

T.C.
ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
DOKTORA TEZİ

Ulva rigida ve *Spirulina platensis*'in GÖKKUŞAĞI
ALABALIĞI (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792)
YEMLERİNDE KULLANILABİLİRLİĞİNİN
ARAŞTIRILMASI

Betül GÜROY

Su Ürünleri Anabilim Dalı

Tezin Sunulduğu Tarih: **19.11.2009**

Tez Danışmanı:

Doç. Dr. Sebahattin ERGÜN

ÇANAKKALE

DOKTORA TEZİ SINAV SONUÇ FORMU

Betül GÜROY tarafından Doç. Dr. Sebahattin ERGÜN yönetiminde hazırlanan “*Ulva rigida* ve *Spirulina platensis*’in Gökkuşuğu Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792) Yemlerinde Kullanılabilirliğinin Araştırılması” başlıklı tez tarafımızdan okunmuş, kapsamı ve niteliği açısından bir doktora tezi olarak kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Semra CİRİK

Yönetici

Doç. Dr. Sebahattin ERGÜN

Jüri Üyesi

Doç. Dr. Murat YİĞİT

Jüri Üyesi

Yrd. Doç. Dr. Yusuf GÜNER

Jüri Üyesi

Yrd. Doç. Dr. Musa BULUT

Jüri Üyesi

Sıra No:

Tez Savunma Tarihi: 19/11/2009

Prof. Dr. Ahmet ERDEM

Müdür

Fen Bilimleri Enstitüsü

Hazırlanan bu Doktora tezi Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projelei Komisyonu tarafından 2007 / 25 no' lu proje ile desteklenmiştir.

İNTİHAL (AŞIRMA) BEYAN SAYFASI

Bu tezde görsel, işitsel ve yazılı biçimde sunulan tüm bilgi ve sonuçların akademik ve etik kurallara uyularak tarafımdan elde edildiğini, tez içinde yer alan ancak bu çalışmaya özgü olmayan tüm sonuç ve bilgileri tezde kaynak göstererek belirttiğimi beyan ederim.

TEŞEKKÜR

Tez alıŐması sűresince desteęini esirgemeyen danıŐmanım Sayın Doç. Dr. Sebahattin ERGÜN'e, çalıŐmanın çeŐitli aŐamalarında yardımcı olan Su Őrűnleri Fakűltesi Dekanı Sayın Prof. Dr. Őűkran Cirik'e, verdięi deęerli fikirlerinden űtűrű Prof. Dr. Semra Cirik'e, Prof. Dr. Ahmet Adem Tekinay'a, tezde kullanılan *Spirulina*'nın teminini saęlayan Doç. Dr. Tolga Gűksan'a ve deęerli emeklerinden űtűrű yűksek lisans űęrencisi İzzet Őahin'e teŐekkűrű bir borç bilirim. ÇalıŐmanın her aŐamasında desteęini saęlayan deęerli eŐim Yrd. Doç. Dr. Derya Gűroy'a ve aileme bir defa daha teŐekkűr ederim.

Betűl GűROY

SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

mt	: Milyon ton
°C	: Santigrat Derece
kg	: Kilogram
gr	: Gram
mg	: Miligram
lt	: Litre
m	: Metre
cm	: Santimetre
mm	: Milimetre
m³	: Metre küp
%	: Yüzde
<	: Küçük
>	: Büyük
kJ	: Kilo Jule

ÖZET

***Ulva rigida* ve *Spirulina platensis*'in GÖKKUŞAĞI ALABALIĞI (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792) YEMLERİNDE KULLANILABİLİRLİĞİNİN
ARAŞTIRILMASI
Betül GÜROY**

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Su Ürünleri Anabilim Dalı Doktora Tezi
Danışman: Doç. Dr. Sebahattin ERGÜN
19.11.2009, 76 s.

Bu tezde, ham ve otoklavlanmış *Ulva rigida* (Agard, 1822) ile *Spirulina platensis* unlarının yavru gökkuşığı alabalığının (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792) yemlerinde kullanımının büyüme performansı, besin kullanımı, vücut kompozisyonu ve yağ asidi profili üzerine olan etkileri araştırılmıştır. Bu amaçla, eş zamanlı olarak yürütülen iki ayrı besleme denemesi yapılmıştır. Üç paralelli olarak yürütülen denemelerde, 150 lt lik her bir tanka ortalama ağırlıkları $7,90 \pm 0,01$ gr olan 20 adet yavru gökkuşığı alabalığı konmuş ve 12 hafta boyunca günde üç kez doyuncaya kadar %45 protein ve %14 yağ içeriğine sahip yemlerle beslenmişlerdir.

Besleme denemesi I'de, alg içermeyen bir kontrol yemi (K) ve çeşitli seviyelerde ham *Ulva* unu (%5= HU5; %10= HU10) ve otoklavlanmış *Ulva* unu (%5=OU5; %10=OU10) içeren 4 deneme yemi formüle edilmiştir. HU10 grubunun spesifik büyüme oranı ve son vücut ağırlığı OU10 grubundan önemli derece daha yüksek bulunmuştur ($p < 0,05$). HU10 yemi ile beslenen grup, kontrol grubu ile karşılaştırıldığında daha düşük yem dönüşüm oranına sahip olup, diğer gruplarla arasında fark önemsiz bulunmuştur ($p > 0,05$). OU10 grubunda hepatosomatik indeks değerleri diğer gruplardan daha düşüktür ($p < 0,05$). Otoklavlanmış *Ulva* gruplarının viskerasomatik indeksi kontrol ve ham *Ulva* gruplarından daha yüksektir ($p < 0,05$). Gruplar arasında, karkas nem lipit ve kül oranlarında önemli bir istatistiksel farklılık gözlenmezken ($p > 0,05$), OU%5 grubunda karkas proteini değerleri, diğer gruplara göre önemli derecede düşük bulunmuştur ($p < 0,05$). Net protein sindirilebilirlik katsayısı *Ulva* içeren yemlerle beslenen tüm gruplarda, kontrol grubuna göre daha yüksek bulunmuştur ($p < 0,05$). Kontrol grubundaki n3:n6 seviyesi alg içeren

gruplardan daha düşüktür. Kontrol yemi ile beslenen balıklarla karşılaştırıldığında, %10 ham *Ulva* içeren yemlerle beslenen yavru gökkuşığı alabalıklarında, yağ asidi kompozisyonunun ve büyüme performansının önemli bir şekilde zenginleştiği bulunmuştur ($p<0,05$).

Besleme denemesi II'de, %0 (kontrol yemi), %5 (S5) ve %10 (S10) oranında balık unu yerine *Spirulina* unu katılan 3 adet deneme yemi hazırlanmıştır. *Spirulina* içeren yemlerle beslenen gruplarda, kontrol grubuna göre büyüme performansı daha yüksek bulunmuştur ($p<0,05$). Kontrol yemi ile beslenen balıklarda (1,01), %5 ve %10 *Spirulina* içeren yemlerle beslenen gruplar (sırasıyla 0,91 ve 0,97) ile karşılaştırıldığında daha düşük yem dönüşüm oranı elde edilmiştir. En iyi protein verimlilik oranı (PVO) S5 (2,45) grubunda belirlenirken, en düşük PVO ise kontrol grubunda (2,21) tespit edilmiştir. Hepato somatik indeks hariç biyolojik indeks parametreleri arasında önemli farklılık görülmemiştir ($p>0,05$). Balıkların kuru madde ve kül içeriği, deneme grupları arasında benzer bulunmuştur. Net protein sindirilebilirlik kat sayısı *Spirulina* ile beslenen grupta kontrol yemine göre daha yüksek bulunmuştur. Sonuçlar, yemdeki *Spirulina*'nın alabalıkların büyüme, yem kullanımı ve yağ asidi kompozisyonunu iyileştirdiğini göstermiştir.

Her iki besleme denemesinden elde edilen sonuçlara göre, ısıl işlem görmüş *Ulva* yerine ham *Ulva*'nın yeme katılmasının daha iyi olacağı, deneme yemlerine katılan %10 oranındaki ham *Ulva* ve %5 ve %10 oranındaki *Spirulina* unlarının balıklarda büyüme performansını arttırdığı, yem dönüşüm oranını ve balık et kalitesini olumlu etkilediği bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: Gökkuşığı alabalığı; *Spirulina* unu; *Ulva* unu; ısıl işlem, büyüme performansı; yağ asidi; sindirilebilirlik.

ABSTRACT

The Investigations on Evaluation of *Ulva rigida* and *Spirulina platensis* in Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792) Diets

Betül GÜROY

Çanakkale Onsekiz Mart University

Graduate School of Science and Engineering

Chair for Fisheries Thesis of PhD Thesis

Advisor: Assoc. Prof. Dr. Sebahattin ERGÜN

19.11.2009, 76 p

The present thesis was performed to determine the effects of the use of raw and autoclaved *Ulva rigida* and *Spirulina platensis* meals on the growth performance, nutrient utilization, whole-body composition and fatty acid profile of juvenile rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792). Two different fish feeding trials were carried out in this thesis as simultaneous. The trout (initial weight ~ 7.9 g) were stocked into each fiberglass tank (150 l) 20 fish in triplicate and fed close to apparent satiation by hand three daily during 12 weeks. All the treatment diets contained 45% protein and 14% lipid.

In the feeding trial I, an algae-free control diet (C) and 4 experimental diets, including varying levels of raw *Ulva* meal (5%=U5; 10%=U10) and autoclaved *Ulva* meal (5%=AU5; 10%=AU10) were formulated. Specific Growth Rate and final weight of U10 group were significantly higher than those of AU10 group ($p < 0.05$). Fish fed U10 diet was lower feed conversion ratio when compared to the control group ($p < 0,05$), however, FCR of U10 group was similar the other treatments ($p > 0,05$). Hepato somatic index of U10 group was lower than the other treatments. Viscera somatic index of autoclaved *Ulva* groups were higher than the control and raw *Ulva* groups. No significant differences in carcass moisture, lipid and ash were observed. Among the carcass protein in AU5 decreased significantly than the other groups ($p < 0,05$). The apparent digestibility coefficients of protein were significantly higher in fish fed all *Ulva* groups relative to those fed the control diet. The level of n3:n6 ratio in the control group was lower than the algal groups. It was found that growth performance and fatty acid composition were significantly enhanced in juvenile rainbow trout fed the diet containing 10% raw *Ulva* meal diet compared with fish fed control diet.

In the feeding trial II, three were prepared 0% (control diet), *Spirulina* meal at ratio 5% (S5) and 10% (S10) replace to fish meal. Growth performance of S5 and S10 groups were higher than the control group. In the fish fed with control diet was obtained lower feed conversion ratio (1.01) compare to fed 5% and 10% *Spirulina* meal (respectively 0.91 and 0.97). The best protein efficiency ratio (PER) were determined the S5 group (2.45) and the poorest PER in the control group (2.21). Parameters of biological indexes did not reveal any significant difference ($p > 0,05$), except hepato somatic index (HSI). Dry matter and ash of the fish were similar among treatments. The apparent digestibility coefficients of protein were significantly higher in fish fed *Spirulina* diets relative to those fed the control diet. The results show that dietary *Spirulina* improves growth, feed utilization and fatty acid composition of rainbow trout.

According to both feeding trials results, it was found that dietary level of 10% of autoclaved *Ulva* and 5 – 10% of *Spirulina* positively influenced growth performance, feed conversion ratio and flesh quality of juvenile rainbow trout.

Keywords: Rainbow trout; *Spirulina* meal; *Ulva* meal; heat treatment; growth performance; fatty acid; digestibility

İÇERİK

DOKTORA TEZİ SINAV SONUÇ FORMU.....	ii
İNTİHAL (AŞIRMA) BEYAN SAYFASI	iii
TEŞEKKÜR	iv
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ.....	v
ÖZET	vi
ABSTRACT	viii
BÖLÜM 1 - GİRİŞ.....	1
1.1. Balık Yemlerinde Alglerin Kullanımı	2
1.2. Tezin Amacı	6
BÖLÜM 2 - ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	7
2.1. Mikro Alglerin Balık Yemlerinde Kullanımı.....	7
2.2. Makro Alglerin Balık Yemlerinde Kullanımı	11
BÖLÜM 3 - MATERYAL VE YÖNTEM.....	17
3.1. Deneme Yeri	17
3.2. Deneme Balıkları	17
3.3. Deneme Dizayını.....	17
3.4. Deneme Yemleri	18
3.5. Denemede Kullanılan Alg Türleri	22
3.5.1. <i>Spirulina platensis</i>	22
3.5.2. <i>Ulva rigida</i>	23
3.6. <i>Ulva rigida</i> 'ya Isıl İşlem Uygulanması.....	24
3.7. Sindirilebilirlik Denemesi	24
3.8. Örnekleme ve Analiz Yöntemleri	24
3.8.1. Nem Tayini	25
3.8.2. Ham Protein Tayini	25
3.8.3. Ham Yağ Tayini	26
3.8.4. Ham Kül Tayini	26
3.8.5. Ham Selüloz Tayini.....	26
3.8.6. Nitrojensiz Öz Madde (NÖM) Hesaplanması	27
3.8.7. Enerji İçeriğinin Belirlenmesi.....	27
3.8.8. Balık ve Yemlerde Yağ Asidi Analizi	27
3.8.9. Asitte Çözünmeyen Kül Yöntemi ile Sindirilebilirlik Analizi	28

3.8.10. Jelatinizasyon Derecesi Tayini	28
3.8.11. Protein Çözünürlük Tayini.....	29
3.9. Veri Analizleri.....	29
3.10. İstatistik Analizleri.....	31
BÖLÜM 4 - ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA	32
4.1. Isıl İşlem Denemesi	32
4.2. Besleme Denemesi 1	34
4.2.1. Büyüme, Yem ve Besin Kullanımı.....	34
4.2.2. Balıkların Kondüsyon Parametreleri	36
4.2.3. Balıkların Vücut Kompozisyonu	37
4.2.4. Balıkların Yağ Asidi Kompozisyonu	37
4.2.5. Sindirilebilirlik.....	40
4.3. Besleme Denemesi 2	40
4.3.1. Büyüme, Yem ve Besin Kullanımı.....	40
4.3.2. Balıkların Kondüsyon Parametreleri	42
4.3.3. Balıkların Vücut Kompozisyonu	43
4.3.4. Balıkların Yağ Asidi Kompozisyonu	43
4.3.5. Sindirilebilirlik.....	46
4.4. Tartışma	46
4.4.1. Isıl İşlem Denemesi.....	47
4.4.2. Besleme Denemesi 1	49
4.4.3. Besleme Denemesi 2	55
BÖLÜM 5 - SONUÇLAR VE ÖNERİLER	61
KAYNAKLAR.....	64
ÇİZELGE LİSTESİ.....	I
ŞEKİL LİSTESİ	II
ÖZGEÇMİŞ.....	III

BÖLÜM 1 GİRİŞ

Dünya'daki nüfus artışı ve sağlıklı beslenme bilincinin gelişmesine paralel olarak akvakültür (su ürünleri yetiştiriciliği) son yıllarda önemli bir ekonomik faaliyet kolu haline gelmiştir. Su ürünleri üretimi, ihtiyaç duyulan hayvansal proteini sağlamak için her geçen gün hızla gelişmektedir. Dünya'da su ürünleri üretimi yıllara göre artış göstermiş olup, 1995 yılında avcılık yolu ile elde edilen su ürünleri miktarı 93 639,00 milyon ton iken, 2006 yılında 91 593,80 milyon ton olarak ifade edilmektedir. 1995 yılında yetiştiricilik yolu ile elde edilen dünya su ürünleri üretimi ise 24,552 milyon ton iken, 2006 yılında 51 228 147 milyon ton olarak bildirilmektedir (FAO, 2009).

Akvakültür üretimindeki bu hızlı artış, yetiştiriciliği yapılan balıkların verimli şekilde beslenebilmesi için, yem sektörünün büyümesine neden olmuş ve bu genişleme beraberinde bazı sorunları da getirmiştir. Yem sektörünün en önemli sorunları arasında; hammadde temininde yaşanan güçlükler, teknoloji kullanımının yeterli düzeyde olmaması ve üretim maliyetlerinin yüksek olması yer almaktadır (Tekinay ve ark., 2007).

Günümüzde karnivor balıkların yetiştiriciliğinde kullanılan yemlerin çoğu, büyük ölçüde balık yağı ve balık ununa dayalıdır. Balık unu, yüksek protein içermesi, dengeli aminoasit profiline sahip olması, besin sindirilebilirliğinin yüksek olması, besinsel olmayan faktörleri (BOF) içermemesi ve yaygın kullanılabilirliği gibi birçok nedenden dolayı, balık yemlerinde temel protein kaynağı olarak kullanılmaktadır (Gatlin ve ark., 2007). Bununla birlikte, bu hammaddenin temin edilmesinde yaşanan güçlükler, ürünün fiyatının artmasına neden olmaktadır. Balık yemlerinde, deniz kaynaklı hayvansal hammaddelere olan bağımlılığı azaltmak için, sürdürülebilir bitkisel hammadde kullanımını arttırmaya yönelik araştırmalar son yıllarda hız kazanmıştır.

Sürdürülebilir bitkisel hammaddelerin; kolay elde edilebilen, fiyatı uygun, çevresel etkileri düşük olan, balıkların büyümesini ve et kalitesini olumsuz yönde etkilemeyen özellikte olması gerekmektedir (Hasan, 2001). Bu hammaddeler, balıkların büyümesini olumsuz etkilememesi için nişasta, lif, özellikle de çözünmeyen karbonhidrat ve BOF bakımından düşük seviyeye, yeterli protein ve amino asit içeriğine ve yüksek sindirilebilir özelliğe sahip olmalıdır (Gatlin ve ark., 2007). Aynı zamanda bu ürünlerin, depolanması ve nakliyesinin kolay olması önem taşımaktadır.

Günümüzde birçok kullanım alanına sahip olan algler, yetiştiriciliğe uygun olup, doğadan sürdürülebilir bir şekilde elde edilebilmekte ve balık yemleri için alternatif bitkisel bir hammadde kaynağı olarak kullanılmaktadır (Valente ve ark., 2006; Güroy ve ark., 2007; Diler ve ark., 2007; Ergün ve ark., 2009). Algler, yenilenebilir enerji üretiminde yaşamı ve çevreyi destekleyen özellikleri ile önemli sürdürülebilir bir kaynaktır (Muller-Feuga, 2000). Bu nedenle akvakültür sektörünün de dahil olduğu birçok alan için son yıllarda çok değerli bir hammadde haline gelmiştir.

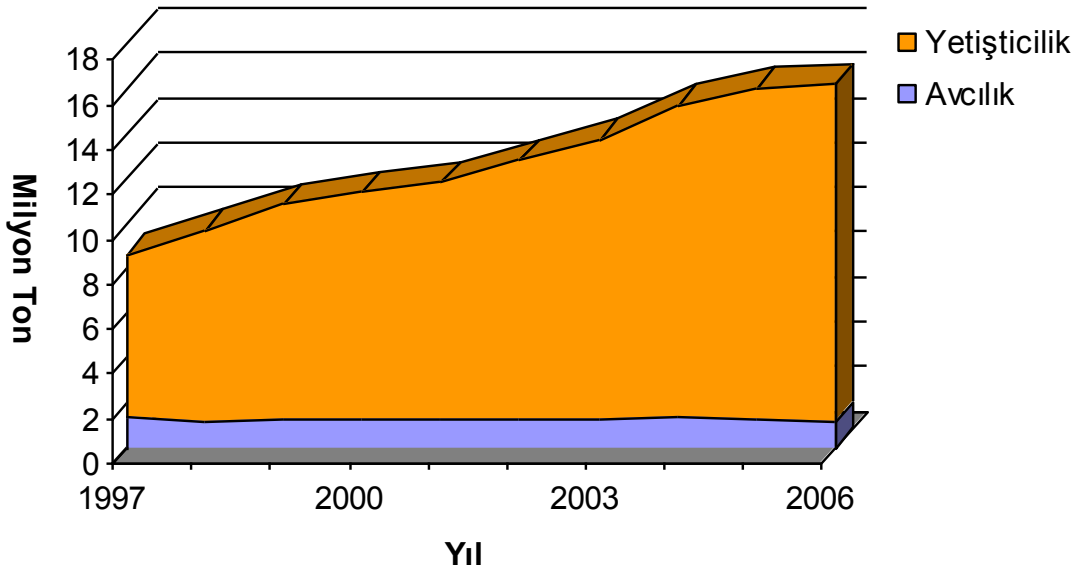
1.1. Balık Yemlerinde Alglerin Kullanımı

Sürdürülebilir balık yetiştiriciliğinin balık unu ve balık yağına aşırı bağımlı durumda olması balık yemi sektörünü, değerlendirilmesi muhtemel olan alternatif yem kaynakları arayışına zorlamaktadır. Yoğun balık yetiştiriciliğinde, işletme giderlerinin %50'sinden fazla bir payı yem ve yemleme giderlerinin teşkil ettiği göz önünde tutulduğunda (Lovell, 2002), yeni hammadde arama ihtiyacının ne denli önemli olduğu ortaya çıkmaktadır. Bu bağlamda, balık yemlerinde hayvansal kaynaklı unların yerine kısmi olarak bitkisel kaynakların kullanımı, akvakültür endüstrisi açısından zorunlu bir gereksinim haline gelmiştir. Dünya'da alglerin işletilmesini ve geliştirilmesini de tetikleyen bu gereksinim, yeni bir araştırma alanıdır (Fleurence, 1999).

Yem kaynağı olarak kullanılabilen alglerin, biyokimyasal kompozisyonunu belirlemek ve yetiştiriciliği amaçlanan türün besinsel gereksinimlerini karşılamak için, son yıllarda çalışmalar yoğunlaşmıştır. Bu çalışmalar akvakültür faaliyetlerinde, alg türlerinin seçimi için mükemmel bir veri tabanı oluşturmaya başlamıştır. Ancak alglerin biyokimyasal kompozisyonlarının anlaşılması yeterli değildir. Amaçlanan türün alg ile beslemeye uygunluğu, türün besinsel gereksinimi ve alglerin sindirilebilirliği üzerine bilgilerin belirlenmesi gereklidir. Bununla birlikte yem kaynağı olarak kullanılacak olan alg türünün, maliyetinin düşük olması ve güvenilir koşullarda toplanması veya yetiştiriciliğinin yapılabilmesi önem taşımaktadır (Borowitzka, 1997).

Alg üretimi, ticari olarak yetiştiriciliği yapılan birkaç türle sınırlı kalsa da, son yıllarda üretim miktarları artmaktadır (FAO, 2009). Bu konuda özellikle tropik bölgelerde büyük oranlarda yetişen ve protein içeren algler, balık yemleri için muhtemel bir protein kaynağı olarak dikkat çekmektedir (Becker, 1994). Toplanarak elde edilen Dünya su bitkileri üretimi 1997 yılında 1 367 855 ton iken 2006 yılında bu değer 1 143 273 ton

olarak bildirilmektedir. 1997 yılında yetiştiricilik yolu ile elde edilen dünya su bitkileri üretimi 7 234 952 ton olup, bu değer 2006 yılında % 108'lik büyüme oranı ile 15 756 125 tona ulaşmıştır (FAO, 2009) (Şekil 1).



Şekil 1. 1997 - 2006 yılları Dünya alg üretimi (FAO, 2009)

Balık yemlerinde uygun miktarlarda mikro ve makro alglerin kullanılması, balığın büyüme performansı, yem kullanımı, yağın aktif hale geçirilerek lipid metabolizmasının düzenlenmesi, protein asimilasyonu, karaciğer fonksiyonları, hastalıklara dayanıklılık, yetiştirilen balıkların vücut bileşenleri ve et kalitesi gibi fizyolojik özellikler üzerine geliştirici etkileri olduğu bildirilmektedir (Yone ve ark., 1986; Satoh ve ark., 1987; Xu ve ark., 1993; Mustafa ve ark., 1995; Güroy ve ark., 2007; Diler ve ark., 2007; Ergün ve ark., 2009).

Balıklar üzerine olan bu etkilerin dışında, yeme ilave edilen algler bağlayıcı, vitamin kaynağı ve renklendirici özelliklere de sahip olduğu rapor edilmektedir (Hashim ve Mat-Saat, 1992; Hashim ve Hassan, 1995; Mustafa ve Nakagawa, 1995; Mustafa ve ark., 1997). Yapılan araştırmaların çoğu, balık yemlerine katkı maddesi olarak alg ilavesinin yemlerin etkili bir şekilde kullanımına yardım edebileceğini bildirmektedir. Bununla birlikte, yemlerdeki alg oranının artmasıyla olumlu sonuçların azaldığı bildirilmektedir (Mustafa ve Nakagawa, 1995).

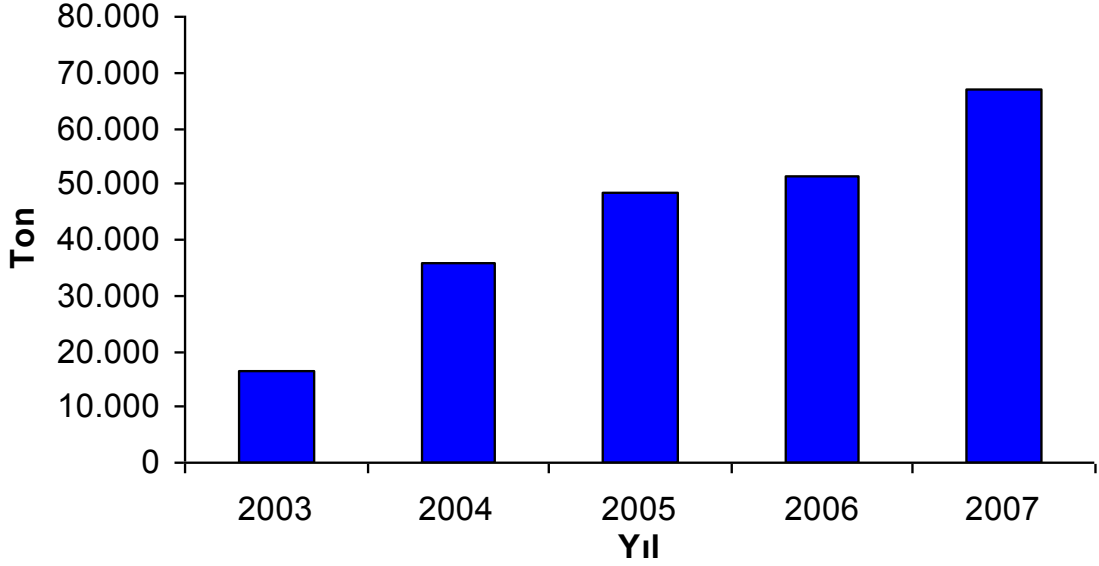
Bu tez çalışmasında kullanılan yeşil makro alglerden *Ulva* spp., doğada *Girella* spp., *Sarpa salpa*, *Scartichthys viridis*, *Liza vaigiensis* gibi herbivor veya omnivor balıklar tarafından tüketilmektedir (Tolentino-Pablico ve ark., 2008). Ülkemizde deniz marulu olarak anılan *Ulva rigida*, C vitamini açısından da zengin olup, balık yemlerinde yağ metabolizmasını düzenleyici etkisi ile yem katkı maddesi olarak kullanılmasının yanında (Nakagawa ve ark.,1984a), kozmetik alanında arındırıcı ürünlerin eldesinde ve gıda maddesi olarak kullanılmaktadır (Cirik ve Cirik, 1999). Bu alg türünün protein içeriği, mevsime ve su kalitesine bağlı olarak % 10 ile % 26 arasında değişmektedir (Abdel-Fattah ve Sarry, 1987). *Ulva* spp.'nin düşük protein içeriğine sahip olması ve özellikle polisakkarit ve selüloz gibi BOF içermesinden dolayı balık yemlerinde yüksek oranda kullanılması oldukça zordur. Bu nedenle bu tez çalışmasında, gökkuşağı alabalığı yemlerinde sadece ham *Ulva* değil aynı zamanda ısıl işlem uygulanmış *Ulva* da denenmiştir.

Bitkisel kaynaklı hammaddelerin, balık yemlerinde yüksek oranda kullanılması için besinsel olmayan faktörlerin etkilerinin azaltılması gerekmektedir. BOF ısı, kimyasal ve enzim uygulamaları ile etkisiz hale getirilebilmektedir. Isı uygulaması, BOF uzaklaştırılmasında en fazla kullanılan metottur, ancak, aşırı ısı uygulaması, bazı amino grup asitlerin kullanımını azaltmaktadır (Gatlin ve ark., 2007). Aşırı ısıtma, denaturasyona sebep olduğundan, protein bozulmasını azaltmak ve yem materyallerinin besinsel kalite kaybını minimize etmek için, ısıl işlem uygulamasının çok dikkatli yapılması gerekmektedir. Etkili bir ısıl işlem, sıcaklık ve ısı uygulama süresine bağlıdır (Francis ve ark., 2001).

Alg proteinlerinin sindirilebilirliğini, polisakkaritler ve fenolik bileşenler sınırlamaktadır. Polisakkaritler, alglerde çözünebilir ya da çözünemez lif olarak bulunabilir (Fleurence, 1999). Bununla birlikte, ön bir enzimatik uygulama, *Ulva pertusa*, *Undaria pinnatifida* (Amano ve Noda, 1992) ve *Palmaria palmata* (Lahaye ve Vigouroux, 1992) gibi alglerde, polisakkaritlerin uzaklaştırılmasına uygun olduğu ve besinsel olmayan faktör olarak bilinen lifin etkisini sınırlayıcı alternatif bir yol olabileceği bildirilmektedir. Alglerin amino grup asit içeriği besinsel olarak dikkat çekici olsa da, protein sindirilebilirlikleri düşük olarak değerlendirilmektedir. Buna karşılık alg proteinlerinin sindirilebilirliği üzerine balık besleme alanında kullanışlı bilgi çok azdır.

Ticari olarak mikroalg üretimi 1960'ların başında Japonya'da *Chlorella* kültürü ile başlamış, bunu 1970'lerin başında Meksika Texcoco Gölü'nde *Spirulina* üretimi izlemiştir.

Spirulina; Benin, Brazilya, Çad, Şili, Çin, Kosta Rika, Küba, Ekvador, Fransa, Hindistan, Peru, İsrail, İspanya, Tayland ve Amerika Birleşik Devletlerini içine alan en az 22 ülkede üretilmektedir. Ancak, günümüzdeki en büyük üretici Çin'dir. 2003 yılı dünya *Spirulina* üretimi 16 483 ton iken 2007 yılında 66 922 tona yükselmiştir (FAO, 2009) (Şekil 2).



Şekil 2. 2003-2007 yılları Dünya *Spirulina* üretimi (FAO, 2009)

Spirulina spp.; kaynağına bağlı olmakla birlikte, kuru ağırlığının % 55-70 arasında değişen oranlarda protein içerir (Habib ve ark., 2008). Hücre duvarındaki selülozun yokluğuna bağlı olarak sindiriminin daha kolay olması *Spirulina*'yı daha değerli kılmaktadır. Esansiyel yağ asitleri, önemli mineral ve vitaminleri içerdiğinden dolayı insanlar için ek bir besin olarak 30 yıldan fazla bir zamandır ticari olarak üretilmektedir (Spolaore ve ark., 2006).

Spirulina ve ekstratlarının insanlar ve hayvanlar üzerine önemli derecede tedavi edici etkileri bulunmaktadır (Belay ve ark., 1996). Dünya alg üretiminin %30'u hayvan yemleri için satılırken, Dünya *Spirulina* üretiminin yaklaşık %50'sinden fazla bir kısmı yem katkı maddesi olarak kullanılmaktadır (Becker, 2004). İnsan beslenmesinde kullanımlarına ek olarak, çiftlik hayvanları ve evcil hayvanların yemlerinde, akvakültürde larva yetiştiriciliğinde yaygın şekilde değerlendirilmektedir. Ayrıca, bu üründen su kalitesinin düzenlenmesinde de yararlanılmaktadır. Örneğin, *Spirulina platensis* su kalitesini düzenlemek için *Penaeus monodon* türü karides ile ortak kültüre alınarak, inorganik

nitrojen konsantrasyonu üzerine etkileri incelenmiş ve NH₄, NO₂ ve NO₃ gibi bileşiklerin önemli derecede azaldığı belirlenmiştir. *Spirulina platensis* içermeyen suda, tüm nitrojen bileşikleri önemli ölçüde fazla tespit edilmiş ve karideslerin yaşama oranı düşük bulunmuştur (Chuntapa ve ark., 2003).

