

**FARKLI MİKTARLARDA YEME İLAVE EDİLEN  
*Spirulina platensis*'in JAPON BALIĞI'NIN  
(*Carassius auratus*) RENKLENMESİ VE BÜYÜME  
PERFORMANSI ÜZERİNE ETKİLERİ**

**MAHİTAP DUYGU DURU**

**MERSİN ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**SU ÜRÜNLERİ  
ANA BİLİM DALI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**MERSİN  
HAZİRAN – 2014**

**FARKLI MİKTARLARDA YEME İLAVE EDİLEN  
*Spirulina platensis*'in JAPON BALIĞI'NIN  
(*Carassius auratus*) RENKLENMESİ VE BÜYÜME  
PERFORMANSI ÜZERİNE ETKİLERİ**

**MAHİTAP DUYGU DURU**

**MERSİN ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**SU ÜRÜNLERİ  
ANA BİLİM DALI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Danışman  
Yrd. Doç. Dr. Hilal KARGIN YILMAZ**

**MERSİN  
HAZİRAN – 2014**

Mahitap Duygu DURU tarafından Yrd. Doç. Dr. Hilal KARGIN YILMAZ danışmanlığında “Farklı Miktarlarda Yeme İlave Edilen *Spirulina platensis*’in Japon Balığının (*Carassius auratus*) Renklenmesi ve Büyüme Performansı Üzerine Etkileri” başlıklı bu çalışma aşağıda imzaları bulunan jüri üyeleri tarafından oy birliği ile Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

İmza

Prof. Dr. Ayşe EVEREST

Doç. Dr. Arzu ÖZLÜER HUNT

Yrd. Doç. Dr. Hilal KARGIN YILMAZ

Yukarıdaki Jüri kararı Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu’nun 03./09/2016 tarih ve 2016.19./529 sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Doç. Dr. Mehmet KÜÇÜKASLAN  
Enstitü Müdürü

Bu tezde kullanılan özgün bilgiler, şekil, çizelge ve fotoğraflardan kaynak göstermeden alıntı yapmak 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunu hükümlerine tabidir.

## FARKLI MİKTARLARDA YEME İLAVE EDİLEN *Spirulina platensis*'in JAPON BALIĞININ (*Carassius auratus*) RENKLENMESİ VE BÜYÜME PERFORMANSI ÜZERİNE ETKİLERİ

Mahitap Duygu DURU

### ÖZ

Ülkemizde Japon balığı olarak adlandırılan *Carassius auratus* ilginç vücut yapıları ve beyazdan kırmızıya kadar değişen renkleri ile akvaryum balıkları içerisinde ilgi çeken bir türdür. Bu türün çoğu bireyleri geç renklenmekte, istenilen düzeyde renk oluşumu sağlanamamakta ve yeterli düzeyde renklenmemiş bireylerin pazar talebi ve değeri önemli oranlarda düşmektedir. Renklenme sorununu çözmek için piyasada karotenoid içeren balık yemleri bulunmasına karşın, bu yemler üretim çiftlikleri için oldukça maliyetli olmaktadır.

Bu nedenle denemede, Japon balığını renklendirmede karotenoid kaynağı olarak *Spirulina platensis* kullanılmıştır. Gruplar 4 farklı yemle beslenmiş olup, üç tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Deneme gruplarına verilecek olan ticari yemlere sırasıyla 25 mg/kg, 50 mg/kg, 75 mg/kg *S. platensis* spreyleneş olup, kontrol grubuna *S. platensis*'in etkisini belirlemek amacıyla sadece saf su spreyleneşmiştir. Denemede yaklaşık 3,43 gr canlı ağırlığında ve 5,15 cm toplam boy uzunluğunda *C. auratus* yavruları kullanılmış olup, deneme 90 gün sürmüştür. Pigmentasyon tayini için, spektrofotometrik yöntem kullanılmıştır. Ayrıca, çalışmada *S. platensis*'in Japon balıklarının büyüme performansına etkisi de araştırılmıştır. Büyüme performansının tespit edilmesi için Spesifik Büyüme Oranı (SGR), Yemin Ete Dönüşüm Oranı (FCR), Kondüsyon Faktörü (KF) ve Yaşama Oranı (YO) tespit edilmiştir.

Deneme sonuçlarına göre, yeme farklı miktarlarda ilave edilen *S. platensis*'in, *C. auratus* yavrularında büyümeye etkisi istatistiksel açıdan önemli bulunmamıştır ( $p>0.05$ ). Pigmentasyon incelendiğinde ise gruplar arası fark istatistiksel açıdan anlamlı olup, en iyi renklenme sırasıyla yeme 75 mg/kg ve 50 mg/kg *S. platensis* ilave edilen gruplarda kaydedilmiştir ( $p<0.05$ ).

**Anahtar Kelimeler:** *Spirulina platensis*, *Carassius auratus*, Pigmentasyon, Büyüme performansı, Mikroalg

**Danışman:** Yrd. Doç. Dr. Hilal KARGIN YILMAZ, Mersin Üniversitesi, Su Ürünleri Ana Bilim Dalı

## EFFECTS OF DIETARY SUPPLEMENTATION OF DIFFERENT LEVELS OF *Spirulina platensis* ON PIGMENTATION AND GROWTH PERFORMANCE IN GOLDFISH (*Carassius auratus*)

**Mahitap Duygu DURU**

### ABSTRACT

*Carassius auratus* named Goldfish is an attractive species in aquarium fish because of their interesting body structure and colours ranging from white to red. Many members of this species are late pigmented, colour formation cannot be achieved at desired level and individuals that hadn't sufficient pigmented, of market demand and value decreased significantly. To solve the pigmentation problem, despite the fish feed containing carotenoids exist in the market, these feeds are very costly for farm production.

For pigmentation of goldfish, *Spirulina platensis* was used as source of carotenoid in our experiment. Groups were fed four different feed, and was conducted in triplicate. 25 mg / kg, 50 mg / kg, 75 mg / kg respectively *S. platensis* were sprayed into diets to be used for the experimental groups and only distilled water was sprayed into the diet of control group to determine the effect of *S. platensis*. In the experiment, the body weight of about 3.43 g and 5.15 cm in total length *C. auratus* fries were used, and the experiment carried out 90 days. Spectrophotometric method was used for pigmentation estimate. In addition, effects of *S. platensis* on growth performance of Goldfish was also investigated in the experiment. Specific Growth Rate (SGR), Feed Conversion Ratio (FCR), Condition Factor (CF) and Survival Rate (SR) have been determined for growth performance assessment.

According to results of the experiment, effect of different amounts of *S. platensis* added into dietary on growth rate of *C. auratus* fries was not statistically significant ( $p>0.05$ ). Difference between groups is statistically significant when analyzed pigmentation, and the best pigmentation was recorded in the 75 mg/kg ve 50 mg/kg *S. platensis* added groups, respectively ( $p<0.05$ ).

**Key Words:** *Spirulina platensis*, *Carassius auratus*, pigmentation, growth performance, microalgae

**Advisor:** Assist. Prof. Dr. Hilal KARGIN YILMAZ, Mersin University, Faculty of Fisheries

## TEŞEKKÜR

Çalışmalarım boyunca desteğini esirgemeyen danışman hocam Yrd. Doç. Dr. Hilal KARGIN YILMAZ'a,

Çalışmamı yürütmem için gerekli olan laboratuvar koşullarını sağlayan, Saygıdeğer hocam, ME.Ü. Su Ürünleri Fakültesi Dekanı Prof. Dr. Bedii CİCİK'e,

Spektrofotometrik analizlerde laboratuvar cihazlarının kullanımına olanak sağlayan Doç. Dr. Sahire KARAYTUĞ hocama,

Lisans döneminden bu yana hep yanımda olan, deneme boyunca olduğu gibi deneme sonrasında da desteğini esirgemeyen dostum ve meslektaşım Arş. Gör. Gülsemin ŞEN AĞILKAYA'ya,

Her zaman yanımda olan Aileme ve

En sıkıntılı günlerimde bana moral veren yol arkadaşım Barış Dikbaş'a,

En içten dileklerle Teşekkürü bir borç bilirim.

Yüksek lisans tezimi [BAP-FBE TM (MDD) 2012-7 YL] numaralı proje ile destekleyen Mersin Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimine de çok teşekkür ederim.

## İÇİNDEKİLER

### Sayfa

ÖZ.....	i
ABSTRACT .....	ii
TEŞEKKÜR .....	iii
İÇİNDEKİLER .....	iv
ÇİZELGELER DİZİNİ .....	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ .....	vii
<b>1. GİRİŞ .....</b>	<b>1</b>
<b>2. KAYNAK ARAŞTIRMALARI .....</b>	<b>5</b>
2.1. JAPON BALIĞI ( <i>Carassius auratus</i> ).....	5
2.2. <i>Spirulina platensis</i> .....	11
2.3. KAROTENOİD .....	15
2.4. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	19
<b>3. MATERYAL ve YÖNTEM.....</b>	<b>24</b>
3.1. MATERYAL .....	24
3.1.1. Denemede Kullanılacak Balık Materyali .....	24
3.1.2. <i>Spirulina platensis</i> .....	24
3.1.3. Yem Materyali .....	24
3.1.4. Denemede Kullanılan Akvaryumlar .....	25
3.2. YÖNTEM.....	25
3.2.1. Deneme Düzeni.....	25
3.2.2. Denemede Kullanılan Yemlerin Hazırlanması .....	26
3.2.3. Balıkların Yemleme Protokolü .....	27
3.2.4. Denemede Kullanılan Akvaryumların Günlük Bakımı ve Suyun Kalitesi ..	27
3.2.5. Renklenmenin Tespiti .....	28
3.2.6. Büyüme Performansının Değerlendirilmesi.....	29
3.2.7. İstatistiksel Analizler.....	30

<b>4. BULGULAR</b> .....	<b>31</b>
4.1. BÜYÜME PARAMETRELERİ .....	31
4.1.1. Canlı Ağırlık .....	31
4.1.2. Boyca Büyüme .....	32
4.1.1.1. Standart boy .....	32
4.1.1.2. Total boy .....	34
4.1.3. Kondüsyon Faktörü.....	35
4.1.4. Spesifik Büyüme Oranı .....	36
4.2. YAŞAMA ORANI.....	37
4.3. YEMİN ETE DÖNÜŞÜM ORANI .....	37
4.4. KAROTENOİD MİKTARI .....	38
<b>5. TARTIŞMA</b> .....	<b>39</b>
<b>6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER</b> .....	<b>42</b>
<b>KAYNAKLAR</b> .....	<b>44</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ</b> .....	<b>58</b>



## ÇİZELGELER DİZİNİ

### Sayfa

Çizelge 2.1. Japon balığının ( <i>Carassius auratus</i> L.) sistematikteki yeri .....	6
Çizelge 3.1. <i>Spirulina platensis</i> 'in besin değerleri .....	24
Çizelge 3.2. Denemede kullanılan yem materyalinin besin değerleri.....	25
Çizelge 3.3. Deneme grupları.....	26
Çizelge 3.4. Ortalama vücut ağırlığına göre verilen yem miktarı (%).....	27
Çizelge 3.5. Denemede kullanılan suyun kimyasal kompozisyonu .....	28
Çizelge 4.1. Denemedeki yavru balıkların canlı ağırlık (CA) ortalamaları (g) .....	31
Çizelge 4.2. Denemedeki yavru balıkların standart boy ortalamaları (cm) .....	33
Çizelge 4.3. Denemedeki yavru balıkların total boy ortalamaları (cm).....	34
Çizelge 4.4. Denemedeki yavru balıkların kondüsyon faktörü (g/cm <sup>3</sup> ).....	35
Çizelge 4.5. Denemedeki yavru balıkların spesifik büyüme oranı (% gün <sup>-1</sup> ) .....	36
Çizelge 4.6. Denemedeki yavru balıkların yaşama oranı (%).....	37
Çizelge 4.7. Denemedeki yavru balıkların yemin ete dönüşüm oranı (YDO).....	37
Çizelge 4.8. Denemedeki yavru balıkların karotenoid miktarı (mg/kg) .....	38

## ŞEKİLLER DİZİNİ

### Sayfa

Şekil 3.1. Denemede kullanılan akvaryumlar ve deneme düzeni .....	26
Şekil 3.2. Deneme sonunda gruplar arasındaki renk değişiminin genel görüntüsü .	29
Şekil 4.1. Denemedeki yavru balıkların canlı ağırlık (CA) ortalamaları (g) .....	32
Şekil 4.2. Denemedeki yavru balıkların standart boy ortalamaları (cm) .....	33
Şekil 4.3. Denemedeki yavru balıkların total boy ortalamaları (cm).....	34
Şekil 4.4. Denemedeki yavru balıkların kondüsyon faktörü (g/cm <sup>3</sup> ).....	35
Şekil 4.5. Denemedeki yavru balıkların spesifik büyüme oranı (% gün <sup>-1</sup> ) .....	36
Şekil 4.6. Denemedeki yavru balıkların karotenoid miktarı (mg/kg) .....	38

## 1. GİRİŞ

Mikroalglerin büyük miktarlarda üretimi üzerine kaydedilen teknolojik gelişmeler, son yıllarda hız kazanmış olup, ekonomik önemi olan balık ve kabukluların üretiminde canlı yem kaynağı olarak kullanılmıştır. Yapılan çalışmalarda alglerin protein, lipit, polisakkaritler, pigmentler, karotenoidler, vitaminler, steroller, enzimler, antibiyotikler ve daha pek çok kimyasal madde açısından zengin olduğu bildirilmiştir. Mikroalglerin biyokimyasal içeriklerinden yararlanma amacıyla son 10 - 15 yıldan beri büyük miktarlarda alg üretim çalışmaları yapılmaya başlanmıştır [1].

Bugün üretimi yapılan önemli alg türlerinden biri de *Spirulina*'dır. Mavi-yeşil alglerden *Spirulina*, spiral halka şeklinde ve mikroskobik hücelere sahip bir algdır. Siyanobakter sınıfına ait olan *Spirulina* türlerinden özellikle *Spirulina platensis* ve *Spirulina maxima* ticari değere sahip ve üzerinde yoğun araştırmaların yapıldığı türlerdendir [2]. *Spirulina* ilk kez 1827'de Turpin tarafından izole edilmiştir [3].

*S. platensis*'in % 60 oranında bitkisel protein, temel vitaminler ve bir antioksidan olan  $\beta$ -karoten ile nadir bulunan esansiyel yağ asidi olan gama linolenik asit (GLA), sülfolipitler, glikolipitler ve polisakkaritler gibi bitkisel besleyicilerden oluşmaktadır. *Spirulina*'nın koyu yeşil rengi, karotenoid (turuncu), fikosiyenin (mavi) ve klorofil (yeşil) pigmentlerinden kaynaklanmaktadır. Hücreler genellikle mavi-yeşil renkte olup, bazen de kırmızı ya da yeşil renkte görünürler. Yeşil renkli klorofil, yardımcı pigment olan mavi renkli fikosiyenin, allofikosiyenin ve kırmızı renkli fikoeritrin tarafından maskelenmektedir. *Spirulina sp.*, tüm temel aminoasitleri içeren dengeli bir protein yapısına sahiptir, proteini kolaylıkla sindirilir ve asimile edilir. Çünkü *Spirulina sp.*'nin hücre duvarı mukopolisakkaritlerden meydana gelmiştir. Birçok bitkide bulunan, sert ve selüloz içeren hücre duvarı mevcut olmayıp, % 20 oranında karbonhidrat ve şeker bulunmaktadır. *Spirulina sp.* yüksek düzeylerde  $\beta$ -karoten, demir ve çinko içermekle birlikte selenyum, mangan, bakır, krom, C ve E vitaminlerini içermektedir. Bu antioksidan mineraller ve vitaminlerin bağışıklık sistemini uyardıkları, özellikle kansere karşı korumada rol oynadıkları ve yaşlanmayı yavaşlattıkları belirlenmiştir [4].

*Spirulina sp.*, enzimlerce zengindir ve iyi bir doğal enzim kaynağıdır. Enzimler sağlık için gerekli yaşamsal yapılardır. Vücudumuzu besleyen, DNA'yı besleyen ve vücut sistemimizi güçlendiren besinlerden elde edilen önemli besleyici elementlerin serbest kalmasına yardımcı olur. *Spirulina sp.*'nin kurutulduktan sonra da bu doğal enzimleri içerdiği belirtilmektedir [5].

*Spirulina sp.*'nin pigment kompozisyonu genel olarak siyanobakterilerde (*Cyanobacteria*) olduğu gibidir. Bulunan tek klorofil, klorofil a'dır ve miktarı kuru ağırlıkta % 0.8 - 1.5 arasında değişir. Soğukta kurutulmuş (freze-dried) *Spirulina sp.*'da ksantofil içeriği oldukça önemli düzeydedir (6.9 g/kg). Diğer başlıca karotenoidleri, miksoksanthofil (% 37),  $\beta$ -karoten (% 28), zeaksanthin (% 17)'dir [6]. Pigment kompozisyonu nedeniyle *Spirulina sp.*, süs balıklarının pigmentasyonu için, özellikle Japon balıkları için yem katkısı olarak kullanılır [7]. Yumurta sarısını kuvvetlendirmek amacıyla kanatlı yemlerine katılmaktadır [8]. *Spirulina sp.*'nin proteinleri içinde en yüksek ekonomik değere sahip olanları biliproteinlerdir. *Spirulina sp.* C-fikosiyanin ve allofikosiyanin olmak üzere iki tip biliprotein içermektedir. Bu mikroalgin protein fraksiyonunun yaklaşık % 20'si, suda çözünen mavi bir pigment olan fikosiyaninden oluşmaktadır. Fikosiyaninin maksimum absorpsiyonu 620  $\mu\text{m}$ 'dir [9]. Bousibba ve Richmond (1980), fikosiyaninin *Spirulina sp.*'da depo besin maddesi olarak görev yaptığını belirtmişlerdir [10]. Fikosiyanin ticari olarak üretilmektedir. Japonya'da doğal renk maddesi olarak yemlerde ve kozmetik alanında kullanılmakta ve 600 kg/ay oranında üretilmektedir. Fikosiyanin'in esas kullanım alanı gıda boya maddesi olarak kullanılmasıdır. Genel anlamda bağışıklık sistemini desteklediği ve çeşitli hastalıklara karşı koruma sağladığı belirtilmiştir [11].

Klorofil, *Spirulina sp.*'nin yapısında bol miktarda bulunan doğal bir pigmenttir. Klorofil'in, hücreleri toksik maddelerden arındırma özelliği bilinmektedir. Klorofil, hemoglobin molekülüne benzemektedir. Hemoglobin, demir içerir ve kana kırmızı rengini verir, klorofil ise magnezyum taşır ve klorofilin yeşil görünmesini sağlar [4].

Ülkemizde son yıllarda akvaryum balıkları yetiştiriciliği ve akvaryumculuk, hızlı bir şekilde gelişmiş, önemli bir iş kolu haline gelmiştir. Ülkemiz, özellikle Akdeniz bölgesi, japon balıkları yetiştiriciliği için oldukça elverişli ekolojik koşullara sahiptir. Ne var ki, bu türün bireylerinin bir bölümü geç renklenmekte veya istenilen

düzeyde renk oluşumu sağlanamamaktadır. Bu durum ise balıkların pazar değerini önemli oranda düşürmektedir [12].

Balıklardaki renk oluşumu, kısmen fiziksel olarak ışığın kırılması ve yansmasıyla, kısmen de alt deride bulunan pigmentlerle meydana gelir. Balıklarda 4 çeşit renk maddesi saptanmıştır. Bunlar, sarı rengi veren "Flavin", kahverengi, gri ve siyah rengi veren "Melanin", metalik ışıldayan ve gümüşü renk veren "Guanin" ve sarı-kırmızı rengi veren "Karotenoid" dir [13].

Karotenoidler, Terpen grubu maddelerden olup, taşıdıkları çifte bağ (keto=oxo), renklenmede önemli rol oynar. Bu tür karotenoidlere "Yükseltgenmiş Karotenoid"ler de denmektedir. Bunun yanında içerdikleri hidroksil (OH) grubu da renklenmede önemli rol oynamaktadır. Ancak karotenoidlerin absorpsiyonları, farklı hayvan gruplarında farklılıklar gösterir. Bu yüzden bir grupta etkili olan bir karotenoid, diğer bir hayvan grubunda etkili olamayabilmektedir [14].

Kuş ve balıklar genellikle yükseltgenmiş karotenoidleri tercih etmektedirler. Bunlar da genellikle astaksantin, kantaksantin, zeaksantin ve lutein'dir [15]. Salmonidler, astaksantin ve kantaxantini,  $\beta$ -karotene göre 10 - 20 kat daha fazla absorbe etmektedirler. Japon balıklarında ise etkili karotenoidler, başlıca lutein ve zeaksantin olup, astaksantine göre 3 kat daha fazla absorbe edilmektedir [16]. Karideslerde (*Penaeus japonicus*) ise etkili olan karotenoid, astaksantindir [17]. Bazı karotenoidlerin kombine bir şekilde kullanılmasının, tek tek kullanılmasından daha iyi sonuç verdiği bildirilmektedir [15].

