



PHANEROCHAETE CHRYSOSPORIUM
BİYOMASININ BALIK YEMİ
OLARAK KULLANILABİLME
POTANSİYELİNİN BELİRLENMESİ

Özlem GÜLMEZ

Yüksek Lisans Tezi
Biyoloji Anabilim Dalı
Genel Biyoloji Bilim Dalı
Prof. Dr. Ömer Faruk ALGUR
2017

Her hakkı saklıdır

ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

PHANEROCHAETE CHRYSOSPORIUM BİYOMASININ
BALIK YEMİ OLARAK KULLANILMA POTANSİYELİNİN
BELİRLENMESİ

Özlem GÜLMEZ

BİYOLOJİ ANABİLİM DALI
Genel Biyoloji Bilim Dalı

ERZURUM
2017

Her hakkı saklıdır



T.C.
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



TEZ ONAY FORMU

**PHANEROCHAETE CHRYSOSPORIUM BİYOMASININ
BALIK YEMİ OLARAK KULLANILMA POTANSİYELİNİN
BELİRLENMESİ**

Prof.Dr. Ömer Faruk ALGUR danışmanlığında, Özlem GÜLMEZ tarafından hazırlanan bu çalışma25...../....05...../....2017.... tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Biyoloji Anabilim Dalı –Mikrobiyoloji Bilim Dalı'nda Yüksek Lisans tezi olarak **oybirliği/oy çokluğu (.../...)** ile kabul edilmiştir.

Başkan : Prof. Dr. Ömer Faruk ALGUR

İmza :

Üye : Doç. Dr. Turgay ŞİŞMAN

İmza :

Üye : .Yrd. Doç.Dr. Serkan ÖRTÜCÜ

İmza :

Yukarıdaki sonuç;

Enstitü Yönetim Kurulu 22./06./2017.. tarih ve 25./50..... nolu kararı ile onaylanmıştır.

Prof. Dr.Cavit KAZAZ
Enstitü Müdürü

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaklardan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak olarak kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

***PHANEROCHAETE CHRYSOSPORIUM* BİYOMASININ BALIK YEMİ OLARAK KULLANILABİLME POTANSİYELİNİN BELİRLENMESİ**

Özlem GÜLMEZ

Atatürk Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Biyoloji Anabilim Dalı
Genel Biyoloji Bilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Ömer Faruk ALGUR

Bu çalışmada mısır maserasyon sıvısı (MMS) ile hazırlanan besi yerinde *Phanerochaete chrysosporium*'dan tek hücre proteini (THP) üretilmiş ve elde edilen protein gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) için yem olarak kullanılmıştır. Yem rasyonlarındaki THP oranı %0(MU0, Kontrol), %12,5(MU1), %25(MU2),%50(MU3) olacak şekilde ayarlanmış ve gökkuşağı alabalıkları 45 gün boyunca hazırlanan bu yemlerle beslenmiştir. Çalışma sonuçlarına göre, yemdeki *P.chrysosporium* THP oranının %25'e kadar artmasıyla balıkların büyümesi de artış göstermiştir. Diğer yandan, yemdeki *P.chrysosporium* THP oranı %50 ye çıkarılınca büyüme de düşüş gözlenmiştir. %25'e kadar *P.chrysosporium* THP'sinin büyümede negatif bir etkisi olmadığı için gökkuşağı alabalığı yemlerinde kullanılabileceği bulunmuştur. Son olarak TAS(Total Antioksidan Seviye) TOS(Total Oksidatif Seviye) ve HSI(Hepatosomatik İndeks) testleri yapılarak *P.chrysosporium* biyomasının gökkuşağı alabalığı için %25'e kadar toksik etki göstermemesine rağmen %50 konsantasyonda biyomas içeren yem toksik etki gösterdiği bulunmuştur.

2017, 54 sayfa

Anahtar Kelimeler: Mikrobiyal biyomas, *Phanerochaete chrysosporium*, mısır maserasyon sıvısı, Gökkuşağı Alabalığı, toksisite.

ABSTRACT

MS Thesis

THE DETERMINATION OF POTENTIAL OF *PHANEROCHAETE CHRYSPORIUM* BIOMASS AS FISH MEAL

Özlem GÜLMEZ

Atatürk University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Biology

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Ömer Faruk ALGUR

In this study, single cell protein (SCP) was produced from *Phanerochaete chrysosporium* in liquid nutrient prepared with CSL (Corn Steep liquor) and obtained SCP was used as fishmeal for Rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). SCP rate in feed ration was adjusted as %0(MU0), %12,5(MU1), %25(MU2), %50(MU3) and Rainbow trouts were feed these prepared fishmeals during 45 days. According to study results, fish growing increased directly proportional to 25% SCP rate. On the other hand, when the SCP rate was increased to 50%, a decline was observed in fish growing. Since *P.chrysosporium* SCP (25%) hasn't a negative effect in growth, it was observed that it will be used in Rainbow trouts fishmeals. Finally, TAS(Total Antioxidans Status), TOS(Total Oxidant Status) and HIS(Hepatosomatic Index) tests were performed. Whereas, fish feeds containing up to 25% of the *P.chrysosporium* biomass showed no toxic effects for the rainbow trout, but those containing 50% of the concentartion had toxic effects.

2017, 54 pages

Keywords: Microbial biomass, *Phanerochaete chrysosporium*, Corn steep liquor, Rainbow trout, toxicity.

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimime başladığım andan itibaren çalışmalarına her türlü destek veren, bilgi ve tecrübelerinden yararlandığım saygı değer hocam Prof. Dr. Ömer Faruk ALGUR'a en içten duygularıyla teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmamda bilgi ve tecrübesiyle yardımcı olan Sayın Prof. Dr. Murat ARSLAN'a teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmam boyunca bilgi ve görüşlerine başvurduğum Sayın Uzman Dr. Murat ÖZDAL'a teşekkür ederim. Laboratuvar arkadaşlarım Alev SEZEN, Neslihan YÜCE'ye teşekkürü bir borç bilirim. Ayrıca toksisite testleri için bilgisine başvurduğum sevgili Hatice DANE'ye teşekkür ederim.

Her zaman yanımda olan, maddi manevi desteklerini esirgemeyen canım babam Yusuf GÜLMEZ, annem Züleyha GÜLMEZ'e ve aileme şükranlarımı sunarım.

Özlem GÜLMEZ

Mayıs, 2017

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ.....	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	viii
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	ix
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Dünya Protein İhtiyacı ve Tek Hücre Proteini (THP).....	1
1.1.1. THP üretiminde kullanılan mikroorganizmalar.....	3
1.1.1.a. Algler.....	3
1.1.1.b. Maya ve Küfler.....	4
1.1.1.c. Bakteriler.....	5
1.1.2. THP'nin üretim süreci.....	6
1.1.3. THP'nin avantaj ve dezavantajları.....	7
1.1.4. THP'nin besin değeri, ekonomik değeri ve diğer alanlarda kullanımı.....	8
1.2. Balık Beslemede Kullanılan Yemler.....	10
1.2.1. Alabalık beslenmesinde kullanılan yemler ve özellikleri.....	11
1.3. Gökkuşuğu Alabalığı'nın (<i>Oncorhynchus mykiss</i>) Genel Özellikleri.....	11
1.4. <i>Phanerochaete chrysosporium</i> 'un Genel Özellikleri.....	12
2. KAYNAK ÖZETLERİ.....	15
3. MATERYAL ve YÖNTEMLER.....	19
3.1. Materyal.....	19
3.1.1. Kullanılan organizmalar.....	19
3.1.2. Kullanılan cihazlar ve kimyasallar.....	19
3.2. Yöntemler.....	20
3.2.1. Besiyerlerinin hazırlanması.....	20
3.2.2. <i>Phanerochaete chrysosporium</i> 'dan THP Eldesi.....	21
3.2.3. <i>Phanerochaete chrysosporium</i> biyomasının ve hazırlanan yemler ile beslenen balıkların kimyasal içeriklerinin belirlenmesi.....	22

3.2.3.a. Beslenen balıkların kuru madde ve kül oranının belirlenmesi	22
3.2.3.b. Beslenen balıkların ham protein miktarlarının belirlenmesi	22
3.2.3.c. <i>Phanerochaete chrysosporium</i> biyomasının amino asit içeriğinin belirlenmesi	22
3.2.4. Balık yemi hazırlanışı.....	23
3.2.5. Balık seçimi ve deney düzeneği	24
3.2.6. Balık yemi tartımı ve saklanması	25
3.2.7. Yağ analizi.....	27
3.2.8. Toksikite testleri	28
3.2.8.a. Toplam antioksidan kapasitenin belirlenmesi	28
3.2.8.b. Toplam oksidan düzeyinin belirlenmesi.....	29
3.2.8.c. Hepatosomatik indeksin belirlenmesi.....	29
3.2.9. İstatistiksel analizler	29
4. ARAŞTIRMA BULGULARI	30
4.1. <i>P. chrysosporium</i> Biyomasının Yaklaşık Kompozisyonu ve Amino Asit İçeriği	30
4.2. Gökkuşluğu Alabalığının Büyüme Parametreleri.....	31
4.2.1. Ağırlık kazancı	31
4.2.2. Spesifik büyüme oranı(Scope for Growth SFG)	33
4.2.3. FCR (yem değerlendirme kat sayısı).....	34
4.2.4. İlk ağırlık ve son ağırlığın karşılaştırılması.....	35
4.2.5. Ham lipid değerleri.....	36
4.3. Biyokimyasal Test Sonuçları.....	36
4.3.1. Karaciğer ağırlıkları	37
4.3.2. Karaciğer hipostomatik indeksi	37
4.3.3. TAS ve TOS sonuçları	38
5. TARTIŞMA ve SONUÇ.....	39
5.1. Tartışma.....	39
5.2. Sonuç ve Öneriler	48
KAYNAKLAR	49
ÖZGEÇMİŞ	55

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler

%	Yüzde
°C	Santigrat Derece
µl	Mikro Litre
Al	Alüminyum
C	Karbon
Cu	Bakır
Fe	Demir
K	Potasyum
Mg	Magmezyum
N	Azot
nm	Nanometre
pH	Hidrojen gücü
S	Kükürt
Zn	Çinko

Kısaltmalar

atm	Atmosferik Basınç
CYM	Tamamlayıcı Maya Vasatı
dk	Dakika
FAO	Gıda ve Tarım Örgütü
FCR	Yem Değerlendirme Katsayısı
g	Gram
Kcal	Kilo kalori
L	Litre
ml	Mililitre

MMS	Mısır Maserasyon Sıvısı
MÖ	Milattan Önce
MÖ	Milattan Önce
Mu0	Balık Yemi Kontrol Grubu Kod Adı
Mu1	%12,5 konsantrasyonlu yem
Mu2	%25 konsantrasyonlu yem
Mu3	%50 konsantrasyonlu yem
PDA	Patates Dekstroz Agar
rpm	Devir/dakika
TAS	Total Antioksidan Seviye
THP	Tek Hücre Proteini
TOS	Total Oksidatif Seviye

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1. Gökkuşığı alabalığı'nın genel görüntüsü	12
Şekil 1.2. <i>Phanerochaete chrysosporium</i> 'un petri kabında oluşturduğu koloni.....	14
Şekil 3.1. Gökkuşığı alabalıkları için hazırlanan yem	26
Şekil 3.2. Gökkuşığı alabalıklarının tüm vücudunun ve hazırlanan yemlerin yağ analizi	27
Şekil 4.1. Farklı konsantrasyonlardaki yem rasyonlarıyla beslenmiş gökkuşığı alabalığının ağırlık kazancı	32
Şekil 4.2. Farklı konsantrasyonlardaki yem rasyonlarıyla beslenmiş gökkuşığı alabalığının spesifik büyüme oranları	33
Şekil 4.3. FCR sonuçları	34
Şekil 4.4. THP ile beslenen balıkların ilk ve son ağırlıklarının karşılaştırılması	35
Şekil 4.5. Gökkuşığı alabalıklarının karaciğer ağırlık ortalamaları	37
Şekil 4.6. Hipostomatik indeks * Aynı harfler ile gösterilen gruplar arasındaki fark önemsizdir	38
Şekil 4.7. Farklı konsantrasyonlarda THP içeren balık yemleriyle beslenen balıkların karaciğer dokusunun TAS sonuçları.....	39
Şekil 4.8. Farklı konsantrasyonlarda THP içeren balık yemleriyle beslenen balıkların karaciğer dokusunun TOS sonuçları.	40
Şekil 5.1. 4 Farklı <i>Streptomyces</i> suşlarından elde edilmiş THP (%5'lik konsantrasyon) ve bu çalışmada kullanılan <i>P.chrysosporium</i> 'dan elde edilen THP'nin farklı konsantrasyonlarını içeren balık yemi ile beslenen balıkların FCR ile bu çalışmadaki FCR sonuçlarının karşılaştırılması.....	43
Şekil 5.2. Farklı fungus THP'si, balık unu ve soya unu ile beslenen balıklar ile <i>P.chrysosporium</i> THP'si ile beslenen balıkların spesifik büyüme oranlarının yüzde olarak karşılaştırılması.	44

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 1.1. Dünyanın farklı bölgelerindeki alglerin yiyecek olarak kullanımı.....	4
Çizelge 1.2. THP üretilen bazı maya ve filamentli funguslar.....	5
Çizelge 1.3. THP üretilen bazı bakteriler.....	6
Çizelge 3.1. Çalışmada kullanılan cihazlar.....	20
Çizelge 3.2. Balık yemindeki THP oranları ve yem kodlaması.....	23
Çizelge 3.3. Balık yemi formülasyonu	24
Çizelge 3.4. Gökkuşığı alabalığı beslenme deney düzeneği	25
Çizelge 3.5. Gökkuşığı alabalıklarının ilk ağırlıkları ve bu balıklar için hesaplanan ilk yem miktarları.....	26
Çizelge 4.1. <i>P. chryso sporium</i> biyomasının Kjeldahl metodu ile belirlenmiş kompozisyonu ve Amino Asit İçeriği ile FAO'nun referans protein içeriği	31
Çizelge 4.2. Farklı konsantrasyonlardaki yem rasyonlarıyla beslenmiş gökkuşığı alabalığının ağırlık kazancı istatistikî değerleri.	32
Çizelge 4.3. Farklı konsantrasyonlardaki yem rasyonlarıyla beslenmiş gökkuşığı alabalığının spesifik büyüme oranları istatistikî değerleri.	33
Çizelge 4.4. FCR istatistik sonuçları	35
Çizelge 4.5. Gökkuşığı alabalığının tüm vücut lipid oranı ve hazırlanan yemlerin lipid oranı.....	36
Çizelge 4.6. Farklı konsantrasyonlarda THP içeren balık yemleriyle beslenen balıkların karaciğer dokusunun TAS istatistikî sonuçları.....	39
Çizelge 4.7. Farklı konsantrasyonlarda THP içeren balık yemleriyle beslenen balıkların karaciğer dokusunun TOS SPSS sonuçları.....	40
Çizelge 4.8. Gökkuşığı alabalığının büyüme parametreleri.....	41
Çizelge 5.1. <i>P. chryso sporium</i> 'un protein miktarıyla diğ er bazı fungusların protein miktarlarının karşılaştırılması	40
Çizelge 5.2. FAO referans amino asit içeriği, balık yemlerinde kullanılan bazı maddelerin amino asit içeriği ve <i>P. chryso sporium</i> 'un amino asit içeriğinin karşılaştırılması.....	41

Çizelge 5.3. <i>Pleurotus</i> cinsine ait farklı türlerden elde edilen THP ile beslenen balıkların ağırlık kazancı ile bu çalışmadaki balıkların ağırlık kazancının değerlendirilmesi	45
Çizelge 5.4. Balıkların karaciğerlerine toksik etki oluşturan bazı maddeler ile <i>P.chryso sporium</i> THP'sinin toksik etkisinin değerlendirilmesi	47



1. GİRİŞ

1.1. Dünya Protein İhtiyacı ve Tek Hücre Proteini (THP)

Dünya nüfusu yılda %1,2 yani 7,7 milyon kişi artmaktadır. Bu artışın yarısını Çin, Hindistan, Pakistan, Nijerya, Bangladeş, Endonezya gibi ülkeler oluşturmaktadır (Carvalho 2006). 2050 yılına kadar dünya nüfusunun on milyarı geçeceği tahmin edilmektedir (Ezeh *et al.* 2012). Nüfus artışının büyük bir kısmı Sub-Sahra Afrika bölgesinde görülecektir.

Günümüz dünya nüfusunun %14'ü, yaklaşık olarak 854 milyon kişi, kronik ya da akut olarak yetersiz beslenmekte ve protein eksikliğiyle yüzleşmektedir. Yetersiz beslenen kişilerin çoğu Sub-Sahra Afrika ve Asya bölgesindedir. Her yıl yetersiz beslenme ve protein eksikliği nedeniyle 5,5 milyondan fazla çocuk açlıktan ölmektedir (Sanchez and Swaminathan 2005). Ayrıca mikrobesein eksikliği olarak tanımlanan gizli açlık 2 milyardan fazla insanı etkilemektedir. Gizli açlık, vitamin ve mineral eksikliğidir ve bir insanın sosyo-ekonomik durumunu, gelişimini ve sağlık durumunu olumsuz yönde etkilemektedir (Grebmer *et al.* 2014).

FAO (2014)'ya göre yetişkin bir kişinin günlük protein ve enerji ihtiyacı için 2900 kcal alması gerekmektedir. Gelişmiş ülkelerde bu oran 3500 kcal iken az gelişmiş veya gelişmemiş ülkelerde bu oran 2000 kcal ya da daha azdır. Bu durum yetersiz beslenmenin ve açlığın göstergesidir. Avrupa ve Kuzey Amerika'da protein ve enerji kaynağının büyük bir kısmı et ve et ürünlerinden sağlanırken, fakir ülkelerde bu ihtiyaç tahıl ürünlerinden karşılanmaktadır (Carvalho 2006). Brundi'deki bir insan günlük beslenmesinde 3gr hayvan proteini alabilirken, Fransa'daki bir kişi günlük 40gr hayvan proteini almaktadır. Bu da günlük enerji ve protein ihtiyacının yaklaşık %25'ini oluşturmaktadır.

Protein açlığı ve yetersiz beslenmenin nedeni bölgeden bölgeye değişmektedir. Afrika, Asya ve Latin Amerikanın uzak bölgelerinde açlık nedeni düşük tarımsal üretimken, yoksulluk ve savaş Güney ve Doğu Asya Sub-Sahra Afrika ve Orta Doğu'nun ana nedenidir (Grebmer *et al.* 2014).

FAO (2014)'nin yayınladığı rapora göre Afrika'da yetersiz beslenen çocuk sayısı 15,5 milyondan 32,7 milyona yükselmiştir. Bu sayıyı azaltmak, azalan ve yok edilen tarım alanları, değişen iklim koşulları nedeniyle insanlığın açlık, yetersiz beslenme, protein eksikliği ve ölümlerle karşılaşması gibi problemleri ortadan kaldırmak veya minimize etmek için yeni, güvenilir, zengin, alternatif protein kaynaklarının bulunması gerekir (Matassa *et al.* 2016).

