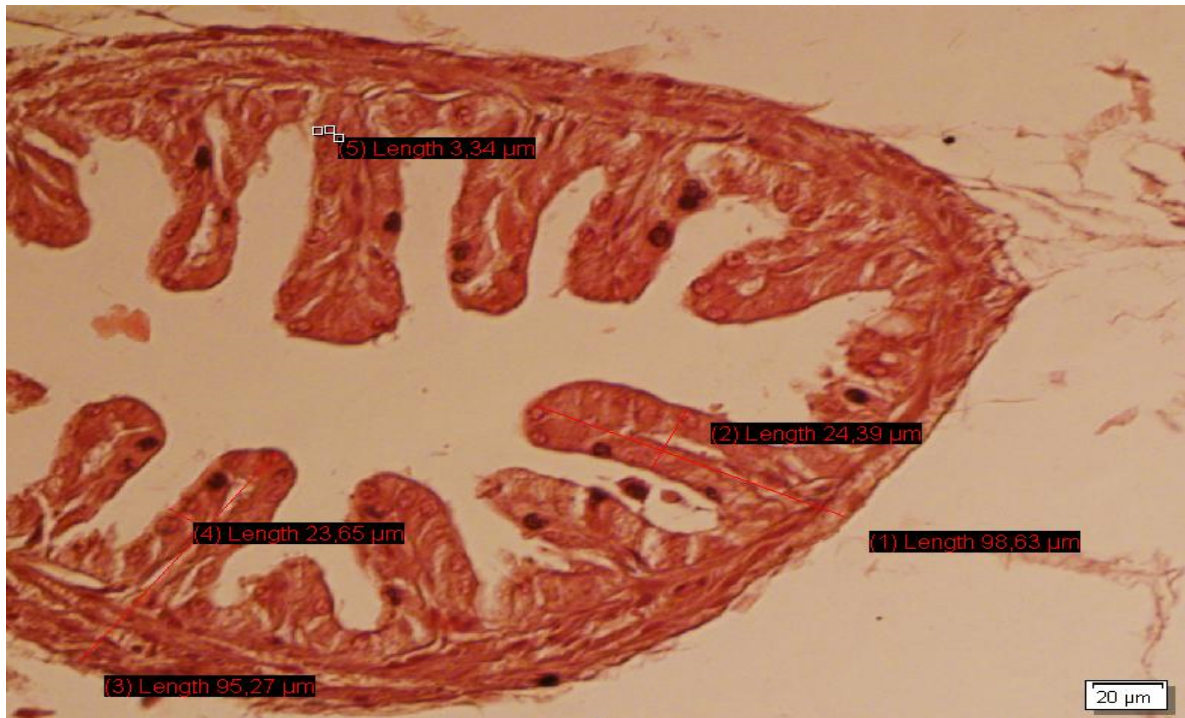
Çizelge 4.5. Denemede kullanılan yemlerinin biyokimyasal kompozisyonu

Muamele grupları	Protein	Lipit	Kül
Kontrol	56,33±3,29	16,46±3,53	9,74±0,10
%1,4 Gb-A	56,93±0,34	15,63±0,93	9,76±0,49
%2,8 Gb-A	57,05±0,49	15,29±0,78	9,67±0,10

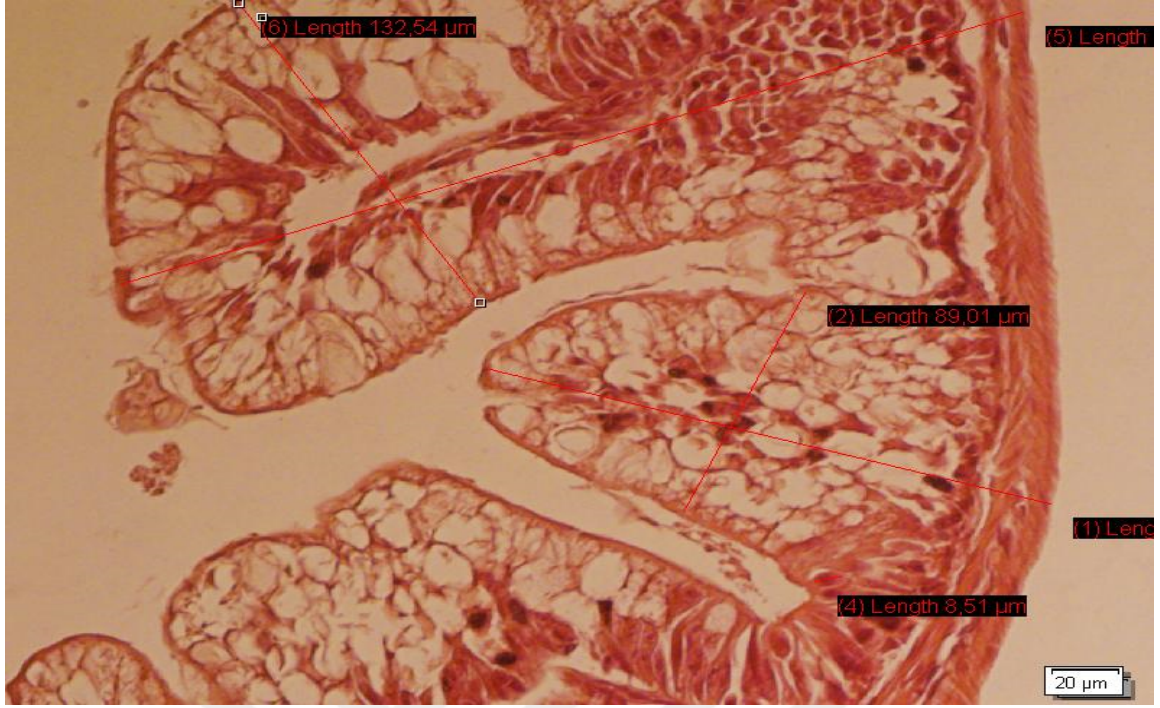
Muamele grupları arasında önemli farklar gözlenmemiştir ( $P > 0.05$ ). Değerler: ortalama  $\pm$  standart sapma