Bünyeye alınan karotenoidler çeşitli doku ve organlarda (deri, pul, yüzgeç, operkulum, karaciğer, safra, yumurta, kan ve yağ dokusunda) farklı miktarlarda birikebilmektedir. Ancak oranları, balığın yaşı, büyüklüğü, cinsel olgunluk durumu, cinsiyeti gibi etmenlerle değişiklik göstermektedir. Üreme zamanına doğru kaslarda birikmiş olan karotenoidler ovaryumlara, erkeklerde ise, özellikle deriye transfer edilirler [18].

Karotenoidlerin spesifik biyokimyasal fonksiyonları henüz tamamen açıklığa kavuşmamakla birlikte, A vitamini'nin benzeri fonksiyonlarına sahip oldukları bildirilmektedir. Astaksantin, kantaksantin ve zeaksantin,  $\beta$ -karoten yoluyla A1 ve A2 vitaminine dönüştüğüne ait bulgular vardır [19].

Pigmentasyonda genetik yapı oldukça önem taşımaktadır. Bu yüzden pigmentasyon, çevresel koşullar ve genetik yapı ikilisi içerisinde ele alınmalıdır [20]. Karotenoidlerin sentezlenme yeteneğinin, sadece bitki ve protistlere özgü olduğu bilinir. Hayvanlar ise bu maddeleri sentezleyemezler. Ancak, bazı hayvanlar, karotenoidleri sentezleyemedikleri halde onları dönüşüme uğratma yeteneğine sahiptirler. Balıklar, gereksinim duydukları karotenoidleri ancak dışardan aldıkları besinlerle sağlayabilmektedirler. Bu besinler başta fitoplankton olmak üzere zooplankton ve çeşitli krustaselerdir. Bu yüzden karma yemle beslenen balıklarda pigmentasyon sağlanması için, yemlerinde karotenoid olması zorunluluğu vardır. Karotenoidlerin, balığın renklenmesi üzerine etkilerinin yanında, büyüme ve gelişmeyi hızlandırmak, çevresel koşullara karşı balığın toleransını arttırmak gibi fonksiyonları da vardır [21].

## 2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

### 2.1. JAPON BALIĞI (*Carassius auratus*)

Dünyada akvaryum balıklarına olan ilgi ve talep giderek artmakta ve bu ivmeye paralel olarak da akvaryum balığı ticareti büyümektedir. Akvaryum balıkçılığının, dünyada en popüler hobilerden biri olmasının yanı sıra, yılda 7 milyar ABD doları ticaret hacmi ve yıllık % 8 büyüme oranı ile önemli bir iş alanıdır [22]. Bugün akvaryum balıkları üretimi, tropik ve subtropik bölgelerdeki az gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerin ekonomik gelişimine katkıda bulunmaktadır [23, 24, 25, 26]. Singapur, Tayland, Tayvan ve Çin gibi ülkeler bu konuda lider ülke konumundadır. Ülkemizde de akvaryum balıkçılığı son yıllarda gelişmiş ve önemli bir iş kolu durumuna gelmiştir. Ancak, yurdumuzda tüketilen akvaryum balıklarının büyük bir bölümü halen dış ülkelere karşılanmakta ve bunun için resmi olmayan verilere göre yılda yaklaşık 8 - 10 milyon ABD doları döviz harcanmaktadır. Dış alımda da en büyük payı ve en çok talebi, başta Japon balığı (*C. auratus*) ve koi (*Cyprinus carpio*) gibi sazangiller ile moli (*Poecilia latipinna*) ve lepistes (*Poecilia reticulata*) gibi doğuran balıklar almaktadır. Bunlar, akvaryum balıkları piyasasında en çok tanınan ve sürümü en fazla olan balıklar arasındadır. Bu balıkların birim fiyatı diğer akvaryum balıklarına oranla yüksektir [27, 28].

Ülkemizde "Japon Havuz Balıkları" olarak tanınan *C. auratus* türünün yetiştiriciliği yapılmaktadır. Bu balık türü Avusturalya kıtası dışında bütün dünyaya dağılmış bulunan sazangiller (*Cyprinidae*) ailesi içinde yer alır. Günümüzde pek çok ülkede bu balıklara altın parlaklığında olmaları nedeni ile "Goldfish" adı verilmektedir. Ülkemizde ise daha çok "Japon Havuz Balıkları" ismi verilmektedir. Bu balıkların boyları 15 - 35 cm, ağırlıkları en fazla 3 kg'dır. Vücutları oldukça geniş, yanlardan basık, yanal çizgide 27 - 31 pul bulunur. Sırt yüzgeci dış bükey; ilk ışını kuvvetlidir. Bu balık, Avrupa ve ülkemizin yavaş akan sularında, göllerinde ve özellikle parklardaki havuzlarda aşılama suretiyle yaygın olarak bulunmaktadır [29].

Japon havuz balığı olarak isimlendiren *C. auratus* L.'un sistematikteki yeri Çizelge 2.1'de belirtildiği gibidir [30].

Çizelge 2.1. Japon balığının (*C. auratus* L.) sistematikteki yeri

ALEM	Animalia
ALTALEM	Metazoa
BÖLÜM	Chordata
ALT BÖLÜM	Vertebrata
ÜST SINIF	Gnathostamata
SINIF	Osteichthyes
ALT SINIF	Actinopterygii
ÜST TAKIM	Teleostei
TAKIM	Cypriniformes
ALT TAKIM	Cyprinoidei
AİLE	Cyprinidae
CİNS	Carassius
TÜR	<i>C. auratus</i> L.

Japon balıkları ilginç vücut yapıları ve beyazdan kırmızıya kadar değişen vücut renkleri ile akvaryum balıkları içerisinde ilgi çeken bir türdür. Tüm Dünya'ya bir süs balığı olarak yayılmış bulunmaktadır. Buna bağlı olarak da çeşitli konularda bu tür üzerinde çok sayıda araştırma yapılmaktadır. Çin'de M.Ö. 2000 yıllarında süs balığı olarak havuzlarda barındırıldıkları konusunda tarihi bilgiler vardır [31]. Güzel yapıları yanında, bakımlarının birçok türe oranla daha kolay olması bu balığa olan ilgiyi arttırmaktadır. Birçok akvaryum balığı tropikal balıklar grubuna girer ve yıl boyu su sıcaklığının 22 - 26°C dolayında olması istenir. Bunun yanında japon balıkları soğuk ve ılık sulara da yaşayabilen bir süs balığı olarak bakımı daha kolay olan türler arasına girmektedir [32].

Japon balıkları üzerinde yapılan çalışmalar sonucu pek çok varyete geliştirilmiştir. Varyetelere özgü olarak ele alınan özelliklerin; vücut şekli ve rengine göre oluşturulduğu gözlenmektedir. Örneğin, vücut şekli bakımından saçak kuyruk, vatanai, buffola baş, teleskop, aslan baş gibi çok çeşitli varyeteler geliştirilmiştir. Bu varyetelerden bazılarında kuyruk çok uzun, bazılarında baş yapıları farklı, bazılarının



ise ilginç göz yapıları vardır. Bu varyeteler içerisinde balıkların renklenmeleri açısından da farklılıklar olduğu gözlenir [33].

Ülkemizde Japon balığı pazarlanmasında konuya ilgi duyanların daha çok kırmızıdan turuncuya kadar renkli balıkları tercih ettikleri gözlenmektedir. Bu nedenle balıkların renklendirilmeleri için çeşitli yöntemler denenmektedir. Yemlere kimyasal maddeler katılması da bu amaçla izlenen bir yoldur. Bu yöntem alabalık yetiştiriciliğinde et renginin pembemsi olması amacıyla ülkemizde de bazı çalışmalara konu olmuştur [34]. Yaz aylarında japon balıklarının dış havuzlarda güneş ışığında yetiştirilmesinin vücut renklenmesinde etkili olduğu görülür. Ticari amaçla üretim yapanların bu konuda çalışma ve uygulama yaptıkları gözlenmektedir [33].

Japon balığı veya altın balık olarak tanınan *C. auratus* tropik ve subtropik bölgelerde dağılım gösterir. Ekolojik valansı oldukça geniş bir canlıdır. 5 - 35°C su sıcaklıkları arasında yaşamlarını sürdürürler, uç noktalar bazı sakıncalar taşısa da yaşamlarını sürdürebilirler. Fakat aşırı sıcaklıklardan korunmaları gerekir. Çünkü bu balıkların geniş bir iklim kuşağında yaşamlarını sürdürebilmeleri her türlü sıcaklık değişimlerine dayanıklılık gösterecekleri anlamına gelmez [35, 36]. Japon balıkları, % 0.10 - 0.15 tuzluluğa kadar dayanabilirler. Özel bir sertlik ve pH istekleri yoktur. Herbivor ağırlıklı omnivor beslenen bir canlıdır. Doğadaki rengi sazan gibi gri-yeşildir. İnsan eli altında yaklaşık 100'e yakın varyetesi geliştirilmiştir. Tüm varyetelerde baskın renk; kırmızı ve tonlarıdır. Bunlar, akvaryum piyasasında en çok tanınan ve sürümü en fazla olan balıklar arasındadır. Birim fiyatı diğer akvaryum balıklarına oranla oldukça yüksektir [37]. Altinköprü [35], *C. auratus*' ların hafif asitli suların hoşlandığını suyun pH'sının 6.6 olması gerektiğini belirtirken, Garg ve Garg (1992), yaptıkları çalışmada düşük pH şartlarının bu balıkların hareketlerinde olumsuzluklar meydana getirdiğini tespit etmişlerdir [38]. Wang (1989), japon balıklarının yaşadığı ortamda suyun pH değerini 7.1 - 9.7 olarak belirlerken [39], Ng ve ark. (1992,9, kapalı sistemde bu değerini 7.3 - 7.7 olduğunu ifade etmişlerdir [40]. Bunların yumurta ve larvalarının gelişmesi için optimum su sıcaklığı 22°C'dir [41]. Hunnam (1983), *C. auratus*' ların 4 - 24 °C arasındaki farklı sıcaklıklarda yaşamlarını sürdürdüklerini tespit etmiştir [42]. Mills ve ark. (1993) ve Sweeney (1990), yaptıkları araştırmalarda bu balıkların havuzlarda buzun altında dahi yaşadıklarını ve kötü şartlara dayanıklı olduklarını açıklamışlardır [43, 44]. Wang (1989), japon balıklarının

doğal olarak bulunduğu göllerde yaptığı incelemelerde çözünmüş oksijen miktarını 8.7 mg/L olarak belirlerken [39]; Ng ve ark. (1992), bu balıkların kültürünün yapıldığı kapalı sistemde çözünmüş oksijen değerini 6.15 mg/L olarak tespit etmişlerdir [40].

Mertlich (1988), Sweeney (1990) ve Smith (1996), japon balığı yetiştiriciliğinde tankların temizliğine önem verilmesini, kirlenmesi durumunda ise haftalık olarak suyun % 25 - 50 oranında değiştirilmesi gerektiğini belirtmişlerdir [44, 45, 46].

Mertlich (1987) ve Mertlich (1988), japon balıklarının daima aç göründüklerini, fakat kaliteli yemle günde bir iki defa beslemenin yeterli olduğunu saptamıştır [45, 47]. Mertlich (1989), yaptığı başka bir araştırmada ise bu balıklardan verimli yumurta alımı için çok iyi yemleme yapılmasının gerekli olduğunu belirlemiştir [48].

Altinköprü (1983), Altinköprü (1984), Alpbaz (1984) ve Axelrod (1996), vitellus kesesini tüketmiş *C. auratus* yavrularının iyice kaynatılmış ve katı halde pişirilmiş olan yumurta sarısının suda eritilmesi ve bunun ince tülbentten geçirilmesi ile hazırlanan karışımın iyice çalkalandıktan sonra havuzun her yerine dağılacak şekilde suya serpilmesiyle, beslemesinin yapıldığını belirtmişlerdir. Ayrıca bu beslemenin bir hafta boyunca devam etmesi gerektiğini bildirmişlerdir [35, 36, 49, 50]. Axelrod ve Burges (1973), japon balıklarının hazır yemleri iştahla yediklerini belirtmişlerdir [51].

Axelrod (1996), japon balığı yavrularında yemlemenin önemli olduğunu belirterek eğer mümkünse 2' şer saat aralıklarla günde 10 kez yemlenmesi gerektiğini vurgulamıştır [50].

Evans (1957), yumurtadan çıkan larvaların vitellus kesesini tükettikten sonra hava kesesini doldurmak için su yüzeyine ulaşma isteği duyduğundan kuluçka teknelerinin sığ ve içindeki suyun temiz olması gerektiğini açıklamıştır [52].

Mills ve ark. (1993), *C. auratus* yavrularını *Artemia sp.*, pelet halindeki ticari alabalık yemi ve sıvı haldeki ticari yavru yemi kullanarak yaptığı beslemede en iyi gelişimi *Artemia sp.*'de saptamışlardır [43].

Szlaminsk ve ark. (1993), japon balığı yavrularını 24 °C'de 3 hafta boyunca, hazırlanan 6 farklı yarı sentetik yem ve bunların karışımlarıyla besleyip büyüterek

yaptığı incelemeler sonucunda, karma yem ile beslenen yavruların büyüme ve gelişmelerinin diğerlerinden daha iyi olduğunu bildirmişlerdir [53].

Abi-Ayad ve Kestemont (1994), 24 °C'de 3 hafta boyunca canlı yem (*Artemia sp.*), kuru yem, canlı ve kuru yem karışımı ile besleme yaptığı *C. auratus* yavrularında en yüksek ağırlık ortalamasını, 0.2 g olarak canlı yemle yemlenen balıklarda belirlemişlerdir. Bu değeri, canlı yem ve kuru yem karışımının verildiği yavrularda 0.158 g kuru yem verilen yavrularda ise 0.045 g, olarak tespit etmişlerdir. Ayrıca, araştırmacılar yaşama oranını; canlı ve kuru yem karışımının verildiği yavrularda % 98.0, canlı yemin verildiği yavrularda % 97.5 ve kuru yemin verildiği yavrularda % 91.5 olarak saptamışlardır [54].

Çeşitli araştırmacılar akvaryum yemlerinde bulunan ham protein içeriğinin % 20 - 45 aralığında olduğunu bildirmişlerdir [55, 56, 57].

Bandyopadhyay ve ark. (2005), japon balıklarının büyüme hızları üzerine yaptıkları bir çalışmada farklı seviyelerde protein içeriğine (% 23.34, % 26.21, % 29.30, % 32.24 ve % 42.53) sahip yemlerle beslenen *C. auratus*' larda en iyi performansın % 40 - 45 (yaklaşık % 42.53)'lük protein içeriğine sahip yemde meydana geldiğini bildirmişleridir [57].

6-8 haftalık *C. auratus* yavruları yaklaşık 0.2 - 0.4 g ağırlığında olup, verilmesi gereken yem miktarı vücut ağırlığının yaklaşık % 2 - 4'ü kadardır [58].

Lochmann ve Phillips (1994), yaptıkları bir çalışmada japon balıklarını % 38 ham protein içeren yayın balığı yemiyle beslemiştir. Yem miktarını vücut ağırlığının % 3'ü olarak belirleyen bu araştırmacılar, bu seviyedeki proteinin japon balıklarının ihtiyacını karşıladığını bildirmişlerdir [59].

Japon balığı yetiştiriciliğinde hangi metodun seçileceği konusunda karar verirken yetiştirme ortamları hakkında bilgi sahibi olunması gerekmektedir. Dış havuzlarda yapılan yetiştirmede balıklar ortamda yetişen planktonları tükettikleri için, güneş ışığının da etkisiyle, genel olarak bir renklenme sorunu yaşamamaktadır. İç havuzlarda yapılan yetiştirmede ise balıkların renkleri daha soluk olmaktadır. Iwamoto ve ark. (1990), balık etlerinde renklenmenin genetik yapı ile ilgili olmakla beraber renklenme üzerinde alınan gıdalarında etkili olduğunu kaydetmişlerdir [60].

Balık yetiştiriciliğinde balıkların doğal renklerinden farklı olması bazı bölgelerde bir problem olarak algılanabilmektedir. Örneğin Japonya'da kültür altında

üretilen alabalıklarda balıkların yan taraflarında bulunan beneklerin mavi olmaması bir sorun olarak ortaya çıkmış ve bu konuda renkli tanklarda yapılan yetiştirmede istenen renklenmenin meydana geldiği belirtilerek, maviye boyanmış tanklarda yetiştirilmelerinin balıklarda renklenmeyi arttırdığı belirtilmiştir [33].

Renk karakteri kalıtım yoluyla taşınmaktadır. Ancak, balığın doğuştan getirdiği renk özelliğini ortaya çıkarabilecek çevresel etmenlerin bilinmesi ve bunların optimize edilmesi gerekmektedir. Balıklarda renklenme, alt deride bulunan ve özelleşmiş renk hücrelerinde lokalize olmuş pigmentler tarafından gerçekleştirilir. Bu pigmentler dört çeşittir: Sarı rengi veren flavin, gri, siyah ve kahverengi veren melanin, metalik ışıldayan ve gümüş rengi veren guanin, kırmızının çeşitli tonlarına ait renkleri veren ise, karotenoid grubu pigmentleridir [29]. Japon balığının türüne özgü portakal kırmızısı renklenmeyi sağlayan karotenoid grubu pigmentlerdir [61]. Bu pigmentlerden ise en etkili olanı “3-3’ hidroksi” yapısındaki lutein ve zeaksantindir [62]. Balıklar ise bu pigmentleri sentezleyemediklerinden, bu gereksinimlerini yemlerinden karşılamak zorundadırlar [15]. Balığın karotenoid içeren yemlerle beslenmesinin yanısıra, diğer çevresel etmenlerin de hazırlanması gerekmektedir. Canlılarda ortam rengi ile pigmentasyon arasındaki bir ilişkinin varlığı öteden beri bilinmekte olup, bu konudaki bilgiler sınırlıdır [63].

Piyasada japon balıkları için üretilen çeşitli yemler olmasına karşın, bu yemler üretim çiftlikleri için oldukça maliyetli olmaktadır [64].

Dış ülkelerde balıkların renklenmeleri amacı ile yapılmış birçok yem çeşidinin pazarlandığı izlenmektedir. Örneğin, astaksantin ve *Spirulina sp.* katkılı yemlerin balıkların canlı renk kazanmaları için yararlı olduğu belirtilerek yem reklamları yapılmaktadır [65].

Yurdumuzun Ege ve Akdeniz Bölgesi, subtropikal iklim özelliğinde olması nedeniyle, japon balıkları yetiştiriciliği için uygun sıcaklık koşullarına sahiptir. Buna rağmen, bu balıkların yetiştiriciliği, bazı sorunlar nedeniyle pek gelişmemiştir. Karşılaşılan en önemli sorunlardan birisi; bu türün çoğu bireylerinin geç renklenmesi ve istenilen düzeyde renk oluşumunun sağlanamamasıdır. Akvaryum balıklarında ise renk kalitesi, tüketicinin seçiminde önemli bir unsur olduğundan, yeterli düzeyde renklenmemiş bireylerin pazar arzı ve değeri önemli oranlarda düşmektedir [37]. Yerli

japon balığı üretiminde, istenilen kalitede renklenme elde edilemediği için, dışalım yapılan japon balıklarıyla rekabette zorlanılmaktadır [66].

## 2.2. *Spirulina platensis*

Richmond (1986)'un bildirdiğine göre; bugün yetiştiriciliği yapılan en önemli alg türlerinden biri *Spirulina sp.*'dir [2]. Mavi-yeşil alglerden *Spirulina sp.* spiral halka şeklinde ve mikroskobik hücrelere sahip bir alg'dir. Siyanobakter sınıfına ait olan *Spirulina sp.* türlerinden özellikle *S. platensis* ve *Spirulina maxima* ticari değere sahip ve üzerinde yoğun araştırmaların yapıldığı türlerdir. *Spirulina sp.* ilk kez 1827'de Turpin tarafından izole edilmiştir [3].

Siyanobakter filamentli *S. platensis* yüzyıllardır Afrika'da Çad Gölü yerli halkı tarafından bir gıda olarak kullanılmaktadır [4, 67]. *Spirulina sp.* yüksek protein içeriği (% 65) kolay sindirilme oranı ve belirli aminoasit içeriği nedeniyle, beslenme yetersizliği için önemli bir gıda takviyesi olarak dünyanın pek çok bölgesinde insanlar tarafından kullanılmaktadır [4]. Kapsül şeklinde satılan *Spirulina sp.* içecek ve pasta gibi gıdaların hazırlanmasında veya hiperkolesterol ve ateroskleroz gibi hastalıkların iyileştirilmesinde tedavi edici özelliklere sahip olduğu belirtilmiş olup, adet öncesi gerginlik ve kilo kaybında da [4] yardımcı gıda olarak kullanılır. Bu tedavi edici ve destekleyici özelliklerden sorumlu olan *Spirulina sp.*'nin içerdiği antioksidan yetenekleri olduğu düşünülen bileşikler, çoklu doymamış yağ asitleri, fikosiyanin [68] ve fenolik bileşiklerden [69] oluşur.

