

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Ali ŞEKER

KADİFE ÇİÇEĞİ (*Tagetes erecta*)'NİN JAPON BALIĞI (*Carassius auratus*)'NİN PİGMENTASYONU VE BÜYÜMESİ ÜZERİNE ETKİSİ

SU ÜRÜNLERİ ANABİLİM DALI

ADANA, 2004

4572-2004

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**KADİFE ÇİÇEĞİ (*Tagetes erecta*)'NİN JAPON BALIĞI (*Carassius auratus*) 'NİN
PİGMENTASYONU VE BÜYÜMESİ ÜZERİNE ETKİSİ**

Ali ŞEKER
YÜKSEK LİSANS TEZİ

SU ÜRÜNLERİ ANABİLİM DALI

Bu tez ~~06/07/2004~~ Tarihinde Aşağıdaki Jüri Üyeleri Tarafından Oybirliğiyle Kabul Edilmiştir.

İmza.....
Yrd.Doç.Dr.Mahmut YANAR

Danışman

İmza.....
Doç.Dr.Suat DİKEL

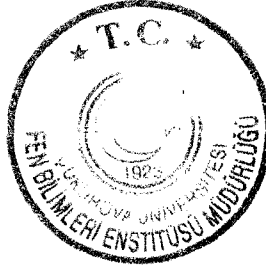
Üye

İmza.....
Yrd.Doç.Dr.Ercüment GENÇ

Üye

Bu tez Enstitümüz Su Ürünleri Anabilim Dalında hazırlanmıştır.

Kod No: 2365



Prof. Dr. Fikri AKDENİZ
Enstitü Müdürü

Bu Çalışma Ç.Ü. Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi Tarafından Desteklenmiştir.

Proje No: FBE. 2002.YL.213

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

ÖZ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

KADİFE ÇİÇEĞİ (*Tagetes erecta*)'NİN JAPON BALIĞI (*Carassius auratus*)'NİN PİGMENTASYONU VE BÜYÜMESİ ÜZERİNE ETKİSİ

Ali ŞEKER

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
SU ÜRÜNLERİ ANABİLİM DALI

Danışman : Yrd.Doç.Dr. Mahmut YANAR

Yıl: 2004, Sayfa:40

Jüri : Yrd.Doç.Dr. Mahmut YANAR

: Doç.Dr. Suat DİKEL

: Yrd.Doç.Dr. Ercüment GENÇ

Bu çalışmada, değişik oranlarda kadife çiçeği (*Tagetes erecta*) katkılı diyetlerle beslenen japon balığının (*Carassius auratus*) pigmentasyonu ve büyümesi üzerine etkileri araştırılmıştır.

Balıklar ($8,36 \pm 0,23$ g), %2, %3, %5, %7 ve %10 kadife çiçeği, 75 mg/kg sentetik zeaksantin ve kontrol grubundan oluşan diyetlerle 60 gün boyunca beslenmişlerdir. Gruplar arasında, deride en yüksek karotenoyit birikimini %10 kadife çiçeği (78,43 mg/kg) sağlarken, bunu %7 (77,06 mg/kg) ve %5 (75,35 mg/kg) kadife çiçeği grupları izlemiştir ($p < 0.05$). Kontrol grubunda ise bu değer 25,53 mg/kg'da kalmıştır. Diyetlere yüksek yoğunlukta kadife çiçeği katılması balıklarda büyümeyi yavaşlatmıştır ($p < 0,05$).

Anahtar Kelimeler: *Carassius auratus*, Kadife Çiçeği, Zeaksantin, Pigmentasyon, Büyüme.

ABSTRACT

MSc THESIS

EFFECTS OF MARIGOLD FLOWER (*Tagetes erecta*) ON PIGMENTATION AND GROWTH OF GOLDFISH (*Carassius auratus*)

Ali ŞEKER

DEPARTMENT OF AQUACULTURE
INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES
UNIVERSITY OF ÇUKUROVA

Supervisor : Assist. Prof. Mahmut YANAR

Year: 2004, Pages: 40

Jury : Assist. Prof. Mahmut YANAR

: Assoc. Prof. Dr. Suat DİKEL

: Assist. Prof. Ercüment GENÇ

In this study, the effects of marigold flower (*Tagetes erecta*) meal in various rations on the pigmentation and growth of gold fish (*Carassius auratus*) were investigated.

During a 60 days experimental period, fish (8.36 ± 0.23 g) were fed with diets marigold flower meal included of 2%, 3%, 5%, 7%, 10%, 100 mg/kg synthetic zeaxanthin and a control diet without any inclusion. Among the groups, diet group containing 10% marigold flower provided the highest carotenoid accumulation in the skin (78.43 mg/kg). This was followed by 7% (77.06 mg/kg) and 5% (75.35 mg/kg) marigold flower. Carotenoid accumulation remained at 25.53 mg/kg in the control group. Increasing the dose of marigold flower in the meals slowed down the growth of goldfish ($p < 0.05$).

Keywords: *Carassius auratus*, Marigold Flower, Zeaxanthin, Pigmentation, Growth.

TEŞEKKÜR

Yüksek Lisans tezimin her aşamasında katkıları olan danışman hocam Sayın Yrd. Doç. Dr. Mahmut YANAR'a, laboratuvar çalışmalarında ve tezin yazım aşamasındaki yardımlarından dolayı Su Ürünleri Mühendisi Sayın Esin ATCI'ya, benim bu günlere gelmemde en büyük paya sahip olan sevgili babam Sayın Salih ŞEKER'e ve sevgili annem Emine ŞEKER'e teşekkürü bir borç bilirim.



İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖZ.....	I
ABSTRACT.....	II
TEŞEKKÜR.....	III
İÇİNDEKİLER.....	IV
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	V
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	VI
1. GİRİŞ.....	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	5
3. MATERYAL VE METOD.....	12
3.1. Materyal.....	12
3.2. Metod.....	14
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA.....	18
4.1. Araştırma Bulguları.....	18
4.1.1. Su Sıcaklığı ve Oksijen Değerleri.....	18
4.1.2. Ağırlıkça Büyüme.....	18
4.1.3. Yem Dönüşüm Oranı.....	20
4.1.4. Pigmentasyon.....	22
4.2. Tartışma.....	24
4.2.1. Ağırlıkça Büyüme.....	24
4.2.2. Yem Değerlendirme ve Karotenoyit Kaynaklarının Yem Maliyetine Yansımaları.....	27
4.2.3. Pigmentasyon.....	29
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	32
KAYNAKLAR.....	34
ÖZGEÇMİŞ.....	40

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa No

Çizelge 3.1.	Diyetteki Katkı Maddeleri ve Karotenoyit Miktarları (1 kg).....	12
Çizelge 3.2.	Denemede Kullanılan Karma Yemin İçeriği.....	14
Çizelge 3.3.	Uygulama Gruplarının Akvaryumlara Göre Dağılımı.....	15
Çizelge 4.1.	Deneme Gruplarının Gözlem Dönemleri Canlı Ağırlık Ortalamaları.....	19
Çizelge 4.2.	Deneme Sonu Yem Dönüşüm Oranları.....	21
Çizelge 4.3.	Deneme Gruplarının Gözlem Dönemlerinde Balık Derisindeki Karotenoyit Miktarları.....	23
Çizelge 4.4.	Karotenoyit Kaynaklarının Maliyet Hesabı (1 kg Yem).....	27
Çizelge 4.5.	Karma Yem ve Balık Unu Maliyet Hesabı (1 kg Yem).....	28
Çizelge 4.6.	Karotenoyit Kaynaklarının Yem Maliyetine Yansımaları (1 kg)....	28

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

Şekil 4.1. Deneme Gruplarının Gözlem Dönemleri Canlı Ağırlık Gelişim
Histogramı.....20

Şekil 4.2. Diyet Gruplarının Deneme Sonu Yem Dönüşüm Oranları Gelişim
Histogramı..... 21

Şekil 4.3. Deneme Gruplarının Gözlem Dönemlerinde Balık Derisindeki
Karotenoyit Miktarlarının Değişim Histogramı..... 23



1.GİRİŞ

Akvaryum balıklarının üretimi ve pazarlamasında renk kalitesi tüketicinin seçimini etkileyen en önemli unsurdur. Akvaryum balıklarının renk kalitesi ürünün pazar arzını ve fiyatını önemli oranda etkilemektedir. Japon balıkları, akvaryum balıkları arasında hem rengi hem de olumsuz koşullara olan toleransı ile sıkça tercih edilen bir balıktır. Japon balıklarının yetiştiriciliğinde balıklara tüketici tarafından istenen rengin kazandırılması en önemli sorundur. Yerli üretimi yapılan Japon balıkları yeterli renk kalitesine ulaşamadığı için ithal edilen ürünlerle rekabet edememektedir. Bu nedenle her yıl büyük miktarlarda döviz harcanmaktadır (Yanar, 1996).

Japon balığı, altın balık olarak tanınan *Carassius auratus*'un bir varyetesi olup Cyprinidae ailesindendir. Japon balıkları oldukça uzun ömürlü balıklardır. Çoğunlukla 10-15 sene yaşarlar. Subtropikal iklim balığı olup, ekolojik valansları çok geniştir. Bol oksijene ihtiyaç duyarlar fakat oksijensizliğe karşı oldukça dayanıklı balıklardır. %0,10-0,15 oranında tuzluluğa dayanırlar. 5-35°C arasındaki sıcaklıklarda yaşasalar da en uygun sıcaklık 15-22 °C 'dir. Bu özellikleri sayesinde soğuk kış günlerinde bile akvaryumlarda (oda sıcaklığında) ısıtıcıya gereksinim duymadan yaşarlar. Japon balıkları herbivor ağırlıklı, omnivor beslenen balıklardır. Doğadaki renkleri sazan gibi gri-yeşildir. İnsan eli altında yaklaşık 100 varyetesi geliştirilmiştir. Tüm varyetelerde baskın renk, kırmızı ve bunun tonlarıdır.

Ülkemizde Ege ve Akdeniz Bölgesi, subtropikal iklim özelliğinde olması nedeniyle, Japon balıkları yetiştiriciliği için uygun şartlara sahiptir. Buna rağmen, bu balıkların yetiştiriciliği bazı sorunlar nedeniyle gelişmemiştir. En önemli sorunlardan birisi; bu balıkların geç renklenmesi ve istenilen düzeyde renk oluşumunun sağlanamamasıdır. Akvaryum balıklarında ise estetik açıdan tüketicinin seçiminde renk önemli bir unsurdur. Yeterli düzeyde renklenmemiş balıkların pazar arzı ve değeri önemli oranda düşmektedir. İthal edilen Japon balıklarında yoğun bir renklenme olduğundan, yerli üretimin bu balıklarla rekabeti oldukça güçleşmektedir.

Balıklarda renklenme (pigmentasyon), alt deride bulunan ve özelleşmiş renk hücreleri (kromatofor)'nde 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, *karotenoyit* (carotenoid) grubu pigmentleridir. Japon balığının türüne özgü turuncu-kırmızı renklenmeyi sağlayan, karotenoyit grubu pigmentlerdir (Torrissen, 1989).

Karotenoyitler, bir terpen grubu olup, yapılarındaki karbon atomuna bağlı çifte bağ (keto=oxo) ve ayrıca hidroksil (OH) grubunun varlığı renklenmede önemli rol oynamaktadır (Ersoy, 1967) .

Karotenoyitlerin emilimleri, hayvan gruplarına göre farklılıklar göstermektedir. Bu yüzden bir grupta etkili olan bir karotenoyit, diğer bir hayvan grubunda etkili olmayabilmekte veya az etkili olabilmektedir (Hata ve Hata, 1971).

Kırmızı sazan ve japon balıkları , daha çok zeaksantin (zeaxanthin) ve lütein gibi, 3-3' hidroksi yapısındaki yükseltgenmiş karotenoyitleri (ksantofiller) yapılarına aktarabilmektedirler. Memeliler ise, balıkların aksine, keto ve hidroksi grubu taşımayan, β -karoten gibi karotenoyitleri kullanabilmektedirler (Torrissen, 1989).

Karotenoyitleri sentezleme yetenekleri, sadece bitki ve protistlere özgüdür. Hayvanlar bu pigmentleri sentezleyemezler. Balıklar, gereksinim duydukları pigmentleri, besin olarak aldıkları bitkilerden veya dolaylı olarak hayvanlardan sağlarlar (Torrissen ve ark., 1989). Beslenmeleri daha çok bitkisel organizmalara dayalı olan Japon balıklarının yetiştirildiği havuz koşulları, genellikle ötrofik karakterde olup, baskın florayı, Chlorophyceae ve Cyanophyceae üyeleri oluşturmaktadır. Belirtilen bu fitoplanktonlar ise, japon balıkları için önemli karotenoyit kaynakları olup, içerdikleri pigmentler sayesinde portakal kırmızısına yakın ve parlak bir renklenme sağlayabilmektedirler (Hata ve Hata, 1973).