Balık yemlerinde *Spirulina* kullanımının, bağışıklık fonksiyonlarını geliştirdiği, büyüme ve yaşama oranını iyileştirici ve hastalıklara dayanıklılığı artırıcı etkileri olduğu bildirilmektedir (Belay ve ark., 1996). Akvakültür uygulamalarında *Spirulina* yetiştiriciliği, yemlerine katılmak suretiyle özellikle tropikal balıkların pigmentasyonu için yaygın bir şekilde kullanılmaktadır (Vonshak ve Richmond, 1988). Akvakültürde mikro algler yavru balıkların yemlerinde, çift kabukluların ve süs balıklarının gıdalarını zenginleştirmek amacıyla sulandırılarak verilmektedir. (Borowitzka ve Borowitzka, 1988). *Spirulina*'nın su ürünleri yetiştiriciliğinde yem hammaddesi olarak kullanımının içerdiği pigmentlerden dolayı et rengini olumlu etkilediği, bu nedenle, karides, som balığı, alabalık gibi ekonomik değere sahip su ürünlerinin pazarlama aşamasında önemli olduğu vurgulanmaktadır (Ciferri ve Tiboni, 1985; Toyomizu ve ark., 2001).

1.2. Tezin Amacı

Gökkuşığı alabalığı yemlerine katılan makro ve mikro alg türlerinin, alabalıkların büyüme performansı, besin sindirilebilirliği ve et kalitesi üzerine etkilerini inceleyen çalışmalar sınırlıdır. Araştırmada, eş zamanlı olarak iki farklı balık besleme denemesi yürütülmüştür. Besleme denemeleri öncesi yeşil makroalglerden *Ulva*'ya ısıtma işlem uygulandığında sindirilebilirliğin nasıl değiştiği incelenmiştir. İlk besleme denemesinde, ham ve ısıtma işlem uygulanmış *Ulva* unu alabalık rasyonlarına buğday unu yerine katkı maddesi olarak % 5 ve %10 oranında eklenmiştir. İkinci besleme denemesinde ise, *Spirulina* unu alabalık deneme yemlerine balık unu yerine % 5 ve % 10 oranında ilave edilmiştir.

Bu tezde, denizel yeşil makro alglerden *Ulva rigida* ve mavi-yeşil mikro alglerden *Spirulina platensis*'in gökkuşığı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) yemlerinde kullanılmasının, balıkların büyüme performansı, yemden yararlanma, besin sindirilebilirliği, vücut kompozisyonu, ve balık eti yağ asidi kompozisyonu üzerine olan etkilerinin araştırılması amaçlanmıştır.

BÖLÜM 2 ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Alglerin balık yemlerinde kullanımı ile ilgili günümüze kadar çok sayıda çalışma yapılmıştır. Son yıllarda, farklı türdeki makro ve mikro alglerin larva ve ergin balıklar üzerine olan etkileri çalışılmaktadır. Ancak, *Spirulina platensis* ve *Ulva* sp.'nin alabalık yemlerinde kullanımı üzerine detaylı araştırmaya rastlanılmamıştır. Mikro ve makro alglerin, özellikle *Spirulina platensis* ve *Ulva* sp.'nin balık yemlerinde kullanımı ve etkileri ile ilgili bilgiler, aşağıda özetlemiştir.

2.1. Mikro Alglerin Balık Yemlerinde Kullanımı

Son yıllarda balık yemlerinde protein içeriği yüksek olan mikro alglerin yem ham maddesi ya da katkı maddesi olarak kullanımı artmıştır. Balık unu yerine kısmi olarak mikro alglerin katılmasının, salmonidlerin genel performansı üzerine kanıtlanmış etkileri bulunmaktadır. Aynı zamanda mikro alglerin, gökkuşağı alabalığı tarafından tolere edildiği (Matty ve Smith, 1978), kas renklenmesi üzerine sınırlı (Choubert, 1979) ya da az (Sommer ve ark., 1991) bir etkiye sahip olduğu görülmektedir. *Spirulina* ilave edilen yemlerin balıkların karkas kalitesini geliştirdiği (Liao ve ark., 1990), büyümeyi desteklediği (Mustafa ve ark., 1994a), daha kısa bir yetiştirme döngüsü sağladığı belirlenmiştir.

Balık yetiştiriciliğinde mikro algler, başlıca balık larva ve yavrularının tükettiği zooplanktonun besin değerini arttırmak için canlı yem üretiminde kullanılmaktadır. Ayrıca, mikro alg türleri hasat edilip kurutulduktan sonra, balık yemlerine ilave edilmektedirler (Benemann, 1992). *Scenedesmus* sp., *Clamydomonas* sp. (Dallaire ve ark., 2007), *Spirulina* sp. (Matty ve Smith, 1978), *Chlorella* (Gouveia ve ark., 1998), *Haematococcus pluvialis* (Choubert ve Heinrich, 1993) gibi mikroalg türleri alabalık yemlerinde, *Isochrysis galbana* ve *Tetraselmis* sp. türleri kalkan yemlerinde (Reitan ve ark., 1993), yine *Spirulina* sp. mersin balığı (Palmegiano ve ark., 2005) ve mercan balığının (Mustafa ve ark., 1997) yemlerinde denenilen önemli mikro alg türleri arasında yer almaktadır.

Alabalık yemlerinde bazı mikro alg türlerinin kullanımı üzerine araştırmalar yürütülmüştür. Atack ve ark. (1979) tek protein kaynağı olarak *Spirulina maxima* kullanımının, gökkuşağı alabalıklarında ve sazan (*Cyprinus carpio*) balıklarında düşük bir büyüme sağlandığını bildirmektedirler.

Scenedesmus sp., *Chlamydomonas* sp., *Lyngbya major* ve *Hydrococcus rivularis* gibi mikro alg türleri ile hazırlanmış olan bir karışım, %12,5, %25 ve %50 oranlarında gökkuşağı alabalığı ticari yemlerine ilave edilmiş ve balıkların yaşama oranı, büyüme performansı ve karkas kalitesi incelenmiştir. %12,5 oranından fazla alg karışımı içeren yemler kontrol yemine göre daha düşük bir büyüme performansı sergileyerek, %25 ve %50 seviyelerinde alg karışımı içeren yemlerin, muhtemelen besinsel eksikliğinden dolayı vücut yağı, yem verimi ve büyümede azalmaya sebep olduğu bildirilmektedir (Dallaire ve ark., 2007).

Spirulina unu çeşitli tatlı su balıklarının yemlerinde katkı maddesi veya protein tamamlayıcı bir hammadde kaynağı olarak kullanılmıştır. Ayu balıklarının (*Plecoglossus altivelis*) *Spirulina* içeren yemler ile beslenmesi, daha parlak bir deri rengi, daha sıkı et ve lezzet kalitesi ile sonuçlandığı bildirilmiştir (Mori ve ark., 1987).

Nandeeshva ve ark. (1998) başlangıç ağırlığı 0,56 gr olan sazan balıklarının yemlerine %25, 50, 75 ve 100 oranlarında balık unu yerine *Spirulina* unu katmışlardır. Yemlere *Spirulina* ilavesi ile balıkların son ağırlık artışı, spesifik büyüme oranı, yem dönüşüm oranı ve protein verimlilik oranının değişmediği, ancak, tek protein kaynağı olarak *Spirulina* kullanımı ile net protein verimliliğinde daha iyi sonuç elde edildiği ve *Spirulina* içeren yemlerle beslenen balıkların kaslarında RNA:DNA oranının kontrol yemi ile beslenenlere göre daha yüksek olduğu bildirilmiştir. *Spirulina* içeren yemlerle beslenen balıklarda karkas protein içeriğinin farklılık göstermediği ancak yemlerdeki *Spirulina* seviyesinin artmasıyla karkas yağ içeriğinin azaldığı tespit edilmiştir. Ayrıca *Spirulina*'nın, yemlerin protein sindirilebilirliğini arttırdığı belirlenmiştir.

Olvera-Novoa ve ark. (1998) *Oreochromis mossambicus* türünün yeminde protein kaynağı olarak *Spirulina maxima*'nın balık unu yerine %20, 40, 60, 80 ve 100 oranlarında ikame ederek balıklar üzerine olan etkilerini incelemişlerdir. 9 haftalık besleme periyodu sonunda, balıkların protein kullanımı ve büyüme oranı, %20 ve %40 *Spirulina* unu içeren yemlerde yüksek bulunduğu ve yemlerdeki alg seviyesinin artması ile büyüme ve yem performansında azalma olduğu, özellikle yem dönüşüm oranının arttığını bulmuşlardır. Deneme yemlerinden hiçbirinin, karkas kompozisyonu üzerine olumsuz bir etki yapmadığı, tilapia yemlerinde %40'a kadar *Spirulina* ununun balık unu yerine ikame edilebileceği bildirilmiştir.

Nandeeshva ve ark. (2001) *Catla catla* ve *Labeo rohita* türü sazan balıklarının yemlerine *Spirulina platensis* ununu % 25, 50, 75 ve 100 oranlarında balık unu proteini yerine ikame edilmiştir. *Catla catla* türünde, *Spirulina* içeren yemler ile kontrol yemi

karşılaştırıldığında balıkların son ağırlığında önemli bir fark bulunmadığı, *Labeo rohita* türünde ise, yemlere %25'den daha fazla *Spirulina* ikamesiyle daha baskın bir büyüme elde edildiği ve karkas yağ içeriğinin *Spirulina* içermeyen yemlerle beslenen balıklardan daha fazla olduğu rapor edilmiştir. Her iki türde de *Spirulina* ilavesi ile yemlerin protein sindirilebilirliğini geliştirdiği özellikle *Labeo rohita* türünde önemli oranda arttırdığı tespit edilmiştir. Sonuç olarak, bu iki tatlı su balığının yemlerinde *Spirulina*'nın balık unu proteini yerine kısmı yada tamamen kullanılabileceği önerilmiştir.

Palmegiano ve ark. (2005) başlangıç ağırlığı 92,1 gr olan *Acipenser baeri* türü mersin balıklarının yemine %40, 50 ve 60 oranında *Spirulina* ilavesi yaparak ve balıkların büyüme performansı incelemiştir. En iyi büyüme oranı, yem dönüşüm oranı ve protein verimlilik oranı %50 *Spirulina* içeren yemlerde olduğu tespit edilmiştir. Mersin balığının filetosu yağ asidi kompozisyonu açısından ele alındığında, deneme grupları ve kontrol gurubu arasında farklılık gözlenmiş olup, *Spirulina* seviyesinin artması palmitik ve linoleik asit miktarında artışa, miristik asit miktarında ise azalmaya neden olduğu bildirilmiştir. Yüksek üretim maliyetlerine dair problemlerin aşılması ile birlikte, mersin balıklarında *Spirulina*'nın balık unu yerine kullanılabilecek iyi bir bileşen olabileceği önerilmektedir.

Palmegiano ve ark. (2008) başlangıç ağırlığı 17,5 gr olan mersin balıklarının (*Acipenser transmontanus*) yemine, balık unu yerine %40 *Spirulina*, balık yağı yerine de soya veya mısır yağı konarak, yemlerin yem verimliliği ve balık etinde yağ kompozisyonu üzerine etkilerini araştırmışlardır. Yemlerin, balık fileto kompozisyonu ve büyüme performansı üzerine önemli etkileri gözlenmezken, balık yağı yerine mısır yağı ve soya yağı içeren yemlerle beslenen balıkların fileto yağ asidi kompozisyonları omega-3 bakımından daha düşük olduğu bulunmuştur. Bu araştırmanın sonuçlarına göre, balık yağı ve balık unu yerine bitkisel yağlar ve *Spirulina*'nın kullanımının mümkün olabileceği, mersin balığı yetiştiriciliğinde maliyeti azaltma açısından kullanışlı bir çözüm olduğu önerilmektedir.

Spirulina unu çeşitli deniz balıklarının yemlerinde katkı maddesi veya protein tamamlayıcı bir hammadde kaynağı olarak değerlendirilmiştir. Mustafa ve ark. (1997) başlangıç ağırlığı 70 gr olan mercan balıklarının yemlerine %2,5 oranında *Spirulina* ve C vitamini ilave etmişler ve yemlerde *Spirulina* ve C vitaminin birlikte kullanılmasının vücut ağırlık artışı, yem verimi ve sindirilebilirlik oranı üzerine olan etkilerini araştırmışlardır. Yeme ilave edilen *Spirulina*'nın C vitamini bozulmasını önlediği, balıklarda karaciğer ve serumdaki C vitamini önemli derecede arttırdığı tespit edilmiştir. Mercan balıklarının

yemlerinde C vitamini ve *Spirulina*'nın birlikte bulunmasının kısmen sinerjik bir etkisi olduğu ve alg içeren yemlerle beslenen balıklarda büyüme performansını ve fizyolojik koşullarını geliştirdiği belirlenmiştir.

Mustafa ve ark. (1994b) fangri (*Pagrus major*) balıkları üzerine yaptıkları çalışmada kontrol yemine %5 selüloz maddesi ilave etmiş, deneme yemlerine ise %5 selüloz yerine makro ve mikro alglerden elde edilen alg unu (*Ascophyllum nodosum* ve *Spirulina maxima*) kullanmışlardır. Her iki alg unu ile beslenen balıkların, kontrol yemine göre daha iyi büyüdüğü ve yem dönüşüm oranı ile protein verimlilik oranının olumsuz yönde etkilenmediği bulunmuştur.

Yapılan araştırmalarda, *Spirulina* ununun yemlere ilave edilmesi ile, balıkların lezzet ve et kalitesinin etkilendiği rapor edilmiştir (Watanabe ve ark., 1990; Mori ve ark., 1987). Kral balıklarının (*Pseudocaranx dentex*) yemlerine %5 oranında *Spirulina* ilavesinin, kaslardaki yağların azalmasına etki ederek, tekstür yapısını ve lezzeti geliştirdiği bildirilmiştir (Watanabe ve ark., 1990; Liao ve ark., 1990).

Spirulina unu dışında çeşitli mikro alg türleri hem deniz hem de tatlı su balıklarının yemlerinde katkı maddesi veya protein tamamlayıcı bir hammadde kaynağı olarak kullanılmıştır. Bu mikro alglerden birisi olan *Chlorella*'nın ayu balıklarında adipoz dokunun yapısını etkileyip lipolitik hormonları tetikleyerek, lipolizi aktive edebileceği rapor edilmektedir (Nematipour ve ark., 1990). Aynı çalışmada, adipoz dokusu iç organlardaki yağlardan oluşmuş olduğu, lipolitik hormonların etkisi ile homojenize olduğu bildirilmiştir. Spektrofotometrik ölçümlerde, lipolitik aktivitenin *Chlorella* ile beslenen ayu balıklarında da yüksek olduğu belirlenmiştir. Bu çalışma sonucunda alg içeren yemlerle beslenen balıklarda harcanan öncelikli enerji, proteinlerden değil de vücut yağlarından kullanıldığı için, alglerin yağ metabolizmasını düzenleyici etkisi olduğu bildirilmiştir.

Gouveia ve ark. (1997) alabalık yemlerinde tek hücreli bir yeşil alg olan *Chlorella vulgaris* kullanımının et renklenmesine olumlu etkileri olduğunu bulmuşlardır. *Chlorella* özütü içeren yemlerle beslenen ayu balıklarının (*Plecoglossus altivelis*) *Vibrio anguillarum* enfeksiyonuna ve bazı stres faktörlerine karşı dayanıklılık sağlamanın yanında, yağ metabolizmasını iyi yönde geliştirdiği bildirilmiştir (Nakagawa ve ark. 1981; 1983; 1984b).

Kalkan balıklarının mineral ihtiyacının bir kısmı, yemlere katılabilecek düşük orandaki denizel mikro algler ile karşılanabilmektedir. Örneğin Mn ve Co eklenmesi

şartıyla mineral ihtiyacının, *Tetraselmis suecica* ile % 3,8'i, *Isochrysis galbana* ile % 5,7'si, *Dunaliella tertiolecta* ile % 3,57'si ve *Chlorella stigmatophora* ile % 3,9 'u karşılanabileceğini belirlenmiştir. Araştırma sonuçları, küçük miktarda denizel mikro alg ilavesinin yemlerde mineral karışımı ile ikame edilebileceği bildirilmektedir (Fábregas ve Herrero, 1986).

Mikro alg türlerinin Türkiye'de üretimi, Su Ürünleri Yetiştiriciliği kapsamına girmekte olup, Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı'ndan üretim iznine tabidir. Ülkemizde gelişmeye açık bir sektör olmakla birlikte, ekonomik bir mikro alg türü olan *Spirulina*'nın ticari üretimi, özel işletmeler tarafından yapılmaktadır.

2.2. Makro Alglerin Balık Yemlerinde Kullanımı

Balık yetiştiriciliğinde makro algler, atık suların arıtılmasında ve balık yemlerinde yem hammaddesi olarak kullanılmaktadır. Son yıllarda kullanılabilirliği araştırılan makro algler arasında; *Ulva* sp. (Wassef ve ark., 2001; Valente ve ark., 2006; Güroy ve ark., 2007; Diler ve ark., 2007; Ergün ve diğ., 2009), *Cystoseira* sp. (Güroy ve ark., 2007), *Gracilaria* (Valente ve ark., 2006), *Porphyra* (Davies ve ark., 1997) ve *Ascophyllum* (Nakagawa, 1997) yer almaktadır.

Gökkuşacağı alabalığı yemlerinde makro alglerin kullanımı özellikle de ham *Ulva* ununun balıkların büyüme performansı üzerine etkilerinin incelendiği sınırlı sayıda bilimsel çalışmaya rastlanılmıştır.

Yıldırım ve ark. (2009) iki deniz yosununu (*Ulva lactuca* ve *Enteromorpha linza*) gökkuşacağı alabalığı rasyonunda sadece % 10 oranında denemiler ve balıkların büyüme performansı, yem değerlendirmesi ve vücut kompozisyonu üzerine etkisini incelemiştir. Deniz yosunu içermeyen kontrol grubu ile *U. lactuca* ve *E. linza* unu ihtiva eden gruplar arasında ağırlık artışı, spesifik büyüme oranı, nispi büyüme oranı ve yemden yararlanma yönünden farklılık istatistik olarak önemli bulunmuştur ($p<0,05$). % 10 *E. linza* unu içeren grupta, yem değerlendirmenin en düşük olduğu tespit edilmiştir ($p<0,05$). Net protein kullanım oranı, protein verimlilik oranı ve toplam yem alımı *U. lactuca* ve *E. linza* içerikli rasyonlarda kontrol grubuna nazaran nispeten daha düşük bulunmuştur ($p<0,05$). Deneme sonunda, balık etinde yapılan ham protein, ham yağ ve ham kül oranı deneme başlangıç değerleri ile karşılaştırıldığında tüm deneme gruplarında daha yüksek bulunmuştur ($p<0,05$). Bu çalışmadan elde edilen sonuçlar, gökkuşacağı alabalığı rasyonlarında %10

seviyesinde *U. lactuca* ve *E. linza* kullanmanın kontrol grubuna göre, balıkların daha düşük bir büyüme ve yem değerlendirmesine neden olduğu rapor edilmiştir.

Dantagnan ve ark. (2009) bir makro alg türünün (*Macrocystin pyrifera*) dört farklı oranda (%0, 1,5, 3 ve 6) gökkuşuğu alabalığı yemlerine ilavesinin balıkların büyüme performansı ve yağ asidi kompozisyonu üzerine olan etkilerini araştırmışlardır. Alabalık yemlerine makroalg ilavesi, kaslardaki protein ve lipit içeriğini arttırmamış ama %3 – 6 oranında alg ilavesi özellikle EPA, DHA ve LIN gibi PUFA'ların (Poly Unsaturated Fatty Acid - PUFA) yükselmesine katkıda bulunmuştur.

Son yıllarda, alabalık türü dışında hem tatlı su hem deniz balıklarında bazı makro alglerin etkileri araştırılmıştır. Nakagawa ve ark. (1985a) tarafından yapılan bir çalışmada, *Seriola quinqueradiata* türünün yemlerine %5 oranlarında katılan *Ulva* ununun, Protein Verimlilik Oranını (PVO) ve Yem Dönüşüm Oranını (YDO) olumlu yönde etkilediğini, %10 ve daha yüksek seviyelerde *Ulva* unu ilave edilen yemlerle beslenen balıkların PVO ve YDO değerlerini olumsuz yönde etkilediğini bildirmişlerdir.

Nakazoe ve ark. (1986), *Girella punctata* balıklarının yemlerine %5 oranında planktonik alglerden *Chlorella* ve *Spirulina* ile makro alglerden *Ulva* unu ilave edildiğinde kontrol grubuna göre daha fazla ağırlık artışı sağladığını bildirmişlerdir.

Nakagawa ve ark. (1987) tarafından, *Acanthopagrus schlegeli* türünün yemine %10 *Ulva pertusa* ilave edilmiş ve balıklar 143 gün boyunca beslenmişlerdir. Deneme sonunda, *Ulva* ilave edilen yemlerin balıkların trigliserid kompozisyonunu etkilediği ve toplam vücut yağında kontrol grubuna göre bir artış olduğu bildirilmiştir. *Ulva* ile beslenen grupta, yemdeki yağ ve balığın yağ kaynakları arasındaki benzerlik oldukça yakın bulunmuştur. Balıklar 138 gün kışlatmaya alındığında ise, kontrol yemi ve *Ulva* içeren yemlerle beslenmiş grup arasında yağ kaynaklarının kullanımı bakımından farklılıklar belirlenmiştir. *Ulva* içeren yemlerle beslenen balıklarda, kas yağları, iç organlardaki yağlardan öncelikli olarak enerji kaynağı olarak tüketilmiştir. Kontrol yemi ile beslenen balıklarda esansiyel yağ asitleri yağ kaynaklarından seçilerek tüketilirken, *Ulva* ile beslenen grupta tüm yağ asitleri eşit bir şekilde kullanılmıştır. Alg ununun yemsel bir protein kaynağı olarak balık büyümede etkisinin az olduğu bilinmesine karşın, bazı fizyolojik aktivitelerin gelişiminde önemli rol oynadığı ve yemlere *Ulva* unu ilavesinin, yağların birikimi ve harekete geçirilmesi gibi yağ metabolizması etkinleştirilmesi ile bağlantılı olduğu sonucuna varılmıştır.

Satoh ve ark. (1987), %5 *Ulva* unu ilavesinin fangri (*Pagrus major*) balıklarında bazı patolojik bulgular vasıtasıyla hastalıklara dayanıklılığı üzerine etkili olduğunu

bulmuşlardır. *Ulva* unu içeren yemlerle besleme; büyümeyi etkilemez iken, *Pasturella piscicida*'ya karşı granülositlerin fagositosizini zenginleştirdiğini, kandaki lenfosit sayısını arttırdığı gözlenmiştir.

Hashim ve Mat-Saat (1992), yılan baş balığının (*Channa striatus*) yem rasyonunda kahverengi alglerden *Sargassum* spp., *Polycavernosa* spp., yeşil alglerden *Ulva* spp. ve kırmızı alglerden *Gracilaria* spp. ve karragen, katkı maddesi olarak kullanmış ve bu alglerin yemin fiziksel kalitesi ile balıkların büyüme performansı üzerine etkilerini araştırmışlardır. Deneme yemlerinde her alg ayrı olarak buğday unu yerine %5 ilave edilmiştir. Karragen ve *Ulva* unu içeren yemlerin diğer yemlere göre suya daha dayanıklı olduğu, daha iyi büyüme performansı ve yem değerlendirme oranı sağladığı saptanmıştır.

Nakagawa ve ark. (1993), %0 ile %15 arasında *Ulva* unu ilave edilen yemlerin, *Acanthopagrus schlegeli* türü balıkların, beslenmesi ve açlık durumundaki etkilerini araştırmışlardır. Deneme sonucuna göre, %0 ve %15 *Ulva* içeren yemlerle beslenen balıklarda önemli bir ağırlık kaybı gözlemlendiği, %2,5, %5 ve %10 *Ulva* içeren yemlerle beslenen balıklarda ise önemli bir ağırlık kaybı olmadığı ve *Ulva* ununun yem katkı maddesi olarak ticari yemlerde kullanılabileceği bildirilmiştir.

Mustafa ve ark. (1995), fangri balıklarında benzer protein içeriğine sahip yemlere *Ascophyllum*, *Porphyra* ve *Ulva* unlarını %3 ile %5 oranında ilave etmişler, yemdeki alg unu seviyesinin artması ile birlikte balıkların son vücut ağırlığı, günlük büyüme oranı, yem değerlendirme oranı, protein değerlendirme oranı ve kaslardaki protein depolanmasının arttığını bildirmişlerdir. Ayrıca, *Porphyra*'nın etkilerinin; *Ascophyllum* ve *Ulva* ununa nazaran daha yüksek olduğu ve bütün alg grubu içeren yemlerle beslenen balıkların kaslarındaki trigliserid birikimi ve karaciğerdeki glikojen birikiminin daha yüksek olduğu rapor edilmiştir. Çalışma sonuçları, kültür balıklarında etkili besin kullanımı için, bir yem katkısı olarak alglerin kullanımının pratik bir uygulama olabileceğini önermektedir.

Hashim ve Hassan (1995) yılan baş balıklarının yemlerine, buğday unu yerine *Ulva* unu ilavesinin, bağlayıcı olarak ticari yemlerde kullanılabilirliği ve büyüme performansı üzerine etkisini incelemek amacıyla, yemlere buğday unu yerine %20, %15, %10, %5 ve %0 oranlarında *Ulva* unu ilave etmişlerdir. En iyi yem dönüşüm oranı, %5 *Ulva* içeren yemlerle beslenen balık gurubunda olduğu tespit edilmiştir. *Ulva* ununun %5 ile 20 oranları arasında yemlere ilavesinin bağlayıcılık anlamında buğday unu kadar başarı sağladığı belirlenmiştir.

Wassef ve ark. (2001) tarafından, kefal balıklarının (*Mugil cephalus*) yemlerine balık unu yerine ucuz ve yerel bir hammadde olan *Ulva* ununu %10, 15, 20 ve 25 oranlarında

ilave edilmiştir. Başlangıç ağırlığı 6,4 gr olan balıklarda 15 hafta sonunda en iyi ağırlık artışı ve yem dönüşüm oranı %20 *Ulva* unu içeren ve E vitamini ile zenginleştirilmiş mayalı yemlerle beslenen balıklarda belirlendiği bildirilmektedir. Çalışma sonunda bu yemlerle beslenen balıkların elektron mikroskobu ile kasları üzerinde yapılan incelemede kas kalitesinin ve sıklığının geliştiği belirtilmektedir.

Valente ve ark. (2006) tarafından, denizel makro alglerden *Gracilaria bursa-pastoris*, *Ulva rigida* ve *Gracilaria cornea* türleri, %5 ve %10 oranlarında hidrolize balık proteini yerine yem bileşeni olarak başlangıç ağırlıkları 4,7 gr olan levrek balıklarının yemlerinde değerlendirilmiş ve vücut kompozisyonu, besin kullanımı ve büyüme performansı üzerine olan etkilerini araştırmışlardır. 10 hafta sonunda, %10 *Gracilaria cornea* içeren yemlerle beslenen levreklerin büyüme performansında önemli derecede azalma ve yem dönüşüm oranında da artış görülmüştür. *Gracilaria cornea* içeren yemlerle beslenen balıkların kül içeriği diğer yemlerle beslenen balıklara göre daha yüksek bulunurken, yağ sindirilebilirliği kontrol yemi ile beslenen balıklara göre daha düşük bulunmuştur. Çalışma sonuçlarına göre *Gracilaria bursa-pastoris* ve *Ulva rigida* levrek balıklarının yemlerinde, büyüme performansı, besin kullanımı ya da vücut bileşenlerine olumsuz bir etki yapmadan %10'a kadar, *Gracilaria cornea* ise %5'e kadar kullanılabilceğini önermektedir.,

Güroy ve ark. (2007) tilapia balığının (*Oreochromis niloticus*) yeminde buğday unu yerine %5, 10 ve 15 oranlarında *Ulva rigida* ve *Cystoseira barbata*'nın balıklar üzerine olan etkilerini araştırmışlardır. %15 *Ulva* içeren yemler, en düşük büyüme performansına ve yüksek bir yem dönüşüm oranına sebep olmuştur. %15 oranında alg içeren yemlerle beslenen gruplarda protein ve enerji kullanımında azalma eğilimi gözlenmiştir. *Ulva* unu seviyesinin artmasıyla karkas yağ seviyesinde bir azalma olurken, *Cystoseira* unu seviyesinin artması ile karkastaki yağ oranında artış gözlenmiştir. Deneme grupları arasında bir fark olmamasına rağmen, %5 alg unu içeren yemler kontrol yemine ve diğer yemlere göre daha iyi yem dönüşümü ve büyüme sağladığı belirlenmiştir. Çalışma sonunda tilapia yemlerinde %10'a kadar *Ulva* unu, %15'e kadar *Cystoseira* unu kullanılabilceği tespit edilmiştir.

Diler ve ark. (2007) sazan balıklarının yemlerinde *Ulva* unu buğday unu yerine %5, 10, 15 ve 20 oranlarında ikame edilmiştir. En iyi büyüme performansı %5 *Ulva* unu içeren yemlerle beslenen balıklarda belirlenirken, en düşük büyüme performansı %20 *Ulva* içeren yemlerle beslenen balıklarda kaydedilmiştir. Yemlerde *Ulva* seviyesinin artmasıyla vücut

yağ oranında bir artma eğilimi gözlemlendiği bildirilmektedir. Çalışma sonuçlarında, sazan yemlerinde %15'e kadar *Ulva* ununun kullanılabilmesi önerilmektedir.

Azaza ve ark. (2008), tilapia balıklarının (*Oreochromis niloticus*) yemlerine soya unu yerine %10, 20 ve 30 oranlarında *Ulva* unu ilave etmişlerdir. %30 *Ulva* unu içeren yemlerle beslenen balıklarda en düşük büyüme performansı ve protein sindirilebilirliği görülürken, yemlerdeki *Ulva* içeriğinin artmasıyla yem dönüşüm oranının ve net protein sindirilebilirliğinin de önemli derecede arttığını belirtmişlerdir. *Ulva* içeriğinin artmasıyla net protein sindirilebilirliğinin artması, sindirilemeyen lif içeriğinin ve besinsel olmayan faktörlerin yüksek olmasına bağlanmıştır. *Ulva* içeriğinin artması ile vücut yağ içeriği azalma eğilimi göstermiştir. Çalışma sonuçlarına göre kontrol yemi ile aralarında önemli bir fark olmaması nedeniyle, tilapia yemlerinde %20'ye kadar zararlı bir etkisi olmadan *Ulva* ununun kullanılabilmesi önerilmektedir.

Ergün ve ark. (2009) tarafından, tilapia yemlerine düşük oranda (%5) *Ulva* ilavesinin çeşitli seviyedeki yağ oranları (%10-%20) ile arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Yemdeki yağ seviyelerine bakılmaksızın %5 *Ulva* unu içeren yemlerle beslenen balıklar, *Ulva* unu içermeyen yemlerle beslenen balıklara göre daha iyi bir büyüme performansı, yem dönüşüm oranı, protein verimlilik oranı ve spesifik büyüme oranı sergilediği bildirilmiştir. %5 *Ulva* içeren yemlerle beslenen balıkların karkas yağ içeriği önemli derece az bulunmuştur. Çalışma sonunda, kültür balığında yüksek yağlanmanın et kalitesini azaltacağı için, yemlerde uygun miktarda alg kullanımının yağ metabolizmasına olumlu etkileri olabileceği rapor edilmiştir.

Makro alglerin balık yemlerinde kullanımı üzerine yapılan çalışmalarda, az miktarda alg unu kullanımının olumlu etkileri olmasına karşın, yemlerdeki alg seviyesinin artmasıyla, içerebileceği besinsel olmayan faktörler nedeniyle büyüme ve yem kullanımının olumsuz etkilendiği bildirilmektedir (Valente ve ark., 2006; Güroy ve ark., 2007; Azaza ve ark., 2008). Balık yemlerinde yüksek seviyelerde bitkisel kaynakların kullanımı büyüme, sindirim ve metabolik süreçte oluşabilen bazı problemlere yol açmaktadır (Glencross ve Hawkins, 2004). Bu problemlerin ortaya çıkmasının sebebi olarak, bitkisel kaynaklarda bulunan bazı besinsel olmayan faktörler gösterilmektedir (Francis ve ark., 2001; Glencross ve ark., 2003). Ancak bu bileşenler, ısı işlem, enzim ve kimyasal uygulamalar ile azaltılabilmekte ve besin kalitesi geliştirilebilmektedir. Bitkisel kaynakların ham protein sindirilebilirliği, genellikle balık unundan daha düşüktür. Bitkisel protein ve enerji sindirilebilirliklerini geliştirmek, protein konsantrasyonlarını artırmak ve

besinsel olmayan faktörleri azaltmak için (Thiessen ve ark., 2003), çeşitli ısı işlem yöntemleri uygulanmaktadır.