Siyanobakter *S. platensis*'in insan gıda takviyelerinde, hayvan yemi ve ilaç üretiminde, fikosiyanin gibi değerli ürünler [68, 69, 70] ile  $\omega$ -3 ve doymamış  $\omega$ -6 yağ asitlerinin [71, 72, 73, 74, 75] büyük miktarlarda üretimi için ticari bir ürün olmaktadır.

Deniz mikroalglerinin büyük miktarlarda üretiminde kaydedilen teknolojik gelişmeler, son yıllarda hız kazanmış alg üretimi yanında ekonomik önemi olan balık ve kabukluların üretiminde canlı yem elde etmek amacıyla üretimleri gerçekleştirildiği bildirilmiştir. Bugüne kadar yapılan çalışmalar ile alglerin protein, lipid, polisakkaritler, pigmentler, karotenoidler, vitaminler, steroller, enzimler, antibiyotikler ve daha pek çok kimyasal madde açısından zengin oldukları tespit edilmiş olup, biyokimyasal içeriklerinden yararlanma amacıyla son 10 - 15 yıldan beri

büyük miktarlarda alg üretimleri yapılmaktadır [1]. Bugün ticari olarak A.B.D., Tayvan, Tayland, Kaliforniya, Meksika, İsrail ve Çin'de *Spirulina sp.* üretimi değişik amaçlarla, büyük hacimlerde yapılmaktadır. Termofilik ve alkalofilik özelliğe sahip *S. platensis* için optimum büyüme sıcaklığı 35-37 °C'dir. Yüksek pH (9 - 10) düzeylerini tercih eden *Spirulina sp.* bu özellikleri sebebiyle mono kültürü yapılabilen bir alg türüdür. Üretimindeki genel amaç, insanlara protein kaynağı sağlamak ve bunun yanında, biyokimyasal yapısındaki zenginliklerden yararlanmaktır [76].

*Spirulina sp.* alginin, % 60'ı bitkisel protein, temel vitaminler ve bir antioksidant olan  $\beta$ -karoten ile nadir bulunan esansiyel yağ asidi olan gama linolenik asit (GLA), sülfolipitler, glikolipitler ve polisakkaritler gibi bitkisel besleyiciler oluşturmaktadır. *Spirulina sp.*'nin koyu yeşil rengi, karotenoid (turuncu), fikosiyenin (mavi) ve klorofil (yeşil) pigmentlerinden kaynaklanmaktadır. Hücreler genellikle mavi-yeşil görünümündedir. Bazen de kırmızı ya da yeşil görünürler. Yeşil renkli klorofil, yardımcı pigment olan mavi renkli fikosiyenin ve allofikosiyenin ve kırmızı renkli fikoeritrin tarafından maskelenmektedir. *Spirulina sp.*, tüm temel aminoasitleri içeren dengeli bir protein yapısına sahiptir ve proteini kolaylıkla sindirilir ve asimile edilir. Çünkü *Spirulina sp.*'nin hücre duvarı mukopolisakkaritlerden meydana gelmiştir. Birçok bitkide bulunan, sert ve selüloz içeren hücre duvarı mevcut olmayıp, % 20 oranında karbonhidrat ve şeker bulunmaktadır. Dönüm başına soya fasulyesinden 20 kat, mısırdan 40 kat, sığır etinden 200 kat daha fazla protein ürettiği belirlenmiştir. *Spirulina sp.* kültürü ile yarım dekar alandan 15.000 kg protein üretilebilirken, bu alandan ancak 750 kg soya proteini üretilebilmektedir. *Spirulina sp.* yüksek düzeylerde  $\beta$ -karoten, demir ve çinko içermekle birlikte selenyum, mangan, bakır, krom, C ve E vitaminlerini içermektedir. Bu antioksidan mineraller ve vitaminlerin bağışıklık sistemini uyardıkları, özellikle kansere karşı korumada rol oynadıkları ve yaşlanmayı yavaşlattıkları belirlenmiştir [4].

Zhang (1994)'ın bildirdiğine göre; Fikosiyenin mavi renkli bir pigment olup, sadece mavi-yeşil alglerde bulunur [77]. Fikosiyenin insan ve hayvanlarda bağışıklık sistemini harekete geçirir. Çin bilim adamları, fikosiyenin beyaz kan hücrelerini ve toksik maddelerden ya da radyasyondan zarar gören kemik iliği hücrelerini düzenlediklerini savunmaktadırlar. Bununla birlikte bilindiği gibi linoleik asit hayvanlar ve insanlar tarafından sentezlenemeyen bir yağ asitidir. Bunun bir şekli olan

GLA, vücut işlevlerini denetleyen temel hormonlardan prostaglandin sentezinin uyarılması ile ilişkilidir. *Spirulina sp.* önemli miktarda demir, E vitamini,  $\beta$ -karoten ve en önemli doymamış yağ asitlerinden olan GLA içermektedir [78]. GLA'nın, kalp rahatsızlığında ve kadınların regl dönemlerindeki stresi azaltıcı özelliği vardır. Bilinen GLA içeren besinler, anne sütü, eşekotu yağı, siyah kuş üzümü ve hodon tohumudur. *Spirulina sp.* eşekotu yağından 3 kat daha fazla GLA içermektedir. *Spirulina sp.* GLA bakımından kuvvetli bir kaynaktır ve ağırlığının % 1'i GLA'dır. Birçok kadın PMS (regl dönemi stresi)'ni azaltmak, sağlıklı ve güzel bir cilde sahip olabilmek için *Spirulina sp.*'dan yararlanmaktadır [2]. GLA düşük kan kolestrolüne ve yüksek kan basıncının ayarlanmasına yardımcı olur [4].

Fotosentez için gerekli olan protein ve üst düzey moleküler bileşikler detaylı çalışmaların konusuna girmektedir. *Spirulina sp.*'nin içerdiği C-fikosiyanin ve allofikosiyanin, fikobilizomlarda bulunan ışığı hasat eden esas pigmentlerdir [6]. Bütün fotosentetik organizmalar ışık enerjisini kullanabilmek için organik pigmentler içerirler. Üç ana pigment sınıfı bulunmaktadır; klorofiller, karotenoidler ve fikobilinler. Klorofiller (yeşil pigmentler) ve karotenoidler (sarı ve turuncu pigmentler) lipofilik olup alkol, dietil eter, benzen ve aseton içinde çözünürken fikobilinler hidrofilitirler ve suda çözünürler [76]. *Spirulina sp.*'nin pigment kompozisyonu genel olarak siyanobakterilerde (*Cyanobacteria*) olduğu gibidir. Bulunan tek klorofil, klorofil a'dır ve miktarı kuru ağırlıkta % 0.8 - 1.5 arasında değişir. Soğukta kurutulmuş (freze-dried) *Spirulina sp.*'da ksantofil içeriği oldukça önemli düzeydedir (6.9 g/kg). Diğer başlıca karotenoidleri, miksoksanthol (% 37),  $\beta$ -karoten (% 28), zeaksanthin (% 17) dir [6].

*Spirulina sp.*'nin proteinleri içinde en yüksek ekonomik değere sahip olanları biliproteinlerdir. *Spirulina sp.* C-fikosiyanin ve allofikosiyanin olmak üzere iki tip biliprotein içermektedir. Bu mikroalgin protein fraksiyonunun yaklaşık % 20 si, suda çözünen mavi bir pigment olan fikosiyaninden oluşmaktadır. Fikosiyaninin maksimum absorpsiyonu 620  $\mu\text{m}$ ' dir [79, 9].

Bousibba ve Richmond (1980)'un bildirdiğine göre, fikosiyanin *Spirulina sp.*'da depo besin maddesi olarak görev yapmaktadır [10]. Fikosiyanin ticari olarak üretilmektedir. Japonya'da doğal renk maddesi olarak yemlerde ve kozmetik alanında kullanılmakta ve 600 kg/ay oranında üretilmektedir. Fikosiyaninin esas kullanım alanı

gıda boyası olarak değerlendirilmesidir. Bağışıklık ile ilgili denemelerde biyokimyasal izotop olarak kullanılmaktadır. Bu pigmentin sahip olduğu flüoresan özelliğinden dolayı mikroskopi ve sitometri çalışmalarında yararlanılmaktadır. Suda çözüldüğünde zayıf kırmızımsı flüoresan ile parlak bir renk verir. Rengi parlak mavi ile çivit mavisi arasında bir renktir. Işığa dayanıklılığı zayıftır. Şeker, dondurma, günlük ürünler ve içeceklerin renklendirilmesinde kullanılmaktadır. Fikosiyaninin genel anlamda bağışıklık sistemini desteklediği ve çeşitli hastalıklara karşı koruma sağladığı belirtilmiştir [11].

*Spirulina sp.*, yüksek protein miktarına (kuru ağırlığının % 65' i oranında) sahiptir. Bu oran tavuk etinde % 24 iken, tam soya ununda % 36' dır. Yüksek protein içeriğinin % 10.9' unu lizin, % 7.5' unu valin ve % 6.8' ini izolisin gibi esansiyel aminoasitler oluşturmaktadır. Ekstraksiyon metodları ile elde edilen *Spirulina sp.* tozundaki yüksek protein gıda maddelerinde katkı olarak kullanılmaktadır. *Spirulina sp.*'nin mukoprotein içermesi, kolay sindirilmesini sağlamaktadır. Bu özelliğinden dolayı mide ameliyatlarından sonra ilk besin olarak verilmesi halinde komplikasyonların görülmediği bildirilmektedir ve yüksek oranda provitamin A içeriğine sahip bir canlıdır [4].

*Spirulina sp.*, kuru ağırlığının % 4 - 7 oranında lipid içerir, linoleik asit (LA) ve GLA gibi esansiyel yağ asitlerini bünyesinde taşımaktadır. Esansiyel yağ asidi GLA yönünden zengin tek gıdadır. GLA bazı hayvanlarda büyümeyi uyararak cilt ve saçlarda parlaklık ve yumuşaklık sağlamaktadır. Gama linolenik asidin ayrıca bir anti-inflamator olarak işlev göstermekte olduğu ve bazı eklem rahatsızlıklarının semptomlarını azalttığı bilinmektedir [80]. *Spirulina sp.*'da bulunan GLA, prostaglandin E (PGE) sentezini stimule etmektedir. Bu hormonda kandaki kolesterolü etkilemekte ve bu yolla *Spirulina sp.*'nin kolesterolü düşürücü etkisi olduğu bildirilmektedir [76].

Demir *Spirulina sp.*'da demir sülfata oranla % 60 daha iyi absorbe edilmektedir. Dolayısıyla, anemik hamile kadınlarda yeterli bir demir kaynağı olabileceği bildirilmektedir. *Spirulina sp.*'nin içerdiği  $\beta$ -karoten kümes hayvanlarında kırmızı renkte yumurta alımını sağlamaktadır. Su ürünlerinde ise  $\beta$ -karoten, zooplanktonlardan rotifer ve artemia'nın beslenmesinde kullanılmaktadır. Ayrıca akvaryum balıklarında canlı renklerin elde edilmesinde etkilidir. *Spirulina sp.*'nin



içerdiği temel renlendiricilerden biri olan zeaksantin astaksantine dönüşebilmektedir. Kabuklularda, herbivor kültür balıklarında astaksantin dokularda depolanmakla birlikte astaksantin pigmentinin büyüme hızını arttırdığı bildirilmektedir [81].

*Spirulina sp.*, genç balıklarda sıvı yem, yetişkin balıklarda kurutulmuş yem olarak su ürünleri yetiştiriciliğinde kullanılmaktadır. *Spirulina sp.*, % 60 - 70 protein (ağırlık olarak),  $\beta$ -karoten (havuç 'den 20 kat daha fazla) ve B12 vitaminince zengin, mineraller, esansiyel aminoasitler (% 62) ve yağ asitleri içeren zengin bir besindir. *Spirulina sp.* enzimlerin üretimini uyarır. Hücre duvarı mukoproteinlerce zengin olan ve parlak bir görünüm sağlayan *Spirulina sp.* balıklarda derinin doğal mukoza tabakasını artırarak yüzgeçleri ve deriyi enfeksiyona karşı korur [82].

### 2.3. KAROTENOİD

Shahidi ve ark. (1998) ve Lazo ve ark. (2000) tarafından karotenoidin balıklarda larvaların beslenmesi ve juvenil dönemde hayatta kalmasına olumlu etkilerini tartışmışlardır [83, 84]. Sayısız rapor göstermektedir ki, mikroalg kaynaklı karotenoid, balık pigmentasyonunda oldukça önemli bir yere sahip olup, sucul türlerin hayatta kalması ve büyümesine potansiyel yararlar sağlamaktadır [85].

Koi ve Japon balığı gibi süs değeri yüksek türlerde, vücut şekli, yüzgeç şekli ve vücut büyüklüğü gibi kalite parametreleri dışında deri pigmentasyonunda oldukça önemlidir. Diğer hayvanlar gibi balıklarda karotenoid pigmenti 'de novo sentezi' ile mümkün olmadığı için, besin kaynaklarıyla pigment maddesi elde ederler. Yoğun yetiştirme koşulları altında balıklar sadece yem bileşenleriyle beslenir. Astaksantin (3,3'-dihydroxy-4,4'-diketo- $\beta,\beta$ -carotene) ve kantaksantin (4,4'-diketo- $\beta,\beta$ -carotene) Salmonid yemlerinde pembe rengin vücutlarında indüklenmesi için yaygın olarak kullanılmaktadır [23].

Sayısız rapora göre balık yemlerinde karotenoid kaynağı olarak kullanılan en uygun doğal kaynak mikroalglerdir [86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93]. Sentetik pigment maddelerinin yüksek maliyeti göz önüne alındığında, piyasalar doğal renk bileşiklerine yönelmektedir. Bu anlamda en sık kullanılan kaynaklar; kırmızı maya *Phaffia rhodozyma* [94]; deniz bakterileri *Agrobacterium aurantiacum* [95] ve

*Chlorococcum sp.* [96]; yeşil alglerden *Haematococcus pluviialis* [97, 98], *Chlorella zofingiensis* [99], *Chlorella vulgaris* [100] türleridir.

Balıklarda renklenme (pigmentasyon), alt deride bulunan ve özelleşmiş renk hücrelerinde (kromotofor) yerleşmiş pigmentler tarafından oluşturulur. Balıklarda dört çeşit pigment saptanmıştır: Sarı rengi veren flavin, kahverengi, gri ve siyah rengi veren melanin, metalik ışıldayan ve gümüş rengi veren guanin, sarıdan kırmızıya kadar değişen renkleri veren ise, karotenoid (carotenoid) grubu pigmentleridir. Japon balıklarının türüne özgü sarı-kırmızı renklenmeyi sağlayan, karotenoid grubu pigmentlerdir [13].

Mc Callum ve ark. (1987), balıklardaki renklenmenin ölçümünde, renk skalası kullanılmasının oldukça pratik olduğunu, ancak karotenoidlerin miktarlarının spektrofotometrik yöntemle belirlenmesinin, daha güvenilir bir yol olduğuna değinmişlerdir [101].

Hardy ve ark. (1990)' na göre, balıklarda renk oluşumunda rol oynayan başlıca etmenler şunlardır: Yem kompozisyonu, balığın fizyolojik durumu, balık büyüklüğü, balığın eşey olgunluk durumu, genetik etmenler, kullanılan karotenoidin niteliği ve niceliğidir [102].

Karotenoidler, Terpen grubu maddelerden olup, taşıdıkları çifte bağ (keto=oxo), renklenmede önemli rol oynar. Bu tür karotenoidlere “Yükseltgenmiş Karotenoidler” de denmektedir. Bunun yanında içerdikleri hidroksil (OH) grubu da renklenmede önemli rol oynamaktadır. Ancak karotenoidlerin absorpsiyonları, farklı hayvan gruplarında farklılıklar gösterir. Bu yüzden bir grup için etkili olan bir karotenoid, diğer bir hayvan grubunda etkili olmayabilmektedir [14, 16].

Karotenoidlerin sentezlenme yetenekleri, sadece bitki ve protistlere özgüdür. Hayvanlar bu pigmentleri sentezleyemezler. Balıklar, gereksinim duydukları pigmentleri, beslendikleri bitkilerden ya da dolaylı olarak hayvanlardan sağlarlar [15]. Beslenmeleri daha çok bitkisel organizmalara dayalı olan japon balıklarının yetiştirildiği havuz koşulları, genellikle ötrofik karakterde olup, baskın florayı *Chlorophyceae* ve *Cyanophyceae* üyeleri oluşturur. Bu canlılar ise, japon balıkları için önemli karotenoid kaynakları olup, içerdikleri pigmentler sayesinde balıkta portakal kırmızısına yakın ve parlak bir renklenme sağlamaktadırlar [61]. Ancak, japon balıklarının kapalı alanlarda yapılan yetiştiriciliğinde, yukarıda değindiğimiz doğal

yem kaynaklarından yararlanılamadığı için yeterli düzeyde kırmızı renklenme sağlanamamakta ve balıkların renkleri solgun olmaktadır. Bu nedenle balıklarda yeterli düzeyde renklenmenin sağlanabilmesi için, yemlerinde uygun pigmentlerin bulunması gerekmektedir.

Kuş ve balıklar genellikle yükseltgenmiş karotenoidleri tercih etmektedirler. Bunlar da genellikle astaksantin, kantaksantin, zeaksantin ve lutein'dir. Alabalıklar daha çok "4-4' keto" yapısındaki karotenoidleri, kırmızı sazan ve japon balıkları ise daha çok "3-3' hidroksi" karotenoidleri tercih etmektedirler. Memelilerin ise, balıkların aksine keto ve hidroksi grubu taşımayan  $\beta$ -karoten'i tercih ettikleri bildirilmektedir [15]. Salmonidler, astaksantin ve kantaksantin'i  $\beta$ -karoten'e göre 10-20 kat daha fazla absorbe etmektedirler. Japon balıklarında ise etkili karotenoidler, başlıca lutein ve zeaksantin olup, astaksantine göre 3 kat daha fazla absorbe edilmektedir [16]. Karideslerde (*Penaeus japonicus*) ise etkili olan karotenoid, astaksantin'dir [17]. Bazı karotenoidlerin birarada kullanılması ile, bu karotenoidlerin tek tek kullanılmalarından daha iyi sonuç alınabilmektedir [103].

Bünyeye alınan karotenoidler çeşitli doku ve organlarda (deri, pul, yüzgeç, operkulum, karaciğer, safra, yumurta, kan ve yağ dokusunda) farklı miktarlarda birikebilmektedir. Ancak oranları, balığın yaşı, büyüklüğü, cinsel olgunluk durumu, cinsiyeti gibi etmenlerle değişiklik göstermektedir. Üreme zamanına doğru kaslarda birikmiş olan karotenoidler ovaryumlara, erkeklerde ise, özellikle deriye transfer edilirler [18]. Karotenoidlerin spesifik biyokimyasal fonksiyonları henüz tamamıyla açıklığa kavuşmamakla birlikte, A vitamini'nin benzeri fonksiyonlarına sahip oldukları bildirilmektedir. astaksantin, kantaksantin ve zeaksantin,  $\beta$ -karoten yoluyla A1 ve A2 vitaminine dönüşümüne ait bulgular vardır [19].

Karotenoidler, yapay olarak da üretilmektedirler. "Roche" firması tarafından renklendirici olarak piyasaya sürülen CAROPHYLL-red; % 10 oranında kantaksantin, CAROPHYLL-pink; % 5 oranında astaksantin, CAROPHYLL-yellow; % 5 oranında zeaksantin içermektedir [37].

Tacon (1981), karotenoidlerin balıklarda önemli biyolojik işlevleri olduğuna değinmiştir. Bu araştırmacıya göre karotenoidler:

- Fertilizasyon hormonu gibi iş görürler,
- Balığın yumurta verimliliğini ve yaşama oranını arttıırırlar,

- Balığın embriyonik gelişimine olumlu etki yaparlar,
- Fazla ışık, yüksek sıcaklık ve amonyak gibi sert çevresel etmenlere karşı balığın direncini arttırmaları,
- Düşük oksijen düzeylerinde, solunum sisteminde olumlu etki yaparlar ve
- Antioksidan etki gösterirler [104].

Pigmentasyonda genetik yapı oldukça önem taşımaktadır. Bu yüzden pigmentasyon, çevresel koşullar ve genetik yapı ikilisi içerisinde ele alınmalıdır. Kırmızı Tilapialar üzerinde yapılan çalışmalarda, pigmentasyonun 2 veya 3 gen çifti tarafından denetlendiği ve genler arasında ekivalensi olduğu bildirilmektedir [20].

Karotenoidlerin sentezlenme yeteneğinin, sadece bitki ve protistlere özgü olduğu bilinir. Hayvanlar ise bu maddeleri sentezleyemezler. Ancak, bazı hayvanlar, karotenoidleri sentezleyemedikleri halde onları dönüşüme uğratma yeteneğine sahiptirler. Balıklar, gereksinim duydukları karotenoidleri ancak dışardan aldıkları besinlerle sağlayabilmektedirler. Bu besinler, başta fitoplankton olmak üzere zooplankton ve çeşitli krustaselerdir. Bu yüzden karma yemle beslenen balıklarda pigmentasyon sağlanması için, yemlerinde karotenoid olması zorunluluğu vardır. Karotenoidlerin, balığın renklenmesi üzerine etkilerinin yanında, büyüme ve gelişmeyi hızlandırmak, sert çevresel koşullara karşı balığın toleransını arttırmak gibi fonksiyonları da vardır [21].