### 4.3. Bağırsak Histolojisi

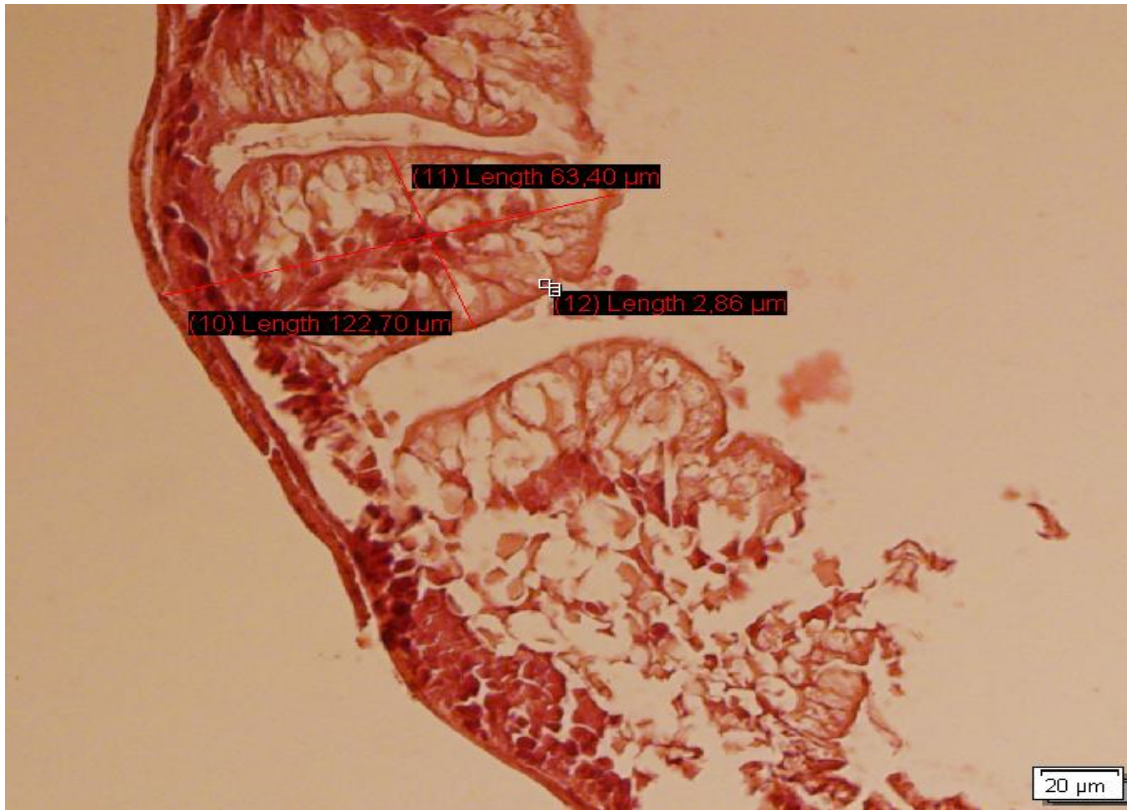
Distal bağırsakta, %1,4 Gb-A (132,54  $\mu\text{m}$ ) ve %2,8 Gb-A (122,70  $\mu\text{m}$ ) içeren yemlerle beslenen balıklar, kontrol yemiyle (98,63  $\mu\text{m}$ ) beslenen balıklara kıyasla önemli ölçüde daha yüksek villusa sahip olmuştur (Şekil 4.1, Şekil 4.2, Şekil 4.3). Ayrıca %1,4 Gb-A ve %2,8 Gb-A gruplarında da kontrol grubuna göre lipit birikiminin daha yüksek olduğu görülmüştür.



Şekil 4.1. Kontrol grubu yemle beslenen kırmızı benekli alabalıkların bağırsak kesiti (HE boyama, 40 X büyütme; bar: 20  $\mu\text{m}$ )



Şekil 4.2. Gb-A katkılı yemle beslenen (%1,4) kırmızı benekli alabalıkların barğısak kesiti (HE boyama, 40 X büyütme; bar: 20 μm)



Şekil 4.3. Gb-A katkılı yemle beslenen (%2,8) kırmızı benekli alabalıkların barğısak kesiti (HE boyama, 40 X büyütme; bar: 20 μm)

## 5. TARTIŞMA

MOS, FOS, GOS, inulin, XOS ve Grobiotic-A gibi prebiyotiklerin farklı balık ve eklem bacaklı türlerinde yem takviyesi olarak yalnız başlarına ya da probiyotiklerle birlikte kullanılmasının büyüme performansı, bağışıklık fonksiyonu ve hastalık direnci üzerindeki etkilerini değerlendirmek için çok sayıda çalışma yapılmıştır (Ringo ve diğerleri ark., 2010; Torrecillas, Montero ve Izquierdo, 2014; Akhter ve diğerleri, 2015; Sealey ve diğerleri, 2015; Carbone ve Fagio, 2016; Guerreiro ve diğerleri, 2016). Bununla birlikte, yeme eklenen prebiyotiklerinin büyüme performansı ve çeşitli bakteriyel ve viral hastalıklara karşı oluşturdukları direnç üzerindeki etkilerine yönelik birbirleriyle çelişen sonuçlar elde edilebilmektedir. Prebiyotik uygulamalar genellikle yeme eklenerek yapılmaktadır. Bu çalışma, Gb-A ile zenginleştirilmiş artemia ve Gb-A ilave edilerek beslenen kırmızı benekli alabalıklarda büyüme, biyokimyal kompozisyonu ve barğırsak histolojisi üzerine etkilerinin araştırıldığı ilk çalışma olma özelliği taşımaktadır.