Bu tezde kullanılan denizel makro alglerden *Ulva rigida* otoklav cihazında ısı işleme tabi tutulmakla beraber, yapılan literatür araştırmalarında alglere ısı işlem uygulaması ile ilgili bir araştırmaya rastlanmamıştır. Ancak alabalık yemlerinde kullanılmak üzere diğer bitkisel kaynaklara uygulanan ısı işlemin etkileri ile ilgili çalışmalar mevcuttur.

Karbonhidratlar, Salmonid yemlerinde daha çok ucuz yemsel enerji kaynağı olarak kullanılmaktadır. Gökkuşluğu alabalığı yemlerinde karbonhidrat kaynaklarındaki nişasta, ısı uygulaması yolu ile jelatinize edilerek yemin besin sindirilebilirliği (Kim ve Kaushik, 1992) arttırılabilmekte ve balığın büyüme performansı geliştirilebilmektedir (Kaushik ve ark., 1989). İşlenmemiş nişastanın net sindirilebilirlik katsayısı %30–40 iken, jelatinize olmuş nişastanın net sindirilebilirlik katsayısı %87–90'dır (Bergot ve Breque, 1983). Ancak, yemsel bileşim oranı (Kim ve Kaushik, 1992; Brauge ve ark., 1994) ve yem alımının (Bergot ve Breque, 1983) artması ile nişasta sindirilebilirliği azalmaktadır. Bunun nedeni olarak, gökkuşluğu alabalığında α -amilaz aktivitesinin düşük olması gösterilmektedir (Hofer ve Sturmbauer, 1985).

Arndt ve ark. (1999) tarafından yapılan çalışmada soya unu, çeşitli sürelerde (10, 20, 40, 60, 90 ve 120 dakika) 1.7 atm basınçta 121 °C'de otoklav cihazında buhar basıncına maruz bırakıldığında, 20 dakikalık uygulanan ısı uygulaması sonucunda hazırlanan yemler, tripsin inhibitörünün aktivitesini azaltarak, protein sindirilebilirliğini arttırmıştır. Ayrıca balık unundan sağlanan protein yerine, %15 oranında soya unu ikame edilmesi ile başarılı sonuçlar elde edilmiştir. Isıl işlem görmemiş soya unu içeren yemlerle beslenen salmon balıklarında düşük yem alımı gözlenirken, daha düşük bir ağırlık artışı tespit edilmiştir.

Tahıl ürünlerinden elde edilen hammaddelerdeki besinsel olmayan faktörleri etkisiz hale getirmek için çeşitli ısı uygulamaları üzerinde çalışılmıştır. Otoklavlama, kızartma ve ekstrüzyon tekniği ile pişirme tahıl ürünlerinin besin değerini geliştirmektedir. Conan ve Carre (1989), 3 dakika 130 °C'de 170 kpa basınç altında otoklavlanan bezelye unu içeren yemler ile tavukları beslemiş ve net metabolik enerji, protein ve nişasta sindirilebilirliğinin arttığını tespit etmişlerdir. Otoklav ile ısı işlem uygulamasının etkisi, sıcaklık ve ısıtmanın uygulanma süresine bağlıdır.

Aşırı ısı uygulaması bazı amino asitlerin kullanılabilirliğini azaltabilmektedir. Bu nedenle en önemli nokta, amino asit kaybını minimize ederken, besinsel olmayan faktörlerin maksimum etkisiz hale getirilmesi için en uygun ısı uygulamasını belirlemektir (Wirawan, 1997).

BÖLÜM 3 MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Deneme Yeri

Besleme denemeleri, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi bünyesinde Canlı Kaynaklar Ünitesi'nde bulunan yarı-kapalı devre olarak çalışan, 150 litre su kapasitesi olan 21 adet fiberglas tanktan oluşan araştırma sisteminde, Haziran -Eylül 2007 tarihleri arasında yürütülmüştür.

3.2. Deneme Balıkları

Ülkemizde üretimi en çok yapılan, yetiştirilmesi ve bakımı kolay, eti lezzetli ve tüketimi bol bir tatlısu balığı olan gökkuşağı alabalığı deney balığı olarak seçilmiştir.

Denemede kullanılan gökkuşağı alabalıkları (*Oncorhynchus mykiss*), Çanakkale ili Evciler köyünde bulunan özel bir alabalık üretim işletmesinden aynı yaşta ve büyüklükte temin edilerek, Su Ürünleri Fakültesi Canlı Kaynaklar Ünitesi'ne getirilmiştir. Besleme denemeleri başlamadan iki hafta önce, balıklar deneme ortamına adapte edilerek ticari bir alabalık yemi (%45 protein, %14 yağ; Pınar Yem, İzmir, Türkiye) ile beslenmiştir. Deneme başlangıcında her tanka başlangıç ağırlığı ortalama 7,9 gr olan 20 adet gökkuşağı alabalığı konmuştur.

3.3. Deneme Dizaynı

Bu tez çalışmasında bir laboratuvar denemesi ve iki besleme denemesi olmak üzere üç farklı araştırma yürütülmüştür. Deneme 1'de farklı sürelerde (5, 10, 15, 20, 25, 30, 35 ve 40 dakika) 121 °C'de 1 atm basınç altında *Ulva ridiga* otoklavlanmış ve jelatinizasyon derecesi ile protein çözünürlük testlerine göre en iyi otoklavlama süresi tesbit edilmiştir. Deneme 2'de gökkuşağı alabalığının yem rasyonunda, otoklavlanmış *Ulva* unu (OU) (%5-OU5 ve %10-OU10) ve ham *Ulva* unu (HU) (%5-HU5 ve %10-HU10) buğday unu yerine ikame edilmiştir. Deneme 3'de alabalık rasyonuna, balık unu yerine *Spirulina* (S) %5 (S5) ve %10 (S10) ikame edilmiştir. Her iki besleme denemesinde de Kontrol yemlerinde (K) hiçbir alg unu kullanılmamıştır.

Deneme tanklarının pozisyon etkisini en aza indirmek için deneme gruplarındaki tankların yerleri rastgele belirlenmiştir. Besleme denemelerinde başlangıç ağırlığı ortalama 7,9 gram olan yavru gökkuşağı alabalığı kullanılmıştır. Balıklar 150 lt kapasiteli fiberglas

tanklarda, günde 3 kez (08:00, 12:00 ve 17:00) doyana kadar el ile 12 hafta boyunca yemlenmişlerdir. Bütün denemelerde, su sıcaklığı, pH ve çözünmüş oksijen günlük olarak YSI marka seyyar su probu ile ölçülmüştür. Besleme denemelerinde su sıcaklığı, çözünmüş oksijen ve pH sırasıyla $16,0 \pm 1,5$ °C; $7,9 \pm 0,4$ mg/L ve $7,6 \pm 0,3$ olarak ölçülmüştür. Bütün denemelerde, balıkların yem tüketim miktarları günlük olarak kaydedilmiştir. Tüm deneme grupları 3 tekerrürlü olarak dizayn edilmiş ve iki hafta aralıkla balık ağırlıkları biomas olarak tartılmıştır.

3.4. Deneme Yemleri

Yem yapımında hammadde olarak balık unu (hamsi, menşei: Karadeniz Bölgesi), soya unu, mısır gluteni, *Ulva* unu (menşei: Çanakkale Boğazı), *Spirulina* unu (menşei: Ç.O.M.Ü.), buğday unu, balık yağ (hamsi, menşei: Karadeniz Bölgesi), vitamin ve mineral premiksleri kullanılmıştır. Denemelerde kullanılan hammaddelerin besin kompozisyonları Çizelge 1’de sunulmuştur.

Deneme yemleri, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yem ve Balık Analiz Laboratuvarlarında hazırlanmıştır. Yem yapımından önce, her hammadde elenmiş ve tüm rasyon bileşenleri laboratuvar tipi mikserde karıştırılmıştır. Elde edilen karışıma, rasyonda belirtilen miktarda yağ ve su ilavesinin ardından hamur elde edilmiştir. Hamur, yavru balıkların ağız açıklığına uygun olan çapta (2 mm) kıyma makinesinden çıkartılmıştır. Elde edilen peletler 40 °C’de 12 saat süre ile kurutulmuştur. Hazırlanan yemler plastik poşetlere konularak kimyasal analizler ve besleme çalışmasında kullanıncaya kadar -20 °C de saklanmıştır. Deneme 1’de kullanılan yemlerin formulasyonu ve kimyasal kompozisyonu Çizelge 2’de ve yağ asidi profili ise Çizelge 3’te sunulmuştur. Deneme 2’de kullanılan yemlerin formulasyonu ve kimyasal kompozisyonu Çizelge 4’de ve yağ asidi profili ise Çizelge 5’te verilmiştir.

Çizelge 1. Denemelerde kullanılan yem hammaddelerinin kimyasal kompozisyonu (%)

%	Balık Unu	Buğday unu	Soya Küspesi	<i>Spirulina</i> unu	<i>Ulva</i> unu	Otoklav. <i>Ulva</i>
Ham Protein	64,07	12,09	45,99	60,00	16,00	19,69
Ham Yağ	6,90	1,96	1,39	7,00	0,50	1,08
Ham Kül	18,61	3,37	7,28	10,00	24,00	23,60
Ham Selüloz	0,52	2,02	5,28	3,00	5,80	5,30
NÖM*	9,90	80,56	40,06	20,00	53,70	50,42

*NÖM: Nitrojensiz Öz Madde = {100 – (protein + yağ + kül + selüloz)}

Çizelge 2. Besleme Denemesi 1'in yem formulasyonu ve kompozisyonu (%)

	K	HU5	HU10	OU5	OU10
Balık Unu¹	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00
Ulva Unu²	-	5,00	10,00	-	-
Otoklavlanmış Ulva²	-	-	-	5,00	10,00
Soya Küspesi³	24,50	24,50	24,50	24,50	24,50
Buğday Unu⁴	14,00	9,00	4,00	9,00	4,00
Balık Yağı⁵	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00
Vitamin⁶	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90
Mineral⁷	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60
Yemlerin Kimyasal Kompozisyonu (% Kuru Madde)					
Protein (N*6,25)	45,00	45,20	45,20	45,40	45,90
Yağ	14,10	14,00	14,00	14,00	13,90
Kül	9,05	11,60	11,38	11,14	10,82
Selüloz	1,84	2,03	2,21	1,90	2,13
NÖM⁸	30,01	27,17	27,21	27,56	27,25
Gross Enerji (MJ/kg)⁹	21,40	20,92	20,92	21,03	21,06
P:E (mg protein kJ⁻¹ enerji)	21,03	21,61	21,60	21,59	21,80

¹ Hamsi balık unu. Can Kardeşler Balık Unu Şirket, Samsun

² Çanakkale Boğazı Kıyıları

³ Abalıoğlu Yem ve Gıda Sanayi, Denizli

⁴ Kepez Un, Çanakkale

⁵ Hamsi balık yağı. Can Kardeşler Balık Unu Şirket, Samsun

⁶ Vitamin premiks: vitamin A: 342 IU; vitamin D₃: 329 IU; vitamin E: 0.0274 IU; vitamin K₃: 5.48 mg; vitamin B₁: 2.05 mg; vitamin B₂: 3.42 mg; vitamin B₃: 20.5 mg; vitamin B₅: 5.48 mg; vitamin B₆: 2.05 mg; vitamin B₁₂: 2.74 mg; vitamin C: 24.0 mg, Kartal Kimya San. ve Tic., Kocaeli

⁷ Mineral premiks: biotin: 0.411 mg; folic acid: 0.685 mg; Zn: 12.3 mg; Mn: 4.80 mg; Cu: 1.64 mg; I: 0.274 mg; Se: 0.0274 mg; Ca: 125 mg; K: 189 mg, Kartal Kimya San. ve Tic., Kocaeli

⁸ NÖM: Nitrojensiz Öz Madde = {100 – (protein + yağ + kül + selüloz)}

⁹ Enerji çevirim katsayıları: Protein 23,7 kJ/gr; Lipit 39,5 kJ/gr; Karbonhidrat 17,2 kJ/gr.

Çizelge 3. Besleme Denemesi 1'deki yemlerin yağ asidi içeriği (%)

	K	HU5	HU10	OU10	OU5
14:00 Myristik asit	5,31	5,32	5,71	5,15	5,81
15:00 Pentadecanoik asit	0,93	0,76	0,93	0,72	0,89
16:00 Palmitik asit	21,32	20,66	21,74	20,82	22,78
17:00 Margarik asit	0,85	0,75	0,81	0,73	1,04
18:00 Stearik asit	4,72	4,21	4,44	4,16	4,76
20:00 Araşidik asit	1,05	0,80	0,98	0,75	1,18
Σ Doymuş ^a	34,18	32,50	34,62	32,34	36,46
18:1n-9 Oleik asit	18,31	17,77	17,65	17,88	19,80
18:1n-7 Vaccenik asit	2,04	2,44	2,47	2,70	3,51
C20:1n9 Eikosenoik asit	1,26	1,20	1,21	1,20	1,28
Σ Tekli Doymamış ^b	21,61	21,42	21,33	21,78	24,59
18:2n-6 Linoleik asit	5,52	5,50	5,26	4,79	5,22
18:3n-6 Gama-linoleik asit	0,37	0,17	0,23	0,19	0,28
20:3n-6 Dihomo-gamma-linolenik asi	0,09	0,09	0,10	0,10	0,10
20:4n-6 Arachidonik asit	0,16	0,15	0,14	0,14	0,34
18:3n-3 Linolenik asit	1,45	1,58	1,68	1,49	1,36
18:4n-3 Stearidonik asit	1,40	2,00	1,58	2,04	1,25
20:3n-3 Eikosatrienoik asit	0,77	0,80	0,79	0,70	0,85
20:5n-3 Eicosapentaenoik asit (EPA)	8,03	9,42	8,55	10,46	8,99
22:5n-3 Docosapentaenoik asit (DPA)	0,78	0,98	0,82	1,02	0,85
22:6n-3 Docosaheksaenoik asit (DHA)	16,43	17,53	16,31	18,15	17,93
Σ Çoklu Doymamış ^c	35,02	38,22	35,47	39,08	37,19
Σ n-6	6,15	5,91	5,73	5,22	5,94
Σ n-3	28,87	32,31	29,74	33,86	31,24

^a Dahil: 21:00, 22:00, 23:00, 24:00.

^b Dahil: 14:1, 15:1, C16:1, C17:1, 22:1n9.

^c Dahil: 18:4n-3, 20:3n6.

Çizelge 4. Besleme Denemesi 2'nin yem formülasyonu ve kompozisyonu (%)

	K	S5	S10
Balık Unu¹	50,00	45,00	40,00
<i>Spirulina Unu²</i>	-	5,00	10,00
Soya Küspesi³	24,50	24,50	24,50
Buğday Unu⁴	14,00	14,00	14,00
Balık Yağı⁵	10,00	10,00	10,00
Vitamin⁶	0,90	0,90	0,90
Mineral⁷	0,60	0,60	0,60
<i>Yemlerin Kimyasal Kompozisyonu (% Kuru Madde)</i>			
Protein (N*6,25)	45,00	44,80	44,60
Yağ	14,10	14,10	14,10
Kül	9,05	11,13	10,70
Selüloz	1,84	1,96	2,08
NÖM⁸	30,01	28,01	28,52
Gross Enerji (MJ/kg)⁹	21,40	21,00	21,05
P:E (mg protein kJ⁻¹ enerji)	21,03	21,33	21,19

¹ Hamsi balık unu. Can Kardeşler Balık Unu Şirket, Samsun

² Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fikotron Ünitesi

³ Abalıoğlu Yem ve Gıda Sanayi, Denizli

⁴ Kepez Un, Çanakkale

⁵ Hamsi balık yağı. Can Kardeşler Balık Unu Şirket, Samsun

⁶ Vitamin premiks: vitamin A: 342 IU; vitamin D₃: 329 IU; vitamin E: 0.0274 IU; vitamin K₃: 5.48 mg; vitamin B₁: 2.05 mg; vitamin B₂: 3.42 mg; vitamin B₃: 20.5 mg; vitamin B₅: 5.48 mg; vitamin B₆: 2.05 mg; vitamin B₁₂: 2.74 mg; vitamin C: 24.0 mg, Kartal Kimya San. ve Tic., Kocaeli

⁷ Mineral premiks: biotin: 0.411 mg; folic acid: 0.685 mg; Zn: 12.3 mg; Mn: 4.80 mg; Cu: 1.64 mg; I: 0.274 mg; Se: 0.0274 mg; Ca: 125 mg; K: 189 mg, Kartal Kimya San. ve Tic., Kocaeli

⁸ NÖM: Nitrojensiz Öz Madde = {100 – (protein + yağ + kül + selüloz)}

⁹ Enerji çevirim katsayıları: Protein 23,7 kJ/gr; Lipit 39,5 kJ/gr; Karbonhidrat 17,2 kJ/gr.

Çizelge 5. Besleme Denemesi 2'deki yemlerin yağ asidi içeriği (%)

	K	S5	S10
14:00 Myristik asit	5,3	6,4	5,2
15:00 Pentadecanoik asit	0,9	0,9	0,9
16:00 Palmitik asit	21,3	22,7	21,0
17:00 Margarik asit	0,8	0,9	0,8
18:00 Stearik asit	4,7	5,0	4,3
20:00 Araşidik asit	1,1	1,1	1,0
ΣDoymuş ^a	34,9	37,7	34,0
18:1n-9 Oleik asit	18,3	16,2	17,5
18:1n-7 Vaccenik asit	2,0	2,2	2,0
C20:1n9 Eikosenoik asit	1,3	1,1	1,2
ΣTekli Doymamış ^b	30,0	27,5	28,5
18:2n-6 Linoleik asit	5,5	5,8	6,4
18:3n-6 Gama-linoleik asit	0,4	0,2	0,9
20:4n-6 Arachidonik asit	0,2	0,1	0,2
18:3n-3 Linolenik asit	1,4	1,4	1,5
20:3n-3 Eikosatrienoik asit	0,8	0,6	0,8
20:5n-3 Eicosapentaenoik asit (EPA)	8,0	8,6	8,2
22:5n-3 Docosapentaenoik asit (DPA)	0,8	0,6	0,8
22:6n-3 Docosaheksaenoik asit (DHA)	16,4	16,1	17,0
ΣÇoklu Doymamış ^c	35,0	34,7	37,4
Σ n-6	6,1	6,2	7,7
Σ n-3	28,9	28,5	29,8

^a Dahil: 21:00, 22:00, 23:00, 24:00.

^b Dahil: 14:1, 15:1, C16:1, C17:1, 22:1n9.

^c Dahil: 18:4n-3, 20:3n6.

3.5. Denemede Kullanılan Alg Türleri

3.5.1. *Spirulina platensis*

Spirulina, mavi-yeşil alglerden mikroskobik bir yosun türü olup, cinsinin 13 farklı türünden biri olan *Spirulina platensis*'in (botanikçiler tarafından bu tür için günümüzde daha ziyade *Arthrospira platensis* tanımı kullanılmaktadır) ticari boyutta geçerli ismidir.

Spirulina platensis için bilimsel sınıflandırılması:

Üst âlem	: <i>Bacteria</i>
Âlem	: <i>Cyanobacteria</i>
Bölüm	: <i>Cyanophyceae</i>
Sınıf	: <i>Oscillatoriales</i>
Cins	: <i>Spirulina</i>
Tür	: <i>platensis</i>

Spirulina, spiral halka şeklinde ve mikroskobik bir algdir (Becker, 1994). *Spirulina*'nın çevre kirliliğine sebep olmaması ve üretiminden hasat zamanına kadar katkı maddesinin kullanılmaması, yetiştiriciliğini cazip hale getirmektedir (Borowitzka, 1988).

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi'ne ait Dardanos Yerleşkesi'nde Alg Üretim Serasında (Fikotron), *Spirulina platensis* (*Cyanophyceae*) üretimi yapılmaktadır. Denemede kullanılan mikroalgler *Spirulina platensis* Ç.O.M.U. Su Ürünleri Fakültesi Fikotron Tesisi'nde üretilmiş ve süzülüp kurutularak un haline getirilmiştir.

3.5.2. *Ulva rigida*

Ulvales üyeleri çok çeşitli ortam şartlarında yaşayabilme ve adapte olabilme özelliğine sahiptir. Denizlerin sığ bölgelerinde yayılım göstermektedir (Portugal ve ark., 1983; Algaebase, 2007).

Bu araştırmada kullanılan *Ulva rigida*'nın sistematikteki yeri aşağıdaki gibidir.

Phylum	: <i>Cryptogamae</i> (Çiçeksiz Bitkiler –Kriptogam-)
Şube	: <i>Thallophyta</i>
Sınıf	: <i>Chlorophyceae</i>
Takım	: <i>Ulvales</i>
Familya	: <i>Ulvaceae</i>
Cins	: <i>Ulva</i>
Tür	: <i>rigida</i> (Agardh 1822)

Ulva rigida yeşil makro alg sınıfından olup, sığ ve kayalık bölgelerde yetişmektedir. Tallusları birkaç cm'den 30 cm'ye kadar ulaşmaktadır. Renkleri sarımsı-yeşil, ya da yeşile kadar değişen renklerde, küçük tutunucu disk ile bağlanmış, tallusu geniş yapraksı yapıda gelişmiş alglerdir. Özellikle N ve P gibi besleyici elementlerin olduğu bölgelerde toplam

biomaslarının arttığı bildirilmektedir (Bat ve ark., 2001). Türkiye kıyılarında yoğun olarak bulunmaktadır (Cirik ve Cirik, 1999).

Denemede kullanılan makroalg türü Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Dardanos Kampüsü mevki, kıyı kısmının 0-1 m. derinliklerinden Nisan ve Haziran aylarında toplanmıştır. Örnekler, kum, taş ve diğer yabancı maddelerden tatlı suda yıkanarak arındırılmış ve diğer alg türlerinden ayrılmıştır. Temizlenen alg örnekleri otoklav ile ısıtılma işlemi tabii tutularak ve ısıtılma işlemi uygulanmadan Ç.O.M.Ü. Su Ürünleri Fakültesi Dardanos Yem ve Balık Analiz Laboratuvarında bulunan kurutma dolabında 40 °C’ de 24 saat süreyle kurutulmuş ve laboratuvar tipi öğütücüden geçirilerek un haline getirilmiştir.

3.6. *Ulva rigida*’ya Isıl İşlem Uygulanması

Deneme yemlerine otoklavlanmış *Ulva* ilave edilmeden önce, en uygun ısıtılma işlemi uygulama süresi belirlenmiştir. *Ulva rigida* örnekleri 121 °C’de 1 atmosfer basınçta sabit nem seviyesinde, 1 l’ lik beher içinde üzeri alüminyum folyo ile örtülerek, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35 ve 40 dakika otoklav cihazında buhar basıncı uygulanmıştır. Belirlenen sıcaklıkta ve sürelerde ısıtılma işlemi uygulandıktan sonra, otoklavdan çıkarılarak oda sıcaklığında soğutulmuştur. Her ısıtılma uygulaması sonrası *Ulva rigida*, 40 °C’ de fanlı bir kurutma dolabında 24 saat kurutulularak “Otoklavlanmış *Ulva* Unu ” olarak adlandırılmıştır. Yapılan biyokimyasal analiz sonuçlarına göre en uygun ısıtılma işlemi süresi tercih edilmiştir.

3.7. Sindirilebilirlik Denemesi

Sindirilebilir protein ve sindirilebilir yağın ölçüldüğü, sindirilebilirlik çalışmasında içsel bir indikatör olan asitte çözünmeyen kül metodu kullanılmıştır. Yem formülasyonuna herhangi bir indikatör ilave edilmemiştir. Dışkılar besleme denemesinin son dört haftasında, yemlemeden sonraki ilk üç saat içerisinde sifon yöntemi ile toplanmıştır. Toplanan dışkılar aşağıda açıklanan asitte çözünmeyen kül yöntemi ile analiz edilmiştir.

Besin sindirilebilirliği katsayısı ise aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır.

Besin Sindirilebilirliği (%) = $100 - 100 \times [(Rasyondaki\ indikatör / Dışkıdaki\ indikatör) * (Dışkıdaki\ besin\ maddesi / Rasyondaki\ besin\ maddesi)]$

3.8. Örnekleme ve Analiz Yöntemleri

12 hafta sürdürülen besleme denemelerinin sonunda, balıklar bir gün aç bırakıldıktan sonra her tanktan 3 adet balık çıkarılmış ve analizleri yapılana kadar - 25 °C’ de

saklanmıştır. Saklanan balıkların çatal boyları (cm) balık ölçüm tahtası ile, total ağırlık, iç organ ve karaciğer ağırlıkları Scaltec marka iki haneli elektronik terazi kullanılarak ölçülmüştür. Deneme başında ve sonunda rastgele alınan balık örneklerinin, denemelerde kullanılan hammaddelerin ve yemlerin kimyasal kompozisyonları AOAC (2000) prosedürüne göre aşağıda açıklanan yöntemlere göre belirlenmiştir. Sindirilebilirlik denemesinde dışkılar sifon yöntemi ile toplanarak, dışkılar sindirilebilirlik analizi olana kadar donduruldu ve asitte çözünmeyen kül metodu ile de test edildi. Denemede kullanılan balıklar, çalışma boyunca iki haftalık aralıklarla biomas üzerinden tartılmıştır. Denemenin başında ve sonundaki tartımlar da ise balıklar tek tek tartılmıştır.

3.8.1. Nem Tayini

Kuru madde analizi için mikser ile homojenize hale getirilen yem ve balık örnekleri, yaklaşık 5 gr olan örnek, darası alınan kaplara konularak 105 °C’de fan destekli etüvde sabit ağırlığa gelene kadar (24 – 48 saat) kurutulmuştur. Bütün örnekler iki tekerrürlü yürütülmüştür. Nem yüzdeleri aşağıdaki prosedüre uygun şekilde analizi yapılmıştır.

$$\text{Nem (\%)} = (\text{Kuru örnek} + \text{dara ağırlığı (g)} - \text{Başlangıç Örnek Ağırlığı (g)}) / \text{Başlangıç Örnek Ağırlığı (g)} \times 100$$

3.8.2. Ham Protein Tayini

Yem, balık ve dışkı örneklerinin protein içeriklerinin belirlenmesi için Kjeldahl metodu kullanılmıştır. Analizler 3 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Yaklaşık 0,5 gr kuru materyal üçlü tekerrür olacak şekilde sindirim tüpleri içerisine yerleştirilmiştir. Tüplerin içine 1’er adet Kjeldahl katalizör tableti (3 g K₂SO₄, 105 mg. CuSO₄., 5 mg. H₂O ve 105 mg. TiO₂, Thompson ve Capper Ltd, Runcorn, Cheshire) atılmış ve 15 ml sülfürik asit H₂SO₄ örnek ve katalizör tabletin üstüne ilave edilmiştir. Sindirim Gerhardt Kjeldatherm sindirim bloğunda gerçekleştirilmiştir. Örnekler 250 °C’de 30 dakika yakıldıktan sonra, 380 °C’ de 75 dakika yakma işlemine devam edilmiştir.

Yakma işlemine tabi tutulan ve soğuyan örnekler, Gerhardt Vapodest 3S distilasyon ünitesinde % 40’lik NaOH çözeltisi ile nötralize edilmiş ve distile suyla seyreltilmiştir. Örneklerdeki inorganik amonyum 25 ml doymuş borik asit çözeltisine BDH "4,5" indikatörü eklenerek, örneklerdeki inorganik amonyum toplanmıştır. Örnekler 0,1 mol’luk hidroklorik asit (HCl) ile titrasyon yapılmıştır. Kuru örneklerdeki protein yüzdesi şöyle hesaplanmıştır.

$$\% \text{ Ham Protein} = [\text{titrasyonda harcanan} - \text{kör örnek}] \times 0,1 \times 14,007 \times 6,25 / \text{örnek ağırlığı} \times 100$$

Bu Formülde;

0,1 = HCl mol olarak değeri

14,007 = Nitrojenin molekül kütlesi

6,25 = Örneğin nitrojen ve protein içeriği arasındaki ilişkiyi belirleyen sabit katsayıdır.

3.8.3. Ham Yağ Tayini

Balık ve yem örneklerinin yağ içeriklerinin belirlenmesi amacıyla, Soxhlet ekstrasyon yönteminden yararlanılmıştır. 3 gram kuru madde kartuş içinde tartılarak ağız temiz bir pamuk ile tıkanmıştır. Daha sonra etüvde kurutulup soğutulan numaralı balonların darası alınarak cihazın ayrıştırıcı kısmına konulmuştur. Örnekler bir kez petrol eteri ile sifonlama işlemine tabi tutulmuş, ikinci kez yarı seviyeye kadar petrol eteri eklenmiştir. Sonra, 130 cm³ petrol eteri ile 40 dakika boyunca sifonlama işlemine tabii tutularak petrol eteri yağ baloncuğunda toplanmış ve yaklaşık 70 dakika sirkülasyon devam ettirilmiştir. Sifonlama işlemi tekrar yapılarak, yağ baloncuğunda geriye kalan çözelti, buharlaşma yoluyla uzaklaştırılarak, yağ baloncuğunun ağırlık değişimi, örneğin yağ içeriğini orantılı olarak belirlemektedir. Kuru maddedeki yağ oranı aşağıdaki formülde olduğu gibi hesaplanmıştır.

$$\% \text{ Ham Yağ} = \text{Yağ baloncuğunda biriken yağ miktarı (g)} / \text{Örnek ağırlığı (g)} \times 100$$

3.8.4. Ham Kül Tayini

Kuru madde analizi yapılmış 0,5 gr ağırlıktaki örnekler, etüvde kurutulup desikatörde soğutulan porselen kroze ile tartılmıştır. Örnekler, NÜVE marka kül fırınında 525 °C' de 12 saat yakılmıştır. Porselen kapların ağırlık değişimine göre örneğin yüzde olarak kül içeriği aşağıdaki formülle saptanmıştır.

$$\% \text{ Ham Kül İçeriği} = \text{Porselen Kaptaki Ağırlık Değişimi (g)} / \text{Örnek Ağırlığı (g)} \times 100$$

3.8.5. Ham Selüloz Tayini

1 gr kuru örnek 250 ml.'lik bir behere tartılarak, üzerine 100 ml. % 1,25'lik Sülfürik asit (H₂SO₄) eklenip ısıtıcı üzerinde kaynatılmıştır. Kaynama sonrası, karışıma 10 ml % 28'lik Potasyum Hidroksit (KOH) çözeltisi eklenmiş ve 30 dakika daha kaynatılmıştır. Kaynatılan örnekler sıcak olarak süzildükten sonra üzerlerine 10 ml % 1'lik Sülfürik asit (H₂SO₄), sıcak saf su, 10 ml. % 1'lik Sodyum Hidroksit (NaOH), sıcak saf su, sonra tekrar % 1'lik H₂SO₄, 2 defa sıcak su ve son olarak ta saf su eklenerek yıkanmıştır. Süzgeçte kalanlar 105 °C'lik etüvde 1,5 saat kurutulmuş, daha sonra desikatörde soğutulmuş ve tartılmıştır. Bu birinci

tartımdan sonra, 550 °C'lik kül fırınında 30 dakika yakılmış, desikatörde soğutulmuş ve tartılmıştır. Bu ikinci tartımdan sonra aşağıdaki formülle ham selüloz miktarı hesaplanmıştır.

$$\% \text{ Ham Selüloz} = \text{Birinci Tartım (gr)} - \text{İkinci Tartım (gr)} / \text{Örnek Ağırlığı (gr)} \times 100$$

3.8.6. Nitrojensiz Öz Madde (NÖM) Hesaplanması

Yemlerin Nitrojensiz Öz Madde (NÖM) içeriğinin belirlenmesi için, kuru madde üzerinden ham protein, ham yağ, ham kül ve ham selüloz içeriklerinin toplamından 100 çıkarılarak aşağıdaki gibi hesaplanmıştır.

$$\text{NÖM} = 100 - (\text{ham protein} + \text{ham yağ} + \text{ham kül} + \text{ham selüloz})$$

3.8.7. Enerji İçeriğinin Belirlenmesi

Yemlerin enerji içeriği, kimyasal kompozisyon değerlerine dayanarak hesaplanmıştır. Kuru örnekteki protein, yağ ve yemlerin nitrojensiz öz madde ya da karbonhidrat içeriği saptanarak, her biri aşağıdaki katsayılarla çarpılmıştır. Sonuçlar toplanarak "MJ/kg" cinsinden yemlerin enerjisi içeriği hesaplanmıştır.