Hata ve Hata (1972), 12 g ağırlığındaki japon balıklarının (*C. auratus*), 30 gün süresince, lutein, zeaksantin, astaksantin, kantakasantin ve  $\beta$ -karoten gibi karotenoid katkılı diyetlerle beslemeleri sonucunda, etkilerinin aşağıda açıklandığı gibi ortaya çıktıklarını bildirmişlerdir;

- $\beta$ -Karotenin, balığın renklenmesi üzerinde bir etkisi olmamış,
- Echinenone ile oldukça zayıf ve yavaş gelişen bir portakal kırmızısı renklenme sağlanmış,
- Kantaksantin ile zayıf bir portakal kırmızısı renklenme oluşmuş,
- Astaksantin ile diğerlerinden daha koyu ve hızlı gelişen bir portakal kırmızısı renklenme görülmüş,
- Zeaksantin ile uygulamanın yedinci gününde zayıf bir renklenme, 10. günden itibaren belirgin bir portakal kırmızısı renklenme sağlanmış ve

- Lutein ile, uygulamanın yedinci gününde sarımtrak, daha sonraki günlerde ise portakal kırmızısı renklenme oluşmuştur [16].

Torrissen ve Naevdal (1984), farklı cinsiyetlerdeki balıklarda karotenoid birikiminin farklı olmadığını, ancak dokulardaki karotenoidlerin transfer edildikleri yerlerin farklı olduğunu, bu transferlerin aynı zamanda üreme mevsimine bağlı olarak değiştiğini, ayrıca karotenoid birikiminin, balığın büyüklüğüne bağlı olmadığını saptamışlardır [105].

Torrissen (1984), araştırmasında karotenoid uygulaması ile birlikte beyaz, sarı ve ultraviyole ışıkları kullandığını, karotenoid miktarının ve ışık şiddetinin artmasıyla birlikte yumurta ve larvalarda ölümlerin arttığını, en fazla ölümlerin sırasıyla, beyaz, ultraviyole ve sarı ışıkta olduğunu, karanlıkta ise ölüm olayının görülmediğini bildirmiştir [18].

Storebakken ve ark. (1985), fotoperiyodun, balıkların renklenmesi üzerine önemli etkisi olduğunu belirtmişlerdir [106].

Iwamoto ve ark. (1990), bazı araştırmacıların karotenoidlerin küçük ve henüz cinsel olgunluğa gelmemiş balıklarda renklenme oluşturduğunu bildirmesine rağmen, çalışmalarında karotenoid birikiminin, balığın yaşı, büyüklüğü ve cinsel olgunluk durumuna bağlı olduğunu bildirmişlerdir [60]. No ve ark. (1991), karotenoidlerin balıklardaki absorpsiyonlarının, sıcaklığa bağlı olmadığını ve balık büyüklüğü ile pigmentasyon arasında lineer bir ilişkinin olduğunu bildirmişlerdir [107].

#### 2.4. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Vasudhevan ve James (2011)'in yeme katılan *Spirulina sp.* ve C vitamininin *C. auratus*' larda büyüme, üreme ve renklenme üzerine etkisi ile ilgili yaptıkları bir çalışmada 45 günlük *Carrasius auratus* yavrularını, 120 günlük deneme süresince, % 38 protein içeren yemlerle (yem miktarı, vücut ağırlıklarının % 4'ü) beslediklerini ve bu oranların yüksek performans sağladığını bildirmişleridir [108].

Balıkları iç ortamlarda yetiştirme zorunluluğunda olan üreticiler için renkli balık üretilmesi önemli bir konudur. Balıkların renklendirilmesi için bazı üreticilerin kimyasal madde kullandıkları; fakat bunun binlere ulaşan balık üretiminde maliyeti arttırıcı bir unsur olduğu dile getirilmektedir. Yanar ve Tekelioğlu (1999), zeaksantin,

astaksantin, zeaksantin + astaksantin ve kuru olarak % 6 yonca, kırmızıbiber, havuç ve su piresi ile beslemenin renklenme üzerindeki etkilerini incelemişlerdir. Zeaksantin ve kırmızıbiberle beslenen gruplarda renklenmenin daha fazla görüldüğünü kaydetmişlerdir [63, 66].

Erdem ve Ergün (1999), alabalıkların yemlerinde astaksantin miktarı arttıkça ette renklenmenin daha fazla olduğunu bildirmişlerdir [34].

Pigment kompozisyonu nedeniyle *Spirulina sp.*, süs balıklarının pigmentasyonu için, özellikle altın balıklar için yem katkısı olarak kullanılır [7].

Yanar (1992), 2.2 cm boyunda, 0.7 g ağırlığında olan japon balıklarının 60 gün sürede, kantaksantin içeren yemlerle beslediğini, fakat bu büyüklükteki balıkların renk oluşumuna yanıt vermediklerini açıklamıştır. Balıkların renklenmesi belli bir çağ ve büyüklükte olmaktadır. Salmonidlerde, balık büyüklüğü ile pigmentasyon arasında lineer bir ilişkinin olduğu ileri sürülmüştür [12].

Hata ve Hata (1972), 6 cm boyunda 15 g ağırlığındaki japon balıkları üzerinde yapmış oldukları pigmentasyon çalışmalarında, renklenmeye etkili olan karotenoidlerin etkinlik sırasına göre; lutein, zeaksantin, astaksantin, kantaksantin,  $\beta$ -karoten ve echinenone olduğunu, bu karotenoidlerin çoğunun dokularda astaksantin'e dönüşerek depolandıklarını bildirmişlerdir [16].

Foss ve ark. (1984), *Salmo gairdneri* üzerinde yaptıkları bir çalışmada, astaksantin ve değişik üç izomerinin, kantaksantine göre pigmentasyon oluşumunda daha etkili olduğunu, karotenoidlerin ise balığın büyümesi üzerine herhangi bir etkisi olmadığını, karotenoidlerin pigmentasyon oluşmasında gözle görülebilir sınır seviyesinin dokularda 0.55 - 0.96 mg/kg miktarlarda olduğunu bildirmişlerdir [109].

Choubert ve ark. (1985), 150 - 170 g ağırlığındaki alabalıklarda 200 mg/kg oranında kantaksantin kullanarak kırmızı renk oluşumu sağladıklarını bildirmişlerdir [110].

Torrissen ve ark. (1989), Salmonid'ler üzerine yaptıkları bir çalışmada, astaksantin dokularda en fazla biriktiği seviyenin 10.2 mg/kg olduğunu, bu seviyeden sonra dışarıdan verilen karotenoidin herhangi bir birikim artışı sağlamadığını saptamışlardır [15].

Chien (1996), astaksantini beta karotenle karşılaştırdıklarında bunun *Penaus japonicus* için en etkili karotenoid kaynağı olduğunu görmüş ve yaşama oranı ile

pigment konsantrasyonu arasında pozitif bir korelasyonun olduğunu tespit etmişlerdir [111]. Astaksantin dokularda oksijenin depolanmasına yardımcı olur, bu da havuz yetiştiriciliğinde düşük kondisyonlar altında karideslerin yaşamasını sağlar. Karidesler 100 mg/kg astaksantin içeren yemlerle beslendiğinde ortalama yaşama oranı % 77,  $\beta$ -karotenle beslenen karideslerde yaklaşık % 40' tır. Karideslerde; hasattan önce yapılan uygulamalarda 3 aydan önce 75 – 100 ppm, 6 aydan önce 40 – 50 ppm kullanılması önerilmektedir [111, 112].

Japon balıkları (*C. auratus*) larva ve juvenillerde karotenoidlerin yeme ilavesi ile büyümeye etkisinin belirlenmesi amacıyla yapılan çalışmada; birinci denemede  $3.4 \pm 0.7$  mg ağırlığa sahip larvalar 28 gün boyunca mikropartikül yemlerle beslenmişlerdir. Yemlere pigment ilavesi 45 mg/kg olarak *C. vulgaris*, *S. platensis*, sentetik pigment astaksantin ve kontrol grubudur. İkinci denemede ise beş tip yem kullanılmış ve beşinci olarak *H. pluvialis* (45 mg/kg) renklendirme amacıyla yeme ilave edilmiştir. Deneme 12 hafta boyunca sürmüş büyüme ve yaşama oranında 45 mg/kg ilave edilen pigment kaynaklarının larva ve juvenil Japon balıklarına etkisinin istatistiksel olarak önemsiz olduğu belirlenmiştir [85].

Cüce ciklit balıklarında (*Microgeophagus ramirezi*) biber ekstratının yeme ilavesi ile renklenmenin belirlenmesi amacıyla yapılan çalışmada; balıklarda büyüme oranı, yaşama oranı, karotenoid birikimi ve renk yoğunluğu değerlendirilmiştir. Denemede kullanılan üç aylık balıklarda biber ekstratının büyüme ve yaşama oranına herhangi bir etkiye sahip olmadığı ama renk gelişimi üzerine etkinin olumlu olduğu belirlenmiştir. 45 gün sonra 60 mg/kg, 120 mg/kg ve 240 mg/kg karotenoid ilaveli yemlerde karotenoid birikimleri sırasıyla  $72.19 \pm 4.55$ ,  $84.81 \pm 5.29$ , ve  $86.55 \pm 4.50$   $\mu\text{g/g}$ , kontrol yemi karotenoid düzeyi ise  $33.69 \pm 1.06$   $\mu\text{g/g}$  bulunmuştur. Deneme sonunda 60 mg biber ekstratı ilave edilen yemde renklenmenin daha iyi olduğu gözlenmiştir [113].

Total boyları ortalama  $2.86 \pm 1.12$  cm olan çiklit balıkları ile yapılan bir çalışmada, renklendirici olarak mikroalglerden *Spirulina* (*S. platensis*) ve *Porphyridium* (*Porphyridium cruentum*) yanı sıra iki farklı sentetik renklendirici (astaxantin ve  $\beta$ -karoten) kullanılmıştır. Deneyde balıklar 2 ay boyunca dört farklı renk maddesi içeren yemlerle beslenmişlerdir. Deney sonunda balıkların derileri spektrofotometrede analiz edilerek renklendirme dereceleri karşılaştırılmıştır.

Balıkların astaxantin ve *Porphyridium* ile daha pembemsi renk aldıkları tespit edilirken  $\beta$ -Karoten ve *Spirulina*'nın daha az etkili olduğu bulunmuştur [114].

Tropikal akvaryum balıklarından tetrazon (*Barbus tetrazona*) altın mermer melek balığı (*Pterophllum scalare*) ve altın tilapya (*Oreochromis mossambicus*) balığını kapalı devre tatlı su sisteminde farklı karotenoid pigment kaynağı içeren yemlerle besleyen Duncan ve ark. (1994), karotenoid kaynağı olarak yemlere, 50 ve 200 ppm oranlarında kırmızı biberden (*Capsicum annum*) elde edilen ekstrakt ve mavi-yeşil alglerden *Spirulina* ilave etmişlerdir. Deneme sonucunda, panelistler tarafından renk standartlarına göre, karotenoidli yemlerle beslenen tüm balıkların karotenoid içermeyen kontrol grubuna göre derilerinin daha iyi renklendikleri ve tetrazon için en iyi renklenmenin 200 ppm toplam karotenoid içeren kırmızı biber ekstraktı veya mavi yeşil alg katılan yemlerle beslenenlerde görüldüğü ancak, 50 ppm ve 200 ppm kırmızı biber ekstraktı içeren yemle beslenen balıklar arasında renklenme oranında bir fark görülmediği bildirilmiştir. *Spirulina* ile beslenen tetrazonlarda, sarı-portakal renginden portakal-kırmızı deri renginin oluştuğunu saptamışlardır. Benzer şekilde, kırmızı biber ekstraktı ile beslenen altın mermer melek balıklarında portakal kırmızısı renk ile en iyi deri renklenmesinin oluştuğu belirtilmiştir. Altın tilapya da yine aynı pigment kaynakları içeren yemlerle beslenmiş ve sonuçta tüm pigment kaynaklarının derinin pigmentasyonu üzerine etkili olduğunu tespit etmişlerdir [115].

Yanar (1996), karotenoid içeren doğal ve sentetik yem kaynakları ile balık büyüklüğü ve ortam renginin, Japon balığında (*C. auratus*) pigmentasyon üzerine etkilerini araştırmıştır. Her biri 60 gün süren üç ayrı denemede, Japon balığında pigmentasyonda etkili olabilecek önemli etkenler incelenmiştir. Balığın pigmentasyon ölçümünde, renk skalası ve spektrofotometrik olmak üzere iki yöntem kullanılmıştır. I. denemede, 75 mg/kg zeaksantin, astaksantin ve zeaksantin + astaksantin, % 6 yonca, toz kırmızı biber, havuç ve plankton katkılı diyetlerle beslenen balıkların derilerinde deneme sonunda, başta zeaksantin olmak üzere kırmızı biber ve planktonik organizmalar daha fazla pigment artışına neden olmuştur. II. denemede, 75 mg/kg zeaksantin içeren yemle beslenen farklı ağırlıktaki balıkların derilerindeki renklenmenin balık büyüklüğüne bağlı olarak arttığı sonucuna varılmıştır. III. denemede, 75 mg/kg zeaksantin içeren yemlerle farklı renkteki kütvetlerde tutulan



balıklar beslenmiş, yeşil ve mavi renkli ortamlarda pigmentasyonun daha fazla olduğu bulunmuştur [37].

Ergün (1997), doğal ve sentetik karotenoid kaynaklarının gökkuşağı alabalıklarında (*Oncorhynchus mykiss*) pigmentasyona etkisini incelediği araştırmasında, doğal karotenoid kaynağı olarak kırmızı biber, sentetik karotenoid kaynağı olarak ise astaksantin kullanmıştır. Araştırmada, ticari alabalık pelet yemi, kırmızı biber unu, “Carophyll Pink % 8” ilave ettiği yemleri vermiştir. Başlangıç ağırlıkları 470 - 483 g arasında değişen balıklar 45 gün süreyle beslenmişlerdir. Deneme sonunda kas dokuda karotenoid konsantrasyonu, kırmızı biberle beslenen balıklarda sentetik astaksantinle beslenen gruba göre daha düşük olmakla beraber, kontrol grubuna göre istatistiki olarak önemli derecede farklı bulunmuştur. Kas dokuda karotenoid tutulma oranı kırmızı biberle beslenen gruplar için % 2, sentetik astaksantinle beslenenler için % 12 olarak saptanmıştır [116].

Yukarıda kısaca değinilmeye çalışılan renklenme sorununun çözümlenebilmesi için uygulamaya konulan bu çalışmada, balığın renklenmesi üzerine etkilerinin yanında, büyüme ve gelişmeyi hızlandırmak amacıyla balık yemine karotenoid kaynağı olarak *Spirulina sp.*'nin farklı düzeylerde katılmasının Japon balığının (*C. auratus*) büyüme, gelişmesine ve renklenmesi üzerine etkilerinin araştırılması hedeflenmiştir.

### 3. MATERYAL VE YÖNTEM

#### 3.1. MATERYAL

Deneme Mersin Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Uygulama Birimleri'nde yürütülmüştür

##### 3.1.1. Denemede Kullanılan Balık Materyali

Denemede Balık materyali olarak renklenmemiş, yaklaşık aynı boy ( $5.152 \pm 0.098$  cm) ve ağırlıkta ( $3.434 \pm 0.159$  gr) olan, japon balığı (*C. auratus*) bölgede akvaryum balığı üreticiliği yapan Tropikal Balık Çiftliği'nden temin edilmiştir.

##### 3.1.2. *Spirulina platensis*

Denemede yeme katılacak olan toz *S. platensis* bölgede mikroalg üretimi yapan Lina (Blue-Green) Spirulina Üretim Tesisi'nden temin edilmiştir. *S. platensis*'in besin değerleri Çizelge 3.1.'de verilmiştir.

Çizelge 3.1. *Spirulina platensis*'in besin değerleri

Besin Değeri	%
Protein	65.5
Yağ	7.2
Nem	6.42
Kül	6.6
Fikosiyanin	13.30
Karotenoid	100 mg/100g

##### 3.1.3. Yem Materyali

Piyasada mevcut olan japon balığı yemlerinin kullanımı, yüksek pigment içeriği nedeniyle, bu çalışma için risk oluşturmaktadır. Bunun yerine gerek protein

içeriği, gerekse de piyasada kolay bulunabilmesi nedeniyle; yavru alabalık yemi kullanılmıştır [37].

Denemede yem materyali olarak alabalık yavruları için üretilen % 40 - 45 protein içeriğine sahip, 2 - 3 mm boyutunda ticari karma yem kullanılmış olup, Çamlı Yem'den temin edilmiştir. Yemin besin değerleri Çizelge 3.2'de verilmiştir.

Çizelge 3.2. Denemede kullanılan yem materyalinin besin değerleri (Çamlı Yem)

<b>Besin Değeri</b>	
Protein	% 45
Yağ	% 20
Selüloz	% 2
Nem	% 10
Kül	% 11
<b>Enerji</b>	4250 kcal

#### 3.1.4. Denemede Kullanılan Akvaryumlar

Denemede 60 cm x 45 cm x 35 cm boyutlarında yaklaşık 95 L hacminde 12 adet akvaryum kullanılmıştır. Araştırma ünitesinden temin edilecek olan su depoda dinlendirilerek klordan arındırılmış şehir suyu kullanılmıştır.

## 3.2. YÖNTEM

### 3.2.1. Deneme Düzeni

Denemede 4 farklı yemle beslenen gruplar üç tekerrürlü olarak yürütülmüş olup, bu amaçla toplam 12 akvaryum kullanılmıştır. Japon balığı yavruları, 1 haftalık adaptasyon sürecinden sonra, her akvaryumda 25 adet olacak şekilde akvaryumlara rastgele olarak dağıtılmıştır.

Deneme akvaryumlarına aynı ağırlıkta balıklar stoklanarak, balıkların başlangıç ortalama ağırlıkları arasındaki farkın istatistiksel olarak önemsiz olması sağlanmıştır. Bu amaçla deneme başlangıcında stok tankından rastgele alınan japon

balığı yavruları her grupta toplam 75 adet olacak şekilde ağırlıkları tartılıp, akvaryum başına ağırlık ortalamaları alınarak, akvaryumlara konulmuştur (Şekil 3.1.).



Şekil 3.1. Denemede kullanılan akvaryumlar ve deneme düzeni

### 3.2.2. Denemede Kullanılan Yemlerin Hazırlanması

Denemede kullanılan yemlerin ve *S. platensis*'in kimyasal kompozisyonları ile besin değerleri yapılan analizlerle tespit edilmiştir. Karma yeme farklı düzeylerde *S. platensis* eklenmiş üç farklı yem grubu hazırlanmıştır (Çizelge 3.3).

Çizelge 3.3. Deneme grupları

I. Grup yem (Kontrol)	Ticari karma yem
II. Grup yem	Ticari karma yem + 25 mg/kg <i>S. platensis</i>
III. Grup yem	Ticari karma yem + 50 mg/kg <i>S. platensis</i>
IV. Grup yem	Ticari karma yem + 75 mg/kg <i>S. platensis</i>

Bu amaçla içinde 10 mL saf su bulunan 3 farklı sprey şişesine sırasıyla 25mg/kg, 50 mg/kg, 75 mg/kg miktarında toz *S. platensis* ilave edilmiş ve her grup için ayrılan karma yemlere ayrı ayrı sprey yoluyla eklenmiştir. Birinci gruptaki yem (Kontrol) *S. platensis*' in etkisini belirlemek için sadece saf su spreylenecek şekilde hazırlanmıştır. Daha sonra yemler buzdolabında kurutulmuştur (Protein %45, Yağ %20, Selüloz %2, Nem %10, Kül %11).

### 3.2.3. Balıkların Yemleme Protokolü

Japon balıklarının ortalama vücut ağırlığına göre verilecek yem miktarı (%), Çizelge 3.4'de belirtildiği gibi, başlangıçta vücut ağırlığının % 4'ü olacak şekilde ayarlanmıştır. 5 g'a ulaşan balıklarda % 3, 20 g'a ulaşan balıklarda verilecek yem miktarı % 2 olarak belirlenmiştir [117, 59]. Her 15 günde bir tartılan balıkların yem miktarı belirlendikten sonra, yemleme otomatik yemleme makinesi ile günde 4 öğün olacak şekilde yapılmıştır.

Çizelge 3.4. Ortalama vücut ağırlığına göre verilen yem miktarı (%)

Vücut ağırlığı (g)	Yem miktarı (%)
0,2-5 g	% 4
5-20 g	% 3
20 g <	% 2

Deneme süresince hazırlanan 4 farklı yemle tüm gruplar beslenmiştir. Deneme süresince balıklar 2 haftada bir tartılarak ortalama ağırlıkları ve akvaryumlardaki balık biyoması belirlenmiş ve verilecek günlük yem miktarı akvaryumlardaki biyomasa göre ayarlanmıştır. Bu amaçla, hassasiyeti 0.01 g olan terazi kullanılmıştır.