Japon balıklarının yetiştiriciliğinde, doğal yem kaynaklarından yararlanılamadığı için yeterli düzeyde kırmızı renklenme sağlanamamakta ve balıkların renkleri solgun olmaktadır. Bu nedenle balıklarda yeterli düzeyde renklenmenin sağlanabilmesi için, diyetlerinde uygun pigmentlerin bulunması gerekmektedir. Japon balığı yem karmalarına, kırmızı renk oluşumunu sağlamak için sentetik karotenoyitlerin dışında, doğal karotenoyit içeren yem kaynakları da katılabilmektedir. Yurdumuzda tarımı yaygın olarak yapılan ve ucuz olan bazı

bitkiler, karotenoyitler bakımından oldukça zengindirler. Bu kaynakların başında kırmızı biber (*Capsicum annum*), kadife çiçeği (*Tagetes erecta*) ve yonca (*Medicago sativa*) gelmektedir. Portakal renkli bitkiler büyük miktarlarda karoten içerirken, sarı renkli bitkilerin ise daha fazla ksantofil içerdikleri bilinmektedir (Valadon ve Rosemary, 1967). Kadife çiçeği de karotenoyitlerce zengindir ve total karotenoyit miktarı, kuru maddede 4275-10000 mg/kg'dır (Erkek ve Taluğ, 1990). Kadife çiçeği bütün park ve bahçelerde bol miktarda bulunmaktadır. İlkbahar başlangıcından sonbahar sonuna kadar çiçek açan kadife çiçeklerinin temini çok basit ve kolaydır. Kadife çiçeği, Latin Amerika orijinli olup, eskiden beri işlenen ve şifa verici olarak kabul edilen bir bitkidir (Neher, 1968: Zorn ve ark., 2003'den). Meksika'nın yerel bir bitkisi olan kadife çiçeği bu ülkede ticari öneme sahip olup ilaç sanayinde, kümes hayvanlarının deri ve yumurtalarının renklendirilmesi (Avila ve ark., 1990:Delgado-Vargas ve Peredes-Lopez, 1997'den) ile kanser ve cilt hastalıkları gibi bazı hastalıkların tedavisinde kullanılmaktadır (Canfeld ve ark., 1993: Delgado-Vargas ve Peredes-Lopez, 1997'den). Yapılan bir çalışmada; kadife çiçeğinin %93 kullanılabilir pigment maddesi içerdiği, bunlardan %5'inin zeaksantin izomeri olduğu ve %88'inin de lütein izomerleri ve lütein esterleri olduğu bildirilmiştir (Hadden ve ark., 1999). Ayrıca kadife çiçeğindeki temel karotenoyitin lütein olduğu ve bunun ya serbest halde ya da bir veya birden fazla doymuş asitlere bağlı bir şekilde bulunduğu bildirilmiştir (Gomez ve ark., 1978). Kadife çiçeğindeki lütein ve zeaksantin, balık dokularında dönüşüme uğrayarak, astaksantin olarak da depolanabileceği yapılan diğer bir çalışmada dile getirilmiştir (Vernon-Carter ve ark., 1996).

Karotenoyitler, yapay olarak da üretilmektedirler. "Roche" firması tarafından sentetik renklendirici olarak piyasaya sürülen CAROPHYLL-red; %10 oranında kantaksantin, CAROPHYLL-pink; %5 oranında astaksantin, CAROPHYLL-yellow; %5 oranında zeaksantin içermektedir. Karotenoyitlerin, balıklarda renklenmenin yanı sıra büyüme ve gelişmeyi arttırdığına ilişkin, bir çoğu henüz kesinlik kazanmamış savlar da vardır. Bu konu özellikle alabalıklar üzerinde çok çalışılmış ve bazı araştırmacılar karotenoyitlerin, sert çevresel etmenlere karşı balığın toleransını arttırdığını, anti-kanserojen etkisi olduğunu, bağışıklık oluşumunda immün

reaksiyonu güçlendirdiğini, özellikle larval dönem ve sonrasındaki evrelerde balığın yaşam oranını, büyüme ve gelişmesini arttırdığını ileri sürmüşlerdir (Gross ve Budowski, 1966; Tacon, 1981; Torrissen, 1984; Craik, 1985; Schietd ve ark., 1985; Storebakken ve ark., 1987; Coubert ve Storebakken, 1989). Sentetik karotenoyit maddelerin döviz karşılığı ithal edilmesi, dışa bağımlılık ve döviz kaybına neden olmaktadır. Bu nedenlerle kendi kaynaklarımızın araştırılması ve uygun doğal karotenoyit kaynaklarının kullanılması gerekmektedir. Kullanılacak karotenoyit kaynağının üretimi ve temininin de kolay olması gerekmektedir. Japon balıkları yetiştiriciliği, ülkemizin iklimatik koşulları uygun olmasına rağmen yeteri kadar gelişmemiştir. Bunun başlıca nedenleri arasında istenilen düzeyde kırmızı renklenmenin oluşturulamaması ve dolayısıyla ithal edilen renkli balıklarla rekabette güçlükler yaşanmasıdır. Yapılacak bu araştırmayla, japon balığına, ucuz ve ülkemizde bolca bulunan bitkisel kökenli yem kaynağı (kadife çiçeği) kullanılarak istenilen renk kazandırılmaya çalışılacaktır. Kadife çiçeğinin renklenmeye etkisinin yanı sıra büyüme ve gelişme üzerindeki etkileri de araştırılacaktır. Ayrıca bu bitkinin, sentetik pigmentlerin yerini tutup tutamayacağı da araştırılacaktır. Dolayısıyla; kendi ürünlerimizin, ithal ürünlerle rekabet etme şansı olacak ve bu renklenmeyi sağlayacak kaynaklar kendi öz kaynaklarımızdan karşılanmış olacaktır.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Gross ve Budowski (1966), balıklardaki spesifik biyokimyasal işlevleri henüz tamamıyla aydınlığa kavuşmamakla birlikte, karotenoyitlerin, A vitaminine benzer işlevleri gördüğüne değinmişlerdir. Lepistes ve plati (Poecillidae) balıklarında yaptıkları çalışmalarda, astaksantin ve kantaksantin, β -karoten aracılığıyla, A₁ ve A₂ vitaminlerine dönüştüklerini bildirmişlerdir.

Valadon ve Rosemary (1967)'e göre, portakal renkli bitkiler büyük miktarlarda karoten içerirken, sarı renkli bitkiler ise daha fazla oranlarda ksantofil içermektedir.

Hata ve Hata (1971), 12 g ağırlığındaki japon balıkları (*Carassius auratus*)'nı, 30 gün süresince, lütein, zeaksantin, astaksantin, kantaksantin ve β -karoten gibi karotenoyit katkılı diyetlerle beslenmeleri sonucunda, etkilerinin aşağıda açıklandığı gibi ortaya çıktıklarını bildirmişlerdir:

- β -karotenin, balığın renklenmesi üzerinde bir etkisi olmamıştır.
- Echinenone ile, oldukça zayıf ve yavaş gelişen bir portakal kırmızısı renklenme sağlanmıştır.
- Kantaksantin ile, zayıf bir portakal kırmızısı renklenme olmuştur.
- Astaksantin ile, diğerlerinden daha koyu ve hızlı gelişen bir portakal kırmızısı renklenme görülmüştür.
- Zeaksantin ile, uygulamanın yedinci gününde zayıf bir renklenme, onuncu gününden itibaren belirgin bir portakal kırmızısı renklenme sağlanmıştır.
- Lütein ile, uygulamanın yedinci gününde sarımtırak, daha sonraki günlerde ise portakal kırmızısı renklenme olmuştur. Lütein uygulamasının diğerlerinden farkı; deride daha fazla depolanması ve daha koyu bir portakal kırmızısı rengin oluşmasıdır.

Yine bu araştırmacıların bildirdiklerine göre; karotenoyit grubu pigmentlerin emilimleri, metabolik döngüleri ve birikimleri, balık türlerine göre farklılıklar göstermektedir. ancak çoğu pigmentler, dokularda dönüşüme uğrayarak astaksantin formunda birikmektedirler. Bu nedenle balıkların, astaksantini kullanmaları temel alınarak iki ana gruba ayrılabilirler: bildirilmişlerdir:

Birinci gruptaki balıklar, almış oldukları değişik karotenoyitleri, astaksantin formuna çeviremediklerini, yalnızca aldıkları astaksantini dokularında biriktirebildiklerini belirtmişlerdir. Alabalıkların bu gruba tipik bir örnek olduğunu ifade etmişlerdir. Bu balıkların, β -karoten, lütein, zeaksantin ve benzeri karotenoyitleri absorbe ettikleri halde, bunları astaksantin formuna çeviremedikleri veya çok azını çevirebildiklerini, yalnızca astaksantini veya buna benzer yapıdaki karotenoyitleri, dokularında yine astaksantin olarak biriktirebildiklerini rapor etmişlerdir. İkinci gruptaki balıkların ise, dışarıdan aldıkları değişik karotenoyitleri oksidasyona uğratarak, dokularında astaksantin formunda biriktirebildiklerini, bu gruba, kırmızı sazan (koi) ve japon balıklarının örnek gösterilebileceğini, bu balıkların, lütein ve zeaksantin gibi karotenoyitleri, dönüşüme uğratarak dokularında astaksantin formunda biriktirebildiklerini saptamışlardır.

Hata ve Hata (1973)'nın bildirdiklerine göre; beslenmelerini daha çok bitkisel organizmalara dayalı olarak sürdüren japon balıklarının bulunduğu havuz koşulları, genellikle ötrofik karakterde olup, baskın florayı *Chlorophyceae* ve *Cyanophyceae* üyeleri oluşturmaktadır. Bunlar da japon balıkları için zengin karotenoyit kaynaklarıdır. *Cyanophyceae* üyeleri, özellikle, *Microcystis*, *Merismopedia*, *Aphanocapsa*, *Lyngbya* cinsleri yüksek miktarda astaksantin içermektedirler. Örneğin, *Microcystis spp.*, kuru maddede 300 mg/kg, *Merismopedia spp.*, 500 mg/kg zeaksantin içermektedir. *Chlorophyceae* üyeleri ise, astaksantin ile beraber, lütein ve zeaksantin bakımından da oldukça zengindirler. Örneğin, *Scenedesmus spp.*, kuru maddede 2500 mg/kg lütein, 500 mg/kg zeaksantin ve 520 mg/kg astaksantin; diğer türlerden: *Ankistrodesmus braunii*, 1390; *Chlorella fusca*, 660; *Chlorella zofimngiensis*, 1420; *Haemacoccus pluvialis*, 1290 mg/kg astaksantin içermektedirler.

Gomez ve ark. (1978), kadife çiçeğindeki temel karotenoyitin lütein olduğunu ve bunun ya serbest halde bulunduğunu ya da bir veya birden fazla doymuş asitlere bağlı bir şekilde bulunduklarını bildirmişlerdir.

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

- Fertilizasyon hormonu gibi iş görürler.

- Balığın yumurta verimliliğini ve yaşama oranını arttırırlar.
- Balığın embriyonik gelişimine olumlu etki yaparlar.
- Fazla ışık, yüksek sıcaklık ve amonyak gibi sert çevresel etmenlere karşı balığın direncini arttırırlar.
- Düşük oksijen düzeylerinde, solunum sisteminde olumlu etki yaparlar.
- Antioksidan etki gösterirler.

Araştırmacı, bir kısmı henüz kesinlik kazanmayan bu etkileri, karotenoyitlerin A vitamininin provitamini olarak iş görmesine bağlamaktadır.

Foss ve ark. (1984)'na göre, karotenoyitler bütün balıklarda temel pigment kaynağıdır. Alabalık dokularında görülebilir en düşük eşik seviyesi 0,55-0,96 mg/kg, en yüksek seviyesi ise, 6-8 mg/kg'dır. Ayrıca gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*)'nda etkili pigmentasyonun, kantaksantinden çok astaksantinden kaynaklandığını ifade etmişlerdir.

Torrissen (1984)'in bildirdiğine göre, Atlantik salmonu (*Salmo salar*) yumurtalarının karotenoyit madde miktarına bağlı olarak, ışığa karşı dayanıklılıklarının arttığını, karotenoyit katkılı diyetlerle beslenen larvaların büyüme ve yaşama oranlarının olumlu yönde etkilendiğini belirtmişlerdir.

Torrissen ve Naedval (1984), gökkuşağı alabalıkları (*Oncorhynchus mykiss*)'nda eşey farklılıklarının, dokularda biriken toplam astaksantin miktarını etkilemediğine değinmişlerdir.

Choubert ve Blanch (1985), doğadaki alabalıkların kasındaki portakal kırmızısı renklenmenin, beslendikleri planktonik ve bentik krustaselerden ileri geldiğini açıklamışlardır.

Schiedt ve ark. (1985), karotenoyitlerin, farklı dokularda, farklı düzeylerde birikebildiklerini bildirmişlerdir. Gökkuşağı alabalıklarını 7 hafta süre boyunca, 100 mg/kg karotenoyit içeren diyetlerle beslemeleri sonucunda, dokulardaki karotenoyit (astaksantin) birikimlerinin, safrada, 20-30 mg/kg, deri ve yüzgeçlerde, 5-35 mg/kg, solungaç kapaklarında, 10-35 mg/kg, yumurtalıklarda, 7-15 mg/kg olduğunu bildirmişlerdir.

Torrissen (1986)'e göre, gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*)'nda astaksantin, kantaksantine göre daha fazla ve hızlı absorbe edilmektedir.

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

Storebakken ve ark. (1987), alabalıklarda deride karotenoyit birikiminin, yaş ve büyüklük artışına bağlı olduğunu bildirmişlerdir.

Atay ve ark. (1988)'nın bildirdiklerine göre; Choubert ve ark. (1973), karotenoyitlerin, balıkların deri ve pullarında yoğun olarak birikebildiklerine işaret etmişlerdir.