Tek hücre proteini(THP); dünyanın açlık problemini başarılı bir şekilde çözebilecek en iyi protein kaynaklarından biridir (Kelechi and Ukaegbu 2016). THP; farklı mikroorganizmalardan (alg, fungus, maya, bakteri) elde edilen kurutulmuş biyomastır (Nasseri *et al.* 2011). Bu nedenle birçok kaynaklarda mikrobiyal protein, mikrobiyal biyomas olarak da adlandırılmaktadır (Babu and İlyas 2017). THP eski çağlardan beri kullanılsa da bilinçli olarak kullanımı Max Delburck'un yüz yıl önce hayvan yemine bira mayası katmasıyla başlamıştır. I. Dünya Savaşı esnasında Almanya THP'den önemli derecede yararlanmış, askerlerinin yemeklerine takviye olarak bira mayası eklemiştir (Suman *et al.* 2015). Milattan önceki yıllardan beri Orta Afrika'da Chad Gölü'nden, Aztekler ise Meksika'daki Texcoco Gölü'nden *Spirulina* cinsi algi toplayıp yiyecek olarak kullanmışlardır (Srividya *et al.* 2014). Zengin protein içeriği sebebiyle birçok mantar gıda olarak kullanılmaktadır. Besin kaynağı olarak en çok kullanılan maya cinslerine örnek olarak *Candida*, *Saccharomyces*, *Torulopsis* cinsleri, filamentli funguslara ise *Aspergillus*, *Penicillium*, *Fusarium* gibi cinsler verilebilir (Anupama and Ravindra 2000). Bakteriler de yüzyıllardır besin kaynağı olarak kullanılmaktadır.

THP'nin yaklaşık %40-80'i proteinden oluşmaktadır. Ayrıca esansiyel yağ asidi, amino asit, nükleik asit, karbonhidrat, vitamin ve mineralleri de içermektedir (Jamel *et al.*

2008). Bu özellikleri sebebiyle insan ve hayvan gıdası olarak kullanılabilir (Şişman *et al.* 2013).

THP üretilirken atık maddeler substrat olarak kullanılabilir. Bu atık maddeler; ziraat atıkları (talaş, mısır koçanı, saman, pirinç sapları, palmiye yaprakları gibi) petrol atıkları, içki sanayi atıkları, şeker fabrikası atıkları, kağıt fabrikası atıkları, selüloz, lignin, melas, mısır maserasyon sıvısıdır. Bu maddeler kullanılarak THP hem ucuza üretilebilmekte hem de bu atıkların çevre kirliliğine neden olmasının önüne geçilebilmektedir (Kelechi and Ukaegbu 2016).

1.1.1. THP üretiminde kullanılan mikroorganizmalar

1.1.1.a. Algler

Algler eski çağlardan beri yiyecek ya da hayvan yemi olarak kullanılmaktadır. THP üretiminde kullanılan algler genellikle fotosentetik algler olup yüksek miktarda protein ve A, B, C, D, E gibi vitaminleri içerirler. Alglerin THP üretimi için avantajı bakteriler kadar hızlı çoğalmaları, karbon kaynağı olarak atmosferik karbon kullanmalarındır. Dezavantajı ise sindirilebilirliklerinin az olmasıdır (Raja *et al.* 2008).

Günümüzde de birçok Uzak Doğu ülkesi ve Afrika ülkelerinde, algler temel besin kaynağı ya da tamamlayıcı ek besin olarak kullanılmaktadır. Bu amaçla en çok *Spirulina*, *Chlorella*, *Scenedesmus* cinsi algler tüketilmektedir. Çizelge 1.1'de bazı alglerin kullanıldığı ülkeler ve kullanım şekline ait örnekler verilmiştir.

Çizelge 1.1. Dünyanın farklı bölgelerindeki alglerin yiyecek olarak kullanımı

ALG	KULLANILAN ÜLKE	KULLANIM ŞEKLİ	KAYNAK
<i>Alaria sp.</i>	Japonya	Salata ve çorba	Anupama and Ravindra 2000
<i>Caulerpa rosemosa</i>	Filipin	Gıda	Anupama and Ravindra 2000
<i>Laminaria sp.</i>	ABD, İngiltere, Fransa, Brezilya	Tavuk yemi, Koyun yemi	Anupama and Ravindra 2000
<i>Nostoc sp.</i>	Fransa, ABD	Gıda	Nasseri <i>et al.</i> 2011
<i>Spirulina sp.</i> , <i>Chlorella sp.</i> , <i>Scenedesmus sp.</i>	Çin, Hindistan, ABD	Gıda	Nasseri <i>et al.</i> 2011
<i>Sargassum sp.</i>	Hindistan, Çin	Hayvan yemi, Gıda	Anupama and Ravindra 2000
<i>Ulva lactuca</i>	Avrupa ülkeleri	Salata, Çorba	Anupama and Ravindra 2000

1.1.1.b. Maya ve Küfler

Uzun zamandan beri ekmek, peynir gibi insan gıdası yapımında kullanılan mayalar günümüzde de hayvan gıda endüstrisinde THP üretmek için en çok kullanılan organizmalardır (Srividya *et al.* 2014). Kedi, köpek, balık yemlerine lezzet verici olarak eklenmektedir.

THP üretmek için kullanılan mayaların bazıları şunlardır; *Saccaromyces fragilis*, *Saccaromyces pasteurianus*, *Candida tropicalis*, *C. utilis*, *C. maltosa* ve *C. intermedia*. Yüzyıllar boyunca dünyanın her yerinde şapkalı mantarlar ve küfler besin kaynağı olarak kullanılmaktadır. Çeşitli substratlardan protein üretmek için Actinomycetesler ve filamentli funguslardan yararlanılmaktadır. Çizelge 1.2’de bazı maya ve küflerin üretildikleri bazı atık substratları gösterilmiştir.

Çizelge 1.2. THP üretilen bazı maya ve filamentli funguslar

Maya ve Küfler	Kullanılan Substrat	Kaynak
<i>Aspergillus niger</i>	Mısır koçanı	Şişman et al. 2013
<i>Candida tropicalis</i>	Sülfite likörü	Srividya et al. 2014
<i>Fusarium graminearum</i>	Nişasta	Alrikson 2014
<i>Penicillium</i>	Sülfite likörü, meyve posaları	Goldberg 2013
<i>Saccharomyces cereviceae</i>	Melas	Goldberg 2013
Beyaz çürükçül mantarlar	Şeker fabrikası atıkları	Goldberg 2013
<i>Trichoderma sp.</i>	Peynir altı suyu	Şişman et al. 2013
<i>Pleurotus sp.</i>	Saman, vinas, kağıt fabrikası atığı	
Ganoderma	Peynir altı suyu	Goldberg 2013

1.1.1.c. Bakteriler

Birçok bakteri türü çeşitli substratlar üzerinde kolay, bol ve ucuza üretilebilir. *Cellulomonas*, *Alcaligenes* ve *Pseudomonas* cinsi bakteriler en çok THP üretilen bakteri cinsleridir (Bhalla et al. 2007). Yenilebilir THP için birçok bakteri türü kullanılabilir. Kısa jenerasyon süreleri ve çeşitli karbon kaynaklarını tüketerek az zamanda çok miktarda biyomas elde edilebilmesi, bakterilerin THP üretimi için kullanımlarını avantajlı hale getirmektedir. (Suman et al. 2015). Çizelge 1.3'de çeşitli substratlar kullanılarak THP üretilen bakterilerin bazıları sıralanmıştır.

Çizelge 1.3. THP üretilen bazı bakteriler

Bakteri	Kullanılan substrat	Kaynak
<i>Methanomonas methanica</i>	Metan	Nasseri <i>et al.</i> 2011
<i>Cellulomonas sp.</i>	Zirai atıklar	Nasseri <i>et al.</i> 2011
<i>Pseudomonas fluorescens</i>	Hayvansal atıklar	Nasseri <i>et al.</i> 2011
<i>Streptomyces sp.</i>	Metanol	Srividya <i>et al.</i> 2014
<i>Bacillus subtilis</i>	Selüloz	Srividya <i>et al.</i> 2014
<i>Lactobacillus sp.</i>	Maltoz	Srividya <i>et al.</i> 2014
Çeşitli bakteri türleri	Çeşitli meyve posaları	Srividya <i>et al.</i> 2014

1.1.2. THP'nin üretim süreci

Milattan önceki yıllara dayanan THP'den besin elde edilmesi işlemi günümüzde de artarak devam etmektedir. Az gelişmiş, gelişmekte olan ve gelişmiş ülkelerin birçoğunda THP besin veya katkı maddesi olarak tüketilmektedir. Çeşitli substratların fermentasyonu ve farklı fermentasyon teknikleri kullanılarak THP üretilmektedir.

Bu fermentasyon şekilleri; batık kültür fermentasyonu(submerged); mikroorganizmaların biyolojik aktivitelerinin tümünü (çoğalma, büyüme vb.) sıvı besiyerinde gerçekleştirdiği fermentasyon şeklidir. Bu fermentasyon şeklinde sıvı ortamda karbon kaynağı, azot kaynağı, potasyum kaynağı çözülmüş haldedir (Varavinit *et al.* 1996).Yarı katı hal fermentasyonu yönteminde ise kullanılan substrat genellikle atık maddelerdir (Adedayo *et al.* 2011). Bu fermentasyon sürecinde U şeklinde sıvı faza oksijen ve ısıyı transfer eden özel fermantörler kullanılır (Oscar *et al.* 2010). Katı hal fermentasyonu ise genel anlamda suyun olmadığı veya nemli maddeler üzerinde mikroorganizmaların gelişmesi olarak tanımlanır (Pandey 2008).

1.1.3. THP'nin avantaj ve dezavantajları

THP üretim ve tüketiminde birçok avantaj ve dezavantajlı yönler olup bunlar aşağıda kısaca özetlenmiştir.

Avantajlar;

- THP yüksek protein ve düşük yağ oranına sahiptir.
- Kuru biyomaslarının yaklaşık %60-80'i proteindir.
- Proteinleri esansiyel amino asit bakımından zengindir.
- THP vitamin kaynağıdır. Özellikle A, B, C, D ve E vitaminleri açısından zengindir.
- Kısa jenerasyon süresiyle, kısa zamanda büyük ölçekte biyomas elde edilir. Ayrıca üretilmeleri için küçük alanlar yeterlidir.
- THP üretilirken biyomasın yanında organik asitler gibi yan ürünler elde edilir.
- Üretimleri için tam teşekküllü laboratuarlara gerek yoktur.
- Üretim süreci çevresel koşullardan ve iklim şartlarından etkilenmez.
- Çeşitli atıklar kullanılarak ucuza üretilir, çevre kirliliğini ortadan kaldırır ve ekolojik dengeyi sağlar (Anapuma 2000; Srividya *et al.* 2014; Kelechi *et al.* 2016).

THP'nin avantajları olduğu kadar bazı dezavantajları da vardır. Bunlar;

- Birçok mikroorganizma toksik bileşikler içerir ve bu bileşikler insan ve hayvanların sağlığını tehdit edebilir,
- Alerjik reaksiyonlara neden olabilirler,
- Yüksek nükleik asit içerdiklerinden dolayı insanlarda gastrointestinal problemlere, böbrek taşı oluşumuna ve gut hastalığına yol açabilirler,
- Bazı mikrobiyal biyomasların lezzeti ve sindirilebilirliği azdır,
- Yüksek sterilizasyon şartları üretim maliyetini artırabilir (Anapuma 2000; Srividya *et al.* 2014; Kelechi *et al.* 2016).

1.1.4. THP'nin besin değeri, ekonomik değeri ve diğer alanlarda kullanımı

Çeşitli mikroorganizmalardan elde edilen THP'nin besin değeri ve kullanılabilirliği bileşim kompozisyonuna bağlıdır. THP'nin içeriği; temel amino asitler, esansiyel amino asitler, nükleik asitler, karbonhidratlar, yağlar, vitaminler, mineraller ve çeşitli inorganik maddelerden oluşmaktadır. Özellikle fosfor ve potasyum yönünden zengindir. Bu kompozisyon seçilen organizmaya ve üretildiği substrata göre değişiklik göstermektedir.

Algler zengin protein ve vitamin içerirler. Yem endüstrisinde kullanılmaktadır, yıllık üretimi 9 bin tondur. Tahmini pazar değeri 2,4 milyar eurodur (Enzing *et al.* 2014).

Funguslar %50-55 arasında protein içerirler. Lizin amino asidi açısından zengin olmasına rağmen sistein ve metionin amino asidi yönünden fakirdirler. Bunun yanısıra bileşiminde karbonhidrat, yağ ve vitamin bulunmaktadır. İnsan gıdası olarak üretilen ve önemli bir fungal THP olan Quorn adlı ticari ürün onbeş ülkede büyük ölçeklerde üretilmektedir (Wiebe 2004). Quorn yıllık 25 bin ton üretilmekte olup pazar değeri yaklaşık 214 milyon eurodur (Beer 2015).

Bakteriler yüksek protein ve nükleik asit içeriğine sahiptirler. Kuru biyomaslarının %80'i ham proteindir. Yılda yaklaşık 90 bin ton üretilmektedir (Byrne 2016).

Bu kompozisyonu ve ekonomik değeri göz önüne alındığında THP doğrudan insan ve hayvan yemi olarak kullanılabilir (Vandamme *and* Revuelta 2016). Gıda endüstrisi dışında THP çeşitli alanlarda (kağıt işleme, deri işleme, köpük dengeleyici olarak) kullanılmaktadır. Dünya çapında THP üretimi biyoteknolojik gelişmelerle birlikte giderek artmakta ve genetik, biyokimya, tıp, veterinerlik, ekoloji, toksikoloji, enzim teknolojisi ve hayvan besleme gibi alanlarla ilişkisi artarak devam etmektedir. Uygun maliyeti, kalitesinden dolayı THP yakın gelecekte daha fazla üretilecek, insan gıdası, çiftlik hayvanı yemi, kümes hayvanı yemi ve balık yemi olarak kullanılacaktır (Srividya *et al.* 2014). Sınırlı doğal kaynakları olan ve nüfusu giderek artan dünyada gıda ve yem

talebi %70 oranında artacaktır (Rahman 2016). Tahıl, et ve balık tüketimi artarak devam etmekte ve tüketimin artmasıyla birlikte THP kullanımı da artmaktadır.

Son yıllarda küresel ve ulusal pazarlarda meydana gelen gıda-yem fiyatlarındaki hızlı artış, yetersiz beslenen insan sayısını artırmakta ve bu nedenlerle alternatif gıda-yem kaynağı bulmak zorunlu hale gelmektedir (Nutreco 2010). Günümüzde birçok bilim insanı çeşitli hayvansal, bitkisel, mikrobiyal (bakteriyal ve fungal) kaynakların besin değerini ve yenilebilirliğini araştırmaktadır. Alternatif tahıl kaynağı olarak, soya fasülyesi, palmiye yaprakları, kanola gibi ürünlerin tüketimi yaygınlaşmakta, ete alternatif besin kaynağı olarak ise çeşitli böcek türleri ve su ürünleri tüketimi hızla yayılmaktadır.

Zengin protein içeriği ve besleyici özelliği yüksek olan su ürünleri ve balıkçılık, hızla büyüyen dünyada gıda sektörünün önemli bir parçasıdır (Aisla *et al.* 2015). İnsanlar beslenmek için ihtiyaç duydukları proteinin önemli bir kısmını su ürünlerinden sağlamaktadır (Güner 2015). Balıkçılık sektörü dünyanın balık eti ihtiyacının %50'sini karşılamakta ve bu miktarın giderek artacağı tahmin edilmektedir (Matassa *et al.* 2016).

FAO(2014)'ya göre dünyanın 190 ülkesinde su ürünleri yetiştiriciliği ve balıkçılık yapılmaktadır. Nüfusu kalabalık olan Çin, Hindistan, Endonezya, Bangladeş gibi ülkelerdeki üretim, su ürünleri yetiştiriciliği ve balıkçılığın toplam üretiminin %80'ni oluşturmaktadır. Çin dünyanın en büyük su ürünleri üreticisidir. FAO verilerine göre, 2012 yılı dünya su ürünleri üretimi 158 milyon tondur. Üretimin yaklaşık olarak %58'i avlanmayla, %42'si kültür yöntemiyle elde edilmektedir. Yine üretimin %70'i iç sularda, %30'u deniz ve okyanuslarda gerçekleştirilmektedir (FAO 2014).

Su ürünleri ve balıkçılık, besleyici ve ekonomik değeri ile insanlar için önemli bir yere sahiptir (Üçışık ve Şahin 2014). Avlanma ve kültür yöntemiyle elde edilen besin dünyanın en fakir bölgelerinde yetersiz beslenen insanların ihtiyaç duyduğu protein kaynağı olabilir. Su ürünleri yetiştiriciliği ve balıkçılık için balık yemi önemlidir. Ayrıca balıkları tüketen insanlar içinde balık yemi besin değeri ve ekonomisi

bakımından önemlidir. Çünkü üretim maliyetinin %50'sinden fazlasını yem maliyeti oluşturmaktadır (Schalekamp *et al.* 2016).

Modern balıkçılığın hızla büyümesi; balık yemlerinin çeşitlenmesine, bu çeşitlenmeyle beraber balık yemi fiyatlarının artmasına neden olmuştur (Xie *et al.* 2013). Balık yemi fiyatlarının artmasıyla balıkçılık sektörü alternatif yem ve katkı maddelerine yönelmiştir. Su ürünleri yetiştiriciliğinde özellikle de balıkçılık sektöründe sağlıklı ve hızlı gelişimi sağlayacak alternatif yem kaynaklarına ilgi artmış, son yıllarda THP kullanılmaya başlanmıştır (Alak *et al.* 2012).

1.2. Balık Beslemede Kullanılan Yemler

Diğer tüm hayvanlar gibi balıklar da enerji elde etmek ve büyümek için besin tüketirler. Doğal ortamlarında balıklar plankton, küçük su bitkileri ve küçük hayvanlarla beslenirler. Kültür ortamlarında ise balıklar için hazırlanmış yemlerle beslenirler. Kültürü yapılan balıklar için yem rasyonlarının önemi büyüktür. Yemlerin kalitesi, sindirilebilirliği, kalori değeri balık beslenmesinde göz önüne alınan özelliklerdendir(Schalekamp *et al.* 2016).

Yemler; amino asitler, yağlar, vitaminler, mineraller, karbonhidratlar gibi yaklaşık 40 bileşenden oluşur. Farklı balık türleri için farklı yemler kullanılmaktadır. Yemler genel olarak suni yemler, çiftlik yapımı yemler ve canlı yemler olmak üzere 3 gruba ayrılabilir. Suni yemler; endüstriyel amaçlı üretilen ve protein miktarının en az %36-40 olduğu yemlerdir. Çiftlik yapımı yemler; balık çiftliklerindeki balık atıklarıyla hazırlanan yemlerdir. Canlı yemler ise karides gibi canlı organizmaların doğrudan kullanıldığı yemlerdir. Suni yemlerin üretimde kullanımı toplamda 39.62 milyon tondur. Çiftlik yapımı yemlerin kullanımı 15-30 milyon ton ve canlı yemlerin kullanımı 3-6 milyon tondur (Schalekamp *et al.* 2016). 2000 ile 2012 yılları arasında balık yemi üretimi %10.3 artmıştır (Tacon and Metian 2015).

1.2.1. Alabalık beslenmesinde kullanılan yemler ve özellikleri

Alabalıklar karnivor balıklar oldukları için yemlerinde en az %40 hayvan proteini olmalıdır. Günlük yem tüketimi ağırlıklarının %2'si kadardır. Alabalık yemlerinde protein, yağ, vitamin, karbonhidrat ve minerallerin olması gerekir(Demir vd 2014).