Lipid: 39,5 KJ/gr, Karbonhidrat: 17,2 KJ/gr, Protein: 23,7 KJ/g

3.8.8. Balık ve Yemlerde Yağ Asidi Analizi

Folch veya Sokslet metotları ile elde edilen yağ örnekleri, yağ balonlarına 0,150 gram olacak şekilde tartılmıştır. Yağ örneği üzerine 5 ml. metanolik 0,5 N NaOH ilave edilmiş ve kaynama taşı atılarak geri soğutucu bağlanmış ve su banyosunda 15 dakika (dk) kaynatılarak sabunlaştırılmıştır. Soğutucunun üzerinden 5 ml. BF₃ reaktifi akıtılmış ve 5 dk daha kaynatılmıştır. 2 ml heptan ilave edilmiş ve 1 dk daha kaynatılmıştır. Metilleşen örnekler, hassas olarak 25 ml'lik balon jöjeye alınmıştır. Balon doymuş NaCl ile çalkalanmış ve bu çalkantı balona ilave edilmiştir. Üstteki heptan fazından, mikro pipetle 1-2 ml alınarak bir test tüpe veya cam şişeye aktarılmıştır. İçine birkaç kristal anhidrik Na₂SO₄ atılmıştır (IUPAC, 1987). Yağ asidi metil esterleri gaz kromatografisi (Shimadzu GC-2014) aracılığıyla, 30 m x 0.25 mm kapillar kolon kullanılarak ayrılmış ve tanımlanmıştır. Hidrojen taşıyıcı gaz olarak kullanılmış ve sıcaklık 20 dakikada 205 °C'ye ulaşmış ve ondan sonrada 240 °C'ye 10 ar dakikalık artış ile ulaşmıştır. Pikler, bilinen standartlara (Supelco, yağ asidi metil esterleri ve balık yağı) göre tanımlanmıştır.

3.8.9. Asitte Çözünmeyen Kül Yöntemi ile Sindirilebilirlik Analizi

Yemlerde toplam külün hidroklorik asit çözeltisi ile reaksiyona sokulmasından sonra geride kalan asitte çözünmeyen kül miktarının belirlenmesi ilkesine dayanmaktadır. 3 N hidroklorik (HCl) asit çözeltisi: (25 mL derişik hidroklorik (Merck 1.00317) asit çözeltisi 75 mL saf suyun üzerine yavaşça eklendi.) Yem numunesinin toplam kül deneyi yapılarak kül miktarı kaydedildi. Elde edilen kül soğutulurak 400 ml. bir behere alındı ve üzerine 75 ml 3 N HCl çözeltisi eklendi. Sıçramaları engellemek için krozenin ağzına saat camı kapatılarak sıcak su banyosunda 10 dakika bekletildi. Daha sonra çözelti külsüz filtre kâğıdından süzöldü. Kroze ve filtre kâğıdı, süzöntü mavi turnusol kâğıdının rengini değiştirmeyene kadar sıcak saf su yıkandı. Külsüz filtre kâğıdı içerisindeki kül ile birlikte aynı kroze içerisinde etüvde 100 °C' de 1 saat kurutulduktan sonra hemen kül fırınına alındı. Kül fırını örneğin kül haline getirildiği sıcaklığa ayarlandı. Külsüz filtre kâğıdının tamamen yanması için 1 saat beklendi. Kroze desikatöre alınarak oda sıcaklığına kadar soğutulup ve tartım alındı (M2).

$$\% \text{ Asitte çözünmeyen kül} = [(M2-M1) / m] \times 100$$

$$M2 = \text{ Asitte çözünmeyen kül+kroze ağırlığı (g)}$$

$$M1 = \text{ Krozenin ağırlığı (g)}$$

$$m = \text{ Alınan örneğin miktarı (g)}$$

Eęer sonuç kuru maddede isteniyorsa yukarıdaki sonuç (100/ Km) değeriyle çarpılır.

$$Km = \text{ Numunenin 100 gramının içerdiği kuru madde miktarı}$$

3.8.10. Jelatinizasyon Derecesi Tayini

Jelatinizasyon derecesi (JD) Brich ve Priestly (1973)'in buğday ununun jelatinizasyon derecesini belirlemek için kullandığı yöntemine göre yapılmıştır. Ham ve otoklavlanmış *Ulva* örneğinden 0,04 gr alınıp üzerine 50 ml 0,006 M KOH eklenerek 15 dk manyetik karıştıricıda karıştırlmış, daha sonra 10.000 dev/dk'da 10 dk santrifüj edilmiştir. Süpernatanttan 1 ml alınarak üzerine 9 ml 0,00667 M HCl ve 0,1 ml iyot çözeltisi (1 gr iyot + 4 gr potasyum iyodür/100 ml distile su) eklenmiştir. Bu işlemden sonra Shimadzu UV-160A spektrofotometrede 600 nm'de kör örneğe karşı absorbans okunmuştur (A1). Daha sonra aynı işlem bu kez 0,4 M KOH (50 ml) ve 0,0445 M HCl (9 ml) kullanılarak tekrarlanmış, 600 nm'de absorbans okunarak A2 absorbansı bulunmuştur. Jelatinizasyon derecesi bu iki absorbansın oranı ile bulunmuştur. Metot jelatinizasyon

sırasında açığa çıkan amilozun iyot ile kompleks oluşturması ile belirlenmesine dayanmaktadır.

$$\text{Jelatinizasyon Derecesi} = A1 / A2$$

3.8.11. Protein Çözünürlük Tayini

Bu test Araba ve Dale (1990)'in soya ununda besin kalitesini değerlendirmek için yapılan analiz metodundan uyarlanmıştır. Protein Çözünürlük Testinin işlem basamakları aşağıdaki gibidir.

1. *Ulva* ununda Kjeldalh metodu uygulanarak toplam protein miktarı belirlenmiştir.

2. *Ulva* ununda potasyum hidroksit uygulaması yapılmıştır.

• 1.5 gr *Ulva* unu beher içine konularak, üzerine 75 ml % 0,2'lik potasyum hidroksit (0.36 normal, pH 12,5) eklenmiş,

• 20 dakika manyetik karıştırıcıda karıştırıldıktan sonra, 2,700 rpm'de 15 dakika santrifüj edilmiş.

• Supernatant, çökeltiden kaçınarak dikkatli bir şekilde temiz bir tüpe transfer edilmiş.

• Kjeldalh metodu kullanılarak supernatant'daki (15 ml) toplam nitrojen belirlendi

3. Protein çözünürlüğü yüzde olarak hesaplanmıştır. Protein çözünürlüğü, Ham *Ulva* ununun toplam protein yüzdesinde, supernatantan çözünen protein yüzdesi ifade edilmiştir.

3.9. Veri Analizleri

Deneme süresince elde edilen sonuçlar büyüme ve yem değerlendirilmesiyle bağlantılı olmak üzere bazı besleme parametreleri kullanılmıştır. Bu parametreler aşağıda açıklanmıştır:

Ortalama Bireysel Ağırlık

Tartılan Balıkların Toplam Ağırlığı (gr) / Tartılan Balıkların Sayısı (gr)

Canlı Ağırlık Artış Oranı

{SVA (gr) - BVA (gr)} / BVA (gr) x 100

SVA: Son Vücut Ağırlığı BVA: Başlangıç Vücut Ağırlığı

Spesifik Büyüme Oranı

Spesifik büyüme oranı belirli bir periyotta günlük canlı ağırlık artışını yüzdelik olarak anlık büyüme şeklinde tanımlanmakta olup aşağıdaki denklemde logaritmik olarak ifade edilmektedir:

Spesifik büyüme oranı (% gün⁻¹)= [Ln (SVA gr) - Ln (BVA gr)] / Deneme gün sayısı x 100

Yem Tüketimi

Deneme süresince balıkların tüketmiş oldukları yem miktarı kaydedilmiştir. Ayrıca, bütün periyot boyunca balıkların vücut ağırlıklarına göre istemli olarak tükettikleri ortalama yem oranı aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır.

$$\text{Yem Tüketimi (\%)} = 100 \times \left\{ \frac{\text{Yem Tüketimi}}{(\text{BVA} + \text{SVA})/2} \times \text{Deneme gün sayısı} \right\}$$

Yem Dönüşüm Oranı (YDO)

Balıklara deneme boyunca verilen yem miktarı ve net ağırlık kazancına göre hesaplanan, Yem Değerlendirme Oranı, FCR (Feed Conversion Ratio) olarak da ifade edilmektedir. Canlı ağırlığa göre aşağıdaki denklem ile belirlenmiştir.

$$\text{Yem Dönüşüm Oranı (YDO)} = \frac{\text{Tüketilen Yem (gr)}}{\text{Ağırlık Artışı (gr)}}$$

Protein Verimlilik Oranı (PVO)

Protein verimlilik oranı, balıkların tükettikleri protein miktarı ve ağırlık kazanımı ile ilişkilidir.

$$\text{PVO} = \frac{\text{Ağırlık Kazanımı (gr)}}{\text{Protein Tüketimi (gr)}}$$

Net Protein Kullanım Oranı (NPKO)

Net protein kullanım oranı (NPKO) balığın karkasında depolanan proteinlerin kullanımı ile bağlantılıdır. NPKO aşağıdaki denklem ile hesaplanmıştır.

$$\text{NPKO} = \frac{(\text{Balığın Son Vücut Proteini (gr)} - \text{Balığın İlk Vücut Proteini (gr)})}{\text{Protein Tüketimi (gr)}} \times 100$$

Net Enerji Kullanım Oranı (NEKO)

Net enerji kullanım oranı (NEKO) balığın karkasında depolanan enerjilerin kullanımı ile bağlantılıdır. NEKO aşağıdaki formülle ile belirlenmiştir.

$$\text{NEKO} = \frac{(\text{Balığın Son Vücut Enerjisi (gr)} - \text{Balığın İlk Vücut Enerjisi (gr)})}{\text{Enerji Tüketimi (gr)}} \times 100$$

Kondüsyon Faktörü (KF)

Balıklarda ağırlık ve boy (hacimsel olarak artış) arasındaki ilişkiyi açıklayan matematiksel bağıntılardan biri kondüsyon faktörüdür. Gruplara ait kondüsyon faktörleri aşağıdaki denklem ile saptanmıştır. Balıkların ağırlıkları arttıkça vücutları hacimsel olarak büyüdüğü göz önüne alınarak aşağıdaki formül kullanılmıştır.

$KF = W/L^3 * 100$ K: Kondüsyon faktörü, W: Vücut ağırlığı (gr) ve L: Total boy (cm) simgelemektedir (Bagenal ve Tesch, 1978).

Et Verimi (EV) (%)

Yemin kalitesi, balığın iç organlarındaki yağ depolanmasına bağlı olarak değişir. Örneğin; yüksek yağ yada enerji içeriğine sahip yemle beslenen balıklarda düşük enerjili yemle beslenenlere göre daha düşüktür. Denemede kullanılan balıkların et verimi aşağıdaki formül ile hesaplanmıştır.

$$EV (\%) = \text{Et ağırlığı (gr)} / \text{Balık ağırlığı (gr)} \times 100$$

Hepatosomatik İndeks (HSI) (%)

Karaciğer indeksi olarak da adlandırılmakta olup, yüksek değerlerde olması karaciğerde glikojen yada yağ depolandığını gösterir. Denemede kullanılan balıkların hepatosomatik indeksi aşağıdaki formülle hesaplanmıştır (Bulow ve ark., 1978).

$$HSI (\%) = \text{Karaciğer ağırlığı (gr)} / \text{Balık ağırlığı (gr)} \times 100$$

Viskerosomatik indeks (VSI) (%)

Balığın iç organlarının vücut ağırlığı olarak ifade edilir. Aşağıdaki formülle hesaplanmıştır.

$$VSI (\%) = \text{İç organların ağırlığı (gr)} / \text{Balık ağırlığı (gr)} \times 100$$

3.10. İstatistik Analizleri

Farklı yemlerin balıkların büyüme performansı, yem tüketimi, besin kullanımı, vücut kompozisyonu ve besin sindirilebilirliği üzerine olan etkileri Statgraphics 4.0 (Manugistics Incorporated, Rockville MD, USA) istatistik programı yardımıyla önce varyans analizine (ANOVA) sonra da Duncan'ın 'Multiple Range Test'ine tabi tutulmuştur (Zar, 2001). Yapılan tüm testlerde, önem düzeyi $p < 0,05$ olarak (% 95) olarak alınmıştır.

BÖLÜM 4

ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

4.1. Isıl İşlem Denemesi

Bu çalışmada, denizel yeşil makro alglerden *Ulva rigida*, alabalık yemlerinde kullanılmadan önce, ısıtma işlemi uygulamasına tabii tutulmuş ve bu uygulamanın *Ulva*'nın besin kompozisyonu, nişasta jlatinizasyonu ve protein çözünürlüğü üzerine etkileri incelenmiştir.

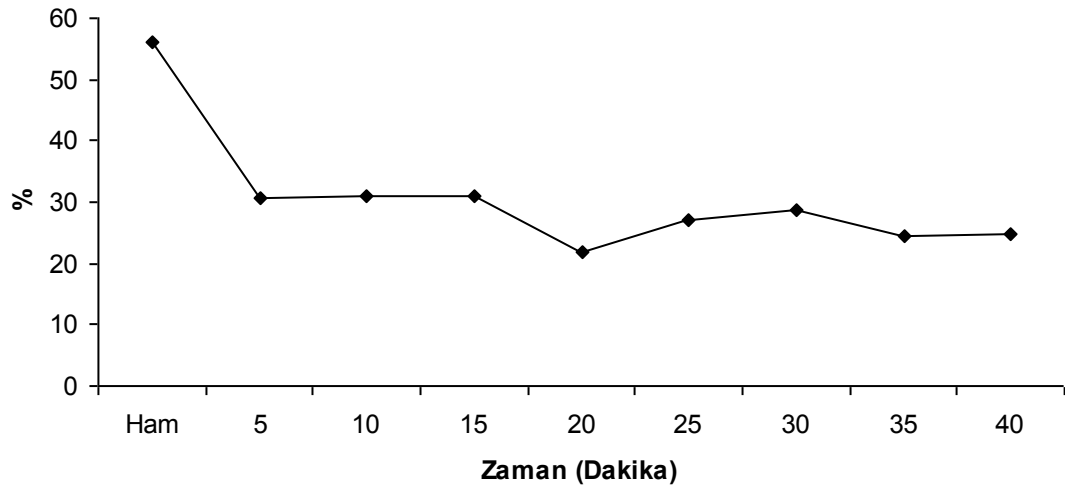
121 °C ve 1 atm basıncında ısıtma işlemi uygulanmış *Ulva* sp.'nin kimyasal kompozisyonu Çizelge 6'da sunulmuştur. Isıtma işlem süresinin, alglerin yağ ve kül içeriği üzerine önemli derecede etkili olmadığı görülmüştür. Bununla birlikte, ısıtma işlem süresi alglerin protein değerini önemli oranda değiştirmiştir. Isıtma işlemi uygulanmamış algin (ham *Ulva*) protein değeri 5, 10, 15 ve 20 dakika ısıtma işlemine maruz bırakılmış alglerin protein içeriği ile benzer bulunmuş ($p > 0,05$), ancak 25, 30, 35 ve 40 dakika ısıtma işlemine tabii tutulmuş alglerin protein değerinden daha düşük olduğu saptanmıştır ($p < 0,05$). 35 ve 40 dakika gruplarındaki alglerin protein içeriği, 5, 10, 15 ve 20 dakika gruplarındaki alglerin protein içeriğinden daha yüksek bulunmasına rağmen, bu gruplar arasında istatistiksel bir farklılığa rastlanmamıştır. En yüksek protein içeriği ise 25 ve 30 dakika ısıtma işlemine tabii tutulmuş gruplarda olduğu tespit edilmiştir. Isıtma işlemi uygulaması *Ulva*'nın yağ ve kül içeriğini önemli oranda etkilememiştir.

Çizelge 6. Isıtma işlemi uygulanmış *Ulva* unun kimyasal kompozisyonu (%)

	Protein (%)	Yağ (%)	Kül (%)
Ham	16,00±0,02 ^a	0,50±0,01 ^a	24,00±0,02 ^a
5 dakika	17,25±0,01 ^{ab}	0,46±0,01 ^a	22,45±0,01 ^a
10 dakika	17,01±0,01 ^{ab}	0,46±0,01 ^a	22,45±0,02 ^a
15 dakika	17,45±0,03 ^{ab}	0,55±0,01 ^a	23,62±0,03 ^a
20 dakika	17,38±0,02 ^{ab}	0,88±0,02 ^a	23,14±0,02 ^a
25 dakika	19,31±0,01 ^c	0,97±0,02 ^a	23,29±0,01 ^a
30 dakika	19,69±0,02 ^c	1,08±0,01 ^a	23,60±0,01 ^a
35 dakika	18,89±0,01 ^b	0,84±0,03 ^a	23,18±0,02 ^a
40 dakika	18,76±0,01 ^b	1,12±0,02 ^a	23,26±0,01 ^a

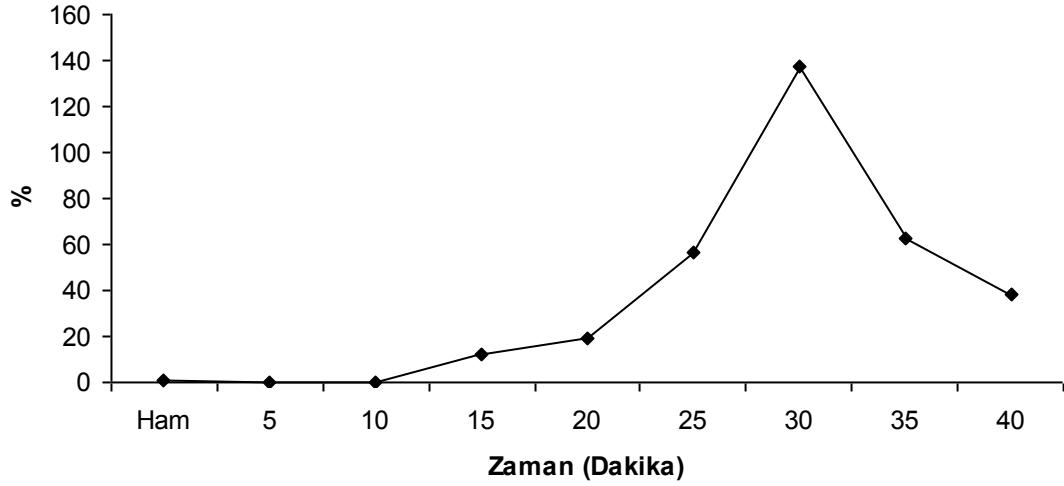
Aynı sütunda farklı üs harfleri taşıyan deneme gruplarının değerleri birbirinden farklıdır ($p < 0,05$).

En iyi protein çözünürlüğü değeri ısıtılmayan alglerde % 55,95 olarak tespit edilmiş olup, ısıtılan algler arasında ise en yüksek oran, 10 dakika otoklavlanmış alglerde %30,83 olarak belirlenmiştir. Ancak 30 dakika otoklavlanmış alglerde tespit edilen %28,66 oranın, 20, 25, 35 ve 40 dakika ısıtılma maruz kalan alglerden daha yüksek olduğu ve 0, 5, 10 ve 15 dakika ısıtılma maruz kalan alglerden daha düşük olduğu gözlenmiştir.



Şekil 3. Isıtılma süresinin *Ulva* unun protein çözünürlüğüne etkisi

Isıtılma süresinin artmasıyla protein çözünürlüğü değerlerinde azalma ve jelatinizasyon derecesinde ise artma belirlenmiştir. En yüksek jelatinizasyon derecesi 30 dakika otoklavlanmış alglerde % 137,22 olarak tespit edilmiştir.



Şekil 4. Isıl işlem süresinin *Ulva* ununun jelatinizasyon derecesine etkisi

Jelatinizasyon derecesinin yüksek olması nişastanın piştiğine ve daha sindirilebilir olabileceğine dair bir gösterge olduğundan dolayı bu tez çalışmasında 30 dakika, ısıl işlem uygulama süresi olarak tercih edilmiştir.

4.2. Besleme Denemesi 1

4.2.1. Büyüme, Yem ve Besin Kullanımı

Farklı oranlarda ham ve otoklavlanmış *Ulva* unu içeren yemlerle beslenen yavru gökkuşacağı alabalıklarının son vücut ağırlığı, spesifik büyüme oranı (SBO), yem dönüşüm oranı (YDO), protein verimlilik oranı (PVO), net protein kullanım oranı (NPKO) ve net enerji kullanım oranı (NEKO) temel alınarak hazırlanan büyüme performansı, yem tüketimi ve nütrient kullanımı ile ilgili veriler Çizelge 7’de sunulmuştur. Ayrıca, bütün grupların 12 hafta boyunca ağırlık artışları Şekil 5’de gösterilmiştir.

Deneme sonunda, *Ulva* unu içeren yemlerle beslenen balıklar arasında büyüme performansı sonuçlarına bakıldığında önemli farklılıklar olduğu belirlenmiştir. HU10 yemi ile beslenen balıkların deneme sonu ağırlığı ve SBO, OU10 yemi ile beslenen balıklardan istatistiksel olarak daha iyi bulunmuştur ($p < 0,05$). Bununla birlikte, diğer bütün grupların son ağırlık ve SBO değerleri arasında ise önemli bir farklılığa rastlanmamıştır ($p > 0,05$). Büyüme performansı açısından incelendiğinde, HU10 grubunu, K, OU5, HU5, ve en son grup olarak ta OU10 izlemiştir.

Çizelge 7. *Ulva* unu ilave edilen yemlerle beslenen gökkuşağı alabalıklarının büyüme performansı, yem ve nütrient kullanımı (n=3)

	K	HU5	HU10	OU5	OU10
Başlangıç Ağırlığı (gr)	7,93±0,01	7,92±0,01	7,92±0,01	7,93±0,01	7,92±0,01
Son Ağırlık (gr)	71,95±3,62 ^{ab}	70,00±3,62 ^{ab}	76,73±1,55 ^b	71,61±1,26 ^{ab}	67,53±4,46 ^a
SBO (%)	2,72±0,06 ^{ab}	2,69±0,05 ^{ab}	2,80±0,02 ^b	2,72±0,01 ^{ab}	2,64±0,02 ^a
YDO	1,01±0,04 ^b	0,99±0,01 ^{ab}	0,90±0,01 ^a	0,93±0,03 ^{ab}	0,94±0,05 ^{ab}
Yem Tüketimi (%)	2,00±0,03 ^b	1,95±0,03 ^b	1,81±0,05 ^a	1,84±0,06 ^a	1,83±0,06 ^a
PVO	2,21±0,08 ^a	2,24±0,05 ^a	2,47±0,11 ^a	2,35±0,06 ^a	2,34±0,09 ^a
NPKO (%)	40,16±1,51 ^b	40,65±1,22 ^b	43,45±1,29 ^b	35,17±1,13 ^a	39,12±1,74 ^{ab}
NEKO (%)	45,58±1,78 ^a	44,94±1,72 ^a	50,84±1,54 ^b	43,21±1,41 ^a	48,13±1,34 ^{ab}

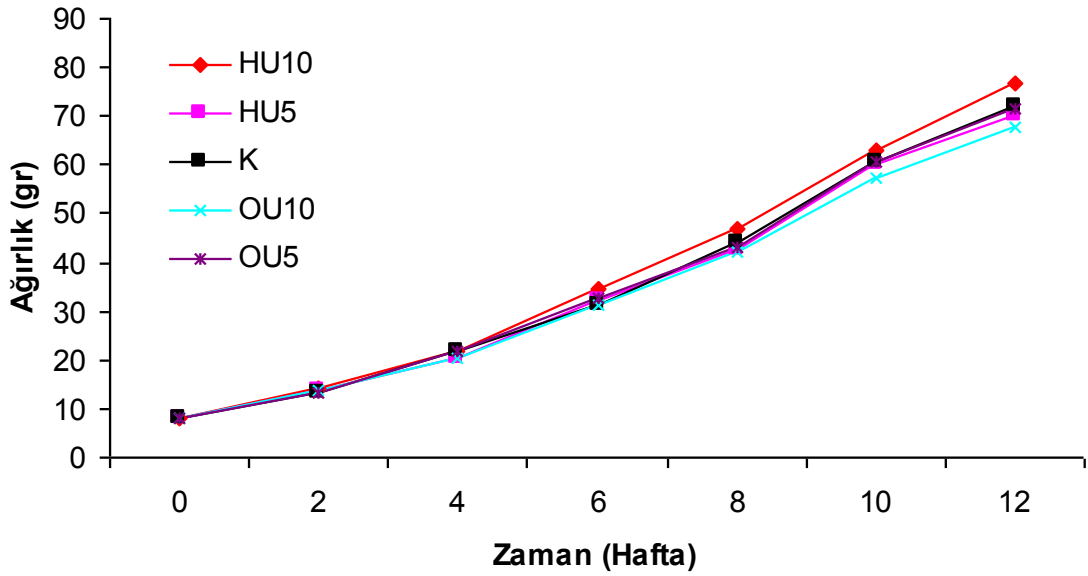
Aynı satırda farklı üs harfleri taşıyan deneme gruplarının değerleri birbirinden farklıdır (p<0,05). * ± SH: Standart Hata.

PVO: Protein verimlilik oranı, NPKO: Net protein kullanım oranı, NEKO: Net enerji kullanım oranı

Bütün deneme gruplarının yem değerlendirme oranı (YDO) 0,90 ile 1,01 arasında değişim göstermiştir. YDO, HU10 grubunda kontrol grubuna göre önemli derecede düşük bulunmuştur (p<0,05). HU10 grubunu sırasıyla, OU5, OU10 ve HU5 takip etmiştir. K grubu, HU10 dışındaki bütün *Ulva* unu içeren gruplarla benzer YDO sahiptir.

12 hafta boyunca balıkların vücut ağırlıklarına göre tükettikleri ortalama yem miktarı % 1,81 ile % 2,00 arasında değişim göstermiştir. Bütün deneme grupları arasında istatistiksel bir fark olmamasına rağmen, kontrol ve HU5 gruplarının yem tüketimi, HU10, OU5 ve OU10 gruplarının yem tüketiminden önemli derecede yüksek bulunmuştur.

Deneme yemleri ile beslenen balıkların protein verimlilik oranı (PVO) 2,21 (K) ile 2,47 (HU10) arasında değişmektedir. Deneme yemlerinin PVO arasında önemli bir istatistiksel fark olmamasına karşın, en iyi PVO %10 Ham *Ulva* içeren yemlerle beslenen balıklarda elde edilmiştir.



Şekil 5. *Ulva* unu içeren yemler ile beslenen balıkların ağırlık kazanımı

En yüksek NPKO, HU10, HU5 ve K yemleriyle beslenen deneme gruplarında tespit edilmiş, bu gruplar OU5 grubundan istatistiksel olarak daha iyi ($p < 0,05$) NPKO sahiptir.

En yüksek NEKO aralarında önemli bir fark olmaksızın sırasıyla, HU10 ve OU10 yemleriyle beslenen balıklarda olup, HU10 grubu K, HU5 ve OU5 gruplarından istatistiksel olarak daha iyi NEKO sahip olduğu bulunmuştur.

4.2.2. Balıkların Kondüsyon Parametreleri

Farklı oranlarda ham ve otoklavlanmış *Ulva* unu içeren yemlerle beslenen yavru gökkuşağı alabalıkların kondüsyon faktörü (KF), hepatosomatik indeksi (HSI), viskerosomatik indeksi (VSI) ve et verimi (EV) Çizelge 8’de verilmiştir.

OU10 yemi ile beslenen balıkların kondüsyon faktörü diğer yem grupları ile beslenen balıkların kondüsyon faktörlerinden daha düşük bulunmasına rağmen, gruplar arasında farklılık yoktur ($p > 0,05$). OU10 grubunun HSI diğer deneme yemleri ile beslenen balıklardan daha düşük bulunmuştur ($p < 0,05$). Otoklavlanmış *Ulva* unu içeren grupların VSI değeri, K ve ham *Ulva* gruplarından daha yüksek bulunmuştur. Bütün deneme gruplarının EV arasında istatistiksel bir farklılığa rastlanmamıştır ($p > 0,05$).

Çizelge 8. *Ulva* unu ilave edilen yemlerle beslenen yavru alabalıkların kondüsyon performansı (n=9)

%	K	HU5	HU10	OU5	OU10
KF	1,79±0,05 ^a	1,80±0,08 ^a	1,82±0,09 ^a	1,83±0,09 ^a	1,69±0,07 ^a
HSI	1,82±0,10 ^b	1,56±0,09 ^b	1,57±0,08 ^b	1,80±0,11 ^b	1,24±0,09 ^a
VSI	15,61±1,24 ^a	15,96±1,12 ^a	17,42±1,11 ^a	22,73±1,46 ^b	23,05±1,42 ^b
EV	80,26±1,22 ^a	80,19±1,45 ^a	78,80±1,36 ^a	81,64±1,06 ^a	82,33±1,13 ^a

Aynı satırda farklı üs harfleri taşıyan deneme gruplarının değerleri birbirinden farklıdır (p<0,05). * ± SH: Standart Hata.

4.2.3. Balıkların Vücut Kompozisyonu

Çizelge 9'de farklı yemlerle beslenen yavru gökkuşağı alabalıkların vücut kompozisyonu ile ilgili veriler sunulmuştur. Deneme gruplarının nem, yağ ve kül oranları arasında herhangi istatistiksi bir fark yoktur (p>0,05). Bununla birlikte, farklı deneme yemleri ile beslenen alabalıkların protein içerikleri değişmektedir. En düşük protein değeri OU5 grubunda, en yüksek protein değeri ise K ve HU5 yeminde rastlanmıştır. HU10 grubunun protein değeri ise, sadece OU5 grubundan farklı olup, diğer gruplarla benzer değere sahiptir.

Çizelge 9. *Ulva* unu ilave edilen yemlerle beslenen yavru alabalıkların vücut kompozisyonu (n=9)

%	K	HU5	HU10	OU5	OU10
Nem	31,20±0,15 ^a	31,51±0,18 ^a	31,86±0,19 ^a	31,97±0,19 ^a	31,14±0,14 ^a
Protein	17,87±0,45 ^c	17,85±0,47 ^c	17,37±0,38 ^{bc}	15,01±0,28 ^a	16,56±0,30 ^b
Yağ	13,33±0,42 ^a	12,18±0,33 ^a	13,13±0,40 ^a	12,41±0,31 ^a	13,20±0,37 ^a
Kül	2,32±0,06 ^a	2,19±0,09 ^a	2,27±0,09 ^a	2,33±0,08 ^a	2,39±0,06 ^a

Aynı satırda farklı üs harfleri taşıyan deneme gruplarının değerleri birbirinden farklıdır (p<0,05). * ± SH: Standart Hata.

4.2.4. Balıkların Yağ Asidi Kompozisyonu

Farklı oranlarda ham ve otoklavlanmış *Ulva* unu içeren yemlerle beslenen yavru gökkuşağı alabalıkların yağ asidi kompozisyonu Çizelge 10'da verilmiştir.

Bütün deneme gruplarının doymuş ve tekli doymamış yağ asidi kompozisyonları birbirlerine yakın bulunmuştur. Bununla birlikte, yemlere alg ilavesi balıkların çoklu doymamış yağ asitlerinin önemli derecede artmasını sağlamıştır.

Deneme gruplarının doymuş yağ asidi miktarları arasında istatistiksel bir farklılık bulunmamasına rağmen, en düşük doymuş yağ asidi OU5 grubunda, en yüksek doymuş yağ asidi ise HU5 ve HU10 gruplarında bulunmuştur.

Bütün deneme gruplarındaki balıkların etinde en çok bulunan yağ asitleri, doymuş yağ asitlerinden palmitik asit (% 23,55 – 25,68), tekli doymamış yağ asitlerinden oleik asit (% 21,64 – 22,48) ve çoklu doymamış yağ asitlerinden ise docosaheksaenoik asit (DHA) (% 9,14 – 13,50) olarak saptanmıştır.

Deneme gruplarının eicosapentaenoik asit (EPA) içeriği % 3,12 ile % 4,73 arasında değişim göstermiştir. K ve HU5 yemi ile beslenen balıkların EPA içeriği benzer bulunmuş olup, HU10, OU5 ve OU10 gruplarının EPA değeri kontrol grubundan önemli derecede yüksek bulunmuştur ($p<0,05$).

Docosapentaenoik asit (DPA) içeriği % 0,18 ile % 0,53 arasında olduğu saptanmıştır. Docosaheksaenoik asit (DHA) içeriği % 9,14 ile 13,50 arasında değişmiş olup, alg ilave edilen bütün grupların DHA içeriği kontrol grubuna göre önemli derecede yüksek bulunmuştur ($p<0,05$).