Denemede 12. haftanın sonunda balıklar tekrar tartılarak, deneme gruplarındaki son ortalama vücut ağırlıkları saptanmıştır.

### 3.2.4. Denemede Kullanılan Akvaryumların Günlük Bakımı ve Suyun Kalitesi

Akvaryumlardaki suyun sıcaklığı termostatlı ısıtıcılar kullanılarak  $28 \pm 2$  °C' de sabitlenmiştir. Suların oksijenlendirilmesi, filtreli hava motoruyla sağlanmıştır. Suların oksijen içerikleri, dijital oksijenmetre (HACH HQ 40d Multi) ile ölçülmüştür. İki günde bir olmak üzere akvaryum sularının yaklaşık 1/2'si tabandan sifonlanarak yem artıkları ve balık dışkıları ortamdaki uzaklaştırılmış ve su tazelenmiştir. Fotoperiyot süresi 12:12 olarak ayarlanmıştır [26]. Deneme sırasında akvaryumlarda kullanılacak suyun kimyasal kompozisyonuna Çizelge 3.5.'de verilmiştir.

Çizelge 3.5. Denemede kullanılan suyun kimyasal kompozisyonu

Çözünmüş O <sub>2</sub>	8.54 ± 0.37 mg/L
pH	8.32 ± 0.20
Toplam Alkalinite	325 ± 0.80 mg/L
Toplam Sertlik	230 ± 6.36 mg/L CaCO <sub>3</sub>

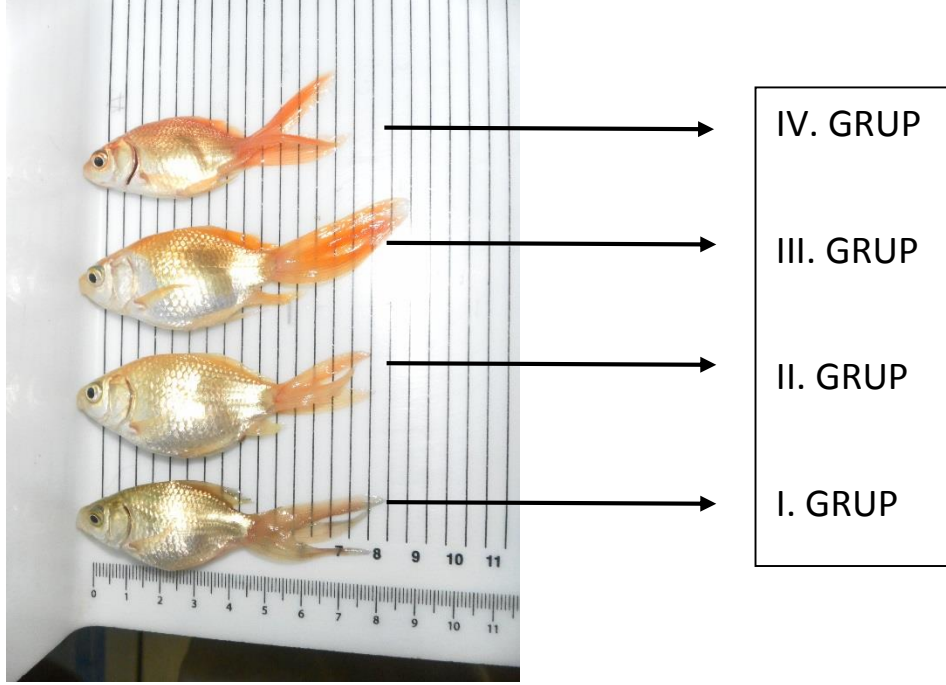
### 3.2.5. Renklenmenin Tespiti

Balıkların renkleri, spektrofotometrik yöntemle ölçülmüştür. Bu nedenle ölçümler deneme başlangıcı ve sonunda yapılmıştır. Renklenmenin analitik yöntemle belirlenmesinde, deneme başlangıcında stok akvaryumundan rastgele alınan 15 adet balığın, deneme sonunda ise, her uygulama grubundan 4 adet balığın, iki paralelli olmak üzere U.V. spektrofotometrede (Shimadzu UV 1208) renk analizleri yapılmıştır (Şekil 3.2.).

Karotenoyitlerin ekstraksiyonu, Torrissen (1984)' nin, Amano ve ark. (1968) ve Renstr ve ark.(1981)' ndan modifiye ettiği yonteme göre yapılmıştır: Ekstraksiyon, olabildiğince karanlık ve serin bir yerde gerçekleştirilmiştir. Derin dondurucudan çıkarılan balık örnekleri, çözüldükten sonra, balığın derisi 0.1 mg'a duyarlı dijital bir terazide tartılmış olup, 15 ml' lik deney tüplerine alınmıştır. Deney tüplerine, 0.2 - 0.4 g arası susuz sodyum sülfat ve az miktarda da aseton katılmıştır. Doku örneği cam bir baget ile iyice ezilmiş ve daha sonra tüp, 10 ml asetona tamamlanmıştır. Çözelti, bir çalkalayıcıda iyice karıştırıldıktan sonra, buzdolabında 4°C'de iki gün bekletilmiştir. Buzdolabından çıkarılan çözeltiler, 5 dakikada, 5000 devirde santrifüj edilmiş ve spektrofotometrede okunmak üzere hazır duruma getirilmiştir. Bu işlemler esnasında deney tüplerinin etrafı alüminyum folyolarla sarılarak çözeltide bulunan karotenoidlerin ışıktan zarar görmesi engellenmiştir [18].

Örneklerin okunmasında, kontrol çözelti olarak aseton kullanılmıştır. Deney çözeltilerinin spektrofotometrede maksimum absorbanlarını veren dalga boyu, 475 µm olarak belirlenmiş olup, diğer araştırmacılar da buna yakın dalga boylarında okuma yapmışlardır [Foss ve ark., 1984 [109], 470 - 475 µm'de; Torrissen, 1984 [18], 476 µm'de; Storebakken ve ark., 1987 [118], 473 µm'de, Iwamoto ve ark.,1990 [60], 480 µm'de]. Derideki total karotenoidlerin hesaplanmasında, astaksantin asetonunda % 1'

lik çözeltisinin, 474 µm'de, 1 cm' lik küvetteki teorik ekstrüksiyonu (molar absorblama katsayısı) 2100 olarak temel alınmıştır [16, 109].



Şekil 3.2. Deneme sonunda gruplar arasındaki renk değişiminin genel görüntüsü

### 3.2.6. Büyüme Performansının Değerlendirilmesi

Büyüme performansının değerlendirilmesinde Canlı Ağırlık, Total Boy, Standart Boy, Spesifik Büyüme Oranı (SBO), Yemin Ete Dönüşüm Oranı (YDO), Kondisyon Faktörü (KF) ve Yaşama Oranı tespit edilmiştir.

Spesifik Büyüme Oranı (Specific Growth Rate, SGR)'nın ölçülmesinde aşağıdaki eşitlikten (3.1) yararlanılmıştır [119, 120, 121].

$$SBO (\%/gün) = \frac{\ln Son Ağırlık (g) - \ln Başlangıç Ağırlığı (g)}{\ln Yetiştirme Süresi (gün)} \times 100 \quad (3.1)$$

Yemin ete dönüşüm oranı (Feed Conversion Ratio, FCR)'nın ölçülmesinde aşağıdaki eşitlikten (3.2) yararlanılmıştır [122]:

$$YDO = \frac{\text{Verilen Yem Miktarı (g)}}{\text{Ağırlık Kazancı (g)}} \quad (3.2)$$

Kondisyon Faktörünün belirlenmesinde aşağıdaki eşitlikten (3.3) yararlanılmıştır. [123, 124]

$$KF (g/cm^3) = \frac{W}{L^3} \times 100 \quad (3.3)$$

KF: Kondisyon Faktörü

W: Balık ağırlığı

L: Balık boyu

Yaşama Oranı'nın ölçülmesinde aşağıdaki eşitlikten (3.4) yararlanılmıştır [125]:

$$\text{Yaşama Oranı (\%)} = \frac{\text{Deneme Sonu Balık Sayısı}}{\text{Deneme Başı Balık Sayısı}} \times 100 \quad (3.4)$$

### 3.2.7. İstatistiksel Analizler

Denemeden elde edilen verilerin istatistiksel analizleri, SPSS 16.0 istatistik programı kullanılarak yapılmıştır. Aynı sürede etki grupları arasındaki istatistiksel ayırım tek yönlü varyans analizi (ANOVA) ile değerlendirilmiştir. Bütün verilere varyans homojenlik testi uygulandıktan sonra ANOVA analizinde ki veriler homojen dağılım göstermiş ise Duncan çoklu karşılaştırma testine, homojen dağılım göstermemiş ise Tamhane's T2 testine tabii tutulmuştur ( $p < 0.05$ ). Sonuçlar Ortalama  $\pm$  Standart Sapma (Ort.  $\pm$  SD) şeklinde verilmiştir.



## 4. BULGULAR

Deneme planında belirtildiği gibi yeme 0 (kontrol), 25, 50, 75 mg/kg *S. platensis* ilave edilerek protein, yağ ve enerji oranları benzerlik gösteren 4 ayrı yem hazırlanmış olup, balıklar 90 gün süreyle beslenmiştir. Çalışmamızda deneme gruplarının 30 günde bir elde edilen büyüme ve 90 gün sonunda elde edilen karotenoid miktarlarına ait parametreleri değerlendirilmiştir.

### 4.1. BÜYÜME PARAMETRELERİ

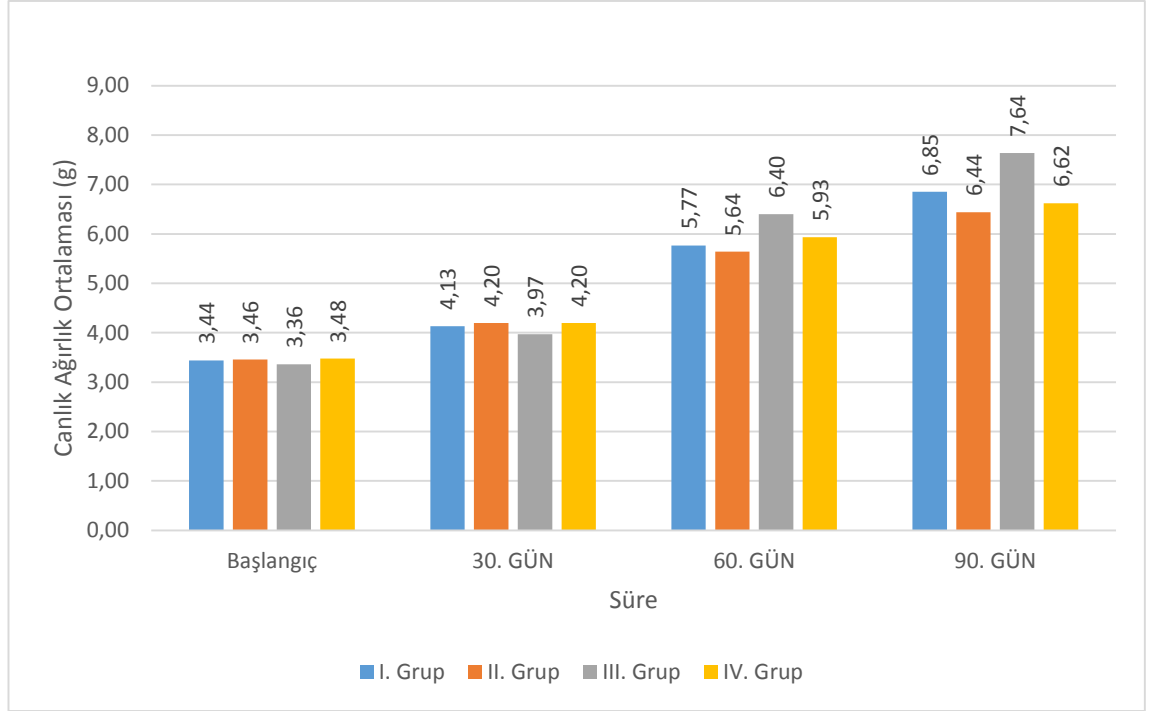
#### 4.1.1. Canlı Ağırlık

Farklı oranlarda *S. platensis* içeren deneme yemleri ile beslenen japon balığı (*C. auratus*, L.1758) yavrularının deneme başı ve 30 günlük periyotlara ait ortalama canlı ağırlıkları (CA) Çizelge 4.1 ve Şekil 4.1'de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Denemedeki yavru balıkların canlı ağırlık (CA) ortalamaları (g)

	SÜRE (GÜN)			
	Başlangıç	30. Gün	60. Gün	90. Gün
<b>I. Grup</b>	3.440 ± 0.226 <sup>a</sup>	4.130 ± 0.157 <sup>a</sup>	5.767 ± 0.438 <sup>a</sup>	6.850 ± 0.592 <sup>a</sup>
<b>II. Grup</b>	3.460 ± 0.207 <sup>a</sup>	4.197 ± 0.119 <sup>a</sup>	5.640 ± 0.466 <sup>a</sup>	6.437 ± 0.790 <sup>a</sup>
<b>III. Grup</b>	3.360 ± 0.090 <sup>a</sup>	3.967 ± 0.320 <sup>a</sup>	6.397 ± 0.189 <sup>a</sup>	7.637 ± 0.100 <sup>a</sup>
<b>IV. Grup</b>	3.477 ± 0.112 <sup>a</sup>	4.197 ± 0.179 <sup>a</sup>	5.930 ± 0.654 <sup>a</sup>	6.617 ± 0.780 <sup>a</sup>

\*: Farklı harflerle gösterilen veriler arasında istatistiksel olarak ayırım vardır (p<0.05).



Şekil 4.1. Denemedeki yavru balıkların canlı ağırlık (CA) ortalamaları (g)

Deneme grubundaki balıkların başlangıç canlı ağırlık ortalamaları arasında istatistiksel açıdan anlamlı farklılık bulunmamıştır ( $p>0.05$ ). 60. ve 90. günlerin sonunda en yüksek canlı ağırlık ortalaması III. Grup (50 mg/kg)'ta görülmesine karşın gruplar arasında süreye bağlı olarak istatistiksel açıdan anlamlı farklılık bulunmamıştır ( $p>0.05$ ).

#### 4.1.2. Boyca Büyüme

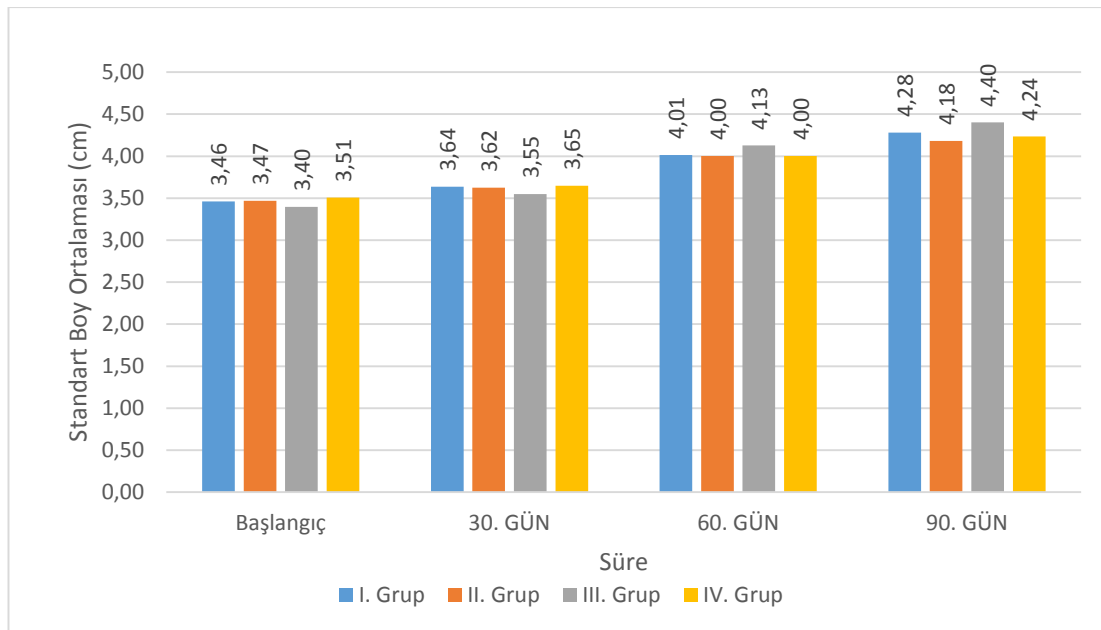
##### 4.1.1.1. Standart boy

Farklı oranlarda *S. platensis* içeren deneme yemleri ile beslenen japon balığı (*C. auratus*, L.1758) yavrularının deneme başı ve 30 günlük periyotlara ait ortalama standart boy değerleri Çizelge 4.2 ve Şekil 4.2'de verilmiştir.

Çizelge 4.2. Denemedeki yavru balıkların standart boy ortalamaları (cm)

	SÜRE (GÜN)			
	Başlangıç	30. Gün	60. Gün	90. Gün
I. Grup	3.460 ± 0.125 <sup>a</sup>	3.637 ± 0.074 <sup>a</sup>	4.013 ± 0.148 <sup>a</sup>	4.280 ± 0.131 <sup>a</sup>
II. Grup	3.470 ± 0.085 <sup>a</sup>	3.623 ± 0.080 <sup>a</sup>	4.003 ± 0.052 <sup>a</sup>	4.180 ± 0.164 <sup>a</sup>
III. Grup	3.397 ± 0.071 <sup>a</sup>	3.550 ± 0.121 <sup>a</sup>	4.127 ± 0.112 <sup>a</sup>	4.403 ± 0.055 <sup>a</sup>
IV. Grup	3.507 ± 0.071 <sup>a</sup>	3.647 ± 0.076 <sup>a</sup>	4.003 ± 0.140 <sup>a</sup>	4.236 ± 0.152 <sup>a</sup>

\*: Farklı harflerle gösterilen veriler arasında istatistiksel olarak ayırım vardır (p<0.05).



Şekil 4.2. Denemedeki yavru balıkların standart boy ortalamaları (cm)

Deneme grubundaki balıkların başlangıç standart boy ortalamaları arasında istatistiksel açıdan anlamlı farklılık bulunmamıştır (p>0.05). 60. ve 90. günlerin sonunda en yüksek standart boy ortalaması III. Grup (50 mg/kg)'ta görülmesine karşın gruplar arasında süreye bağlı olarak istatistiksel açıdan anlamlı farklılık bulunmamıştır (p>0.05).

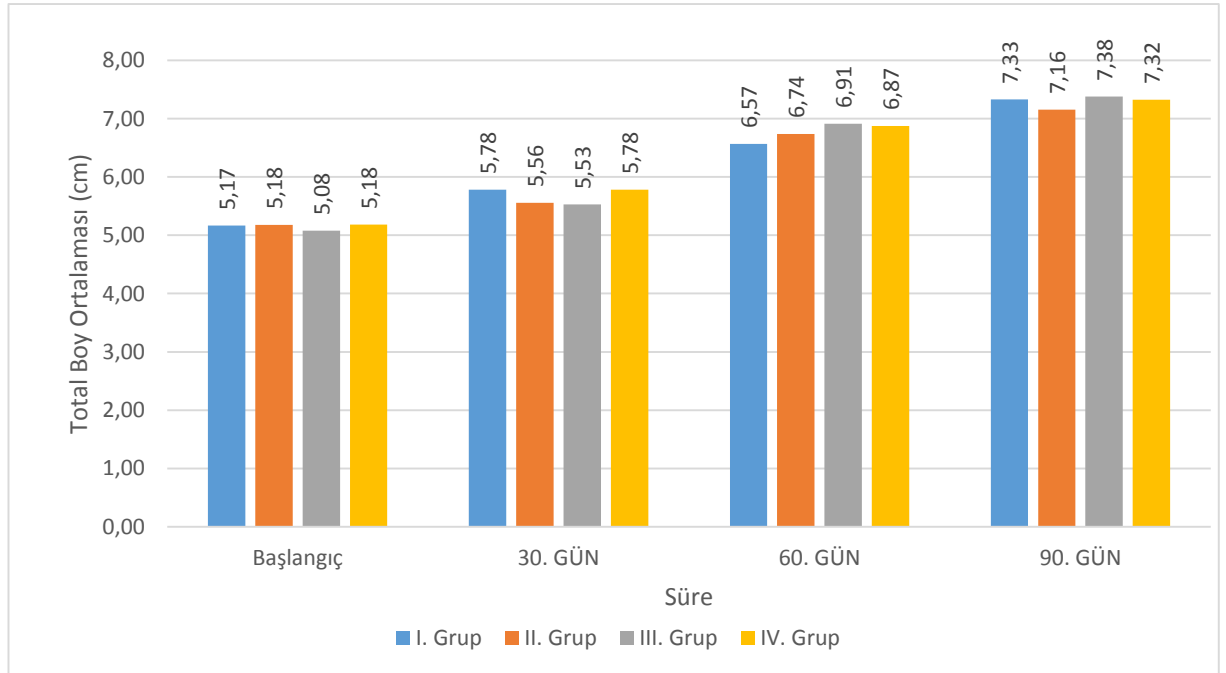
#### 4.1.1.2. Total boy

Farklı oranlarda *S. platensis* içeren deneme yemleri ile beslenen japon balığı (*C. auratus*, L.1758) yavrularının deneme başı ve 30 günlük periyotlara ait ortalama Toplam Boy değerleri Çizelge 4.3 ve Şekil 4.3'de verilmiştir.