Yem rasyonlarında protein miktarı en az %40 olmalı ve arginin, lizin, metionin, histidin, sistein, izolösin, triptofan gibi amino asitler bulunmalıdır. Alabalık yemlerinde düşük sıcaklıklarda eriyebilen yağlar bulunması ve yem içeriğinde en az % 5-8 arasında yağ olması gerekmektedir. Balıklar, yağda çözünen vitamin grubuna yanı A, D, E, K, vitaminlerine ihtiyaç duyarlar. Dolayısıyla bu vitamin grubunun yem rasyonlarına katılması gerekir. Yemlere %2 oranında mineral karışımı eklenir. Yem rasyonlarında karbonhidrat miktarı %9'u geçmemelidir. Alabalıklarının yavruları besin keseleri kaybolmadan yem alabilirler. Gökkuşığı alabalıkları 20 günlük iken yem almaya başlarlar. Yavru alabalıkların beslenmesinde mikron büyüklüğünde toz yemler kullanılmaktadır (Demir vd 2014). Bu yemler;

Başlangıç ve Fry yemler; %75'i hayvansal kökenli olup %50 oranında protein içerirler 5 cm boyundaki balıklar için kullanılırlar.

Orta Boy Peletler; ortalama %45 protein içerirler ve 5-15 cm uzunluğundaki balıkların beslenmesinde kullanılırlar.

Büyük Boy Peletler; %60'ı hayvansal kökenlidir. En az %45 protein içerir ve pazar boyutuna gelmiş balıklar için kullanılırlar.

1.3. Gökkuşığı Alabalığı'nın (*Oncorhynchus mykiss*) Genel Özellikleri

Alabalık, ülkemiz ve dünyada ticari olarak yetiştiriciliği yapılan balık türlerinden biridir. Doğal şartlarda alabalık soğuk, berrak ve oksijeni bol akarsularda yaşamaktadır.

Ülkemizde başarılı bir şekilde yetiştiriciliği yapılan alabalık türleri; kaya alabalığı, dere alabalığı, gökkuşağı alabalığı, alp alası ve deniz alabalığıdır (Demir vd 2014).

Diğer türlere göre yüksek sıcaklıklara, uygun olmayan çevre koşullarına dayanıklı, büyüme hızı yüksek ve yemden yararlanması daha fazla olan gökkuşağı alabalığı en yaygın yetiştiriciliği yapılan türdür (Steffens 1989).

Gökkuşağı alabalığı Kuzey Amerika'dan Avrupa'ya getirilmiş bir türdür(Şekil 1.1.). Gökkuşağı alabalığı 80 cm uzunluğa ve 10 kg ağırlığa ulaşabilir ve yan taraflarındaki kıvrık çizgileri ayırt edici özelliğidir. Gökkuşağı alabalığının ideal yetiştirilme sıcaklığı 12 ile 14 derece arasındadır. Fakat 22 ile 23 derece arasındaki su sıcaklığına uyum sağlamaktadır. Suyun oksijen miktarı en az 6 mg/l olması gerekir. Suyun pH'sı ise nötr veya az alkali olmalıdır. İyi kaliteli 1 kg yem ile 1 kg canlı ağırlık artışı sağlanabilmektedir (Demir vd 2014).



Şekil 1.1. Gökkuşağı alabalığı'nın genel görüntüsü

1.4. *Phanerochaete chrysosporium*'un Genel Özellikleri

Alem: Fungi

Bölüm: Basidiomycota

Sınıf: Agaricomycetes

Takım: Polyporales

Familya: Phanerochaetaceae

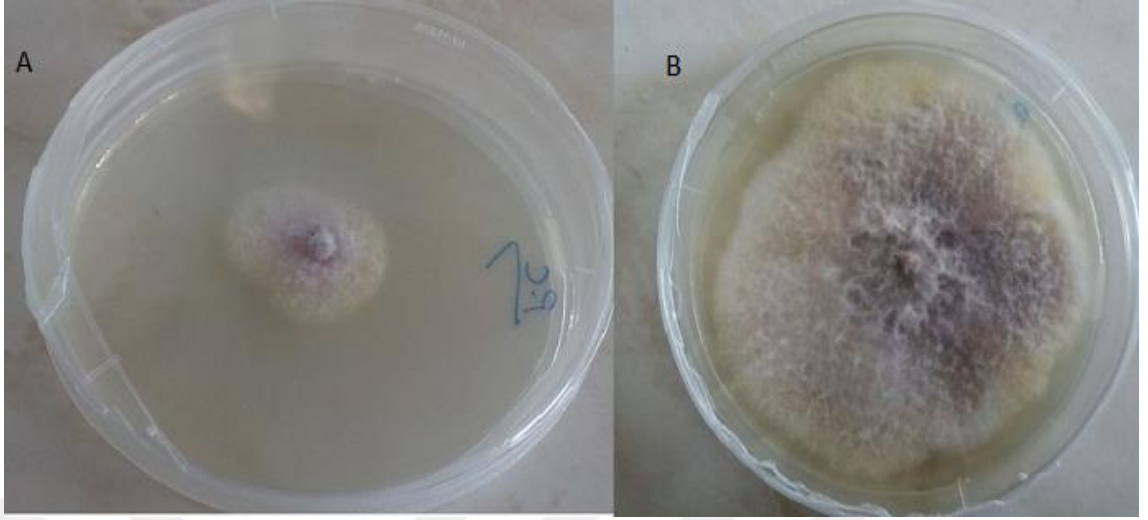
Cins: *Phanerochate*

Tür: *Phanerochaete chrysosporium*

Basidiomycota (Bazidili mantarlar) üyeleri fungi âleminin en iyi bilinen, geniş yapılı mantar grubudur. Puf mantarı ve bracts mantarları örnek olarak verilebilir. Ancak bu grupta rust mantarı ve smut mantarı gibi mikroskopik mantarlar da mevcuttur. Bu grup üyeleri genellikle saprofitlerdir. Fakat Ustilaginales ve Uredinales gibi üyeleri bitki ve hayvanlar üzerinde parazit yaşayabilirler. Agaricales takımının birçok üyesi ağaçlarla simbiyotik olarak yaşar ve ektomikoriza oluşturur. Bu sınıfın birçoğu yenilebilir ama çok zehirli türleri de vardır (Altuner 2005).

Bazidili mantarların hücreleri bölünmeli olup hücreleri iki çekirdekli. Bu sınıfa ait mantarlarda eşeyli ve eşeysiz üreme birbirini takip eder ki bu olaya döllerin alması denir. Eşeyli üreme esnasında dişi ve erkek çekirdek birleşerek zigotu oluşturur, bu hücre şişerek bu grubun özelliği olan basidium organını oluşturur. Gelişmiş bireylerde basidiumlar bir araya gelerek basidiokarplar meydana getirirler. Basidiokarpların içindeki basidiosporlar oval, ince, uzundur. Renkleri yeşil, turuncu, sarımsı, pembe-kahve, mor-kahve veya siyahtır (Altuner 2005).

Beyaz çürükçül fungus olarak bilinen *Phanerochaete chrysosporium* çeşitli biyosorpsiyon çalışmalarında kullanılmıştır (Yetiş vd. 2000). Oksidasyon enzimleri vasıtasıyla organik kirleticilerin parçalanması çalışmalarında kullanılmış (Gadd 2001) ve metal bağlama reaksiyonları detaylı olarak incelenmiştir (Baldiran 2003). *P. chrysosporium* katı ve sıvı besiyerlerinde üreyebilir. Besinin az olduğu ortamlarda ksenobiyotikleri parçalayarak yaşamlarını sürdürebilirler, bu özellikleri ile metalle kirlenmiş çevrelerin biyoremediasyonu için avantaj sağlarlar (Yu 2006). Ayrıca *P. chrysosporium* lignini parçalayan çeşitli enzimlere sahiptir ki bunlardan biri olan mangan peroksidaz 1984 yılında tanımlanmıştır (Kuwahara 1984). Şekil 1.2'de *P. chrysosporium*'un petrideki genel görüntüsü verilmiştir.



Şekil 1.2. *Phanerochaete chrysosporium*'un petri kabında oluşturduğu koloni
A; *P.chrysosporium*'un üç günlük kolonisi, B; on günlük kolonisi

Bu çalışmanın amacı; *P. chrysosporium*'dan THP elde etmek için atık substrat olarak mısır maserasyon sıvısı (MMS) tercih edilmiştir.MMS'den hazırlanan besiyerinde *P. chrysosporium*'dan elde edilen THP'nin gökkuşağı alabalığında yem veya yem katkı maddesi olarak kullanılma potansiyelini ve herhangi bir toksik etkisinin var olup olmadığını belirlemektir.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Giriş bölümünde de belirtildiği gibi THP üretim ve kullanımı konusundaki araştırmalar giderek artmaktadır. Bu kısımda yerli ve yabancı çalışmalardan bazıları kısaca özetlenmiştir.

Bakteriyal THP ile balık ununun beslenmedeki etkisini ölçen Perara *et al.* (1995) bu amaçla 4 farklı kombinasyonda (%0, %25, %62,5 %100) bakteriyal THP içeren yem hazırlayarak gökkuşağı alabalıklarının 132 gün besleyerek, 2 hafta aralıklarla büyüme parametrelerini ölmüşlerdir. Deney sonucunda %25 oranında bakteriyal THP içeren yemin büyüme etkisinin en fazla olduğunu gözlemlemişlerdir.

Glutamat atığında *Aspergillus niger*'den THP elde edip toksikolojik ve beslenme etkisini Chiou *et al.* (2001)'i civcivler üzerinde denemişlerdir. Deneme konsantrasyonları; 0, 47, 95, 142, 189 g/kg ve 0, 35,5, 71, 106,5, 142 g/kg olacak biçimde erkek ve dişi sayısı eşit olması koşuluyla 800 civcivi 6 hafta boyunca beslenmeye tabi tutmuşlar, büyüme parametreleri ve toksikolojik testler uygulamışlardır. Çalışma sonucunda her 10gr *Aspergillus niger* THP'sinin civcivlerde kilo artışı sağlamakta olduğunu ve herhangi bir tat ve koku değişimi yapmadığını ortaya çıkarmışlardır.

Banarjee *et al.* (2000), *Rhodovulum sulphidophilum* fototrofik bakterisini çoğaltıp *Oreochromis niloticus* (nil tilapyası) balığını beslemiş ve besin değeri ve toksisitesini belirleyen bir çalışma yapmışlardır. Çalışma sonucunda *R. sulphidophilum* bakterisinin balık yemi olarak değerlendirilebileceği bulunmuştur.

Samanya and Yamauchi (2002), *Bacillus subtilis natto* ile tavuk besleme deneyi gerçekleştirmişlerdir. Bu deneyde *Bacillus subtilis natto* ile 3 ile 28 gün süreyle tavukları beslemişler ve sonuç olarak tavukların glikoz konsantrasyonu, bağırsak içeriğindeki lipaz, amilaz aktivitesinin kontrol grubuyla bir değişiklik göstermediğini

bulmuşlardır. Elde edilen sonuçlar ile *B.subtilus natto*'nun tavuklar için faydalı bir mikroorganizma olma potansiyeline sahip olduğunu göstermişlerdir.

Uysal *et al.* (2002) *P.chyso sporium*'un farklı içeriklerde hazırladığı besi yerlerinin (1, 2,5, 5, 10, 25, 50, 75,100%) THP *Drosophila melangaster* (meyve sineği) üzerindeki etkisini incelemişlerdir. Deney sonucunda yüksek konsantrasyonlu vasatların yavrulama ve yavru büyüklüğünü artırdığını ve herhangi bir anormallik veya ölüme yol açmadığını bulmuşlardır.

Murugesan *et al.* (2005) çalışmalarında siyah çayın fermantasyonunda kullanılan *Meducomyces gisevii* fungusunu tavuk yemi olarak değerlendirmişlerdir. Bu amaçla fungusutan 5 farklı konsantrasyonda (%0, %50, %100,%150,%200, %250 g/kg)yem hazırlamış ve bu yemlerle tavukları beslemişlerdir. Sonuç olarak 150 g *Meducomyces gisevii* fungusu içeren yemin en kaliteli yem olduğunu gözlemlemişlerdir.

Atalah *et al.* (2007), yaptıkları deney çalışmasında *Sporus aurata* (çipura) balığını 57 gün boyunca %4'lük *Cryecodium cohnii* ve %5'lik *Phaeodactylum tricorhutum* algleri ile beslemişler ve deney sonucunda *C.cohnii* ile beslenen balıklardaki büyüme parametreleri ve hayatta kalma yüksek iken *P.tricorhutum* ile beslenenlerde bu oranlar düşük bulunmuştur. Bu sonuçlara göre *C.cohnii* THP'sinin balık yemi olarak kullanılabileceğini belirtmişlerdir.

Aas *et al.* (2007) doğal gazda ürettikleri *Methylococcus capsulatus* bakterisinden elde ettikleri THP'yi *Hippoglossus hippoglossus* balığını THP oranı %0, %9 ve %18'i olacak şekilde 62 gün süre ile diyete tabi tutmuşlardır. Deneme sonucunda büyüme parametrelerini değerlendirerek bu balık için en iyi yem rasyonunun %9 oranında *Methylococcus capsulatus* THP'si içeren yem rasyonu olduğunu belirlemişlerdir.

Zepka *et al.* (2010) %60 protein içeren *Aphanothece microscopia* algini yarı pişmiş pirinç üzerinde üretip 28 gün boyunca deney farelerini beslemişlerdir. Çalışma sonucunda ratların kanlarında total kolestrolün kontrol grubuna göre düşük olduğunu ve

glisemik indeksinde kontrol grubuyla hemen hemen aynı olduğunu bulmuşlar ve insanlar için potansiyel protein kaynağı olabileceğini kaydetmişlerdir.

Şişman *et al.* (2013) tarafından peyniraltı suyunda *Trichoderma harzianum* küfü üretilmiştir. Üretilen THP zebra balığı (*Danio rerio*) için yem olarak kullanılmış ve bu THP'li yem ile balıklar beslenmiştir. Yumurta sayısı, yumurta çapı, büyüme parametreleri ve toksisitesi değerlendirilmiştir. Değerlendirme sonucu *T. harzianum* THP'sinin balık yemi veya balık yem katkı maddesi olarak kullanılabilmesi bulunmuştur.

Elala *et al.* (2013) ortalama ağırlıkları 80 g olan *Oreochromis niloticus* (Nil tilapiyası) balıklarını *Saccharomyces cerevisiae* ile 2 ay boyunca beslemişlerdir. Deney süreci sonunda büyüme parametrelerini ölçüp kontrol grubuna göre *Saccharomyces cerevisiae* ile beslenen gruplarda önemli bir artış gözlemlemişlerdir. Çalışma sonunda *Saccharomyces cerevisiae*'nin bu balıklar için hem iyi bir besin kaynağı hem de balıkların patojenlere karşı direncini artıracaklarını belirlemişlerdir.

Selvakumar *et al.* (2013) akvaryum balığı olan *Xiphophorus maculatus*'u *Streptomyces* THP'si ile hazırlanan 4 farklı diyet ile 15 gün boyunca beslemiş ve büyüme parametrelerini değerlendirilmişlerdir. Deney sonucunda THP içeren diyetlerin kontrol grubundan daha iyi büyüme parametrelerine sahip olduğu belirlenmiştir. *Streptomyces* 'in sadece antibiyotik değil aynı zamanda balıklar için besin olarakta kullanılabilmesini bildirmişlerdir.

Alrikson *et al.* (2014), *Fusarium venenatum*, *Candida utilis*, *Paecilomyces variotii* ve *Rhizopus oryzae* adlı 4 farklı mikroorganizmayı Biorefinery Demo Plant kereste işleme fabrikasının atık suyunda üretilen THP ile tatlı su balığı olan Tilapiaları beslemişlerdir. *F.venenatum*, *P. variotii*, toplam yemin %9 ve %19'u olacak şekilde balık unu ile yer değiştirmiş ve balıklar 28 gün boyunca beslenmiştir. Deney sonucunda balık unu ile yer değiştirilmiş THP ile beslenen balıkların balık unu ile beslenen balıklar ile aynı büyüme oranına veya daha fazla büyüme oranına sahip olduklarını

bulmuşlardır. Bu çalışmada %19'luk *P. variotii*'nin diğerlerinden daha iyi bir besleyici özelliği olduğu gözlemlenmiştir.

Sartori *et al.* (2015) yaptıkları çalışmada bazidili mantarlardan olan *Pleurotus* cinsi 4 farklı mantarı vinasta üreterek THP elde etmişlerdir. Çalışmada kullanılan mantar türleri, *Pleurotus sajor-caju*, *P. ostreatus*, *P. albidus*, *P. flabellatus* olup çalışmada en çok biyoması veren tür *P. falabellatus* türü olmuştur. Elde edilen THP ile zebra balığı (*Danino rerio*) 28 gün boyunca beslenmiştir. Çalışma boyunca büyüme parametreleri gözlenmiş ve toksisite testleri yapılmıştır. Çalışma sonucunda *Pleurotus* sp. türlerinin balık yemi olarak kullanılabilceğini belirlemişlerdir.

Vidakoviç *et al.* (2015) *Salvelinus alpinus* balığını *Saccoromyces cerevisiae* mayası ve *Rhizopus oryzae* mantarından elde ettikleri THP ve *Mytilus edulis* (kabuksu mavi midye) ile ham protein oranı %40 olacak şekilde balık unu ile değiştirerek yem hazırlamışlar ve 99 gün boyunca bu balığı beslemişlerdir. Çalışmada balık büyüme performansı, besin sindirimi, balık bağırsak fonksiyonunu değerlendirmişlerdir *Mytilus edulis* ve *Rhizopus oryzae* içeren diyetle beslenen balıklardaki besin sindirimi, büyüme ve bağırsak fonksiyonları değerlendirilmiş, bu parametreler bakımından benzer performans gösterdiklerini bulmuşlardır. Genel sonuç olarak *Saccoromyces cerevisiae* ve *Mytilus edulis*'un *Salvelinus alpinus* için alternatif besin kaynağı olarak kullanılabilceğini belirtmişlerdir.

Michael and Sogbesan (2015)'nin yaptıkları çalışmada *Clarias gariepnus*'u (karabalık) doğal ortamından toplanan mantarlardan elde ettikleri THP ve *Musca domestica* (karasinek) kurtçukları ile 9 farklı formülasyonlu %40'luk protein içeren yemlerle 56 gün beslemişler ve büyüme parametrelerini izlemişlerdir. Çalışma sonucunda %20 THP ve %10'luk kurtçuk unu içeren diyetin bu balık için en iyi diyet olduğunu tespit etmişlerdir.

3. MATERYAL ve YÖNTEMLER

3.1. Materyal

3.1.1. Kullanılan organizmalar

Çalışmada kullanılan *Phanerochaete chrysosporium* Dicle Üniversitesi Fen Fakültesi Biyoloji bölümünden Doç. Dr. Abdurrahman Dündar'ın koleksiyonundan temin edilmiştir.

Çalışmada kullanılan balıklar Atatürk Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Alabalık Tesislerinden sağlanmıştır.

