

**BİTKİSEL KAYNAKLI  
KAROTENOİDLERİN  
(KIRMIZIBİBER, HAM HURMA YAĞI,  
HAVUÇ) JAPON BALIĞININ  
PİGMENTASYONU VE BÜYÜMESİ  
ÜZERİNE ETKİLERİ**

**Çetin YAĞCILAR**

**Doktora Tezi  
Zootekni Anabilim Dalı  
Danışman: Yrd. Doç. Dr. Cemal POLAT  
2012**

T.C.  
NAMIK KEMAL ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

DOKTORA TEZİ

BİTKİSEL KAYNAKLI KAROTENOİDLERİN (KIRMIZIBİBER, HAM HURMA YAĞI,  
HAVUÇ) JAPON BALIĞININ PİGMENTASYONU VE BÜYÜMESİ ÜZERİNE  
ETKİLERİ

Çetin YAĞCILAR

ZOOTEKNİ ANABİLİM DALI

DANIŞMAN: Yrd. Doç. Dr. Cemal POLAT

TEKİRDAĞ-2012

Her hakkı saklıdır

Yrd. Doç. Dr. Cemal POLAT danışmanlığında, Çetin YAĞCILAR tarafından hazırlanan bu çalışma aşağıdaki jüri tarafından Zootekni Anabilim Dalı'nda Doktora tezi olarak kabul edilmiştir.

Juri Başkanı : Yrd. Doç. Dr. Cemal POLAT (Danışman) *İmza :*

Üye : Doç. Dr. M. Levet ÖZDÜVEN *İmza :*

Üye : Doç. Dr. Hüseyin GÜHER *İmza :*

Üye : Yrd. Doç. Dr. Emel ÖZKAN *İmza :*

Üye : Yrd. Doç. Dr. Çiğdem GÜRSOY GAYGUSUZ *İmza :*

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu adına

Prof. Dr. Fatih KONUKCU  
**Enstitü Müdürü**

## ÖZET

Doktora Tezi

### BİTKİSEL KAYNAKLI KAROTENOİDLERİN (KIRMIZIBİBER, HAM HURMA YAĞI, HAVUÇ) JAPON BALIĞININ PİGMENTASYONU VE BÜYÜMESİ ÜZERİNE ETKİLERİ

ÇetinYAĞCILAR

Namık Kemal Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Zootehni Anabilim Dalı

Danışman : Yrd. Doç. Dr. Cemal POLAT

Bu çalışmada, Japon Balığının (*Carassius auratus*) rasyonlarına ilave edilebilecek sentetik renklendirici (astaxantin-zeaxantin) ve çeşitli bitkisel kaynaklı karotenoidlerin (Kırmızıbiber, Ham Hurma Yağı, Havuç) Japon balığının pigmentasyonu ve büyümeleri üzerine etkilerini araştırılmıştır. Bu amaçla, NKU Zootehni Anabilim Dalı Laboratuvarında kurulan çalışmada toplam boyları ortalama 4,91 cm, ortalama ağırlıkları 2.202 g ve ortalama karotenoid miktarları 22.104 µg/g olan 504 adet japon balıkları (*carassius auratus*) 110 litrelik 21 akvaryuma stoklanmıştır. Japon balıklarının 7 farklı yemleme rejimi uygulanarak beslenmeleri sonucunda elde edilen çeşitli büyüme parametreleri (Ortalama Canlı Ağırlık, Bireysel Canlı Ağırlık Artışı, Canlı Ağırlıkça Büyüme, Spesifik Büyüme Oranı, Yaşama Oranı ve Yem Değerlendirme Oranı) araştırma sonunda kullanılarak ilgili veriler diğer araştırma bulguları ile karşılaştırılmıştır. Deneme sonunda K0 grubunda 3,640 g, K1 grubunda 4,143 g, KB1 grubunda 3,720 g, KB2 grubunda 3,630 g, HHY1 grubunda 4,105 g, HHY2 grubunda 4,395 g, H grubunda 3,548 g ortalama canlı ağırlık ve karotenoid miktarları K0 grubunda 26,880 µg/g, K1 grubunda 40,840 µg/g, KB1 grubunda 33,760 µg/g, KB2 grubunda 37,080 µg/g, HHY1 grubunda 34,640 µg/g, HHY2 grubunda 39,740 µg/g ve H grubunda 30,187 µg/g olarak bulunmuştur. Araştırmamızda, pigmentasyon bakımından istatistiksel olarak K1 ile HHY2 ve KB1 ile HHY1 grupları arasında fark önemsiz bulunurken diğer gruplar H, K0, KB2 ile K1-HHY2 ve KB1-HHY1 arasındaki farklar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (p < 0,01).

**Anahtar kelimeler:** Japon Balığı, *Carassius auratus*, havuç, kırmızıbiber, ham hurma yağı, pigmentasyon

2012, 85 sayfa

## ABSTRACT

Ph.D. Thesis

PLANT-DERIVED CAROTENOIDS (RED PEPPER, CRUDE PALM OIL, CARROT) EFFECTS ON  
GROWTH AND PIGMENTATION OF GOLDFISH

Çetin YAĞCILAR

Namık Kemal University  
Graduate School of Natural and Applied Sciences  
Department of Zootechnics

Supervisor : Assist. Prof. Dr. Cemal POLAT

In this study, goldfish (*carassius auratus*) can be added to the rations of synthetic colorants (astaxanthin-zeaxanthin), various plant-derived carotenoids (red pepper, CPO and carrot) investigated the effects on growth and pigmentation of goldfish. For this purpose, established NKU Department of Animal Science Laboratory, stocked the average length of 4.91 cm, mean weight 2.202 g and the average amount of carotenoid 22.104 µg/g of 504 pieces of goldfish 110 liter in 21 aquarium. As a result of applying the feeding of goldfish obtained from seven different feeding regime, various growth parameters (average live weight, individual live weight gain, live weight growth, specific growth rate, survival rate and feed conversion ratio) using the data on the end of the research compared with other research findings. At the end of the experiment K0 3.640 g, K1 4.143 g, KB1 3.720 g, KB2 3.630 g, HHY1 4.105 g, HHY2 4.395 g, H 3.548 g average live weight and carotenoids amounts of K0 26.880 µg/g, K1 40.840 µg/g, KB1 33.760 µg/g, KB2 37.080 µg/g, HHY1 34.640 µg/g, HHY2 39.740 µg/g, H 30.187 µg/g respectively. In our research, in terms of pigmentation, with K1 statistically in significant difference between the groups of HHY1, HHY2 and KB1, but between the other groups with H, K0, K1-HHY2 with KB2 and KB1-HHY1 were statistically significant differences ( $p < 0,001$ ).

**Keywords :** Goldfish, *Carassius auratus*, plant-derived carotenoids, pigmentation

2012, 85 pages

## TEŞEKKÜR

Yüksek Lisans ve doktora öğrenimim süresince bilgi ve birikimleri ile her türlü desteği gördüğüm değerli hocam Yrd. Doç. Dr. Cemal POLAT' a,

Tezin tüm aşamalarında yardım, katkı ve yaptıkları katkılarından dolayı Doç. Dr. Levent ÖZDÜVEN ve Zootekni Anabilim dalındaki tüm hocalarıma,

Yaptıkları her türlü katkılarından dolayı Doç. Dr. Hüseyin GÜHER, Yrd. Doç. Dr. Çiğdem Gürsoy GAYGUSUZ ve Yrd. Doç. Dr. Emel ÖZKAN' a,

Yaptığı her türlü yardımlarından dolayı değerli arkadaşım Arş. Gör. Ahmet Refik ÖNAL' a,

Tüm aşamalarda yanımda olan aileme ve babama,

En içten teşekkürlerimi sunarım.

Çetin YAĞCILAR

## SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

<b><u>Birim</u></b>	<b><u>Simge</u></b>
Metre	M
Kilogram	Kg
Gram	G
Miligram	Mg
Mikrogram	$\mu\text{g}$
Sıcaklık	$^{\circ}\text{C}$
Litre	L
Yüzde konsantrasyon	%
Karbon	C
Nanometre	Nm
Mililitre	MI
Gıda Tarım Örgütü	FAO
Ham Hurma Yağı	CPO
Ham Hurma Yağı 1	HHY1
Ham Hurma Yağı 2	HHY2
Havuç	H
Kontrol grubu	K0
Kontrol grubu 1	K1
Kırmızı biber 1	KB1
Kırmızı biber 2	KB2
Canlı ağırlık	CA
Ortalama	X
Standart hata	SE
Yem değerlendirme oranı	FCR
Namık Kemal Üniversitesi Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu	NKU TBMYO

## İÇİNDEKİLER

ÖZET .....	i
ABSTRACT .....	İi
TEŞEKKÜR .....	İii
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ .....	İv
İÇİNDEKİLER .....	v
ŞEKİLLER DİZİNİ .....	Vii
ÇİZELGELER DİZİNİ .....	Viii
<b>1. GİRİŞ</b> .....	1
<b>2. KAYNAK ÖZETLERİ</b> .....	4
2.1. Genel Bilgiler .....	4
2.1.1. Japon balığının ( <i>Carassius auratus auratus</i> ) Sistematikte Yeri .....	5
2.1.2. Japon Balıklarında Yumurta Bırakma .....	6
2.2. Balıklarda Renk .....	7
2.3. Balıklarda Rengin Önemi ve Renk Uyumu .....	9
2.4. Karotenoidlerin Yapısı .....	10
2.5. Karotenoidlerin Fiziksel ve Kimyasal Yapısı .....	14
2.6. Karotenoidlerin Biyolojik Aktivitesi .....	14
2.7. Sentetik ve Doğal Karotenoid Kaynakları .....	16
2.7.1. $\beta$ -karoten .....	17
2.7.2. $\alpha$ -karoten .....	17
2.7.3. Likopen .....	17
2.7.4. Lutein ve Zeaksantin .....	18
2.8. Denemede Kullanılan Doğal Karotenoid Kaynakları .....	20
2.8.1. Kırmızıbiber .....	20
2.8.2. Ham Hurma Yağı (CPO) .....	21
2.8.3. Havuç .....	22
2.9. Literatürde Yapılan Çalışma Özetleri .....	24



<b>3. MATERYAL VE YÖNTEM</b> .....	30
3.1. Materyal .....	30
3.1.1. Araştırma Yeri .....	30
3.1.2. Balık Materyali .....	30
3.1.3. Araştırmada Kullanılan Ekipmanlar .....	30
3.1.4. Denemede Kullanılan Suyun Özellikleri .....	30
3.1.5. Yem Materyali .....	31
3.2. Yöntem .....	33
3.2.1. Deneme Planı .....	33
3.2.2. Yemleme .....	34
3.2.3. Karotenoid Bileşiklerin Spektrofotometrik Analizi .....	34
3.2.4. Balıkların Karotenoid Miktarlarını Belirlemek için Spektrofotometrik Analizi .....	36
3.2.5. Ağırlık Ölçümleri .....	36
3.2.6. Verilerin Değerlendirilmesi .....	37
3.2.7. Kimyasal Analizler .....	37
3.2.8. İstatiksel Analizler .....	38
<b>4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA</b> .....	39
4.1. Büyüme Parametrelerine İlişkin Bulgular .....	39
4.2. Suyun Fizikokimyasal Özelliklerine İlişkin Bulgular .....	56
4.3. Yemin Maliyetine İlişkin Bulgular .....	62
<b>5. SONUÇ VE ÖNERİLER</b> .....	63
<b>6. KAYNAKLAR</b> .....	65
EKLER .....	70
EK 1 Araştırma Sonunda Balıklardan Alınan Örnek Resimler .....	70
EK 2 Deneme İle İlgili Genel Görünümler .....	73
ÖZGEÇMİŞ .....	74

## ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1.1.1. Japon Balığı Genel Görünüşü .....	6
Şekil 2.4.1. Farklı Karotenoidlerin Yapısı .....	12
Şekil 2.7.1. Doğal Karotenoidler .....	16
Şekil 2.7.2. $\alpha$ -karoten, $\beta$ -karoten, Likopen, Lutein, Zeaksantin .....	19
Şekil 3.2.1.1. Araştırmaya Ait Deneme Planı .....	33
Şekil 4.1.1. Balıkların Ortalama Canlı Ağırlıkları .....	44
Şekil 4.1.2. Balıkların Toplam Bireysel Canlı Ağırlık Artışları .....	46
Şekil 4.1.3. Balıklarda Toplam Karotenoid Miktarı .....	49
Şekil 4.1.4. Deneme Sonunda Akavaryumlardaki Balık Sayısı .....	50
Şekil 4.1.5. Spesifik Büyüme Oranı .....	53
Şekil 4.1.6. Canlı Ağırlıkça Büyüme Oranı .....	54
Şekil 4.1.7. Yem Değerlendirme Oranı .....	55

## ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.4.1. Bazı Sebze ve Meyvelerin Farklı Karotenoid İçerikleri .....	13
Çizelge 2.6.1. Karotenoidlerin Biyolojik Aktiviteleri .....	14
Çizelge 2.6.2. Farklı Karotenoidlerin Besin Kaynakları, Fonksiyonları ve Etkileri ...	15
Çizelge 3.1.5.1. Gruplardaki Renk Madde Kaynağı, Toplam Pigment Miktarları ve Kullanım Oranları .....	31
Çizelge 3.1.5.2. Gruplara göre Yem Kaynaklarının Besin Madde İçerikleri ....	32
Çizelge 3.2.3.1. Yem Ham Maddelerinin Karotenoid Tayini .....	35
Çizelge 4.1.1.A. 0. Gün – 20. Gün – 40. Gün – 60. Gün – 80. Gün – 100.Günde Farklı Yemlere İlişkin Tanımlayıcı İstatistikler ...	40
Çizelge 4.1.1.B. 0. Gün – 20. Gün – 40. Gün – 60. Gün – 80. Gün – 100.Günde Farklı Yemlere İlişkin Tanımlayıcı İstatistikler ...	41
Çizelge 4.1.2. Balıkların Ortalama Canlı Ağırlıkları .....	42
Çizelge 4.1.3. Bireysel Canlı Ağırlık Artışı .....	45
Çizelge 4.1.4. Sıcaklık ile Canlı Ağırlık Arasındaki İlişki .....	45
Çizelge 4.1.5. 0. Gün – 100. Gündeki Balıkların Tanıtıcı İstatistiki Değerleri ..	47
Çizelge 4.1.6. Balıklardaki Toplam Karotenoid Miktarları .....	48
Çizelge 4.1.7. Yaşama Oranları .....	51
Çizelge 4.1.8. Spesifik Büyüme Oranı .....	52
Çizelge 4.1.9. Canlı Ağırlıkça Büyüme Oranı .....	54
Çizelge 4.1.10. Yem Değerlendirme Oranı .....	55
Çizelge 4.2.1. Kullanılan Suyun Fizikokimyasal Özellikleri .....	57
Çizelge 4.3.1. Yemlerin Maliyetine İlişkin Bulgular .....	62

## 1. GİRİŞ

Akvaryum konusuna genelde bir hobi olarak bakılsa da aslında su ürünleri yetiştiriciliği açısından önemli bir sektör durumundadır. Gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde su ürünleri yetiştiriciliği içerisinde akvaryum balıkları yetiştiriciliğinin ticari açıdan önemli bir yeri mevcuttur. Bunun yanında ekonomik açıdan güçlü olmayan pek çok tropik bölge ülkelerinde (Tanzanya, Malavi, Mozambik) yerli halk akvaryum balıklarını doğadan yakalayarak ya da yetiştirerek dış ülkelere pazarlayıp ailesinin geçimini sağlamakta ve ülke ekonomisine katkıda bulunmaktadır (www.world-geography.org 2010).