Bu çalışmada, Gb-A'nın %1,4 veya %2,8 oranlarında yeme ilave edimesinin kırmızı benekli alabalıklarda CAA, SBO, YDO, YO gibi çeşitli büyüme parametrelerini etkilemediği belirlenmiştir. Bu sonuç, levrek (*D. labrax*) (Yazıcı ve diğerleri, 2020), Li ve Gatlin, 2004), Nil tilapia (*O. niloticus*) (Vechklang ve diğerleri, 2012; Peredo ve diğerleri, 2015 alabalık (*O. clarkii lewisi*) (Sealey ve diğerleri, 2015) ile ilgili önceki çalışmalarla uygunluk göstermiştir. Diğer taraftan bazı çalışmalarda mevcut çalışmanın aksine yeme Gb-A eklenmesinin büyüme performansında önemli iyileşmeler sağladığı ileri sürülmüştür (Burr ve Gatlin, 2009; Azari ve diğerleri, 2011; Zheng ve diğerleri, 2011; Wang ve diğerleri, 2016; Adel ve diğerleri, 2016; Adel ve diğerleri, 2017). Bununla birlikte Yu ve diğerleri (2019) ise büyük ağız levreklerde (*Micropterus salmoides*) yeme %1 oranında Gb-A ilave edilmesinin büyüme performansı üzerine 2 ve 4. haftaya kadar etkili olmadığı fakat 8 hafta sonra önemli artışlar görüldüğünü bildirmiştir.

Azari ve diğerleri (2011) %2 Gb-A katkılı yemle 12 hafta boyunca beslenen gökkuşacağı alabalık larvalarında ağırlık artışı (%636,78), %1 GB-A (%576,16) ve kontrol grubu (%493,32) ile karşılaştırıldığında önemli miktarda ağırlıkta artış olduğunu bildirmiştir. Zheng ve diğerleri (2011) ise tilapyalarda %1, 2, 3 GB-A katkılı yemlerle 4 hafta beslendiklerinde ağırlık artışı sırasıyla (42,98g, 47,25g ve 47,49g) kontrol grubunda ise

(35,76g) olarak önemli farklılıklar olduğunu bildirmişlerdir. Çalışma 8 haftaya tamamlandığında da 4 haftalık sonuçlara paralel sonuçlar elde etmişlerdir. Wang ve diğerleri (2016) benzer şekilde kalkan balıklarının 8 haftalık Gb-A katkılı yemlerle beslediklerinde kademeli olarak artışın gerçekleştiği, en yüksek ağırlık artışının %1,6 Gb-A ile beslenen gruplarda olduğunu bildirmişlerdir. Fakat daha yüksek oranda Gb-A ilave edilmesiyle (%2) ağırlık artışında azalma (%140) olduğunu bildirmiştir. Kontrol grubundaki ağırlık artışı ise (%122) olmuştur. Buna karşılık Adel ve diğerleri (2016) mersin balığı yemlerine %2 oranda Gb-A ilave edilmesiyle en yüksek ağırlık artışına ulaşıldığını (34,75g), kontrol grubunda ise bu artışın (23,64g) olduğunu ifade etmiştir.

Mevcut çalışmada SBO kontrol grubunda % 0,98, olurken %1,4 ve %2,8 içeren gruplarda sırasıyla 0,93 ve 0,88 olarak ölçülmüştür. Gruplar arasında istatistiksel olarak fark gözlenmemiştir. Bu sonuçlar; Yazıcı ve diğerleri, (2020)' in yaptıkları çalışmayla benzerlik göstermiştir. Yazıcı ve diğerleri (2020) levrek balıkları yemlerine Gb-A ilave ettikleri 8 haftalık çalışmada, gruplar arasında istatistiki fark olmadığını ve sonuçların kontrol grubunda SBO % 3,92 olurken %1 Gb-A ilaveli grupta %3,89, %2 Gb-A ilaveli grupta %3,83 ve %3 Gb-A ilaveli grupta %3,79 olarak bildirmişlerdir. Diğer taraftan Adel ve diğerleri (2017) ise mersin balıklarına 8 hafta boyunca Gb-A ilave edilmesinin SBO' da artışa yol açtığını bildirmişlerdir. En yüksek artış %2 Gb-A ilave edilen grupta %2,8 ile gözlenirken bunu % 1 (%2,6) ve %0,5 GB-A (%2,4) ilaveli gruplar takip etmiştir. En düşük SBO' nun görüldüğü kontrol grunda ise bu oran %2,3 olarak bulunmuştur.

Gb-A ilaveli yemlerle beslenen balıkların yaşama oranlarında artış olduğu bildirilmiştir (Peredo ve diğerleri, 2015; Adel ve diğerleri, 2017). Aralarında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olmamasına rağmen, mevcut çalışmada da Gb-A içeren yemlerle beslenen gruplarda yaşama oranı kontrol grubuna göre daha yüksek bulunmuştur.

Yaşama oranı, deneysel olarak çeşitli mikroorganizmalarla hastalık oluşturulduğunda yüksek bulunmuştur. Zheng ve diğerleri, (2011) tilapyaları deneysel olarak *Aeromonas hydrophila*, ile 3 hafta süreyle enfekte ettiklerinde en yüksek mortalite kontrol grubunda % 47 mortalite ile görülürken en düşük mortalite %1,2 Gb-A ilaveli grupta %27 olmuştur. *Streptococcus iniae* ve Li ve Gatlin, (2005) hibrit çizgili levreğin yemlerine Gb-A ve bira mayası prebiyotikleri 21 hafta boyunca vermişlerdir. Çalışmanın sonunda *Mycobacterium marinum* bakterisiyle deneysel olarak muamele edildiklerinde en yüksek yaşama oranı %2

GB-A içeren grupta görülürken bunu kontrol yemi ve bira mayası ilaveli yemle beslenen gruplar takip etmiştir.

Balığın biyokimyasal kompozisyonu ve biyokimyasal kompozisyonunu etkileyen faktörler hakkında bilgi sahibi olunması, balık sağlığının belirlenmesine ve sonuçta besinlerin yemden balığa transferinin etkinliğinin belirlenmesinde kullanılabileceği ifade edilmektedir. Bunun sonucu olarak, balığın karkas bileşimini öngörülebilir şekilde değiştirmek mümkün olabilmektedir (Shearer, 1994). Tüm vücut kompozisyonu, yaşam evresi, türler ve beslenme gibi çeşitli faktörlerle ilişkilidir. Su ürünleri yetiştiriciliğinde türlerin beslenme ve sağlık durumları, protein ve lipid gibi vücut kompozisyonları belirlenerek sıklıkla tahmin edilebilmektedir. Prebiyotiklerin etkinlikleri, yemlerin içeriklerinden, besin değerlerinden ve balıkların yetiştirilme koşullarından etkilenebildiği gösterilmiştir (Ghafarifarsani ve diğerleri, 2020).