3.1.2. Kullanılan cihazlar ve kimyasallar

Bu çalışmada Atatürk üniversitesi Fen Fakültesi Biyoloji Bölümü Mikrobiyoloji labratuarında bulunan cihazlar kullanılmıştır. Kullanılan aletler Çizelge 3.1'de gösterilmiştir.

Bu çalışmada kullanılan kimyasal maddeler analitik saflıkta olup Merck, Oxoid, Fluka Riedel, Sigma, Difco firmalarından temin edilmiştir. Mikroorganizmanın geliştirilmesi için Patates Dekstroz Agar (PDA, Fluka) ve Malt Ekstrakt Agar (Meck) kullanılmıştır.

Çizelge 3.1. Çalışmada kullanılan cihazlar

pH metre, Orion 3 star pH portable thermo scientific	Besiyerinin pH'ının ayarlanmasında kullanılmıştır.
Isıtıcıly manyetik karıştırıcı (Chiltern HS31, UK)	Besiyeri hazırlanmasında homojenizasyonu sağlamak amacıyla kullanılmıştır.
Otoklav (HMC Hirayama Hiclava HV-110, Japonya)	Sterilizasyonda kullanılmıştır.
Etüv (Philip-Harris, İngiltere)	Kültürlerin inkübasyonunda ve balık yeminin kurutulmasında kullanılmıştır.
Çalkalamalı inkübatör (Zhicheng ZHWY-200B, Çin)	Optimizasyon çalışmalarında sıvı besiyerinden biyomas üretiminde kullanılmıştır.
Spektrofotometre: Shimadzu UV mini-1240	TAS ve TOS ölçümlerinde kullanılmıştır..
Santrifüj cihazı, Universal hettich 320R	Balık karaciğer enzimlerinin ayrılmasında kullanılmıştır.
Kuru fırın	THP'nin kurutulmasında kullanılmıştır
Nitrojen evaporatör, N- evap 111 (Organamation Associates Berlin)	Ham lipid miktarını belirlemek için kullanılmıştır.
Shimadzu prominence LC-20A HPLC	Ham lipid tayini için kullanılmıştır.
Kjeldhal protein tayin cihazı	Toplam protein miktarını ölçmede kullanılmıştır.

3.2. Yöntemler

3.2.1. Besiyerlerinin hazırlanması

PDA (Patates Dekstroz Agar) hazırlanışı; 1 lt distile suyun içine 39 g /L olacak şekilde Merck markalı PDA konulmuş manyetik karıştırıcıda homojenize olması sağlanarak 121°C'de 1.5 atm basınçta 15 dk. sterilizasyon yapılmıştır. Otoklavdan çıkarılan besiyeri soğumadan plastik petri kaplarına dökülmüştür.

CYM (Tamamlayıcı Maya Vasatı) hazırlanışı; 20 g/L glikoz, 2g/L yeast ekstrakt, 2g/L pepton, 0.5 g/L MgSO₄.7H₂O, 0.46 g/L KH₂PO₄, 1 L distile suya konulmuş ve 121°C'de 15 dk sterilizasyon yapılmıştır.

MMS (Mısır Maserasyon Sıvısı) Besiyeri hazırlanışı; 5g/L glikoz, 0.5g yeast, 0.25g KH₂PO₄, 20g/L MMS 1L saf su ile karıştırılıp manyetik karıştırıcıda 15 dk. homojenizasyon yapıldıktan sonra 121°C'de 1.5 atm basınçta 15 dk. sterilizasyon yapılmıştır.

Yatık Agarların Hazırlanması: Bir beher içerisine, 39 g patates dekstroz agar ve 1 L saf su konulmuş, manyetik ısıtıcılı karıştırıcı üzerinde, 50°C'de karıştırılarak iyice çözülmesi sağlanmıştır. Beherden 6'şar ml besiyeri otomatik pipetle çekilerek, 10 ml'lik vida kapaklı cam test tüplerine aktarılmıştır. Cam tüplerin kapakları çok sıkı olmayacak şekilde kapatılarak otoklavda 121°C'de 15 dakika steril edilmiştir. Sterilizasyondan sonra düz bir zemin üzerine konulan cam pipetlere, tüplerin kapak kısmı yüksekte olacak şekilde yan yatırılarak besiyerleri donmaya bırakılmıştır. Bu aşamada tüp içerisindeki buharın sağlıklı bir şekilde dışarı çıkması için tüplerin vida kapakları hafifçe gevşetilmiştir.

Phanerochaete chrysosporium stok kültürlerine alınarak buzdolabında +4°C'de saklanmıştır.

3.2.2. *Phanerochaete chrysosporium*'dan THP Eldesi

Phanerochaete chrysosporium PDA besiyerine ekilmiş ve bir hafta inkübasyona bırakılmıştır. *P.chrysosporium*'u çoğaltmak için 250 mL'lik erlenlerde 100 mL CYM besiyeri içeren ortama, PDA besiyerinden 3 tane 1cm²'lik kesitler alınarak aktarılmış ve 180 rpm de 30°C'de 72 saat inkübe edilmiştir.

Hazırlanan 1 L'lik erlenlerdeki 400 mL MMS besiyerine sıvı kültürden 5ml *P.chrysosporium* aktarılmıştır. Daha sonra sıvı kültür 180 rpm de 30°C'de 96 saat

inkübe edilmiştir. Elde edilen biyomas sıvı besi yerinden süzülüp 3 kez musluk suyu ile, ardından 3 kez saf su ile yıkanmıştır. Daha sonra 60°C’de sabit ağırlığa gelinceye kadar kurutulmuş ve un haline getirilmiştir.

3.2.3. *Phanerochaete chrysosporium* biyomasının ve hazırlanan yemler ile beslenen balıkların kimyasal içeriklerinin belirlenmesi

3.2.3.a. Beslenen balıkların kuru madde ve kül oranının belirlenmesi

Biyomasın ve balıkların kuru madde oranının belirlenmesinde Uluöz’ün belirttiği yöntem uygulanmıştır. Bu amaçla; bir miktar biyomas ve 5g büyüklüğünde balıklar alınarak 105°C’lik etüvde, tartımlar arası fark %0,2 oluncaya kadar kurutulmasıyla belirlenmiştir. Biyomasın kül içeriği ise AACC metodlarına göre bulunmuştur. Bu amaçla bir miktar biyomas ve 5g’lık balıklar 550°C’de yakılmış ve ağırlık farkından kül oranı saptanmıştır (Algur 1990; Koletta 2014).

3.2.3.b. Beslenen balıkların ham protein miktarlarının belirlenmesi

Phanerochaete chrysosporium biyomasının ve hazırlanan yemler ile beslenen balıkların toplam azot miktarı mikro Kjeldahl metoduna göre yapılmış ve 6,25 ile çarpılarak, toplam ham protein miktarı belirlenmiştir (Algur 1990; Koletta 2014).

3.2.3.c. *Phanerochaete chrysosporium* biyomasının amino asit içeriğinin belirlenmesi

Üretilen biyomasın amino asit analizleri, Atatürk Üniversitesi Gıda Mühendisliği’nde amino asit analiz cihazı kullanılarak yapılmıştır. İlk başta protein oranı belirlenmiş biyomastan 30 mg protein içerecek şekilde tartım yapılmış ve özel hidroliz vakum tüplerine konulmuştur. Daha sonra örnek 6N HCl ile 110°C’de azot gazı altında 24 saat hidroliz edilmiştir. Sonrasında uygun buffer çözeltileri hazırlanarak ION Exchange

Kromatografisi esasları uygulanarak amino asitler ayrılmış ve ninhidrin reaksiyonuna tabi tutularak 100g biyomasta mg amino asit içeriği belirlenmiştir (Algur 1990).

3.2.4. Balık yemi hazırlanışı

Formülasyondaki tüm maddeler tamamen homojenize olana kadar mikser yardımı ile karıştırılmış sonra 100 ml su eklenerek balık yemi hamuru haline getirilmiştir. Oluşan hamur kıyma makinasından geçirilerek şekillendirilmiştir. Şekillendirilen yem 35 °C'lik etüvde 48 saat boyunca kurutulmuştur. Kurutulan balık yemleri tor çapları 500 µm, 800 µm, 1mm, 1,4 mm'lik eleklerden elenerek balıkların yiyeceği forma dönüştürülmüştür. Başlangıç yemi için 800 µm boyutlu yemler kullanılmıştır. Tez boyunca biyomas ile beslenen balıklar mantar unu kısaltması olan MU ile kodlanmış ve yapılan yem formülasyonuna göre %0 (MU0), %12.5 (MU1), %25 (MU2), %50 (MU3) THP olacak şekilde ayarlanmış yemler ile balıklar beslenmiştir. Çizelge 3.2'de tüm tez boyunca kodladığımız yem isimleri ve miktarları gösterilmiştir. Çizelge 3.3'de hazırlanan balık yemlerinin formülasyonu verilmiştir.

Çizelge 3.2. Balık yemindeki THP oranları ve yem kodlaması

Yem Kodları	THP oranları
MU0(Kontrol)	%0
MU1	%12,5
MU2	%25
MU3	%50

Çizelge 3.3. Balık yemi formülasyonu

Konulan Madde	MU0	MU1	MU2	MU3
Balık unu	74,90	69,90	62,50	44,90
Soya unu	47,50	50,50	64,35	49
Tavuk unu	186,95	137,60	75	25
Kan unu	17,50	17,25	19	18,50
THP	0	60,85	117,60	236,25
Jelatinleştirilmiş nişasta	88,60	79,30	76,90	41,25
CMC (karboksimetil selüloz)	0,50	0,55	0,60	1,05
Vitamin mix	1,55	1,55	1,55	1,55
Mineral mix	0,50	0,50	0,50	0,50
Balık yağı	79	79	79	79
Choline Cl	1,50	1,50	1,50	1,50
Metiyonin	0,75	0,75	0,75	0,75
Lizin	0,75	0,75	0,75	0,75
Toplam(gr)	500	500	500	500

*Yukarıdaki formülasyonda toplam protein oranı %40 olacak şekilde ayarlanmıştır.

3.2.5. Balık seçimi ve deney düzeneği

Haziran ayının başında ortalama ağırlıkları 1 gr olan yavru gökkuşuğu alabalıkları seçilmiştir. Seçilen balıklar 12 saatlik fotoperiyodu olan kapalı akuatik sistemde su sıcaklığı 12°C, 6-7 ml O₂ kapasiteli 8 lt'lik tanklarda 2 tekerrürlü olacak şekilde 45 gün boyunca günde 4 kez beslenmiştir. Tankların temizliği yemlemeden önce her sabah yapılmıştır. Su sıcaklığı, oksijen kapasitesi ve ölüm olup olmadığı kontrol edilmiştir.

Yapılan yem formülasyonuna göre MU0 (%0), MU1 (%12,5), MU2(%25), MU3 (%50) THP olacak şekilde ayarlanmış yemler ile Çizelge 3.4'de görülen deney düzeneğindeki

gibi balıklar hazırlanan yemlerle beslenmiştir. Çizelgede TK kodları balıkların konulduğu tankların isimleridir.

Çizelge 3.4. Gökkuşacağı alabalığı beslenme deney düzeneği

Tank Kodları	Verilen yemler	%THP oranı	Balık sayısı
TK1	MU0	%0	15
TK2	MU1	%12,5	15
TK3	MU2	%25	15
TK4	MU3	%50	15
TK5	MU2	%25	15
TK6	MU0	%0	15
TK7	MU1	%12,5	15
TK8	MU3	%50	15

3.2.6. Balık yemi tartımı ve saklanması

Tanklara konulan balıkların ilk ağırlığına göre hesaplanan yemler Çizelge 3.5'te verilmiştir.

Balıklara verilen yemlerin miktarı aşağıdaki formül ile belirlenmiş ve 3 günlük tartılmıştır. Balıklar ilk hafta ağırlıklarının %4 ile orantılı yem ile daha sonraki haftalarda ağırlıklarının %5'i olacak şekilde yem ile beslenmiştir. Her iki haftada bir her tanktaki balıkların ağırlık kazancı ölçülmüştür. Önceden hazırlanmış yemler herhangi bir bozulmaya maruz kalmaması için -20°C de saklanmıştır. Şekil 3.1'de hazırlanan yemlerin görünüşü verilmiştir.

Yem Tartma Formülü = (ilk ağırlık+ verilen ilk yem) x 0,04(ağırlığın %4'ü) x 3(gün)



Şekil 3.1. Gökkuşığı alabalıkları için hazırlanan yem

Çizelge 3.5'te tanklara konulan gökkuşığı alabalıklarının ilk ağırlıkları ve ölçülen ilk ağırlıklarına göre hesaplanan yem miktarları gösterilmiştir. Daha sonra tartılan yemler bu ilk yemlerin ağırlığa döndüğü varsayılarak hesaplanmıştır.

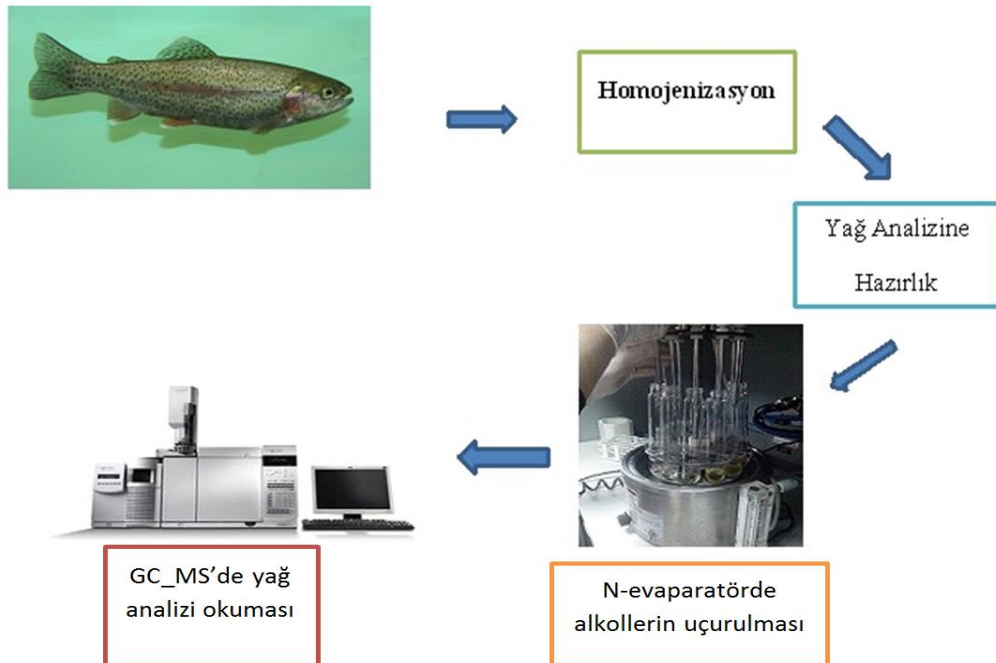
Çizelge 3.5. Gökkuşığı alabalıklarının ilk ağırlıkları ve bu balıklar için hesaplanan ilk yem miktarları

Tank no ve yem kodu	Ölçülen İlk ağırlık	Hesaplanan ilk yem
TK1(MU0)	16,30	1,47
TK2(MU1)	17,59	1,58
TK3(MU2)	17,97	1,62
TK4(MU3)	17,88	1,61
TK5(MU2)	16,45	1,48
TK6(MU0)	17,70	1,59
TK7(MU1)	16,30	1,47
TK8(MU3)	16,79	1,51

3.2.7. Yağ analizi

1. Gün: Her tanktan 45 günlük 5'er balığın tüm vücudu blenderda 2 dk homojenize edilmiştir. Bu homojen balık dokusundan 1g alınarak 20 ml 2:1 oranında metanol: kloroform + 0,25g/L BHT(dibutylhydroxytoluene) oluşan çözücüden eklenmiştir ve 1 dk vortekslenmiştir. Daha sonra Whatman no1 kağıdından süzölmüştür. Süzüntüye 20 mL $MgCl_2 \cdot 6H_2O$ çözücü eklenerek N evaporatöre (organamation N evaporate N-EVAP 111) konulmuş ve 24 saat alkollerin uçması beklenmiştir (Bligh and Dyer 1959; Thammapat *et al.* 2010; Arslan *et al.* 2013).

2. Gün: N evaporatörde bulunan tüplerde 2 tabaka oluşmuş ve bu tabakalardan alttaki tabaka pipet yardımı ile ortamdan uzaklaştırılmıştır. Daraları önceden alınan başka tüplere aktarılan sıvının üzerine 20mL kloroform eklenmiştir ve lipid olmayan madde ortamdan uzaklaşincaya kadar bu işlem devam ettirilmiştir (Bligh and Dyer 1959; Arslan *et al.* 2013). Örneklerin lipid içeriği tüpler tartılarak belirlenmiştir. Şekil 3.2'de yapılan yağ analizi akım şeması gösterilmiştir.



Şekil 3.2. Gökkuşuğu alabalıklarının tüm vücudunun ve hazırlanan yemlerin yağ analizi

3.2.8. Toksikite testleri

Bu çalışmada, 45 gün boyunca beslenen gökkuşuğu alabalıklarından biyokimyasal analizler için karaciğer dokusu alınmıştır. Diseksiyonla alınan karaciğer dokusu önce %0,9'luk NaCl izotonik çözelti ile iyice yıkanmıştır. Karaciğer dokuları sıvı azot ile ezilmiş ve üzerlerine doku örneğinin 3 katı kadar KH_2PO_4 (pH 6.8) tampon çözeltisi eklenerek santrifüj tüplerine alınmıştır. Örnekler 13000 rpm'de 2 saat 4°C'de santrifüj edilmiştir. Alınan 1mL'lik supernatant kısmı oksidatif düzeyi gösteren kapsamlı iki ayrı parametre olan Toplam Antioksidan Kapasite (TAS) ve Toplam oksidatif düzey (TOS) spektrometrik yöntemlerle belirlenmiştir (Erel 2004; Gülhan *et al.* 2013; Ünver *et al.* 2014).

3.2.8.a. Toplam antioksidan kapasitenin belirlenmesi

TAS düzeyinin belirlenmesi ilk olarak Tomasch *et al.* (2001) tarafından uygulanan fotometrik yöntemle belirlenmiştir. Bu yöntem 2-2-azinobis (3-ethylbenzothiazoline 6-sülfonat ABTS⁺) katyonunu inhibe edecek antioksidan kapasitesinin tespitini baz almaktadır. Tespit işleminde Rel Assay Diagnostics^R Firması tarafından üretilen TAS (Total Antioxidant Status) kitleri kullanılmıştır.

Kuvartz küvete 30 µL doku örneği konulmuştur. Üzerine 500 µL Reaktif 1 solüsyonundan eklenerek 660 nm'de ilk absorbansı okunmuştur. Daha sonra aynı küvete 75 µL Reaktif 2 solüsyonu eklenerek oda sıcaklığında 10 dk. bekletilmiş ve ardından 660 nm'de ikinci kez absorbansı okunmuştur. Elde edilen değerler aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmıştır.

TAS (mmol Trolox Equiv./L) = [(standart1değeri) - (Örneğin değeri)] / [(standart 1 değeri - standart 2 absorbans değeri)]

3.2.8.b. Toplam oksidan düzeyinin belirlenmesi

Örnekte bulunan oksidanlar, Fe^{+2} -o- dianisidine kompleksini Fe^{+3} iyonuna okside eder. Oksidasyon reaksiyonu, reaksiyon ortamında bol miktarda bulunan gliserol molekülleri ile arttırılır. Fe^{+3} iyonu asidik ortamda ksilenol oranj ile renkli bir kompleks yapar. Oluşan renk değişimi spektrometrik olarak ölçülmüştür. Çalışma işleminde Rel Assay Diagnostics^R Firması tarafından üretilen TOS (total oxidant Status) kitleri kullanılmıştır (Erel 2005).