Huang ve ark. (1988), tatlı su çipurası (*Oreochromis sp.*) üzerinde yaptıkları bir çalışmada, renklenmenin iki gen tarafından denetlendiğini ve genler arasında "ekivalensi" olduğunu, pembe renk geninin sadece homozigot halde (RR) iken fenotipte etkisini gösterebildiğini, resesif aleli ile birlikte (Rr), kırmızı rengin ortaya çıktığını, iki resesif genin birlikte bulunduğu durumda (rr) ise, siyah rengin ortaya çıktığını belirtmişlerdir.

Torrissen ve Naevdal (1988), karotenoyit birikiminin, balığın genetik yapısı, seksüel olgunluk durumu ve büyüklüğü ile ilgili olduğunu öne sürmüşlerdir.

Pozo ve ark. (1988), gökkuşağı alabalığı üzerinde yaptıkları bir çalışmada, diyetteki E vitamini miktarının artmasına bağlı olarak dokularda karotenoyit miktarının arttığını ileri sürmüşlerdir.

Boonyaratpalin ve Unprasert (1989), kadife çiçeği (*Tagetes erecta*) katkılı diyetle beslenen tilapia (*Oreochromis niloticus*)'larda ağız ve yüzgeç dipleri ile operkulumda portakalımsı renklenmelerin oluştuğunu rapor etmişlerdir.

Torrissen (1989)'in bildirdiğine göre, Lee ve ark. (1978), 100 mg/kg karotenoyit içerecek şekilde diyetle karıştırılan kadife çiçeği, kas dokuda ancak 0,01 mg/kg gibi oldukça eser miktarda total karotenoyit birikimine neden olabileceğini bildirmişlerdir.

Segner ve ark. (1989), karotenoyit katkılı diyetlerle beslenen *Oreochromis niloticus*'un karaciğer hücre yapısında ve glikojen depolanmasına olumlu etki yaptığı, bunun da karotenoyitlerin antioksidan özelliğine bağlı olarak balıkların

metabolizmasına pozitif bir etki sağlamış olmasından kaynaklandığını açıklamışlardır.

Torrissen ve ark. (1989)'na göre; karotenoyitleri sentezleme yeteneği, sadece bitki ve protistlere özgüdür. Hayvanlar, dolayısıyla da balıklar, bu gereksinmelerini dışarıdan aldıkları besinlerle karşılarlar. Salmonlarda görülebilir renklenme için, karotenoyitlerin dokularda en az 1 mg/kg olması gerekmektedir. Dokularda ulaşacağı en yüksek seviye ise, 10,2-13,7 mg/kg'dır.

Choubert ve Storebakken (1989), gökkuşağı alabalıklarını, altı hafta süresince, 0, 12.5, 25, 50, 100 ve 200 mg/kg miktarlarında karotenoyit içeren diyetlerle beslediklerini ve sonuçta en iyi renklenmeyi, 200 mg/kg doz grubunun sağladığını belirtmişlerdir.

Hardy ve ark. (1990)'na göre, balıklarda renk oluşumunda rol oynayan başlıca etmenler; diyet kompozisyonu, balığın fizyolojik durumu, balık büyüklüğü, balığın seksüel olgunluk durumu, genetik etmenler, kullanılan karotenoyitin niteliği ve niceliğidir.

Yamada ve ark. (1990), japon karidesi (*Penaeus japonicus*)'nin et dokusunda β -karoten ve kantaksantin, astaksantin olarak depolandığını bildirmişlerdir.

Mori ve ark. (1990)'nın bildirdiğine göre, Coho Salmonu (*Oncorhynchus kisutch*)'nin Antartik krill ve littoral mysid katkılı yemle beslenmesi sonucu oluşan renk, doğada yetişen Coho salmonunun rengine, çok yakın benzerlikte bulunmuştur.

No ve Storebakken (1991), gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*)'nda belli bir dönemden sonra, balık büyüklüğü ile renk oluşumu arasında doğrusal bir ilişkinin olduğunu bildirmişlerdir.

Sommer ve ark. (1992), yeşil alg (*Haematococcus pluvialis*) katkılı diyetle beslenen yetişkin gökkuşağı alabalıklarında yeme katılan alg miktarıyla, deride oluşan toplam karotenoyit miktarı arasında doğru orantılı bir ilişkinin var olduğunu öne sürmüşlerdir.

Choubert ve Heinrich (1993)'e göre, yeşil alg, β -karoten, astaksantin, kantaksantin ve lütein içermektedir.

Torrissen ve Christiansen (1995), alabalık diyetlerinde astaksantin veya kantaksantin, bir vitamin gibi en az 10 mg/kg oranında bulunması gerektiğini ileri sürmüşlerdir.

Vernon-Carter ve ark. (1996), kadife çiçeğindeki lütein ve zeaksantin, balık dokularında dönüşüme uğrayarak, astaxantin olarak da depolanabileceğini bildirmişlerdir.

Diler ve Hoşsu (1997)'nın bildirdiğine göre, Liaen ve Storebakken 1988, karotenoyitlerin balıklarda döllenmiş yumurta oranını arttırdığını ve üreme dönemindeki erkekte deriye çekici bir görünüm verdiğini bildirmişlerdir.

Wathne ve ark. (1998), sentetik karotenoyit katılmış diyetlerin Atlantik Salmonu (*Salmo salar*)'na farklı öğünlerde verilmesinin, balık etindeki toplam karotenoyit madde miktarını etkilemediğini belirtmişlerdir.

Hadden ve ark. (1999), yaptıkları bir çalışmada; kadife çiçeğinin %93 kullanılabilir pigment maddesi içerdiğini, bunlardan %5'inin zeaksantin izomeri olduğunu ve %88'inin de lütein izomerleri ve lütein esterleri olduğunu bildirmişlerdir.

Ohkubo ve ark. (1999), japon balığı (*Carassius auratus*)'ndan bilinen 18 tip karotenoyit izole etmişlerdir. Ayrıca bu karotenoyitlerden en çok bulunanların, lütein A, lütein B ve zeaksantin olduğunu bildirmişlerdir.

Robb ve ark. (2000)'na göre, hasat sırasında oluşan stresli ortam, balıkların hücre veya dokularındaki pigmentlerin yer değiştirmesine yol açmakta, yani kromotoforlardaki pigmentler hücrenin merkezine toplanmakta bu da deride rengin açılmasıyla sonuçlanmaktadır.

George ve ark. (2001), dişi deniz kestanesi (*Lytechinus variegatus*)'nin karotenoyit katkılı yemlerle beslenmesinin, yumurtaların açılma oranını arttırdığını, ve ayrıca bu yumurtalardan çıkan larvaların yaşam oranının daha yüksek olduğuna dikkat çekmişlerdir.

Anderson ve Sunderland (2002)'in açıklamasına göre, yemlere eklenen C vitamini, E vitamini ve karotenoyitlerin yemdeki stabiliteleri, yemin hazırlama, kurutma ve saklama tekniklerine göre değişiklik göstermekte, özellikle de E ve C vitaminleri karotenoyite göre daha az kararlılık göstermektedir.

Sreekala ve Raghava (2003)'nın bildirdiğine göre, Seman (1998), Kadife Çiçeği unu kullanarak tavuk derisi ve yumurtaların renklendirilmesinin, sentetik ve diğer doğal karotenoyitlere göre oldukça az maliyet getirdiğini bildirmiştir.



3. MATERYAL VE METOD

3.1. Materyal

Araştırma, Ç.Ü. Su Ürünleri Fakültesi Yetiştiricilik Uygulama Laboratuvarı'nda yürütülmüştür. Araştırmada canlı ağırlıkları $8,36 \pm 0,23$ (8,05-8,63)g olan ve Su Ürünleri Fakültesi'nin Balık Üretim İstasyonu'nda üretilen Japon balığı (*Carassius auratus*)'nın aynı renk kalitesi ve niceliğinde olan kırmızı renkli varyeteleri kullanılmıştır. Balıklar denemeye alınmadan önce aklimasyonları sağlanıncaya kadar fiberglas tanklarda tutulmuşlardır. Denemede 55 lt hacme sahip 7 adet cam akvaryum kullanılmıştır. Balıkların beslenmeleri günde canlı ağırlıklarının %2'si üzerinden yapıp, üç öğün yemlenmişlerdir. Deneme süresi 60 gün olup, her 15 günde bir balıkların total boy ve canlı ağırlıkları alınmış ve karotenoyit ölçümleri yapılmıştır.

Kadife çiçeği (kuru) karma yeme %2, %3, %5, %7 ve %10, zeaksantin (carophyll yellow) ise 100 mg/kg oranında katılmıştır. Kontrol grubuyla birlikte 7 deneme grubu oluşturulmuştur. Denemeler iki tekerrürlü olarak yürütülmüştür.

Çizelge 3.1. Diyetteki Katkı Maddeleri ve Karotenoyit Miktarları (1 kg)

Deneme Grupları	Karotenoyit Katkıları (g)	Karotenoyit Miktarı mg/kg)	Balık Unu Miktarı (g)	Karma Yem (g)
Kontrol	-----	-----	-----	1000
Carophyll-Yellow	2	100	-----	998
%2 Kadife Çiçeği	20	100	20	960
%3 Kadife Çiçeği	30	150	30	940
%5 Kadife Çiçeği	50	250	50	900
%7 Kadife Çiçeği	70	350	70	860
%10 Kadife Çiçeği	100	500	100	800

Kahramanmaraş Belediyesi Çiçek Serası'ndan toplanan kadife çiçeklerinin taç yaprakları 55 °C de etüvde kurutulmuş ve değirmende öğütülerek yeme eklemek amacıyla un haline getirilmiştir.

Karma yeme bitkisel kökenli karotenoyit kaynaklarının katılması diyet grupları arasında protein oranı bakımından dengesizliklere neden olmaktadır. Çünkü karma yeme eklenen bitkilerin protein miktarı (%20), karma yemden (%45) oldukça düşüktür. Bu nedenle diyetlerdeki protein oranları arasındaki farklılığı kaldırmak amacıyla diyet gruplarına Çizelge 3.1. de verilen oranlarda balık unu katılmıştır.

Toz haline getirilmiş, içeriği Çizelge 3.2.'de verilen karma yemin (Pınar A.Ş.) içine, daha önce anılan oranlarda karotenoyit kaynakları katılmıştır. Daha sonra uygulama grupları için hazırlanan diyetlere, önce su katılarak hamur kıvamına getirilmiş ve homojenlikleri sağlandıktan sonra kıyma makinesinde 3 mm çapında elekten geçirilerek pelet haline getirilmiştir. Pelet haline getirilmiş diyet yemler fazla bekletilmeden küçük plastik kaplara konulmuş ve deneme süresi boyunca, bir derin dondurucuda, -25°C' de korunmuştur. Yemler balıklara verilmeden önce çözündürülüp sonra verilmiştir (Schiedt ve Ark. 1985; Christiansen ve Wallace, 1988; Pozo ve ark., 1988; Torrisen,1989; Choubert ve Storebakken, 1989; Iwamoto ve Ark., 1990).

Çizelge 3.2. Denemede Kullanılan Karma Yemin İçeriği

Temel Besin Maddeleri			Vitaminler		
Su	En çok	%12	Vitamin A	I.U./kg	12000
Ham Protein	En az	%28	Vitamin D3	I.U./kg	1500
Ham Selüloz	En çok	%5	Vitamin E	I.U./kg	50
Ham Kül	En çok	%14	Vitamin C	mg/kg	70
NaCl	En çok	%1	Thiamin	mg/kg	10
Enerji	En az ME	3000	Vitamin B2	mg/kg	20
Değeri	kcal/kg		Pantotenik Asit	mg/kg	10
Mikro Elementler			Pyridoxine	mg/kg	5
Kalsiyum	En az-En	%2-2,5	Vitamin B12	mg/kg	20
Sodyum	çok	%1	Vitamin K	mg/kg	10
Fosfor	En az-En	%0,2-1,0	Niacin	mg/kg	100
Makro Elementler			Biotin	mg/kg	0,25
Çinko	mg/kg	70	Folicacid	mg/kg	2
Manganez	mg/kg	25	Inositol	mg/kg	100
Magnezyum	mg/kg	25	Choline	mg/kg	1000
Demir	mg/kg	2	Amino Asitler		
İyot	mg/kg	0,7	Lysine	En az	%2,0
Bakır	mg/kg	1	Methionine	En az	%1,0
Kobalt	mg/kg	0,2	Sistin	En az	%0,6
Selenyum	mg/kg	0,03			

Karmadaki Yem Hammaddeleri; Balık Unu, Konsantre Balık Proteini, Et-Kemik Unu, Kuru Distilasyon Eriyiği, Kuru Bira Mayası, Bonkalite, Nişasta, Balık Yağı, Vitamin ve Mineral Premiksi.

3.2. Metod

Araştırma, Ç.Ü. Su Ürünleri Fakültesi Yetiştiricilik Uygulama Birimi'nde yürütülmüştür. Çalışmada kullanılmak amacıyla, Su Ürünleri Fakültesi'nin balık üretim istasyonundan getirilen Japon balıkları (*Carassius auratus*), denemeye başlamadan önce bir ay süre boyunca yeni ortamlarına adaptasyonlarını sağlamak amacıyla küvetlere stoklanmışlardır. Burada hem adaptasyon hem de daha önce vücutlarında birikmiş pigment kalıntılarından arınmaları sağlanmıştır. Populasyonda,

ortalamadan aşırı derecede büyük ve küçük olanlar, sarı-turuncu renk (renk skalasındaki 3 nolu renk) tonunun dışında olan balıklar deneme dışı bırakılmışlardır. Bu stoktan deneme akvaryumlarına alınan balıkların ağırlıkları, 0,001g'a duyarlı dijital bir terazide tartılmış, boyları, standart boy temel alınarak bir cetvel ile ölçülmüştür. Sonra, grupların ağırlık ortalamaları hesaplanmış ve gruplar arası balık değişimi yapılarak tüm grupların başlangıç ortalama ağırlıkları eşitlenmiştir.