Bu çalışmada,%1,4 ve %2,8 Gb-A ilave edilmiş yemlerle 90 gün beslenen kırmızı benekli alabalığın tüm vücut kompozisyonunda (Çizelge 5) önemli bir farklılık gözlenmemiştir. Bu sonuçlar Nil tilapyası (Zheng ve diğerleri, 2011; Vechklang ve diğerleri, 2012) gökkuşağı alabalığı (Betiku ve diğerleri, 2018) ve mersin balığı (Adel ve diğerleri, 2017) ile ilgili önceki çalışmalarla benzerlik göstermiştir.

Betiku ve diğerleri (2018) gökkuşağı alabalıkları yemlerine 12 hafta süreyle etanol üretim sürecinde çıkan bir yan ürün olan “kurutulmuş damıtık tahıl + çözünür maddeleri” (GGDY) farklı oranlarda balık ununa alternatif protein kaynağı olarak kullanmıştır. Çalışmada yemlere çeşitli oranlarda MOS ve %1 oranında Gb-A prebiyotikleri de ilave etmiştir. Çalışma sonunda vücut kompozisyonları arasında muamele grupları ve kontrol grubu arasında farklılık gözlemlenmediğini bildirmiştir.

Bununla birlikte mevcut çalışmamızdaki bulgularımızın aksine Azari ve diğerleri (2013) gökkuşağı alabalık yemlerine GB-A ilave edilmesinin vücut kompozisyonunun protein, lipid ve nem içeriğinde önemli bir farka yol açtığını ifade etmiştir. %2,5 G-A ilave edilmiş gruplarda Protein ve kül oranında artış olduğu, buna karşın lipid ve nem oranlarında azalma görüldüğünü bildirmiştir. Azari ve diğerleri (2013) ayrıca gökkuşağı alabalığı yemlerine %1-3 oranlarında Gb-A eklenmesinin yağ içeriğini azaltarak vücut kompozisyonunun olumlu yönde değişmesine yardımcı olabileceğini öne sürmüştür.



Burr ve Gatlin (2009) ise eşkina balıklarının yemlerine %1 Gb-A ve %1 inulin ilave edildiğinde, deneme gruplarındaki prebiyotik ilaveli gruplarda kontrol grubuna göre balığın tüm vücut kompozisyonundaki protein miktarında önemli artışlar görüldüğü, fakat lipit ve kül oranının etkilenmediğini bildirmiştir.

Yemlerdeki prebiyotiklerin bir kısmının bazı balıklarda ve eklembacaklılarda bağırsak morfolojisinde önemli farklılıklara neden olabileceği belirtilmiştir (Anguiano, Pohlenz, Buentello ve Gatlin, 2013). Daha yüksek bağırsak villus uzunluğu gibi yüzey alanının emilimini artırabilen bağırsak morfolojisindeki değişikliklerin, besin emilimi ve metabolizması üzerinde önemli etkilere sahip olduğu bildirilmiştir, (Bae ve diğerleri, 2020). Bağırsaktaki yapısal değişikliklerin, prebiyotiklerin mikrobiyal fermentasyonu ile kısa zincirli yağ asitlerinin üretilmesinden kaynaklanmış olabileceği ifade edilmektedir. Ayrıca bağırsak yüzeyi, su ürünlerinde yetiştiriciliği yapılan türlerinin sağlık durumlarının değerlendirilmesinde kullanılan önemli parametrelerden biridir (Hoang, 2019).

Bu çalışmada, prebiyotiklerin eklenmesi bağırsakların histolojik yapısını etkilemiştir. Kırmızı benekli alabalık yavrularının bağırsaklarının distal bölümünün mikrofotograflarında deney grubundaki villusların kontrol grubuna göre hem daha uzun hem de daha geniş olduğu ölçümlerde belirlenmiştir. Ayrıca %1,4 Gb-A ve %2,8 Gb-A ilaveli gruplarda lipit birikiminin kontrol grubuna göre daha yüksek olduğu görülmüştür. Villus uzunluğu kontrol grubunda 98,63 µm iken %1,4 Gb-A ve %2,8 Gb-A ilaveli gruplarda sırasıyla 132,4 µm ve 122,70 µm ölçülmüştür. Bu sonuçlar Anguiano ve diğerleri (2013) ve Yazıcı ve ark (2020) ile benzerlik göstermektedir. Anguiano ve diğerleri (2013) %2 Gb-A içeren yemlerle 4 hafta beslenen eşkina balıklarında (*S. ocellatus*) bağırsak villuslarında artış olduğunu bildirmiştir.

Yazıcı ve diğerleri (2020), ise levrek yemlerine % 1 oranında Gb-A ilave edilmesinin balıkların bağırsak dokusundaki villus uzunluğunu ve goblet hücre sayısını diğer gruplara göre önemli ölçüde arttırdığını göstermiştir. Buna karşın daha yüksek oranda (%2-3) Gb-A kullanılmasının levrek bağırsağının histolojik yapısını olumsuz yönde etkilediğini bildirmiştir.

Mevcut çalışmadaki bulguların aksine Zhou, Buentello ve Gatlin, (2010) farklı oranlarda Gb-A katkılı yemlerle beslenen eşkina balıklarının bağırsak distalinde gözle görülür bir

değişiklik olmadığını öne sürmüştür. Yine aynı şekilde Gonzales-Felix (2018) yemlere probiyotik veya Gb-A ilave edilmesinin, totoaba balıklarının bağırsak proksimal veya distal bölümlerini önemli ölçüde etkilemediğini bildirmiştir.

Prebiyotik ilavesinin balık bağırsaklarında oluşturduğu bu farklılıkların beslenme tercihleri, bağırsak mikrobiyotası, bağırsak yapısı ve uzunluğundaki değişikliklerle ilişkili olabileceği öne sürülmüştür. Bu da balıklarda gözlenen farklılıkları açıklayabilir (Peredo ve diğerleri, 2015).