75 μ L dokunun bulunduğu kuvartz küvete 500 μ L Reaktif 1 solüsyonu konularak 530 nm'de absorbans değeri okunmuştur. Daha sonra aynı küvete 25 μ L Reaktif 2 solüsyonu eklenerek 10 dk. oda sıcaklığında bekletilerek bekleme sonunda 530 nm'de absorbans değeri okunmuştur. Aşağıdaki formül kullanılarak TOS değeri Trolox Equiv. /L cinsinden bulunmuştur.

$$TOS (\mu LH_2O_2 \text{ Equiv./L}) = [(\text{standart1} - \text{örneğin absorbans})] / [(\text{standart1} - \text{standart2})] \times 20$$

3.2.8.c. Hepatosomatik indeksin belirlenmesi

Her tanktan 3'er balık alınıp hassas teraziyle tüm vücut ağırlığı kaydedilmiştir. Daha sonra diseksiyonla karaciğerleri alınıp hassas teraziyle ağırlığı belirlenmiştir. Karaciğer ağırlığı/ Tüm vücut formülüyle hepatosomatik indeks belirlenmiştir.

3.2.9. İstatistiksel analizler

Araştırma sonuçlarının değerlendirilmesi SPSS 16.0 programı kullanılarak yapılmıştır. TAS ve TOS düzeyleri kontrol grubu ve deney grupları arasında değişiklik gösterip göstermediği varyans analizi kullanılarak belirlenmiştir (Bukowska and Kowalska 2004). Veriler $p < 0,05$ anlam seviyesi göz önüne alınarak değerlendirilmiştir.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

Bu çalışmada *Phanerochaete chrysosporium*'un mısır maserasyon sıvılı besiyerinde üretilmesiyle elde edilen THP ile hazırlanmış 4 farklı balık yemi ile 45 gün süreyle ticari çiftlik balığı olan Gökkuşacağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) beslenmiştir.

Gökkuşacağı alabalıklarının büyüme parametreleri incelenmiş ve balık yemlerinin toksik etkisinin olup olmadığı belirlenmiştir. Ölçülen parametreler için her tank grubundan 3'er balık kullanılmış ve 3 tekerrürlü olarak testler yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar kontrol grubuyla karşılaştırılarak değerlendirilmiştir.

4.1. *P. chrysosporium* Biyomasının Yaklaşık Kompozisyonu ve Amino Asit İçeriği

P. chrysosporium biyomasının kompozisyonu ve amino asit içeriği Çizelge 4.1'de gösterilmiştir. Yapılan analize göre *P. chrysosporium* THP'si 15 çeşit amino asit içermekte ve FAO'nun referans protein içeriğine göre bir gıda maddesinde bulunması gereken amino asitleri bulundurmaktadır. Balık yemlerinde arjinin, lizin, histidin, metiyonin, sistein, izolösin ve triptofan gibi amino asitler bulunmalıdır. Analiz sonucunda *P. chrysosporium* THP'sinin balık yeminde bulunması gereken aminoasitleri içerdiği, aspartik asit ve glutamik asit miktarının yüksek olduğu bulunmuştur.

Çizelge 4.1. *P. chrysosporium* biyomasının Kjeldahl metodu ile belirlenmiş kompozisyonu ve Amino Asit İçeriği ile FAO'nun referans protein içeriği

Kuru Madde %	Kül %	Protein %
92,72	7,88	55,09
Amino Asit g/100g	FAO	<i>P. chrysosporium</i>
Aspartik Asit		11,25
Treonin	2,8	3,3
Serin		4,11
Glutamik Asit		18,56
Prolin		3,33
Glisin		6,22
Alanin		4,98
Sistein	2	1
Valin	5,02	4,2
Metiyonin	1,88	2,2
İzolösin	4,17	4,2
Lösin	8	4,8
Tirozin	4	2,8
Histidin	3,05	
Lizin	6,55	4,2
Triptofan		1,4

4.2. Gökkuşacağı Alabalığının Büyüme Parametreleri

Ölçülen parametreler her tank grubu için ayrı ayrı değerlendirilmiştir. Verilen yemin büyüme parametrelerine etkisi ortalamaları alınarak belirlenmiştir.

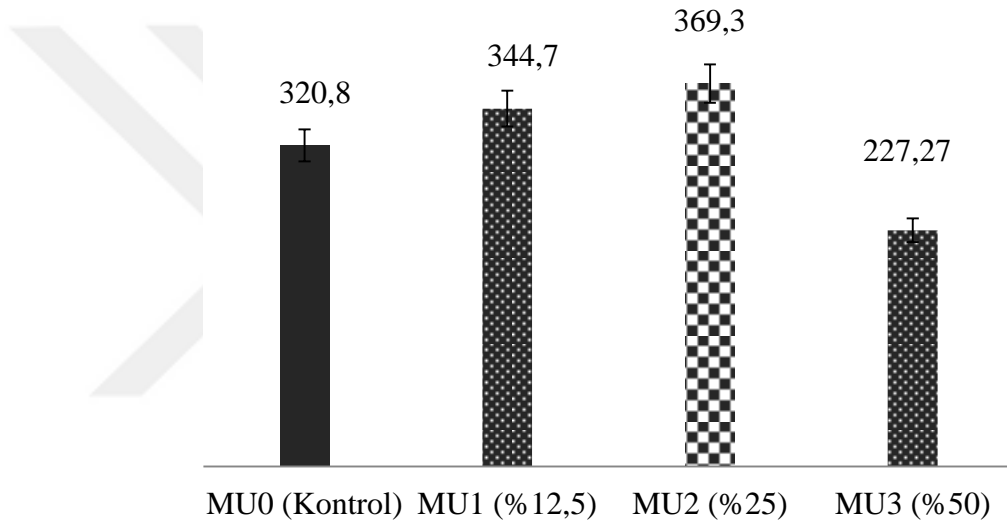
4.2.1. Ağırlık kazancı

Ağırlık kazancı parametresi aşağıdaki formülle hesaplanmıştır.

$$(\text{Son ağırlık} - \text{İlk ağırlık} / \text{İlk ağırlık}) \times 100$$

Şekil 4.1’de görüldüğü gibi uygulamalar sonucunda ağırlık kazancı en fazla MU2 uygulanmasında elde edilmiş bunu sırayla MU1 ve MU3 takip etmiştir. MU1 ve MU2 kontrole göre daha fazla ağırlık kazancı oluştururken, MU3 kontrolden daha düşük artış vermiştir.

Sonuçlar tankların ortalaması alınarak Şekil 4.1.’de ve Çizelge 4.2’de gösterilmiştir.



Şekil 4.1. Farklı konsantrasyonlardaki yem rasyonlarıyla beslenmiş gökkuşığı alabalığının ağırlık kazancı

Çizelge 4.2. Farklı konsantrasyonlardaki yem rasyonlarıyla beslenmiş gökkuşığı alabalığının ağırlık kazancı istatistiki değerleri.

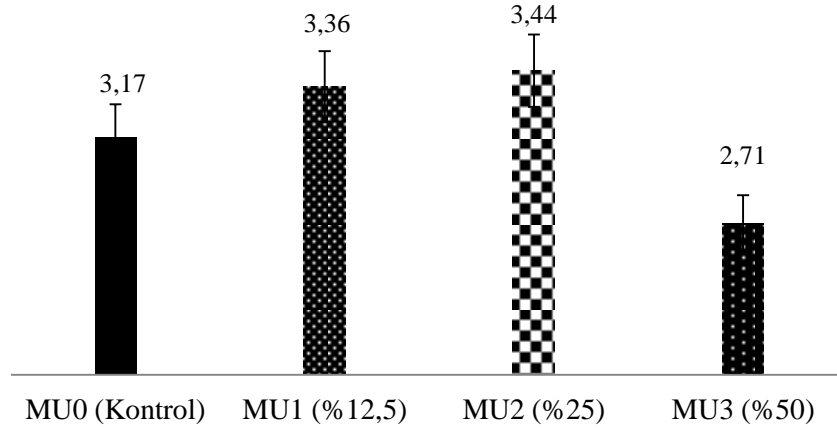
Yem konsantrasyonu	Ağırlık kazancı %
MU0(Kontrol)	320,8 ^b ± 23,34
MU1(%12,5)	344,7 ^{a,b} ± 4,73
MU2(%25)	369,3 ^a ± 0,285
MU3(%50)	227,27 ^c ± 9,65

*Farklı harfle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiki bakımdan önemlidir(p<0,05).

Çizelge 4.2. incelendiğinde, kontrole göre MU1 ve MU2'nin sağladığı ağırlık artışları pozitif anlamda, MU3'ün sağladığı ağırlık artışı ise negatif anlamda istatistiksel bakımdan önemlidir ($p < 0,05$).

4.2.2. Spesifik büyüme oranı(Scope for Growth SFG)

(In son ağırlık – In ilk ağırlık / beslenme süresi) x 100 formülüyle hesaplanmıştır. Şekil 4.2'den de görüldüğü gibi spesifik büyüme oranı bakımından en yüksek değeri (3,44) MU2 vermiş, bunu sırasıyla MU1(3,36), MU0(3,17) ve MU3(2,71) takip etmiştir. Sonuçlar Şekil 4.2'de ve Çizelge 4.3'te özetlenmiştir.



Şekil 4.2. Farklı konsantrasyonlardaki yem rasyonlarıyla beslenmiş gökkuşuğu alabalığının spesifik büyüme oranları

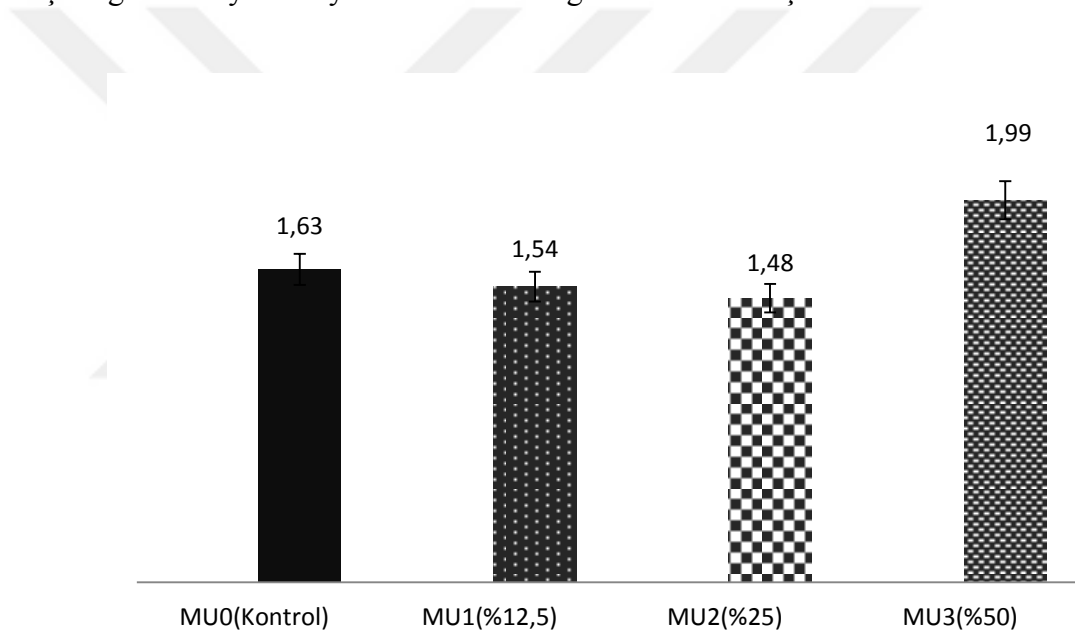
Çizelge 4.3. Farklı konsantrasyonlardaki yem rasyonlarıyla beslenmiş gökkuşuğu alabalığının spesifik büyüme oranları istatistiki değerleri.

Yem konsantrasyonu	Spesifik Büyüme Oranı
MU0(Kontrol)	3,173 ^b ± 0,212
MU1(% 12,5)	3,36 ^{ab} ± 0,010
MU2(%25)	3,44 ^a ± 0
MU3(%50)	2,71 ^c ± 0,36

Çizelge 4.3'e göre spesifik büyüme oranı bakımından, MU2 artı yönden, MU3 ise eksi yönden kontrole göre önemli ve farklı değerler vermiştir. MU1'in sağladığı spesifik büyüme oranı ile kontrolün sağladığı spesifik büyüme oranları arasındaki fark ise istatistiki açıdan önemsizdir ($p < 0,05$).

4.2.3. FCR (yem değerlendirme kat sayısı)

FCR; verilen toplam yem / kazanılan ağırlık formülüyle hesaplanmıştır. Şekil 4.3'te ve Çizelge 4.4'te yem rasyonlarının FCR değerleri özetlenmiştir.



Şekil 4.3. FCR sonuçları

Şekil 4.3'te görüldüğü gibi FCR değerleri bakımından maksimum değeri MU3 uygulaması vermişken diğer uygulama gruplarını (MU0, MU1, MU2) FCR değerleri birbirine yakın çıkmıştır.

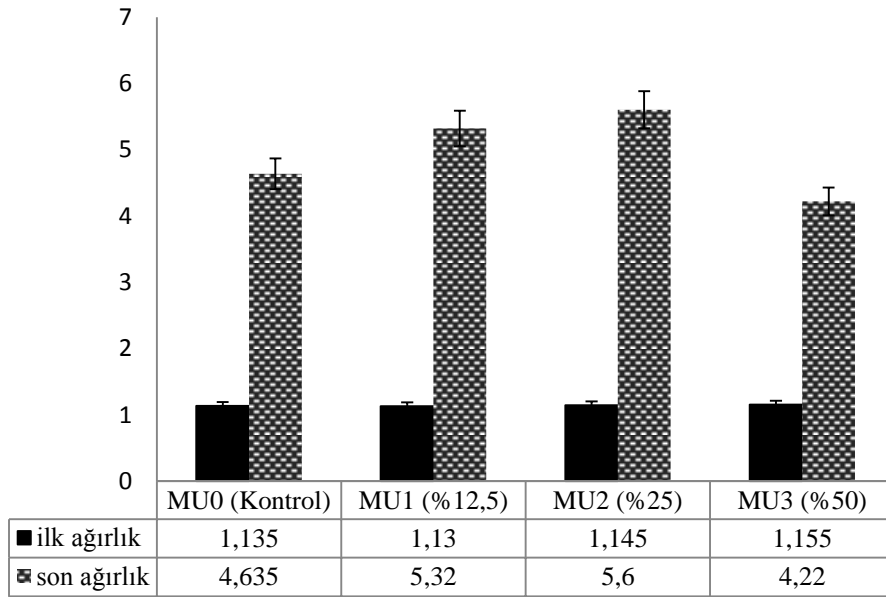
Çizelge 4.4. FCR istatistik sonuçları

Yem Konsantrasyonu	FCR değerleri
MU0(Kontrol)	1,63 ^{a*}
MU1(% 12,5)	1,54 ^a
MU2(% 25)	1,48 ^a
MU3(% 50)	1,99 ^b

* Aynı harfle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiki olarak önemsizdir(p<0,05)

4.2.4. İlk ağırlık ve son ağırlığın karşılaştırılması

İlk ve son ağırlıkların karşılaştırılması amacıyla her grup için 30 balığın ortalaması alınarak g cinsinden değerleri Şekil 4.4'te gösterilmiştir.



Şekil 4.4. THP ile beslenen balıkların ilk ve son ağırlıklarının karşılaştırılması

*Her grup için 30 balığın ortalaması alınmıştır.

Şekil 4.4'te özetlendiği gibi balıkların son ağırlıklarına bakıldığında ağırlık artışının sıralaması MU3<MU0<MU1<MU2 şeklindedir.

4.2.5. Ham lipid değerleri

Alabalıklarda en önemli büyüme göstergesi vücutlarındaki lipid oranının artmasıdır. Çizelge 4.5'te yemlerde ve balıkların vücutlarındaki yağ miktarları gösterilmiştir.

Çizelge 4.5. Gökkuşığı alabalığının tüm vücut lipid oranı ve hazırlanan yemlerin lipid oranı

Yem konsantrasyonu		Ham lipid değeri (g/100g)
MU0(Kontrol)	Balık	9
MU1(%12,5)	Balık	8,8
MU2(%25)	Balık	9,15
MU3(%50)	Balık	8,3
MU0(Kontrol)	YEM	20,6
MU1(%12,5)	YEM	19,5
MU2(%25)	YEM	18,6
MU3(%50)	YEM	17,7

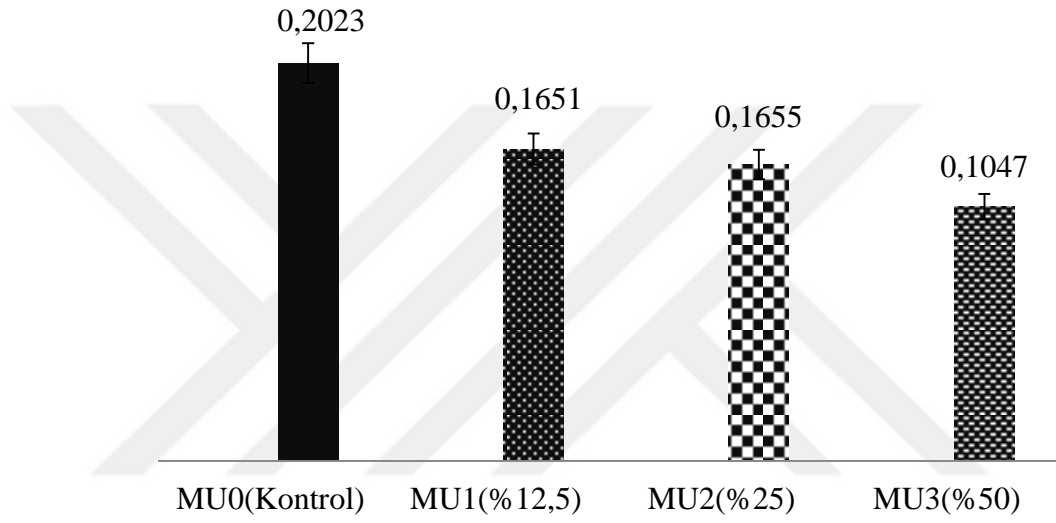
MU2 (%25) yem rasyonunun yem içeriğindeki yağ oranı kontrol grubundan az olmasına rağmen bu yemle beslenen balıkların yağ oranının diğer gruplara nazaran yağ oranı yüksek çıkmıştır.

4.3. Biyokimyasal Test Sonuçları

P.chrysosporium'dan elde edilen THP ile hazırlanan yemlerle beslenen gökkuşığı alabalıklarının karaciğerleri diseksiyonla alınmış ve biyokimyasal testler yapılmıştır. Yapılan test sonuçları Çizelge 4.6, 4.7 ve Şekil 4.5, 4.6, 4.7, 4.8'de özetlenmiştir.

4.3.1. Karaciğer ağırlıkları

Gökkuşığı alabalıklarının karaciğer ağırlıkları deneme sonunda her tanktan beşer balık alınarak karaciğerleri tartılıp ortalamaları alınmıştır. Şekil 4.5’de karaciğer ortalamaları verilmiştir.