Dünyada özellikle gelişmiş ülkelerde oldukça fazla sayıda akvaryum meraklısının var olduğu bilinen bir konudur. Örneğin, ABD` lerinde tatlı su akvaryumu bulduranların sayısı 9,2 milyon, deniz akvaryumu bulduranların sayısı ise 730000 olarak bildirilmektedir. İngiltere` de ise 2003 yılında toplam 562500 adet akvaryumun satıldığı bildirilmiştir. Sonuç olarak; bu meraklı kitlesinin gereksinimlerini karşılayacak akvaryum balıkları yetiştirme sektörü ve bu sektöre yan malzeme sağlayan pek çok iş kolu doğmuştur. Bunun sonucudur ki, dünya ülkelerinde bu sektörden para kazanarak yaşamını sürdüren önemli bir kitle vardır ve bunların sayısının yaklaşık bir milyon dolayında oldukları saptanmıştır. Bu sayıya gelişmiş bir çok ülke de çalışanlar dahil edilmemektedir (Hekimoğlu 2006).

Amerika, Avrupa ve Japonya akvaryum sektöründe ticaret bakımından en büyük pazarlardır. Bununla birlikte süs balıklarının % 65` i Asya` dan gelmektedir. Uluslararası pazarda en fazla 30–35 balık türünün piyasanın önemli bir bölümüne sahip olduğu izlenmektedir. Bunların en önemlileri; tatlı su balıklarından lepistes (*Poecilia reticulata*), neon tetra (*Paracheirodon inesi*), plati (*Xiphophorus maculatus*), kılıçkuyruk (*Xiphophorus helleri*), siyah moli (*Poecilia sphenops*), melek balığı (*Pterophyllum scalare*), Japon (*Carrassius auratus*), zebra danio (*Danio rerio*) ve diskus (*Symphysodon discus*) tur. Deniz balıkları açısından da Domates balığı (*Amphiprion frenatus*), pazar balığı (*chromis chromis*), mavi kuşak melek balığı (*Euxiphops novarculus*), kelebek balıkları (*Chaetodon larvatus*), acanthurus türleri ve balon balıkları (*Arothron hispidus*) en ilgi çeken türler olduğu belirtilebilir (Hekimoğlu 2006).

İhracat bakımından Asya ülkeleri toplam miktarın % 55` ni karşılamaktadır. Son yıllarda Malezya, Çek Cumhuriyeti, Endonezya, Peru, Sri Lanka ve Tayland akvaryum balıkları yetiştiriciliği ve ihracatında önemli bir gelişme sağlayarak piyasada söz sahibi olmaya çalışan ülkeler arasına katılmışlardır (Tarlochan 2005).

Akvaryum balığı besleme dünya çapında milyonlarca meraklısı olan en popüler hobiler arasındadır. Tüm Avrupa Birliği ülkelerinde süs balıkları en büyük pazar olmakla birlikte Amerika Birleşik Devletleri dünyanın süs balığı ithalatı yapan tek ve en büyük ülkesidir (Chapman 2000, FAO 1996-2005). Süs balığı endüstrisinin değeri ve ticaret hacminde kesin rakamlar olmasa da farklı ülkelerden ithal edilen süs balıkları ve omurgasızları değeri dünya çapında yaklaşık \$ 278.000.000 civarındadır (FAO 1996-2005).

2004 yılında dünya da gerçekleşen toplam 251 milyon \$ ihracatın dünyanın farklı bölgeleri için süs balıklarının pazar payları açısından dağılımı şu şekildedir: Afrika % 4, Asya % 55, Avustralya % 1, Merkez Amerika % 1, Avrupa % 25, Orta Doğu % 5, Kuzey Amerika % 3, Okyanusya % 1, Güney Amerika % 5 ihracat payına sahiptirler (FAO 1996-2005).

Dünya çapında yaklaşık 60 milyon kişinin akvaryumda balık beslediği ve daha fazla sayıda akvaryum bulunduğu tahmin edilmektedir. Süs balıkları pazarı dünya genelinde devamlı artan ilgi ve talep ile yıllık % 8` lik artış göstererek yaklaşık 5 milyar dolarlık bir pazar haline gelmiştir. 2008 yılı verilerine göre yıllık 60 milyon dolar üzerinde dışsatım değeri ile Singapur bir numaralı tedarikçi durumundadır. Süs balıklarının en önemli müşterisi ise 2008 yılında yaklaşık 53 milyon dolar dışalım tutarı ile İtalya` dır. Türkiye dışalım sıralamasında 30. sırada yer almaktadır (Hekimoğlu 2012).

Akvaryum balıklarında özellikle renk kalitesi, tüketicinin seçiminde önemli bir unsur olduğundan istenilen düzeyde renklenmemiş balıkların pazar arzı ve değeri önemli oranlarda düşmektedir. Su ürünlerinde pigmentasyon, yemlerde karotenoid kullanımı ile balıkların ve omurgasızların deri, et ve yumurtalarının kırmızı, sarı, pembe vb. renkler içermesi ile gerçekleşir. Karotenoidler birçok meyvede (ananas, narenciye, domates, mango, kırmızıbiber) çiçekler (eschscholtzia, nergis) yanı sıra çok sayıda kuş türlerinde (flamingo, ibis, kanarya)

böcekler ve deniz hayvanlarının (kabuklular, salmonidler) güzel renklerinden karotenoidler sorumludur. Doğadaki toplam karotenoid üretiminin yaklaşık yılda 100000000 ton olduğu tahmin edilmektedir. Sudaki gıda zincirinde algler en zengin karotenoid kaynaklarıdır (Gouveia 2003).

Doğada küçük mikroorganizmalar, algler, mantarlar ve bitkiler tarafından üretilen 700' ün üzerinde yağda çözünebilir karotenoid bulunmaktadır. Bu pigmentler doğada gördüğümüz birçok sarı, portakal ve kırmızı renkli meyveler, bitkiler ve akuatik canlıların güzel renklerinde bulunmaktadır (Lorenz ve Cysewski 2000). Balıklar, karotenoidleri sentezleyemezler yalnızca yemlerinin içinde bulunan karotenoidleri deri ve etlerinde tutabilirler (Goodwin 1984). Doğada bulunan balık, karides gibi su canlıları ise karotenoidleri besin zinciri içerisinde avlarından alabilmektedirler. Salmonlarda en yaygın kullanılan karotenoid astaksantindir. Astaksantin birçok tatlısu ve deniz canlılarında, istakoz ve kerevitlerde bulunmakta ve pişirildikten sonra serbest hale gelerek bu canlıların etinde kırmızı renk oluşturmaktadır. Balıklarda bulunan diğer karotenoidler ise kantaksantin ve luteindir. Doğada bulunan vahşi salmonlar karotenoidleri küçük kabuklulardan ve diğer balıklardan sağlamaktadırlar. Birçok araştırmalara göre Atlantik salmonların 1 kg kas dokusunda 3 – 11 mg astaksantin bulunmaktadır (Christiansen ve Torrisen 1996).

Salmonlar ve alabalıklar için renklendirme amacıyla kullanılan astaksantin en önemli pigment kaynağıdır. Yaklaşık olarak 2500 \$/kg fiyatı olan astaksantin dünya pazarında 200 milyon \$' lık bir ticaret hacmine sahiptir. Bu pazarın % 95' ini sentetik astaksantin içermesine rağmen tüketici tarafından doğal ürünler tercih edilmektedir (Lorenz ve Cysewski 2000). Yetiştiricilikte astaksantin ve kantaksantin bütün balık ve kabukluların yemlerine en düşük 10 mg/kg ilave edilmesi gerekmektedir (Christiansen ve Torrisen 1996).

Bu çalışmada Japon balığı (*Carassius auratus*) yetiştiriciliğinde karşılaşılan en önemli sorunlardan birisi olan renklenme sorununu aydınlatmak için, sentetik karotenoid içeren yem ve bazı doğal bitkisel karotenoid içeren yem kaynakları denenerek balıkların pigmentasyonunda ve büyümesinde hangi kaynakların daha uygun olabileceği araştırılmıştır.

## 2. KAYNAK ÖZETLERİ

### 2.1. GENEL BİLGİLER

Japon balığı (*Carassius auratus auratus*, Linnaeus 1758) dünyada bilinen en yaygın akvaryum balıkları arasındadır. Bununla beraber yüzlerce sene evvel Çinli bilim adamlarının elde ettikleri güzel ve değişik formların yanında bazı garip şekilli balıklarda meydana gelmiştir. Aslında Japon balığı koyu gri veya yeşilimsi – kahverengi olan ve Çin’ de yaşayan bir sazan türünden yetiştirilmiştir (Komiyama ve ark. 2008).

Benzersiz ve farklı fenotiplere sahip japon balığının birçok varyetesi mevcuttur. Japon balıkları, morfolojik yapılarında bazı farklılıklar gösterir. Kuyruk ve anal yüzgeçlerinde bölünmeler, kısa omurgaya bağlı olarak yumurta vücudu olmaları, şeffaf pullara bağlı olarak parlak çeşitli renkler, patlak gözler, gelişmiş yüzgeçler, baş üzerinde nasır veya tüberküller ve dorsal yüzgecin olup olmamasına göre birçok varyeteye ayrılırlar. Bilinen en önemli varyeteler; teleskop, comet, ranchu, oranda, shubunkin, fantail, celestial’ dir (Komiyama ve ark. 2008).

Japon balığı Cyprinidae (sazangiller) familyasına ait bir türdür. Çin’ de turuncu olanları “Ji yu” olarak adlandırılır. İlk olarak Çin’ de MS 265-419 yılları arasında Tsin hanedanlığında yetiştirilmeye başlanmıştır (Komiyama ve ark. 2008).

Japon balığı Çin’ de yetiştirildikten sonra, buradan bütün dünyaya yayılmıştır. İlk olarak Çin’ den Japonya’ ya getirilmiştir, buradan Avrupa’ ya ulaşmış ve Avrupa’ dan da Amerika ve diğer ülkelere yayılmıştır (Komiyama ve ark. 2008).

Japonya' da bu balığın yetiştirilmesinde büyük emeği olan ve bu sahada bir otorite olarak tanınan Mitsukuri' ye göre bu balık Japonya' ya ilk defa 1500 yıllarında Çin' den getirilmiştir. Bununla beraber teleskop gözlü Japon balığı, Japonya' ya 1895' den, celestial ise 1902' den evvel getirilememiştir (Komiya ve ark. 2008).

Japon balığının Avrupa' ya geçişi de bir hayli ilginçtir. Bazılarına göre, bu balık İngiltere' ye 1611 yılında getirilmiştir. Diğer bir geliş şekli ise Çin' den Fransa' ya 1745 – 1764 yılları arasında Madame de Pompadour' a hediye olarak gönderilmiştir. Amerika kıtasına ise bu tarihten ancak bir asır sonra girebilmiştir (Komiya ve ark. 2008).

### 2.1.1. Japon Balığının (*Carassius auratus auratus*) Sistematikteki Yeri

<b>Regnum:</b>	Animalia
<b>Subregnum:</b>	Metazoa
<b>Phylum :</b>	Chordata
<b>Classis :</b>	Actinopterygii
<b>Ordo :</b>	Cypriniformes
<b>Family :</b>	Cyprinidae
<b>Genus :</b>	Carassius
<b>Species :</b>	<i>Carassius auratus auratus</i> ( Linnaeus, 1758 ) (www.fishbase.org) (Şekil 2.1.1.1.)





**Şekil 2.1.1.1.** Japon Balığı Genel Görünüşü (NKU TBMYO Su Ürünleri Lab.)

### **2.1.2. Japon Balıklarında Yumurta Bırakma**

Yavrular iki yaşına girdikleri zaman normal olarak yumurta bırakmaya başlarlar. En verimli üreme 4 ila 5 yaşlar arasında gerçekleşir. Mart ayı ile Haziran ayı arasında veya Mayıs ile Eylül arasında 16–18 °C derecelerde arka arkaya birçok defalar yumurta bırakabilirler. Bir günde 500 veya daha fazla yumurta bıraktıkları bildirilmiştir. Yumurtalar toplu iğne başı büyüklüğünde olup, sabun köpüğüne benzerdir (Watson ve ark. 2004).

Yumurtalar 2 ile 9 gün arasında sıcaklığa bağlı olarak açılırlar. 28.88 °C de 46 ile 54 saatte, 21.11-23.88 °C sıcaklıkta ise 5 ile 7 gün arasında yumurtalar açılmaktadır. Yumurtadan çıkan yavrularda mevcut olan vitellüs kesesi yaklaşık olarak 3 gün içinde absorbe edilir. Bundan sonra yavrular serbest yüzmeye ve dışarıdan yem aramaya başlarlar. Yavrular etçildir. Bu dönemde artemia ve biraz büyüdükten sonra daphnia ve sonraları toz yeme geçerler. Yavrular 6 hafta sonra kendi hakiki renklerini almaya başlarlar (Watson ve ark. 2004).