Araştırma, tesadüf parselleri deneme planına göre kurulmuş olup, uygulama gruplarının akvaryumlara göre dağılımı Çizelge 3.3.'de gösterilmiştir. Ancak, her uygulama grubundaki tekerrürlerin yerleri, birisi altta diğeri üstte olacak şekilde planlanmıştır. Bunun da nedeni, alt ve üst akvaryumlar arasında yaklaşık 1 °C fark olduğundan, bu farkın tüm uygulama gruplarında aynı olması isteminden kaynaklanmaktadır.

Çizelge 3.3. Uygulama gruplarının akvaryumlara göre dağılımı

Akvaryum No	1, 2	3, 4	5, 6	7, 8	9, 10	11, 12	13, 14
Deneme Grupları	%2 Kadife Çiçeği	%3 Kadife Çiçeği	%5 Kadife Çiçeği	%7 Kadife Çiçeği	%10 Kadife Çiçeği	Kontrol Grubu	Sentetik Zeaksantin

1. uygulama grubu, %2 oranında toz hale getirilmiş kadife çiçeğinin karma yeme karıştırılması ile oluşturulmuştur.

2. uygulama grubu, %3 oranında toz hale getirilmiş kadife çiçeğinin karma yeme karıştırılması ile oluşturulmuştur.

3. uygulama grubu, %5 oranında toz hale getirilmiş kadife çiçeğinin karma yeme karıştırılması ile oluşturulmuştur.

4. uygulama grubu, %7 oranında toz hale getirilmiş kadife çiçeğinin karma yeme karıştırılması ile oluşturulmuştur.

5. uygulama grubu, %10 oranında toz hale getirilmiş kadife çiçeğinin karma yeme karıştırılması ile oluşturulmuştur.

6. uygulama grubu, kontrol grubu olarak kullanılmış olup içerisine herhangi bir katkı katılmamıştır.

7. uygulama grubu, zeaksantin 100 mg/kg oranında karma yeme karıştırılması ile oluşturulmuştur.

“Roche” firması tarafından üretilen sentetik karotenoyit, önce 60 °C sıcaklıktaki suda çözündürülmüş ve daha sonra toz yeme karıştırılarak iyice homojenize edilmiştir. Zeaksantin kaynağı olarak %5 zeaksantin içeren ve ticari ismi Carophyll-Yellow olan renklendirici kullanılmıştır.

Balıklar günde canlı ağırlıklarının %2’si üzerinden üç öğün yemlenmişlerdir. İki günde bir olmak üzere akvaryum sularının yaklaşık 3/4’ü tabandan sifonlanarak yem artıkları ve balık dışkıları ortamdan uzaklaştırılmıştır. Akvaryum odasına konulan bir termostatl radyatör soba ile su sıcaklıkları 22-23 °C de sabit tutulmuştur. Suların oksijenlendirilmesi, hava motorundan gelen merkezi havalandırmayla yapılmıştır.

Balıkların canlı ağırlık ve spektrofotometrik karotenoyit ölçümü, 15 günlük aralıklarla yapılmıştır. Bu amaçla deneme başlangıcında stok akvaryumundan alınan 8 adet balığın, deneme sonunda ise, her uygulama grubundan 3 adet balığın, iki paralelli olmak üzere spektrofotometrede renk analizleri yapılmıştır. Karotenoyitlerin ekstraksiyonu, Torrissen (1984)’nin, Amano ve ark. (1968)’nin ve Renstr ve ark. (1981)’den modifiye ettiği yöntemine göre yapılmıştır. Ekstraksiyon, olabildiğince karanlık ve serin bir ortamda gerçekleştirilmiştir. Derin dondurucudan çıkarılan balık örnekleri, çözöldükten sonra, önce derisi soyulmuş ve daha sonra 0,001 mg’a duyarlı dijital bir terazi ile tartılarak, 15 ml’lik deney tüplerine alınmıştır. Deney tüplerine 0,2-0,4 g arası susuz sodyum sülfat (NaSO₄) ve az miktarda da aseton katılmıştır. Doku örneği, cam bir baget ile iyice ezilmiş ve daha sonra tüp, 10 ml asetona tamamlanmıştır. Daha sonra, 200 ml’lik beherglasla homojenize edilen örnekten 200 mg tartılarak üzerine 50 ml aseton ilave edilmiştir. Cam çubuklarla 3-5 dakika karıştırıldıktan sonra bir süre daha bekletilerek, renklenen aseton 200 ml’lik erlene alınmıştır. Beherglas içerisindeki örneğe yine 50 ml aseton ilave edilerek cam çubukla karıştırma işlemi tekrarlanmıştır. Çözelti, daha sonra buzdolabında 4°C’ de iki gün bekletilmiştir. Daha sonra beher içerisindeki aseton biriktirme erlenine alınıp ve örnek üzerine 10 ml aseton ilave edilerek karıştırılmıştır. Deri örneği ile karıştırılan aseton renksiz kalıncaya kadar aseton ilave edilerek ekstraksiyon işlemine

devam edilmiştir. Biriktirme erlenine, ekstraksiyon sonucu toplanan renkli asetonun toplam hacmi dereceli kaptan ölçülerek, ekstraksiyon işlemi her örnek için iki paralel yapılmış ve yukarıda anlatılan işlemler iki paralel içinde uygulanmıştır. (Foss ve ark., 1984). Buzdolabından çıkarılan çözeltiler, 5 dakika, 5000 devirde santrifüj edilmiş ve spektrofotometrede okunmak üzere hazır duruma getirilmiştir. Bu işlemler esnasında deney tüplerinin etrafı alüminyum folyolarla sarılarak çözeltilerde bulunan karotenoyitlerin ışıktan zarar görmesi engellenmiştir.

Örneklerin okunmasında, kontrol çözelti olarak aseton kullanılmıştır. Deney çözeltilerinin spektrofotometrede maksimum absorpsiyonları veren dalga boyu, 475 nm olarak belirlenmiştir. Diğer araştırmacılar da buna yakın dalga boylarında okuma yapmışlardır (Foss ve ark., 1984, 470-475 nm'de; Torrissen, 1984, 476 nm'de; Storebakken ve ark., 1987, 473 nm'de; Iwamoto ve ark., 1990, 480 nm'de). Balık derisindeki toplam karotenoyit miktarının hesaplanmasında zeaksantin asetonda %1'lik çözeltisinin, 474 nm'de, 1 cm'lik küvetteki teorik ekstraksiyonu (molar absorpsiyon katsayısı) 1900 olarak alınmıştır (Foss ve ark., 1984; Yanar ve ark., 1997; Ergün ve Erdem, 2000). Kadife çiçeğinin de içerdiği karotenoyit miktarının hesaplanması amacıyla, ekstraksiyonu yapılmıştır. Kadife çiçeğinin ekstraksiyonunun, deriden alınan ekstraksiyondan tek farkı kadife çiçeğinin kurutulmuş halde olmasından ve çok az miktarda su içermesinden dolayı, analiz işlemleri esnasında susuz sodyum sülfat (NaSO_4) katılmamış olmasıdır. Kadife çiçeğinin total karotenoyit miktarının hesaplanmasında, ekstinksiyon katsayısı 2400 olarak alınmıştır. Yapılan bu ekstraksiyon sonucunda kadife çiçeğinde total karotenoyit miktarı, 5000 mg/kg olarak bulunmuştur. Buna göre %2, %3, %5, %7 ve %10 kadife çiçeği katkılı olarak oluşturulan diyet grupları sırasıyla 100, 150, 250, 350 ve 500 mg/kg karotenoyit içermektedir.

Denemeye ait araştırma verileri, "Varyans Analizi" ve "Duncan Çoklu" karşılaştırma testinde %5 önem seviyesine göre değerlendirilmiştir. Söz konusu istatistiksel analizler SPSS paket programında yapılmıştır.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

4.1. Araştırma Bulguları

4.1.1. Su Sıcaklığı ve Oksijen Değerleri

Deneme gruplarının gözlem dönemlerine ait su sıcaklık değerleri 22-23 °C arasında değişmiştir. Oksijen değerleri ise, 6,5-7,2 mg/l arasında değişmiştir. Bu değerlerden de anlaşıldığı gibi, tüm gözlem dönemlerinde, su sıcaklıkları ve oksijen miktarları Japon balıklarının gelişmesi için uygun koşullardır (Weigent ve ark., 1988).

4.1.2. Ağırlıkça Büyüme

Deneme gruplarının gözlem dönemlerindeki canlı ağırlık ortalamaları ve Duncan Test sonuçları Çizelge 4.1.'de ve bununla ilgili gelişim histogramı ise Şekil 4.1.'de verilmiştir. Deneme başlangıcında deneme gruplarının canlı ağırlık ortalamaları; 8,05 g (%10 Kadife Çiçeği) ile 8,63 g (%2 Kadife Çiçeği) arasında bulunmuştur. Denemenin 15. gününde deneme gruplarının canlı ağırlık ortalamaları 8,30 g (%5 Kadife Çiçeği) ile 9,04 g (%2 Kadife Çiçeği) arasında değişmiş olup, gruplar arasında istatistiki açıdan bir fark bulunmamıştır ($P>0,05$). Denemenin 30. gününde deneme gruplarının canlı ağırlık ortalamaları 8,73 g (%10 Kadife Çiçeği) ile 9,45 g (Kontrol) arasında değişim göstermiştir. Denemenin 15. gününün aksine 30. günde gruplar arası fark canlı ağırlık bakımından önemli bulunmuştur ($P<0,05$). Bu gözlem döneminde en yüksek canlı ağırlık ortalamaları; Kontrol (9,45 g), Sentetik Zeaksantin (9,41 g), %3 Kadife Çiçeği (9,24 g) gruplarında görülürken bunları sırasıyla %2 Kadife Çiçeği (9,18g), %7 Kadife Çiçeği (9,09 g), %5 Kadife Çiçeği (8,90 g) ve %10 Kadife Çiçeği (8,73 g) grupları takip etmiştir. Denemenin 45. gününde deneme gruplarının canlı ağırlık ortalamaları 9,11 g (%10 Kadife Çiçeği) ile 9,68 g (Kontrol) arasında değişim göstermiştir. Denemenin bu döneminde de gruplar arası fark, canlı ağırlık açısından önemli bulunmuştur ($P<0,05$). Denemenin bu

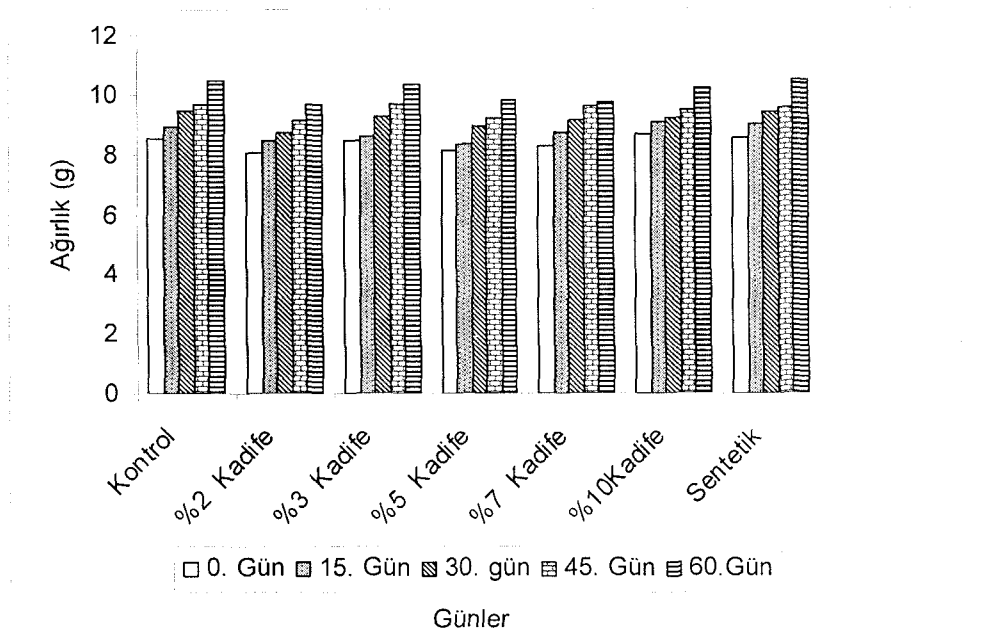
döneminde en yüksek canlı ağırlık ortalamaları Kontrol (9,68 g), %3 Kadife Çiçeği (9,63 g) ve %7 Kadife Çiçeği (9,58 g) gruplarında görülmüş ve bunları sırasıyla Sentetik Zeaksantin (9,55 g), %2 Kadife Çiçeği (9,47 g), %5 Kadife Çiçeği (9,17 g) ve son olarak %10 Kadife Çiçeği (9,11 g) grupları izlemiştir. Denemenin 60. gününde ise deneme gruplarındaki canlı ağırlık ortalamaları 10,49g (Sentetik Zeaksantin) ile 9,67 g (%10 Kadife Çiçeği) arasında değişim göstermiştir. Denemenin 45.gününe benzer biçimde denemenin 60. gününde de gruplar arası fark, canlı ağırlık bakımından önemli bulunmuştur ($P<0,05$). Bu gözlem döneminde en yüksek canlı ağırlık ortalamaları; Sentetik Zeaksantin (10,49 g), Kontrol (10,47 g) ve %3 Kadife Çiçeği (10,31 g) gruplarında saptanmış olup bu grupları sırasıyla, %2 Kadife Çiçeği (10,22 g), %5 Kadife Çiçeği (9,81 g), %7 Kadife Çiçeği (9,75 g) ve %10 Kadife Çiçeği (9,67 g) grupları izlemiştir.