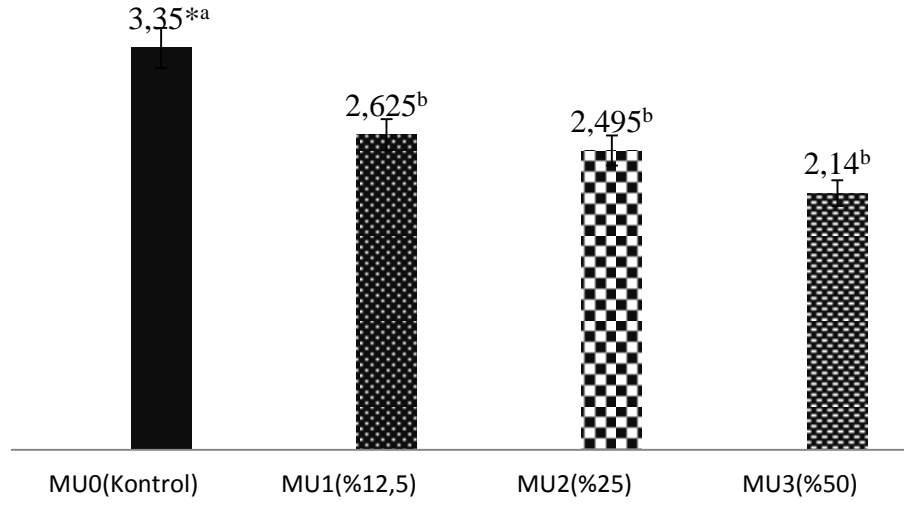


Şekil 4.5. Gökkuşığı alabalıklarının karaciğer ağırlık ortalamaları

MU1, MU2 yemleriyle beslenen balıkların karaciğer ağırlıkları hemen hemen yakın değerdedir, MU3 ile beslenen balıkların karaciğer ağırlıkları kontrol grubunun yaklaşık yarısı kadardır. Bu da verilen maddenin MU3(%50) miktarının toksik etki oluşturduğunun göstergelerinden biridir.

4.3.2. Karaciğer hipostomatik indeksi

Hipostomatik indeks; çeşitli maddelerle beslenen hayvanlara verilen yemin toksik etkisinin olup olmadığının göstergelerinden biridir. Karaciğer ağırlığındaki artış toksik etkinin olduğunun göstergesidir. Hipostomatik indeks; $HSI = \frac{\text{Karaciğer ağırlığı}}{\text{total Ağırlık}} \times 100$ formülüyle hesaplanmıştır. Sonuçlar Şekil 4.6’da gösterilmiştir.

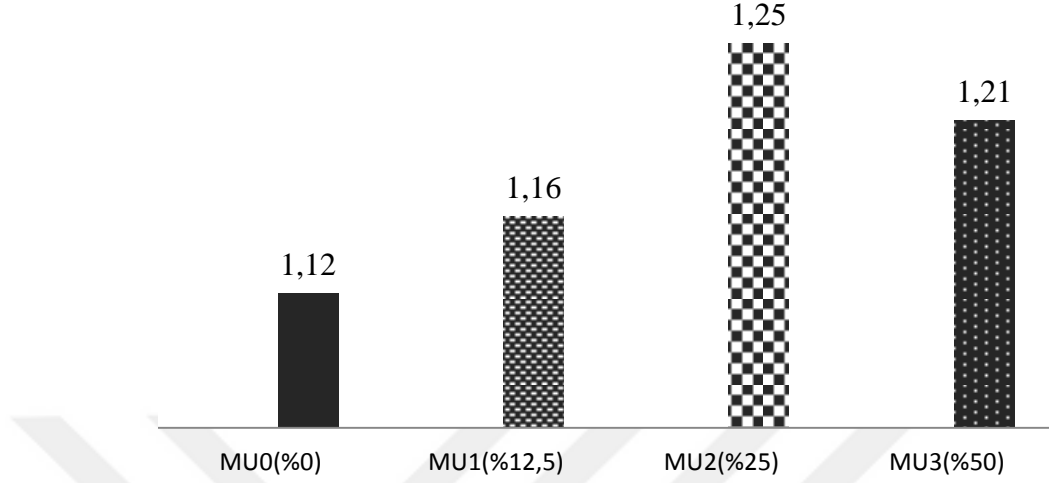


Şekil 4.6. Hipostomatik indeks * Aynı harfler ile gösterilen gruplar arasındaki fark önemsizdir

Şekil 4.6’da da görüldüğü gibi kontrol grubu olan MU0 (3,35)’a göre MU1(2,625), MU2(2,495), MU3(2,14) uygulama gruplarının HSI değerleri düşük çıkmıştır. Bu da toksik etkinin %25’ten sonra toksik etki oluşturduğunu göstermektedir. göstermektedir.

4.3.3. TAS ve TOS sonuçları

TAS ve TOS değerlerinin belirlenmesi için her tank grubundan 3’er balığın karaciğeri alınmış ve 3’er tekkerrürlü olarak ölçülmüştür. Sonuçları bu değerlerin ortalamasıdır. TAS değerlerinde toksik etkinin olmamasının göstergesi ölçülen değerlerin kontrol grubundan fazla olması ile; TOS değerlerinde ise ölçülen değerlerin kontrol grubundan az olmasıyla belirlenmektedir. Sonuçlar Şekil 4.7, 4.8’de ve Çizelge 4.6 ve 4.7’de gösterilmiştir.



Şekil 4.7. Farklı konsantrasyonlarda THP içeren balık yemleriyle beslenen balıkların karaciğer dokusunun TAS sonuçları

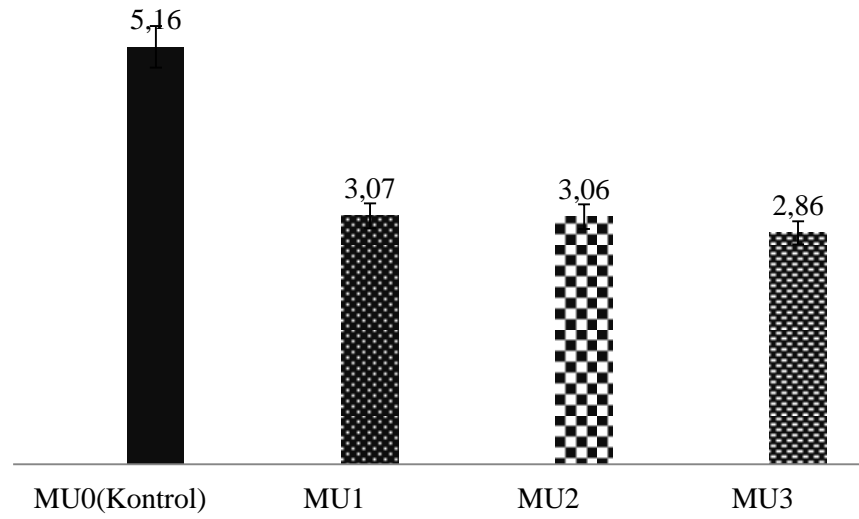
Şekil 4.7’de gösterildiği gibi maksimum TAS değerini MU2 uygulaması göstermiş bunu sırasıyla MU3, MU1 ve MU0 izlemiştir.

Çizelge 4.6. Farklı konsantrasyonlarda THP içeren balık yemleriyle beslenen balıkların karaciğer dokusunun TAS istatistiki sonuçları

Yem konsantrasyonu	TAS Sonuçları
MU0(Kontrol)	1,12 ^d ± 0,002*
MU1(% 12,5)	1,16 ^c ± 0,002
MU2(% 25)	1,25 ^a ± 0,006
MU3(% 50)	1,21 ^b ± 0,009

* Aynı harfle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiki olarak önemsizdir(p<0,05)

Çizelge 4.6’ya göre kontrol grubuna göre MU2 pozitif manada önemli ve farklı değerler vermiştir. Gruplar arasındaki istatistiki değerler önemsizdir (p<0,05).



Şekil 4.8. Farklı konsantrasyonlarda THP içeren balık yemleriyle beslenen balıkların karaciğer dokusunun TOS sonuçları.

Şekil 4.8'e göre en yüksek TOS değerini MU0 (Kontrol) vermiş en düşük TOS değerini ise MU3 uygulaması vermiştir. MU1 ve MU2 uygulamasının TOS değerleri birbirine yakın çıkmıştır.

Çizelge 4.7. Farklı konsantrasyonlarda THP içeren balık yemleriyle beslenen balıkların karaciğer dokusunun TOS SPSS sonuçları

Yem konsantrasyonu	TOS Sonuçları
MU0(Kontrol)	5,16 ^c ± 0,8
MU1(% 12,5)	3,07 ^b ± 0,10
MU2(% 25)	3,06 ^b ± 0,26
MU3(% 50)	2,86 ^a ± 0,64

*Aynı harfle gösterilen gruplar arasındaki fark istatistik açısından önemsizdir(p<0,05)

Çalışma boyunca gökkuşağı alabalığı için ölçülen tüm parametreler Çizelge 4.8'de özetlenmiştir.

Çizelge 4.8. Gökkuşluğu alabalığının büyüme parametreleri

Büyüme parametreleri	Yem Konsantrasyonu			
	MU0	MU1	MU2	MU3
İlk Ağırlık(g)	1,135	1,13	1,45	1,55
Son Ağırlık(g)	4,635	5,32	5,6	4,22
Ağırlık Kazancı(%)	320,8±23,34 ^b	344,7±4,73 ^{ab}	369,3±0,285 ^a	227,27±9,65 ^c
Spesifik büyüme oranı	3,173±0,212 ^b	3,36±0,01 ^{ab}	3,44±0 ^a	2,71 ±0,36 ^c
FCR	1,63±0,075 ^a	1,54±0,03 ^a	1,48±0,015 ^a	1,99±0,042 ^b
Ham Lipid	9	8,8	9,15	8,3
HSI	3,35	2,625	2,495	2,14
Yaşama oranı	96,7±0,5	100 ±0	100 ±0	93,3 ± 1
Kuru Madde(%)	21,25	24,52	30,43	20,41
Kül(%)	15,63	15,94	22,31	10,61
Protein(%)	78,5	79,1	80,6	68,8

* Aynı harfle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiki olarak önemsizdir(p<0,05)

Çizelge 4.8’de görüldüğü gibi MU0 ve MU1 yemleriyle beslenen balıkların tüm parametreleri hemen hemen benzer çıkmıştır. MU2 ile beslenen balıkların tüm parametreleri MU0, MU1, MU3’ten yüksek ve en iyi yem rasyonu olduğu bulunmuştur. MU3 ile beslenen balıklarda toksik etki görülmüş ve anti besinsel faktörlerden dolayı balıklarda büyüme az olmuştur.

5. TARTIŞMA ve SONUÇ

5.1. Tartışma

Bu çalışmada *P.chryso sporium*'dan elde edilen THP'nin eklenmesiyle hazırlanan yemlerin yavru gökkuşığı alabalıklarında büyümeye etkisi araştırılmıştır. Hazırlanan yemler yaklaşık %47 ham protein içermekte olup 4 farklı düzeyde deneysel yem hazırlanmıştır. Birinci yemde THP oranı %0 (MU0) olup kontrol grubudur. Diğer yemler *P.chryso sporium* biyomasının toplam yem miktarının %12,5'i (MU1), %25'i (MU2) ve %50'si (MU3) olacak şekilde ayarlanmıştır. Böylece deneysel yemlerdeki toplam proteinin yaklaşık %0, %2,5, %5, %10'unu THP oluşturmuştur. Gökkuşığı alabalığı yavrular (başlangıç ağırlıkları ortalama 1g) 45 gün boyunca bu yemlerle beslenmiştir. Deneme sonucunda gökkuşığı alabalıklarının ağırlık kazancı, spesifik büyüme oranı, yem değerlendirme kat sayısı, lipid oranı, proksimet kompozisyonu ve karaciğer biyokimyasal toksisite verileri incelenmiştir.

Günümüzde balık yemleri için temel protein kaynağı balık unudur. Balık ununun giderek pahalı bir ürün halini alması bizleri alternatif protein kaynağı arayışına yönlendirmiştir (Alrikson *et al.* 2014). Bu anlamda balık yemlerinde tavuk unu, et unu, kemik unu ve kan unu gibi hayvansal ham maddelerin yanı sıra başta soya unu olmak üzere birçok bitkisel hammaddeler de kullanılmaktadır. Diğer yandan, su ürünleri endüstrisi için alternatif protein kaynağı olabilecek fungusların, çeşitli araştırmalarda balık unu veya diğer protein kaynaklarıyla yer değiştirerek besleyici özellikleri değerlendirilmiştir. Çeşitli fungus türlerinin balık yemi ya da katkı maddesi olabileceği bulunmuştur. Basidiomycetes grubuna ait fungus türleri balık yemi olarak kullanılmış ve büyümeye etkisi belirlenmiştir (Sartori *et al.*2015). Çalışmamızda Basidiomycetes grubundan olan *P. chryso sporium*'un seçilme sebebi hazırlanan MMS besiyerinde en fazla biyoması veren fungus olmasıdır.

P. chrysosporium'dan elde edilen THP'nin yapılan protein miktarı tayininde; kuru madde oranı %92,72, kül miktarı %7,88 ve protein içeriği %55,09 bulunmuştur (Çizelge 4.1). Bulunan sonuç diğer fungusların protein kül miktarlarıyla benzerlik göstermiştir (Okpako *et al.* 2008; Belew and Sam 2010). Sonuçlar Çizelge 5.1'de gösterilmiştir.

Çizelge 5.1. *P.chrysosporium*'un protein miktarıyla diğer bazı fungusların protein miktarlarının karşılaştırılması

Parametre %	<i>Penicillium chrysogenum</i> ^a	<i>Aspergillus niger</i> ^a	<i>Rhizopus nigricans</i> ^b	<i>Phanerochaete chrysosporium</i> ^c
Kurumadde	77.40	90.20	75,65	92,72
Protein	48.18	65.75	52,49	55,09
Kül	5.80	5.26	5,17	7,88

* ^a Belew and Sam 2010, ^b Okpako *et al.* 2008, ^c Bu çalışma

Çizelge 5.1'de görüldüğü üzere *P.chrysosporium*'un protein miktarı diğer funguslarla eş veya yakın değerlerde olduğu belirlenmiştir. Fakat kül miktarı diğer funguslardan yüksek çıkmıştır. Bu da içerdiği mineral ve tuz miktarının yüksek olduğunu göstermektedir.

Her canlının temel yapı taşı olan proteinler amino asitlerden oluşur. Tüm organizmalar 20 tane amino asidi kullanarak ihtiyaç duyulan proteini sentezleyebilir. Bu amino asitler arasında 9 tanesi temel aminoasittir. Bunlar; histidin, izolösin, lösin, lizin, metionin, fenilalanin, treonin, triptofan, valin amino asitleridir. Bu amino asitler vücutta sentezlenemedikleri için dışardan alınması zorunludur (Kyte and Doolittle 1982). FAO'ya göre temel amino asitlerin gıdalarda olması o gıdanın kalitesini ve besleyici değerini göstermektedir. Bir balığın beslenmesi için lizin, metionin, histidin, sistein, izolösin, triptofan aminoasitlerinin yem içerisinde olması gerekmektedir (Demir vd 2014). *P. chrysosporium*'un amino asit analizi sonucunda 15 çeşit amino asit içerdiği bulunmuştur (Çizelge 5.2) Bu bağlamda çalışmada kullanılan *P.chrysosporium* THP'si bu amino asitleri içermekte olup ayrıca bunların dışında diğer amino asitleri de içermektedir. Besin olarak kullanılan bazı fungus türlerinin amino asit içeriğiyle ve balık yeminde kullanılan bazı materyallerin *P. chrysosporium* amino asit içeriği benzer ve miktarı yönünden fazla çıkmıştır (Mendez *et al.* 2004; Nasution *et al.* 2008; Lee *et*

al. 2011; Karabulut vd. 2016). Ayrıca *P. chrysosporium* dünyanın çeşitli bölgelerinde arıtma sistemlerinde (renk giderimi) kullanılmaktadır. Bu tesislerin atık sularından bol miktarda *P. chrysosporium* biyoması temin edilebilir ve böylelikle labaratuarda üretim masrafları azaltabilir(Senthilkumar *et al.* 2014).

Çizelge 5.2. FAO referans amino asit içeriği, balık yemlerinde kullanılan bazı maddelerin amino asit içeriği ve *P. chrysosporium*'un amino asit içeriğinin karşılaştırılması

Amino asit g/100	FAO	Solucan Unu ^a	Balık Unu ^a	<i>Pleurotus ostreatus</i> ^b	<i>Penicillium chrysogenum</i> ^c	<i>Phanerochaete chrysosporium</i> ^d
Arginin		6.1	7.8	6.8	1.17	11.25
Histidin	3.05	2.2	2.6	4.25	1.0	
İzolösin	4.17	4.2	4.2	3.68	0.45	4.2
Lösin	8	7.8	7.1	4.78	0.77	4.8
Lizin	6.55	6.6	7.9	6.11	1.25	4.2
Metionin	1.88	1.5	3.1		0.19	2.2
Fenilalanin		3.5	3.6	2.58	0.12	
Treonin	2.8	4.7	4.0		6.11	3.3
Triptofan		1.2	1.1			1.4
Valin	5.02	4.5	7.9	3.49	2.36	4.2
Trozin	4	2.2	3.4		0.14	2.8
Sistein	2	1.4	1.0			1.0
Serin				3.60	6.71	4.11
Glutamik asit				17.09	37.69	18.56
Prolin				2.86	1.56	3.33
Glisin				3.83	2.69	6.22
Alanin				3.33	26.06	4.98

*a Karabulut vd. 2016, b Lee *et al.* 2011, c Nasution *et. al* 2008, d Çalışmada kullanılan *P.chrysosporium*

Çizelge 5.2'de de görüldüğü gibi *P.chrysosporium* 'un amino asit içeriğindeki glutamik asit miktarı diğer funguslarda olduğu gibi yüksek çıkmış, bunun yanı sıra vücudun savunma sistemini oluşturan beyaz kan hücrelerinin bir tipi olan T-lenfositlerin üretiminde bir uyarıcı ve güçlendirici olarak görev yapan arginin miktarı diğer funguslardan farklı olarak *P.chrysosporium* 'da daha yüksek ölçülmüştür.. Dolayısıyla *P.chrysosporium* THP'si ile beslenen balıkların bağışıklık sistemleri güçlenmiş olabilir ve balıkları tüketen insanların bağışıklık sistemleride güçlenebilir.