Japon balıkları omnivor balıklardır. Büyümeleri için doğal ve % 25-32 proteine sahip karma yemlere ihtiyaç duyarlar. Renklenmelerinde doğal yemin (plankton) ve karma yemin içine katılan renklendiricilerin önemi büyüktür (Watson ve ark. 2004).

## 2.2. Balıklarda Renk

Diğer hayvanlarda olduğu gibi balıklarda da kendine özgü vücut şekilleri ve yaşadıkları ortama uyumlu vücut rengi vardır. Bu vücut renginin oluşmasında pigment tiplerinin karışımı görevli olup her bir pigment maddesi kendine özgü bir hücre tarafından üretilir. Siyah pigment maddesi olan melanin, en çok var olanıdır ve melanophor hücrelerinde bulunur. Sarı pigmentler xanthophor hücrelerinde, kırmızı pigmentler ise erythrophor' larda üretilirler (Timur ve Ekici 2009).

Balıkların renkleri birinci derecede derideki pigmentlerce oluşturulur, fakat zemin rengi ve genel görünüş, alttaki dokulara, vücut sıvılarına, hatta bağırsak içeriğine göre değişir. Yalnızca çok az balıkta deride pigment bulunmaz yada çok azdır. Örneğin *Amblyopsidae* gibi mağara balıklarının derilerinde pigment bulunmaz. Bu nedenle hakim olan renk zemin rengidir. Pigmentler, çoğunlukla kromotofor (renk hücresi) denilen özel hücreler içinde bulunurlar. Bununla birlikte ender olarak deride ve diğer dokularda serbest pigmentlere de rastlanır. Örneğin kimi Blenniidae ve Scombridae' de deride, kas ya da kemiklerde safra pigmentlerine yakın yeşilimsi bir pigment serbest olarak bulunur (Demir 2009).

Kromotoforlar, başlıca deride bulunmakla birlikte, gözde, periton epitelinde, merkezi sinir sistemini saran epitelyum da bulunurlar. Deride, kimi kez epidermiste de bulunabilirse de, çoğunlukla dermiste ya da dermisin altında bulunurlar. Kromotoforlar, tipik olarak dallanmış çok kollu hücrelerdir; kollarının sayısı ve genişliği ile dallanma biçimi bakımından çok çeşitlilik gösterir ve içerdikleri pigmentlere göre adlar alırlar. Melanin denilen siyah ya da kahverengi pigment içerenlere melanofor; kırmızımsı renkli pigmentler (turuncu, kırmızı karotenoitler ve pteridinler) içerenlere eritrofor; sarı renkli karotenoitler içerenlere ksantofor; başlıca guanin olmak üzere, purinler içerenler de guanofor denir. Guanoforların beyaz olanlarına lökofor, gümüş rengi ya da yansıtıcı olanlarına iridofor denir. Lökoforlardaki guaninin sitoplazma içinde hareket edebilen küçük kristaller halinde olmasına karşılık,

iridoforlar içindeki guanin hareket edemeyen, genellikle tabakalar halinde yığılmış daha büyük kristaller halindedir. Bu tek hücreli kromotoforların yanı sıra, kimi kez bunların birleşmesiyle oluşmuş bileşik kromotoforlara da rastlanır. Bunların en fazla bulunanı, bir melanofor ve iridofor bileşiği olan melanoiridosomdur. Pigmentler kromotofor içinde ya melanofor, eritrofor ve ksantoforlarda olduğu gibi, granüller ya da guanoforlarda olduğu gibi, kristaller halinde bulunurlar. Pigment granülleri, hücrenin merkezinde toplanabilir ya da tüm hücreye dağılırlar ve hücrenin merkezinde toplandıklarında renk açılır, dağıldıklarındaysa koyulaşır. Bu hareket balıkların çoğunda hem hormonal, hem de sinirsel kontrol altındadır; fakat kimi balıklarda hormonların daha fazla rolü olmasına karşılık, kimilerinde yalnızca sinirsel kontrol vardır. Kimi türlerde her kromotoforun, biri pigmentin hücre içine dağılımını, diğeri merkezde toplanmasını uyaran iki sinirle sinirlendirilmiş olduğu saptanmıştır. Lökofor ve melanoforlarla bir dereceye kadar da eritrofor ve ksantoforların sinirsel kontrol altında olmasına karşılık, iridoforların sinirsel kontrol altında olmadığı sanılmaktadır (Demir 2009).

Kromotoforların oluşturdukları renkler iki çeşittir. Bunlardan biri, kromotoforların içerdiği pigmentlerin oluşturdukları renkler olan biyokromlar; diğeri guanoforlarda bulunan guanin kristallerince yansıtılan ışığın girişimi ya da ışığın dokularca kırılması sonucu ortaya çıkan yapısal renkler, şematokromlardır ve çoğunlukla ikisi birlikte bulunurlar. Böylece, balıklarda görülen çeşitli renkler, çeşitli pigmentleri taşıyan kromotoforların birbirleriyle değişik biçimlerde karışmaları ya da birbirlerinin üstüne binmeleri sonucu ortaya çıkar (Demir 2009).

Bu pigment maddelerinin yeterince veya hiç bulunmaması ise balığın albino olmasına yani melanin maddesinden yoksun olması sonucu renksiz olmasına neden olur. Bu nedenle bu formdaki renksiz balıklar beyaz veya açık krem renginde görülürler. Albinusmusluk oldukça yaygın bir şekilde balık türlerinde görülmektedir. Yabani balıklarda olduğu kadar kültür balıklarını kapsayan bir olgudur. Dağılım oranı 100000' de bir kadardır (Timur ve Ekici 2009).

### 2.3. Balıklarda Rengin Önemi ve Renk Uyumu

Balıklarda renk, hem aynı türün bireyleri arasında, hem de bir tür ile diğer balık ve hayvan arasında iletişimde rol oynar. Aynı türün bireyleri arasında başlıca sosyal (tanıma, korkutma, uyarma) ve cinsel amaçlara hizmet eder. Türler arasında düşmanları uyarma ya da yıldırmada ve hem avın, hem de avlayanın gizlenmesinde ve tuzağa düşürülmesinde rol oynar. Balıkların renkleri, ya gizleyici, yani yaşadıkları ortamda fark edilmelerini zorlaştırıcı ya da göze çarpıcı, yani fark edilmelerini kolaylaştırıcıdır (Demir 2009).

Birçok hayvanda olduğu gibi, balıklarda da renk, genel olarak ortamın rengine uygun olarak oluşur. Örneğin birçok demersal balık zemin rengine benzer renkte olduğu gibi, mercan adalarında yaşayan balıkların çoğu da mercan poliplerinin renkleri gibi canlı ve parlak renklidir (Demir 2009).

Birçok hayvan gibi balıklarda renk değiştirebilme yeteneğine sahip canlılardır. Renk değişimleri fizyolojik ve morfolojik olarak ikiye ayrılır (Demir 2009).

Fizyolojik renk değişimleri; ortamdaki zemin renginin değişimine, davranış ve kimyasal uyarılar gibi etkilerin herhangi birine bağlı olarak kromatoforların içindeki dağılımlarının değişmesi sonucunda ortaya çıkan biyokromların ve kısmen de şematokromlardaki değişimleri kapsamaktadır. Bu değişimler kısa süreli değişimlerdir. Çok çabuk ortaya çıkan fizyolojik renk değişimi özellikle değişik renk ve desendeki zeminler üzerinde hareket eden türler için büyük önem taşımaktadır (Demir 2009).

Morfolojik renk değişimi, kromatoforların sayısındaki artma ya da azalma sonucu pigmentasyondaki genel değişimdir. Bunun için yavaş cereyan eder, yani uzun sürelidir. Birçok tür balığın yaşamlarının larval, gençlik, erginlik gibi değişik evrelerinde farklı renklerde oluşları, bu tür bir renk değişimi nedeniyledir. Üreme göçleri yapan balıkların birçoğunun beslenme ve büyümeleri sırasındaki renkleriyle üreme zamanlarındaki renkleri arasındaki farklar da morfolojik renk değişimidir (Demir 2009).

Bazı balıklarda ise renk, balığın kendine özgü vücut biçimini gizleyecek ve ona başka bir görünüm, örneğin yaşadığı ortamda bulunan bitkinin bir parçasıymış görünümü verecek biçimde ve ortamda onun az belirgin olmasını sağlayacak şekilde görünmesini sağlar. Kimi balıklarda renkle birlikte vücut biçiminde de ortamdakine uygun değişiklikler olduğundan, ilk bakışta bunların balık olduklarını anlamak bile zordur (Demir 2009).

Balıkların bir kısmı da, kendilerini yaşadığı ortamda belirginleştiren çarpıcı renklere görünürler. Bu tür renklenme, erkek ve dişilerin birbirlerini tanımaları ve cezptmelerinde önemli rol oynar (Demir 2009).

#### **2.4. Karotenoidlerin Yapısı**

Karotenoidler, ilk olarak 1831 yılında Weckenroder tarafından havuçlardan izole edilmiştir. Ancak karotenoidler ile ilgili araştırmaların başlangıcını, 1837’ de Berzelius’ un sonbahar yapraklarındaki sarı renkli bileşiklerini ksantofiller olarak isimlendirmesiyle başlamıştır. Karotenoidler fotosentetik organizmaların tümünde bulunan ve yağda çözünen pigmentlerdir. Bitki pigmentleri arasında geniş bir dağılım gösteren karotenoidler, doğada 600’ den fazla sayıda bulunmasına karşın bunlardan ancak 40 tanesinin düzenli olarak diyetle tüketildiği bildirilmektedir (Erge ve Karadeniz 2010) (Grupta ve ark. 2007).

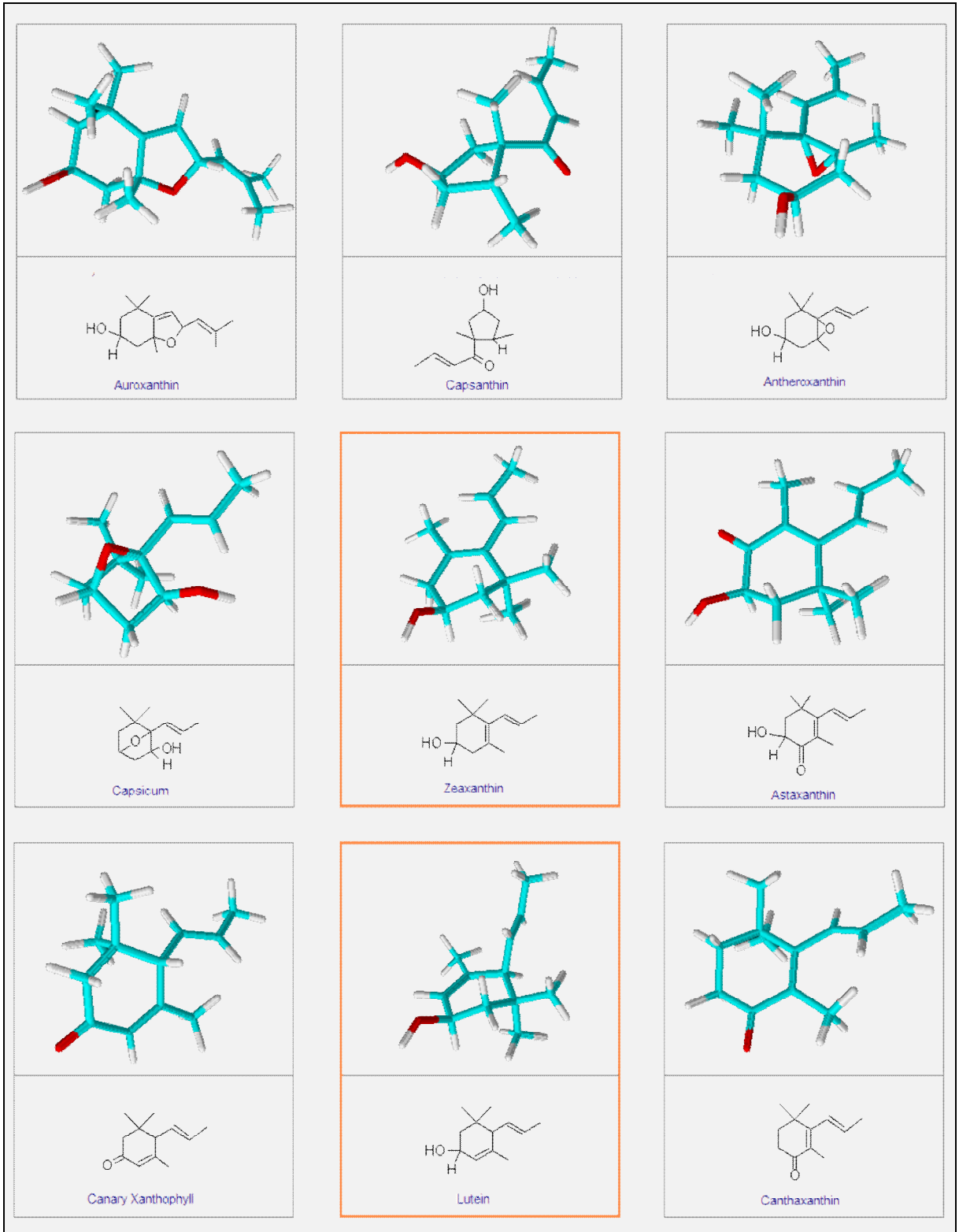
Karotenoidler, yapısal çeşitliliğe ve sınırsız fonksiyonlara sahip olan en önemli doğal pigment kaynaklarından biridir. Karotenoidlerin esas kaynağı bitkiler olmasına rağmen birçok bakteri ve mantarlar tarafından sentezlenebilmektedirler. Karotenoidlerin yapısı canlı organizmaların birçok çeşitli fonksiyonlarını oluşturan dikkat çekici özelliklere sahiptir. Bazı karotenoidlerin provitamin A içermesi bu pigmentlerin birçok hastalığın (kanseri, kalp hastalığı, katarakt) önlenmesi amacıyla alınması gereklidir (Oliver ve Palou 2000) (Akdoğan ve ark. 2008). Karotenoidler, asidik likopen,  $\beta$ ,  $\alpha$ ,  $\gamma$  karoten dahil olmak üzere karbon ve hidrojen atomu içeren saf çoklu hidrokarbonlardır (Wilska ve Jeszka 2007).