Çizelge 4.1. Deneme Gruplarının Gözlem Dönemleri Canlı Ağırlık Ortalamaları

Deneme Grupları	Gözlem Dönemlerine Ait Canlı Ağırlık Ortalamaları (g) $\pm$ SS*				
	0. Gün	15. Gün	30. Gün	45. Gün	60. Gün
Kontrol	8,51 $\pm$ 0,34 ^a	8,91 $\pm$ 0,39 ^a	9,45 $\pm$ 0,02 ^a	9,68 $\pm$ 0,14 ^a	10,47 $\pm$ 0,01 ^a
Kadife %2	8,63 $\pm$ 0,45 ^a	9,04 $\pm$ 0,39 ^a	9,18 $\pm$ 0,13 ^{ab}	9,47 $\pm$ 0,17 ^{ab}	10,22 $\pm$ 0,04 ^a
Kadife %3	8,45 $\pm$ 0,45 ^a	8,61 $\pm$ 0,46 ^a	9,24 $\pm$ 0,38 ^{ab}	9,63 $\pm$ 0,02 ^a	10,31 $\pm$ 0,13 ^a
Kadife %5	8,11 $\pm$ 0,31 ^a	8,30 $\pm$ 0,31 ^a	8,90 $\pm$ 0,34 ^{ab}	9,17 $\pm$ 0,22 ^{ab}	9,81 $\pm$ 0,14 ^b
Kadife %7	8,24 $\pm$ 0,42 ^a	8,73 $\pm$ 0,46 ^a	9,09 $\pm$ 0,17 ^{ab}	9,58 $\pm$ 0,17 ^{ab}	9,75 $\pm$ 0,05 ^b
Kadife %10	8,05 $\pm$ 0,41 ^a	8,42 $\pm$ 0,40 ^a	8,73 $\pm$ 0,12 ^b	9,11 $\pm$ 0,20 ^b	9,67 $\pm$ 0,16 ^b
Sentetik Zeaksantin	8,53 $\pm$ 0,42 ^a	8,97 $\pm$ 0,52 ^a	9,41 $\pm$ 0,13 ^{ab}	9,55 $\pm$ 0,02 ^{ab}	10,49 $\pm$ 0,07 ^a

Her sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiki olarak farklıdır.

*Standart Sapma



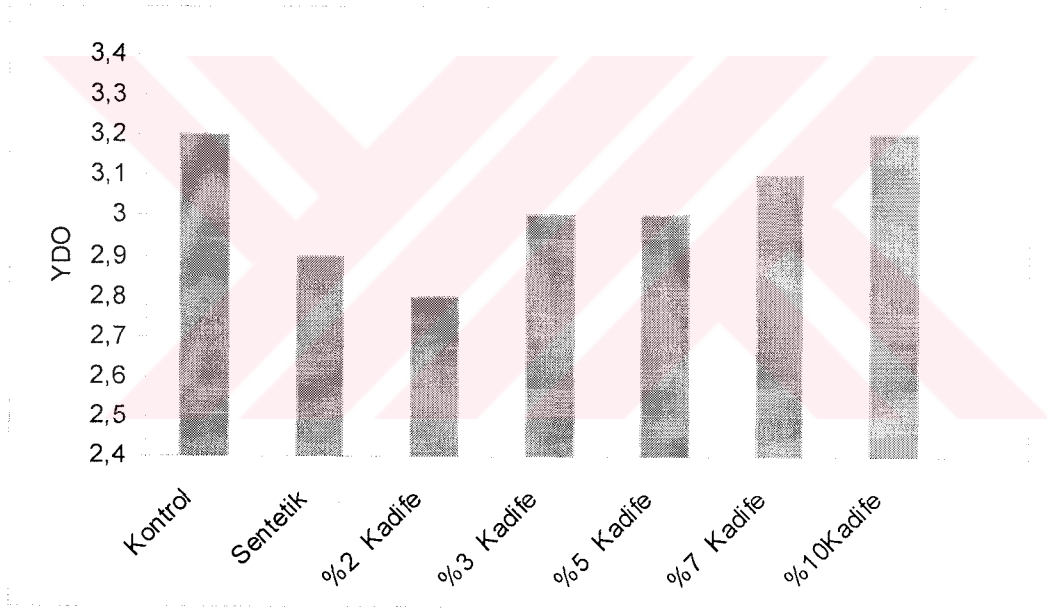
Şekil 4.1.Deneme Gruplarının Gözlem Dönemleri Canlı Ağırlık Gelişim Histogramı

4.1.3. Yem Dönüşüm Oranı (YDO)

Deneme gruplarının araştırma döneminin sonuna ait yem dönüşüm oranları Çizelge 4.2.'de ve bununla ilgili gelişim histogramı ise Şekil 4.2.'de verilmiştir. Çizelgede de görüldüğü gibi; gözlem dönemi sonunda deneme gruplarının yem dönüşüm oranları, 2,8 (%2 Kadife Çiçeği) ile 3,2 (Kontrol ve %10 Kadife Çiçeği) arasında değişim göstermiştir. Gözlem dönemi sonunda hesaplanan YDO'lar dikkate alındığında, en iyi ortalamalar %2 Kadife Çiçeği (2,8) ve Sentetik Zeaksantin (2,9) gruplarından elde edilirken, bu grupları sırasıyla %3 Kadife Çiçeği (3,0) ve %5 Kadife Çiçeği (3,0), %7 Kadife Çiçeği (3,1), %10 Kadife Çiçeği (3,2) ve Kontrol (3,2) grupları takip etmiştir.

Çizelge 4.2. Deneme Sonu Yem Dönüşüm Oranları

Deneme Grupları	Yem Dönüşüm Oranı
Kontrol	3,2
Sentetik Zeaksantin	2,9
Kadife Çiçeği %2	2,8
Kadife Çiçeği %3	3,0
Kadife Çiçeği %5	3,0
Kadife Çiçeği %7	3,1
Kadife Çiçeği %10	3,2



Şekil 4.2. Diyet Gruplarının Deneme Sonu Yem Dönüşüm Oranları Gelişim Histogramı

4.1.4. Pigmentasyon

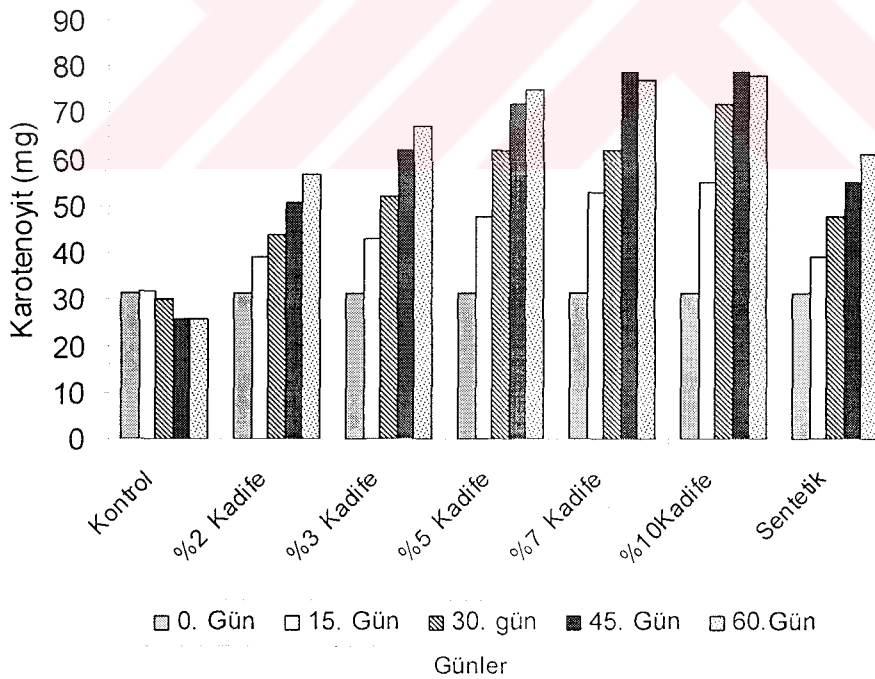
Deneme gruplarının gözlem dönemlerine ait spektrofotometrik yöntemle deri dokusunda belirlenen toplam karotenoyit madde miktarları Çizelge 4.3.'de, bununla ilgili gelişim histogramı ise Şekil 4.3.'de gösterilmiştir. Tüm gözlem dönemlerinde deride karotenoyit birikimi bakımından deneme grupları farklı bulunmuştur ($P<0,05$). Deneme gruplarının başlangıç karotenoyit madde miktarı $31,23\pm1,74$ mg olarak belirlenmiştir. Denemenin 15. gününde deneme grupları arasındaki karotenoyit birikimi 55,25 mg (%10 Kadife Çiçeği) ile 29,97 mg (Kontrol) arasında değişim göstermiştir. Bu dönemde en yüksek karotenoyit birikimi %10 Kadife Çiçeği (55,25 mg) ve %7 Kadife Çiçeği (53,03 mg) gruplarında saptanırken bu grupları sırasıyla, %5 Kadife Çiçeği (48,46 mg), %3 Kadife Çiçeği (42,87 mg), %2 Kadife Çiçeği (39,20 mg), Sentetik Zeaksantin (38,94mg) ve Kontrol (32,08 mg) grupları izlemiştir ($P<0,05$). Denemenin 30. gününde, 15. gün gözlem dönemine benzer bir sıralama görülmüştür. Bu gözlem döneminde en yüksek karotenoyit birikimi %10 Kadife Çiçeği (71,88 mg) ve %7 Kadife Çiçeği (62,20 mg) gruplarında görülürken bunları sırasıyla %5 Kadife Çiçeği (61,95 mg), %3 Kadife Çiçeği (52,11 mg), Sentetik Zeaksantin (47,94 mg), %2 Kadife Çiçeği (44,39 mg) ve Kontrol (29,97 mg) grupları izlemiştir ($P<0,05$). Denemenin 45. gününde ise deneme grupları arasında 30. güne benzer bir sıralama saptanmıştır. Bu gözlem döneminde en yüksek karotenoyit birikimi %7 Kadife Çiçeği (79,25 mg) ve %10 Kadife Çiçeği (78,50 mg) gruplarında görülürken bunları sırasıyla %5 Kadife Çiçeği (72,11 mg), %3 Kadife Çiçeği (61,55 mg), Sentetik Zeaksantin (54,94 mg), %2 Kadife Çiçeği (51,45 mg) ve Kontrol (26,06 mg) grupları izlemiştir ($P<0,05$). Son gözlem dönemi olan 60. günde deneme grupları arasında en yüksek karotenoyit birikimi %10 Kadife Çiçeği (78,43 mg) ve %7 Kadife Çiçeği (77,06 mg) gruplarında görülürken bunları sırasıyla %5 Kadife Çiçeği (75,35 mg), %3 Kadife Çiçeği (66,62 mg), Sentetik Zeaksantin (60,74 mg), %2 Kadife Çiçeği (56,90 mg) ve Kontrol (25,53 mg) grupları izlemiştir ($P<0,05$).

Çizelge 4.3. Deneme Gruplarının Gözlem Dönemlerinde Balık Derisindeki Karotenoyit Miktarları (mg/kg)

Deneme Grupları	Gözlem Dönemlerine ait Karotenoyit Madde Miktarları (mg/kg)± SS*				
	0. Gün	15. Gün	30. Gün	45. Gün	60. Gün
Kontrol	31.23±1.74 ^a	32.08±1.61 ^a	29.97±1.67 ^a	26.06±1.55 ^a	25.53±1.78 ^a
Kadife %2	31.23±1.74 ^a	39.20±2.25 ^{ab}	44.39±1.04 ^b	51.45±3.15 ^b	56.90±4.07 ^b
Kadife %3	31.23±1.74 ^a	42.87±0.60 ^{bc}	52.11±1.66 ^c	61.55±3.16 ^c	66.62±0.84 ^{bc}
Kadife %5	31.23±1.74 ^a	48.46±1.90 ^{cd}	61.95±0.87 ^d	72.11±3.18 ^d	75.35±7.26 ^c
Kadife %7	31.23±1.74 ^a	53.03±4.17 ^d	62.20±3.15 ^d	79.25±3.50 ^d	77.06±3.43 ^c
Kadife %10	31.23±1.74 ^a	55.25±0.54 ^d	71.88±1.54 ^e	78.50±1.08 ^d	78.43±5.37 ^c
Sentetik Zeaksantin	31.23±1.74 ^a	38.94±2.93 ^{ab}	47.94±3.07 ^{bc}	54.94±2.51 ^{bc}	60.74±4.25 ^b

Her sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiki olarak farklıdır.