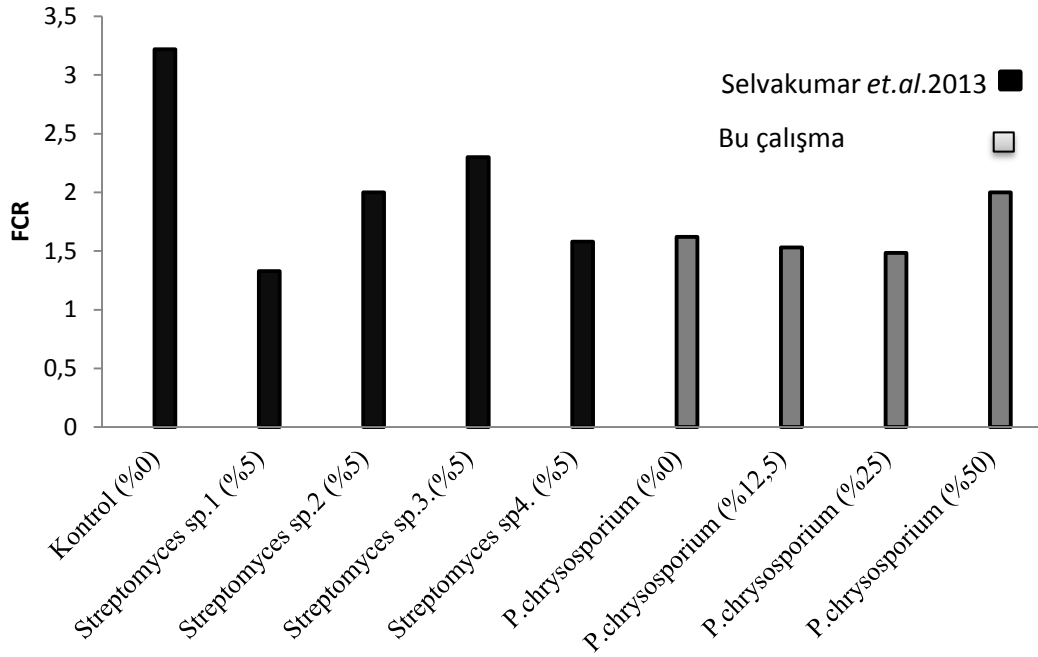
THP, vinas, melas, peynir altı suyu gibi çeşitli atıklar kullanılarak ucuza mal edilebilecek bir kaynaktır. Yapılan bazı çalışmalarda adı geçen atık maddelerle THP üretilmiş ve balık yemi olarak değerlendirilmiştir (Şişman *et al.* 2012; Alrikson *et al.* 2014; Sartori *et al.* 2015).

Mısır işleme fabrikalarının atığı olan mısır maserasyon sıvısı; azot, amino asit, karbonhidat, A, D, E, K ve B grubu vitaminleri, alüminyum (Al), bakır (Cu), demir (Fe), magnezyum (Mg), potasyum (K), kükürt (S) ve Çinko (Zn) gibi mineralleri içermektedir. pH'sı 3,7 ile 4,1 arasında değişirken özgül ağırlığı 1,2'dir. Bu kimyasal içeriği göz önüne alınarak THP üretimi için hem azot kaynağı hem de karbon kaynağı olarak kullanılmaktadır (Hamano and Kilikian 2006).

P. chrysosporium'dan THP eldesi için kullanılan mısır maserasyon sıvısına 5 g glikoz eklenerek daha fazla biyomas elde edilmiştir. Elde edilen THP gökkuşağı alabalıkları için yem olarak değerlendirilmiştir.

Bütün organizmalar yaşamlarını sürdürebilmek için enerjiye ihtiyaç duyarlar. İhtiyaç duydukları enerjiyi besinlerden temin ederler. Enerjinin büyük bir kısmını yaşamsal faaliyetlerinde kullanırlar. Geriye kalan enerjilerini ise büyüme yani doku kazanımı için harcarlar. Büyüme yaygın anlamda boy artışı ve ağırlık artışı olarak kabul edilse de balıklar için büyüme ağırlık artışıdır. Besinlerin büyüme üzerine etkisi oldukça fazladır. Beslediğimiz balıkların besinden ne kadar yararlandığını büyüme performanslarının besin tarafından nasıl etkilendiğini belirlemek için bir takım değerlerden yararlanılmaktadır. Bunlardan bazıları; FCR, spesifik büyüme oranı, ağırlık kazancı ve lipid oranıdır. FCR; yemin yumurtaya ve ete dönüşüm oranıdır. Balıklarda gelişim performansını belirlemede en çok kullanılan metotlardan biridir (Aquamedia 2006) ve FCR balık beslenmesindeki en önemli parametrelerden biridir. Alabalıklarda yem değerlendirme katsayısının 2'nin üzerine çıkmaması gerekmektedir. Gökkuşağı alabalıklarının yem değerlendirmelerini; balığın yaşı, yemin durumu, yemlemenin şekli, suyun ısı ve oksijen durumu gibi çeşitli faktörler etkilemektedir (Aras vd1995). Yem

değerlendirme katsayısı 1-3 arasında değişebilmektedir. FCR sonuçları Şekil 5.1’de karşılaştırılmıştır.

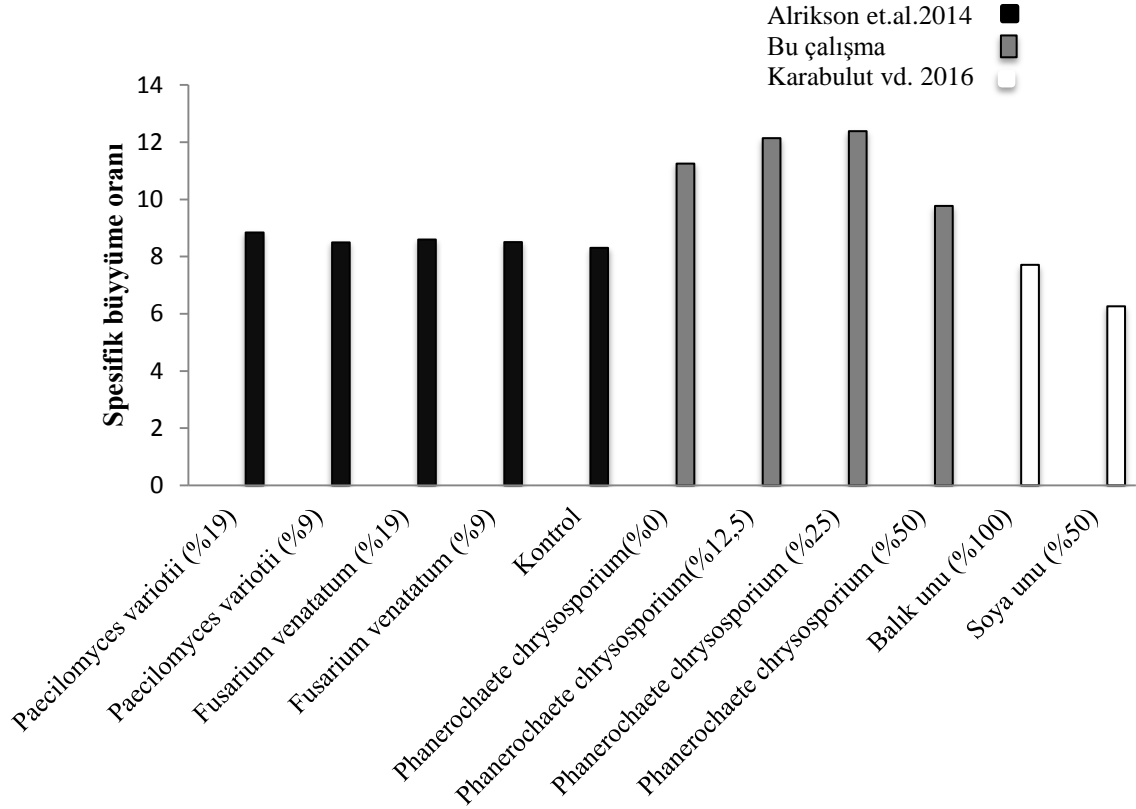


Şekil 5.1. 4 Farklı *Streptomyces* suşlarından elde edilmiş THP (%5’lik konsantrasyon) ve bu çalışmada kullanılan *P.chrysosporium*’dan elde edilen THP’nin farklı konsantrasyonlarını içeren balık yemi ile beslenen balıkların FCR ile bu çalışmadaki FCR sonuçlarının karşılaştırılması

Şekil 5.1’e göre *Streptomyces* suşlarından elde edilen THP ile beslenen balıklardaki en yüksek FCR değeri 3 iken bu çalışmada en yüksek FCR değeri 1,99’dur. Yani 1 kg yemile 1 kg balık eti elde edebileceğimizi ve yem maliyetini azaltabileceğimizi göstermektedir.

Spesifik büyüme oranı; balıklardaki büyüme oranıdır. Deneysel yemlerde yem kalitesi; büyümeye etkisine, hastalıklara karşı etkisine ve yağ oranını artırmasına bakılarak belirlenmektedir (Arslan *et al.* 2013). Deneysel yem çalışmalarında balık unu veya balık yemindeki herhangi bir madde ile yer değiştiren fungus çalışmaları yapılmış ve bulunan sonuçlar yaptığımız çalışmayla benzer büyüme özellikleri göstermiş ve sonuçlar Şekil 5.1., Şekil 5.2. ve Şekil 5.3’te karşılaştırılmıştır (Selvakumar *et al.* 2013; Alrikson *et al.*

2014; Sartori *et al.* 2016). Çalışmada büyüme parametreleri ölçülmüş ve en iyi yem rasyonu MU2 olarak belirlenmiştir.



Şekil 5.2. Farklı fungus THP'si, balık unu ve soya unu ile beslenen balıklar ile *P.chrysosporium* THP'si ile beslenen balıkların spesifik büyüme oranlarının yüzde olarak karşılaştırılması.

Şekil 5.2'de de görüldüğü gibi bitkisel ham madde ile beslenen balıkların spesifik büyüme oranı % 6,26, hayvansal ham madde ile beslenen balıkların spesifik büyüme oranı % 7,71, fungal ham madde ile beslenen balıkların oranı ise % 8 ile 9 arasında değişmektedir. *P.chrysosporium* biyomasıyla beslenen balıkların spesifik büyüme oranı ise % 9,77 -12,5 arasındadır. *P.chrysosporium*'un günlük büyümeye katkısı diğer ham maddelerden daha fazladır ve kendi grubu içindeki en büyük katkıyı MU2 sağlamıştır.

Ağırlık kazancı balıklarda büyümenin en önemli göstergesidir. Çizelge 5.3.'te *P.chryso sporium* THP'si ile beslenen gökkuşağı alabalığıyla ile diğer funguslarla beslenen balıkların ağırlık kazançları değerlendirilmiştir.

Çizelge 5.3. *Pleurotus* cinsine ait farklı türlerden elde edilen THP ile beslenen balıkların ağırlık kazancı ile bu çalışmadaki balıkların ağırlık kazancının değerlendirilmesi

Fungus türü	Konsantrasyon Miktarları	Ağırlık Kazancı	Kaynak
<i>Pleurotus sajor-caju</i>	%100	-22,73	Sartori <i>et al.</i> 2016
<i>P. sajor-caju</i>	%50	0	"
<i>P. albidus</i>	%100	-36,59	"
<i>P. albidus</i>	%50	7,89	"
<i>P. flabellatus</i>	%100	-14,29	"
<i>P. flabellatus</i>	%50	-13,51	"
<i>P. ostreatus</i>	%100	-15,38	"
<i>P. ostreatus</i>	%50	-10	"
Kontrol	%0	1,03	"
<i>Phanerochaete chryso sporium</i>	%0 (Kontrol)	309,9	Bu çalışma
<i>P.chryso sporium</i>	%12,5	345,55	"
<i>P.chryso sporium</i>	%25	369,9	"
<i>P.chryso sporium</i>	%50	228,05	"

Çizelge 5.3'e göre *Pleurotus sp.* türleri ile beslenen balıklardaki en yüksek ağırlık kazancı 7,89 iken bu çalışmada en düşük ağırlık kazancı 228,05 en yüksek ağırlık kazancı 369,9 dur. *Pleurotus sp.* türlerinin ağırlık kazancına katkısı olmazken *P.chryso sporium*'un balıklarda ağırlık kazancını artırdığı gözlemlenmiştir.

Artan nüfus ve gıda ihtiyacından dolayı balık üretimi de dünyanın her yerinde hızla artmaktadır. Balıkçılık sektöründe balık sağlığı en önemli konulardan biridir. Çünkü insan sağlığıyla doğrudan ilişkisi vardır. Balık yemlerinin kalitesi ve toksik etkisi bu açıdan önemlidir. Diğer canlılarda olduğu gibi karaciğerin balıklar içinde önemi büyüktür. Karaciğer bir detoksifikasyon organı olup toksik bileşenlerin metabolizma ve atılmalarında önemli rol oynar. Toksik maddelere maruz kalan karaciğerde histolojik değişimlere neden olduğundan bu organ toksik etkinin görüldüğü en iyi organlardan biridir. Birçok toksik madde karaciğerde detoksifiye edilir ve safra kesesi yardımıyla dışarı atılır.

Balıkların yemlerinde kullanılan maddelerin veya herhangi bir maddenin toksik etkisinin olup olmadığı farklı yöntemler (TAS ve TOS testleri, DPPH) kullanılarak belirlenmiştir (Doğan vd 2011; Şişman *et al.* 2013; Daştan *et al.* 2014).

Yem rasyonlarında bulunan *P. chryso sporium*'un gökkuşığı alabalıkları için yapılan karaciğer dokusu TAS ve TOS test sonuçları değerlendirildiğinde *P.chryso sporium*'un gökkuşığı alabalığı için toksik etkisinin olmadığı görülmüştür (Çizelge 4.7, Şekil 4.8, Şekil 4.9, Şekil 4.10).

Tüm canlılarda olduğu gibi balıklarda da hidrojen peroksit ve çeşitli oranlarda böcek öldürücü kimyasallar toksik etki göstermektedir. Fakat yaptığımız çalışmada en yüksek oranda *P.chryso sporium* THP'si içeren yemin balıklarda toksik etki yaptığı gözlemlenmiştir. Ayrıca MU3 yemiyle beslenen balıkların diğer gruplarla karşılaştırıldığında büyümediği gözlemlenmiştir. Bu sonucu HSI değerleri de desteklemektedir yani MU3 uygulaması gökkuşığı alabalığı için toksik etki göstermiştir.

Çizelge 5.4'te balıklarda toksik etki oluşturan bazı maddeler ile *P.chryso sporium* THP'sinin toksik etkisi değerlendirilmiştir.

Çizelge 5.4. Balıkların karaciğerlerine toksik etki oluşturan bazı maddeler ile *P.chryso sporium* THP'sinin toksik etkisinin değerlendirilmesi

Kaynak	Gruplar	TAS	TOS
Doğan vd. 2011	25 µM Hidrojen peroksit	5,71	5,25
"	Aseton	3,22	5,54
"	15 µgl Akarisit	3,29	5,63
"	25 µgl Akarisit	3,31	8,09
Bu çalışma	<i>P.chryso sporium</i> (%0)	1,12	5,16
"	<i>P.chryso sporium</i> (%12,5)	1,16	3,07
"	<i>P.chryso sporium</i> (%25)	1,25	3,04
"	<i>P.chryso sporium</i> (%50)	1,21	2,65
Daştan <i>et al.</i> 2014	Polen (2,5 ppm)	1,79	1,58
"	Polen (5 ppm)	1,69	1,55
"	Polen (10 ppm)	2,01	1,16
"	Polen (20 ppm)	1,96	1,21
"	Polen (30 ppm)	1,65	1,55

Çizelge 5.4'te görüldüğü gibi Doğan vd.(2014) çalışmasında hidrojen peroksit, aseton, akarisit balıklarda oksidatif strese neden olurken, Daştan *et al.* Çalışmasın da polen balıklarda oksidatif strese sebep olmamıştır. Bu çalışmada da *P.chryso sporium* THP'si balıklarda %25'e kadar oksidatif strese sebep olmadığı gözlemlenmiştir.

Yaptığımız deneme sonucunda %25 oranında *P.chryso sporim*'dan elde edilen THP içeren yem rasyonunun büyüme katkısının en fazla yem olduğu bulunmuştur (Şekil 4.1, Şekil 4.2, Şekil 4.3 Şekil 4.4). Ayrıca *P.chryso sporim*'un gökkuşığı alabalığı için %25'e kadar herhangi bir toksik etkisinin olmadığı belirlenmiştir. %50 THP içeren yem rasyonunun gökkuşığı alabalığında büyüme etki yapmadığı bulunmuş ve toksik etki yaptığı belirlenmiştir. Ayrıca bunun sebebi balıklarda bizlerden farklı olarak beslenmede ilk önce yağ ve ardından proteini kullanması ve fazla proteini depo etmeyip

amonyak olarak vücutlarından atmaları olabilir. Ayrıca antibesinsel faktörlerden dolayı büyüme ters yönde etkilenmiş olabilir.

Çalışmalar sonucunda balık yemi için alternatif protein kaynağı olarak fungusların kullanılabilceği, balıketinin, yumurta verimini artıracığı ve THP üretiminde mısır maserasyon sıvısının kullanılabilceği ortaya çıkmıştır. MMS, *P. chryso sporium* için hem karbon kaynağı hem de azot kaynağı olarak kullanılabilir olduğu fakat biyomas üretimini artırmak için glukoz ilavesi gerektiği belirlenmiştir. Atık maddeleri kullanarak THP eldesi hem ekonomik kalkınma hemde çevre kirliliğini ortadan kaldıracaktır.

5.2. Sonuç ve Öneriler

Bu araştırma sonucunda hem karbon kaynağı hem de azot kaynağı olarak kullanılan mısır maserasyon sıvısında *Phanerochaete chryso sporium* üretilerek elde edilen THP'nin ucuz ve zengin alternatif balık yemi olarak kullanılabilceği, büyümeyi olumlu şekilde etkilediği, lipid oranını artırdığı ve toksik etkisinin olmadığı bulunmuştur.

Mevcut çalışma sonuçlarına göre, yemdeki *P.chryso sporium* ununun %25'e kadar artmasıyla balıkların büyümesi de artış göstermiştir. Diğer yandan, yemdeki *P.chryso sporium* ununun oranı %50'ye çıkarılınca büyümede düşüş gözlenmiştir. Dolayısıyla *P.chryso sporium* ununun gökkuşağı alabalığı yemlerinde %25 oranına kadar büyümede negatif bir etkisi olmaksızın kullanılabilceği bulunmuştur.

Çeşitli zirai ve endüstriyel atıklar ile toksik olmayan makro ve mikro funguslardan elde edilen THP'nin alternatif balık yemi olup olamayacağı araştırılabilir. %25 THP oranlı yem ile %50 THP oranlı yem arasındaki değerler araştırma verisi olarak kullanılabilir.

Kullanılan MMS besi yerinin içeriği değiştirilerek daha fazla protein miktarı elde edilebilir.