Toplam omega 6 yağ asitleri (%) K, HU5, HU10, OU5 ve OU10 grupları için sırasıyla 3,60; 3,71; 3,48; 3,41 ve 3,29 olarak bulunmuş olup, gruplar arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık bulunmamıştır. K, HU5, HU10, OU5 ve OU10 gruplarının toplam omega 3 yağ asitleri (%) sırasıyla 14,52; 16,32; 17,72; 19,51 ve 18,34 olarak tespit edilmiş olup, yeme alg ilavesi balıkların toplam omega 3 yağ asitleri içeriğini arttırmıştır. Deneme balıklarının omega 3/omega 6 (%) oranı ise 4,03 (K) ile 5,72 (OU5) arasında değişmekte olup, K yemi ile beslenen balıkların omega 3/omega 6 oranı istatistiksel olarak alg unu içeren yemlerle beslenen balıklarından önemli derecede düşük olduğu saptanmıştır ($p<0,05$).

Çizelge 10. *Ulva* unu ilave edilen yemlerle beslenen yavru alabalıkların yağ asidi profili (%)(n=9)

	C	HU5	HU10	OU5	OU10
14:00	6,35±0,22 ^a	7,33±0,20 ^a	7,27±0,16 ^a	7,14±0,18 ^a	7,23±0,21 ^a
15:00	1,01±0,04 ^a	1,16±0,03 ^a	1,13±0,04 ^a	0,89±0,02 ^a	0,96±0,04 ^a
16:00	25,12±0,27 ^a	25,68±0,22 ^a	25,74±0,25 ^a	23,55±0,21 ^a	24,89±0,28 ^a
17:00	0,90±0,02 ^a	0,90±0,04 ^a	0,91±0,03 ^a	0,68±0,03 ^a	0,68±0,02 ^a
18:00	8,00±0,07 ^a	7,12±0,07 ^a	7,09±0,08 ^a	6,96±0,06 ^a	7,08±0,06 ^a
20:00	0,82±0,08 ^a	0,74±0,04 ^a	0,73±0,07 ^a	0,58±0,06 ^a	0,60±0,07 ^a
∑Doymuş^a	43,56±0,44 ^a	43,87±0,32 ^a	43,87±0,30 ^a	40,60±0,30 ^a	41,79±0,31 ^a
18:1n-9	22,22±0,11 ^a	22,45±0,09 ^a	22,48±0,08 ^a	21,64±0,08 ^a	21,80±0,09 ^a
18:1n-7	2,91±0,27 ^a	3,89±0,28 ^a	3,72±0,34 ^a	2,86±0,32 ^a	3,28±0,32 ^a
C20:1n9	3,77±0,18 ^a	2,67±0,16 ^a	2,73±0,19 ^a	2,45±0,23 ^a	2,28±0,15 ^a
∑Tekli Doymamış^b	39,31±0,07 ^a	36,05±0,06 ^a	34,03±0,05 ^a	33,71±0,05 ^a	33,86±0,06 ^a
18:2n-6	2,92±0,02 ^a	2,90±0,05 ^a	2,76±0,03 ^a	2,62±0,04 ^a	2,51±0,04 ^a
18:3n-6	0,28±0,01 ^a	0,28±0,01 ^a	0,27±0,04 ^a	0,32±0,04 ^a	0,30±0,03 ^a
20:3n-6	0,25±0,06 ^a	0,26±0,02 ^a	0,26±0,05 ^a	0,28±0,05 ^a	0,26±0,04 ^a
20:4n-6	0,07±0,01 ^a	0,07±0,01 ^a	0,07±0,02 ^a	0,19±0,01 ^a	0,22±0,02 ^a
18:3n-3	0,63±0,05 ^a	0,91±0,02 ^{ab}	0,90±0,04 ^{ab}	1,24±0,05 ^b	1,27±0,02 ^b
18:4n-3	0,07±0,02 ^a	0,14±0,08 ^b	0,19±0,07 ^b	0,69±0,06 ^c	0,69±0,05 ^c
20:3n-3	0,17±0,05 ^a	0,13±0,07 ^a	0,17±0,04 ^a	0,70±0,06 ^b	0,69±0,09 ^b
20:5n-3	3,12±0,16 ^a	3,80±0,25 ^{ab}	4,51±0,22 ^b	4,73±0,24 ^b	4,01±0,19 ^b
22:5n-3	0,18±0,03 ^a	0,20±0,04 ^a	0,21±0,04 ^a	0,20±0,03 ^a	0,53±0,05 ^a
22:6n-3	9,14±0,36 ^a	11,04±0,43 ^b	12,09±0,39 ^b	13,50±0,30 ^b	12,91±0,29 ^b
∑Çoklu Doymamış^c	17,03±0,48 ^a	20,03±0,40 ^b	21,60±0,42 ^b	24,88±0,42 ^b	24,34±0,45 ^b
∑ n-6	3,60±0,53 ^a	3,71±0,44 ^a	3,48±0,45 ^a	3,41±0,42 ^a	3,29±0,54 ^a
∑ n-3	14,52±0,24 ^a	16,32±0,15 ^b	17,72±0,18 ^b	19,51±0,19 ^b	18,34±0,22 ^b
∑ n-3/n-6	4,03±0,04 ^a	4,40±0,03 ^b	5,09±0,03 ^b	5,72±0,04 ^b	5,58±0,03 ^b

Aynı satırda farklı üs harfleri taşıyan deneme gruplarının değerleri birbirinden farklıdır (p<0,05). * ± SH: Standart Hata.

^a Dahil: 21:00, 22:00, 23:00, 24:00.

^b Dahil: 14:1, 15:1, C16:1, C17:1, 22:1n9.

^c Dahil: 18:4n-3, 20:3n6.

4.2.5. Sindirilebilirlik

Ulva unu içeren yemler ile beslenen alabalıkların besin sindirilebilirliğine ilişkin veriler Çizelge 11’de sunulmuştur. *Ulva* içeren yemlerin protein sindirilebilirliği, kontrol yemine göre istatistiksel olarak daha yüksek bulunmuştur ($p<0,05$). Isıl işlem uygulanmış *Ulva* içeren yemler diğer yemlere göre düşük protein sindirilebilirliğine sahip olmasına rağmen, ham *Ulva* grupları ile aralarında önemli bir farklılık yoktur ($p>0,05$). Deneme yemleri ile beslenen balıkların yağ sindirilebilirliği katsayısı % 95,70 (K) ile % 98,45 (HU5) arasında değişmiş olup, gruplar arasında herhangi önemli bir farklılık bulunmamıştır.

Çizelge 11. *Ulva* unu içeren yemlerle beslenen alabalıkların besin sindirilebilirliği (n=6)

	Protein Sindirilebilirliği (%)	Yağ Sindirilebilirliği (%)
K	93,45±0,82 ^a	95,70±0,53 ^a
HU5	98,94±0,94 ^b	98,45±0,72 ^a
HU10	98,15±1,01 ^b	97,40±0,65 ^a
OU5	97,38±0,89 ^b	97,90±0,68 ^a
OU10	96,44±0,87 ^b	98,34±0,89 ^a

Aynı sütunda farklı üs harfleri taşıyan deneme gruplarının değerleri birbirinden farklıdır ($p<0,05$). * ± SH: Standart Hata.

4.3. Besleme Denemesi 2

4.3.1. Büyüme, Yem ve Besin Kullanımı

Alabalık yemlerinde balık unu yerine *Spirulina* unu içeren yemlerle beslenen balıkların son vücut ağırlığı, spesifik büyüme oranı (SBO), yem dönüşüm oranı (YDO), protein verimlilik oranı (PVO), net protein kullanım oranı (NPKO) ve net enerji kullanım oranı (NEKO) temel alınarak hazırlanan büyüme performansı, yem tüketimi ve nütrient kullanımı ile ilgili veriler Çizelge 12’de verilmiştir. Ayrıca, bütün grupların 12 hafta boyunca kazandıkları ağırlıklar Şekil 6’da gösterilmiştir.

Spirulina unu içeren yemlerle beslenen alabalıkların son ağırlığı kontrol yemi ile beslenen balıklara göre önemli derecede fazla olduğu bulunmuştur ($p<0,05$). 12 hafta sonunda balıkların SBO, son ağırlık kazanımında olduğu gibi *Spirulina* içeren gruplarda kontrol grubuna göre daha yüksek hesaplanmıştır.

Bütün deneme gruplarının yem değerlendirme oranı (YDO) 0,91 ile 1,01 arasında değişim göstermiştir. S5 yemi ile beslenen balıkların YDO, K yemi ile beslenen

balıklardan önemli derecede iyi bulunmuştur. Ancak S10 grubunun yem dönüşüm oranı K grubunun YDO' nından düşük bulunmasına rağmen, gruplar arasında fark bulunamamıştır ($p>0,05$).

Balıkların vücut ağırlıklarına göre tükettikleri yem oranı % 1,84 ile % 2,00 arasında değişim göstermiştir. S5 yemi ile beslenen balıkların yem tüketimi, kontrol grubuna göre önemli derecede düşük bulunmuştur. Yemdeki *Spirulina* unun artması ile, az da olsa yem tüketimi azalmıştır.

Deneme yemleri ile beslenen balıkların protein verimlilik oranı (PVO) 2,21 (K) ile 2,45 (S5) arasında değişmektedir. K yemi ile beslenen balıkların PVO, S10 grubu ile benzer ($p>0,05$) ancak S5 grubundan daha düşük olduğu saptanmıştır.

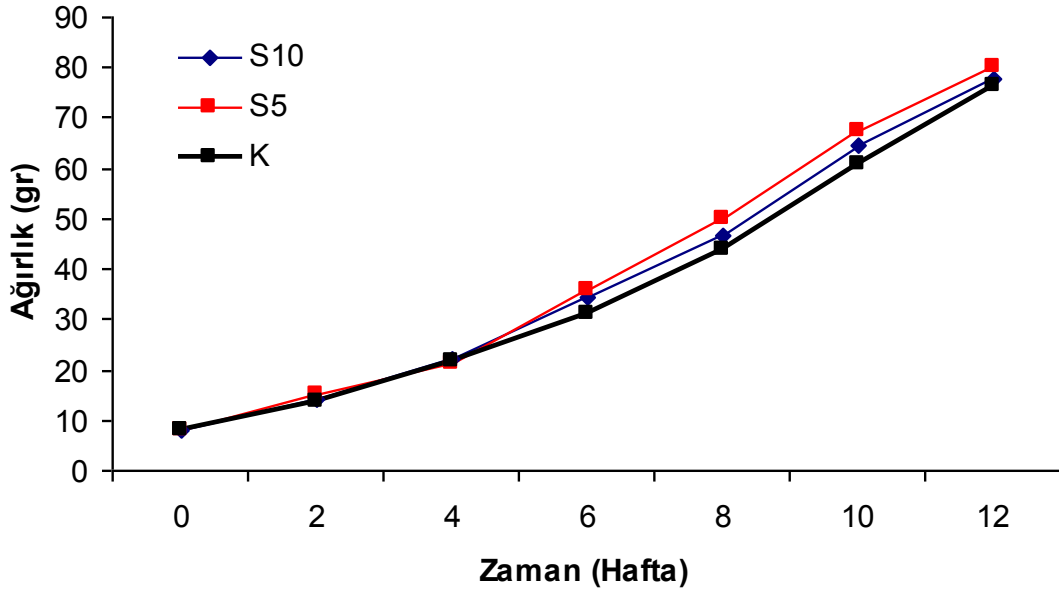
Çizelge 12. *Spirulina* unu içeren yemlerle beslenen gökkuşağı alabalıkların büyüme performansı, yem ve nütriënt kullanımı (n=3)

	K	S5	S10
Başlangıç Ağırlığı (gr)	7,93±0,01	7,92±0,01	7,91±0,02
Son Ağırlık (gr)	71,95±2,51 ^a	79,90±2,49 ^b	77,72±2,42 ^b
SBO (%)	2,72±0,03 ^a	2,85±0,05 ^b	2,82±0,04 ^b
YDO	1,01±0,02 ^b	0,91±0,04 ^a	0,97±0,03 ^{ab}
Yem Tüketimi (%)	2,00±0,05 ^b	1,84±0,04 ^a	1,95±0,04 ^{ab}
PVO	2,21±0,04 ^a	2,45±0,04 ^b	2,31±0,06 ^{ab}
NPKO (%)	40,16±1,02 ^a	42,85±0,90 ^a	39,43±0,92 ^a
NEKO (%)	45,58±1,15 ^{ab}	48,57±1,02 ^b	42,73±0,98 ^a

Aynı satırda farklı üs harfleri taşıyan deneme gruplarının değerleri birbirinden farklıdır ($p<0,05$). * ± SH: Standart Hata.

Deneme gruplarının NPKO arasında istatistiksel olarak önemli bir fark bulunmamasına rağmen, en düşük NPKO S10 grubunda en yüksek NPKO ise S5 grubunda rastlanmıştır.

S5 grubunun NEKO, S10 grubundan daha yüksek ($p< 0,05$) K grubuyla ise benzer olduğu bulunmuştur ($p>0,05$).



Şekil 6. *Spirulina* unu içeren yemler ile beslenen balıkların ağırlık kazanımı

4.3.2. Balıkların Kondüsyon Parametreleri

Farklı oranlarda *Spirulina* unu içeren yemlerle beslenen yavru gökkuşağı alabalıkların kondüsyon faktörü (KF), hepatosomatik indeksi (HSI), viskerosomatik indeksi (VSI) ve et verimi (EV) Çizelge 13’de sunulmuştur.

K ve S5 yemleri ile beslenen alabalıkların kondüsyon faktörü S10 yem grubunun kondüsyon faktörlerinden yüksek bulunmasına rağmen, gruplar arasında farklılık yoktur ($p>0,05$). K grubunun HSI, S5 grubu ile benzer ($p> 0,05$) bulunurken, her iki grubun HSI değeri S10 grubunun HSI değerinden önemli derecede yüksek bulunmuştur ($p< 0,05$). Bütün deneme gruplarının VSI ve EV değerleri arasında istatistiksel bir farklılığa rastlanmamıştır.

Çizelge 13. *Spirulina* unu içeren yemlerle beslenen gökkuşağı alabalıkların kondüsyon parametreleri (n=9)

%	K	S5	S10
KF	1,79±0,08 ^a	1,78±0,06 ^a	1,67±0,07 ^a
HSI	1,82±0,13 ^b	1,71±0,10 ^{ab}	1,44±0,12 ^a
VSI	15,59±1,13 ^a	16,68±1,17 ^a	16,60±1,18 ^a
EV	80,26±1,45 ^a	80,10±1,72 ^a	80,66±1,56 ^a

Aynı satırda farklı üs harfleri taşıyan deneme gruplarının değerleri birbirinden farklıdır ($p< 0,05$). * ± SH: Standart Hata.

4.3.3. Balıkların Vücut Kompozisyonu

Çizelge 14’de farklı yemlerle beslenen yavru gökkuşacağı alabalıkların vücut kompozisyonu ile ilgili veriler gösterilmiştir. Deneme gruplarının nem ve kül oranları arasında herhangi istatistiksel bir fark yoktur ($p > 0,05$). Bununla birlikte, farklı deneme yemleri ile beslenen gökkuşacağı alabalıkların protein içerikleri değişmektedir. K grubundaki balıkların protein içeriği S10 grubu balıklarından daha yüksek ($p < 0,05$), S5 grubundaki balıkların protein değeri ile benzer olduğu bulunmuştur. Yemdeki *Spirulina* oranının artması ile, alabalıkların yağ içeriğinin önemli derecede düştüğü saptanmıştır.

Çizelge 14. *Spirulina* unu içeren yemlerle beslenen gökkuşacağı alabalıkların kondüsyon parametreleri (n=9)

%	K	S5	S10
Nem	31,20±0,38 ^a	32,57±0,50 ^a	31,30±0,46 ^a
Protein	17,87±0,18 ^b	17,28±0,24 ^{ab}	16,92±0,21 ^a
Yağ	13,33±0,56 ^b	13,09±0,43 ^b	11,83±0,51 ^a
Kül	2,32±0,13 ^a	2,64±0,10 ^a	2,40±0,13 ^a

Aynı satırda farklı üs harfleri taşıyan deneme gruplarının değerleri birbirinden farklıdır ($p < 0,05$). * ± SH: Standart Hata.

4.3.4. Balıkların Yağ Asidi Kompozisyonu

Farklı oranlarda *Spirulina* unu içeren yemlerle beslenen yavru gökkuşacağı alabalıkların yağ asidi kompozisyonu Çizelge 15’de verilmiştir.

Deneme gruplarının doymuş yağ asidi kompozisyonu birbirlerine yakın bulunmuştur. Bununla birlikte, yemlere alg ilavesi, balıkların çoklu doymamış yağ asitlerinin önemli derecede artmasını sağlamıştır.

Deneme gruplarının doymuş yağ asidi kompozisyonu toplamı % 35,59 ile % 43,56 arasında değişim göstermiş olup, *Spirulina* ilave edilen yemlerle beslenen alabalıkların toplam doymuş yağ asidi miktarı kontrol grubuna göre önemli derecede düşük bulunmuştur ($p < 0,05$). Kontrol grubunun stearik asit değeri *Spirulina* gruplarından daha yüksek bulunmuştur.

Deneme gruplarının toplam tekli doymamış yağ asitleri değeri % 38,46 ile % 39,36 arasında değişmekte olup, gruplar arasında istatistiksel bir farklılık bulunmamıştır.

Bütün deneme gruplarındaki balıkların etinde en çok bulunan yağ asitleri, doymuş yağ asitlerinden palmitik asit (% 22,56 – 25,12), tekli doymamış yağ asitlerinden oleik asit (% 22,02 – 23,24) ve çoklu doymamış yağ asitlerinden ise dokosaheksaenoik asit (DHA) (% 9,14 – 15,45) olarak saptanmıştır.

Deneme gruplarının eikosapentaenoik asit (EPA) içeriği % 3,12 ile % 3,27 arasında değişim göstermiştir. Bütün deneme gruplarının EPA içeriği benzer bulunmuştur ($p > 0,05$).

Docosapentaenoik asit (DPA) içeriği % 0,18 ile % 0,34 arasında olduğu saptanmıştır. Docosaheksaenoik asit (DHA) içeriği % 9,14 ile 15,45 arasında değişmiş olup, alg ilave edilen bütün grupların DHA içeriği kontrol grubuna göre önemli derecede yüksek bulunmuştur ($p < 0,05$).

Toplam omega 6 yağ asitleri (%) K, S5 ve S10 için sırasıyla 3,27; 3,69 ve 3,66 olarak bulunmuş olup, gruplar arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık bulunmamıştır. K, S5 ve S10 gruplarının toplam omega 3 yağ asitleri (%) sırasıyla 13,24; 20,61 ve 19,72 olarak tespit edilmiş olup, yeme *Spirulina* ilavesi balıkların toplam omega 3 yağ asitleri içeriğini arttırmıştır. Deneme balıklarının omega 3/omega 6 (%) oranı ise 4,05 (K) ile 5,59 (S5) arasında değişmekte olup, K yemi ile beslenen balıkların omega 3/omega 6 oranı istatistiksel olarak *Spirulina* unu içeren yemlerle beslenen balıklarınkinden daha düşük olduğu saptanmıştır ($p < 0,05$).

Çizelge 15. *Spirulina* unu ilave edilen yemlerle beslenen yavru alabalıkların yağ asidi profili (%)(n=9)

	K	S5	S10
14:00	6,35±0,18 ^a	5,16±0,14 ^a	5,38±0,15 ^a
15:00	1,01±0,04 ^a	0,92±0,04 ^a	0,78±0,03 ^a
16:00	25,12±0,38 ^a	22,87±0,30 ^a	22,56±0,31 ^a
17:00	0,90±0,01 ^a	0,83±0,01 ^a	0,89±0,01 ^a
18:00	8,00±0,11 ^b	5,34±0,08 ^a	4,81±0,09 ^a
20:00	0,82±0,05 ^a	0,62±0,05 ^a	0,67±0,07 ^a
ΣDoymuş^a	43,56±0,51 ^b	36,24±0,42 ^a	35,59±0,48 ^a
18:1n-9	22,22±0,02 ^a	23,24±0,08 ^a	22,02±0,05 ^a
18:1n-7	2,91±0,33 ^a	3,19±0,24 ^a	2,94±0,39 ^a
C20:1n9	3,77±0,04 ^a	2,22±0,02 ^a	1,93±0,05 ^a
ΣTekli Doymamış^b	39,32±0,02 ^a	38,70±0,03 ^a	38,46±0,05 ^a
18:2n-6	2,92±0,04 ^a	3,41±0,06 ^a	3,22±0,05 ^a
18:3n-6	0,28±0,02 ^a	0,22±0,01 ^a	0,36±0,01 ^a
20:4n-6	0,07±0,01 ^a	0,06±0,02 ^a	0,08±0,01 ^a
18:3n-3	0,63±0,01 ^a	1,05±0,01 ^a	1,08±0,01 ^a
20:3n-3	0,17±0,02 ^a	0,61±0,02 ^a	0,65±0,03 ^a
20:5n-3	3,12±0,08 ^a	3,27±0,11 ^a	3,14±0,09 ^a
22:5n-3	0,18±0,04 ^a	0,23±0,01 ^a	0,34±0,02 ^a
22:6n-3	9,14±0,44 ^a	15,45±0,51 ^b	14,51±0,40 ^b
ΣÇoklu Doymamış^c	17,03±0,56 ^a	24,73±0,51 ^b	23,78±0,59 ^b
Σ n-6	3,27±0,15 ^a	3,69±0,26 ^a	3,66±0,31 ^a
Σ n-3	13,24±0,40 ^a	20,61±0,51 ^a	19,72±0,46 ^a
Σ n-3/n-6	4,05±0,51 ^a	5,59±0,42 ^a	5,39±0,53 ^a

Aynı satırda farklı üs harfleri taşıyan deneme gruplarının değerleri birbirinden farklıdır (p<0,05). * ± SH: Standart Hata.

^a Dahil: 21:00, 22:00, 23:00, 24:00.

^b Dahil: 14:1, 15:1, C16:1, C17:1, 22:1n9.

^c Dahil: 18:4n-3, 20:3n6.

4.3.5. Sindirilebilirlik

Balık unu yerine % 5 ve % 10 oranında *Spirulina* ilave edilen yemlerle beslenen alabalıkların besin sindirilebilirliğine ilişkin veriler Çizelge 16’da sunulmuştur.

Spirulina içeren yemlerin protein sindirilebilirliği, kontrol yemine göre istatistiksel olarak daha yüksek bulunmuştur ($p < 0,05$). Deneme yemleri ile beslenen balıkların yağ sindirilebilirliği katsayısı % 95,70 (K) ile % 98,10 (S5) arasında değişmiş olup, gruplar arasında herhangi önemli bir farklılık bulunmamıştır.

Çizelge 16. *Spirulina* Unu İçeren Yemlerle Beslenen Balıkların Besin Sindirilebilirliği (n=6)

	Protein Sindirilebilirliği (%)	Yağ Sindirilebilirliği (%)
K	93,45±0,82 ^a	95,70±0,53 ^a
S5	98,56±0,83 ^b	98,10±0,63 ^a
S10	99,28±0,88 ^b	97,50±0,77 ^a

4.4. Tartışma

Bu tez çalışmasında yapılan araştırmalarda, yavru alabalık yemlerinde *Ulva rigida*’nın katkı maddesi olarak, *Spirulina*’nın ise balık unu yerine protein kaynağı olarak kullanılmasının balıkların büyüme performansına, yem kullanımına, et kalitesine ve besin sindirilebilirliği üzerine olan etkileri araştırılmıştır.

Bu araştırmada kullanılan ve Çanakkale Boğazı kıyılarından Nisan-Haziran ayında toplanan *Ulva rigida*’nın protein oranı % 16, yağ oranı % 0,5, kül oranı % 24 ve ham selüloz oranı ise % 5,80 olarak bulunmuştur. Aynı araştırma bölgesinde benzer türün yaz aylarındaki protein oranı % 8,0, yağ oranı % 0,15 ve kül oranı ise % 26,4 olarak bildirilmiştir (Güroy ve ark., 2007). Yine, aynı bölgede yapılan başka bir çalışmada *Ulva rigida*’nın protein içeriği yaz mevsiminde % 11,87 ilkbahar mevsiminde % 16,61 ve kış mevsiminde ise % 21,20 olarak rapor edilmiştir (Kaykaç, 2007). Fransa sahillerinde *Ulva rigida* üzerine yapılan başka bir çalışmada, türün protein içeriğinin ilkbahar aylarında (Nisan) % 11,3 ve kış mevsiminde (Aralık) ise % 23,6 olarak bulunmuştur (Rouxel ve ark., 2001). *Ulva rigida*’nın yağ içeriği diğer birçok su ürünleri ile karşılaştırıldığında oldukça düşük olup, genellikle bu alg türünün yağ değeri % 0,5 ile 2 arasında değişmektedir (Wong ve Cheung., 2000). Araştırmamızda ulvanın yağ oranı diğer çalışmalarla benzer bulunmuştur. Bu çalışmadaki *Ulva* türünün kül içeriği farklı tür ve bölgelerde bulunan

Ulva sp. türlerinin kül içerikleri ile benzer olduğu tespit edilmiştir (Portugal ve ark., 1983; Wong ve Cheung, 2000).

4.4.1. Isıl İşlem Denemesi

Bu denemede, sabit sıcaklık (121 °C) ve atmosfer basıncı (1 atm) koşullarında farklı bekleme süreleri uygulanan *Ulva rigida*'nın besin kompozisyonu, nişasta jelatinizasyonu ve protein çözünürlüğü üzerine etkileri incelenmiştir. Besleme denemesi 1'deki otoklavlanmış *Ulva* gruplarının hammaddesi, bu denemede elde edilen sonuçlara göre belirlenmiştir.

Balık yemlerinde yüksek oranda bitkisel hammadde kullanımı, balıkların büyüme, sindirim ve metabolik süreçlerinde bazı problemlere neden olmaktadır (Glencross ve Hawkins, 2004). Bu problemlerin ortaya çıkmasının sebebi olarak, bitkisel kaynaklarda bulunan bazı besleyici olmayan faktörler gösterilmektedir (Francis ve ark., 2001; Glencross ve ark., 2003). Karnivor beslenme özelliğine sahip olan salmonidlerin yemlerine ilave edilen karbonhidratlara ısı uygulamasıyla, yemin nişasta ve besin sindirilebilirliği artırılmaktadır (Kim ve Kaushik, 1992). İşlenmemiş nişastanın gökkuşağı alabalığı yemlerinde sindirilebilirliği düşüktür, ancak, ısı uygulaması yolu ile jelatinizasyon sağlanarak sindirilebilirliği artırılmaktadır. İşlenmemiş nişastanın net sindirilebilirlik katsayısı % 30–40 iken, jelatinize olmuş nişastanın net sindirilebilirlik katsayısı %87–90'dır (Bergot ve Breque, 1983).

Bu araştırmada ısıl işlem süresi alglerin yağ ve kül içeriğini önemli bir değişime uğratmamış olup, protein içeriğini değiştirmiştir. En yüksek protein içeriği, 25 ve 30 dakika ısıl işleme maruz bırakılmış alglerde olduğu belirlenmiştir. Otoklavlama süresinin alglerin kimyasal kompozisyonu üzerine olan etkilerinin detaylı incelendiği çalışmalar sınırlıdır. Bununla birlikte, kurutma tekniklerinin bazı alg türlerinin kimyasal kompozisyonu üzerine olan etkileri araştırılmıştır. Örneğin, *Himanthalia elongata* 45 °C'de 24 saat kurutulduktan sonra 3 gün oda sıcaklığında bekletilmiş ve tekrar *Himanthalia elongata* 112 °C'de 40 dakika otoklav cihazında ısıl işleme maruz bırakılmıştır. Otoklavlandıktan sonra kurutulan algin protein içeriğinin işleme tabii tutulmamış algden daha yüksek protein, daha düşük kül ve yağ içeriğine sahip olduğunu rapor etmişlerdir (Sánchez-Machado ve ark., 2004). Ham protein terimi toplam azot miktarını ifade eder. Eriyebilir protein, ham protein fraksiyonlarından biridir. Isıl işlemin etkisiyle eriyebilen protein ve protein niteliğinde olmayan azotlu bileşiklerin ortaya çıkması ile, bu araştırmada otoklavlanan alglerde protein miktarı artmış görünmektedir.

Protein niteliğinde olmayan azot kaynakları eriyebilir protein formundadır ve gerçek protein yapısında olmayan, azot içeren bileşiklerdir. Üre, küçük peptidler, serbest amino asitler, aminler ve amidler bu özelliğe sahip yapılardır. Eriyebilir proteinler ve protein niteliğinde olmayan azotlu bileşikler bağırsakta hızla amonyağa dönüştürülür (Bal ve ark., 2009). Bu tezde elde edilen sindirilebilirlik değerlerinin yüksek olması sonucunu desteklemektedir. Ayrıca bitkisel bir kaynak olan alglerin içermiş olacağı fenolik bileşenler bağırsakta proteinleri bağlama özelliğine sahip olması bu sonuca varmayı destekleyen diğer bir olasılıktır. Yüksek ısı, proteinleri olumlu veya olumsuz şekilde etkileyebilmektedir. Örneğin başta soya fasulyesi olmak üzere kuru baklagillerde, protein sindirimini zorlaştırarak azaltan tripsin inhibitörü denilen bir madde bulunmaktadır. Yüksek ısıda bu maddenin yapısı bozularak etkinliği azalmaktadır. Bu nedenle, pişirilmiş baklagilin proteini daha kolay sindirilmekte ve kalitesi yüksek olmaktadır. Buna karşın yüksek ısının proteinlere zararlı etkisi değişik biçimlerde olmaktadır. Çok yüksek ısı, protein molekülünde yapısal değişikliğe yol açmaktadır. Örneğin, proteinli besinler şekerlerle 100 °C üzerinde ısıtılınca, amino asitlerle şeker birleşerek yeni bir bağ oluşturmaktadır. Protein sindirici enzimlerin bu bağa etkisi zorlaşmakta; amino asitler kolayca serbest duruma geçemeyerek emilememekte ve vücudun yararlanma derecesi düşmektedir (Genelsaglikmerkezi, 2009). Bu nedenle *Ulva* için, en uygun ısı işlem süresinin belirlenebilmesi için farklı dakikalarda otoklavlama işlemi uygulanmıştır.

Protein çözünürlüğü, hammaddeden protein yararlanabilirliğini gösteren önemli bir parametredir (Araba ve Dale, 1990). Otoklavlama zamanının artması ile protein çözünürlüğü genellikle düşmektedir ve özellikle besinsel olmayan faktörleri azaltmak amacıyla aşırı ısı işlemi tabii tutulmuş soya ürünlerinin protein kalitesinin belirlenmesinde protein çözünürlüğü testi kullanılır (Parsons ve ark., 1991) Bu tez çalışmasında, algere uygulanan ısı işlem süresinin artması protein çözünürlüğünü düşürmüştür. Isıl işlem uygulanmamış *Ulva*'nın protein çözünürlüğü % 60 iken, ısı işlem uygulaması ile bu oran % 30'a düşmüş ve 30 dakikadan sonra bu oran % 25'lere kadar azalmıştır. Bu aşamada otoklavlanan alglerin bazı amino asit miktarları azalmış olabilmektedir.

Bir hammaddenin jelatinizasyon derecesinin yüksek olması üründeki nişastanın piştiğini göstermektedir. Isıl işlem süresinin artması ile jelatinizasyon derecesi artmış ve 30 dakikadan sonra düşmeye başlamıştır. Algere uygulanan ısı işlem süresi, ürünün kimyasal kompozisyonu, protein çözünürlüğü ve nişasta sindirilebilirliği dikkate alınarak incelendiğinde en iyi otoklavlama süresinin 25 veya 30 dakika olduğu bulunmuştur. Bu

yüzden, besleme denemesi 1’de kullanılan *Ulvalar* 121 °C 1 atm basınçta 30 dakika otoklavlama işlemine tabii tutulup kurutulduktan sonra balık yemlerine ilave edilmişlerdir.

4.4.2. Besleme Denemesi 1

Bu besleme denemesinde, buğday unu yerine % 5 ve % 10 oranında ham ve otoklavlanmış *Ulva* ununun yavru gökkuşağı alabalığı yemlerinde kullanılmasının balıkların büyüme performansı, yem kullanımı, vücut kompozisyonu, yağ asidi kompozisyonu ve besin sindirilebilirliği üzerine olan etkileri incelenmiştir.

Besleme Denemesi 1’den elde edilen sonuçlara göre, yeme % 10 oranında ilave edilen ham *Ulva*, yavru gökkuşağı alabalıklarının büyüme performansını olumlu yönde etkilemiştir. Besleme denemesi süresince balıklarda ölüm olayı görülmemiştir.