Lutein, zeaksantin, violaksantin gibi oksijen içeren ksantofiller ile  $\beta$ -karoten,  $\alpha$ -karoten, likopen gibi hidrokarbon karotenler olmak üzere iki gruba ayrılan karotenoidler, 40 karbonlu izoprenoid polien yapıdan oluşmaktadır. Ksantofiller yapılarında en az bir OH grubu içermekte ve karotenlerden daha fazla polarite göstermektedirler. Karotenler; petrol eteri, hekzan ve toluende çözünürken, ksantofiller metanol ve etanolde daha iyi çözünebilmektedirler (Zezhmeister 1960, Erge ve Karadeniz 2010).

Bütün karotenoidler fiziksel, kimyasal ve biyokimyasal özelliklerini etkileyen konjuge çift bağlar içerir. Karotenoidlerin sahip olduğu konjuge çift bağ yapısı, bu bileşiklerin karakteristik rengini belirler ve fotosentez sırasında ışığı absorbe etme, enerji transferi ve hücreleri ışığın zararlı etkilerinden koruma gibi biyolojik fonksiyonlarını da belirlemektedir. Çoğu karotenoid, doğal olarak all-trans formda bulunmakla birlikte; klorofil gibi bileşikler, ışık, organik çözücü, asit ve ısı etkisi ile cis konfigürasyona dönüşmektedir (Wilska ve Jeszka 2007) (Matus ve ark. 1981).

Karotenoidler karakteristik olan sarı, kırmızı ve portakal renk özelliklerini 400-500 nm daki maksimum dalga boylarındaki absorpsiyonu konjuge çift bağlardan kaynaklanmaktadır (Wilska ve Jeszka 2007).

Genellikle karotenoidler bitkiler, yosunlar, mantarlar ve bazı bakteriler tarafından sentezlenebilmektedir. Yeşil yapraklı bitkilerin ana karotenoidleri lutein, violaxanthin, cryptoxanthin ve  $\beta$  karoten, meyvelerdeki temel karotenoidler ise  $\beta$  karoten, likopen ve farklı ksantofillerdir. Karotenoidler açısından zengin olan palm yağı (% 0,05-0,2) çoğunlukla  $\alpha$ -karoten ve  $\beta$ -karoten içermektedir. Yumurta sarısı ise sadece ksantofil özellikle lutein, zeaksantin ve cryptoxantin (0,3-8 mg/kg) içermektedir (Şekil 2.4.1.) (Wilska ve Jeszka 2007).



Şekil 2.4.1. Farklı Karotenoidlerin Yapısı ( Olson ve Krinsky 1995)

**Çizelge 2.4.1.** Bazı Sebze ve Meyvelerin Faklı Karotenoid İçerikleri (Muller 1997)

Sebze ve Meyveler	$\beta$ -karoten	$\alpha$ -karoten	lycopene	Lutein	violaxanthin	x-crypetoxanthin	Toplam
Lahana	8,68	0,15	-	18,6	5,81	0,12	34,76
Ispanak	3,68	0,09	-	9,54	3,04	-	17,31
Marul	1,68	0,04	-	2,92	2,36	0,03	8,48
Beyaz lahana	0,034	-	-	0,08	0,07	0,002	0,25
Kırmızıbiber	3,78	-	3,45	0,25	0,13	1,01	30,37
Yeşil biber	0,11	0,01	-	0,41	0,12	0,002	0,70
Domates	0,89	0,15	11,44	0,21	-	-	12,70
Brokoli	0,32	-	-	0,8	0,18	0,011	1,56
Havuç	9,54	4,89	-	0,36	-	-	15,99
Böğürtlen	0,13	0,02	-	0,65	0,06	0,008	0,90
Çilek	0,006	0,0002	-	0,04	0,003	0,0005	0,05
Nektarin	0,40	0,14	-	0,98	0,51	0,08	2,40
Kayısı	0,90	0,02	-	0,04	0,02	0,06	1,13
Greyfurt	0,59	-	2,77	0,02	0,005	0,012	3,50
Portakal	0,013	0,006	-	0,02	0,22	0,05	0,40

Bitki ve hayvanlarda bulunan bazı karotenoidlerin proteinlerle kompleks oluşturabildiği bilinmektedir. Örneğin; karides ve ıstakozun dış kabuğunda bulunan kırmızı renkli astaksantin proteinle kompleks oluşturduğunda, renk maviye dönmektedir. Isıtma ile kompleks bozulmakta ve pigment rengi maviden kırmızıya dönmektedir. Karotenoid-protein kompleksine verilen diğer bir örnek ise ıstakoz yumurtasında bulunan yeşil renkli oeverdin pigmentidir. Karptenoidler, karotenoid-protein etkileşimi dışında, bakteri ve diğer mikroorganizmalarda olduğu gibi glikozitler halinde de bulunmaktadır. Buna örnek olarak da safradaki krosin verilmektedir (Erge ve Karadeniz 2010).



## 2.5. Karotenoidlerin Kimyasal ve Fiziksel Özellikleri

Karotenoidler çok farklı fiziksel özellik gösterirler. Suda çözünmeyen lipofilik bileşiklerdir. Bunlar hekzan gibi polar olamayan organik çözücüler içerisinde çözünen hidrokarbonlardır. Organizmada hücre zarının içinde dağılım göstermektedir. Çeşitli formlarda kristalize olduğu ve kristallerin koyu kırmızı ile siyaha yakın renklerden meydana geldiği saptanmıştır. Erime noktaları genellikle yüksektir, moleküler ağırlık ve fonksiyonel grup sayısının artmasıyla artmaktadır. Konjuge çift bağ sistemi, karotenoidlerin kristalize halde iken hava oksijeni etkisiyle de kompozisyona duyarlılığın artmasına neden olur (Wilska ve Jeszka 2007, Olson 1989).

## 2.6. Karotenoidlerin Biyolojik Aktivitesi

Karotenoidler kimyasal aktiviteleri geniş bir şekilde dağılım gösteren mekanizmalar aracılığıyla biyolojik koruyucu etki oluştururlar. Karotenoidlerin çeşitli biyolojik fonksiyonları ve eylemleri mevcuttur. Bunların en önemlileri Çizelge 2.6.1 ve 2.6.2' de gösterilmiştir.

Bazı karotenoidler hücre büyümesini ve farklılaşmasını düzenleyen biyoaktif bileşikler oluşturmaktadır. Ancak 600 yakın karotenoid arasında sadece 30 kadarı ki özellikle bazı provitamin A aktivite gösterenlerinden özellikle  $\beta$ -karoten biyoaktif bileşikler oluşturmaktadır. Karotenoidler antioksidant aktivite gösteren bileşiklerdir (Wilska ve Jeszka 2007).

Provitamin A aktivitesi	$\beta$ -karoten, $\alpha$ -karoten, $\beta$ -cryptoxanthin
Antioksidant etki	Tüm karotenoidler
Hücre iletişimi	$\beta$ -karoten, canthaxanthin, cryptoxanthin
Bağışıklık sistemini artırıcı etki	$\beta$ -karoten
UV cilt koruyucu	$\beta$ -karoten, lycopene
Göz koruyucu	Lutein, zeaxanthin

**Çizelge 2.6.1.** Karotenoidlerin Biyolojik Aktiviteleri (Wilska ve Jeszka 2007)

<b>Karotenoidler</b>	<b>Besin Kaynakları</b>	<b>Fonksiyonları</b>	<b>Etkileri</b>
$\alpha$ -karoten	Sarı-portakal sebzeler (havuç,kabak), koyu yeşil sebzeler (brokoli, ıspanak, yeşil fasulye)	Provitamin A aktivitesi, Antioksidant etki	Bağışıklık sisteminde artış, Hücre iletişimi, Bazı kanser risklerinde azalma
$\beta$ -karoten	Yeşil lifli sebzeler ve portakal – sarı meyveler ve sebzeler (havuç, ıspanak,taze patates, kabak, biber, kayısı, kavun)	Provitamin A aktivitesi, Antioksidant etki	Bağışıklık sisteminde artış, Bazı kanser risklerinde azalma, Yüksek doz takviyesi sigara içenler arasında akciğer kanseri riskini artırabilir.
Lycopene	Domates, karpuz, kayısı, şeftali	Antioksidant	Bazı kanser, diyabet ve osteoporoz risklerinde azalma
$\beta$ -Cyptoxanthin	Portakal meyveler (portakal, papaya), mısır, yumurta sarısı, bezelye	Provitamin A aktivitesi, Antioksidant etki	Anti-enflamatuvar etki, Bağışıklık sisteminde artış
Lutein-Zeaxanthin	Koyu yeşil lifli sebzeler, (ıspanak), kırmızıbiber, domates, mısır, yumurta sarısı	Fotosentetik pigment, antioksidant	Yaşa bağlı makula dejenerasyonunda, katarakt, kardiovaskular hastalıklarda, bazı kanser türlerinde azalma
Astaxanthin	Yeşil algler, salmon, alabalık, kabuklular	Antioksidant; Renklenme	Bazı kanser, kararakt ve diyabetin önlenmesi,
Canhaxanthin	Salmon, kabuklular	Antioksidant; Renklenme	Bağışıklık sisteminde artış, Bazı kanser risklerinde azalma
Focoxanthin	Kahverengi algler, heterokonts	Antioksidant	Antikanser, Antialerjik etki

**Çizelge 2.6.2.** Farklı Karotenoidlerin Besin Kaynakları, Fonksiyonları ve Etkileri (Takuji ve ark. 2012)

## 2.7. Sentetik ve Doğal Karotenoid Kaynakları

Yetiştiriciliği yapılan su ürünleri canlılarının renklenmesi için kimyasal yollarla elde edilen sentetik ve doğal karotenoid kaynakları kullanılmaktadır. Balık yemlerinde sentetik karotenoid kaynakları kullanımı ilk olarak 1964 yılında Hoofman La Roche tarafından kullanılmaya başlanmış ve “Roxanthin” ve Carophyll red” adı altında satışa sunulmuştur. Daha sonraki yıllarda ise astaksantin üretilmiş ve “Carophyll pink” adı altında satışa sunulmuştur. Daha sonraki yıllarda da su ürünleri yetiştiriciliğinde en fazla kullanılan astaksantin üretilmeye başlamıştır. Yeme ilave edilen sentetik astaksantin ve kantaksantin, salmonid türü balıkların yemlerinde en çok kullanılan karotenoid kaynaklarıdır (Torrissen ve ark 1989).



Şekil 2.7.1. Doğal Karotenoidler

(.healthandbeautypages.com/tag/benefits-of-carotenoids)

Meyve ve sebzelerde en yaygın bulunan karotenoidler arasında  $\alpha$ -karoten,  $\beta$ -karoten, lutein, zeaksantin ve likopen yer almaktadır. A-kriptoksantin,  $\beta$ -kriptoksantin, neoksantin, violaksantin ve anteraksantin ise gıdalarda düşük miktarda bulunan karotenoidler arasındadır (Erge ve Karadeniz 2010) (Şekil 2.7.2.).

### 2.7.1. $\beta$ -karoten

$\beta$ -karoten, doğada en yaygın bulunan pigmentlerdir. Üzerinde en fazla çalışılan karotenoidlerden birisi olan  $\beta$ -karoten, vücutta kan ve dokularda bulunan temel karotenoidler arasında yer almaktadır.  $\beta$ -karoten en fazla böbrek üstü bezinde bulunduğu ve bunu sırasıyla testis, karaciğer, yumurtalık, meme, böbrek, pankreas, akciğer, deri ve kalın bağırsağın takip ettiği aktarılmaktadır (Erge ve Karadeniz 2010) (Çizelge 2.7.2.).

$\beta$ -karoten temel kaynağı havuçtur ve havuçta bulunan toplam karotenoid madde miktarının % 44-79' unu oluşturmaktadır. Havuç dışında  $\beta$ -karoteni içeren gıdalar arasında maydonoz, tatlı patates, hindiba, kırmızıbiber, tatlı kabak, kıvırcık, ıspanak, marul ve pazı gibi sebzeler sayılırken, mango ve kayısı gibi meyveler de  $\beta$ -karotenin diğer kaynakları arasında yer almaktadır (Erge ve Karadeniz 2010).

### 2.7.2. $\alpha$ -karoten

Provitamin A aktivitesi olan  $\alpha$ -karoten ise en fazla havuç, domates ve kırmızıbiberde bulunmaktadır (Erge ve Karadeniz 2010) (Çizelge 2.7.2.).

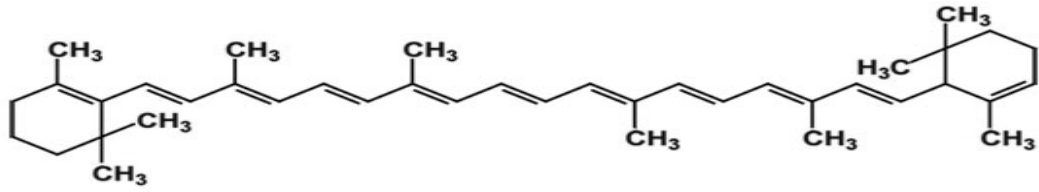
### 2.7.3. Likopen

Likopen halka yapısı göstermeyen düz zincir yapıda bir hidrokarbon bileşiktir ve 13 adet çift bağ içermektedir. Konjuge çift bağ sayısı 11 olan likopenin, 211 adet geometrik konfigürasyonu bulunmaktadır. Likopen domateste en fazla bulunan karotenoid olup domateste bulunan pigmentlerin % 80-90' nını oluşturmaktadır. Ancak taze domatesteki likopen miktarının çeşide ve olgunluk durumuna göre değiştiği bilinmektedir. Örneğin; domatesteki likopenin ham yeşil ve rengin hafif pembeye döndüğü evrelerde sırasıyla 10 ve 370  $\mu\text{g}/100\text{ g}$ ; sert kırmızı dönemde (% 90' ın kırmızı olduğu dönem) 4600  $\mu\text{g}/100\text{ g}$ ; ileri olgun evrede ise 7050  $\mu\text{g}/100\text{ g}$  olarak belirlendiği aktarılmaktadır. Karpuz, kuşburnu, pembe guava, papaya, pembe greyfurt, havuç ve balkabağı ise likopenin diğer kaynakları arasında yer almaktadır (Erge ve Karadeniz 2010) (Çizelge 2.7.2.).