*Standart Sapma



Şekil 4.3. Deneme Gruplarının Gözlem Dönemlerinde Balık Derisindeki Karotenoyit Miktarlarının Değişim Histogramı (mg/kg)

4.2. Tartışma

4.2.1. Ağırlıkça Büyüme

Denemenin 15. gününde gruplar arasındaki canlı ağırlık ortalamaları 8,30 g (%5 Kadife Çiçeği) ile 9,04 g (%2 Kadife Çiçeği) arasında değişim gösterirken gruplar arasındaki fark benzer bulunmuştur ($P>0,05$). Denemenin 30. gününde canlı ağırlık ortalamaları 8,73 g (%10 Kadife Çiçeği) ile 9,45 g (Kontrol) arasında değişim göstermiştir. Denemenin 15. gününün aksine denemenin 30.gününde canlı ağırlık ortalamaları açısından deneme grupları arasındaki fark önemli bulunmuştur ($P<0,05$). Bu gözlem döneminde en fazla canlı ağırlık artışı kontrol ve sentetik zeaksantin gruplarında görülürken bu grupları benzer şekilde ağırlık artışı gösteren %3 kadife çiçeği ve %2 kadife çiçeği grupları izlemiştir. Denemenin 45. gününde deneme gruplarının canlı ağırlık ortalamaları 9,11 g (%10 kadife çiçeği) ile 9,68 g (kontrol) arasında değişim göstermiştir. Denemenin bu döneminde de gruplar arası fark, canlı ağırlık bakımından önemli bulunmuştur ($P<0,05$). Denemenin bu döneminde en yüksek canlı ağırlık kazancı kontrol ve %3 kadife çiçeği gruplarında saptanmıştır. Denemenin 60. gününde ise gruplar arası canlı ağırlık ortalamaları 10,49 g (Sentetik zeaksantin) ile 9,67 g (%10 kadife çiçeği) arasında değişim göstermiştir. Bu dönemde de deneme grupları arasındaki fark canlı ağırlık açısından önemli bulunmuştur ($P<0,05$). Bu gözlem döneminde en yüksek canlı ağırlık ortalamaları sentetik zeaksantin ve kontrol gruplarında gözlenmiştir.

Bu çalışmada öncelikli amaç rasyona katılan karotenoyit kaynaklarının Japon balığının pigmentasyonu üzerindeki etkilerini araştırmak olsa da, bu kaynakların büyümedeki olumlu veya olumsuz etkilerinin araştırılması yem girdileri açısından önem arz etmektedir. Özellikle de diyetlerine yüksek oranlarda bitkisel kökenli karotenoyit kaynakları katılan diyet gruplarının, balıklarda canlı ağırlık artışını olumsuz yönde etkilemesi dikkat çekici bir durumdur.

Sentetik karotenoyitlerin, balıklarda büyüme ve gelişme üzerindeki olumlu veya olumsuz etkisi henüz tamamen aydınlığa kavuşmamıştır. Bu konudaki bilgiler de oldukça yetersiz kalmaktadır (Torrissen ve ark., 1989). Bu konuda farklı açıklamalar yapılmıştır. Bazı araştırmacılar (Gross ve Budowski, 1966; Tacon, 1981;

Craik, 1985), karotenoyitlerin sucul organizmaların yavru dönemlerinde önemli biyolojik etkilerinin olduğunu bildirmişlerdir. Torrissen (1984), sentetik astaksantin ve kantaksantin, alabalıklarda erken beslenme dönemlerinde balıkta yaşama oranını ve büyümeyi arttırdığını, Chien ve Jeng (1992), karotenoyitlerin aynı etkileri karides (*Penaeus japonicus*) üzerinde de gösterdiğini, Yanar ve ark. (1997), yaptıkları bir çalışmada, gökkuşuğu alabalığı'nda astaksantin ve kırmızı biberin, kontrol grubuna göre büyümeyi arttırdığı izlenimini verdiğini, ancak aradaki farkın istatistiki olarak önemsiz olduğunu bildirmişlerdir. Karotenoyitlerin bu olumlu etkileri, özellikle astaksantin ve kantaksantin β -karoten aracılığı ile A₁ ve A₂ vitaminlerine dönüştürülmesine bağlanmaktadır (Tacon, 1981; Craik, 1985). Yukarıda adı geçen araştırmacıların genel görüşü, karotenoyitlerin sucul organizmalar üzerindeki bu etkilerini, sucul canlıların erken dönemlerinde gösterdikleri doğrultusundadır.

Denemede yüksek oranda bitkisel kökenli karotenoyit katkılı yemlerle beslenen balıklarda büyümenin kısmen yavaşladığı saptanmış olup, konuyla ilgili çalışmalardan,; Yanar ve ark. (1997), %5 oranında kırmızı biber katılan yemlerle beslenen alabalıklarda, ağırlık kazancı bakımından farklı bir etkiye rastlanmadığı belirtilmiştir. Ergün ve Erdem (2000) ise, alabalıklarda %3 oranında kırmızı biberin canlı ağırlık kazancını etkilemezken, %6 oranında kırmızı biberin düşürdüğünü açıklamışlardır. Bu durumun ise diyetlere yüksek oranda kırmızı biber katılmasının rasyonun selüloz oranını yükseltmesine ve buna bağlı olarak da ağırlık kazancı bakımından bu grupta düşüşün olabileceği sonucuna varılmıştır. Yapılan diğer bir çalışmada ise, japon balıkları %5, %10, %15, %25 ve %40 oranında yonca (*Medicago sativa*) bitkisi içeren yemlerle beslenmiş ve deneme sonunda yonca bitkisinin özellikle yüksek dozlarının canlı ağırlık üzerine olumlu bir etkisinin bulunmadığı, hatta büyümeyi yavaşlattığı bildirilmiştir (Yanar ve ark. yayınlanmamış).

Yapılan bir çalışmada tilapianın pigmentasyonunda diyetle %5 oranında Kadife Çiçeği katılmış ve deneme sonunda ağırlık kazancı kontrol grubu ile benzer olarak bulunmuştur (Boonyaratpalin ve Unprasert, 1989). Yapılan bu yüksek lisans tez çalışmasında ise %5, %7 ve %10 Kadife Çiçeği katkılı diyet grupları ağırlık kazancı bakımından, kontrol grubuna göre düşük bulunmuştur. Her ne kadar bu

araştırmada farklı balık türü kullanılsa da Kadife Çiçeği'nin balıklarda canlı ağırlık kazancı hakkında fikir vermesi bakımından önemlidir.

Balıkların besin madde gereksinimlerini karşılamada pahalı ve sınırlı olan hayvansal besin maddelerinin kullanılması yerine, bitkisel kökenli alternatif protein kaynakları kullanımı giderek yaygınlaşmaktadır. Ancak bitkisel kökenli alternatif protein kaynaklarının çoğunun balıklar için yem alımını caydırıcı maddeler de içerdiği bilinmektedir (Rosenthal ve ark., 1979; Beklevik ve Polat, 2001). Bitkisel proteinlerin balık ununa nazaran daha düşük besin değerine sahip olmalarının nedenleri ayrıntılı bir biçimde araştırılmamış olmasına rağmen çeşitli varsayımlar öne sürülmüştür. Bunlar, anti besinsel etmenler ve toksik maddelerin varlığı, amino asit, enerji ve mineraller gibi temel besin maddelerinin dengesizliği, yüksek miktarda lif ve karbonhidrat bulunması, yemin lezzetinde bozulma ve özellikle de sudaki stabilizesi olmak üzere pelet kalitesinin azalması olarak da gösterilmektedir (Lim, 1989). Bitkisel kökenli besin maddelerinde bulunan bu anti besinsel faktörler, kendisi veya metabolik ürünler vasıtasıyla, yemler üzerinde bulunan besin maddelerinin kullanımını azaltan, balık sağlığını ve buna paralel olarak balık üretimini etkileyen etmenlerdir (Makkar, 1993; Francis ve ark., 2001'den). Bitkisel kökenli besin maddelerinde bulunan bu maddelerin sindirilememesinin en önemli nedenlerinden biri de ham selülozdur. Ham selüloz miktarının artması, sindirimin azalması anlamına gelmektedir. Çünkü balıklarda selülozu sindiren etkili bir enzim (selülaz) yoktur (Sarı ve Çakmak, 1996). Balıklarda sindirimin şekli türden türe değiştiği halde, sindirimde rol alan enzimler pek değişmez. Ancak enzim aktivitelerinde geniş sınırlar içinde değişimler görülmektedir. Bununla birlikte sindirim salgıları (başlıca HCl ve pepsinojen) balık türleri arasında değişim gösterir (Çetinkaya, 1995). Yemdeki selüloz oranı fazla ise aynı zamanda proteinin değerlendirilmesini de kötü etkiler. Bu nedenle yüksek selüloz oranı yem değerlendirme yönünden sakıncalıdır (Çelikkale, 1988).

Yapılan bu çalışma sonucunda, Kadife Çiçeği'nin yüksek dozlarının, yukarıda belirtilen etmenlere bağlı olarak büyümeyi düşürmüş olabileceği söylenebilir. Kadife çiçeği diyetlere az oranlarda katılmıştır. Buna rağmen kadife çiçeği grupları büyümeyi engellemektedir. Bunun nedeni ise kadife çiçeğinde

bulunan büyümeyi engelleyici faktörlerin yoğun bulunması ve yem yapım aşamasında belirlendiği gibi kadife çiçeği katkılı rasyonlardan hazırlanan peletlerin normal pelet yeme göre kalite bakımından düşük olmasına yorumlanmıştır.

4.2.2. Yem Değerlendirme ve Karotenoyit Kaynaklarının Yem Maliyetine Yansımaları

Uygulama gruplarının yem dönüşüm oranlarına bakıldığında (Çizelge 4.2.) gruplar arasında oldukça benzerlik görülmektedir. Bununla birlikte sentetik karotenoyit ve düşük dozda Kadife çiçeği içeren grupların yem değerlendirme oranlarının daha iyi olduğu gözlenmektedir. Gruplar arasındaki farklar çok azdır. Daha önceden de bilindiği üzere sentetik karotenoyitlerin balıklarda yem değerlendirme üzerinde farklı bir etki yapmadığı bildirilmiştir.

Balıklar için kullanılacak alternatif yem kaynaklarını değerlendirirken çok çeşitli ölçütler kullanılabilmektedir. Bu ölçütlerin arasında ise, yem kaynağının yem maliyetine yaptığı etkiler önde gelmektedir. Bu açıdan kullanılan karotenoyit kaynaklarının balıklar üzerindeki değişik etkileri araştırılırken, yem maliyetine yansımaları da değerlendirilmiştir (Çizelge.4.4, 4.5, 4.6)

Sentetik karotenoyitlerin, karotenoyit içeren doğal yem kaynaklarının ve denemede kullanılan karma yemin kg birim fiyatları USA \$ olarak verilmiştir.

Çizelge 4.4. Karotenoyit Kaynaklarının Maliyet Hesabı (1 kg Yem)

Diyet Grupları	Rasyona Katılan Karotenoyit Kaynağı Miktarı (g/kg)	Karotenoyit Fiyatı (kg) (\$)	Karotenoyit Maliyeti (\$)
%2 Kadife Çiçeği	20	3	0.060
%3 Kadife Çiçeği	30	3	0.090
%5 Kadife Çiçeği	50	3	0.150
%7 Kadife Çiçeği	70	3	0.210
%10 Kadife Çiçeği	100	3	0.300
Sentetik Zeaksantin* (100 mg/kg)	2	75	0.150
Kontrol	0	0	0

*Carophyll-Yellow, %5 oranında zeaksantin içermektedir

Çizelge 4.5. Karma Yem ve Balık Unu Maliyet Hesabı (1 kg Yem)

Diyet Grupları	Kullanılan Karma Yem Miktarı (g)	Karma Yemin kg Fiyatı (\$)	Karma Yem Tutarı (\$)	Kullanılan Balık Unu Miktarı (g)	Balık Unu kg Birim Fiyatı (\$)	Balık Unu Tutarı (\$)	Toplam Tutar (Balık Unu+ Karma Yem) (\$)
%2 Kadife Çiçeği	960	0.750	0.720	20	0.750	0.015	0.735
%3 Kadife Çiçeği	940	“	0.700	30	“	0.022	0.722
%5 Kadife Çiçeği	900	“	0.670	50	“	0.037	0.707
%7 Kadife Çiçeği	860	“	0.640	70	“	0.052	0.692
%10 Kadife Çiçeği	800	“	0.600	100	“	0.075	0.675
Sentetik Zeaksantin (100 mg/kg)	998	“	0.748	0	“	0	0.748
Kontrol	1000	“	0	0	“	0	----

Çizelge 4.6. Karotenoyit Kaynaklarının Yem Maliyetine Yansımaları (1 kg)

Diyet Grupları	Karotenoyit Maliyeti (\$)	Balık Unu+ Karma Yem Maliyeti (\$)	Toplam (\$)	Yem Maliyetine Yansım %
%2 Kadife Çiçeği	0.060	0.735	0.795	7.540
%3 Kadife Çiçeği	0.090	0.722	0.812	11.080
%5 Kadife Çiçeği	0.150	0.707	0.857	17.500
%7 Kadife Çiçeği	0.210	0.692	0.902	23.280
%10 Kadife Çiçeği	0.300	0.675	0.975	30.760
Sentetik Zeaksantin (100 mg/kg)	0.150	0.748	0.898	16.700
Kontrol	0	0.750	0.750	0

Yapılan hesaplamalar sonucunda diyetlere katılan %2, %3, %5, %7 ve %10 kadife çiçeği katkısı yem maliyetini sırasıyla %7.54, %11.08, %17.50, %23.28 ve %30.76 oranlarında arttırırken sentetik zeaksantin katkısı yem maliyetini %16.70 oranında arttırmaktadır. Bu durumda %10 kadife çiçeği katkısının yem maliyetine yansması (%30.76) diğer gruplara göre fazla görülmektedir. Denemeden elde edilen bulgular, %2 kadife çiçeği grubu dışında kalan diyet gruplarında yeterli renklenmenin 45. gözlem döneminde oluştuğunu göstermektedir. Ancak bu gözlem döneminde yüksek oranda kadife çiçeği içeren diyet gruplarında canlı ağırlık artışı kontrol grubuna göre düşük gerçekleşmiştir. Bu gruplarda canlı ağırlığın diğer gruplara göre düşük gerçekleşmesi, yeterli pigmentasyon sağlansa da ekonomik açıdan göz ardı edilemeyecek bir durumdur. Bu nedenle bu gözlem döneminde sentetik zeaksantine alternatif bir karotenoyit kaynağı bulunmamaktadır. 60. gözlem döneminde ise düşük oranda rasyonlara katılan kadife çiçeği gruplarında yeterli renklenme gerçekleşmiştir. Ayrıca bu gruplardaki canlı ağırlık artışı kontrol grubuyla benzer bulunmuştur. Sentetik zeaksantin grubunun ise 45. gözlem döneminde yeterli renklenmeyi sağladığı düşünülürse, 60. gözlem döneminde en uygun doz olarak, %5 ve %7 kadife çiçeği önerilebilir. Önerilen bu karotenoyit kaynaklarından %5 kadife çiçeği yem maliyetini %17.50 oranında arttırırken, %7 kadife çiçeği %23.28 oranında arttırmaktadır. Ekonomik açıdan bakıldığında bu iki dozdan %5 kadife çiçeği tercih edilebilir. Bu tercih tamamen kaynağın fiyatına bağlı olarak değişecektir.