KAYNAKLAR

- Aas, TS., Hatlen, B., Helland, BG., Terjesen, BF., Penn, M., Mckellep, AMB., Hellend, SJ. 2007. Feed intake, growth and nutrient utilization in Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus*) fed diets containing a bacterial protein meal. *Aquaculture Research*, 2007, 38, 351-360.
- Adedayo, MR., Ajiboye, EA., Akintunde, JK., Odaibo, A. 2011. Single cell proteins as nutritional enhancer. *Advances in Applied Science Research*. 2:396-409.
- Aisla, CJ., Angela, M., Michel, JK., Melanie, CVA., Alex WA., Neil AA., Kenneth, DB., Lucy, RB., Charlotte, B., Janet, HB., Gavin, MB., Elaine, C., Alastair, D., Simon D., Clare, E., Dominique, JHG., Karen, AG, Matthew G., Piers, RH., John M H., Anton JL, David LJ., Emi, K., Jeremy CRL., Daniel O'CL., Lewis LV., Chris PL., Mike M., Andrew M., Alexander GM., Emma MRM., Hannah N., David P., Stephen OP., Dawn P., Amanna R., Feyza S., Melanie S., Stephen DS., Richard JS., Katie S., Martin Le Q S., Claire T., Phil, C T., Jimmy T., Robert W., Matthew W., Mary JW., James W., Lynn D., William JS. 2015. Prioritization of knowledge needs for sustainable aquaculture: a national and global perspective. *Fish And Fisheries*, 2015, 16, 668-683.
- Alak, G., Uçar, A., Atamanalp, M. 2012 . Su Ürünleri Yetiştiriciliğinde Alternatif Protein Kaynağı Olarak Bakterilerin Kullanımı. *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi* 5 (2): 106-108.
- Algur, ÖF. 1990. Vinasın Çevre Kirliliği Üzerine Etkisi, Mikrobiyal Besiyerleri ve Tek Hücre Proteinini Üretiminde Substrat Olarak Kullanım İmkanlarının Araştırılması. Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Biyoloji Anabilim Dalı Doktora Tezi.
- Alriksson, B., Hörnberg, A., Gudnason, AE., Knobloch, S., A, J., and Johannsson, R. 2014. Fish Feed From Wood . *Cellulose Chemical. Technology* 48 (9-10), 843-848.
- Altuner, Z. 2005. Tohumuz Bitkiler Sistematiği II. Aktif Yayın Evi ISBN. 9758986007.
- Andersen, BR., Jorgensen, JB., Jorgensen, SB., 2005. Uloop reactor modelling for optimization. Part 1: estimation of heat loss. *JeNVIron Issues* 9:88-90.
- Anupama and Ravindra, P 2000. Value added food: single cell protein. *Biotechnology Advances*. 18:459-479.
- Aquamedia. <[http:// www. feap. info/ home/ FAQ/ Answers/ ans8 _en. asp](http://www.feap.info/home/FAQ/Answers/ans8_en.asp), (December), 28, 2016.
- Aras, M, S., Bircan, R., ve Aras, N, M., 1995. Genel Su Ürünleri ve Balık Üretim Esasları, Atatürk Üniversitesi Yayınları. No:173.
- Arslan, M., Dabrowski, K., Ferrer, S., Dietrich, M., & Rodriguez, G. 2013. Growth, body chemical composition and trypsin activity of South American catfish, surubim (*Pseudoplatystoma* sp.) juveniles fed different dietary protein and lipid levels. *Aquaculture Research*. 44, 760-771.

- Atalah, E., Cruz, CMH., Izquierdo, MS., Rosenlund, G., Caballero, MJ., Valencia, A., Robaina, L. 2007. Two microalgae *Cryptothecodinium cohnii* and *Phaeodactylum tricornutum* as alternative source of essential fatty acids in starter feeds for seabream (*Sparus aurata*). *Aquaculture*. 270, 178-185.
- Babu, M. Prakash and. Mohamed Ilyas. M.H. 2017. SCP production from *Saccharomyces cerevisiae* isolated from mangrove sediment. *International Journal of Advanced Multidisciplinary Research*. 4, 1.
- Baldrian, P. 2003. Interactions of heavy metals with white-rot fungi. *Enzyme and Microbial Technology*. 32, 78-79.
- Banarjee, S., Azad, SA., Vikinesvary, S., Selvaraj, OS., Mukherjee, TK. 2000. Phototropic Bacteria as Fish Supplement. *Phototropic bacteria as fish feed supplement*. *Asian Aust. J. Anim. Sci.* 13, 991-994.
- Becker EW., 2007. Micoe algae as a source of protein. *Biotechnology Advances*. 25:207-210
- Beer, E 2015. No success model'' for new protein ingredients [WWW Document]. URL [http://www.foodnavigator.com/Markets Trends / No success model for new protein ingredients](http://www.foodnavigator.com/MarketsTrends/No-success-model-for-new-protein-ingredients).
- Belewu, MA. and Sam, R. 2010. Solid state fermentation of *Jatropha curcas* kernel cake: Proximate composition and antinutritional components. *Journal. Yeast Fungal Research*. 1(3). 44-46.
- Bhalla, TC., Sharma, NN., Sharma, M., Gunasekaran, S. 2007. production of metabolites, industrial enzymes, amino acids, organic acids, antibiotics, vitamins and single cell protein. *National Science Digital Library, India*.
- Bligh, EG., Dyer, WJ. 1959. A Rapid Method of Total Lipid Extraction and Purification. *Canadian Journal of Biochemistry and Physiology*. 37, 8.
- Bukowska, B., Kowolska, S. 2004. Phenol and catechol induce prehemolytic and hemolytic changes in human erythrocytes. *Toxicology Letters*. 152, 73-84.
- Byrne, J 2016. Calysta says gas to fishmeal replacement protein on path to commercialization . URL [http:// www.feednavigator .com/R-D/ Calysta says gas to fishmeal replacement protein on path to commercialization](http://www.feednavigator.com/R-D/Calysta-says-gas-to-fishmeal-replacement-protein-on-path-to-commercialization).
- Carvalho, FP. 2006. Agriculture, pesticides, food security and food safety. *Environmental science and policy*. 9, 685-692.
- Chiou, PWS., Chiu SW., Chen, CR. 2001. Value of *Aspergillus niger* fermentation product as a dietary ingredient for broiler chickens. *Animal Feed Science and Technology*. 91, 3-4, 171-182.
- Daştan, SD., Daştan, T., Gülhan MF., Kırkbeş, A., Talaş, ZS. 2014. Biochemical changes in muscle and gill tissues of rainbow trout treated with various concentrations of pollen extract. *Research Opinions Animal Veterinary Science*. 4(10): 540-544.
- Demir, E., Eseceli, H., Yıldız M., Azak, H. 2014. Avrupa Birliği Yenilik Transferi Projesi "FISHFARM" "Qualification of Vocational Education and Skill Training for Aquaculture Sector in Europe" (Projeno. 2012-1-TR1-LEO05-35110).
- Doğan, N., Yazıcı, Z., Şişman, T. 2011. Lepistes Balığının Karaciğeri Üzerine Fenpiroksimat Akarisiti'nin Biyokimyasal Etkileri. *Balıksesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*. 13(1) 1-8.
- Elala, N., Marzouk, M., Moustafa, M. 2013. Use of *Saccharomyces cerevisiae* biotic forms as immune modulator and growth promoter for *Oreochromis niloticus*

- challenged with some fish pathogens. *International journal of Veterinary Science and Medicine*.1, 21-29.
- Enzing, C., Ploeg, M., Barbosa, M., Sijtsma, L. 2014. Microalgae-based products for the food and feed sector: an outlook for Europe. *Jrc Scientific And Policy Reports*.
- Erel, O. 2005. A new automated colorimetric method for measuring total oxidant status. *Clinical biochemistry*. 38,12.
- Erel, O.2004. A novel automated method to measure total antioxidant response against potent free radical reactions, *Clinical Biochemistry (Toronto)*, 37, 2, 112-119.
- Ezeh, AC., Boongarts, j., Mberu, B. 2012. Global population trends and policy options. *THE LANCET*. 380, 142-148.
- FAO, 2014. *FAO STAT*. Rome: FAO.
- Gadd, GM. 2001. *Fungi in Bioremediation*, United Kingdom: Cambridge University Press.
- Grebmer, K., Saltzman, A., Birol, E., Wiesmann, D., Prasai,N., Yin, S., Yohannes,Y., Menon, P. 2014. *Global Hunger Index The Challenge of Hidden Hunger*. International Food Policy Research Institute.
- Gülhan, MF., Akgül,H., Daştan,T., Daştan, S., Talas,Z. 2013. Effects of different concentrations of pollen extract on brain tissues of *Oncorhynchus mykiss*. *Journal Coastal Life Medicine*. 2(3): 169-174.
- Güner, B., 2015. Keban Baraj Gölü'nde Kültür Balıkçılığı. *Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*.25, 1: 1-8.
- Hall, MG., 2015. Impact of Climate Change on Aquaculture: The Need for Alternative Feed Components. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. 15: 569-574.
- Hamano, PS. and Kilikian, BV. 2006. Production Of Red Pigments By *Monascus Ruber* In Culture Media Containing Corn Steep Liquor. *Brazilian Journal of Chemical Engineering*. 23, 04, 443 – 449.
- Huntington, TC., Hasan, MR. 2009. Fish as feed inputs for aquaculture– practices, sustainability and implications: a global synthesis. *FAO Fisheries and Aquaculture Technical*. 518. Rome, FAO. pp. 1–61.
- Jamel, P., Alam, MZ., Salleh, NU., 2008. Media optimization for bioproteins production from cheper carbon source. *Journal of Engineering Science and Technology*. 3:124-130.
- Karabulut, H., Kurtoğlu, İZ., Yüksek, T., Osmanoğlu, Mİ. 2016. Balık Yemlerinde Hayvansal Protein Kaynağı Olarak Solucan Ununun Kullanımı. *Journal of Anatolian Environmental & Animal Sciences*. 1, 2, (64-69).
- Kelechi, M., Ukaegbu-Obi 2016. Single cell protein :A Resort to Global Protein Challenge and Waste Management. *Journal of Microbiology & Microbial Technology*. 1.
- Koletta, P., Iraklı, M., Papageorgiou, M., Skendi, A.2014. Physicochemical and technological properties of highly enriched wheat breads with wholegrain non wheat flours. *Journal of Cereal Science*. 60, 561e568562.

- Kuwahara, M., Glenn, JK.,Morgan, MA., Gold, MH.1984. Separation and characterization of two extracellular H₂O₂-dependent oxidases from ligninolytic cultures of *Phanerochaete chrysosporium*. *Febbs Letters*. 169, 247-250.
- Kyte, J., Doolittle, RF.1982. A simple method for displaying the hydropathic character of a protein. *Journal of Molecular Biology*.157, 105-132.
- Lee, KJ.,Yun, IJ., Kim, HK., Lim,SH., Ham, HJ., Eum, WS., Joo,JH. 2011. Amino acid and fatty acid compositions of *Agrocybe chaxingu*, an edible mushroom. *Journal of Food Composition and Analysis* 24, 175–178.
- Matassa, S., Batstone, DJ., Hülsen, T., Schnoor,J., and Verstraet, W.2015, Can Direct Conversion of Used Nitrogen to New Feed and Protein Help Feed the World? *Environmental Science Technology*. 2015, 49, 5247–5254.
- Mendez, L.A., Castro, C.A.S., Casso, R.B., Leal, C.M.C., 2004. Effect of substrate and harvest on the amino acid profile of Oyster mushroom (*Pleurotus ostreatus*). *Journal of Food Composition and Analysis* 18 (5), 447–450.
- Michael, KG. and Sogbesan, OA. 2015. Evaluation of Maggot Meal (*Muscadomestica*) and Single Cell Protein (Mushroom) in the Diet of *Clarias gariepinus* Fingerlings (Burchell, 1822). *Fisheries Aquaculture Journal*. 6: 133.
- Murugesan, GS., Satishkumar, M., Swaminathan, K.2005. Supplementation of waste tea fungal biomass as a dietary ingredient for brolier chicks. *Bioresource Technology*. 96, 1743–1748.
- Nasseri, AT., Rasoul Amini,S., Morowvat,MH., Ghasemi,Y 2011. Single cell protein:production and process.*American Journal of Food Technology*.6:103-116.
- Nasution, U., Gulik, WM., Ras, C., Proell, A., Heijnen, JJ. 2008. A metabolome study of the steady-state relation between central metabolism, amino acid biosynthesis and penicillin production in *Penicillium chrysogenum*. *Metabolic Engineering*. 10,10-23.
- Nutreco. 2010. Feeding the future, Annual Results. Amsterdam, The Netherlands.
- Okpako C E., Ntui, V.O. , Osuagwu, A.N.and Obasi, F. I. 2008. Proximate composition and cyanide content of cassava peels fermented with *Aspergillus niger* and *Lactobacillus rhamnosus*. *Journal of Food, Agriculture & Environment*. 6(2) : 251-255.
- Oscar, AP., Jorgensen JB., Jorgensen SB 2010.Systematic model analysis for single cel protein (SCP) production in a Uloop reactor.20th European symposium on computer aided Process Engineering- ESCAPE 20.
- Öztürk, T., Erdem, O. 2007. Okside olmuş yemin gökkuşağı alabalıklarının (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792) büyümesi ve karaciğeri üzerine etkisi. *Journal of Fisheries Sciences*. 1 (2):81-87.
- Pandey, BN. 2008. *Biotechnology*. A P H Publishing Corparation 4435-36/7,Ansari road, Darya Ganj. New Delhi -110 002.
- Perara, MK., Carter, CG., Houlihan, DG.1995. Feed consumption, growth and growth efficiency of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss* (Walbaum)) fed on diets containing a bacterial single-cell protein. *British Journal of Nutrition* (1995) 73, 591.-603.
- Rahman, M.H. 2016, Exploring Sustainability to Feed the World in 2050. *Journal Food Microbiology*. DOI: <http://dx.doi.org/10.20936/JFM/160102>.

- Raja, RS., Hemaiswarya, NA., Kumar, Sridhar S and Rengasamy R. 2008. A perspective on biotechnological potential of micro alge. Critical Review of Microbiology. 34, 77-88.
- Samanya, M., Yamauchi, K. 2002. Histological alterations of intestinal villi in chickens fed dried *Bacillus subtilis* var. natto. Comparative Biochemistry and Physiology Part A 133, 95–104.
- Sanchez, Pedro A. and Swaminathan, M.S. 2005. Cutting World Hunger in Half. Science 307. 5708), 357-359.
- Sartori, SB., Ferreira, LFR., Messias, TG., Souza, G. Pompeu, GB., & Monteiro, RTR. 2015. *Pleurotus* biomass production on vinasse and its potential use for aquaculture feed. Mycology An International Journal on Fungal Biology. 6, 1, 28–34,
- Schalekamp, D., Hill, K.V., Huisman, Y. 2016. A Horizon Scan on Aquaculture 2015: Fish Feed. Brief for GSDR –Update.
- Selvakumar, D., Jyothi, PM., and Dhevendara, K. 2013. Application of *Streptomyces* as a Single Cell Protein to the Juvenile Fish *Xiphophorus maculatus*. World Journal of Fish and Marine Sciences 5 (6): 582-586.
- Senthilkumar, S., Perumalsamy, M., Prabhu, HJ. 2014. Decolourization potential of white-rot fungus *Phanerochaete chrysosporium* on synthetic dye bath effluent containing Amido black 10B. King Saud University Journal of Saudi Chemical Society. 18, 845–853.
- Srividya, AR., Vishnuvarthan, VJ., Murugappan, M., Dahake, PG., 2014. Single cell protein – a review. International Journal of Pharmaceutical Research Scholars. 2:472-485.
- Steffens, W. 1989. Principles of fish nutrition. Department of Fish Nutrition, Institute of Inland Fisheries, Berlin, Germany. Book: Principles of fish nutrition. 1989 pp. 384.
- Suman, G., Nupur, M., Anuradha, S., Pradeep, B. 2015. Single cell production : a review. Int J Curr Microbial Applied Science. 4:251-262.
- Şişman, T., Gür, Ö., Doğan, N., Özdal, M., Algur, Ö. F., Ergon, T. 2013. Single-cell protein as an alternative food for zebrafish, *Danio rerio*: a toxicological assessment. *Toxicology and industrial health*. 29(9), 792-799.
- Tacon, A. G., Metian, M. 2015. Feed matters: satisfying the feed demand of aquaculture. *Reviews in Fisheries Science & Aquaculture*. 23(1), 1-10.
- Teles, A.O. 2012. Nutrition and health of aquaculture fish. *Journal of Fish Diseases*. 2012, 35, 83–108.
- Teles, AO., Gonçalves, P. 2001. Partial replacement of fishmeal by brewers yeast *Saccharomyces cerevisiae* in diets for sea bass *Dicentrarchus labrax* juveniles. *Aquaculture*. 202 269–278.
- Tesfaw, A., Assefa, F. 2014. Co-culture: a great promising method in single cell protein production. *Biotechnology Molecular Biology Reviews*. 9: 12-20.
- Thammapat, P., Raviyan, P., Siriamonpun, S. 2010. Proximate and fatty acids composition of the muscles and viscera of Asian catfish (*Pangasius bocourti*). *Food Chemistry*. 122, 223-227.
- Uysal, H., Aydoğan, MN., Algur ÖF. 2002. Effect of Single Cell Protein as a Protein Source in *Drosophila* Culture. *Brazilian Journal of Microbiology* (2002) 33:314-317 ISSN 1517-8382.

- Üçışık, S., Şahin, G. 2014. Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti'nde balıkçılığın mevcut durumu sorunları ve çözüm önerileri. Zeitschrift für die Welt der Türken Journal of World of Turks. 6, 1.
- Ünver, Z., Koldemir, M., Duman, B., Sesal, N., Kayhan, F. S. 2014. ZEBRA BALIKLARINDA (*Danio rerio*) Ağır Metal İndüksiyonunun Oksidatif Stres Parametrelerine Etkisi. Journal of Fisheries Sciences. 8(3): 199-207.
- Vandame, E. J., Revuelta, J. L. 2016. Industrial Biotechnology of Vitamins, Biopigments and Antioxidants. Weinheim Germany ; Willey VCH, 560 .
- Varavinit, S., Srithongkum, P., De-Eknamkul, C., Assavaning, A., Charoensiri, K. 1196. Production Single Cell Protein from Cassava Starch in Airlift Fermenter by *Cephalosporium eichhorniae*. Starch. 48: 379-382.
- Vidaković, A., Langeland, M., Sundh, H., Sundell, K., Olstorpe, M., Vielma, J., Kiessling, A., Lundh, T. 2015. Evaluation of growth performance and intestinal barrier function in Arctic Charr (*Salvelinus alpinus*) fed yeast (*Saccharomyces cerevisiae*), fungi (*Rhizopus oryzae*) and blue mussel (*Mytilus edulis*). Aquaculture Nutrition. 22; 1348–1360.
- Wiebe, M. G. 2004. Quorn™ Myco-protein — Overview of a successful fungal product. Mycologist. 18, 1.
- Xie, B., Qin, J., Yang, H., Wang, X., Wang, Y. & Li, T. 2013. “Organic Aquaculture in China: a Review From a Global Perspective.” Aquaculture 414: 243–53.
- Yetiş, Ü., Dölek, A., Dilek, F. B., Özcengiz, G. 2000. The removal of pb(II) by *Phanerochaete chrysosporium*. Water Research. 34, 16, 4090-4100.
- Yu, J. H. 2006. Heterotrimeric G protein signaling and RGSs in *Aspergillus nidulans*. The Journal of Microbiology. 44, 2, 145-154.
- Zepka, Z. Q., Lopes, E. J., Goldbeck, R., Souza-Soares, L. A., Queiroz, M. I. 2010. Nutritional evaluation of single-cell protein produced by *Aphanothece microscopica Nägeli*. Biotechnolgy Source . 101, 18, 7107–7111.
- Zubi, W. 2005. Production of single cell protein from base hydrolyzed of date extract by- product by the fungus *Fusarium graminearum*. M. Sc. Thesis, Benghazi: Garyounis University.

ÖZGEÇMİŞ

1989 yılında Erzurum'da doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Erzurum'da tamamladı. 2008 yılında girdiği Atatürk Üniversitesi Fen Fakültesi Biyoloji Bölümü'nden 2012 yılında mezun oldu. 2013'te Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalında yüksek lisans öğrenimine başladı.