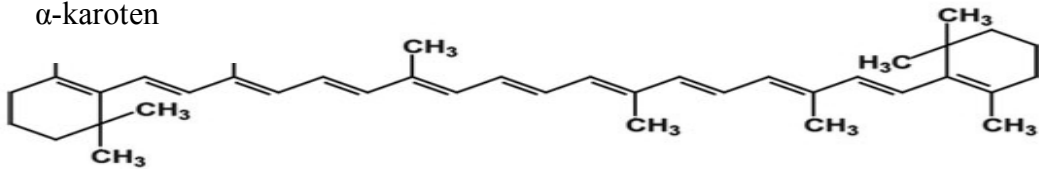
Likopen, vücuttaki dokularda da geniş bir dağılım göstermektedir. Likopenin dokulardaki miktarının homojen olmadığı; özellikle testis (4.34-21.36 nmol/g yaş ağırlık) ve böbrek üstü bezinde (1.90-21.60 nmol/g yaş ağırlık) daha fazla bulunduğu bildirilmektedir. Bu dokuların likopen bakımından zengin olmalarının nedeni, fazla miktarda lipoprotein reseptörleri içermeleri ile açıklanmaktadır. Likopen ayrıca; karaciğer, böbrek, yumurtalık, akciğer, meme ve deride de bulunmaktadır (Erge ve Karadeniz 2010).

#### **2.7.4. Lutein ve Zeaksantin**

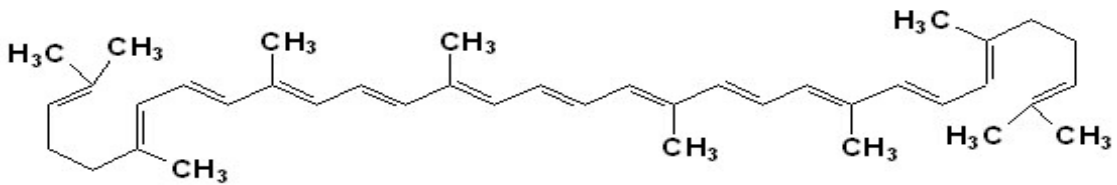
Lutein ve zeaksantin, ksantofil ailesinin üyeleridir. Lutein, serumda en yaygın bulunan karotenoidlerden birisi olup lens ve sarı bölge gibi oküler dokuda yoğun olarak bulunmaktadır. Retinada makular pigment olarak belirtilen sarı pigment oluşumundan sorumludur. Sarı pigmentler gözü ışıktan korumada etkin rol oynamakta ve retinal zararlanmayı engelleyebilmektedir. Bu pigmentler, koyu yeşil yapraklı sebzelerde bulunmaktadır. Kıvırcık, marul, maydanoz, ıspanak, marul, brokoli, tatlı mısır, fasulye, yeşilbiber, hindiba, kivi, avakado, erik, ravent, yaban mersini, ahududu, böğürtlen, siyah frenk üzümü lutein ve zeaksantin kaynakları arasında sayılmaktadır (Erge ve Karadeniz 2010) (Çizelge 2.7.2.).



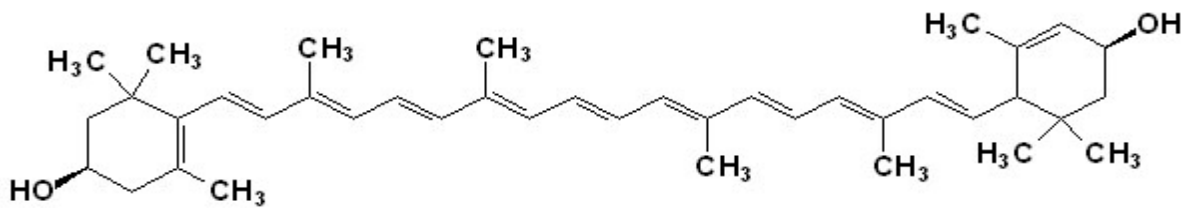
$\alpha$ -karoten



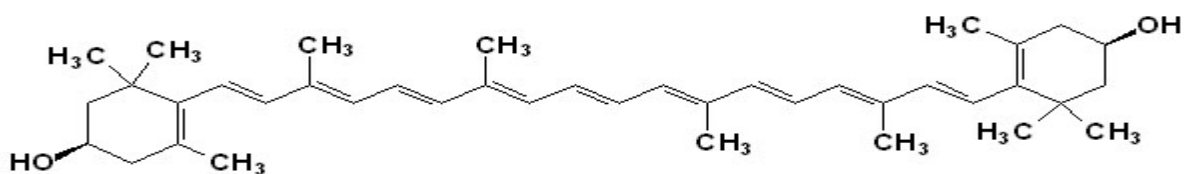
$\beta$ -karoten



Likopen



Lutein



Zeaksantin

Şekil 2.7.2.  $\alpha$ -karoten,  $\beta$ -karoten, Likopen, Lutein ve Zeaksantin (Su ve ark. 2002)

## 2.8. Denemede Kullanılan Doğal Karotenoid Kaynakları

### 2.8.1. Kırmızıbiber

Olgun kırmızı biberlerdeki kırmızı renk temelde karotenoidlerden kaynaklanmaktadır. Birçok bitkisel ve hayvansal kökenli gıdanın parlak sarı-kırmızı tonundaki rengi karotenoid pigmentlerinden kaynaklanmaktadır. Günümüzde 600'ün üzerinde karotenoid madde belirlenmiştir. Birçok gıda için karotenoid içeriği önemli bir kalite kriteridir. Karotenoid pigmentleri hem gıdalara karakteristik renklerini vermekte, hem A vitamini aktivitesi göstermektedir (Kadalk ve ark. 2001).

Karotenoidlerin büyük çoğunluğu tetraterpen ( $C_{40}H_{64}$ ) yapıda olup sekiz izopren ( $C_5H_8$ ) ünitesinin birleşmesinden meydana gelir. Genel olarak karotenoidler, karotenler ve ksantofiller olarak iki sınıfa ayrılır.  $C_{40}$  karotenler ( $\beta$ -karoten ve likopen), C ve H içeren hidrokarbonlardır ( $C_{40}H_{56}$ ).  $C_{40}$  ksantofiller (kantaksantin, lutein, kapsantin), yapılarında C ve H' e ek olarak oksijen içeren karoten türevleridir. Ksantofiller oksijeni hidroksil, epoksi, aldehit, keton ve asit grubu şeklinde içerir ( $C_{40}H_{56}O_2$ ). Oksijen içeren apo ve homo-karotenoidler de vardır. Apo-karotenoidler, 40' dan az C atomu içerir ve biberlerin yapısında doğal olarak bulunur (Kadalk ve ark. 2001).

Karotenoidlerin renkleri, çok sayıdaki konjuge C-C çift bağlarından kaynaklanmaktadır. Çift bağların sayısındaki artışa paralel olarak renk daha kırmızı olmaktadır. Algılanabilir bir sarı renk oluşumu için minimum yedi konjuge çift bağ gerekir. Çift bağların her biri cis ya da trans konfigürasyonunda olabilir. Gıdalardaki karotenoidler genellikle all-trans tiptedir ve nadiren bir mono-cis ya da di-cis bileşik oluşur. All-trans bileşikler en koyu renge sahiptirler ve cis bağların sayılarındaki artış rengin kademeli olarak açılmasına neden olur. Bu bağların trans' dan cis' e değişmesine yol açan faktörler ise ışık, sıcaklık ve asittir. Olgun biberlerdeki kırmızı renk temelde kapsantin ve kapsorubinden kaynaklanır. Bu meyveler aynı zamanda zeaksantin,  $\beta$ -kriptoksantin, antraksantin gibi ksantofiller ve  $\beta$ -karoten gibi karotenlerce zengindir. Bu karotenoidlerin en önemlilerinden olan kapsantin kırmızı renkli türlerin farklı varyetelerindeki oranı % 34-60 arasında

değişmektedir. Kırmızı renge katkısı olan diğer bir karotenoid olan kapsorubinin toplam karotenoidler içerisindeki oranı ise % 6-18' dir. Yoğun kırmızı renkli tüm varyetelerde karotenoidlerin % 70' ini kapsantin ve kapsorubin oluşturmaktadır. Yeşil dolma biberler ile kırmızı çililerin yeşil olduğu dönemde kapsantin ve kapsorubin yoktur, % 40 ile en fazla lutein bulunur. Kırmızı rengi sağlayan kapsantin ve kapsorubin pigmentlerinin miktarı olgunlaşmayla artmaktadır. Rengin % 60' dan fazlasını kırmızı renk oluştururken, bunun da % 53.5' i kapsantinden kaynaklanmaktadır. Kapsantin, *Capsicum annuum* çeşidi paprikanın en önemli pigmentidir. Paprikalar ve *Capsicum annuum'* un diğer kırmızı çeşitleri özellikle kapsantin ve kapsorubin açısından oldukça zengin kaynaklardır. Kapsantin ve kapsorubine ek olarak  $\beta$ -karoten, kriptoksantin, zeaksantin, violaksantin, anteraksantin, mutaksantin ve lutein epoksit gibi pigmentler bildirilmiştir (Kadalkal ve ark. 2001).

### **2.8.2. Ham Hurma Yağı (CPO)**

Ham hurma yağı (CPO) palmye ağacının meyvesinden üretilen bir yağdır. Dünya çapında palm yağı, pişirme yağı ve margarin olarak kullanılmaktadır. İnsan tüketimi için palm yağının çeşitli yararları birçok çalışmada araştırılmıştır (Wing Keong 2002).

Portakal kırmızı renge sahip olan CPO yüksek karotenoid içermektedir. Aynı zamanda zengin bir E vitamini tokoferol ve tokotrienol kaynağıdır. Yüksek  $\beta$ -karoten ve E vitamini içermesinden dolayı iyi bir antioksidanttır (Wing Keong 2002).

1990 yılların ortalarında CPO balık diyetlerine konulması ile ilgili araştırmalar yapılmaya başlanmıştır. Viegas ve Contreras yaptığı çalışmada pacu (*Colossoma macropomum*) fingerliklerine yüksek miktarda CPO ilavesinde büyümelerinin çok daha hızlı olduğu ortaya konulmuştur. Diyetlerine % 6 palm yağı ilave edilmesi herhangi bir negatif etki oluşturmamış aksine balıklarda büyüme, lezzet ve et kalitesini artırdığı bulunmuştur (Wing Keong 2002).



CPO küresel pazarda bulunan en ucuz bitkisel yağdır. 2005 yılında Avrupa' daki marketlerde CPO tonu 244 \$-545 \$ ve soya yağı-kolza yağı tonu 669 \$ dır. Aynı sene balık yağının tonu 750 \$ olarak kaydedilmiştir (Wing Keong ve ark. 2007).

CPO özellikle tropikal ülkelerde düşük maliyet yüksek yararlılık sağlamaktadır. Hurma yağı yüksek karotenoid tokoferol – tokotrienol ve % 50 doymamış yağ asidi içeren bir yağdır. Hurma yağı güçlü bir doğal antioksidant, yüksek vitamin E ve karotenoid içermesinden dolayı ürünlerin raf ömrünü uzatmaktadır. Hurma yağı diyetlerde yüksek bir enerji kaynağıdır. Sains Malezya Üniversitesi balık araştırma laboratuvarındaki çalışmalarda kedi balığı diyetlerinde hurma yağı kullanımı proteinlerde koruyucu etki ve balıklarda hızlı büyüme göstermiştir (Wing Keong 2002) (Kaur ve Sambanthamurthi 2008).

### **2.8.3. Havuç**

Havuç ülkemiz de genellikle kış mevsiminde değişik şekillerde taze ve farklı şekillerde tüketilen bir sebzedir. Gelişmiş olan ülkelerde iklim koşulları elverişli ise her mevsim üretilen ve tüketilen bir sebzedir. Ülkemizde tüketim şekli genelde taze, yemeklik, haşlanmış, turşu, havuç suyu ve ülkemizin bazı bölgelerinde işlenerek tatlısı yapılmaktadır. Ülkemizde portakal ve mor renkli havuçların yetiştiriciliği daha yaygındır. Mor renkli havuçların anavatanı içinde yer alan ülkemiz, mor havucu genellikle şalgam suyu imalatında kullanmaktadır. Mor havuç içermiş olduğu beta karoten ve antosiyanin maddesi nedeniyle son yıllarda aranan bir sebzedir. Beyaz renkli havuçların anavatanı Afganistan, İran ve Pakistan, turuncu (portakal) renkli havuçların anavatanı Avrupa ülkeleri ve Orta doğu, mor renkli havuçların anavatanı Türkiye, Ortadoğu ve Uzakdoğu, kırmızı renkli havuçların anavatanı Hindistan ve Çin, sarı renkli havuçların anavatanı ise Orta Batı Asya olarak kabul edilmektedir (Eşiyok ve Elgin 2011).