4.2.3. Pigmentasyon

Deneme başlangıcında balıklarda ölçülen karotenoyit miktarı ortalama 31.23 mg/kg iken, gruplar arasında 15. günde 32.08 (kontrol) ile 55.25 (%10 kadife çiçeği), 30. günde 29.97 (kontrol) ile 71.88 (%10 kadife çiçeği), 45. günde ise 26.06 (kontrol) ile 79.25 (%7 kadife çiçeği) arasında değişim göstermiştir. 15, 30 ve 45. günlerde sentetik zeaksantin grubu diğer bütün diyet gruplarına göre karotenoyit birikimi bakımından önemli düzeyde düşük çıkmıştır ($P<0.05$).

Kontrol grubunda karotenoyit birikiminin sabit kaldığı veya çok az bir artış gösterdiği görülmektedir. Bunun nedeni, az miktarda da olsa yemdeki karotenoyitlerden kaynaklanan bir durumdur. Bunun yanı sıra, karotenoyit birikiminin balık büyüklüğüne paralel olarak artması şeklinde yorumlanabilir (Torrissen, 1989). Kontrol grubu dışında kalan diyet gruplarında ise, yemdeki karotenoyit miktarına ve deneme süresine bağlı olarak et dokuda çeşitli oranlarda karotenoyit saptanmıştır. Bu diyet gruplarında, balık etinde başlangıçta saptanan total karotenoyit miktarına göre giderek artan oranlarda bir artış olduğu, ancak 30 ve 45. gözlem dönemlerinde, yüksek karotenoyit içeren %7 ve %10 kadife çiçeği ve sentetik zeaksantin gruplarındaki artışın etteki karotenoyit birikiminin olasılıkla doyum noktasına yaklaşması nedeniyle hemen hemen sabit kaldığı görülmektedir.

Hata ve Hata (1971), japon balıklarını 30 gün boyunca, 100 mg/kg zeaksantin içeren diyetle beslemeleri sonucunda, deride biriken total karotenoyit miktarlarını yaklaşık 27 mg/kg olarak bulmuşlardır. Bu çalışmada ise balıkların 60 gün boyunca 100 mg/kg zeaksantin içeren diyetle beslenmeleri sonucunda deride biriken karotenoyit miktarı yaklaşık olarak 60 mg/kg olarak bulunmuştur. Bu değerin, diğer araştırma bulgusuna göre yüksek çıkması, karotenoyitin uygulama süresinin daha uzun olmasından kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir.

Japon balıklarında karotenoyit metabolizması, Hata ve Hata (1971) tarafından ayrıntılı olarak araştırılmıştır. Araştırmacılar göre, japon balıklarının en iyi absorbe ettiği karotenoyitler, sırasıyla, lütein, zeaksantin, astaksantin ve kantaksantindir. Japon balıkları bu değişik karotenoyitleri absorbe ettikten sonra onları oksidasyona uğratarak dokularında özellikle de deride astaksantin formunda biriktirmektedirler. Bu yüzden deride ölçümü yapılan total karotenoyitler, astaksantin veya ona benzer formdaki karotenoyitlerdir. Araştırmada balık derisinden ekstrakte edilen karotenoyitlerin maksimum absorbansını veren dalga boyu 475 nm olarak bulunmuştur. Bu değer ise astaksantin genelde pik yaptığı dalga boyudur ve araştırmacılar astaksantin maksimum absorbansını yaklaşık bu dalga boylarında okumuşlardır (Foss ve ark., 1984, 470-475 nm'de; Torrissen, 1984, 1986, 476 nm'de; Storebakken ve ark., 1987, 473 nm'de; Iwamoto ve ark., 1990, 480 nm'de). Japon balıklarının tercih ettikleri diyetlerindeki pigmentler, zeaksantin ve lütein gibi

ksantofil grubu karotenoyitlerdir. Bunların da maksimum absorbanları 450 nm'dir. Oysa balıkların derilerinden ekstrakte edilen karotenoyitler 475 nm'de pik yapmıştır. Japon balıklarının başta zeaksantin ve lütein olmak üzere değişik karotenoyitleri absorbe ettikleri ancak bu karotenoyitleri oksidasyona uğratarak bünyelerinde astaksantin formunda biriktirdikleri bilinmektedir. Yaptığımız bu çalışmada japon balıklarının değişik karotenoyitleri farklı miktarlarda absorbe ettikleri ve absorbe edilen bu karotenoyitlerin hepsinin dokularda (deride) astaksantin olarak depolandığı belirlenmiştir. Balık derilerinden ekstrakte edilen karotenoyitlerin yaklaşık 475 nm dalga boyunda pik yapmaları bu karotenoyitlerin astaksantin olduğunu göstermektedir.

Sonuç olarak bir balıkta hangi karotenoyit kaynaklarının tercih edileceği, karotenoyit kaynağının balığın renklenmesi üzerine etkisi, büyüme ve gelişmeye etkisi, yem çevrim oranı ve yem maliyetine yansımaları gibi faktörlere bağlı olarak değişmektedir. Bu faktörlerin ışığı altında sentetik karotenoyitlerden zeaksantin ve doğal yem kaynaklarından kadife çiçeğinin özellikle yüksek olmayan dozlarının önemli bir üstünlük sağladığı gözlenmiştir. Bununla birlikte doğal yem kaynaklarının kullanılabilirliği ve elde edilebilirliklerinin kolay olmasından dolayı tercih edilmeleri gerektiği söylenebilir. Çalışma, genel anlamda sofralık ve hobi amaçlı tüketimi etkileyen en önemli görsel etkenin, en sağlıklı ve en uygun maliyetle yetiştiricilere önerilebilmesi konusunda, doğal alternatif bir besin ve pigment kaynağının kullanımını teşvik edebilmesi yönünden değerli bulunmuştur.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Rasyonlara yüksek oranlarda bitkisel kökenli karotenoyit kaynağı katılması, canlı ağırlık ortalamalarında ve buna bağlı olarak da diğer büyüme parametrelerinde olumsuz sonuçlar ortaya çıkarmıştır. Rasyonlara katılan %10, %7 ve %5 kadife çiçeği ağırlıkça büyümeyi ve diğer büyüme parametrelerini düşürürken %2 ve %3 kadife çiçeği diyet gruplarında bu olumsuz etkiye rastlanılmamıştır. Büyüme bakımından bitkisel kökenli karotenoyit kaynağı katkılı gruplar ele alındığında, ilk sırayı %3 kadife çiçeği ile %2 kadife çiçeği grupları almaktadır.

Denemelerde diyet gruplarının canlı ağırlık ortalamaları ve ölüm oranı üzerine herhangi bir değişik etkiye rastlanılmamıştır.

Yemlere katılan bitkisel kökenli karotenoyit kaynakları yem dönüşüm oranlarını olumsuz yönde etkilemektedir. Bu olumsuzluğun nedenleri; antibesinsel faktörler, temel besin maddelerinin dengesizliği, yüksek miktarda lif içermesi, yemin lezzetinde bozulma ve pelet kalitesinin azalmasına yorumlanmıştır.

Deneme süresi boyunca sentetik zeaksantin grubundan elde edilen büyüme parametreleri kontrol grubuyla benzerlik göstermektedir.

Bitkisel kökenli besin maddelerinin ve karotenoyit kaynaklarının yüksek oranda japon balığı rasyonlarına katılması durumunda ortaya çıkan bu olumsuzlukların ortadan kaldırılması amacıyla diyetlerde hangi çeşit enzimlerin ve cezbedici maddeler kullanılması gerektiği yeterince araştırılarak aydınlatılmalı ve ortaya konmalıdır.

Denemede en iyi karotenoyit birikimini %10 kadife çiçeği grubu sağlamıştır. Kadife çiçeğinin yüksek dozlarının iyi karotenoyit birikimi sağlamasına rağmen balık büyümesi üzerinde olumsuz etkiler doğurmuştur. Gözlem dönemleri arasında karotenoyit birikimi artmıştır fakat son gözlem dönemlerinde bu artış yavaşlamıştır. Bunun nedeni ise dokudaki karotenoyit miktarının doyuma yaklaşması olarak yorumlanabilir.

Japon balıklarının pigmentasyonunda uygulama süresi çeşitli faktörlere bağlı olarak değişmektedir. Bu denemede 45. gözlem döneminden itibaren deri dokusunda karotenoyit birikimi artışının yavaşladığı gözlemlenmiştir. Bu noktadan sonra japon

balıklarına verilecek karotenoyit maddeleri ekonomik olarak kayıplara yol açacaktır. Bu açıdan yapılacak uygulama süresi ve dozların hesaplanmasında bu ayrıntılar göz önünde bulundurulmalıdır. Bu yüzden japon balıkları için kadife çiçeği ile pigmentasyonda yaklaşık 45 günlük bir uygulama yeterli olabilmektedir.

Karotenoyit kaynaklarının yem maliyetine yansımalarının hesaplanması sonucu %2 kadife çiçeği ve %3 kadife çiçeği grupları en az maliyeti getiren gruplar olmuştur. Bu grupların yeterli pigmentasyonu sağladığı ve ağırlık performansı bakımından kontrol grubuna göre farksız çıktığı düşünülürse, bu iki doz pigmentasyon amaçlı kullanım için önerilebilir. Kadife çiçeğinin yem maliyetine yansımaları diğer karotenoyit kaynaklarına göre çok daha az olmasının yanında kolay bulunabilirliği ve japon balıkları için ideal olan koyu sarı ve portakalımsı renklenme sağlaması, bu bitkisel karotenoyit kaynağının tercih edilmesi için geçerli gerekçelerdir.

Diyetlere yüksek oranlarda karotenoyit madde katılması balık dokularında daha kısa sürede istenilen renklenmeyi sağlamakta ancak karotenoyitlerin dokularda tutulma yüzdesini azaltmaktadır. Bu da yem maliyetini arttırmaktadır. Bu nedenle rasyonlara yüksek oranlarda karotenoyit madde katmak yerine düşük düzeylerde katarak uygulama süresini uzatmak ve ürünü pazara sunmadan belirli bir süre önce karotenoyit uygulamasının yapılması ekonomik açıdan fayda sağlayacaktır.

Günümüzde artan tüketici bilinci, kültürü yapılan ve evlerimizi süsleyen bu tür balıkların yapay ve pahalı maddeler yerine doğal besin maddelerinin ve daha önemlisi ülke ekonomimize az da olsa katkı sağlayacak yerli kaynakların kullanılmasını mecburi kılmaktadır. Bu sayede hem yerli üretim teşvik edilecek hem de dış alımlarla döviz kaybı olmayacaktır. Balık beslemede alternatif doğal besin kaynaklarının belirlenmesi ve kullanılması her geçen gün daha da önem kazanmaktadır. Bu yüzden bu tür çalışmalar daha yoğun bir şekilde yapılarak üreticiler bilgilendirilmeli ve bu çalışmalardan elde edilen bilgiler pratiğe yansıtılmalıdır.

KAYNAKLAR

- ANDERSON, J.S., SUNDERLAND, R., 2002. Effect of Extruder Moisture and Dryer Processing Temperature on Vitamine C and E and Astaxanthin Stability. *Aquaculture*, 207: 137-149.
- ATAY, D., KARAHAN, B., GÜLER, A.S., 1988. Gökkuşığı Alabalıklarında Pigmentasyonu Etkileyen Yem Kaynağı Üzerinde Bir Araştırma. *Akdeniz Üniversitesi, Su Ürünleri Müh. Dergisi*, 1: 6-46.
- BEKLEVİK, G., POLAT A., 2001. DL-Alanin ve Betain Katkılı Yemlerin Gökkuşığı Alabalığı (*O. mykiss* W.1792) Fingerlinklerinin Büyüme ve Vücut Besin Madde Bileşenlerine Etkileri. *Doğa Türk Vet. Hayv. Dergisi*, 25: 301-307.
- BOONYARATPALIN, M., UNPRASERT, N., 1989. Effects of Pigments from Different Sources on Colour and Growth of Red *Oreochromis niloticus*. *Aquaculture*, 79: 375-380.
- CHIEN, Y.H., JENG, S.C., 1992. Pigmentation of Kuruma Prawn, *Penaeus japonicus* Bate, by Various Pigment Sources and Levels and Feeding Regimes. *Aquaculture*, 102:333-346.
- CHOUBERT, G., BLANCH, J., 1985. Flesh Colour of Diploid and Triploid Rainbow Trout (*Salmo gairdneri*, Rich) Fed Cantaxanthin. *Aquaculture*, 47: 299-304.
- CHOUBERT, G., STOREBAKKEN, T., 1989. Dose Response to Astaxanthin and Cantaxanthin Pigmentation of Rainbow Trout (*O. mykiss*) Fed Various Dietary Carotenoid Concentration. *Aquaculture*, 47: 299-304.
- CHOUBERT, G., and HEINRICH, O., 1993. Carotenoid Pigments of the Green Alga (*Haematococcus pluvialis*): Assay on Rainbow Trout (*O. mykiss*) Pigmentation in Comparison with Synthetic Astaxanthin and Cantaxanthin. *Aquaculture*, 112: 217-226.
- CRAIK, J.C.A., 1985. Egg Quality and Pigment Content in Salmonid Fishes, *Aquaculture*, 69: 69-78.