Bu araştırmada, alabalık yemlerine Ham *Ulva* ununun % 5’den % 10’a artması balıkların son vücut ağırlığını ve spesifik büyüme oranını önemli derecede etkilememiştir. Valente ve ark. (2006) hem *Gracilaria bursa-pastoris* hem de *Ulva rigida*’nın levrek balığının (~5 gr) yemlerine ilavesinin % 5’den % 10’a arttığında büyüme performansını değiştirmediğini gözlemlemişlerdir. Benzer şekilde Güroy ve ark. (2006) tilapya balıklarında (~5 gr) iki farklı makro alg türünü (*Ulva rigida* ve *Cyosteria barbata*) % 5, 10 ve 15 oranlarında denemişler ve yeme % 5 veya % 10 ilave edilen her iki makroalgde tilapya balıklarının büyüme performansını düşürmediği belirlenmiştir. Bu bulguların aksine, yeme % 10’dan daha az makro alg unu ilavesinin, balıkların büyüme performansını arttırdığına ilişkin çok sayıda çalışma rapor edilmiştir. Örneğin; %5 oranında *Ascophyllum* unu (denizel kahverengi makro alg) ilave edilen yemler ile beslenen 1 yıllık mercan balıklarında, büyüme ve yem kullanımlarında artış gözlenirken, % 10 *Ascophyllum* unu içeren yemler, yem veriminin ve büyümenin daha düşük olmasına sebep olmuştur (Yone ve ark., 1986). 56 gram ağırlığındaki karagöz balıkları (*Acanthopagrus schlegeli*) 63 gün boyunca, % 0 - % 2,5 - % 5 - % 10 ve % 15 arasında *Ulva* unu ilave edilen yemler ile beslenmiş ve % 5 *Ulva* unu içeren yemlerle beslenen balıklarda, büyüme performansı diğer gruplara göre daha yüksek bulunmuştur (Nakagawa ve ark., 1993). Yılan baş balıklarının (*Channa striatus*), yemlerine buğday unu yerine % 0 - %5 - %10 - %15 ve % 20 arasında değişen oranlarda *Ulva* unu ilave edildiğinde, en iyi büyüme ve yem dönüşüm oranı % 5 *Ulva* ilavesi yapılan yemlerde olduğu bulunmuştur (Hashim ve Hassan, 1995). Yukarıda bahsedilen çalışmalardan elde edilen ortak bulgu; yemlerde alg unu miktarının artması büyüme olumsuz etkilerken, az miktarda alg içeren yemlerin kontrol grubuna göre daha iyi sonuç vermeleridir. Özellikle % 5 oranında alg unu ilavesi, yemlerde kullanılacak optimum seviye olarak değerlendirilmektedir. Tüm bunlara karşın balık yemlerine %

10'dan daha fazla oranda makro alg unu ilavesinin balıkların büyüme performansını arttırdığını bildiren çalışmalar bulunmaktadır. Örneğin, Wassef ve ark. (2001) kefal fingerlinglerinde (~ 6 gr) % 5'den % 20'ye kadar *Ulva* ununu denemiş ve yeme % 20 oranında ilave edilen *Ulva*'nın diğer gruplara göre daha yüksek büyüme performansı sağladığını belirtmişlerdir. Bu balık türünde bu kadar yüksek oranda alg unun kullanılabilmesi, bu balık türünün beslenme özelliğinin bitkisel kökenli olması ve doğal besinlerinin içerisinde alg bulunmasına (Benetti ve Netto, 1991) bağlanabilir.

Karnivor balık türlerinin yemlerinde alg gibi bitkisel kökenli hammaddelerin yüksek oranda kullanılması, balıkların yem tüketiminin ve büyüme performansının düşmesine neden olmaktadır. Bu yüzden, protein ihtiyacı fazla olan ve karnivor beslenme özelliğine sahip olan balıkların yemlerine önceden ısıtma işlemi uygulanmış (ekstruzyon, otoklavlama vb.) olan hammaddelerin kullanılması önerilmektedir (Barrows ve ark., 2007). Isıtma işlemi uygulaması hammaddenin daha iyi pişmesini ve jelatinize olmasını sağladığından, bu hammaddeleri içeren yemler balıklar tarafından daha kolay sindirilmekte ve daha yüksek büyüme performansı elde edilmektedir. Bu besleme denemesinde, otoklavlama işlemine maruz bırakılmış *Ulva*, yeme % 10 oranında ilave edildiğinde ham *Ulva* % 10'dan daha düşük, kontrol grubuyla ise benzer bir büyüme performansı sergilemiştir. Isıtma işlemine maruz bırakılmış alglerin, balık yemlerinde kullanımına ilişkin bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bununla birlikte, ısıtma işlemi uygulanmış bitkisel ürünlerin balıklar üzerine olan etkileri hakkında araştırmalar mevcuttur. Örneğin, Davies ve Gouveia (2008) Afrika yayın balığı (*Clarias gariepinus*) yemlerinde, farklı ısıtma işlemlerine maruz bırakılmış bezelye ununun balıkların büyüme performansı ve yem kullanımı üzerine olan etkilerini araştırmışlardır. 180 °C'de 30 dakika ve 210 °C'de 10 dakika ısıtma işlemi uygulanmış bezelye unu içeren yemlerle beslenen gruplar en iyi büyüme ve yem kullanımını göstermişlerdir. Bu yemlerin, en düşük tripsin inhibitörüne (TI) sahip olduğu bulunmuştur. 150 °C 15 dakika otoklavlanan bezelye ununun TI değeri 8,20 TIU/mg altına düşmemiştir. Arndt ve ark. (1999) salmonda (*Oncorhynchus kisutch*) ve Peres ve ark. (2003) kanal yayın balığında (*Ictalurus punctatus*) soya ununun verimli kullanılması için, TI 2,0 TIU/mg altında olması gerektiğini bildirmişlerdir. Adewumi (2006) farklı otoklavlama zamanlarına maruz bırakılmış (0, 5, 10, 15, 20, 25 ve 30 dakika) soya unun, Afrika yayın balığının anaç yemlerinde kullanılmasının balıkların büyüme ve üreme performansı üzerine olan etkilerini incelemiştir. 25 dakika otoklavlama işlemine tabii tutulmuş soya unu ile beslenen balıkların büyüme performansı, 30 dakika ve hiç otoklavlama işlemi uygulanmamış gruplardan daha yüksek bulunmuştur. Soya ununa farklı sürelerde uygulanan ısıtma işleminin

etkileri, soyadaki amino asit kompozisyonunda meydana gelen dengesizliklere ve tripsin inhibitörü seviyesi ile ilişkisine bağlanmaktadır. Soya ununun aşırı veya yetersiz ısıtma işlemine maruz bırakılması, ürünün besin kalitesinin düşmesine sebep olmaktadır. Peres ve ark. (2003) uygun olmayan ısıtma işlemine tabi tutulmuş soya unu ile beslenen balıkların, net protein sindirilebilirliğinin azaldığını ve sonuç olarak büyüme performansı düştüğünü vurgularken, benzer şekilde, Khalifa ve ark. (1992) aşırı ısıtılmış soya ununun lizin ve arjinin yararlanabilirliğinin düşmesi sonucu protein kullanımının azaldığını bildirmektedir.

Bu besleme denemesinde ham ve otoklavlanmış *Ulva* unları buğday unu yerine düşük oranlarda (% 5 veya 10) kullanılmıştır. Bu yüzden de, denemede kullanılan yemlerin amino asit profilinde yüksek oranda değişiklik yapması beklenmemektedir. OU10 grubunda büyüme oranının, HU10 grubundan daha düşük bulunmasının en önemli nedenlerden biri olarak, ısıtma işleminin *Ulva*'nın askorbik asit içeriğini olumsuz yönde etkilemiş olabileceği söylenebilir. *Ulva* iyi bir mineral ve vitamin profiline sahip olup, özellikle de askorbik asit bakımından zengindir (Ortiz ve ark., 2006; García-Casal ve ark., 2007). Vitamin C, lipid peroksidasyonu üzerine koruyucu bir etkiye sahiptir ve balıkların lipid metabolizmasının düzenlenmesinde rol almakta dolayısıyla da büyüme performansını arttırmaktadır (Miyasaki ve ark., 1995; Ji ve ark., 2003). Ancak, askorbik asit ısıya karşı dayanıksız olan en önemli vitaminler arasında yer almaktadır. Bu yüzden de, otoklavlama işlemi *Ulva* nın protein miktarını ve nişasta jelatinizasyonunu arttırmasına rağmen, muhtemelen *Ulva* daki askorbik asit içeriği büyük oranda düşmüş ve balığın büyüme ve yem kullanımının düşmesine sebep olmuştur.

12 hafta süresince, deneme yemlerini balıklar iştahla tüketmişlerdir. Bütün deneme grupları arasında istatistiksel bir fark olmamasına rağmen, ham *Ulva* % 5 dışındaki bütün *Ulva* gruplarının yem tüketimi kontrol grubuna göre oldukça düşük olduğu belirlenmiştir. Valente ve ark. (2006) levrek yemlerinde farklı makro alglerin kullanımı üzerine yaptıkları araştırmada, alg çeşitlerinin ve yeme ilave edilme oranlarının balıkların yem tüketimini etkilemediğini bildirmişlerdir. Bununla birlikte, bu denemede gruplar arasında fark olmamasına rağmen, alg ilave edilmesi balıkların yem tüketimini olumlu yönde etkilemiştir. Hashim ve Mat-Saat (1992) yılan baş balıklarında yaptıkları bir çalışmada, % 5 *Ulva* unu içeren yemlerin diğer yem gruplarına göre balıkların yem tüketimini ve yemleme aktivitesini arttırdığını rapor etmişlerdir. *Ulva* ununun sazan yemlerinde kullanımının araştırıldığı bir araştırmada, yeme yüksek oranda *Ulva* unu (%20) ilavesi balıkların yem tüketimini düşürmüştür (Diler ve ark., 2007). Balık yemlerine fazla

miktarda ilave edilen bitkisel proteinler genellikle balıkların yem tüketiminin azalmasına ve büyüme performansının düşmesine neden olmaktadır (Davies ve ark., 1997). Bu besleme denemesinde *Ulva* unu ilavesi (OU10 hariç), balıkların yem tüketiminin azaltmasına rağmen büyüme performansını düşürmemiştir. Bu nedenle, *Ulva*'nın yem tüketimine olan muhtemel etkilerinin daha detaylı araştırılması gerekmektedir. Yemlerden bulunan protein ve yağın *Ulva* ile birlikte alındığında lipitlerin en etkili şekilde depolandığı ve harekete geçirildiği ve protein asimilasyonunu desteklediği sonucu çıkarılabilir.

Balık yetiştiriciliğinde maliyet hesaplamasında kullanılan en önemli parametrelerden biri olan Yem Değerlendirme Oranı (YDO) gökkuşağı alabalığı için genellikle 0,8 ile 1,2 arasında olması uygun kabul edilmektedir. Bu besleme denemesinde YDO 0,90 ile 1,01 arasında değişim göstermiş olup, bu değer daha önce gökkuşağı alabalığı alabalıklar ile yapılan çalışmalardan elde edilenler ile değerlerle benzerlik göstermektedir (Figueiredo-Silva ve ark., 2005; Morris ve ark., 2005). HU10 grubunun YDO, kontrol grubu ile karşılaştırıldığında daha iyi bulunmuştur. *Ulva* unu içeren yem gruplarının YDO, kontrol grubundan daha düşük olmasına rağmen, gruplar arasında (HU10 hariç) önemli derecede bir farklılığa rastlanmamıştır. Azaza ve ark. (2008) tilapya balıkları (*Oreochromis niloticus*) üzerine yaptıkları çalışmada % 20 oranında *Ulva* unu kullanımının YDO'nu önemli derecede arttırmadığını bildirmişlerdir. Yine tilapya üzerine yapılan başka bir çalışmada, *Ulva* unun % 15 oranına kadar kullanıldığında YDO yükseltmediği bulunmuştur (Güroy ve ark., 2007). Nakagawa (1997) mercan balıklarında (*Pagrus major*) en iyi YDO % 5 ve % 10 *Ascophyllum* unu içeren yemle beslenen balıklarda olduğunu rapor etmişlerdir. Bunların aksine, yemlere % 10 ve yukarısında ilave edilen alglerin balıkların YDO'nu azalttığı bildirilmiştir (Nakagawa ve ark., 1993; Hashim ve Hassan, 1995; Davies ve ark., 1997; Yıldırım ve ark., 2009).

Net Protein Kullanım Oranı (NPKO) % 5 otoklavlanmış *Ulva* unu içeren yemlerle beslenen balıklarda daha düşük bulunmuştur. Isıl işlemin protein kalitesini veya vitamin C içeriğini olumsuz etkilemiş olması nedeni ile yemlerdeki protein yararlanabilirliği düşmüş olabilir. Isıl işlem uygulamasına bakılmaksızın, %10 *Ulva* unu içeren yemlerle beslenen balıklarda Net Enerji Kullanım Oranı (NEKO), diğerlerine göre daha yüksek olduğu ve %5 *Ulva* unu içeren yemlerle beslenen balıklarda NEKO daha düşük olduğu belirlenmiştir. Alabalık yemlerinde *Ulva* oranının artması ile NEKO ve NPKO değerlerinde artış gözlenmiştir.

Bu besleme denemesinde, gruplar arasında fark olmamasına rağmen en düşük kondüsyon faktörü, OU10 grubunda saptanmıştır. Kut (2004) tilapya yemlerinde

Cystosiera barbata ve *Ulva rigida* unlarının değerlendirilmesi ile ilgili yaptığı çalışmada, *Cystosiera barbata* ile beslenen balıkların kondüsyon faktörü değişmediğini, yemdeki *Ulva rigida* unun artmasıyla balıkların kondüsyon faktörünün azaldığını bildirmiştir. Kontrol grubu ile arasında fark bulunmamasına rağmen bütün alg grupları arasında en yüksek kondüsyon faktörü az oranda (%5) alg unu içeren yemle beslenen balıklarda olduğu bulunmuştur. *Ulva* unu balık yemlerinde az kullanıldığında balıkların kondüsyon faktörü kontrol grubuna göre daha yüksek çıktığı diğer bazı araştırmacılar tarafından bildirilmiştir (Nakagawa ve ark., 1987). OU10 grubunun HSI değeri diğer gruplara göre önemli derecede düşük bulunmuştur. Otoklavlanmış *Ulva* gruplarının VSI değerleri ise, diğer gruplara göre daha yüksek olduğu gözlenmiştir. Benzer bulgulara alabalıklar üzerine yapılan başka çalışmalarda da rastlanmıştır (Samuelsen ve ark., 2001; Caballero ve ark., 2002; Thiessen ve ark., 2003). Bu çalışmada ölçülen et verimi gökkuşağı alabalığı üzerine yapılan (Tekinay ve Davies, 2001) çalışmalar ile benzerlik göstermektedir.

Kültür balığının kalitesinin değerlendirilmesinde balığın büyüme ve yem kullanımının yanı sıra vücut kompozisyonu, yağ asidi profili, et rengi ve hastalıklara dayanıklılık gibi kriterleri de dikkate alınmaktadır. Balığın duyuşal değerlendirilmesi balık türüne, bölgelere, pişirme yöntemine ve mevsimlere bağılı olarak değişmektedir. Karkas kalitesinin belirlenmesindeki ilk faktör ise ette depolanan lipitlerin miktarı ve kalitesi olup, protein kompozisyonu genellikle dikkate alınmamaktadır. Bu tez çalışmasında, bütün deneme gruplarının lipit miktarları arasında bir fark olmamasına rağmen, yemdeki alg oranının artması ile azda olsa lipit içeriğı artmaktadır. Deneme gruplarının nem ve kül kompozisyonları arasında herhangi bir farklılık bulunmamıştır. Isıl işlem uygulaması balıkların protein miktarını kontrol grubuna göre düşürmüştür. Bununla birlikte, otoklavlanmış *Ulva* gruplarındaki alg oranının artması ile protein içeriğı de önemli derecede yükselmektedir. Isıl işlem az da lisin gibi amino asitlerin düzeyi ya da yararlanabilirliğı düşürmüş ve bu bileşenlerin eksikliğı de balıkların daha az azot tutmasına sebep olmuştur (Palmeşiano ve ark., 2006).

Deneme yemlerinin yağ asidi kompozisyonu benzer olup (Çizelge 3), deneme yemlerine ilave edilen makro alg oranı yağ asidi kompozisyonunu önemli oranda değiştirmemiştir. Bütün deneme yemlerinin linoleik asit (18:2n-6), linolenik asit (18:3n-3), eicosapentaenoik (20:5n-3, EPA) ve docosaheptaenoic (22:6n-3, DHA) içerikleri tatlı su balıkları için tavsiye edilen değerlerin üzerindedir (Sargent ve ark., 2002). Tatlı su balıkları, doymuş yağ asitlerini doymamış yağ asitlerine dönüştürebilme yeteneğine sahip olduğundan, yemlerinde uzun zincirli n-3 ve n-6 yağ asitlerinin eksikliğini kısa zincirli n-3

ve n-6 yağ asitleri yardımı ile düzenleyebilirler. Sadece n-3 yağ asitlerinin ilavesi yeterli değildir, her iki yağ asidinin ihtiyacı karşılaması gerekmektedir (Sargent ve ark., 2002). Bitkisel yağlar içeren yemlerle beslenen alabalıkların yağ asidi kompozisyonunda genellikle n-6 oranı yüksek olacaktır (de Francesco ve ark., 2004). Deneme yemlerinin yağ asidi kompozisyonu benzer olsa bile, balık etinin yağ asidi kompozisyonu üzerine olan etkileri farklı olabilmektedir. Bu denemede, K ve HU5 yemi ile beslenen balıkların EPA ve linolenik asit içeriği benzer bulunmuş olup, HU10, OU5 ve OU10 gruplarının her iki yağ asidi değeri de kontrol grubundan önemli derecede yüksek bulunmuştur. Alg ilave edilen yemlerle beslenen alabalıkların DHA içeriği kontrol grubuna göre önemli derecede yüksek bulunmuştur. Dantagnan ve ark. (2009) *Macrocystis pyrifera*'nın alabalık yemlerinde % 3 ve % 6 kullanılmasının balık etindeki PUFA'ları özellikle EPA, DHA ve linoleik asit içeriğini arttırdığını bildirmişlerdir. Benzer makro alg türü % 10 oranında tavuk yemlerinde kullanıldığında n-3 yağ asidi içeriğinin yükseldiği bulunmuştur (Carillo ve ark., 2008). Makro alglerin balığın lipit metabolizması üzerine pozitif etkilere sahip olduğu bazı araştırmalarda bildirilmektedir (Nakagawa, 1997; Ergün ve ark., 2009). Ancak, *Ulva* gibi makro alg türlerinin balıkların yağ metabolizması üzerine olan etkilerinin detaylı olarak incelenmesine ihtiyaç bulunmaktadır.

Bu besleme denemesinde genellikle bütün yemlerin protein ve yağ sindirilebilirlikleri yüksek bulunmuştur. Bütün *Ulva* gruplarının protein sindirilebilirliği kontrol grubuna göre önemli oranda yüksek bulunmuştur. Yemdeki *Ulva* oranının artması veya ısıtma işlemi uygulaması ise *Ulva* gruplarının protein ve yağ sindirilebilirliklerini değiştirmemiştir. Valente ve ark. (2006) *Ulva rigida*'nın levrek yemlerinde % 10 kadar kullanıldığında besin sindirilebilirliğini etkilemediğini ve kontrol grubu ile benzer olduğunu bulmuşlardır. Bu çalışmada elde edilen net protein ve yağ sindirilebilirliği katsayıları karnivor balık türleri için belirtilen değerlerle benzerlik göstermektedir (NRC, 1993). Appler (1985) bir tatlı su algisi olan *Hydrodictyon reticulatum*'u *O. niloticus* ve *T. zillii* yemlerinde % 5'den % 10'a arttırdığında net protein sindirilebilirliğinin düştüğünü rapor etmiştir. Balıkların net besin sindirilebilirlik katsayıları üzerine makro alglerin etkilerinin detaylı olarak incelenmesi için daha fazla araştırmaya gereksinim bulunmaktadır. Alglerden protein özütlenmesi hücre duvarındaki müsilaj ve fenolik bileşenlerin varlığından dolayı zordur (Fleurence ve ark., 1995; Jordan ve Vilter, 1991). Fenolik bileşenler, oksitlenme koşulları altında proteinlere eklenerek onlara çift kovalent bağ yapabilir ve doğal yapısını yok edebilir (Loomis ve Battaile, 1966). Hücre duvarındaki müsilaj, oldukça yapışkan bir sıvı formundadır (Ochiai ve ark., 1987) ve bağırsakta akışkanlığı engelleyebilir. Bu nedenle alg içeren yemlerle

beslenen balıklarda, proteinden yararlanma düşük olduğu için büyüme performansı daha düşük olmuş olabilir.

Bu besleme denemesinde, alabalık yemlerine % 10 oranında ham *Ulva* unu ilavesinin balıkların büyüme ve yem performansını geliştirici etkiye sahip olduğu bulunmuştur. *Ulva*'ya ısıtma işlem uygulanması, alabalığın büyümesini olumsuz yönde etkilemiş olup, bunun nedenlerinin araştırılması gerekmektedir. Ancak, ham ve otoklavlanmış *Ulva* unun alabalık yemlerine ilavesi, balıkların n-3 yağ asitlerinin yükselmesini sağlamıştır. *Ulva* ununun pozitif ve negatif etkilerinin yanı sıra bilinmeyen etkileri de mevcut olduğu düşünülmektedir, özellikle *Ulva* unun balıkların immün sistemi üzerine olan etkileri araştırılmamıştır ve incelenmesi gerekmektedir.

4.4.3. Besleme Denemesi 2

Bu besleme denemesinde, *Spirulina* unu balık unu yerine % 5 ve % 10 oranında yavru gökkuşağı alabalığı yemlerine ilave edilmiş ve alabalıkların büyüme performansı, yem kullanımı, vücut kompozisyonu, yağ asidi kompozisyonu ve besin sindirilebilirliği üzerine olan etkileri araştırılmıştır.

Besleme Denemesi 2'den elde edilen sonuçlara göre, yeme *Spirulina* ilavesi gökkuşağı alabalıklarının büyüme performansını iyileştirmiştir. 12 hafta süren bu besleme denemesinde deneme yemleri balıklar tarafından iştahla tüketilmiştir. Bu araştırma süresince hiç ölü balığa rastlanmamıştır. Tek hücreli proteinler genellikle birçok tatlı su ve deniz balığının larva aşamasında besin olarak kullanılmaktadır (Sargent ve ark., 1999). Maya ve mikroalg gibi tek hücreli proteinler balık beslemede değerlendirilmesine rağmen, bira ve torula mayası dışındaki ürünlerin yüksek üretim maliyetine sahip olması pratikte balık unu yerine yüksek oranda kullanılmasında problemlere yol açmaktadır. Bu yüzden, bu besleme denemesinde alabalık rasyonlarına düşük miktarda *Spirulina* ilavesi yapılmış ve balıklar üzerine olan etkileri araştırılmıştır. *Girella punctata* yemlerine % 5 oranında *Spirulina* unu ilavesi balıkların daha yüksek ağırlık kazanmasını sağlamıştır (Nakazoe ve ark., 1986). Yeme % 5 oranında ilave edilen *Spirulina*, bir yıllık mercan balıklarının (*Pagrus major*) büyüme ve yem kullanım değerlerini önemli derecede arttırdığı bulunmuştur (Mustafa ve ark., 1994b). Aynı balık türü üzerine yapılan başka bir çalışmada % 3 oranındaki *Spirulina* balıkların büyüme performansını iyileştirmiştir (Mustafa ve ark., 1994c).

Spirulina balık yemlerine yüksek oranda da ilave edilmiş ve balıkların büyüme ve yem kullanım performansları incelenmiştir. % 40 ile % 60 arasında *Spirulina* içeren yemler

ile beslenen Sibiryaya mersin balığı (*Acipenser baeri*). yavrularının büyüme performansının iyileştiği bulunmuştur (Palmegiano ve ark., 2005). Sibiryaya mersin balığı üzerine yapılan başka bir çalışmada, yeme *Spirulina* ilavesi balıkların büyüme performansını değiştirmemiştir (Palmegiano ve ark., 2008). Nandesha ve ark. (1998) sazan yemlerinde balık unu proteini yerine % 0, 25, 50, 75 ve 100 oranlarında *Spirulina* unu kullanımının balıkların performansı üzerine olan etkilerini araştırdıkları çalışmada, balıkların büyüme performansının değişmediğini rapor etmişlerdir. Bu bulguların aksine, alabalık (Atack ve Matty, 1979) ve sazan (Atack ve ark., 1979) yemlerinde tek başına protein kaynağı olarak kullanılan *Spirulina maxima*'nın balıkların büyüme performansını düşürdüğü bulunmuştur. Olvera-Novoa ve ark. (1998) tilapya yemlerine *Spirulina* ununu balık unu yerine %20, 40, 60, 80 ve 100 oranlarında ilave etmiş ve balıkların büyüme performansını araştırmışlardır. Tilapya yemlerinde % 40 oranına kadar *Spirulina* unu kullanılmasının mümkün olduğunu, bu oranın üstünde balıkların büyüme performansının kontrol grubuna göre düştüğünü bulmuşlardır. Genel olarak, yeme az oranda ilave edilen *Spirulina* balıkların büyüme performansını arttırdığı söylenebilir. Ancak, yüksek oranda *Spirulina* kullanıldığında balıkların büyüme performansı bazı çalışmalarda artar iken diğer çalışmalarda düşmüştür. Bu durum, balık türüne bağlı olabilmekle birlikte denemelerde kullanılan *Spirulina*'nın türü, üretim şekli ve yem rasyonu içeriğinin denemelerde farklı olmasına bağlanabilir.

Kontrol grubu ile karşılaştırıldığında en iyi yem tüketimi (%), YDO ve PVO S5 yemi ile beslenen alabalıklarda bulunmuştur. Yemdeki *Spirulina* oranı % 5'den % 10'a arttığında ise, YDO ve PVO parametreleri az da olsa kötüleşmesine rağmen, hem iki grup arasında hem de S10 ile kontrol grubu arasında istatistiksel bir farklılığa rastlanmamıştır. Palmegiano ve ark. (2005) yeme % 60'a kadar ilave edilen *Spirulina* unun mersin balıklarının YDO ve PVO iyileştirdiğini saptamışlardır. Nandesha ve ark. (1998) sazan yemine % 100 oranına kadar *Spirulina* ilavesinin balıkların YDO ve PVO değiştirmedini bulmuşlardır. Nandesha ve ark. (2001) tarafından, *Catla catla* ve *Labeo rohita* türünde *Spirulina* ununu balık unu yerine % 25, 50, 75 ve 100 oranlarında denenmiş olup, her iki balık türünün de büyüme performansını araştırmışlardır. *L. rohita* türünde % 25 *Spirulina* kullanımı, balıkların yem değerlendirmesini arttırmış, ancak yüksek oranda mikroalg kullanımı YDO ve PVO değerlerini olumsuz etkilemiştir. *C. catla* türünde ise en yüksek seviyede bile *Spirulina* ilavesi balıkların YDO ve PVO'nu değiştirmemiştir. Takeuchi ve ark. (2002) ham *Spirulina* unu ile beslenen tilapya balıklarının, kontrol grubuna göre daha düşük YDO ve PVO sağladığını bildirmişlerdir.

Deneme gruplarının Net Protein Kullanım Oranı (NPKO) S5 grubunda yüksek bulunmasına rağmen, gruplar arasında önemli bir farklılığa rastlanmamıştır. S5 yemi ile beslenen balıkların NPKO S10 grubunun NPKO daha yüksek, K grubu NPKO değerleri ile benzer bulunmuştur. Tilapya yemlerine % 30'dan fazla *Spirulina* ilave edildiğinde balıkların NPKO düştüğü bulunmuştur (Olvera-Novoa ve ark., 1998). Genellikle, balık yemlerine az miktarda ilave edilen *Spirulina*, balıkların protein ve enerji kullanımının artmasını sağlamaktadır.

Bu besleme denemesinde, S10 grubunun kondüsyon faktörü diğer gruplara göre düşük bulunmasına rağmen, grupların kondüsyon faktörü arasında istatistiksel bir farklılığa rastlanmamıştır. Daha önce aynı laboratuarda aynı balık türünde başka bir besleme araştırmasında, benzer kondüsyon faktörü değerleri elde edilmiştir (Güroy, 2009). Bir mikro alg türü olan *Chlorella* ile az oranda (% 0,5 – 4) beslenen yavru Japon pisi balığı (*Paralichthys olivaceus*) (Kim ve ark., 2002) ve yavru Kore kayabalığının (*Sebastes schlegeli*) (Bai ve ark., 2001) kondüsyon faktörü değişmemiştir. Yemdeki *Spirulina* unu % 5'den % 10'a yükseldiğinde hepatosomatik indeksi kontrol grubuna göre önemli derecede düşmüştür. Yapılan besleme denemesi sonuçlarına göre, *Spirulina* unu alabalıkların VSI ve EV değerlerinin etkilenmediği bulunmuştur. Palmegiano ve ark. (2005) *Spirulina* içeren yemlerle beslenen Sibiryâ mersin balıklarının HSI değişmediğini, ancak VSI değerinin kontrol yeminden daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Bu çalışmada hesaplanan et verimi ve viskerosomatik indeks değerleri daha önce gökkuşığı alabalığı üzerine yapılan çalışmalar ile benzerlik göstermektedir (Tekinay ve ark., 2009; Güroy, 2009).

Balıklar ve diğer deniz ürünleri yüksek düzeyde uzun zincirli doymamış yağ asidi içermelerinden dolayı koroner kalp hastalıkları gibi kronik hastalıklara karşı insan sağlığını korumaktadır. Bu nedenle, haftada en az iki kez balık tüketilmesi tavsiye edilmektedir (Harris ve Von Schacky, 2004). Bununla birlikte, doğal balık stoklarının sınırlı olması ve dünya nüfusunun artışı tüketicileri kültür balığı tüketmeye yöneltmiştir. Kültürü yapılan balıklar ve doğal balıkların vücut kompozisyonu özellikle de yağ oranları arasında büyük farklılıklar vardır. Özellikle, yetiştirilen salmonid türlerinin yağ içeriği genellikle doğadaki salmonid türlerinden daha yüksektir (Blanchet ve ark., 2005). Et kalitesi, balık yetiştiriciliğinde büyük önem taşıyan bir konudur. Son yıllarda, balık yetiştiriciliğinin en temel hedeflerinden birisi kültür balığının et kalitesini doğal balığın lezzetine yaklaştırmaktadır. Bu hedefe ulaşabilmek için yemdeki yağ miktarının ve yağ kaynaklarının dengeli olması gerekmektedir.

Bu besleme denemesinde, alabalık yemlerine % 10 *Spirulina* ilavesi balıkların lipit içeriğini kontrol grubuna göre önemli derecede düşürmüştür. S5 grubunun yağ içeriği kontrol grubuna göre az da olsa düşmüş, ancak gruplar arasında fark olmadığı saptanmıştır. Nandeesh ve ark. (1998) sazan yemlerindeki *Spirulina* unu seviyesinin artması ile balık etindeki lipit seviyesinin azaldığını bildirmişlerdir. *Spirulina* içeren yemlerle beslenen 2 yıllık mercan balıklarının kaslarında aşırı lipit birikimi azalmıştır (Mustafa ve ark., 1994a). % 2 *Chlorella* içeren yemlerle beslenen ayu balıklarının (*Plecoglossus altivelis*) kas ve karaciğerindeki yağ içeriği düşmüştür (Amano ve Noda, 1985). Kim ve ark. (2002) yavru Japon pisi balığı yemlerine % 2 veya % 4 oranında *Chlorella* unu ilavesi balıkların lipit içeriğinin azalmasını sağladığını bildirmişlerdir. Yeme ilave edilen *Chlorella* ekstraktı ayu balıklarının kasındaki lipit içeriğini de düşürmüştür (Nakagawa ve ark., 1983; Nematipour ve ark., 1987, 1988). Bu bulguların aksine, *Spirulina* yağ miktarını arttırıcı bir hammadde olduğu bazı araştırmacılar tarafından rapor edilmiştir (Atack ve ark., 1979; Watanabe ve ark., 1990). *Spirulina* ile beslenen sarı kuyruk (*Seriola quinqueradiata*) ve mercan balıklarının yağ içeriği artmıştır (Yone ve ark., 1986; Mustafa ve ark., 1995). Bu yüzden *Spirulina*'nın balıkların lipit düzeyi üzerine olan etkileri balık türüne veya denemelerde kullanılan *Spirulina* türüne göre değiştiği söylenebilir. Bu besleme çalışmasından elde edilen sonuç, yeme ilave edilen *Spirulina* ununun alabalıkların lipit metabolizması üzerine pozitif etkilerinin olduğu yönündedir, ancak konu ile ilgili daha detaylı araştırmaların yapılması gerekmektedir.