Çizelge 4.3. Denemedeki yavru balıkların total boy ortalamaları (cm)

	SÜRE (GÜN)			
	Başlangıç	30. Gün	60. Gün	90. Gün
I. Grup	5.167 ± 0.124 <sup>a</sup>	5.783 ± 0.137 <sup>a</sup>	6.567 ± 0.472 <sup>a</sup>	7.330 ± 0.132 <sup>a</sup>
II. Grup	5.177 ± 0.127 <sup>a</sup>	5.557 ± 0.481 <sup>a</sup>	6.737 ± 0.150 <sup>a</sup>	7.157 ± 0.158 <sup>a</sup>
III. Grup	5.080 ± 0.095 <sup>a</sup>	5.530 ± 0.069 <sup>a</sup>	6.913 ± 0.201 <sup>a</sup>	7.377 ± 0.153 <sup>a</sup>
IV. Grup	5.183 ± 0.045 <sup>a</sup>	5.780 ± 0.069 <sup>a</sup>	6.873 ± 0.187 <sup>a</sup>	7.323 ± 0.240 <sup>a</sup>

\*: Farklı harflerle gösterilen veriler arasında istatistiksel olarak ayırım vardır (p<0.05).



Şekil 4.3. Denemedeki yavru balıkların total boy ortalamaları (cm)

Deneme grubundaki balıkların başlangıç total boy ortalamaları arasında istatistiksel açıdan anlamlı farklılık bulunmamıştır (p>0.05). Gruplar arasında süreye bağlı olarak istatistiksel açıdan anlamlı farklılık bulunmamıştır (p>0.05).

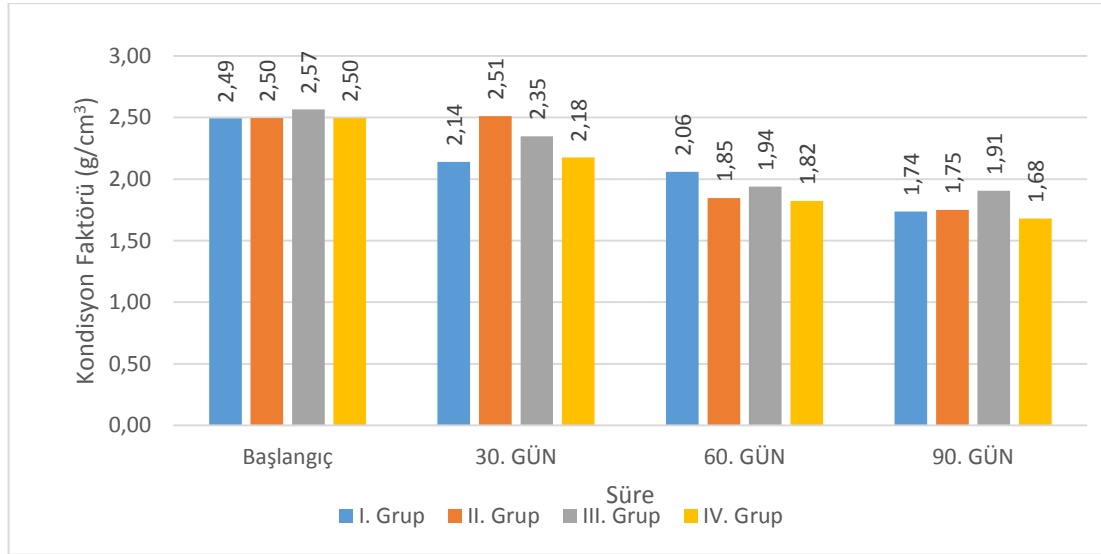
#### 4.1.3. Kondisyon Faktörü

Farklı oranlarda *S. platensis* içeren deneme yemleri ile beslenen japon balığı (*C. auratus*, L.1758) yavrularının deneme başı ve 30 günlük periyotlara ait Kondisyon Faktörü (KF) Çizelge 4.4 ve Şekil 4.4'de verilmiştir.

Çizelge 4.4. Denemedeki yavru balıkların kondisyon faktörü (g/cm<sup>3</sup>)

	SÜRE (GÜN)			
	Başlangıç	30. Gün	60. Gün	90. Gün
I. Grup	2.494 ± 0.124 <sup>a</sup>	2.139 ± 0.136 <sup>a</sup>	2.060 ± 0.323 <sup>a</sup>	1.737 ± 0.073 <sup>ab</sup>
II. Grup	2.495 ± 0.035 <sup>a</sup>	2.512 ± 0.622 <sup>a</sup>	1.845 ± 0.105 <sup>a</sup>	1.751 ± 0.116 <sup>ab</sup>
III. Grup	2.565 ± 0.090 <sup>a</sup>	2.348 ± 0.207 <sup>a</sup>	1.939 ± 0.118 <sup>a</sup>	1.907 ± 1.104 <sup>b</sup>
IV. Grup	2.495 ± 0.020 <sup>a</sup>	2.177 ± 0.029 <sup>a</sup>	1.822 ± 0.057 <sup>a</sup>	1.681 ± 0.045 <sup>a</sup>

\*: Farklı harflerle gösterilen veriler arasında istatistiksel olarak ayrım vardır (p<0.05).



Şekil 4.4. Denemedeki yavru balıkların kondisyon faktörü (g/cm<sup>3</sup>)

Deneme grubundaki balıkların başlangıç Kondisyon Faktörü değerleri arasında istatistiksel açıdan anlamlı farklılık bulunmamıştır (p>0.05). 30. ve 60. günlerde gruplar arası anlamlı farklılık bulunmamıştır. 90. günde III. Grup (50 mg/kg) ve IV. Grup (75 mg/kg) arasında anlamlı farklılık bulunmuştur (p<0.05).

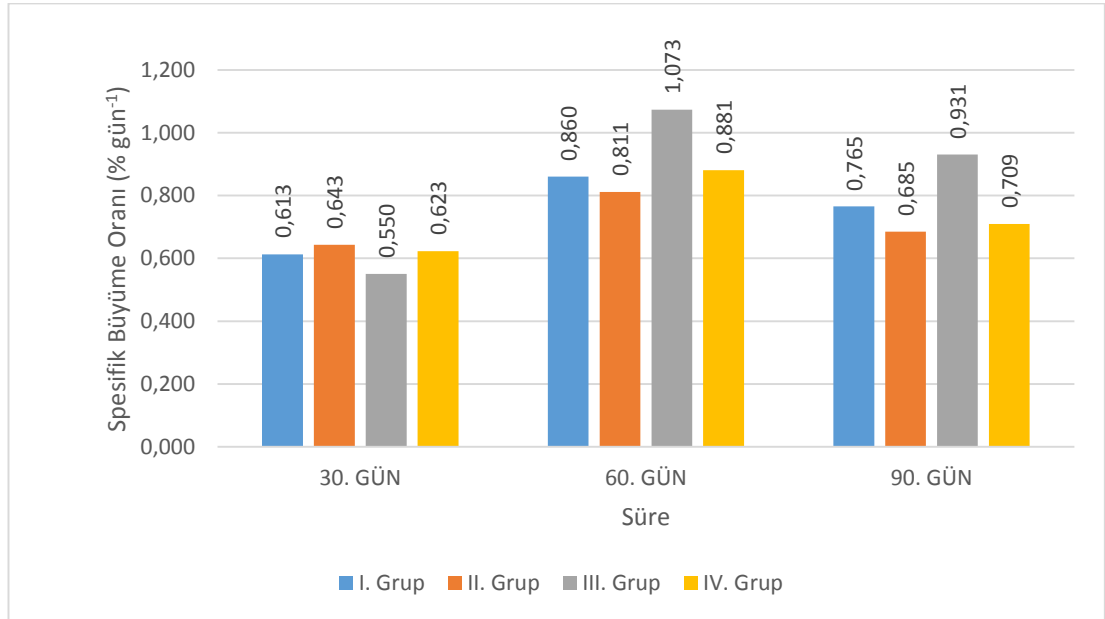
#### 4.1.4. Spesifik Büyüme Oranı

Farklı oranlarda *S. platensis* içeren deneme yemleri ile beslenen japon balığı (*C. auratus*, L.1758) yavrularının deneme başı ve 30 günlük periyotlara ait Spesifik Büyüme Oranı (SBO) Çizelge 4.5 ve Şekil 4.5’de verilmiştir.

Çizelge 4.5. Denemedeki yavru balıkların spesifik büyüme oranı (% gün<sup>-1</sup>)

	SÜRE (GÜN)		
	0.-30. Gün	30.-60. Gün	60.-90. Gün
I. Grup	0.613 ± 0.094 <sup>a</sup>	0.860 ± 0.078 <sup>a</sup>	0.765 ± 0.081 <sup>ab</sup>
II. Grup	0.643 ± 0.134 <sup>a</sup>	0.811 ± 0.074 <sup>a</sup>	0.685 ± 0.115 <sup>a</sup>
III. Grup	0.550 ± 0.357 <sup>a</sup>	1.073 ± 0.190 <sup>b</sup>	0.913 ± 0.016 <sup>b</sup>
IV. Grup	0.623 ± 0.125 <sup>a</sup>	0.881 ± 0.181 <sup>ab</sup>	0.709 ± 0.113 <sup>a</sup>

\*: Farklı harflerle gösterilen veriler arasında istatistiksel olarak ayırım vardır (p<0.05).



Şekil 4.5. Denemedeki yavru balıkların spesifik büyüme oranı (% gün<sup>-1</sup>)

I. Grup (Kontrol)’a göre 30. günde gruplar arası anlamlı farklılık bulunmamıştır (p>0.05). 60. ve 90. günde III. Grup (50 mg/kg) tüm gruplara göre anlamlı farklılık göstermiştir (p<0.05).

#### 4.2. YAŞAMA ORANI

Farklı oranlarda *S. platensis* içeren deneme yemleri ile beslenen japon balığı (*C. auratus*, L.1758) yavrularının deneme başı ve 30 günlük periyotlara ait Yaşama Oranı Çizelge 4.6'de verilmiştir.

Çizelge 4.6. Denemedeki yavru balıkların yaşama oranı (%)

	SÜRE		
	30. Gün	60. Gün	90. Gün
I. Grup	100.0	98.7	96.0
II. Grup	100.0	97.3	97.3
III. Grup	100.0	98.7	97.3
IV. Grup	100.0	98.7	96.0

#### 4.3. YEMİN ETE DÖNÜŞÜM ORANI

Farklı oranlarda *S. platensis* içeren deneme yemleri ile beslenen japon balığı (*C. auratus*, L.1758) yavrularının deneme başı ve 30 günlük periyotlara ait Yemin Ete Dönüşüm Oranı (YDO) Çizelge 4.7'de verilmiştir.

Çizelge 4.7. Denemedeki yavru balıkların yemin ete dönüşüm oranı (YDO)

	YDO
I. Grup	2.367 ± 0.066
II. Grup	2.368 ± 0.173
III. Grup	2.341 ± 0.105
IV. Grup	2.474 ± 0.226

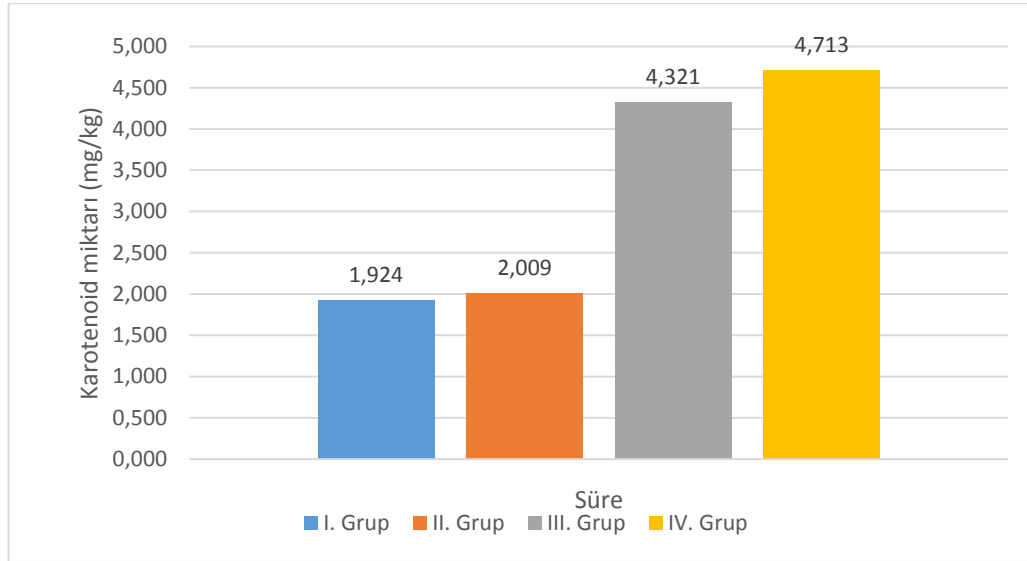
#### 4.4. KAROTENOİD MİKTARI

Farklı oranlarda *S. platensis* içeren deneme yemleri ile beslenen japon balığı (*C. auratus*, L.1758) yavrularının deneme başı ve deneme sonu toplam karotenoid miktarı Çizelge 4.8 ve Şekil 4.6'da verilmiştir.

Çizelge 4.8. Denemedeki yavru balıkların karotenoid miktarı (mg/kg)

	Karotenoid Miktarı
<b>Başlangıç</b>	2.229 <sup>a</sup>
<b>I. Grup</b>	1.924 <sup>b</sup>
<b>II. Grup</b>	2.009 <sup>c</sup>
<b>III. Grup</b>	4.321 <sup>d</sup>
<b>IV. Grup</b>	4.713 <sup>e</sup>

\*: Farklı harflerle gösterilen veriler arasında istatistiksel olarak ayırım vardır ( $p < 0.05$ ).



Şekil 4.6. Denemedeki yavru balıkların karotenoid miktarı (mg/kg)

Denemede gruplar arası fark anlamlı bulunmuştur ( $p < 0.05$ ). En yüksek renklenmenin IV. Grup (75 mg/kg)'da olduğu saptanmıştır. İkinci yüksek değerin ise III. Grup (50 mg/kg)'da meydana geldiği saptanmıştır.



## 5. TARTIŞMA

Karotenoidlerin, balıklarda ara metabolizma üzerine olumlu etkileri olduğu bilinmekle birlikte [21, 104], balıkların büyümesindeki rolü hakkında net bir bilgi olmayıp, tartışmalar devam etmektedir. Bazı araştırmacılar karotenoidin dokularda birikerek balıklarda renklenmeyi sağlamanın yanında büyümeye de olumlu etkisinin olduğunu bildirirken [126, 127, 128, 129, 130, 131], diğerleri olumlu bir etkisinin olmadığını belirtmişlerdir [132; 93]. Sentetik astaksantin ve kantaksantin Atlantik somon fry ve juvenillerine büyüme ve yaşama oranlarına herhangi bir etkisi bulunmamıştır [18; 128, 129, 133].

Doğal karotenoid kaynakları kullanılan yemlerde meydana gelen diğer bileşenlerin varlığı ve bunların etkileşimi de büyümeyi arttırabilmektedir. Yeme doğal karotenoid kaynağı olarak karides ve deniz kestanesi ilave edilen Atlantik somon fry ve juvenillerinde karotenoidlerin büyümeye olumlu bir etki göstermiş olup, bunun nedeninin balığın ilk gelişim aşamalarında yemdeki çeşitli bileşenlerin canlıda büyümeye etki ettiği düşünülmektedir [134]. Karotenoidin zaman ve miktara bağlı olarak balıklarda büyümeye etkisi henüz açıklık kazanmamıştır [135].

Japon balıklarının (*C. auratus*) larva ve juvenillerin beş farklı yemle (45 mg/kg *H. pluvialis*, *C. vulgaris*, *S. platensis*, sentetik pigment astaksantin ve kontrol grubu) 12 hafta boyunca beslenmesinin, büyüme ve yaşama oranına olumlu bir etkisinin olmadığı bildirilmiştir [85].

Yaptığımız çalışmada da canlı ağırlık ortalaması, standart boy ve total boy değerlerinde aynı sürelerde gruplar arası fark anlamlı bulunmamış olup, önceki çalışmalarla uyumluluk göstermiştir.

Kondisyon faktörü (KF) balıklarda morfolojik yapının en iyi kontrol edildiği bir gösterge olup, beslenme ve gelişme kriterlerinden biridir. Boy ve ağırlık değişkenleriyle hesaplanan kondisyon faktörü (beslilik katsayısı) yaşa, cinsiyete, ortama, mevsime ve türe göre değişmektedir [136]. Balıklarda genel olarak kondisyon faktörü 1'e yakın olmalıdır. Beslenme şartları iyi olan bir alabalıkta kondisyon faktörü optimum 1.37 olup, kondisyon faktörü 1.53'ün üzerinde olan bir alabalık fazla yağlı, kondisyon faktörü 1.14'ün altında olan bir alabalık ise, fazla zayıf olarak kabul edilmektedir [137]. Fazla yağlı veya zayıf balıklar düşük kondisyonlu olarak

değerlendirilmektedir [138]. Sudak balıklarında ortalama KF değeri 0.962 olduğu bildirilmiştir [139].

Yaptığımız çalışmada kondisyon faktörü deneme sonunda sırasıyla 1.737, 1.751, 1.907, 1.,681 olarak bulunmuştur. Daha önceki çalışmalar sonucu deneme kullanılan balıkların kondisyonlarının düşük, yağ oranlarının fazla olduğu anlaşılmaktadır. Bunun nedeninin verilen yemlerdeki yüksek yağ oranından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Genel anlamda büyüme, ağırlığın artışı olarak tanımlanmaktadır. Büyümeyi belirleyebilmek için ağırlık ile ağırlık artışı için geçen sürenin ilişkilendirilmesi gerekmektedir. Bu amaçla, balıklarda büyüme oranı olarak spesifik büyüme oranı (SBO) yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu oran özellikle farklı ağırlıktaki balık grupları ve erken gelişme döneminde olan balıklar için geçerlidir [140, 141]. Spesifik büyüme oranında büyüme doğrusal (lineer) olmayıp, üssel (logaritmik) olarak tanımlanmaktadır. Yani Spesifik büyüme oranı balık büyüklüğü arttıkça azalmaktadır [142]. Japon balıklarının (*C. auratus*) larva ve juvenillerin beş farklı yemle (45 mg/kg *H. pluvialis*, *C. vulgaris*, *S. platensis*, sentetik pigment astaksantin ve kontrol grubu) 12 hafta boyunca beslenmesi sonucunda *S. platensis* ile beslenen grupta SBO 1.1 bulunmuştur [85]. Yapılan bir başka çalışmada farklı dozlarda *Tagetes erecta* (kadife çiçeği) ile beslenen japon balıklarında ortalama SBO 1.24 olarak bulunmuştur [143].

Yaptığımız çalışmada deneme sonu SBO sırasıyla 0.765, 0.685, 0.913, 0.709 bulunmuştur. Diğer çalışmalara göre düşük bulunan SBO sonuçlarının larval dönem değil de juvenil dönemdeki balıklar kullanmamızdan kaynaklandığı düşünülmektedir.

Karotenoidin balık beslenmesinde pigmentasyona olan olumlu etkinliğinin yanı sıra larva ve juvenillerin hayatta kalma oranları da tartışılmaktadır [83, 144]. Deniz balıkları yetiştiriciliğinde larva tanklarına yeşil su kültürü ilavesinin yavrunun hayatta kalma oranını ve büyümeyi etkilediğini göstermiştir [84, 145]. Bunun yanında bir diğer yararlı etkisinin yavrunun gıda alım oranında artış sağlaması olduğu bildirilmiştir [146]. Denemede yaşama oranı ideal olup, çalışmamız için herhangi bir sorun teşkil etmediği saptanmıştır. Balık yetiştiriciliğinde mortalite nedeninin su parametrelerindeki birçok değişimin sebep olacağı bilinmektedir.

Dünya genelinde FCR olarak bilinen yem dönüşüm oranı, kabaca yemin yumurtaya ve ete dönüşüm oranı olarak bilinmektedir. YDO, yani yem dönüşüm oranı,

balıklarda gelişim performansını belirlemede en çok kullanılan formüllerden birisidir [147]. Genel olarak YDO 1 civarında veya 1'e yaklaştıkça değerini arttırır. YDO, türün farklı boylarına, farklı yetiştirme koşullarına ve yemin içeriğine göre değişmektedir. YDO ağırlık artışının bir ölçüsünün olması dışında sağlıklı, kaliteli ve kısa sürede pazara ulaşabilen balıkların da üretilmesini sağlar [141]. Akvaryum balıklarında bu oran oldukça değişkenlik göstermektedir. Japon balıklarıyla yapılan çalışmalarda 2-5.5 arasında değiştiği bilinmektedir [148, 143, 85]. Yaptığımız çalışmada YDO sırasıyla 2.37, 2.37, 2.34, 2.47 bulunmuş olup önceki çalışmalarla benzerlik göstermektedir.