- ÇELİKKALE, M.S., 1988. İçsu Balıkları ve Yetiştiriciliği Cilt II. Karadeniz Teknik Üniversitesi Basımevi. Trabzon.
- ÇETİNKAYA, O., 1995. Balık Besleme. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Matbaası, Ziraat Fakültesi, Yayın No:9, VAN, 237s.
- DELGADO-VARGAS, F., PEREDES-LOPEZ, O., 1997. Effects of Enzymatic Treatments on Carotenoid Extraction From Marigold Flowers (*Tagetes erecta*). Food Chemistry, 58: 255-258.
- DİLER, İ., HOŞSU, B., 1997. Gökkuşığı Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) Karma Yemlerinde Renk Maddeleri Kullanımı. Akdeniz Balıkçılık Kongresi, 9-11 Nisan, İZMİR, 241-251.
- ERGÜN, S., ERDEM, M., 2000. Doğal ve Sentetik Karotenoid Kaynaklarının Gökkuşığı Alabalıkları (*Oncorhynchus mykiss*)'nda Pigmentasyona Etkisi. Türk Veteriner ve Hayvancılık Dergisi, 24: 393-402.
- ERKEK, R., TALUĞ, A.M., 1990. Yumurta Tavuğu ve Kasaplık Piliç Karma Yemlerinde Renk Maddeleri Kullanımı. Yem Sanayii Dergisi, 66: 30.
- ERSOY, E., 1967. Pratik Kimya Kılavuzu, Ankara Üniversitesi Basımevi, Ankara, 37s.
- FOSS, P., STOREBAKKEN, T., SCHIEDT, K., LIANEN, J.S., AUSTRENGE, E., STREIFF, K., 1984. Carotenoids in Diets for Salmonids 1. Pigmentation of Rainbow Trout with the Individual Optical Isomers of Astaxanthin in Comparison with Cantaxanthin. Aquaculture, 41: 213-226.
- FRANCIS, G., MAKKAR, HARINDER, P.S., BECKER, KLAUS., 2001. Antinutritional Factors Present in Plant-Derived Alternate Fish Feed Ingredients and their Effects in Fish. Aquaculture, 199: 197-227.
- GEORGE, B.S., LAWRENCE, J.M., LAWRENCE, J.S., SMILEY, J., PLANK, P., 2001. Carotenoids in the Adult Diet Enhance Egg and Juvenile Production in the Sea Urchin (*Lytechinus varegatus*). Aquaculture, 199: 353-369.
- GOMEZ, R., GOUL, F.M., MACARULLA, J.M., 1978. Carotenoids from Marigold (*Tagetes erecta*) Petals and Their Esterified Fatty Acids. Revista Espanola de Fisiologia. 34 (3): 253-256.

- GROSS, J., BUDOWSKI, P., 1966. Conversion of Carotenoids into Vitamins A1 and A2 in Two Species of Fresh Water Fish. *Biochem.J.*, 101: 747-754.
- HARDY, R.W., TORRISSEN, O.J., SCOTT, T.M., 1990. Absorbtion and Distribution of 14-C Labeled Cantaxanthin in Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture*, 87: 331-340.
- HATA, M., HATA, M., 1971. Carotenoid Pigments in Goldfish-IV. Carotenoid Metabolism. *Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish.*, 38 (4), 331-340.
- HATA, M., HATA, M., 1973. Studies on Astaxanthin Formation in Some Freshwater Fishes. *Tohoku J. Agri. Res.*, 24 (4): 192-196.
- HADDEN, W.L., WATKINS, R.H., LEVY, L.V., REGALADO, E., RIVADENEIRA, D.M., VAN BREEMEN, R.B., SCHWARTZ, S.J., 1999. Carotenoid Composition of Marigold (*Tagetes erecta*) Flower Extract used as Nutritional Supplement. *Jour. of Agri.&Food Chem.* 47 (10): 4189-4194.
- HUANG, C.M., CHANG, S.L., CHENG, H.J., LIOA, I.C., 1988. Single Gene Inheritance of Red Body Coloration in Taiwanese in Tilapia. *Aquaculture*, 74: 227-232.
- IWAMATO, R.N., MYERS, J.M., HERSBERGER, W.K., 1990. Heritability and Genetic Correlations for Flesh Coloration in Pen-reared Coho Salmon. *Aquaculture*, 86: 181-190.
- LIM, C., 1989. Utilization of Plant Protein by Warmwater Fish. *Proceedings of the World Congress on Vegetable Protein Utilization in Human Foods and Animal Feedstuffs*. American Oil Chemists' Sociey, Illionis, 245-251.
- MC CALLUM, I.M., CHENG, K.M., MARCH, B.E., 1987. Carotenoid Pigmentation in Two Strains Chinook Salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*) and Their Crosses. *Aquaculture*, 979: 203-216.
- MORI, T., OKADA, S., YAMAGUCHI, K., KONOSU, S., YAMADA, Y., SATAKE, M., TOYODA, K., FUJITA, T., 1990. Pigmentation of Coho Salmon Cultured in Sea Net Pens with Antartic Krill and Littoral Mysid. *Nippon Suisan Gakkaishi: Formerly Bull. Japan Fish.* 56 (6), 935-939.
- NO, H.K., and STOREBAKKEN, T., 1991. Pigmentation of Rainbow Trout with Astaxanthin at Different Water Temperatures. *Aquaculture*, 97: 203-216.

- OHKUBO, M., TSUSHIMA, M., MAOKA, T., MATSUNO, T., 1999. Carotenoids and Their Metabolism in the Goldfish *Carassius auratus* (Hibuna). *Comp. Biochem. and Physi.*, 124: 333-340.
- POZO, R., LAVENTY, J., LOVE, R.M., 1988. The Role of Dietary α -tocopherol (Vitamine-E) in Stabilising the Cantaxanthin and Lipids of Rainbow Trout Muscle. *Aquaculture*, 73: 163-175.
- ROBB, D.H.F., KESTIN, S.C., WARRIS, P.D., 2000. Muscle Activity at Slaughter: I. Changes in Flesh Colour and Gaping in Rainbow Trout. *Aquaculture*, 182: 261-269.
- ROSENTHAL, R., TOYE, P.A., KORMAN, R.Z., ZAHLER, S.A., 1979. The Prophage of *Sp β c2dcitk₁*, A Defective Specialized Transducing Phage of *Bacillus subtilis*. *Genetics*, 92 (3): 721-739
- SARI, M., ÇAKMAK, M.N., 1996. Balık Besleme. Fırat Üniversitesi Basımevi. Elazığ, 270.
- SCHIETD, K., LEUENBERGER, F.J., VECCHI, M., GLINZ, E., 1985. Absorption, Retention and Metabolic Transformations of Carotenoids in Rainbow Trout, Salmon and Chicken. *Pure and Appl. Chem.* 57 (5): 685-692.
- SEGNER, H., AREND, P., POEPPINGHAUSEN, K.V., SCHMIDT, H., 1989. The Effect of Feeding Astaxanthin to *Oreochromis niloticus* and *Colisa labiosa* on the Histology of the Liver. *Aquaculture*, 79: 381-390.
- SOMMER, T.R., D'SOUZA, F.M.L., MORRISY, N.M., 1992. Pigmentation of Adult Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*), Using the Green Alga *Haematococcus pluviialis*. *Aquaculture*, 106: 63-74.
- SREEKALA, C., RAGHAVA, S.P.S., 2003. Exploitation of Heterosis for Carotenoid Content in African Marigold (*Tagetes erecta* L.) and its Correlation with Esterase Polymorphism. *Theor Appl. Genet.* 106: 717-776.
- STOREBAKKEN, T., FOSS, P., SCHIEDT, K., AUSTRENGE, E., LIADEN-JENSEN, S., MANZ, U., 1987. Carotenoids in Diets For Salmonids; IV. Pigmentation of Atlantic Salmon with Astaxanthin Dipalmitate and Cantaxanthin. *Aquaculture*, 65: 279-292.

- TACON, A.G.J., 1981. Speculative Review of Possible Carotenoid Function in Fish. Prog. Fish Cult., 43 (4): 205-208.
- TORRISSEN, O.J., 1984. Pigmentation of Salmonids: Effects of Carotenoids in Eggs and Start-Feeding Diet on Survival and Growth Rate. Aquaculture, 43: 185-193.
- TORRISSEN, O.J., NAEDVAL, G., 1984. Pigmentation of Salmonids; Genetical Variation in Carotenoid Deposition in Rainbow Trout. Aquaculture, 38: 59-66.
- TORRISSEN, O.J., 1986. Pigmentation of Salmonids: A Comparison of Astaxanthin and Cantaxanthin as Pigment Sources for Rainbow Trout. Aquaculture, 53: 271-278.
- TORRISSEN, O.J., NAEDVAL, G., 1988. Pigmentation of Salmonids; Variation in Flesh Carotenoids of Atlantic Salmon. Aquaculture, 68: 305-310.
- TORRISSEN, O.J., 1989. Pigmentation of Salmonids: Interactions of Astaxanthin and Cantaxanthin on Pigment Deposition in Rainbow Trout. Aquaculture, 79: 363-374.
- TORRISSEN, O.J., HARDY, R.W., SHEARER, K.D., 1989. Pigmentation of Salmonids: Carotenoids Deposition and Metabolism. Aquatic Sciences, 1: 209-225.
- TORRISSEN, O.J., 1989. Pigmentation of Salmonids: Interactions of Astaxanthin and Cantaxanthin on Pigment Deposition in Rainbow Trout. Aquaculture, 79: 363-374.
- TORRISSEN, O.J., CHRISTIANSEN, R., 1995. Requirements for Carotenoids in Fish Diets. J.Appl. Ichthyol. 11: 225-230.
- VALADON, L.R.G., ROSEMARY, S., 1967. Carotenoids of Certain Compositae Flowers. Phytochemistry, 6 (7): 983-988.
- VERNON-CARTER, E.J., PONCE-PALAFOX, J.T., PEDROZA-ISLAS, R., 1996. Pigmentation of Pacific White Shrimp (*Penaeus vannamei*) Using Aztec Marigold (*Tagetes erecta*) Extracts as the Carotenoid Source. Archivos Latinoamericanos de Nutricion. 46 (3): 243-246.

- WATHNE, E., BJERKENG, B., STOREBAKKEN, T., VASSVIK, V., ODLAND, A.B., 1998. Pigmentation of Atlantic Salmon (*Salmo salar*) Fed Astaxanthin in all Meals or in Alternating Meals. *Aquaculture*, 159: 217-231.
- WEIGENT, M.D., BUCHANAN, L.G., LOEWEN, J., HEWITT, C., 1988. Effects of Rearing Temperature on Development and Survival Embryonic and Larval Goldfish. *Aquaculture*, 71: 209-222.
- YAMADA, S., TANAKA, Y., SAMESHIMA, M., ITO, Y., 1990. Pigmentation of Prawn (*Penaeus japonicus*) with Carotenoids: 1. Effect of Dietary Astaxanthin, β -Carotene and Cantaxanthin on Pigmentation. *Aquaculture*, 87: 323-330.
- YANAR, M., 1996. Karotenoyit İçeren Doğal ve Sentetik Yem Kaynakları ile Balık Büyüklüğü ve Ortam Renginin Japon Balığı (*Carassius auratus*)'nda Pigmentasyon Üzerine Etkileri. Doktora Tezi. Ç.Ü. Fen Bilimleri Ens. Adana, 68s.
- YANAR, M., KUMLU, M., ÇELİK, M., YANAR, Y., TEKELİOĞLU, N., 1997. Pigmentation of Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*) with Carotenoids from Red Pepper. *The Israeli Journal of Aquaculture*, 49 (4): 193-198.
- ZORN, H., BREITHAUPT, D.E., TAKENBERG, M., SCHWACK, W., BERGER, R.G., 2003. Enzymatic Hydrolysis of Carotenoid Esters of Marigold Flowers (*Tagetes erecta* L.) and Red Paprika (*Capsicum annum* L.) by Commercial Lipases and *Pleurotus sapidus* Extracellular Lipase. *Enzyme and Microbial Technology*, 32: 623-628.

ÖZGEÇMİŞ

15.01.1979 tarihinde Şanlıurfa’da doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini bu şehirde tamamladı. 1996 yılında Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi’ni kazandı. 2000 yılında bu okuldan “Su Ürünleri Mühendisi” olarak mezun oldu. Aynı yıl Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Ana Bilim Dalı’nda Yüksek Lisans eğitimine başladı.