## 6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu araştırma, kırmızı benekli alabalık ülkemizde doğal olarak bulunan ve aşırı avcılık, yasak avlanma araçlarının kullanımı, yaşam habitatlarının tahrip edilmesi gibi sebeplerle nesli, tehlike altında olan bir türdür. Tarım ve Orman Bakanlığının yürüttüğü projelerle ülkemizin farklı alanlarında balıklandırma çalışmaları yapılmaktadır.

Bu çalışma balıklandırma amacıyla doğaya bırakılmadan önce kırmızı benekli alabalık yemlerinde Gb-A prebiyotik ilavesinin etkilerinin araştırıldığı bir ön araştırma olmuştur. Çalışmada kırmızı benekli alabalıkların dışardan yem almaya başladığı ilk andan itibaren artemia ve yeme katılarak Grobyotik A verilmiştir.

Kırmızı benekli alabalıklar %1,4 ve %2,8 Gb-A ilaveli yemlerle 90 gün boyunca beslendiklerinde ağırlık artışı, yem dönüşüm oranı, spesifik büyüme oranı ve yaşama oranı gibi büyüme parametreleri değerlendirilmiş ve Gb-A katkılı yemle beslenen gruplarla diğer gruplar arasında önemli farklılıklar görülmemiştir.

Mevcut çalışmada Gb-A katkılı yemle beslenen kırmızı benekli alabalıkların tüm vücut biyokimyasal kompozisyonu protein, lipit ve kül içerikleri yönünden incelenmiş ve muamele grupları arasında fark bulunmamıştır.

Kırmızı benekli alabalıklara besin kesesinin %75'ini tüketmeye başlamasıyla birlikte verilmeye başlanan Gb-A ile zenginleştirilmiş Artemianın, biyokimyasal kompozisyonunda ki protein içeriği, Gb-A oranındaki artışa bağlı olarak artmış, kül seviyesi azalmış, lipit seviyesi ise değişmemiştir.

Gb-A kırmızı benekli alabalıkların bağırsak histolojik yapısı üzerine %1,4 oranında ilave edildiğinde villus uzunluklarında artışa yol açarak olumlu etki gösterirken, %2,8 oranında ilave edildiğinde villus uzunluklarında kısalma eğilimi göstermiştir.

Mevcut çalışmada Gb-A kırmızı benekli alabalıkların yeme ilk başladığı andan itibaren verilmeye başlanmıştır. Daha sonraki araştırmalarda farklı büyüklüklerdeki balıklarda da denenmesi gerektiği düşünülmektedir.

Çalışma yaklaşık olarak 10 °C sıcaklıktaki kaynak suyunda gerçekleştirilmiştir. Daha yüksek sıcaklıklarda balığın metabolizması değişeceğinden farklı sıcaklıklarda denenerek etkinliğinin araştırılması gerekmektedir.

Prebiyotikler gibi fonksiyonel yem katkı maddeleri, daha yüksek üretim ve enfeksiyöz hastalıklara karşı daha fazla direnç oluşumu sağlayarak sürdürülebilir su ürünleri yetiştiriciliğine önemli katkı sağlayacağı gösterilmiştir.

Yapılan çalışmalarda bazı prebiyotiklerin büyüme performansı üzerine olumlu etkisi görülmesine bile bağışıklık sistemini geliştirdiği gösterilmiştir. Bu yüzden, Gb-A' nın çeşitli stres faktörlerine, bağışıklık sistemine, bağışıklıkla ilgili gen ekspresyonuna veya deneysel olarak patojenlerle muamele edilerek hastalık direnci üzerine etkileri araştırılması gerekmektedir.

Ayrıca prebiyotiklerin balık unu ikamesi olarak kullanılan özellikle bitkisel kökenli maddelerin karnivor balıklarda sindirilebilirliğini arttırdığı bildirilmiştir. Bu yüzden Gb-A ilavesinin kırmızı benekli alabalıklarda bağırsak mikrobiyotası ve sindirim enzim aktiviteleri üzerine etkisinin araştırılması gerekmektedir.

Yemlerdeki fonksiyonel yem katkı maddeleri ile yetiştiricilikleri yapılan balık ve eklem bacaklıların biyokimyasal ve fizyolojik fonksiyonları arasındaki etkileşimlerini anlamak, fonksiyonel yemlerin daha da geliştirilmesinde önemli bir rol oynayacaktır.

Diğer taraftan fonksiyonel yem katkı maddeleri çevre dostu olduğundan su ürünleri yetiştiriciliği üzerine olumsuz etkilere yol açmamakta, bu yönüyle sürdürülebilir su ürünlerine önemli katkılar sağlayacağı düşünülmektedir.