Havuçta sebze olarak tüketilen kısım iki dokudan oluşur. Bu dokulardan havucun dış kısmında yer alan ve üzerinde saçak köklerin bulunduğu ve havucun rengini oluşturan kısım soymuk dokusudur. Havucun iç kısmında yer alan daha az renk maddesi içeren ve daha sert olan kısım ise odun dokusu olarak bilinmektedir. Son yıllarda değişik şekillerde değerlendirilen havuçların içermiş olduğu renk pigmentleri sağlıklı ve dengeli beslenmede önem kazanmıştır. Renk pigmentleri havucun dış kısmında yer alan soymuk dokusunda daha yoğun miktarda bulunmaktadır. Bu durum üreticiler ve tüketiciler tarafından tercih edilen renklerin ön plana çıkmasına neden olmuştur. Havuçlar  $\beta$ -karoten ve vücudun A vitaminine çevirdiği diğer karotenoidler bakımından çok zengindir. Karotenoidlerin antioksidan özelliğinden dolayı akciğer, mesane ve mide kanseri riskini düşürdüğü uzmanlar tarafından bildirilmektedir. Portakal renkli havuçların renk pigmenti karoten olup göz sağlığı, mor renkli havuçların renk pigmenti beta karoten ve antosiyanin olup kalp ve yüksek tansiyon, kırmızı renkli havuçların renk pigmenti likopen olup kanser, sarı renkli havuçların renk pigmenti ksantofil olup kanser ve göz sağlığı için önemli olup uzmanlar tarafından tüketilmesi önerilmektedir. Sağlıklı ve dengeli beslenmede havucun düzenli bir şekilde tüketilmesi sağlık açısından çok önemlidir. Sağlık değeri bulunmayan beyaz renkli havuçların yetiştiriciliği ülkeler ve yetiştiricilerin tercihleri doğrultusunda yapılmaktadır. Özellikle portakal ve mor renkli havuçlarda bulunan beta karoten, vücutta A vitaminine dönüşür. A vitamini bütün fonksiyonlarının yanı sıra serbest radikalleri etkisiz hale getirerek yaşlanmayı geciktirir, cildi güzelleştirerek güneşin zararlı etkilerinden ve cilt kanserinden korur. Radyasyon tedavisinin yan etkisini azaltır. Sigara dumanı ve hava kirliliğine karşı vücuda siper olur. Eksik alınırsa katarakt ve bazı tümörlerin oluşumuna neden olabilir (Eşiyok ve Elgin 2011, Yen ve ark. 2008).

Havuçta  $\beta$ -karoten en fazla bulunan karotenoid iken; bunu sırasıyla  $\alpha$ -karoten ve lutein izlemektedir. Havuç doğal bir antioksidanttır (Yen 2008). Havuç (*Daucus carota*), maydanozgiller (Apiaceae) familyasından, koni biçimindeki etli kökü için sebze olarak yetiştirilen iki yıllık otsu bir kültür bitkisidir. Türkiye’ de 2007 yılında havuç üretim miktarı 641.953 ton olmuş bu üretimin % 67,1’ i Konya ilinde, % 17,1’ i Ankara ilinde, % 8,2’ si Hatay ilinde ve diğer illerde ise % 7,6’ sı yetiştirilmiştir (Anonim 2007a).

## 2.9. Literatürde Yapılan Çalışma Özetleri

Viegas, Contreras (1994) pacu balıklarının (*Colossoma macropomum*) fingerlinglerinde yapmış olduğu çalışmada; diyetle ilave edilen CPO' nun pacu balıklarında büyüme ve protein dönüştürme oranına olumlu etki yaptığını bildirmiştir.

Legendre ve ark. (1995) Afrika kedi balıkları (*Heterobranchus longifilis*) frylarında yaptığı çalışmada; yeme ilave edilen hindistancevizi yağı, pamuk yağı, yerfıstığı yağı ve balık yağına göre yeme ilave edilen CPO yağının balıklarda daha yüksek büyüme gösterdiğini bildirmiştir.

Japon balıkları (*Carassius auratus*) için dört hafta süreyle diyetlerine konacak uygun astaksantin dozajı araştırılmış bu amaçla kg' a 0, 25, 50, 75 ve 100 mg astaksantin Japon balığı diyetine ilave edilmiştir. Deneme sonunda balığın derisindeki bulunan pigment miktarına ve görsel olarak değerlendirme yapılmıştır. Her iki ölçme tekniğinde de 36-37 mg/kg astaksantin ilave edilmesi Japon balıklarında renklenme için ortalama dozaj olarak bulunmuştur. Denemede astaksantin içeren yem gruplarıyla içermeyen yem grubu arasında balıklardaki yaşam oranı arasında farklılık bulunmuş astaksantin ilaveli diyetlerde yaşam oranı yüksek olmuştur. Ancak büyümede astaksantin olumlu bir etkisi bulunamamıştır (Paripatananont 1999).

Japon balıklarında (*Carassius auratus*) zeaksantin ve tank renginin büyüme ve pigmentasyona etkisinin belirlenmesi amacıyla yapılan çalışmada, pigmentasyon ölçümü, spektrofotometrik yöntemle yapılmış olup, balık derisindeki total karotenoid miktarları saptanmıştır. 75 mg/kg sentetik zeaksantin içeren diyetle 60 gün beslenen balıkların derilerinde, yeşil renkli tankta  $34.41 \pm 0.56$ ; mavi renkli tankta  $32.90 \pm 0.42$ ; kırmızı renkli tankta  $28.60 \pm 0.74$ ; beyaz renkli tankta  $28.58 \pm 0.52$  ve sarı renkli tankta ise  $26.96 \pm 0.70$  mg/kg total karotenoid miktarı saptanmıştır. Yeşil ve mavi tanktaki pigmentasyon birikimi, diğer gruplara göre istatistiki olarak önemli bulunmuştur ( $p < 0.05$ ). Buna ilaveten, yeşil tankta balığın büyümesi diğer gruplara göre daha hızlı olmuştur (Yanar ve Tekelioğlu 1999).

Genellikle salmon yetiştiriciliğinde et rengi önemli bir kalite parametrelerinden biri olarak kabul edilir. Özellikle salmonlarda et rengi satışta ürünün kalitesini belirleyen etkili bir rol oynamaktadır. Hayvanların vücudunda biriken karotenoidler canlı da önemli biyolojik

fonksiyonlar oluşturmaktadır. Salmonlarda türe özgü pembe et rengi astaksantin tarafından oluşturulmaktadır. Birçok çalışmada vurgulandığı gibi salmonlardaki pembe et rengi tüketici için önemli bir parametredir (Anderson 2000).

Salmonlar, diğer karotenoidleri olduğu gibi astaksantinide sentezleyemedikleri için diyetlerine ilave edilmesi gerekmektedir. Salmonların diyetlerine ilave edilen astaksantin balıklarda özellikle et renginde olumlu etki göstermektedir. Salmonlarda ve karideslerde astaksantin et rengine etkisi dışında özellikle büyüme, üreme, biyolojik fonksiyonlara ve güçlü bir antioksidan olma özelliği taşımasından dolayı balık ve omurgasız diyetlerine ilave edilmesi gereklidir (Bell ve ark. 2000).

Chien ve Jeng astaksantini beta karotenle karşılaştırdıklarında bunun *P. japonicus* için en etkili karotenoid kaynağı olduğunu görmüş ve yaşama oranı ile pigment konsantrasyonu arasında pozitif bir korelasyonun olduğunu tespit etmişlerdir. Astaksantin intracellular oksijen rezervine yardımcı olur, bu da havuz yetiştiriciliğinde düşük kondüsyonlar 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 (Diler ve Dilek 2002).

Karotenoidler birçok hayvanda cinsel açıdan ilgi çekici kırmızı, turuncu ve sarı renkleri içermesi ve antioksidan ve bağışıklık sistemi için önemli bir rol oynamaktadır. Omurgalılar karotenoidleri sentez edemezler. Özellikle akvaryum balıklarının yetiştiriciliğinde balıklar doğal renklere sahip olması ve sağlıklı balıklar yetiştirebilmek için diyetlerine doğal veya sentetik renk maddeleri ilave edilmesi gerekmektedir (Bendich 1989, Chew 1993, McGraw ve Ardia 2003).

Memelilerde sadece bir pigment hücre tipi, melanosit (siyah, kahverengi, kırmızı ve sarı) sahiptirler. Bunun aksine balıklarda altı tip farklı pigment hücre tipi mevcuttur. Bunlardan beş tanesi; melanofor (siyah), ksantofor (sarı), eritrofor (kırmızı), iridofor (gümüş, mavi veya altın rengi) ve leucophores (mat, beyaz) yaygın olarak bulunan pigment hücre tipidir. Cyanophorres (elektrik mavisi) filogenetik olarak sınırlandırılmıştır (Kelsh 2004).

Japon balıkları (*Carassius 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. Diyetlere pigment ilavesi 45 mg/kg olarak *Chlorella vulgaris*, *spirulina platensis*, sentetik pigment astaksantin ve kontrol grubudur. İkinci denemede ise beş tip diyet kullanılmış ve beşinci olarak *Haematococcus 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 (Rema ve Gouveia 2005).

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  $86,55\pm 4,50$  µg/g, kontrol yemi karotenoid düzeyi ise  $33,69\pm 1,06$  µg/g bulunmuştur. Deneme sonunda 60 mg biber ekstratı ilave edilen yemde renklenmenin daha iyi olduğu gözlenmiştir (Harpaz ve Padowicz 2007).

Amerikan çiklit grubundan severum (*Heros severus*) balıklarının ortalama 5,0 cm'lik bireylerinin çeşitli doğal ve sentetik pigment kaynaklarının yeme ilavesinin deri ve kuyruk rengi üzerine etkilerinin belirlenmesi amacıyla yapılan çalışmada; Denemede büyüme parametrelerinden olan canlı ağırlık artışı bakımından en yüksek değer  $7,5\pm 0,25$  g. ile Spirulina ve  $7,0\pm 0,84$  g. ile kına grubunda elde edilmiş, en düşük ise  $5,8\pm 0,61$  g. ile kontrol grubunda elde edilmiştir. Deneme süresince renk analizleri balıkların göz, operculum, dorsal, ventral ve kuyruk bölgelerinden fiziksel (hunter L, a, b- Minolta CR 400) yöntemle aylık olarak yapılmıştır. Renklenme açısından 5 bölgede de olmak üzere Hunter L, a, b değerlerine göre L değeri bakımından en yüksek kontrol grubunda elde edilirken bunu kına, spirulina-kantaksantin ve zeaksantin izlemiştir. En düşük ise astaksantinli grupta hunter L değeri elde edilmiştir. Hunter a ve b değerleri bakımından ise astaksantinli grupta elde edilirken bunu zeaksantin-kantaksantin-kına-Spirulina grupları izlemiştir, en düşük renk birikimi ise pigment ilavesiz yemlerle beslenen kontrol grubunda elde edilmiştir (Diler ve ark. 2007).

Japon balıklarında (*Carassius auratus*) kişniş, nane ve amaranthus bitkisinin büyüme ve pigmentasyona etkisinin belirlenmesi amacıyla yapılan çalışmada; pigment kaynağı olarak kullanılan doğal ürünler % 1, % 3 ve % 5 düzeyinde yeme ilave edilmiş ve deneme 60 gün sürmüştür. Balıklar vücut ağırlığının % 5' i kadar yemlenmişlerdir. Amaranthus bitkisi ile beslenen balıklarda en iyi büyüme % 1' lik diyetle gerçekleşmiştir. Kişniş ile beslenen balıklarda ise % 3' lük diyet % 1' lik diyete göre balıklarda büyüme daha olumlu yönde etkili olmuştur. Nane ile beslenen balıklarda en iyi büyüme % 1' lik diyetle gerçekleşmiştir. Bütün yem gruplarına göre amaranthus bitkisinin % 1 ve % 3' lük diyetle beslenen balıklarda en iyi renklenme düzeyinde olumlu etki görülmüştür. En iyi büyüme ve renklenmenin ise Japon balıklarında nane ve amaranthus bitkisinin % 1' lik düzeyinde gerçekleşmiştir (Ahilan 2008).

Total boyları ortalama  $2,86 \pm 1,12$  cm, ortalama ağırlıkları  $0,62 \pm 0,4,2$  gr olan 200 adet ciklit balığı 20 litrelik 12 akvaryuma soklanmıştır. Yalnızca sünger filtre (pipo filtre) kullanılan akvaryumlarda günlük % 10 su değişimi yapılmıştır. Yemlerin hazırlanmasında ham madde olarak balık unu, soya küspesi, buğday unu, mısır gluteni, bankalite, balık yağı kullanılırken dört farklı renk maddesi kullanılmıştır. Renklendirici olarak mikroalglerden spirulina (*Spirulina platensis*) ve porphyridium (*Porphyridium cruentum*) yanı sıra iki farklı sentetik renklendirici (Astaxantin ve  $\beta$ -Karoten) kullanılmıştır. Üçer tekrarlı dört farklı gruba bölünen balıklar 2 ay boyunca dört farklı renk maddesi içeren yemlerle beslenmişlerdir. Deney sonunda balıkların derileri spektrofotometrede analiz edilerek renklendirme dereceleri karşılaştırılmıştır. Ortalama 25 °C ve 7,5-8 pH değerlerinde gelişimleri ve renklenmeleri gözlenen balıkların astaxantin ve porphyridium ile daha pembemsi renk aldıkları tespit edilirken  $\beta$ -Karoten ve spirulinanın daha az etkili olduğu bulunmuştur (Çelik 2008).

Kırmızı kılıçkuyruk balıklarında renklenmenin belirlenmesi amacıyla gerçekleştirilen çalışmada; yedi farklı besleme diyeti oluşturulan kırmızı kılıçkuyruk balıklarında kullanılan kadife çiçeği tozu hem büyüme hemde renklenme üzerinde olumlu sonuçlar elde edilmiştir. Renklenme süs balıklarının piyasadaki değerini arttıran en önemli faktörlerden birisi olarak kabul edilmekte bu nedenle soluk renkli ve dikkat çekici renklere sahip olan balıklar tüketiciler tarafından ilgi görmemektedir. Toplam karotenoid miktarı 15 gram ilave edilen pigment kaynağı ile  $28,48 \pm 0,38$   $\mu\text{g/g}$  ve kontrol grubunda ise  $2,76 \pm 0,34$   $\mu\text{g/g}$  elde edilmiştir (Ezhil ve ark. 2008).