Balıkların kendilerine özgü bir karotenoid metabolizması olup, pigment kaynağı olarak depo edilen karotenoidin etkinliği türden türe değişiklik göstermektedir [149, 150]. *Spirulina* yüksek ksantofil,  $\beta$ -karoten ve zeaksantin içeriğinden dolayı iyi bir karotenoid kaynağı olup, balık pigmentasyonunu önemli ölçüde etkilemektedir [151, 26]. *Spirulina* kırmızı tilapia [152] , kılıçkuyruk [153], mavi gurami *Trichogaster trichopterus* [154] ve *C. auratus* [26, 148] türlerinde başarılı bir renklenme sağlamıştır. Beş farklı yemle (*H. pluvialis*, *C. vulgaris*, *S. platensis*, sentetik astaksantin ve kontrol) beslenen *C. auratus* yavruların da en iyi sonuç *H. pluvialis* ve *C. vulgaris*'de elde edilmesine karşın, *S. platensis*' in renklenmeye etkisi oldukça yüksek olmuştur (26)

Yaptığımız çalışmada en yüksek renklenme sırasıyla IV. ve III. Grupta gözlenmiş olup, I. ve II. Grup'ta tespit edilen karotenoid miktarı başlangıç değerlerinden düşük olduğu belirlenmiştir. Bunun nedeninin balıkların çiftlikten temin edilmeden önce yüksek karotenoid içeren yemlerle beslenmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Sonuç olarak; çalışmamızda yeme farklı düzeylerde katılan *S. platensis*'in,

- 1) Japon balığının büyümesine önemli ölçüde bir etkisinin olmadığı,
- 2) Deri renklenmesinde katkıda bulunduğu,
- 3) En iyi karotenoid performansının yeme 75 mg/kg oranında ilave edilen *S. platensis* ile beslenen grupta olduğu tespit edilmiştir.

## 6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Çalışmamızda Japon balığı (*C. auratus*) yetiştiriciliğinde karşılaşılan renklenme sorununun çözümlenmesi için, doğal bitkisel karotenoid kaynağı olan *Spirulina* tozu alabalık yemine farklı düzeylerde ilave edilmiş olup, Japon balığı'nın renklenmesine ve büyümesi üzerine etkileri araştırılmıştır.

Su ürünleri yetiştiriciliğinde karotenoidlerin farklı özelliklerinin ortaya çıkartılması, sentetik karotenoidlere alternatif olarak gerek pigmentasyon gerekse büyüme ve üreme yönünden doğal bitkisel karotenoidlerin kullanımı gelecekte yeni bir pazarın oluşmasına yol açacaktır.

Doğal pigment kaynaklarının sentetik pigment kaynaklarına göre daha kolay bulunması ve canlıya herhangi bir zararının olmamasından dolayı doğal ürünler üreticilerin öncelikli tercihi olacaktır. "Roche" firması tarafından renklendirici olarak piyasaya sürülen "CAROPHYLL-pink %8" 'in kg fiyatı 2000 tl, toz *Spirulina platensis*'in kg fiyatı ise 200 tl'dir. Düşük maliyetinden dolayı da doğal ürünler üreticinin dikkatini çekmektedir. Ticari olarak sentetik pigmentler balık yemlerine katkı olarak başarılı bir şekilde kullanılmakta ancak tüketici tercihlerinin her geçen gün doğal ürünlere doğru değişmesiyle birlikte doğal renklendiricilere olan talep de artmaktadır. Bu nedenle günümüzde sentetik renklendiricilere özdeş alternatif doğal pigment kaynakları aranmaya başlanmış ve bu alanda yeni ürünlerin ortaya çıkarılmasıyla hem balıkların renklenmesine hem de büyümesine katkı sağlanmış olacaktır.

Açık havuzlarda Japon balığı yetiştiriciliği yapılan işletmelerdeki suların karotenoidce zengin planktonik organizmalarca yoğun olması nedeniyle; balıkların pigmentasyon yoğunluğu, istenilen düzeyde olacaktır. Ayrıca balıkların büyümesi için 'düşük maliyetinden dolayı bitkisel karotenoidlerin yemlere ilavesi de yararlı olacaktır.

Ancak kapalı ortamlarda Japon balığı yetiştiriciliği yapılan işletmeler karotenoidce zengin yem kaynaklarından yararlanamadıkları için, balıkların renkleri açık ve solgun olmaktadır. Kapalı ortamlarda yetiştiricilik yapan işletmelerin bu araştırma bulgularına göre pigmentasyon için doğal ve bitkisel bir ürün olan *Spirulina* tozunun yemlere ilavesi durumunda balıklardaki renklenmenin; açık havuzlarda

yetiştirilen balıkların renklerine benzerlik gösterebileceği ve ülkemizde akvaryum balığı yetiştiriciliğine önemli bir katkı sağlayabileceği de düşünülmektedir.

## KAYNAKLAR

- [1] Becker, W. E., "Microalgae-Biotechnology and Microbiology", Cambridge Univ. Press, 293 s., (1994).
- [2] Richmond, A., "Outdoor Mass Cultures of Microalgae", Handbook of Microalgal Mass Cultures of Microalgae (Editör: Richmond, A.), CRC Press, INC. Boca Raton, Florida. 285-329 s., (1986).
- [3] Conk Dalay, M., "İzole Edilmiş *Spirulina sp.*'in Kültür Ortamlarında Yetiştirilmesi Ve Besin Kalitesi Değişimleri Üzerine Bir Araştırma". Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 101 s., (1997).
- [4] Henrikson R., "Microalga *Spirulina*, Superalimento del futuro", Uranus Ediciones S. A., Barcelona, Spain, 224 s., (1994).
- [5] Seshadri, C. V. and Jeeji Bai, N., "*Spirulina* National Symposium", Shri Amm., Murugappa Chettiar Research Center (MDRC), Madras, INDIA, (1992).
- [6] Paoletti, C., Vincenzini, M., Boci, F. and Materassi, R., "Composizione Biochimica Generale delle Biomasse di *Spirulina platensis* e *S. Maxima*", Prospettive della Coltura di *Spirulina* in Italia (Editör: Materassi, R.), Rome: Consiglio Nazionale delle Ricerche, 111-125 s., (1980).
- [7] Miki, W., Yamaguchi, S. and Konosu, S., "Carotenoid Composition of *Spirulina maxima*", Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish., 7: 1225, (1986).
- [8] Anderson, D.W., Tang, C.S. and Ross, E., "The Xantophylls of *Spirulina* and Their Effect", Poultry Sciens, 70: 115, (1991).
- [9] Cohen, Z., "The Chemicals of *Spirulina*", 175-204, *Spirulina platensis* (Arthrospira): Physiology, Cell Biology and Biotechnology, (Editör: Vonshak, A.), London, 175-204, (1997).
- [10] Boussiba, S. and Richmond, A., "C-Phycocyanin as a Storage Protein in the blue-green Alga *Spirulina platensis*", Arch. Microbial., 125: 145, (1980).
- [11] Oguz, H., "Çukurova İklim Koşullarının *Spirulina platensis* (Cyanophyta)'deki Fikosiyenin Miktarına Etkisi", Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 43 s., (2008).
- [12] Yanar, M., "Güneş Işığı ve Renk Maddesi (Canthaxanthin) Uygulamalarının Japon Balığı (*Carassius auratus*)'nın Erken Çağda (Jüvenil) Renklenmesi

- Üzerine Etkileri”, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 42 s., (1992).
- [13] Demirsoy, A., “Yaşamın Temel Kuralları”, Cilt III/Kısım I, Hacettepe Üniversitesi yayınları, 268 s., (1988).
- [14] Ersoy,E., “Pratik Kimya Klavuzu”, Ankara Üniversitesi Basımevi, ANKARA, 37 s., (1967).
- [15] Torrissen, O. J., Hardy , R. W. and Shearer, K. D., “Pigmentation of Salmonids carotenoids Deposition and Metabolism”, Aquatic Sciences, 1: 209-225, (1989).
- [16] Hata, M. and Hata, M., “Carotinoid Pigmente in Goldfish-IV. Carotenoid Metabolism”, Bulletin of Japonee Society of Scientific Fisheries, 38(4): 331-338, (1972).
- [17] Yamada, S., Tanaka, Y., Sameshima, M. and Ito, Y., “Pigmentation of prawn (*Penaeus japonicus*) with carotenoids: I. Effect of dietary astaxanthin,  $\beta$ -carotene and canthaxanthin on pigmentation”, Aquaculture, 87: 323-330, (1990).
- [18] Torrissen, O. J., “Pigmentation of Salmonide-Effect Carotenoids in Eggs and Start Feeding Diet on Survival and Growth Rate”, Aquaculture, 43: 185-193, (1984).
- [19] Schiedt, K., Levendberger, F. J., Glinz, E. and Vecchi, M., “Absorbtion, Retention and Metabolik Transformation of Carotenoide in Rainbow Trout, Salmon and Chicken”, Pure and Appl, Chem., 57(5): 685-692, (1985).
- [20] Huang, C. M., Chang, S. L., Cheng, H. J. and Lioa, I. C., “Single Gene Inheritance of Red Bady Colouration in Taiwanese in Tilapia”, Aquaculture, 74: 227-232, (1988).
- [21] Segner, H., Arend, P., Von, P. K., Schmidt, H., “The Effect of Feeding Astaxanthin to *Oreochromis niloticus* and *Colisa labiosa* on the Histology of the Liver”, Aquaculture, 79: 381-390, (1989).
- [22] Andrews, C. “The ornamental fish trade and fish conservation”, J. Fish Biol., 37: 53-59, (1990).

- [23] Paripatananont, T., Tangtrongpaioj, J., Sailasuta, A. and Chansue, N., “Effect of astaxanthin on the colouring of goldfish (*Carassius auratus*)”, J. World Aquacult. Soc., 30: 454-460, (1999).
- [24] Lee, J. S. and Newman, M. E., “Aquaculture-an introduction”, Interstate Publishers, 449 s., (1992).
- [25] Lovell, R. T., “Nutrition of ornamental fish”, Kirk’s Current Veterinary Therapy XIII-Small Animal Practice (Editör: Bonagura, J.), Philadelphia, 1191-1196, (2000).
- [26] Gouveia, L., Rema, P., Pereira, O. and Empis, J., “Colouring ornamental fish (*Cyprinus carpio* and *Carassius auratus*) with microalgal biomass”, Aquaculture, 9: 123-129, (2003).
- [27] Çalım, Ç., “Japon Balığı (*Carassius auratus*) ve Lepistes (*Poecilia reticulata*) Larvalarında Artemia ve Mikrokapsül Yem Gereksinimlerinin Belirlenmesi”, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 31 s., (2010).
- [28] Erdoğan, E., “Japon (*Carassius auratus*, Linnaeus, 1758), Moli (*Poecilia latipinna*, Lesueur, 1821) ve Lepistes (*Poecilia reticulata*, Peters, 1859) Balıklarının Tuzluluk ve Sıcaklık Toleranslarının Belirlenmesi”, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 62 s., (2011).
- [29] Demirsoy, A., “Yaşamın Temel Kuralları. Omurgalılar/Anamniyota”, Cilt III/Kısım I, Metekan A.Ş. Baskı Tesisleri, 684 s., (1993).
- [30] Ekingen, G., “Balık Sistematiği”, Tolga Ofset, Elazığ, 225 s., (1988).
- [31] Alpbaz, A. G., “Japon Balığı Üretimi”, Alp Yayıncılık, İzmir, 143 s., (1991).
- [32] Alpbaz, A. G., “Akvaryum Balıkları Ansiklopedisi”, ALP Yayıncılık, Bornova, İzmir, 214 s., (2000).
- [33] Hekimoğlu, M. A., “Renkli Tanklarda Japon Balıklarının (*Cyprinus auratus*, 1778) Renklendirilmesi ve Gelişmesi Üzerine Bir Çalışma”, E.U. Journal of Fisheries & Aquatic Sciences, 22(1-2): 137–141, (2005).
- [34] Erdem, M. ve Ergün, S., “Yeme Farklı Oranlarda Katılan Sentetik Astaksantin Gökkuşuğu Alabalığının (*Oncorhynchus mykiss*) Et Rengi Üzerine Etkisi”, Türk J.Vet.Anim.sec., 24: 577-583, (1999).
- [35] Altinköprü, T., “Japon Balıkları”, Gül Matbaası, İstanbul, 88 s., (1983).



- [36] Alpbaz, A., “Akvaryum Tekniği ve Balıkları”, Acargil Matbaası, İzmir, 300 s., (1984).
- [37] Yanar, M., “Karotenoyit İçeren Doğal Ve Sentetik Yem Kaynakları İle Balık Büyüklüğü Ve Ortam Renginin, Japon Balığı (*Carassius auratus*, Cyprinidae)’nda Pigmentasyon Üzerine Etkileri”, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 78 s., (1996).
- [38] Garg, R. and Garg, A., “Operant Learning of Goldfish Exposed to pH Depression in Water”, J. Environ. Biol., 13(1): 1-6, (1992).
- [39] Wang, J., “A Tentative Analysis About the Aquatic Organisms and Ecosystem of Fishery in Four South Lakes of Shandong”, J. Fish China, 13, 3: 221-229, (1989).
- [40] Ng, W. J., Kho, K., Ho, L. M., Ong, S. L., Sim, T. S., Tay, S. H., Goh, C. C. and Cheong, L., “Water Quality Within a Recirculating System for Tropical Ornamental Fish Culture”, Aquaculture, 103: 123-134, 158-162, (1992).
- [41] Wiegand, M. D., Buchanan, L. G., Loewen, J. M. and Hewitt, C. M., “Effects of Rearing Temperature on Development of Biology”, Aquaculture, 71: 209-222, (1988).
- [42] Hunnam, P. and Larsson, J. E., “Lebensraum Aquarium”, Ulmer, 240 s., (1983).
- [43] Mills, D., Stone, D., Newton, P. and Willis, S., “A Comparison of Three Diets for Larval Goldfish Rearing”, Austasia-Aquaculture, 7(1): 48-49, (1993).
- [44] Sweeney, M. E., “My First Fish is Gold”, T.F.H., Canada, 48: 104-129, (1990).
- [45] Mertlich, R., “Exotic Goldfish”, T. F. H. Canada., 124 s., (1987).
- [46] Smith, S. J., “The Temperate Zone”, T.F.H., Canada, 152 s., (1996).
- [47] Mertlich, R., “Basic Goldfish Breeds The Wonderful Singletails”, T. F. H., Canada., 130 s., (1988).
- [48] Mertlich, R., Basic Goldfish Breeds The Doubletails. T.F.H., Canada., 117 s., (1989).
- [49] Altinköprü, T., “Akvaryum Balıklarının Üretilmesi”, Altinköprü Yayınları, İstanbul, 158 s., (1984).

- [50] Axelrod, H. R., “Exotic Tropical Fish”, T.H.F. Publ. Inc. N.J.,U.S.A., 1312 s., (1996).
- [51] Axelrod, H. R. and Burges, L. “Breeding Aquarium Fish”, T.H.F. Publ. Inc. Ltd., N.J., U.S.A., 288 s., (1973).
- [52] Evans, A., “The Care and Breeding of Goldfish”, Bover Publ., Inc. U.S.A., 82 s., (1957).
- [53] Szlaminska, M., Escaffre, A. M., Charlon, N. and Bergot, P., “Preliminary Data on Semisynthetic Diets for Goldfish (*Carassius auratus*) Larvae”, Fishing Nutrition-In-Practice, 61: 607-612, (1993).
- [54] Abi-Ayad, A. and Kestemont, P. “Comparison of the Nutritional Status of Goldfish (*Carassius auratus*) Larvae Fed with Live, Mixed or Dry Diet”, Aquaculture, 128: 163-176, (1994).
- [55] Ako, H., “Are Feeds for Food Fish Practical for Aquarium Fish”, Int. Aquafeed, 2: 30–36, (1999).
- [56] Yanong, R.P.E., “Nutrition of Ornamental Fish”, Veterinary Clinic of North America: Exotic Animal Practice, University of Florida, USA, 2: 19–42, (1999).
- [57] Bandyopadhyay, P., Swain, S. K. and Mishra, S., “Growth and Dietary Utilisation in Goldfish (*Carassius auratus* Linn.) Fed Diets Formulated with Various Local Agro-Produces”, Bioresource Technology, 96: 731–740, (2005).
- [58] Stone, N., McNulty, E. and Park, E., “The Effect of Stocking and Feeding Rates on Growth and Production of Feeder Goldfish in Pools”, North American Journal of Aquaculture, 65: 82–90, (2003).
- [59] Lochmann, R. T. And Philips, H., “Dietary Protein Requirement of Juvenile Golden shiners (*Notemigonus crysoleucas*) and Goldfish (*Carassius auratus*) in Aquaria”, Aquaculture, 128(314): 277-285, (1994).
- [60] Iwamoto, R. N., Myers, J. M. and Hersberger, W. K., “Heritability and Genetic Correlation for Flesh Coloration in Penreared and Caho Salmon”, Aquaculture, 86: 181-190, (1990).
- [61] Hata, M. and Hata, M., “Studies on astaxanthin formation in some Freshwater Fishes”, Tohoku j. Agric. Res., 24(4): 192-196. (1973).

- [62] Torrissen, O.J., “Pigmentation of Salmonids-Interaction of Astaxanthin and Cantaxanthin Pigment Deposition in Rainbow Trout”, *Aquaculture*, 79: 363-374, (1989).
- [63] Yanar, M. ve Tekelioğlu, N., “Zeaksantin ve Tank Renginin Japon Balığının (*Carassius auratus*) Pigmentasyonu ve Büyümesi Üzerine Etkisi”, *Türk J.of Biology*, 23: 303-307, (1999).
- [64] Forster, I., “Krill hydrolysates”, *Int. Aquafeeds*, 4 21–24, (1998).
- [65] Brine Shrimp Direct, “NatuRose: Natural Astaxanthin as a Pigment Source for Ornamental Fish and Animals”,  
<http://www.brineshrimpdirect.com/Natural-Astaxanthin-c84.html>,  
(30.04.2012).
- [66] Yanar, M. ve Tekelioğlu, N., “Doğal ve Sentetik Karotenoyitlerin Japon Balıklarının (*Carassius auratus*) Pigmentasyonu Üzerine Etkisi”, *Türk J.Vet.Anim.sec.*, 23: 501-505, (1999).
- [67] Vonshak A., “*Spirulina platensis* (Arthrospira)”, *Physiology, Cell-Biology and Biotechnology*, Taylor & Francis, London, UK, (1997).
- [68] Estrada J. E., Besco’s P., and Villar Del Fresno A. M., “Antioxidant Activity of Different Fractions of *Spirulina platensis* Protean Extract”, *Il Farmaco*, 56: 497-500, (2001).
- [69] Miranda M. S., Cintra R. G., Barros S. B. M. and Filho J. M., “Antioxidant Activity of The Microalga *Spirulina maxima*”, *Braz. J. Med. Biol. Res.*, 31: 1075–1079, (1998).
- [70] Sarada, R., Pillai, M. G. and Ravishankar, G. A., “Phycocyanin from *Spirulina sp*: Influence of Processing of Biomass on Phycocyanin Yield, Analysis of Efficiency of Extraction Methods and Stability Studies on Phycocyanin”, *Process Biochemistry*, 34: 795-801, (1998).
- [71] Alonso D. and Maroto F., “Plants as ‘Chemical Factories’ for The Production of Polyunsaturated Fatty Acids”, *Biotechnol. Adv.*, 18: 481–497, (2000).
- [72] Deshniem P., Paithoonrangsarid K., Suphatrakul A., Meesapyodsuk D., Tanticharoen M. and Cheevadhanarak S., “Temperature-Independent and Dependent Expression of Desaturase Genes in Filamentous Cyanobacterium

- Spirulina platensis* Strain C1 (*Arthospira sp.* PCC 9438)". FEMS Microbiol. Lett., 184: 207–213, (2000).
- [73] Marquez F., Sasaki K., Nishio N. and Nagai S., "Inhibitory Effect of Oxygen Accumulation on The Growth of *Spirulina platensis*", Biotechnol. Lett., 17: 225–228, (1995).
- [74] Quoc K., Dubacq J., Demandre C., and Mazliak P., "Comparative Effects of Exogenous Fatty Acid Supplementations on The Lipids from The Cyanobacterium *Spirulina platensis*". Plant Physiol. Biochem., 32: 501–509, (1994).
- [75] Cohen, Z., Reungjitchachawali, M., Siangdung, W. and Tanticharoen, M., "Production and Partial Purification of Gamma-Linolenic Acid and Some Pigments from *Spirulina platensis*". J. Appl. Phycol., 5: 109-115, (1993).
- [76] Richmond, A., "Biological Principles of Mass Cultivation", Handbook of Microalgal Culture: Biotechnology and Applied Phycology (Editör: Richmond, A.), Blackwell Science Ltd. Oxford/UK, 125-177 s., (2004).
- [77] Zhang, C., "Effects of Polysaccharide and Phycocyanin from *Spirulina* on Peripheral Blood and Hematopoietic System of Bone Marrow in Mice", Nanjing Univ. China. Pub. in Proc. Of Second Asia Pasifle Conf. on Algal Biotech. Univ. of Malaysia, CHINA, 58 s., (1994).
- [78] Fox, D., "*Spirulina*: Production and Potential", Edisud, 232 s., (1996).
- [79] Cifferi, O., "*Spirulina*, The Edible Microorgogonism", Microbiological Reviews, 47(4): 551-578, (1983).
- [80] Kozlenko, R. and Henson, H. R., "Latest Scientific Research on *Spirulina*: Effects on the AIDS Virus, Cancer and the Immune System", <http://www.naturalways.com/Spirulina-references.htm>, (30.04.2012).
- [81] Kasal, G. L., "Endüstriyel Ölçekli *Spirulina* Üretimi", Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 76 s., (2006).
- [82] Venkataraman L.V., "*Spirulina* in India", Proc. Natl. Symp. Cyanobacterial Res - Indian Scene NFMC, BARD, Tiruchirapalli, India, s. 92-100, (1993).
- [83] Shahidi, F., Metusalach J. and Brown J.A., "Carotenoids Pigments in Seafoods and Aquaculture", Crit. Rev. Food Sci., 38: 1-67, (1998).