## KAYNAKLAR

- Adel, M., Nayak, S., Lazado, C.C. and Yeganeh, S. (2016). Effects of dietary prebiotic GroBiotic®-A on growth performance, plasma thyroid hormones and mucosal immunity of great sturgeon, *Huso huso* (Linnaeus, 1758). *Journal of Applied Ichthyology*, 32(5), 825–831.
- Adel, M., Safari, R., Yeganeh, S., Binaii, M., Ghiasi, M. and Ahmandvand, S. (2017). Effect of dietary GroBiotic®-A supplementation as a prebiotic on the intestinal microflora, growth performance, haemato-serological parameters, survival rate and body composition in juvenile beluga (*Huso huso* Linnaeus, 1754). *Aquaculture Nutrition*, 23(3), 492-499.
- Akhter, N., Wu, B., Memon, A.M. and Mohsin, M. (2015). Probiotics and prebiotics associated with aquaculture: A review. *Fish and Shellfish Immunology*, 45, 733-741.
- Akrami, R., Chitsaz, H., Hezarjaribi, A. and Ziaei, R. (2012). Effect of Dietary Mannan Oligosaccharide (MOS) on Growth Performance and Immune Response of Gibel Carp Juveniles (*Carassius auratus gibelio*). *Journal of Veterinary Advances*, 2(10), 507-513.
- Anguiano M., Pohlenz C., Buentello A. and Gatlin, D.M. III. (2013). The effects of prebiotics on the digestive enzymes and gut histomorphology of red drum (*Sciaenops ocellatus*) and hybrid striped bass (*Morone chrysops* × *M. saxatilis*). *British Journal of Nutrition*, 109(4), 623-9.
- AOAC (2000). Official Methods of Analysis of AOAC International.
- Azari, A. H., Hashim, R., Takami, G. A., Farabi, S. M. V., Darvish, M., & Safari, R. (2011). Effect of prebiotic (GroBiotic® -A) on the growth performance and intestinal microflora on rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum). *Journal of Research in Biology*, 1(5), 325–334.
- Azari, A., Hashim, R., Takami, G.A. and Roohi, A. (2013). Effect of Increasing Dietary Prebiotic GroBiotic®-A Concentration on Growth Performance, Body Indices and Haematological Parameters in Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*) Fingerling. *Ecopersia*, 1(3), 393-406.
- Bae, J., Hamidoghli, A., Won, S., Choi, W., Lim, S. G., Kim, K.W., Lee, B.J., Hur, S.W. and Bai, S. C. (2020). Evaluation of seven different functional feed additives in a low fish meal diet for olive flounder, *Paralichthys olivaceus*. *Aquaculture*, <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2020.735333>.
- Betiku, O. C., Yeoman, C. J., Gibson Gaylord, T., Duff, G. C., Hamerly, T., Bothner, B., Block, S.S., and Sealey, W.M. (2018). Differences in amino acid catabolism by gut microbes with/without prebiotics inclusion in GDDY-based diet affect feed utilization in rainbow trout. *Aquaculture*, 490, 108–119.

- Bligh EG and Dyer WJ. (1959) A rapid method of total lipid extraction and purification, *Canadian Journal of Biochemistry and Physiology*, 37, 911–917.
- Bozkurt, Y., Yavaş, İ., and Karaca, F. (2012). Cryopreservation of Brown Trout (*Salmo trutta macrostigma*) and Ornamental Koi Carp (*Cyprinus carpio*) Sperm. In I. I. Katkov (Ed.), *Current Frontiers in Cryopreservation* (2., pp. 293–304). InTech.
- Buentello, J.A., Neill, W.H. and Gatlin III, D.M. (2010). Effects of dietary prebiotics on the growth, feed efficiency and non-specific immunity of juvenile red drum *Sciaenops ocellatus* fed soybean-based diets. *Aquaculture Research*, 41, 411–418.
- Burr, G. and Gatlin, D.M. III (2009). Effects of the prebiotics Gro-Biotic-A and inulin on the intestinal microbiota of red drum, *Sciaenops ocellatus*. *Journal of World Aquaculture Society*, 40, 440–449.
- Carbone, D. and Faggio, C. (2016). Importance of prebiotics in aquaculture as immunostimulants. Effects on immune system of *Sparus aurata* and *Dicentrarchus labrax*. *Fish and Shellfish Immunology* 54, 172–178.
- Dawood, M.A.O. and Koshio, S. (2016). Recent advances in the role of probiotics and prebiotics in carp aquaculture: A review. *Aquaculture*, 454, 243–251.
- Defoirdt, T., Sorgeloos, P. and Bossier, P. (2011). Alternatives to antibiotics for the control of bacterial disease in aquaculture. *Current Opinion in Microbiology*, 14, 251–258.
- Demir, O., Gülle, İ., Gümüş, E., Küçük, F., Günlü, A. and Kepene, K. (2010). Some Reproductive Features of Brown Trout (*Salmo trutta macrostigma* Dumeril, 1858) and its Larval Development under Culture Conditions. *Pakistan Veterinary Journal*, 30(4), 223–226.
- Dimitroglou, A., Merrifield, D.L., Carnevali, O., Picchiatti, S., Avella, M., Daniels, C., Güroy, D. and Davies, S.J. (2011). Microbial manipulations to improve fish health and production – A Mediterranean perspective. *Fish & Shellfish Immunology*, 30, 1–16.
- Doan, H. V., Hoseinifar, S.H., Tapingkae, W., Tongsiri, S. and Khamtavee, P. (2016). Combined administration of low molecular weight sodium alginate boosted immunomodulatory, disease resistance and growth enhancing effects of *Lactobacillus plantarum* in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Fish & Shellfish Immunology*, 58, 678–685.
- Gatlin III, D. M. (2002). Nutrition and Fish Health. In R. Hardy (Ed.), *Fish Nutrition* (Third Edit, pp. 671–702). Academic Press.
- Ganguly, S., Dora, K.C., Sarkar, S. and Chowdhury, S. (2013). Supplementation of prebiotics in fish feed: a review. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 23, 195–199.