Karotenoid ailesinin bir üyesi olan astaksantin pigmenti, yetiştiriciliği yapılan salmonid balıkların yemlerine ilave edilmesi gerekli esansiyel bir katkı maddesidir. Astaksantin pigmenti nedeniyle özellikle balığın etinde meydana gelen karakteristik renklenme, pazarlama aşamasında fiyatı belirleyici en önemli faktörlerden biridir. Salmonid balıkların üretiminde üreticilerin çoğunlukla tercih ettiği ürün sentetik astaksantindir. Ancak son yıllarda mikrobiyal kaynaklardan da astaksantin pigmentinin ticari boyutlarda üretimi gerçekleştirilmekte olup, salmonid balık üreticileri doğal astaksantini yemlerde kullanmaya başlamıştır. Bu anlamda, üretimi ticari olarak en fazla yapılan organizma, kullanılan üretim sistemine bağlı olarak kuru ağırlığının yaklaşık % 2-5' i oranında astaksantin biriktirme yeteneğinde bir mikroalg türü olan *Haematococcus pluvialis*' tir. Günümüzde, üreticilerin sentetik astaksantin pigmentini tercih etmelerinin en önemli nedeni, üretim maliyetini düşük tutmaktır. Fakat mikrobiyal kaynaklı astaksantin pigmenti, tüketicilerin organik ürünlere olan talebinin artması sonucu avantajlı duruma geçmiştir. Ayrıca, *Haematococcus* türünün biriktirdiği astaksantin pigmentinin spesifik izomer yapısı da sentetik astaksantin ile beslenen balıklara nazaran daha doğal renklenme yaratmaktadır. Yapılan birçok çalışmada, dış ortamda kurulan havuzlarda ve tüm yıl boyunca astaksantin üretimini mümkün kılan laboratuvar çalışmalarında yaklaşık olarak kuru ağırlıklarının % 2.5' i ve % 4.0' ı gibi yüksek oranlarda astaksantin birikimi başarılmıştır (Göksan ve Gökpınar 2008).

Ciklit balıklarının (*Cichlasoma severum*) vücut renginin doğal renklendirici kullanılarak belirlenmesi amacıyla yapılan çalışmada; 1.16 g ağırlığa sahip 120 adet balığın diyetlerine havuç (*Daucus carota*) ve kırmızıbiber (*Capsicum annuum*) ilave edilmiştir. Üç grup olarak yapılan denemede havuç (50 mg/kg karotenoid içeriği), kırmızıbiber (50 mg/kg karotenoid içeriği) ve kontrol grubu (renk maddesi içermeyen) oluşturulmuştur. 50 gün boyunca devam eden deneme sonunda kırmızıbiber ile beslenen balıklarda karotenoid düzeyi 5,25 mg/g, havuç ile beslenen balıklarda ise karotenoid düzeyi 5,60 mg/g olarak bulunmuştur (Kop ve ark 2010).

Golyan (*Zacco platypus*) balıkları için yapılan besleme denemesinde kuru kırmızıbiber ve kırmızıbiber yağının büyüme performansına ve pigmentasyona etkileri araştırılmıştır. Altı diyet tipinde % 0, % 8 ve % 16 kuru kırmızıbiber ve % 8 ve % 17 kırmızıbiber yağı kullanılmıştır. Denemede sekiz hafta süreyle başlangıç ortalama ağırlıkları 2,6±0,2 g balıklar kullanılmıştır. Besleme denemesi sonunda yaşama oranı % 94'ün üzerinde

bulunmuş ve diyetler arasında istatistiksel olarak farklılık bulunamamıştır. Büyüme oranı, yemden yararlanma oranı ve proteinden yararlanma oranı bakımından % 0 kuru kırmızıbiber ve % 8 yağ içeren gruba göre % 16 kuru kırmızıbiber ve % 8 yağ içeren grubun değerleri daha düşük bulunmuştur. En yüksek toplam karotenoid içeriği % 16 kuru kırmızıbiber ve % 8 yağ içeren grup da elde edilmiştir (Lee ve ark. 2010).

Süs balıklarının ticari değeri öncelikle dış gövde renklenmesine bağlıdır. Sade renkli balıklar alıcıların ilgisini çekmezler. Denemede tül kuyruk lepisteslerin dört tip (canlı tubifex, kurutulmuş tubifex, daphnia ve hazır toz yem) yem kullanılmıştır. Kullanılan yemlerle beslenen balıklara deneme sonunda karotenoid içerikleri ve spesifik büyüme oranlarına bakılmıştır. Karotenoid içerikleri için balıkların kuyruk ve kas dokularından örnekler alınarak incelenmiştir. Denemede canlı tubifex ile beslenen balıklarda renklenmenin ve büyümenin daha fazla olduğu bulunmuştur (Mandal ve ark. 2010).

Yapılan literatür özetleri araştırmasında balıklarda renklenme ile ilgili konu özetleri yukarıda özetlenmiştir. Bulunan bu literatür özetlerine göre balıklarda özellikle akvaryum balıklarında renklenme ile ilgili çalışmaların yapılmasıyla yeni pigment kaynaklarının ortaya çıkarılması gereklidir.



### **3. MATERYAL VE YÖNTEM**

#### **3.1. Materyal**

##### **3.1.1. Araştırma Yeri**

Araştırma, Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootehni Bölümü laboratuvarında yürütülmüştür.

##### **3.1.2. Balık Materyali**

Araştırmada kullanılan Japon balıkları (*Carassius auratus*) Thermo Akvaryum tarafından yurt dışından ithal edilerek, laboratuvarımıza getirilmiştir. Denememize başlamadan önce balıklar 20 günlük adaptasyon dönemine tabi tutulmuştur.

##### **3.1.3. Araştırmada Kullanılan Ekipmanlar**

Yavru japon balıkları ile yapılacak olan araştırmada, 100\*33\*34 cm boyutlarında camdan yapılmış 21 adet akvaryum kullanılmıştır. Akvaryumlarda iç filtre kullanılarak hem biyolojik filtrasyon hem de havalandırma sağlanmıştır.

##### **3.1.4. Denemede Kullanılan Suyun Özellikleri**

Bu araştırmada, akvaryumlarda su yüksekliği 30 cm olacak şekilde düzenlenmiş ve dinlendirilmiş klorsuz musluk suyu kullanılmıştır. Araştırma süresince suyun sıcaklığı termostatlı ısıtıcılar vasıtasıyla  $24 \pm 1$  °C’ de sabit tutulmuştur. Su parametrelerinin ölçümleri, çözülmüş oksijen (mg/l) ve pH değerleri EXTECH marka pH metre cihazıyla, amonyum NH<sub>4</sub> (mg/l), nitrit NO<sub>2</sub> (mg/l) ve nitrat NO<sub>3</sub> (mg/l) değerleri ise sera marka test kitleriyle yapılmıştır. Su parametrelerinin ölçümleri 20 günde bir yapılmıştır.

### 3.1.5. Yem Materyali

Yemlerimizde dört farklı renk maddesi kullanılmıştır. Renklendirici olarak ham hurma yağı (CPO), kırmızıbiber, havuç ve sentetik renklendirici (astaxhantin) içeren yemler denemede kullanılmıştır. Üçer tekrarlı 7 farklı gruba bölünen balıklar dört farklı renk maddesi içeren yemlerle beslenmektedirler (Çizelge 3.1.5.1.).

**Çizelge 3.1.5.1.** Gruplardaki Renk Madde Kaynağı, Toplam Pigment Miktarları ve Kullanım Oranları

Grup No	Renk maddesi kaynağı	Toplam pigment miktarı	Karmadaki oranları	Pigment oranları
<b>K0</b>	Pigmentsiz	0	0	0
<b>K1</b>	Sentetik pigment Zeaksantin – astaksantin	80,000 mg / kg	% 10 zeaksantin % 5 asaksantin	60 mg / kg
<b>H</b>	Havuç, β-karoten	448,8 mg / kg	67 g / kg	30 mg / kg
<b>KB1</b>	Kırmızı biber, Kapsantin	2893,8 mg / kg	11 g / kg	30 mg / kg
<b>KB2</b>	Kırmızı biber, Kapsantin	2893,8 mg / kg	22 g / kg	60 mg / kg
<b>HHY1</b>	Ham hurma yağı β – karoten	906,6 mg / kg	33 g / kg	30 mg / kg
<b>HHY2</b>	Ham hurma yağı β – karoten	906,6 mg / kg	66 g / kg	60 mg / kg

1. Yem grubu: Herhangi bir renk maddesi içermeyen kontrol grubudur.
2. Yem grubu: Sentetik pigment Zeaksantin – Astaksantin içeren yem grubudur.
3. Yem grubu: 1 kg yeme 67 gram havuç (*Daucus carota*) içeren yem grubudur.  
(Havuçlar önce rendelenmiş, sonra kurutulularak karma yeme karıştırılmıştır.)
4. Yem grubu: 1 kg yeme 11 gram kırmızıbiber (*Capsicum annuum*) ilave edilmiştir.
5. Yem grubu: 1 kg yeme 22 gram kırmızıbiber (*Capsicum annuum*) ilave edilmiştir.
6. Yem grubu: 1 kg yeme 33 gram ham hurma yağı ilave edilmiştir.
7. Yem grubu: 1 kg yeme 66 gram ham hurma yağı ilave edilmiştir.

**Çizelge 3.1.5.2.** Gruplara göre Yem Kaynaklarının Besin Madde İçerikleri ( % )

	<b>KO</b>	<b>K1</b>	<b>KB1</b>	<b>KB2</b>	<b>HHY1</b>	<b>HHY2</b>	<b>H</b>
<b>Kuru Madde</b>	88	88	87	86,5	87	86	86
<b>Ham Protein</b>	55	55	54,20	54,30	54	54,40	54
<b>Ham Yağ</b>	10	10	9,35	9,10	11,5	12,4	9,30
<b>Ham Kül</b>	11	11	11,70	12	11	11	11,40

## 3.2. Yöntem

### 3.2.1. Deneme Planı

Denemede, Japon balığı yavruları bir hafta süreyle adaptasyon için kontrol grubu yemiyle beslenmişlerdir. Bu süre sonunda 504 adet Japon balıkları 24' erli gruplar halinde, 21 adet akvaryuma tartılarak stoklanmışlardır. Akvaryuma paylaştırılan balıklar bir hafta süreyle kullanılacak yemlerle beslenerek alıştırılmaya çalışılmışlardır. Deneme, 3 tekrarlı olarak 7 grupta yürütülmüştür. Her gruba başlangıçta bireysel ağırlıkları K0;  $2,091 \pm 0,037$  g, K1;  $2,259 \pm 0,373$  g, KB1;  $2,223 \pm 0,385$  g, KB2;  $2,223 \pm 0,503$  g, HHY1;  $2,128 \pm 0,422$  g, HHY2;  $2,387 \pm 0,419$  g, H1;  $2,102 \pm 0,434$  g ve ortalama  $2,202 \pm 0,016$  g ve ortalama uzunlukları 4,91 cm olan 24 adet balık konulmuştur. Denememize 17/06/2010 tarihinde başlanmıştır. Deneme 100 gün sürmüştür.



Şekil 3.2.1.1. Araştırmaya Ait Deneme Planı

### 3.2.2. Yemleme

Denemede, 7 farklı yem materyali kullanılarak balıklara kontrol, sentetik karotenoid içeren yem, akvaryum balık yemi + kırmızı biber 1, akvaryum balık yemi + kırmızı biber 2, akvaryum balık yemi + ham hurma yağı 1, akvaryum balık yemi + ham hurma yağı 2, akvaryum balık yemi + havuç karışımından oluşan 7 farklı yemleme rejimi uygulanmıştır.

Balıkların yemlenmesi sabah 08:00 ve akşam 17:00 olmak üzere günde 2 defa yapılmıştır. Yemleme balıkların canlı ağırlıklarının % 20' si kadar yapılmıştır. Akvaryumlarda biriken yem artıklarının ve dışıkların temizlenmesi için her 3 günde bir akvaryumların üçde birine denk gelecek şekilde dip temizliği yapılarak dinlendirilmiş ve akvaryumlardaki sıcaklıkla eşit su akvaryumlara ilave edilmiştir.

### 3.2.3. Karotenoid Bileşiklerin Spektrofotometrik Analizi

Matus ve ark (1981) tarafından önerilen indirgenmeye dayalı metoda göre saptanmıştır. Bu amaçla 0,5 g örnek 50 ml benzen ile 30 dakika magnetik karıştırıcıda ekstrakte edildikten sonra üst kısmından 5 ml alınıp 25 ml' e seyreltildi. Bu çözeltinin 5 ml' si, 5 ml etanol ile karıştırılıp 2 eşit tüpe bölündü, tüplerden birisi toz sodyum bor hidrit ( $\text{NaBH}_4$ ) ile doyuruldu. 0,2 g' lık NaOH tableti eklendikten sonra çözelti sarıya döner.  $\text{NaBH}_4$  ile indirgeme yapılan tüp, toplam karotenoidler belirlemek için 440-485 nm' de SHIMADZU marka spektrofotometrede absorbans okuması gerçekleştirildi. Elde edilen sonuçlar formüle yerleştirilerek toplam karotenoid bileşikler belirlendi.

### Çizelge 3.2.3.1. Yem Ham Maddelerin Karotenoid Tayini

Dalga Boyları	440 nm	450 nm	455 nm	470 nm	485 nm
<b>Yem Ham Maddeleri</b>					
<b>Havuç</b>	0,172	0,158	0,193	<b>0,204</b>	0,195
<b>Kırmızı biber</b>	0,155	0,334	0,148	<b>0,474</b>	0,139
<b>Ham Hurma Yağı (CPO)</b>	1,364	<b>1,378</b>	0,322	1,355	1,349

$$\begin{aligned} \text{❖ Toplam karotenoid ( mg / g ) ( Kırmızı biber )} &= \frac{A_{\dots nm} * 10^3 * 575 * SF * 2}{110000 * 10} \\ &= 1,05 * A_{470} * 2 \end{aligned}$$

$A_{\dots nm}$  = ..... nm' de belirlenen absorbands değeri

575 = Ortalama molekül ağırlığı

110000 = Karışım halindeki karotenoidlerin molar absorpsiyonu

SF = Seyreltme faktörü

$$\text{❖ Toplam karotenoid ( mg / g ) ( Havuç )} = 1,1 * A_{470} * 2$$

$$\text{❖ Toplam karotenoid ( mg / g ) ( Ham Hurma Yağı Palm Oil )} = 0,95 * A_{450} * 2$$

Buna göre; 1 kg Havuçta 448,8 mg toplam karotenoid,  
1 kg Kırmızıbiberde 2893,8 mg toplam karotenoid,  
1 kg Ham Hurma yağında 900,6 mg toplam karotenoid içermektedir.