- [84] Lazo, P., Dinis M.T., Holt J., Faulk C. and Arnold C., “Co-Feeding Microparticulate Diets with Algae: Toward Eliminating The Need of Zooplankton at First Feeding in Larval Red Drum (*Sciaenops ocellatus*)”, *Aquaculture*, 188: 339-351, (2000).
- [85] Rema, P. and Gouveia, L., “Effect of Various Sources of Carotenoids on Survival and Growth of Goldfish (*Carassius auratus*) Larvae and Juveniles”, *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 4 (7): 654-658, (2005).
- [86] Sommer, T., Potts, W. T. and Morrisy, N. M., “Utilization of Microalgal Astaxanthin by Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*)”, *Aquaculture*, 94: 79-88, (1991).
- [87] Sommer, T., D’Sousa, F. D. and Morrisy, N. M., “Colouringation of Adult Rainbow Trout, *Oncorhynchus mykiss*, Using The Green Alga *Haematococcus pluvialis*”, *Aquaculture*, 106: 63-74, (1992).
- [88] Choubert, G. and Heinrich, O., “Carotenoid Colourings of The Green Alga *Haematococcus pluvialis*: Assay on Rainbow Trout, *Oncorhynchus mykiss*, Colouringation in Comparison with Synthetic Astaxanthin and Canthaxanthin”, *Aquaculture*, 112: 217-226, (1993).
- [89] Gouveia, L., Gomes, E. and Empis, J., “Potential Use of a Microalgal (*Chlorella vulgaris*) in The Colouringation of Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*) Muscle”, *Leben Unter Fors*, 202: 75-79, (1996b).
- [90] Gouveia, L., Gomes, E. and Empis, J., “Use of *Chlorella vulgaris* in Diets for Rainbow Trout to Enhance Colouringation of Muscle”, *J. Appl. Aquacult.*, 7: 61-70, (1997).
- [91] Gouveia, L., Choubert, G., Gomes, E., Rema, P. and Empis, J., “Use of *Chlorella vulgaris* as a Carotenoid Source for Salmonids: Effect of Dietary Lipid Content on Colouringation, Digestibility and Muscular Retention”, *Aquacult. Int.*, 6: 269-279, (1998).
- [92] Gouveia, L., Choubert, G., Gomes, E., Pereira, N., Santinha, J. and Empis, J., “Colouringation of Gilthead Seabream, *Sparus aurata* (Lin 1875), Using *Chlorella vulgaris* Microalga”, *Aquaculture Research*, 33: 1-7, (2002).
- [93] Gomes, E., Dias, J., Silva, P., Valente, L., Empis, J., Gouveia, L., Bowen, J. and Young, W., “Utilization of Natural and Synthetic Sources of Carotenoids

- in The Skin Colouring of Gilthead Seabream (*Sparus aurata*)”, European Food Res. Tech., 214: 283-293, (2002).
- [94] Bon, J.A., Leathers, T.D. and Jayaswal, R.K., “Isolation of Astaxanthin-Overproducing Mutants of *Phaffia rhodozyma*”, Bio-technol. Lett., 19: 109-112, (1997).
- [95] Yokoyama, A. and Miki, W., “Composition and Presumed Biosynthetic Pathway of Carotenoids in The Astaxanthin-Producing Bacterium *Agrobacterium aurantiacum*”, FEMS Microbiol. Lett., 128: 139-144, (1995).
- [96] Zhang, D. H., Lee, Y. K., Ng, M. L. and Phang, S. M., “Composition and Accumulation of Secondary Carotenoids in *Chlorococcum sp.*”, J. Appl. Phycol., 9: 147-155, (1997).
- [97] Harker, M., Tsavalos, A.J. and Young, A.J., “Autotrophic Growth and Carotenoid Production of *Haematococcus pluvialis* in a 30 Liter Air-Lift Photobioreactor”, J. Ferment. Bioeng., 82: 113-118, (1996).
- [98] Yuan, J. P. and Chen, F., “Purification of Trans-Astaxanthin from a High-Yielding Astaxanthin Ester-Producing Strain of The Microalga *Haematococcus pluvialis*”, Food Chemist., 68: 443-448, (2000).
- [99] Bar, E., Rise, M., Vishkautsan, M. and Arad, S. “Colouring and Structural Changes in *Chlorella zofingiensis* Upon Light and Nitrogen Stress”, J. Plant Physiol., 146: 527-534, (1995).
- [100] Gouveia, L., Veloso, V., Reis, A., Fernandes, H.L., Empis, J. and Novais, J.M., “Evolution of The Colourings in *Chlorella vulgaris* During Carotenogenesis”, Biores. Tech., 57: 157-163, (1996).
- [101] Mc Callum, T. M, Cheng, K. M. and March, B. E., “Carotenoid Pigmentation Two Strains of Chiook Salmon (*Oncorhyncus Ishawytscha*) and Their Crosses”, Aquaculture, 67: 291-300, (1987).
- [102] Hardy, R. W., Torrissen, O. J. and Scott, T. M., “Absorpsiyon and Distribution of 14 C-Labeled Canthaxanthin in Rainbow Trout (*Oncorhyncus mykiss*)”, Aquaculture, 87: 331-340, (1990).
- [103] Torrissen, O. J. and Naevdal, G., “Pigmentation of Salmonids-Variation in Flesh Carotenoids Atlantic Salmon”, Aquaculture, 68: 305-310, (1988).

- [104] Tacon, A. G. J., “Speculative Review of Possible Carotenoid Function in Fish”, Prog. Fish Cult., 43(4): 205-208, (1981).
- [105] Torrissen, O. J. and Naevdal, G., “Pigmentation of Salmonids Genetical Variation in Carotenoid Pigmentation in Rainbow Trout”, Aquaculture, 38: 59-66, (1984).
- [106] Storebakken, T., Foss, P., Austreng, E., Liaden-Jensens, “Carotenoids in Diets for Salmonids: II. Epimerization Studies with Astaxanthin in Atlantic Salmon”, Agriculture, 44: 259-269, (1985).
- [107] No, H.K. and Storebakken, “Pigmentation of Rainbow Trout with Astaxanthin at Different Water Temperatures”, Aquaculture, 97: 203-216, (1991).
- [108] Vasudhevan, I. and James, R., “Effect of Optimum *Spirulina* Along with Different Levels of Vitamin C Incorporated Diets on Growth, Reproduction and Coloration in Goldfish *Carassius auratus* (Linnaeus, 1758), Indian J. Fish., 58(2) : 101-106, (2011).
- [109] Foss, P., Storebakken, T., Schiedt, K., Liaaen-Jensen, S., Austreng, E. and Streiff, K., “Carotenoids in Diets for Salmonids: I. Pigmentation of Rainbow Trout with The Individual Optical Isomers of Astaxanthin in Comparison with Canthaxanthin”, Aquaculture, 41(3): 213-226, (1984).
- [110] Choubert, G. and Blach, J.M., “Flesh Colour of Diploid and Triploid Rainbow Trout (*Salmo gairdneri* Rich) Fed Canthaxanthin”, Aquaculture, 47: 299-304, (1985).
- [111] Chien, Y. H., “Biological Effects of Astaxanthin in Shrimp: A Review”, The 3rd Annual Roche Aquaculture Centre Conference on Nutrition and Disease, (Editor: Hunter, B.), Siam Inter Continental Hotel, Bangkok, 73–81, (1996).
- [112] Diler, İ. ve Dilek, K., “Significance of Pigmentation and Use in Aquaculture”, Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 2: 97-99, (2002).
- [113] Harpaz S., Padowicz D., “Color Enhancement in the Ornamental Dwarf Cichlid (*Microgeophagus ramirezi*) by Addition of Plant Carotenoids to The Fish Diet”, The Israeli Journal of Aquaculture, Bamidgeh, 59(4): 195-200, (2007).

- [114] Akaslan, P., “Çiklit Balıklarının Yemlerinde Doğal ve Sentetik Pigment Maddelerinin Kullanımı”, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 75 s., (2008).
- [115] Duncan, D. L., Lovell, R. T. and Ramboux, A. C., “Effectiveness of Different Carotenoid Sources in Enhancing Pigmentation in Ornamental Fishes”, W.A.S. World Aquaculture '94, January, 14-18, (1994).
- [116] Ergün, S., “Doğal ve Sentetik Karotenoid Kaynaklarının Gökkuşığı Alabalıklarında (*Oncorhynchus mykiss*) Pigmentasyona Etkisi”, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Sinop, 77 s., (1997).
- [117] Chapman, F.A., “Ornamental Fish Culture Freshwater”, Encyclopedia of Aquaculture. John Wiley and Sons Inc., New York, 1063 s., (2000).
- [118] Storebakken, T., Foss, P., Schiedt, K., Austreng, E., Liaden-Jensen, S., Manz, U., “Carotenoids in Diet for Salmonids IV, Pigmentation of Atlantic Salmon with Astaxanthin Dipalmitate and Canthaxanthin”, Aquaculture, 65: 279-292 (1987).
- [119] Bircan, R., “Erzurum Yöresindeki Bir Artezyen Suyunda Entansif Olarak Yetiştirilen Gökkuşığı Alabalıklarının (*Salmo gairdneri* R.) Büyüme Hızı ve Yemden yararlanmasına kap şekli, yemleme sayısı ve Günlük Yem Düzeylerinin Etkileri”, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootekni Bölümü, Doktora Tezi, 118 s., (1981).
- [120] Çetinkaya, O., “Balık Besleme ve Yem Teknolojisi Ders Notları”, Akdeniz Üniversitesi Eğirdir Su Ürünleri Yüksekokulu, (1989).
- [121] Laird, L. M. and Needham, T., “Salmon and Trout Farming”, Ellis Horwood, 271 s., (1988).
- [122] Goddard, S., “Feed Management in Intensive Aquaculture”, Chapman & Hall, New York, 194 s., (1996).
- [123] Martínez A.M. and Vázquez B.P.C., “Reproductive Activity and Condition Index of *Holacanthus passer* (Teleostei:Pomacanthidae) in The Gulf of California”, Centro Interdisciplinario De Ciencias Marinas, Mexico, 1-3, (2001).



- [124] Soderburg L., “Fish Calculation”,  
www.thesolutionsite.com/amd/Lesson3/handout2.pdf, (15.03.2012).
- [125] Düzgüneş, O., Kesici, T. ve Gürbüz, F., “İstatistik Metotları”, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Ankara, 369 s., (1993).
- [126] Amar, E.C., Kiron, V., Satoh, S. and Watanabe, T., “Influence of Various Dietary Synthetic Carotenoids on Bio-Defence Mechanisms in Rainbow Trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum)”, *Aquaculture Research*, 32 (1): 162-163, (2001).
- [127] Sommer, T.R., D’Souza, F.M.L. and Morrissy, N.M., “Pigmentation of Adult Rainbow Trout, *Oncorhynchus mykiss*, Using The Green Alga *Haematococcus pluvialis*”, *Aquaculture*, 106: 63-74, (1992).
- [128] Christiansen, R., Lie, Ø. and Torrissen, O.J., “Effect of Astaxanthin and Vitamin A on Growth and Survival During Feeding of Atlantic Salmon, *Salmo salar* L.”, *Aquaculture Research*, 25 (9): 903-914, (1994).
- [129] Christiansen, R., Lie, Ø. and Torrissen, O.J., “Growth and Survival of Atlantic Salmon, *Salmo salar* L., Fed Different Levels of Astaxanthin, First-Feeding Fry”, *Aquaculture Nutrition*, 1 (3): 189-198, (1995).
- [130] Christiansen, R., Glette, J., Lie, Ø., Torrissen, O.J. and Waagbø, R., “Antioxidant Status and Immunity in Atlantic Salmon, *Salmo salar*, L., Fed Semi-Purified Diets with and Without Astaxanthin Supplementation”, *J. Fish Dis.*, 18: 317-328, (1995).
- [131] Izquierdo, M.S., Kalinowski, C.T., Thongrod, S.Y. and Robaina, L.E., “Nutritional Needs for Correct Pigmentation in European Red Porgy *Pagrus pagrus*”, *Nutritional Biotechnology in the Feed and Food Industries* (Editor: T.P. Lyons T.P., Jacques K.A.), Nottingham Univ. Press, 307-323, (2005).
- [132] Bell, J.G, McEvoy, J., Tocher D.R. and Sargent, J.R., “Depletion of  $\alpha$ -Tocopherol and Astaxanthin in Atlantic salmon (*Salmo salar*) Affects Autoxidative Defense and Fatty Acid Metabolism”, *American Society for Nutritional Sciences*, 1800-1807, (2000).
- [133] Christiansen, R. and Torrissen, O.J., “Growth and Survival of Atlantic Salmon, *Salmo salar* L. Fed Different Dietary Levels of Astaxanthin Juveniles”, *Aquaculture Nutrition*, 2 (1): 55-62, (1996).

- [134] Petit, H., Negre-Sadargues, G., Castillo, R. and Trilles, J-P., “The Effects of Dietary Astaxanthin on Growth and Moulting Cycle of Post Larval Stages of The Prawn, *Penaeus japonicus* (Crustacean, Decapoda)”, Comp. Biochem. Physiol., 117 A (4): 539-544, (1997).
- [135] Kalinowski, C.T., Robaina L.E., Fernández-Palacios H., Schuchardt D., Izquierdo M.S., “Effect of Different Carotenoid Sources and Their Dietary Levels on Red Porgy (*Pagrus pagrus*) Growth and Skin Colour”, Aquaculture, 244 223-231, (2005).
- [136] Erkoyuncu, İ., “Balıkçılık Biyolojisi ve Populasyon Dinamiği”, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Yayınları, No:95, 265s., (1995).
- [137] Yiğit, M. Ve Aral O., “Gökkuşluğu Alabalığının (*Oncorhynchus mykiss* W., 1792) Tatlısu ve Deniz Suyundaki Büyüme Farklılıklarının Karşılaştırılması”, Tr. J. Of Veterinary and Animal Science, 53-59, (1999).
- [138] Springate, J., “Fish Must Shape to Requirements”, Fish Farmer, Jan./Feb., 39 s., (1992).
- [139] İzci, L. ve Kuşat M., “Eğirdir Gölü Sudakları (*Sander lucioperca* (L., 1758))’nın Bazı Populasyon Özellikleri”, Süleyman Demirel Üni., Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 10-2, 167-172, (2006).
- [140] Metailler, R., “Experimentation in Nutrition (FAO 1986)”, Nutrition in Marine Aquaculture (Editor: Bruno, A., MEDRAP), Lisbon, 1- 11, (1986).
- [141] Hoşsu, B., Korkut, A.Y., Fırat, A., “Balık Besleme ve Yem Teknolojisi I: Balık Besleme Fizyolojisi ve Biyokimyası”, 3. Baskı, Ege Üni., Su Ürünleri Fak. Yay., 276 s., (2003).
- [142] Korkut, A.Y., Kop, A., Demirtaş, N., Cihaner, A., “Balık Beslemede Gelişim Performansının İzlenme Yöntemleri”, E.Ü. Su Ürünleri Dergisi, 24 (1-2): 201–205, (2007).
- [143] Del Villar-Martínez, A.A., Orbe-Rogel, J.C., Vanegas-Espinoza, P.E., Quintero-Gutiérrez, A.G., Lara-Flores, M., “The Effect of Marigold (*Tagetes erecta*) as Natural Carotenoid Source for The Pigmentation of Goldfish (*Carassius auratus* L.)”, Res. J. Fish & Hydrobiol., 8(2): 31-37, (2013).
- [144] Planas, M. and I. Cunha, “Larviculture of Marine Fish: Problems and Perspectives”, Aquaculture, 177: 171-190, (1999).

- [145] Reitain, K., Rainuzzo, J.R., Oie, G. and Olsen, Y., “A Review of The Nutritional Effects of Algae in Marine Fish Larvae”, *Aquaculture*, 155: 207-221, (1997).
- [146] Naas, K., Naess, T. and Harboe, T., “Enhance First Feding of Halibut Larvae (*Hippoglossus hipoglossus*) in Green Water”, *Aquaculture*, 105: 143-156, (1992).
- [147] Aquamedia, [www.feap.info/home/FAQ/Answers/ans8\\_en.asp](http://www.feap.info/home/FAQ/Answers/ans8_en.asp), (20.03.2012).
- [148] James, R., Vasudhevan, I., Sampath, K., “Interaction of *Spirulina* with Different Levels of Vitamin E on Growth, Reproduction, and Coloration in Goldfish (*Carassius auratus*)”, *Isr J Aquaculture*, Bamidgeh, 61:330–338, (2009).
- [149] Ha, B.S., Kang, D.S., Kim, J.H., Choi, O.S. and Ryu, H.Y., “Metabolism of Dietary Carotenoids and Effects to Improve The Body Color of Cultured Flounder and Red Sea Bream”, *Bulletin of Korean Fishery Society*, 26: 91-101, (1993).
- [150] Matsuno, T., “Aquatic Animal Carotenoids”, *Fisheries Science*, 67: 771-783, (2001).
- [151] Nandeesh, M.C., Gangadhara, B., Manissery, J.K., Venkataraman, L.V., “Growth Performance of Two Indian Major Carps, Catla (*Catla catla*) and Rohu (*Labeo rohita*) Fed Diets Containing Different Levels of *Spirulina platensis*”, *Bioresour Technol.*, 80:117–120, (2001).
- [152] Matsuno, T., Katsuyama, M., Iwahashi, M., Koike, T., Okada, M., “Intensification of Color of Red Tilapia with Lutein, Rhodoxanthin and *Spirulina*”, *Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish.*, 46:479–482, (1980).
- [153] James, R., Sampath, K., Thangarathinam, R., Vasudevan, I., “Effect of Dietary *Spirulina* Level on Growth, Fertility, Coloration and Leucocyte Count in Red Swordtail, *Xiphophorus helleri*”, *Isr. J. Aquacult.*, Bamidgeh, 58:97–104, (2006).
- [154] Alagappan, M., Vijula, K., Sinha, A., “Utilization of *Spirulina* Algae as a Source of Carotenoid Pigment for Blue Gouramis (*Trichogaster trichopterus*, Pallas)”, *J. Aquaricult. Aquat. Sci.*, 10:1–11, (2004).

## ÖZGEÇMİŞ VE ESERLER LİSTESİ

**Adı Soyadı:** Mahitap Duygu DURU

**Doğum Tarihi:** 15/04/1986

**Öğrenim Durumu:**

Derece	Bölüm/Program	Üniversite	Yıl
Lise	Fen Bilimleri	Kadıköy İntaş Lisesi	2000-2003
Lisans	Su Ürünleri Mühendisliği	Mersin Üniversitesi	2005-2011
Yüksek Lisans	Su Ürünleri A.B.D.	Mersin Üniversitesi	2011-...

**(Varsa) Görevler:**

Görev Unvanı	Görev Yeri	Yıl
Arş. Gör.	Mersin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü	2013-...

### ESERLER (Makaleler ve Bildiriler)

1. Duru M. D., Kargın Yılmaz H. Mikroalglerin Pigment Kaynağı Olarak Balık Yemlerinde Kullanımı. Turkish Journal of Scientific Reviews, 6 (2):112-118,(2013).
2. Kargın Yılmaz H., Duru M. D., Syanobakteri Spirulina platensis'in Besin Kimyası ve Mikrobiyolojisi. Turkish Journal of Scientific Reviews, 4 (1):31-43,(2011).
3. Özkan F., Gündüz S. G., Özlüer Hunt A., Duru M. D., Cyrprinus carpio'da Kurşunun Subletal Derişiminin Serum Protein ve Glukoz Düzeyi Üzerine Etkisi ve Yeme Eklenen Organik Selenyumun Koruyuculuk Özelliğinin Araştırılması. Çevre ve Toksikoloji Sempozyumu, 22 Ekim, Mersin, (2010).