Yavru gökkuşacağı alabalıklarının yemlerine *Spirulina* ilavesi, balıkların nem ve kül içeriğini değiştirmemiştir. Nandesha ve ark. (2001) *C. catla* ve *L. rohita* türlerinin nem ve protein içeriğine *Spirulina* unun etkisinin olmadığını bulmuşlardır. Nandesha ve ark. (1998) yemdeki *Spirulina* unu ilavesinin artışı ile sazan balıklarının kül içeriğinin arttığını, protein ve nem içeriğinin değişmediğini bildirmişlerdir. Mustafa ve ark. (1994b) ise mercan balığının yaş yeminde % 2 *Spirulina* ilavesinin balığın protein içeriğini etkilemediğini kaydetmişlerdir.

Tek hücreli proteinler yaygın olarak birçok deniz ve tatlı su balığının larva besleme aşamasında özellikle belirli yağ asidlerinin miktarını arttırmak için kullanılmaktadır (Sargent ve ark., 1999). *Spirulina* protein, PUFA, klorofil, karotenoid, mineral ve antioksidant aktivitesine sahip fikosiyanobilin gibi pigment kaynakları bakımından zengindir (Belay ve ark., 1996; Miranda ve ark., 1998). *Spirulina* yağ asidi bakımından incelendiğinde özellikle, linoleik asit ve g-linolenik asit bakımından boldur. Lu ve ark. (2003) ham *Spirulina* ile beslenen tilapyaaların et yağ asidi kompozisyonu 20:3n-6, 20:4n-6,

22:4n-6 ve 22:5n-6 gibi çoklu doymamış n-6 yağ asitleri açısından oldukça yüksek bulunmuştur. Bu besleme denemesinde alabalıklara ham olarak *Spirulina* unu verilmemiş, sadece alabalık rasyonlarına düşük oranlarda (% 5 -10) bu mikro alg türü ilave edilmiştir. Bundan dolayı, balık etinde Lu ve ark. (2003)'nın bildirdiği kadar yüksek oranda n-6 yağ asitlerine rastlanmamıştır. Bu besleme araştırmasında kullanılan deneme yemlerinin yağ asidi kompozisyonu benzer bulunmuş, yeme *Spirulina* ilavesi yemlerin yağ asidi profilini etkilememiştir. Araştırma yemlerinin yağ asidi kompozisyonu alabalık için daha önce bildirilen yağ asidi ihtiyacını karşılayabilecek seviyededir (Sargent ve ark., 2002). Alabalık yemlerindeki yağ asidi kompozisyonunda var olan n-6 yağ asitleri balık tarafından n-3 yağ asitlerine dönüştürülebilmektedir. Bu denemede, kontrol yemi ile beslenen balıkların stearik asit ve toplam doymuş yağ asitleri içeriği, alg içeren yemlerle beslenen balıklardan daha yüksek bulunmuştur. Mikro alg ilavesi yapılan yemler ile beslenen yavru gökkuşağı alabalıkların DHA içeriği ise kontrol grubuna göre önemli derecede yüksek bulunmuştur. Palmegiano ve ark. (2005) *Spirulina* içeren yemlerle ve kontrol yemi beslenen Sibirya mersin balıkların fileto yağ asidi kompozisyonu arasında farklılık olduğunu ve yemdeki *Spirulina* miktarının artması ile palmitik ve linolenik asit içeriğinin yükseldiğini ve miristik asit içeriğinin azaldığını rapor etmişlerdir. Ayrıca, hem kontrol yeminde hem de bu yem ile beslenen balıkların etinde yüksek miktarda EPA ve DHA içeriğine rastlanmıştır. Bu çalışmada yeme en az % 40 en fazla % 60 oranında *Spirulina* unu ilavesi yapılmış ve balık unu oranı % 54'den % 6'ya kadar düşürülmüştür. Bu besleme araştırmasında yeme düşük oranda *Spirulina* ilave edilmiş olması balıkların yağ asidi kompozisyonu üzerine olumlu etkilere sahip olmuştur.

Bu besleme araştırmasında, yeme *Spirulina* ilavesi balıkların net protein sindirilebilirliğini arttırırken, yağ sindirilebilirliğini etkilememiştir. Nandeeshya ve ark. (2001) *C. catla* türünün yemine *Spirulina* ilavesinin protein sindirilebilirliğini etkilemediğini, ancak yeme yüksek oranda *Spirulina* ilavesinin, kuru madde ve lipit sindirilebilirliğini arttırdığını bulmuşlardır. Yine aynı araştırmacılar, *L. rohita* türünde *Spirulina* unu içeren tüm yemlerde protein ve kuru madde sindirilebilirliğinin yüksek olduğunu rapor etmişlerdir. Nandeeshya ve ark. (1998) sazan yemine *Spirulina* ilavesinin balıkların protein sindirilebilirliğini arttırdığını saptamışlardır. Alabalık (Atack ve Matty, 1979) ve sazan (Atack ve ark., 1979) yemlerinde *S. maxima* kullanımı protein sindirilebilirliğini iyileştirmiştir. Umesh ve ark. (1994) *S. platensis* balık unu proteinin % 50'si oranında içeren sazan yemleri ile beslenen balıkların protein sindirilebilirliğinin en yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Palmegiano ve ark. (2005) gruplar arasında fark

olmamasına rağmen, yemdeki *Spirulina* oranının artması ile kuru madde sindirilebilirliğinin arttığını ve protein sindirilebilirliğinin düştüğünü belirlemişlerdir. En yüksek protein ve en düşük kuru madde sindirilebilirliği kontrol yeminde, en düşük protein ve yüksek kuru madde sindirilebilirliği ise en yüksek oranda (% 60) *Spirulina* unu içeren yemde kaydedilmiştir. Bu tez çalışmasında kullanılan *Spirulina platensis* selülozik hücre duvarına sahip olmadığından (Becker, 1994) daha iyi sindirim ve absorpsiyon özelliğine sahiptir. *Spirulina* ilave edilen yemlerde daha iyi protein sindirilebilirliğinin gözlenmesi, *Spirulina*'nın absorpsiyonun daha iyi gerçekleşmesindedir (Musatafa ve Nakagawa, 1995).

Sonuç olarak bu besleme denemesinde, yavru gökkuşuğu alabalık yemine ilave edilen düşük oranda *Spirulina*, balıkların büyüme performansını, yem kullanımını ve balık etinin yağ asidi profilini olumlu yönde etkilemiştir. *Spirulina* grupları arasında ise en iyi performansı yeme % 5 oranında *Spirulina* unu ilavesi sağlamıştır. Son yıllarda, *Spirulina* unu bazı balıkların yeminde bağışıklık sistemini kuvvetlendirici bir katkı maddesi olarak kullanılmaktadır. Ancak, bu tez çalışmasında, *Spirulina*'nın alabalıkların sağlık parametrelerine olan etkileri incelenmemiştir ve bu konun detaylı olarak araştırılmasına ihtiyaç bulunmaktadır.

BÖLÜM 5

SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Balık yemlerinde kullanılan protein kaynaklarının oranı, balıkların beslenme alışkanlığı ve yaşam evrelerine bağlı olmakla birlikte %15 ile 60 arasında değişmektedir (Lovell, 2002). Karnivor balık türlerinin yemlerinde, balığın büyüme performansı ve et kalitesini etkilemeden kullanılan en önemli protein kaynağı balık unudur. Balık stoklarının son yıllarda hızla azalması ve artan çevre kirliliği gibi nedenlerden dolayı balık unun üretimi 6-7 milyon tonla sınırlı kalmıştır. Ayrıca, 2000 yılında yaklaşık 35,5 milyon ton olan dünya toplam yetiştiricilik üretimi 2006 yılında yaklaşık % 31 oranında artmıştır (FAO, 2009). Su ürünleri yetiştiriciliğinin bu denli hızlı gelişmesi ve sürekli elde edilmesinde yaşanan problemler, balık unu fiyatlarının artışına sebep olmuştur. Bu nedenle son yıllarda balık yemlerinde sürdürülebilir alternatif protein ve yem kaynaklarının değerlendirilmesi konusundaki çalışmalara verilen önem giderek artmaktadır (NRC, 1993).

Balık yemi sektörü kültür balıkçılığındaki artışa paralel olarak gelişmekte olup, balığın büyüme performansını, yem kullanımını ve et kalitesini arttırmada kullanılacak alternatif hammadde arayışları bilimsel çalışmalar ışığında devam etmektedir. Alternatif hammadde kaynakları arasında; hayvansal ürünler (karides unu, kümes hayvanlarından elde edilen hammaddeler), karasal kökenli bitkisel hammaddeler (soya unu), mikroalg türleri (*Chlorella*, *Spirulina*), su bitkileri (tatlı su bitkilerinden *Azolla*, *Spirodela*) ve denizel makro algler (*Ascophyllum*, *Cystoseira*, *Gracilaria*, *Laminaria*, *Porphyra*, *Ulva*, *Undaria*) yer almaktadır. Alternatif kaynakların besin değeri, kalitesi, yemlere katılım oranları ve ekonomik fizibiliteleri gibi konular üzerine araştırmalar yapılmaktadır.

Günümüzde çeşitli endüstriyel alanlarda (gıda, tıp, kozmetik, tarım), agar - aljinat üretiminde ve hayvansal yemlerde katkı maddesi olarak kullanılan algler, balık yetiştiriciliğinde alternatif protein ve katkı maddesi olarak dikkat çekmeye başlamıştır. *Chlorella*, *Scenedesmus* ve *Spirulina* gibi mikro algler yüksek protein içeriklerinden dolayı, bazı balıkların yemlerinde protein kaynağı olarak kullanılabilir. *Ulva* gibi makro alg türleri ise, balığın et kalitesi ve sağlık parametrelerinin artırılmasına yönelik, katkı maddesi olarak kullanılmaktadır. Balık yemlerinde tek protein kaynağı olarak alg kullanımı balıklarda büyümeyi sınırlayan bir faktör olurken, buna karşılık balık yemlerine az miktarda ($\leq\%10$) ilave edilen algler ise balıkların büyüme performansını, yağ mobilizasyonunu, yem alımını, fizyolojik aktivitelerini, et kalitesini (görünüş, renklenme

ve lezzet) ve hastalıklara olan direncini geliştirdiği ve olumlu katkılar meydana getirdiği belirlenmiştir (Mustafa ve Nakagawa, 1995).

Entansif yetiştiricilik üretiminde sürdürülebilir bir gelişmenin sağlanması için, balık yemlerinde kullanılacak alternatif hammadde kaynakları belirlemek gerekmektedir. Dünya genelinde balık unundaki yüksek fiyatlar, balık yemlerine maliyet artışı olarak yansımış ve yem yapımında potansiyel bileşen olarak mümkün olan (temini kolay ve besinsel açıdan değerli) her doğal kaynağı göz önünde tutmayı zorunlu kılmıştır.

Bu tezde alg unu yem bileşeni olarak değerlendirilmiş olup, Ulva içeren yemlerin etkilerinin araştırıldığı besleme denemesi I'de, HU10 grubunun spesifik büyüme oranı ve son vücut ağırlığı OU10 grubundan önemli derece daha yüksek bulunmuştur ($p<0,05$). Kontrol yemi ile beslenen balıklarla karşılaştırıldığında, %10 ham Ulva içeren yemlerle beslenen yavru gökkuşuğu alabalıklarında, yağ asidi kompozisyonunun ve büyüme performansının önemli bir şekilde zenginleştiği bulunmuştur ($p<0,05$).

Besleme denemesi II'de, Spirulina içeren yemlerle beslenen gruplarda, kontrol grubuna göre büyüme performansı daha yüksek bulunmuştur ($p<0,05$). Kontrol yemi ile beslenen balıklarda (1,01), %5 ve %10 Spirulina içeren yemlerle beslenen gruplar (sırasıyla 0,91 ve 0,97) ile karşılaştırıldığında daha düşük yem dönüşüm oranı elde edilmiştir. Sonuçlar, yemdeki Spirulina'nın alabalıkların büyüme, yem kullanımı ve yağ asidi kompozisyonunu iyileştirdiğini göstermiştir.

Her iki besleme denemesinden elde edilen sonuçlara göre, ısıtılmış Ulva yerine ham Ulva'nın yeme katılmasının daha iyi olacağı, deneme yemlerine katılan %10 oranındaki ham Ulva ve %5 ve %10 oranındaki Spirulina unlarının balıklarda büyüme performansını arttırdığı, yem dönüşüm oranını ve balık et kalitesini olumlu etkilediği bulunmuştur.

Bu tez çalışması kapsamında yürütülen araştırmaların sonuçlarına göre yavru gökkuşuğu alabalığı yem rasyonlarında makro ve mikro alglerin kullanılması ile ilgili genel sonuçlar ve öneriler aşağıda özetlenmiştir.

- Gökkuşuğu alabalıkların yeminde, % 10 oranına kadar ham *Ulva* unu kullanılmasının büyüme performansı ve yem kullanımını olumlu yönde etkilediği belirlenmiştir.
- Algler uygulanan ısıtılmış süre, ürünün kimyasal kompozisyonu, protein çözünürlüğü ve nişasta sindirilebilirliği dikkate alınarak incelendiğinde en iyi otoklavlama süresinin 25 veya 30 dakika olduğu saptanmıştır.

- Isıl işlem uygulanmış *Ulva* unun yüksek oranda (% 10) yemde kullanılması alabalıkların büyüme performansını HU10 göre düşürmesine rağmen, kontrol grubu ile benzer bulunduğu için kullanımı uygundur.
- Ham ve/veya otoklavlanmış *Ulva* unun gökkuşacağı alabalık yemlerine ilavesi, balık etinin n-3 yağ asitlerini yükseltmiş, böylece balığın et kalitesinin artması sağlanmıştır.
- Balık unu yerine düşük oranda *Spirulina* unu kullanılması gökkuşacağı alabalıkların büyüme performansı ve yem kullanımını olumlu yönde etkilemiştir.
- Yeme ilave edilen *Spirulina* unu alabalıkların etinde doymamış yağ asitleri yönünden zenginleşmesini sağlamıştır.
- Gökkuşacağı alabalığı yemlerine az miktarda makro ve mikro alg unu ilavesi lipitin aktif hale geçmesi büyüme, yem kullanımı, vücut bileşenleri ve karkas kalitesi üzerine oldukça önemli etkiler meydana getirmiştir.
- Alg içeren yemlerde daha iyi yem değerlendirilmesi ve besin sindirilebilirliği sağlanmış olduğundan çevreye daha az etkisi olması beklenmektedir.
- Bu denemede kullanılan hammaddelerin, balıklar immün sistemi ve lipit metabolizması üzerine olan etkilerinin araştırılmasına gerek vardır.

KAYNAKLAR

- Abdel-Fattah A.F. ve Sarry H.H., 1987. Selective Isolation of Glycoprotein Materials from the Green Seaweed *Ulva lactuca* in Pakistan. *J. Biochem.*, 20: 61-65.
- Adewumi A.A., 2006. The Growth and Gonadal Maturation of the African Catfish *Clarias gariepinus* (Burchell) Broodstock Fed Differently Heated Soybean-Based Diets. *Aquac. Nutr.*, 12 (4): 267-274.
- Algaebase, (20.10.2007). <http://www.algaebase.org>.
- Amano H. ve Noda H., 1985. Changes of Body Composition of Ayu, *Plecoglossus altivelis*, Fed with Diets Supplemented with Green Algae "Hitoegusa" *Monostroma nitidum*. *Bull. Fac. Fish. Mie. Univ.*, 12: 147-154.
- Amano H ve Noda H., 1992. Proteins of Protoplasts from Several Seaweeds. *Nippon Suisan Gakk.*, 58 (2): 291-299.
- AOAC 2000. *Official Methods of Analysis of Aoac International*.
- Appler H.N., 1985. Evaluation of *Hydrodictyon reticulatum* as Protein Source in Feeds for *Oreochromis* (Tilapia) *niloticus* and *Tilapia zillii*. *J. Fish. Biol.*, 27 (3): 327-334.
- Araba M. ve Dale N.M., 1990. Evaluation of Protein Solubility as an Indicator of Over Processing Soybean Meal. *Poult. Sci.*, 69: 1749-1752.
- Arndt R.E., Hardy R.W., Sugiura S.H. ve Dong F.M., 1999. Effects of Heat Treatment and Substitution Level on Palatability and Nutritional Value of Soy Defatted Flour for Coho Salmon, *Oncorhynchus kisutch*. *Aquaculture*, 180 (1-2): 129-145.
- Atack T.H., Jauncey K. ve Matty A.J., 1979. The Utilization of Some Single Cell Proteins by Fingerlings Mirror Carp (*Cyprinus carpio*). *Aquaculture*, 18 (4): 337-348.
- Atack T.H ve Matty A.J., 1979. The Evaluation of Some Single-Cell Proteins in the Diet of Rainbow Trout: The Determination of Net Protein Utilisation, Biological Values and True Digestibility. *Finfish Nutrition and Fishfeed Technology*, Heenemann, Berlin. 261-273.
- Azaza M.S., Mensi F., Ksouri J., Dhraief M.N., Brini B., Abdelmouleh A. ve Kraïem M.M., 2008. Growth of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L.) Fed with Diets Containing Graded Levels of Green Algae *Ulva* Meal (*Ulva rigida*) Reared in Geothermal Waters of Southern Tunisia. *J. Appl. Ichthyol.*, 24 (2): 202-207.

- Bagenal, T.B ve Tesch F.W., 1978. Age and Growth. In: Bagenal T.B., Ed. *Methods for Assessment of Fish Production in Freshwaters*. Blackwell Science Publication, Oxford, 101-136.
- Bai, S.C., Koo, J.W., Kim, K.W. ve Kim S.K., 2001. Effects of Chlorella powder as a feed additive on growth performance in juvenile Korean rockfish, *Sebastes schlegeli* (Hilgendorf). *Aquacult. Res.*, 32 (Suppl. 1): 92–98.
- Bal M.A., Yarar H., Kamalak A. ve Gürbüz Y., 2004. Süt ve Besi Sığırını Beslenmesinde Kullanılan Protein Fraksiyonları ve Verim Üzerine Etkileri. 4. *Ulusal Zootekni Bilim Kongresi*, Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootekni Bölümü 01-03 Eylül 2004, Isparta. 507-511.
- Barrows F.T., Stone D.A.J. ve Hardy R.W., 2007. The Effects of Extrusion Conditions on the Nutritional Value of Soybean Meal for Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture*, 265 (1-4): 244-252.
- Bat L., Akbulut M., Sezgin M. ve Çulha M., 2001. Effects of Sewage Pollution the Community of *Ulva lactuca*, *Enteromorpha linza* and Rock Macrofauna in Dışliman of Sinop. *Turk. J. Biol.*, 25 (1): 93-102.
- Becker E.W., 1994. *Microalgae-Biotechnology and Microbiology*. Cambridge Univ. Press. 293 p.
- Becker E.W., 2004. *Microalgae in Human and Animal Nutrition: Handbook of Microalgal Culture: Biotechnology and Applied Phycology*. Richmond. Blackwell, Oxford. 312-351.
- Belay A., Kato T. ve Ota Y., 1996. *Spirulina* (Arthrospira): Potential Application as an Animal Feed Supplement. *J. Appl. Phycol.*, 8 (4-5): 303-311.
- Benemann J.R., 1992. Microalgae Aquaculture Feeds. *J. Appl. Phycol.*, 4 (3): 233-245.
- Benetti D.D. ve Netto E.B.F., 1991. Preliminary Results on the Growth of Mulletts (*Mugil liza*, *M. curema*) Fed Artificial Diets. *World Aquaculture*, 22 (4): 55-57.
- Bergot F. ve Breque J., 1983. Digestibility of Starch by Rainbow Trout: Effects of the Physical State of Starch and the Intake Level. *Aquaculture*, 34 (3-4): 203-212.
- Birch G.G. ve Priestly R.J., 1973. Degree of Gelatinization of Cooked Rice. *Die Staerke*, 25: 98-100.
- Blanchet C., Lucas M., Julien P., Morin R., Gingras S. ve Dewailly É., 2005. Fatty Acid Composition of Wild and Farmed Atlantic Salmon (*Salmo salar*) and Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Lipids*, 40 (5):529-531.

- Borowitzka M.A., 1988. Algal Growth Media and Sources of Algal Cultures. In: Borowitzka, M.A. ve Borowitzka, L.J., Eds. *Micro-algal Biotechnology*. Cambridge University Press, Cambridge. 456-465.
- Borowitzka M.A., 1997. Microalgae for Aquaculture: Opportunities and Constraints. *J. Appl. Phycol.*, 9 (5): 393-401.
- Borowitzka M.A. ve Borowitzka L.J., 1988. Dunaliella. In: Borowitzka, M.A. ve Borowitzka, L.J., Eds. *Micro-algal Biotechnology*. Cambridge University Press, Cambridge. 27-58.
- Brauge C., Medale F. ve Corraze G., 1994. Effect of Dietary Carbohydrate Levels on Growth, Body Composition and Glycaemia in Rainbow Trout, *Oncorhynchus mykiss*, Reared in Seawater. *Aquaculture*, 123 (1-2): 109-120.
- Bulow, F.J., Coburn, C.B. ve Cobb, C.S., 1978. Comparisons Of 2 Bluegill Populations by Means of the Rna-Dna Ratio And Liver-Somatic Index. *Trans. Am. Fish. Soc.*, 107 (6): 799–803.
- Caballero M.J., Obach A., Rosenlund G., Montero D., Gisvold M. ve Izquierdo M.S., 2002. Impact of Different Dietary Lipid Sources on Growth, Lipid Digestibility, Tissue Fatty Acid Composition and Histology of Rainbow Trout, *Oncorhynchus mykiss*. *Aquaculture*, 214 (1-4): 253-271.
- Carrillo S., López E., Casas M., Avila E., Castillo R.M., Carranco M.E., Calvo C. ve Pérez-Gil F., 2008. Potential Use of Seaweeds in the Laying Hen Ration to Improve the Quality of n-3 Fatty Acid Enriched Eggs. *J. Appl. Phycol.*, 20 (5): 721-728.
- Choubert G., 1979. Tentative Utilization of Spirulin Algae as a Source of Carotenoid Pigments for Rainbow Trout. *Aquaculture*, 18 (2): 135-143.
- Choubert G. ve Heinrich O., 1993. Carotenoid Pigments of the Green Alga *Haematococcus pluvialis*: Assay on Rainbow Trout, *Oncorhynchus mykiss*, Pigmentation in Comparison with Synthetic Astaxanthin and Canthaxanthin. *Aquaculture*, 112 (2-3): 217-226.
- Ciferri O. ve Tiboni O., 1985. The Biochemistry and Industrial Potential of *Spirulina*. *Ann. Rev. Microbiol.* 39: 503-526.
- Cirik Ş. ve Cirik S., 1999. *Su Bitkileri I (Deniz Bitkilerinin Biyolojisi, Ekolojisi, Yetiştirme Teknikleri)*. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fak. Yayınları No: 58. 188 s.

- Conan L. ve Carré, B. 1989. Effect of Autoclaving on Metabolizable Energy Value of Smooth Pea Seed (*Pisum sativum*) in Growing Chicks. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 26 (3-4): 337-345.
- Chuntapa B., Powtongsook S. ve Menasveta P 2003. Water quality control using *Spirulina platensis* in shrimp culture tanks. *Aquaculture* 220 (1-4): 355–366
- Dallaire V., Lessard P., Vandenberg G. ve de la Noüe J., 2007. Effect of Algal Incorporation on Growth, Survival and Carcass Composition of Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*) Fry, *Bioresource Technol.*, 98 (7): 1433-1439.
- Dantagnan P., Hernández A., Borquez A. ve Mansilla A., 2009. Inclusion of Macroalgae Meal (*Macrocystis pyrifera*) as Feed Ingredient for Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*): Effect on Flesh Fatty Acid Composition. *Aquacult. Res.*, Baskıda (In press).
- Davies S.J., Brown M.T. ve Camileri M., 1997. Preliminary Assessment of the Seaweed *Prophyra purpurea* in Artificial Diets for Thick-lipped Grey Mullet (*Chelon labrosus*). *Aquaculture*, 152 (1-4): 249-258.
- Davies S.J. ve Gouveia A., 2008. Enhancing the Nutritional Value of Pea Seed Meals (*Pisum sativum*) by Thermal Treatment or Specific Isogenic Selection with Comparison to Soybean Meal for African Catfish, *Clarias gariepinus*. *Aquaculture*, 283 (1-4): 116-122.
- de Francesco M., Parisi G., Medale F., Lupi P., Kaushik S.J. ve Poli B.M., 2004. Effect of Long-Term Feeding with a Plant Protein Mixture Based Diet on Growth and Body/Fillet Quality Traits of Large Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture*, 236 (1-4): 413-429.
- Diler İ, Tekinay A.A., Güroy D., Güroy B. ve Soyutürk M., 2007. Effects of *Ulva rigida* on the Growth, Feed Intake and Body Composition of Common Carp, *Cyprinus carpio*. *J. Biol. Sci.*, 7: 305-308.
- Ergun S., Soyutürk M., Güroy B., Güroy D. ve Merrifield D., 2009. Influence of *Ulva* Meal on Growth, Feed Utilization and Body Composition of Juvenile Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*) at Two Levels of Dietary Lipid. *Aquacult. Int.*, 17 (4): 355-361.
- Fábregas J. ve Herrero C., 1986. Marine Microalgae as a Potential Source of Minerals in Fish Diets. *Aquaculture*, 51 (3-4): 237-257.
- FAO 2009. The State of World Fisheries and Aquaculture 2008. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome. 176.

- Figueiredo-Silva A.C., Rema P., Bandarra N.M., Nunes M.L. ve Valente L.M.P., 2005. Effects of Dietary Conjugated Linoleic Acid on Growth, Nutrient Utilization, Body Composition, and Hepatic Lipogenesis in Rainbow Trout Juveniles (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture*, 248 (1-4): 163-172.
- Fleurence J., Le Coeur C., Mabeau S., Maurice M. ve Landrein A., 1995. Comparison of Different Extractive Procedures from the Edible Seaweeds *Ulva rigida* and *Ulva rotundata*. *J. Appl. Phycol.*, 7 (6): 577-582.
- Fleurence J., 1999. Seaweed Proteins: Biochemical, Nutritional Aspects and Potential Uses. *Trends Food. Sci. Tech.*, 10 (1): 25-28.
- Francis, G., Makkar, H.P.S., Becker, K., 2001. Antinutritional Factors Present in Plant-Derived Alternate Fish Feed Ingredients and Their Effects in Fish. *Aquaculture*, 199 (3-4): 197-227.
- García-Casal M.N., Pereira A.C., Leets I., Ramírez J. ve Quiroga M.F., 2007. High Iron Content and Bioavailability in Humans From Four Species of Marine Algae. *J. Nutr.*, 137 (12): 2691–2695
- Gatlin D.M., Barrows F.T., Brown P., Dabrowski K., Gaylord T.G., Hardy R.W., Herman E., Hu G.S., Krogdahl A., Nelson R., Overturf K., Rust M., Sealey W., Skonberg D., Souza E.J., Stone D., Wilson, R. ve Wurtele E., 2007. Expanding the Utilization of Sustainable Plant Products in Aquafeeds: A Review. *Aquacult. Res.*, 38 (6): 551-579.
- Genelsaglikmerkezi,(01.10.2009).<http://genelsaglikmerkezi.blogcu.com/Yemek+Ve+Beslenme>.
- Glencross B.D., Boujard T. ve Kaushik S.J., 2003. Influence of Oligosaccharides on the Digestibility of Lupin Meals When Fed to Rainbow Trout, *Oncorhynchus mykiss*. *Aquaculture*, 219 (1-2): 703-713.
- Glencross B.D. ve Hawkins W., 2004. A comparison of the Digestibility of Lupin (*Lupinus* sp) Kernel Meals as Dietary Protein Resources When Fed to Either Rainbow Trout, (*Oncorhynchus mykiss*), or Red Seabream *Pagrus auratus*. *Aquacult. Nutr.*, 10 (2): 65-73.
- Gouveia L., Gomes E. ve Empis J., 1997. Use of *Chlorella vulgaris* in Rainbow Trout, *Oncorhynchus mykiss*, Diets to Enhance Muscle Pigmentation. *J. Appl. Aquacult.*, 7 (2): 61-70.
- Gouveia L., Choubert G., Gomes E., Rema P. ve Empis J., 1998. Use of *Chlorella vulgaris* as a Carotenoid Source for Salmonids: Effect of Dietary Lipid Content on

- Colouringation, Digestibility and Muscular Retention. *Aquacult. Int.*, 6 (4): 269–279.
- Güroy D., Deveciler E., Güroy B.K. ve Tekinay A.A., 2006. Influence of Feeding Frequency on Feed Intake, Growth Performance and Nutrient Utilization in European Sea Bass (*Dicentrarchus labrax*) Fed Pelleted or Extruded Diets. *Turk. J. Vet. Anim. Sci.*, 30 (2): 171-177.
- Güroy B.K., Cirik Ş., Güroy D., Sanver F. ve Tekinay A.A., 2007. Effect of *Ulva rigida* and *Cystoseira barbata* Meals as a Feed Additive on Growth Performance, Feed Utilization, and Body Composition of Nile Tilapia, *Oreochromis niloticus*. *Turk. J. Vet. Anim. Sci.*, 31 (2): 91-97.
- Güroy, D., 2009. Organik Sertifikalı Bazı Hammaddelerin Gökkuşığı Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792) Beslemesinde Kullanımı. Doktora Tezi. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Çanakkale, Türkiye.
- Habib M.A.B., Parvin M., Huntington T.C. ve Hasan M.R., 2008. *A Review on Culture, Production and Use of Spirulina as Food for Humans and Feeds for Domestic Animals and Fish*. FAO Fisheries and Aquaculture Circular. No. 1034. Rome, FAO. 33 p.
- Harris W.S. ve Von Schacky C., 2004. The Omega-3 Index: a new risk factor for death from coronary heart disease? *Prev. Med.* 39: 212-220.
- Hasan M.R., 2001. Nutrition and Feeding for Sustainable Aquaculture Development in the Third Millennium. *Tech. Proc. Aquacult. Third Millen.*, 193-219.
- Hashim R. ve Hassan H.N., 1995. The Use of Varying Level of *Ulva* spp. Meal as Binders for Practical and Their Effect on Growth of Snakehead (*Channa striatus*) Fry. *J. Biosci.*, 6 (2): 123-131.
- Hashim R. ve Maat-Saat A., 1992. The Utilization of Seaweed Meal as Binding Agents in Pelleted Feeds for Snakehead (*Channa striatus*) Fry and Their Effects on Growth. *Aquaculture*, 108 (3-4): 299-308.
- Hofer R. ve Sturmbauer C., 1985. Inhibition of Trout and Carp l-Amylase by Wheat. *Aquaculture*, 48 (3-4): 277-283.
- IUPAC 1987. *Standard Methods for the Analysis of Oils, Fats and Derivatives*. Blackwell Scientific, Palo Alto, CA.
- Ji H., Om A., Yoshimatsu T., Hayashi M., Umino T., Nakagawa H., Asano M. ve Nakagawa A., 2003. Effect of Dietary Vitamins C and E Fortification on Lipid

- Metabolism in Red Sea Bream *Pagrus major* and Black Sea Bream *Acanthopagrus schlegeli*. *Fish. Sci.* 69 (5): 1001–1009.
- Jordan P. ve Vilter H., 1991. Extraction of Proteins from Material Rich in Anionic Mucilages: Partition and Fractionation of Vanadate Dependent Bromoperoxidases from the Brown Algae *Laminaria digitata* and *L. saccharina* in Aqueous Polymer Two-Phase System. *Biochem. Bioph. Acta*, 1073 (1): 98-106.
- Kaushik S.J., Medale F., Fauconneau B. ve Blanc D., 1989. Effects of Digestible Carbohydrates on Protein/Energy Utilization and on Glucose Metabolism in Rainbow Trout (*Salmo gairdneri*). *Aquaculture*, 79 (1-4): 63-74.
- Kaykaç Ova G., 2007. Bazı Alg Türlerinin (*Cystoseira barbata*, *Ulva rigida* ve *Gracilaria verrucosa*) Tatlarında Etkili Olan Aminoasitlerin Mevsimsel Değişimi. Yüksek Lisans Tezi. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Çanakkale, Türkiye.
- Khalifa F., Bertrand V., Belleville J., Sarda L. ve Prost J., 1992. Short Term Effects of Feeding Raw or Heated Soya Flour and Casein Meals on Lipid Intestinal Digestion and Absorption in Rats. *J. Nutr. Biochem.*, 3 (5): 224-231.
- Kim K., Bai S.C., Koo J., Wang X. ve Kim S., 2002. Effects of Dietary *Chlorella ellipsoidea* Supplementation on Growth, Blood Characteristic and Whole-body Composition in Juvenile Olive Flounder *Paralichthys olivaceus*. *J. World Aquacult. Soc.* 33 (4): 425-431.
- Kim J.D. ve Kaushik S.J., 1992. Contribution of Digestible Energy from Carbohydrates and Estimation of Protein/Energy Requirements for Growth of Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture*, 106 (2): 161-169.
- Kut B., 2004. Çanakkale Boğazında Bulunan Bazı Ekonomik Alg Türlerinin (*Ulva rigida* Agard, 1822 ve *Cystoseira barbata* Agard, 1842) Tilapia Balıklarının Yem Formülasyonunda Kullanılabilirliği Üzerine Araştırma. Yüksek Lisans Tezi. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Çanakkale, Türkiye.
- Lahaye M. ve Vigouroux J., 1992. Liquefaction of dulse (*Palmaria palmata* (L.) Kuntze) by a Commercial Enzyme Preparation and Purified Endo-b-1,4-d-xylanase. *J. Appl. Phycol.*, 4 (4): 329-337.
- Liao W.L., Takeuchi T., Watanabe T. ve Yamaguchi K., 1990. Effect of Dietary *Spirulina* Supplementation on Extractive Nitrogenous Constituents and Sensory Test of Cultured Striped Jack. *J. Tokyo Univ. Fish.* 77: 241-246.