- Ghafariarsani, H., Rashidian, G., Bagheri, T., Hoseinifar, S. H., Van, H., Resources, N., Modares, T., and Fisheries, O. (2020). Study on growth enhancement and the protective effects of dietary prebiotic inulin on immunity responses of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fry infected with *Aeromonas hydrophila*. *Annals of animal science*, <https://doi.org/10.2478/aoas-2020-0074>
- Gonzalez-Felix, M. L., Gatlin, D. M., Urquidez-Bejarano, P., de la Ree-Rodriguez, C., Duarte-Rodriguez, L., Sanchez, F., ... & Perez-Velazquez, M. (2018). Effects of commercial dietary prebiotic and probiotic supplements on growth, innate immune responses, and intestinal microbiota and histology of *Totoaba macdonaldi*. *Aquaculture*, 491(3), 239–251.
- Guardiola, F.A., Bahi, A., Jiménez-Monreal, A.M., Martínez-Tome, M., Murciac, M.A. and Esteban, M.A. (2018). Dietary administration effects of fenugreek seeds on skin mucosal antioxidant and immunity status of gilthead seabream (*Sparus aurata* L.). *Fish and Shellfish Immunology*, 75, 357–364.
- Guerreiro, I., Serra, C.R., Enes, P., Couto, A., Salvador, A., Costas, B. and Oliva-Teles, A. (2016). Effect of short chain fructooligosaccharides (scFOS) on immunological status and gut microbiota of gilthead sea bream (*Sparus aurata*) reared at two temperatures. *Fish & Shellfish Immunology*, 49, 122-131.
- Güven, E., Yıldız, M. and Baltacı, M.A. (2016). Kırmızı Benekli (*Salmo trutta* sp.) Alabalık yumurtalarının inkübasyonu ve yavruların beslenmesi üzerine bir araştırma. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 33(3), 209-216.
- Hoang, D. H. (2019). Effects of mannan oligosaccharide supplementation in the diet on growth performance and physiology of juvenile lobster, *Panulirus polyphagus*. *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies*, 7(2), 302–307.
- Hoseinifar, S. H., Khalili, M., Khoshbavar Rostami, H., and Esteban, M. Á. (2013). Dietary galactooligosaccharide affects intestinal microbiota, stress resistance, and performance of Caspian roach (*Rutilus rutilus*) fry. *Fish and Shellfish Immunology*, 35(5), 1416–1420.
- Hoseinifar, S.H., Esteban, M.A., Cuesta, A. and Sun, Y.Z. (2015). Prebiotics and Fish Immune Response: A Review of Current Knowledge and Future Perspectives. *Reviews in Fisheries Science & Aquaculture*, 23, 315–328.
- Hutkins, R.W., Krumbeck, J.A., Bindels, L.B., Cani, P.D., George Fahey Jr., Goh, Y.J., Hamaker, B., Martens, E.C., Mills, D.A., Rastal, R.A., Vaughan, E. and Sanders, M.E. (2016). Prebiotics: why definitions matter. *Current Opinion in Biotechnology*, 37, 1–7.
- Kocabaş, M., Kayim, M., Can, E., Kutluyer, F. and Aksu, O. (2011). The Reproduction traits of Native Brown trout (*Salmo trutta macrostigma* T., 1954). *Turkey Journal of Animal and Veterinary Advances*, 10(13), 1632-1637.
- Kocabaş, M., Başçınar, N., Kutluyer, F., & Aksu, Ö. (2013). HES' ler ve Balıklar. *Türk*

*Bilimsel Derlemeler Dergisi*, 6(1), 128–131.

- Kocabaş, M., Başçınar, N. ve Kutluyer, F., (2015). Eşsiz vadinin süslüsü Türkiye doğal alabalık ekotiplerinden kırmızı benekli alabalık *Salmo trutta*'nın bugünü yarını. *Eko Analiz*, 1(2), 26-29.
- Li, P. and Gatlin, D.M.III. (2004). Dietary brewers yeast and the prebiotic GroBiotic AE influence growth performance, immune responses and resistance of hybrid striped bass (*Morone chrysops* × *M. saxatilis*) to *Streptococcus iniae* infection. *Aquaculture*, 231, 445–456.
- Li, P. and Gatlin, D.M.III. (2005). Evaluation of the prebiotic GroBiotic®-A and brewers yeast as dietary supplements for sub-adult hybrid striped bass (*Morone chrysops* × *M. saxatilis*) challenged in situ with *Mycobacterium marinum*. *Aquaculture*, 248(1–4), 197–205.
- Lieke, T., Meinelt, T., Hoseinifar, S. H., Pan, B., Straus, D.L., and Steinberg, C.E.W. (2020). Sustainable aquaculture requires environmental-friendly treatment strategies for fish diseases. *Reviews in Aquaculture*, 12(2), 943–965.
- Merrifield, D. L., Dimitroglou, A., Foey, A., Davies, S. J., Baker, R. T. M., Bøgwald, J., Castex, M., & Ringø, E. (2010). The current status and future focus of probiotic and prebiotic applications for salmonids. *Aquaculture*, 302(1–2), 1–18.
- Naz, M. (2008). The changes in the biochemical compositions and enzymatic activities of rotifer (*Brachionus plicatilis*, Müller) and artemia during the enrichment and starvation periods. *Fish Physiology and Biochemistry*, 34 (4), 391-404.
- Oz M. and Dikel, S. (2015). Body compositions and fatty acid profile of *Salmo trutta macrostigma* caught from Korkun Brook. *Advances in Zoology and Botany*, 3(4), 190-192.
- Peredo, A.M., Buentello, A., Gatlin, D.M.III. and Hume, M.E. (2015). Evaluation of a dairy-yeast prebiotic in the diet of juvenile Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*. *Journal of the World Aquaculture Society*, 46(1), 92-101.
- Raggi, T., & Gatlin, D. M. (2012). Prebiotics have limited effects on nutrient digestibility of a diet based on fish meal and soybean meal in Goldfish. *North American Journal of Aquaculture*, 74(3), 400–407.
- Ringo, E., Olsen, R. E., Gifstad, T., Dalmo, R. A., Amlund, H., Hemre, G. I., and Bakke, A.M. (2010). Prebiotics in aquaculture: A review. *Aquaculture Nutrition*, 16(2), 117–136.
- Ringo, E., Dimitroglou, A., Hoseinifar, S.H. and Davies, S.J. (2014). Prebiotics in Finfish: An Update, *Aquaculture Nutrition: GutHealth, Probiotics and Prebiotics*, First Edition. Edited by Daniel Merrifield and Einar Ringo, John Wiley & Sons, Ltd. Published 2014 by John Wiley & Sons, Ltd. s. 360-400.
- Rossi, W., Tomasso, J. R., and Gatlin, D.M.III. (2015). Production performance and non-



specific immunity of cage-raised red drum, *Sciaenops ocellatus*, fed soybean-based diets. *Aquaculture*, 443(1), 84-89.