- Loomis W.D. ve Battaille J. 1966. Plant Phenolic Compounds and the Isolation of Plant Enzymes. *Phytochemistry*, 5 (37) : 423-438.
- Lovell R.T., 2002. Diet and fish husbandry. In: Halver, J.E. ve Hardy, R.W. Eds. *Fish Nutrition*. Academic Press, San Diego. 703-754.
- Lu J., Takeuchi T. ve Ogawa H. 2003. Flesh Quality of Tilapia *Oreochromis niloticus* Fed Solely on Raw *Spirulina*. *Fish. Sci.* 69 (3): 529-534.
- Matty A.J. ve Smith P., 1978. Evaluation of a Yeast, a Bacterium and an Alga as a Protein Source for Rainbow-Trout1. Effect of Protein Level on Growth, Gross Conversion Efficiency and Protein Conversion Efficiency. *Aquaculture*, 14 (3): 235-246.
- Miranda M.S., Cintra R.G., Barros S.B.M. ve Mancini J., 1998. Antioxidant Activity of the Microalga *Spirulina maxima*. *Braz. J. Med. Biol. Res.*, 31 (8): 1075-1079.
- Miyasaki T., Sato M., Yoshinaka R. ve Sakaguchi M., 1995 Effect of Vitamin C on Lipid and Carnitine Metabolism in Rainbow Trout. *Fish. Sci.* 61 (3): 501-506.
- Mori T., Muranaka T., Miki W., Yamaguchi K., Konosu S. ve Watanabe T., 1987. Pigmentation of Cultured Sweet Smelt Fed Diets Supplemented with a Blue-green Alga *Spirulina maxima*. *Nippon Suisan Gakk.*, 53 (3): 433-438.
- Morris P.C., Gallimore P., Handley J., Hide G., Haughton P. ve Black A., 2005. Full-Fat Soya for Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*) in Freshwater: Effects on Performance, Composition and Flesh Fatty Acid Profile in Absence of Hind-Gut Enteritis. *Aquaculture*, 248 (1-4): 147-161.
- Muller-Feuga A., 2000. The Role of Microalgae in Aquaculture: Situation and Trends. *J. Appl. Phycol.*, 12 (3-5): 527-534.
- Mustafa G.M. ve Nakagawa H., 1995. A Review: Dietary Benefits of Algae as an Additive in Fish Feed. *Isr. J. Aquac.-Bamidgeh.*, 47 (3-4): 155-162.
- Mustafa M.G., Umino T., Miyake H. ve Nakagawa H., 1994a. Effect of *Spirulina* sp. Meal as Feed Additive on Lipid Accumulation in Red Sea Bream. *Suisanzoshoku*, 42 (2): 363-369.
- Mustafa M.G., Takeda T., Umino T., Wakamatsu S. ve Nakagawa H., 1994b. Effects of Ascorphyllum and *Spirulina* Meal as Feed Additives on Growth and Feed Utilisation of Red Sea Bream, *Pagrus major*. *J. Facul. Appl. Biol. Sci. Hiroshima Univ.* 33: 125-132.
- Mustafa M.G., Umino T. ve Nakagawa H., 1994c. The Effect of *Spirulina* Feeding on Muscle Protein Deposition in Red Sea Bream, *Pagrus major*. *J. Appl. Ichthyol.*, 10 (2-3): 141-145.

- Mustafa M.G., Wakamatsu S., Takeda T., Umino T. ve Nakagawa H., 1995. Effect of Algae Meal as a Feed Additive on Growth Performance, Feed Efficiency, and Body Composition in Red Sea Bream, (*Pagrus major*). *Fish. Sci.*, 61: 25-28.
- Mustafa M.G., Umino T. ve Nakagawa H., 1997. Limited Synergistic Effect of Dietary *Spirulina* on Vitamin C Nutrition of Red Sea Bream *Pagrus major*. *J. Mar. Biotechnol.* 5 (2): 129-132.
- Nakagawa H., Kumai H., Nakagawa M. ve Kasahara S., 1981. Effect of Feeding of Chlorella-extract Supplement in Diet on Resistance Power Against Disease of Ayu. *Suisanzoshoku*, 29: 109-116.
- Nakagawa H., Kasahara S., Uno E., Minami T. ve Akira K., 1983. Effect of *Chlorella*-Extract Supplement on Blood Properties and Body Composition of Ayu. *Suisanzoshoku*, 30: 192-201.
- Nakagawa H., Kasahara S., Sugiyama T. ve Wada I., 1984a. Usefulness of *Ulva* Meal as Feed Supplementary in Cultured Black Sea Bream. *Suisanzoshoku*, 32: 20-25.
- Nakagawa H., Kasahara S., Tsujimura A. ve Akira K., 1984b. Changes of Body Composition During Starvation in Chlorella-extract Fed Ayu. *Nippon Suisan Gakk.* 50 (4): 665-671.
- Nakagawa H., Kasahara S. ve Sugiyama T., 1987. Effect of *Ulva* Meal Supplementation on Lipid Metabolism of Black Sea Bream, (*Acanthopagrus schlegeli* B.). *Aquaculture*, 62 (2): 109-121.
- Nakagawa H., Nematipour R.G. ve Yamamoto M., 1993. Optimum Level of *Ulva* Meal Diet Supplement to Minimize Weight Loss During Wintering in Black Sea Bream (*Acanthopagrus schlegeli* B.), *Asian Fish. Sci.*, 6: 139-148.
- Nakagawa H., 1997. Effect of Dietary Algae on Improvement of Lipid Metabolism in Fish. *Biomed Pharmacother.*, 51 (8): 345-348.
- Nakazoe J., Kimura S., Yokoyama M. ve Lida H., 1986. Effects of the Supplementation of Alga or Lipid to the Diets on the Growth and Body Composition of Nibbler, (*Girella punctata* G.). *Bull. Tokai Reg. Fish Res. Lab.*, 120: 43-51.
- Nandeesh M.C., Gangadhara B., Varghese T.J. ve Keshavanath P., 1998. Effect of feeding *Spirulina* platensis on the growth, proximate composition and organoleptic quality of common carp, *Cyprinus carpio* L. *Aquacult. Res.*, 29 (5): 305-312.
- Nandeesh M.C., Gangadhara B., Manissery J.K. ve Venkataraman L.V., 2001. Growth Performance of Two Indian Major Carps, Catla (*Catla catla*) and Rohu (*Labeo*

- rohita*) Fed Diets Containing Different Levels of *Spirulina platensis*. *Bioresource Technol.*, 80 (2): 117-120.
- Nematipour G.R., Nakagawa H., Nanba K., Kasahara S., Tsujimura A. ve Akira A., 1987. Effect of Chlorella Extract Supplement to Diet on Lipid Accumulation of Ayu. *Nippon Suisan Gakk.* 53 (9): 1687-1692.
- Nematipour G.R., Nakagawa H., Kasahara S. ve Ohya S., 1988. Effect of Dietary Lipid and Chlorella-Extract on Ayu. *Nippon Suisan Gakk.* 54 (8): 1395-1400.
- Nematipour G.R., Nakagawa H. ve Ohya S., 1990. Effect of Chlorella-extract Supplement to Diet on in Vitro Lipolysis in Ayu. *Nippon Suisan Gakk.* 56 (5): 777-782.
- NRC 1993. *Nutrient Requirements of Fish*. National Acad. Press, Washington, DC. p. 114
- Ochiai Y., Katsuragi T. ve Hashimoto K., 1987. Proteins in Three Seaweeds: ``Aosa" *Ulva lactuca*, ``Arame" *Eisenia bicyclis*, and ``Makusa" *Gelidium amansii*. *Nippon Suisan Gakk.*, 53 (6): 1051-1055.
- Olvera-Novoa M.A., Domínguez-Cen L.J., Olivera-Castillo L. ve Martínez-Palacios C.A., 1998. Effect of the Use of the Microalga *Spirulina maxima* as Fish Meal Replacement in Diets for Tilapia, *Oreochromis mossambicus* (Peters), Fry, *Aquacult. Res.*, 29 (10): 709-715.
- Ortiz J., Romero N., Robert P., Araya J., Lopez-Hernández J., Bozzo C., Navarrete E., Osorio A. ve Rios A., 2006. Dietary Fiber, Amino Acid, Fatty Acid and Tocopherol Contents of the Edible Seaweeds *Ulva lactuca* and *Durvillaea antarctica*. *Food Chem.*, 99 (1): 98-104.
- Palmegiano G.B., Agradi E., Forneris G., Gai E., Gasco L., Rigamonti E., Sicuro B. ve Zoccarato I., 2005. *Spirulina* as a nutrient source in diets for growing sturgeon (*Acipenser baeri*). *Aquacult. Res.*, 36 (2): 188-195.
- Palmegiano G.B., Dapra F., Forneris G., Gai F., Gasco L., Guo K., Peiretti P.G., Sicuro B. ve Zoccarato I., 2006. Rice Protein Concentrate Meal as a Potential Ingredient in Practical Diets for Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture*, 258 (1-4): 357-367.
- Palmegiano G.B., Gai F., Dapra F., Gasco L., Pazzaglia M. ve Peiretti P.G., 2008. Effects of *Spirulina* and Plant Oil on the Growth and Lipid Traits of White Sturgeon (*Acipenser transmontanus*) Fingerlings. *Aquacult. Res.*, 39 (6): 587-595.
- Parsons C.M., Hashimoto K., Wedekind K.J. ve Baker D.H., 1991. Soybean Protein Solubility in Potassium Hydroxide: an in Vitro Test of in Vivo Protein Quality, *J. Anim. Sci.*, 69 (7): 2918-2924.

- Peres H., Lim C. ve Klesius P.H., 2003. Nutritional Value of Heat Treated Soybean Meal for Channel Catfish (*Ictalurus punctatus*). *Aquaculture* 225 (1-4): 67-82.
- Portugal T.R., Ladines E.O., Ardena S.S., Resurreccion L., Medina C.R. ve Matibag P.M., 1983. Nutritive Value of Some Philippine Seaweeds Part II: Proximate, Amino Acid and Vitamin Composition. *Philippine J. Nutr.*, October-December: 166-172.
- Reitan K.I., Rainuzzo J.R., Øie G. ve Olsen Y., 1993. Nutritional Effects of Algal Addition in First-Feeding of Turbot (*Scophthalmus maximus* L.) Larvae, *Aquaculture*, 118 (3-4): 257-275.
- Rouxel C., Bonnabeze E., Marc Jérôme A.D., Etienne M. ve Fleurence J., 2001. Identification by SDS PAGE of Green Seaweeds (*Ulva* and *Enteromorpha*) Used in the Food Industry. *J. Appl. Phycol.*, 13 (3): 215-219.
- Sánchez-Machado D.I., López-Cervantes J., López-Hernandez J. ve Paseiro-Losada, P. 2004. Fatty acids, Total Lipid, Protein and Ash Contents of Processed Edible Seaweeds. *Food Chem.*, 85 (3): 439-444.
- Samuelson T., Isaksen M. ve McLean E., 2001. Influence of Dietary Recombinant Microbial Lipase on Performance and Quality Characteristics of Rainbow Trout, *Oncorhynchus mykiss*. *Aquaculture*, 194 (1-2): 161-171.
- Sargent J., Bell G., McEvoy L., Toucher D. Ve Estevez A., 1999. Recent Development in the Essential Fatty Acid Nutrition of Fish. *Aquaculture*, 177 (1-4): 191-199.
- Sargent J.R., Tocher D.R. ve Bell J.G., 2002. The Lipids, In: Halver, J.E. ve Hardy, R.W. Eds. *Fish Nutrition*, 3rd edition. Academic Press, San Diego, pp. 181–257.
- Satoh K., Nakagawa H. ve Kasahara S. 1987. Effect of *Ulva* meal Supplementation on Disease Resistance of Red Sea Bream. *Nippon Suisan Gakk.*, 53 (7), 1115-1120.
- Sommer T.R., Potts W.T. ve Morrissy N.M., 1991. Utilization of Microalgal Astaxanthin by Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture*, 94: 79-88.
- Spolaore P., Joannis-Cassan C., Duran E. ve Isambert A., 2006. Commercial Applications of Microalgae. *J. Biosci. Bioeng.*, 101 (2): 87-96.
- Takeuchi T., Lu J., Yoshizaki G. ve Satoh S. 2002. Effect on the Growth and Body Composition of Juvenile Tilapia *Oreochromis niloticus* Fed Raw *Spirulina*. *Fish. Sci.*, 68 (1): 34-40.
- Tekinay A.A. ve Davies S.J., 2001. Dietary Carbohydrate Level Influencing Feed Intake, Nutrient Utilisation and Plasma Glucose Concentration in the Rainbow Trout, *Oncorhynchus mykiss*. *Turk. J. Vet. Anim. Sci.*, 25 (5): 657-666.

- Tekinay A.A., Güroy D. ve Çevik N. 2007. Aquafeed Industry. In: Candan, A., Karataş, S., Küçüktaş, H. ve Okumuş, İ. Eds. *Marine Aquaculture in Turkey*. Turkish Marine Research Foundation (TÜDAV).
- Tekinay A.A., Deveciler E. ve Güroy D., 2009. Effects of Dietary Tuna by-Products on Feed Intake and Utilization of Rainbow Trout *Oncorhynchus mykiss*. *J. Fish. Int.*, 4 (1): 8-12.
- Thiessen D.L., Campbell G.L. ve Adelizi P.D., 2003. Digestibility and Growth Performance of Juvenile Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*) Fed with Pea and Canola Products. *Aquacult. Nut.*, 9 (2): 67-75.
- Tolentino-Pablico G., Bailly N., Froese R. ve Elloran C., 2008. Seaweeds Preferred by Herbivorous Fishes. *J. Appl. Phycol.*, 20 (5): 933-938.
- Toyomizu M., Sato K., Taroda H., Kato T. ve Akiba Y., 2001. Effects of Dietary of *Spirulina* on Meat Color Muscle of Broiler Chickens. *Br. Poul. Sci.* 42 (2): 197-202.
- Umesh N.R., Dathatri K., Nandeesha M.C., Gangadhara B. ve Varghese T.J., 1994. Digestibility of Dry Matter and Protein From *Spirulina* platensis by Common Carp, *Cyprinus carpio*, with a Note on Time of Faeces Collection in Digestibility Estimations. *Fish Nutrition Research in Asia*. 81-84.
- Valente L.M.P., Gouveia A., Rema P., Matos J., Gomes E.F. ve Pinto I.S., 2006. Evaluation of Three Seaweeds *Gracilaria bursa-pastoris*, *Ulva rigida* and *Gracilaria cornea* as dietary ingredients in European sea bass (*Dicentrarchus labrax*) juveniles. *Aquaculture*, 252 (1): 85-91.
- Vonshak A. ve Richmond A., 1988. Mass Production of the Blue-Green Alga *Spirulina*: an Overview. *Biomass*, 15: 233-247.
- Wassef E.A., Masry-El M.H. ve Mikhail F.R., 2001. Growth Enhancement and Muscle Structure of Striped Mullet, *Mugil cephalus* L., Fingerling by Feeding Algal Meal-Based Diets. *Aquacult. Res.*, 32 (S1): 315-322.
- Watanabe T., Liao W.L., Takeuchi T. ve Yamamoto H., 1990. Effect of Dietary *Spirulina* Supplementation on Growth Performance and Flesh Lipids of Cultured Striped Jack. *J. Tokyo Univ. Fish.*, 77: 231-239.
- Wiryawan K.G., 1997. New Vegetable Protein for Layers. Ph.D. Thesis (Doktora Tezi). University of Melbourne, Melbourne, Australia.

- Wong K.H. ve Cheung C.K., 2000. Nutritional Evaluation of Some Subtropical Red and Green Seaweeds Part I – Proximate Composition, Amino Acid Profiles and Some Physico-Chemical Properties. *Food Chem.* 71 (4): 475-482.
- Xu B.T., Yamasaki S. ve Hirata H., 1993. Supplementary *Ulva* spp. var. Meal level in Diet of Japanese Flounder, *Paralichthys olivaceus*. *Suisanzoshoku*: 41 (4): 461-468.
- Yıldırım Ö., Ergün S., Yaman S. ve Türker A., 2009. Effects of Two Seaweeds (*Ulva lactuca* and *Enteromorpha linza*) as a Feed Additive in Diets on Growth Performance, Feed Utilization, and Body Composition of Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Kafkas Univ. Vet. Fak. Derg.*, 15 (3): 455-460.
- Yone Y., Furuichi M. ve Urano K., 1986. Effects of Wakame *Undaria pinnatifida* and *Ascophyllum nodosum* on Absorption of Dietary Nutrients, and Blood Sugar and Plasma Free Amino-N Levels of Red Sea Bream. *Nippon Suisan Gakk.*, 52 (10): 1817-1819.
- Zar J.H., 2001. *Biostatistical Analysis*. Prentice-Hall, Inc., Upper Saddle River, NJ.

ÇİZELGE LİSTESİ

Çizelge 1. Denemelerde Kullanılan Hammaddelerin Kimyasal Kompozisyonu (%)	18
Çizelge 2. Besleme Denemesi 1'in Yem Formülasyonu Ve Kompozisyonu (%).....	19
Çizelge 3. Besleme Denemesi 1'deki Yemlerin Yağ Asidi İçeriği (%)	20
Çizelge 4. Besleme Denemesi 2'nin Yem Formülasyonu Ve Kompozisyonu (%).....	21
Çizelge 5. Besleme Denemesi 2'deki Yemlerin Yağ Asidi İçeriği (%)	22
Çizelge 6. Isıl İşlem Uygulanmış <i>Ulva</i> Unun Kimyasal Kompozisyonu (%).....	32
Çizelge 7. <i>Ulva</i> Unu İlave Edilen Yemlerle Beslenen Gökkuşığı Alabalıkların Büyüme Performansı, Yem ve Nütrient Kullanımı	35
Çizelge 8. <i>Ulva</i> Unu İlave Edilen Yemlerle Beslenen Yavru Alabalıkların Kondüsyon Performansı	37
Çizelge 9. <i>Ulva</i> Unu İlave Edilen Yemlerle Beslenen Yavru Alabalıkların Vücut Kompozisyonu	37
Çizelge 10. <i>Ulva</i> Unu İlave Edilen Yemlerle Beslenen Yavru Alabalıkların Yağ Asidi Profili (%).....	39
Çizelge 11. <i>Ulva</i> Unu İçeren Yemlerle Beslenen Alabalıkların Besin Sindirilebilirliği.....	40
Çizelge 12. <i>Spirulina</i> Unu İçeren Yemlerle Beslenen Gökkuşığı Alabalıkların Büyüme Performansı, Yem ve Nütrient Kullanımı	41
Çizelge 13. <i>Spirulina</i> Unu İçeren Yemlerle Beslenen Gökkuşığı Alabalıkların Kondüsyon Parametreleri ...	42
Çizelge 14. <i>Spirulina</i> Unu İçeren Yemlerle Beslenen Gökkuşığı Alabalıkların Kondüsyon Parametreleri ...	43
Çizelge 15. <i>Spirulina</i> Unu İlave Edilen Yemlerle Beslenen Yavru Alabalıkların Yağ Asidi Profili (%).....	45
Çizelge 16. <i>Spirulina</i> Unu İçeren Yemlerle Beslenen Balıkların Besin Sindirilebilirliği.....	46

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1. 1997 - 2006 Yılları Dünya Alg Üretimi.....	3
Şekil 2. 2003-2007 Yılları Dünya <i>Spirulina</i> Üretimi.....	5
Şekil 3. Isıl İşlem Süresinin <i>Ulva</i> Ununun Protein Çözünürlüğüne Etkisi.....	33
Şekil 4. Isıl İşlem Süresinin <i>Ulva</i> Ununun Jelatinizasyon Derecesine Etkisi	34
Şekil 5. <i>Ulva</i> Unu İçeren Yemler İle Beslenen Balıkların Ağırlık Kazanımı	36
Şekil 6. <i>Spirulina</i> Unu İçeren Yemler İle Beslenen Balıkların Ağırlık Kazanımı	42

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Betül GÜROY

Doğum Yeri : İzmit

Doğum Tarihi : 23.12.1980

EĞİTİM DURUMU

LİSANS

Üniversite : Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi

Akademik Birim : Su Ürünleri Fakültesi

Program/Bölüm/Diğer : Su ürünleri

Ülke : Türkiye

Mezuniyet Yılı : 2001

YÜKSEK LİSANS

Üniversite : Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi

Enstitü : Fen Bilimleri Enstitüsü

Tez Konusu : Su Ürünleri

Tez Başlığı : Çanakkale Boğazında Bulunan Bazı Ekonomik Alg Türlerinin (*Ulva Rigida* Agard, 1822 Ve *Cystoseira Barbata* Agard, 1842) *Tilapia* Balıklarının Yem Formülasyonunda Kullanılabilirliği Üzerine Araştırma

Ülke : Türkiye

Mezuniyet Yılı : 2004

Bildiği Yabancı Diller : İngilizce

BİLİMSEL FAALİYETLERİ

Makaleler		
		Yıl
SCI (Science Citation Index), SSCI (Social Science Citation Index), AHCI (Arts and Humanities Citation Index) tarafından taranan dergilerde yayımlanan teknik not, editöre mektup, tartışma, vaka takdimi ve özet türünden yayınlar <u>dışındaki</u> makaleler		
1	Ergun, S., Soyutürk, M., Güroy, B., Güroy, D., Merrifield, D. Influence of <i>Ulva</i> meal on growth, feed utilization and body composition of juvenile Nile Tilapia (<i>Oreochromis niloticus</i>) at two levels of dietary lipid. <i>Aquaculture International</i> . 17:355–361	2009
2	Ergün, S., Güroy, D., Tekeşoğlu, H., Güroy, B., Çelik, İ., Tekinay, A.A. Optimum dietary protein level for Blue streak hap, <i>Labidochromis caeruleus</i> . <i>Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences</i> (Kabul edildi)	2009
3	Güroy Kut, B., Cirik, Ş., Güroy, D., Sanver, F., Tekinay, A.A. “Effects of <i>Ulva rigida</i> or <i>Cystoseira barbata</i> meals as a feed additive on growth performance, feed utilization, and body composition in Nile tilapia, <i>Oreochromis niloticus</i> ”. <i>Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences</i> , 31 (2), 91-97	2008
4	Güroy, D., Deveciler, E., Güroy, K.B. ve A.A. Tekinay. Influence of feeding frequency on feed intake, growth performance and nutrient utilization in European sea bass (<i>Dicentrarchus labrax</i>) fed pelleted or extruded diets. <i>Turkish Journal of Veterinary and Animal Science</i> , 30 (2), 171-177.	2007
SCI, SSCI, ve AHCI <u>dışındaki</u> indeks ve özetler tarafından taranan dergilerde yayımlanan teknik not, editöre mektup, tartışma, vaka takdimi ve özet türünden yayınlar <u>dışındaki</u> makaleler		
1	Diler, İ., Tekinay, A.A., Güroy, D., Güroy B.K ve Soyutürk, M. 2007. Effects of <i>Ulva rigida</i> on the Growth, Feed Intake and Body Composition of Common Carp, <i>Cyprinus carpio</i> L. <i>Journal of Biological Sciences</i> 7 (2): 305-308.	2007

Bildiriler		
		Yıl
Uluslararası kongre, sempozyum, panel gibi bilimsel toplantılarda sunularak, programda yer alan <u>özet metin</u> olarak yayınlanan bildiri ya da poster veya gösteri		
1	Güroy, B., Ergün, S., Tekinay, AA., Güroy, D. Experiments aimed to nutritional improve of macroalgae (<i>Ulva rigida</i>) by heat treatment to improve of availability of algae in fish diet Tubitak 2nd International Food and Nutrition Congress, İstanbul.	2007
4	Tekinay, A.A., Güroy, D., Güroy, B.K., Çevik, N. Applicability of organic aquaculture in Turkey. I. Uluslararası Gıda ve Beslenme Kongresi- Gıda Zincirinde Gıda Güvenliği ve Kalitesi.	2005
Ulusal kongre, sempozyum, panel gibi bilimsel toplantılarda sunularak, programda		

yer alan tam metin olarak yayımlanan bildiri		
1	Tekinay, A. A., Öztürk, Ş., Güroy, D., Çevik, N., Yurdabak, F., Güroy, B. K., N. Özdemir. Göllerde Yapılan Balık Yetiştiriciliğinin Çevresel Etkileri. I. Balıklandırma ve Rezervuar Yönetimi Sempozyumu, 7-9 Şubat, Editörler: Y. Emre ve İ. Diler, 329-335, 532 s. Antalya.	2006
2	Tekinay, A. A., Odabaşı, D., Bilen, S., Güroy, D., B. Kut. Çanakkale Bölgesi Su Ürünleri Yetiştiriciliği Potansiyeli ve Durumu. Deniz Kuvvetleri Komutanlığı, Denizcilik Gücü Sempozyumu 05-06 Nisan. Tuzla/İstanbul.	2004
Ulusal kongre, sempozyum, panel gibi bilimsel toplantılarda sunularak, programda yer alan özet metin olarak yayımlanan bildiri ya da poster veya gösteri		
1	Güroy, D., Güroy, B., Tekinay, A.A. Gökkuşuğu Alabalığı Yemlerinde Kanola Unu ve Yağının Balık Unu ve Yağı Yerine Kullanımı. 1. Ulusal Alabalık Sempozyumu (Uluslararası katılımlı) 14-17 Ekim 2008	2008
2	Güroy. B., Kaykaç O.G. ve Ak. İ. 2008. Alglerin Gıda ve Yem Sektöründe Kullanımları. Çanakkale Merkezi Değerleri Sempozyumu (25-26 Ağustos 2008) Çanakkale, Türkiye.	2008
3	Güroy, B, Güroy, D., Ergün, S., Tekinay, A.A. 2007. Isıl İşlem Uygulanan Cystoseira barbata' nın (Denizel Makroalg) Balık Yemlerinde Kullanılabilirliği Üzerine Bir Ön Çalışma. XIV. Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu. Mugla-Turkey (Poster Presentation).	2007
4	Alparslan, M., Özalp, H.Ö., Güroy, B., Odabaşı, D.A. 2007 Bayramiç (Kazdağlar-Evciler) Yöresinde Alabalık Değerlendirme Kültürü. Bayramiç Sempozyumu. Canakkale, Türkiye	2007
5	Tekinay, A. A., Güroy, D., Güroy, B., Çelik, İ., N. Çevik. Balık yemlerinin fiziksel kalitesini etkileyen faktörler. Ulusal Su Günleri, 28-30 Eylül, Trabzon.	2005
6	Tekeşoğlu, H, Çelik, İ., Kut, B., Soyutürk, M., Bilen, S. Karides üretimi ve Türkiye'deki durumu. XIII. Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu. (Poster), (2005).	2005
7	Güroy, B.K., Tekeşoğlu, H. ve A.A. Tekinay. "Tilapya yemlerinde kullanılabilir alternatif hammaddeler" XIII. Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu (Poster), (2005).	2005
8	Güroy, D., Güroy, B., Yiğit, M. Balık besleme çalışmalarında sindirilebilirlik ölçüm metotları. XIII. Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu, 3-5 Eylül, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi, Çanakkale.	2005
9	Tekinay, A. A., Güroy, D., Deveciler, E. ve B. Kut. Alternatif balık türleri için yem formülasyonları ve besleme stratejileri. XII. Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu, 2-5 Eylül, Fırat Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi, Elazığ.	2003
10	Kut, B., Cirik, Ş., Güroy, D. ve A. A. Tekinay. Makro Alglerin Balık Yemi Rasyonlarında Kullanılabilirliği. XII. Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu, 2-5 Eylül, Fırat Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi, Elazığ.	2003

Kazanılan Burslar		
		Yıl Aralığı
Alanında bilimsel / sanatsal çalışma ve araştırmalar için kazandığı uluslararası burs		
1	MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI TARAFINDAN VERİLEN POLONYA HÜKÜMETİ DESTEKLİ 3 AYLIK ARAŞTIRMA BURSUNUN UNIVERSITY OF WARSAW AGRICULTURE	2006

Araştırma Projeleri ve Raporlar		
		Yıl Aralığı
Ulusal kuruluşlarca desteklenen projede görev alma		
1	Proje Adı : Türkiye de Üretilen Balık Yemlerinin Çevresel Etkileri. 2005. (Proje No:105Y090). Destekleyen Kuruluş : TUBİTAK	2005<>2008
2	Proje Adı : Organik alabalık, çipura ve levrek yetiştiriciliği Destekleyen Kuruluş : DPT	2005<>2007
3	Proje Adı : Farklı Yağ Düzeylerinde Alg Unu İçeren Yemlerle Beslenen Tilapia Balıklarının (Oreochromis niloticus Linnaeus, 1766) Büyüme, Yem Kullanımı ve Vücut Kompozisyonu Üzerine Bir Çalışma Destekleyen Kuruluş : COMU BAP 2005/02	2005<>2006
4	Proje Adı : Ahli (Sciaenochromis ahli Trewavas, 1935) Balığının Protein İhtiyacının Belirlenmesi Destekleyen Kuruluş : ÇOMÜ BAP 2005/19	2005<>2007
5	Proje Adı : Sarı Prens balığının yemsel protein gereksinimi Destekleyen Kuruluş : COMU BAP	2004<>2006
6	Proje Adı : Fındık küspesinin gökkuşuğu alabalığının yem tüketimi, büyümesi ve yem değerlendirme üzerine etkileri. Destekleyen Kuruluş : ÇOMÜ Döner Sermaye İşletmesi Müdürlüğü Projesi	2004<>2005
7	Proje Adı : Çanakale Boğazı'nda bulunan ekonomik alg türlerinin tilapia balıklarının yem formülasyonlarında yem hammaddesi olarak kullanılabilirliği üzerine bir araştırma	2003<>2005

	Destekleyen Kuruluş	: COMU BAP 2003/02	
8	Proje Adı	: Pelet ve ekstrude yemlerle beslenen Deniz levreklerinde yemleme frekansının yem tüketimi, büyüme ve yem değerlendirilmesi üzerine etkileri	2003<>2004
	Destekleyen Kuruluş	: ÇOMÜ Döner Sermaye İşletmesi Müdürlüğü Projesi	
9	Proje Adı	: Farklı protein kaynaklarının japon balıklarının yem tüketimi ve büyüme performansı üzerine etkileri.	2003<>2005
	Destekleyen Kuruluş	: COMU BAP 2003/03	
10	Proje Adı	: Kaynak ve dere alabalıklarının Kaz Dağları koşullarına adaptasyonu ve büyüme performansları	2003<>2005
	Destekleyen Kuruluş	: COMU BAP 2003/01	
11	Proje Adı	: Denizde yetiştiriciliği yapılan gökkuşağı alabalıklarının büyüme ve et kalitesi üzerine bir araştırma	2002<>2004
	Destekleyen Kuruluş	: COMU BAP 2002/17	
12	Proje Adı	: Türkiye’de kalkan balıklarına yem formülasyonu hazırlanması üzerine bir araştırma	2002<>2005
	Destekleyen Kuruluş	: COMU BAP 2002/04	

İŞ DENEYİMİ

Çalıştığı Kurumlar ve Yıl :

Vekil Öğretmen : İhsaniye İlköretim Okulu 2001-2002 (Kocaeli)

Araştırma Görevlisi : Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi 2003 – 2009 (Çanakkale)

Öğretim Görevlisi : Yalova Üniversitesi 2009 – (Yalova)

İLETİŞİM

E-posta Adresi : betulguroy@yahoo.com.tr