- Rossi Jr. W., Ju, M., Tomasso, J.R. and Gatlin, D.M.III. (2017). Nutrition of red drum, *Sciaenops ocellatus* L.: An additional evaluation of the effects of soya-based diets and supplemental prebiotic. *Aquaculture Research*, 48(10), 5224–5234.
- Savolainen, L. C., & Gatlin, I. M. (2009). Evaluation of dairy-yeast prebiotic supplementation in the diet of juvenile goldfish in the presence or absence of phytoplankton and zooplankton. *Journal of Aquatic Animal Health*, 21(3), 156–163.
- Sealey, W.M., Barrows, F.T., Johansen, K.A., Overturf, K., LaPatra, S.E. and Hardy, R.W. (2007). Evaluation of the Ability of Partially Autolyzed Yeast and GroBiotic-A to Improve Disease Resistance in Rainbow Trout. *North American Journal of Aquaculture*, 69(4), 400-406.
- Sealey, W.M., Conley, Z.B., and Bensley, M. (2015). Prebiotic supplementation has only minimal effects on growth efficiency, intestinal health and disease resistance of Westslope cutthroat trout *Oncorhynchus clarkii lewisi* fed 30 % soybean meal. *Frontiers in Immunology*, 6, 1-7.
- Shearer, K.D. (1994). Factors affecting the proximate composition of cultured fishes with emphasis on salmonids. *Aquaculture*, 119, 63-88.
- Sink, T. D. and Lochmann, R.T. (2008). Preliminary observations of mortality reduction in stressed, *Flavobacterium columnare*-challenged golden shiners after treatment with a dairy-yeast prebiotic. *North American Journal of Aquaculture*, 70, 192–194.
- Torrecillas, S., Montero, M. and Izquierdo, M. (2014). Improved health and growth of fish fed mannan oligosaccharides: Potential mode of action. *Fish & Shellfish Immunology* 36, 525-544.
- Turan, D., Kottelat, M. and Engin, S., (2010). Two new species of trouts, resident and migratory, sympatric in streams of northern Anatolia (Salmoniformes: Salmonidae). *Ichthyological Exploration of Freshwaters* 20 (4): 333-364
- Vechklang, K., Lim, C., Boonanuntanasarn, S., Welker, T., Ponchunchuwong, S., Klesius, P.H. and Wanapu, C. (2012). Growth performance and resistance to *Streptococcus iniae* of juvenile Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) fed diets supplemented with GroBiotic-A and brewtech dried brewers yeast. *Journal of Applied Aquaculture*, 24(3), 183-198.
- Wang, J., Zhang, D., Sun, Y., Wang, S., Li, P., Gatlin, D.M.III. and Zhang, L. (2016). Effect of a dairy-yeast prebiotic (GroBiotic-A) on growth performance, body composition, antioxidant capacity and immune functions of juvenile starry flounder (*Platichthys stellatus*). *Aquaculture Research*, 47, 398–408.

- Yazıcı, M. & Mazlum, Y. (2019). Karides ve Kerevit Yetiştiriciliğinde Prebiyotik Uygulamalar. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi, 22(1), 153–163.
- Yazıcı, M., Mazlum, Y., Naz, M., Sayın, S., Ürkü Ç. and Akaylı, T. (2020). Effects of GroBiotic®-A supplementation on growth performance, body composition and liver and intestine histological changes in European seabass (*Dicentrarchus labrax*) juveniles. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 37 (4), 389-396
- Yousefian, M., Hedayatifard, M., Fahimi, S., Shikholeslami, M., Irani, M., Amirinia, C., & Mousavi, S. E. (2012). Effect of prebiotic supplementation on growth performance and serum biochemical parameters of kutum (*Rutilus frisii kutum*) fries. *Asian Journal of Animal and Veterinary Advances*, 7(8), 684–692.
- Yu, H. H., Liang, X. F., Chen, P., Wu, X. F., Zheng, Y. H., Luo, L., Qin, Y. C., Long, X. C., & Xue, M. (2019). Dietary supplementation of Grobiotic®-A increases short-term inflammatory responses and improves long-term growth performance and liver health in largemouth bass (*Micropterus salmoides*). *Aquaculture*, 500, 327–337.
- Zencir Tanır, Ö., Korkmaz, A. Ş., & Fakıoğlu, Ö. (2017). Density, Biomass and Length-Weight Relationship of Brown Trout (*Salmo trutta* Linnaeus, 1758) Population in the Çoruh River Basin, North-Eastern Anatolia, Turkey. *Journal of Limnology and Freshwater Fisheries Research*, 3(3), 129–136.
- Zheng Z. L., Wang, K.Y., Gatlin, D.M.III. and Ye, J.M. (2011). Evaluation of the ability of GroBiotic®-A to enhance growth, muscle composition, immune responses, and resistance against *Aeromonas hydrophila* in Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*. *Journal of The World Aquaculture Society*, 42(4), 549–557.
- Zhou, Q., Buentello, J. A. and III, D.M.G. (2010). Effects of dietary prebiotics on growth performance, immune response and intestinal morphology of red drum (*Sciaenops ocellatus*). *Aquaculture*, 309(1–4), 253–257.

## DİZİN

---

### **A**

Abstract- V  
Artemia- 15

---

### **B**

Bulgular- 22,23,24,25  
Bağırsak histolojisi- 24  
Biyokimyasal örnekler- 19  
Büyüme parametresi- 17

---

### **Ç**

Çizelge -3,7,13,14,16,17,22,23,24

---

### **D**

Dizin- 40  
Deneme dizaynı- 15

---

### **G**

Giriş – 1  
Gb-a -13

---

### **H**

Histoloji- 21,24  
Ham protein- 19  
Ham lipit- 20  
Ham kül- 20

---

### **İ**

İçindekiler- VII

---

### **K**

Kaynakça- 33,34,35,36,37,38  
Kültür koşulları- 11  
Kırmızı benekli alabalık- 1

---

### **Ö**

Özet- İV  
Özgeçmiş- 39

---

### **R**

Resim- 11,12,13,16

---

### **S**

SBO- 18  
Simgeler ve kısaltmalar- XII  
Sonuç ve öneriler- 31,32  
*Salmo trutta macrostigma*- 1

---

### **T**

Teşekkür-Vİ  
Tartışma- 26,27,28,29,30

---

### **Y**

Yem- 12,13,14  
Yem katkı maddesi- 5  
YDO- 18  
YO- 18



**TEKNOVERSİTE**



teknoversite **AYRICALIĞINDASINIZ**

**İSTE**