Böylelikle karma yeme 67 gram havuç, 11 – 22 gram kırmızıbiber, 33 – 66 gram ham hurma yağı ilave edilmiştir.

### **3.2.4. Balıkların Karotenoid Miktarlarını Belirlemek için Spektrofotometrik Analizi**

Balıklarda karotenoid tayini için Olson (1989) metodu kullanılmıştır. Balıkların baş kısmı ve iç organları hariç kalan vücut bölgelerinden 1 gram tartılarak alınmıştır. Üzerine 2.5 gram sodyum sülfat ilave edilmiştir. Plastik şişelere konulan balıklar ezilerek 5 ml kloroform ilave edilerek 0 °C de 1 gece tutulmuştur. Bu şişelerin üzerindeki 1 – 2 cm berrak kısım alınarak spektrofotometrede 380, 450, 470 ve 500 nm de ölçümleri yapılmıştır. Çıkan en yüksek değer formülde yerine konularak toplam karotenoid değeri hesaplanmıştır.

Toplam Karotenoid Miktarı = Max. değer / ( 0,25 \* Balık Ağırlığı (g) ) \* 10

### **3.2.5. Ağırlık Ölçümleri**

Denemede kullanılan Japon balıklarının ağırlık ölçümleri 20 günde bir 0.001 g hassasiyetli AND marka dijital terazi ile yapılmıştır. Balıkların tartılmasında önce darası alınan ve içersinde balığın alındığı akvaryum suyu bulan bir kaba konularak teker teker tartımı yapılmıştır. Tartımların yapıldığı günlerde balıklar yemlenmemiş olup tartım yapılan günler deneme süresine dahil edilmemiştir.

### 3.2.6. Verilerin Değerlendirilmesi

Denemede, elde edilen veriler aşağıdaki formüllere göre değerlendirilmiştir (Korkut ve ark. 2007, Yiğit ve Yiğit 2003).

- ❖ Ortalama Canlı Ağırlık (g) =  $\frac{\text{Tartılan Balıkların Toplam Ağırlığı (g)}}{\text{Tartılan Balıkların Sayısı}}$
- ❖ Bireysel Canlı Ağırlık Artışı (g) =  $\text{Son Ortalama Canlı Ağırlık (g)} - \text{İlk Ortalama Canlı Ağırlık (g)}$
- ❖ Spesifik Büyüme Oranı (%) =  $\left[ \frac{\text{Son ortalama ağırlık} - \text{İlk ortalama ağırlık}}{\text{Periyot (gün)}} \right] \times 100$
- ❖ Canlı Ağırlıkça Büyüme Oranı (%) =  $\left[ \frac{\text{Son Ortalama Ağırlık} - \text{İlk Ortalama Ağırlık}}{\text{İlk Ortalama Ağırlık}} \right] \times 100$
- ❖ Yem Değerlendirme Oranı =  $\frac{\text{Tüketilen Toplam Yem (g)}}{\text{Toplam Canlı Ağırlık Artışı (g)}}$
- ❖ Yaşama Oranı =  $\left( \frac{\text{Deneme Sonu Balık Sayısı}}{\text{Deneme Başı Stoklanan Balık Sayısı}} \right) \times 100$

### 3.2.7. Kimyasal Analizler

Denemede kullanılan balık yeminin kuru madde, ham yağ, ham protein, ham kül analizleri Akyıldız (1984) tarafından bildirilen Weende analiz yöntemlerine göre belirlenmiştir. Kimyasal analizlerin tamamı, Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootekni Anabilim Dalı Yemler Laboratuvarında gerçekleştirilmiştir (Düzgüneş ve ark. 1993).



### 3.2.8. İstatistiksel Analizler

Tüm akvaryumlarda elde edilen vücut ölçüleri; canlı ağırlık ve karotenoid dağılımları göz önünde bulundurularak her canlı materyali için yedişer yem grubunda K0, K1, KB1, KB2, HHY1, HHY2, H değerlendirilmiştir.

Vücut ölçülerinin ortalamaları, standart sapmaları ve varyasyon katsayıları gibi merkez ve değişim ölçüleri hesaplanarak, verilerin tanımlayıcı istatistikleri ortaya konmuştur. Canlı ağırlık ve karotenoid gibi verilerin ortalamaları arasındaki farkı belirlemek amacıyla Varyans Analiz Yöntemi (ANOVA) kullanılmıştır.

CA ile sıcaklık arasındaki ilişkinin belirlenmesinde pearson korelasyon katsayıları kullanılmıştır.

Metotlar arasındaki farklılığın hangi grup ortalamaları arasında önemli olduğunun belirlenmesi amacıyla Duncan Çoklu karşılaştırma Testi kullanılmıştır (Düzgüneş ve ark. 1993).

Araştırmada verilerin analizinde SPSS (version 15.0 for Windows, SPSS Inc. Chicago, IL) paket programından yararlanılmıştır.

#### 4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

Denememizde kullanılan Japon balıklarının CA artışları ve karotenoid miktarlarının belirlenmesi amacıyla yapılan çalışmadan elde edilen sonuçlar literatür ile tartışılarak bu bölümde verilmiştir.

##### 4.1. Büyüme Parametrelerine İlişkin Bulgular

Japon balıklarının 7 farklı yemleme rejimi uygulanarak beslenmeleri sonucunda elde edilen çeşitli büyüme parametreleri (Ortalama Canlı Ağırlık, Bireysel Canlı Ağırlık Artışı, Canlı Ağırlıkça Büyüme, Spesifik Büyüme Oranı, Yaşama Oranı ve Yem Değerlendirme Oranı) araştırma sonunda kullanılarak ilgili veriler diğer araştırma bulguları ile karşılaştırılmıştır.

Süs balıkları yetiştiriciliğinde, özellikle kapalı sistemlerde Japon balıkları yetiştiriciliğinde balıkların renklenmesi için karotenoid içeren yemlere ihtiyaç duydukları bilinen bir olgudur. Bu çalışmada bazı doğal (Havuç, Kırmızıbiber, Ham Hurma Yağı) ve sentetik karotenoid (% 10 zeaksantin, % 5 asaksantin) kaynaklarının Japon balıklarının deri rengi ve büyümesine ilişkin etkileri araştırılmıştır. Deneme; 100 gün süreli olarak pigment ilavesiz kontrol grubu KO, karma yeme 67 g/kg havuç ilaveli H (30 mg/kg karotenoid), karma yeme 11 g/kg kırmızıbiber ilaveli KB1 (30 mg/kg karotenoid), karma yeme 22 g/kg kırmızıbiber ilaveli KB2 (60 mg/kg karotenoid), karma yeme 33 g/kg ham hurma yağı ilaveli HHY1 (30 mg/kg karotenoid), karma yeme 66 g/kg ham hurma yağı ilaveli HHY2 (60 mg/kg karotenoid) ve sentetik karotenoid ilaveli K1 (% 10 zeaksantin, % 5 asaksantin) karışımdan oluşan 7 farklı yemleme rejimi uygulanarak balığın büyüme ve renklenme verimliliği üzerine etkileri araştırılmıştır.

Denemede kullanılan Japon balıklarının CA artışlarına ilişkin tanımlayıcı istatistikler Çizelge 4.1.1.A ve Çizelge 4.1.1.B' de verilmiştir. Çizelge incelendiğinde 0. gün, 20. gün, 40. gün, 60. gün, 80. gün ve 100. günler arasındaki CA bakımından istatistiksel olarak farklılıklar belirlenmiştir ( $P<0,01$ ).

**Çizelge 4.1.1.A. 0. Gün – 20. Gün – 40. Gün – 60. Gün 80. Gün – 100. Günde Farklı**

**Yemlere İlişkin Tanımlayıcı İstatistikler**

	<b>YEM</b>	<b>N</b>	<b>X±SE</b>	<b>SD</b>	<b>Minimum</b>	<b>Maximum</b>
			**			
<b>0.gün</b>	K0	36	2,0911±0,036 c	0,21780	1,64	2,49
	K1	36	2,2594±0,047 ab	0,27904	1,78	2,77
	KB1	36	2,2236±0,042 bc	0,25013	1,79	2,77
	KB2	36	2,2231±0,057 bc	0,34338	1,79	3,46
	HHY1	36	2,1281±0,050 bc	0,30211	1,38	2,95
	HHY2	36	2,3878±0,056 a	0,33971	1,86	3,03
	H	36	2,1022±0,057 c	0,34204	1,36	2,95
	Genel	252	2,2022±0,020	0,31193	1,36	3,46
			**			
<b>20.gün</b>	K0	36	2,3228±0,040 bc	0,24216	1,81	2,67
	K1	36	2,4322±0,056 ab	0,33935	1,85	3,06
	KB1	36	2,3528±0,036 b	0,21553	1,82	2,70
	KB2	36	2,4306±0,056 ab	0,33569	1,92	3,69
	HHY1	36	2,4711±0,069 ab	0,41665	1,83	3,30
	HHY2	36	2,5392±0,066 a	0,39553	1,76	3,71
	H	36	2,1883±0,039 c	0,23195	1,58	2,61
	Genel	252	2,3910±0,021	0,33355	1,58	3,71
			**			
<b>40.gün</b>	K0	36	2,6453±0,062 b	0,36925	1,50	3,52
	K1	36	3,0469±0,051 a	0,30833	2,56	3,88
	KB1	36	2,6833±0,044 b	0,26386	1,91	3,31
	KB2	36	2,7069±0,051 b	0,30572	2,20	4,13
	HHY1	36	3,0242±0,048 a	0,28624	2,67	3,77
	HHY2	36	3,1158±0,068 a	0,40771	2,38	4,00
	H	36	2,4411±0,046 d	0,27482	2,00	3,29
	Genel	252	2,8091±0,025	0,39424	1,50	4,13
			**			
<b>60.gün</b>	K0	36	2,6811±0,059 cd	0,35341	1,63	3,28
	K1	36	3,0431±0,072 b	0,43024	2,32	4,03
	KB1	36	2,7542±0,470 c	0,28283	2,10	3,40
	KB2	36	2,7211±0,051 c	0,30750	2,04	3,86
	HHY1	36	3,1481±0,039 ab	0,23688	2,84	3,80
	HHY2	36	3,2853±0,058 a	0,35066	2,62	4,15
	H	36	2,5564±0,041 d	0,24686	2,04	3,16
	Genel	252	2,8842±0,026	0,40655	1,63	4,15

**Çizelge 4.1.1.B. 0. Gün – 20. Gün – 40. Gün – 60. Gün 80. Gün – 100. Günde Farklı Yemlere İlişkin Tanımlayıcı İstatistikler**

	YEM	N	X±SE	SD	Minimum	Maximum
			**			
<b>80.gün</b>	K0	36	3,3328±0,070 bc	0,42166	2,59	4,42
	K1	36	3,4458±0,091 ab	0,54815	2,41	4,91
	KB1	36	3,1811±0,051 cd	0,30338	2,28	4,16
	KB2	36	3,0653±0,063 de	0,37794	2,08	4,12
	HHY1	36	3,3717±0,047 b	0,28265	3,00	4,00
	HHY2	36	3,5767±0,047 a	0,28320	3,00	4,16
	H	36	2,9158±0,047 e	0,27994	2,40	3,67
	Genel	252	3,2699±0,027	0,42166	2,08	4,91
			**			
<b>100.gün</b>	K0	36	3,6408±0,060 c	0,36186	3,00	4,45
	K1	36	4,1433±0,102 b	0,61496	2,97	5,98
	KB1	36	3,7200±0,058 c	0,35004	2,98	4,91
	KB2	36	3,6303±0,083 c	0,49893	2,63	5,50
	HHY1	36	4,1050±0,057 b	0,34052	3,57	5,28
	HHY2	36	4,3953±0,059 a	0,35113	3,70	5,64
	H	36	3,5486±0,046 c	0,27828	3,00	4,23
	Genel	252	3,8833±0,032	0,50872	2,63	5,98

**\*\* (P<0.01) (Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistik olarak önemlidir.**

100 günlük deneme sonunda en yüksek ortalama CA 4,3953 ± 0,059 g ile HHY2 karışımı ile hazırlanan yem grubunda görülmüş, bunu 4,1433 ± 0,102 g ile sentetik karotenoid içeren yem grubu, 4,1050 ± 0,057 g ile HHY1 karışımı ile hazırlanan yem grubunda, 3,7200 ± 0,058 g ile KB1 karışımı ile hazırlanan yem grubunda, 3,6408 ± 0,060 g ile K0 yem grubunda, 3,6303 ± 0,083 g ile KB2 karışımı ile hazırlanan yem grubu takip etmiştir. En düşük ortalama CA ise 3,5486 ± 0,046 g ile H karışımı ile hazırlanan yem grubunda saptanmıştır (Çizelge 4.1.1.A-B).

**Çizelge 4.1.2.** Balıkların Ortalama Canlı Ağırlıkları ( g )

<b>GÜN</b>	<b>YEM</b>					
	<b>0.gün</b>	<b>20.gün</b>	<b>40.gün</b>	<b>60.gün</b>	<b>80.gün</b>	<b>100.gün</b>
<b>K0</b>	2,0911	2,3228	2,6453	2,6811	3,3328	3,6408
<b>K1</b>	2,2594	2,4322	3,0469	3,0431	3,4458	4,1433
<b>KB1</b>	2,2236	2,3528	2,6833	2,7542	3,1811	3,7200
<b>KB2</b>	2,2231	2,4306	2,7069	2,7211	3,0653	3,6303
<b>HHY1</b>	2,1281	2,4711	3,0242	3,1481	3,3717	4,1050
<b>HHY2</b>	2,3878	2,5392	3,1158	3,2853	3,5767	4,3953
<b>H</b>	2,1022	2,1883	2,4411	2,5564	2,9158	3,5486

Balıklarda deneme başlangıcında (0. gün) ağırlıklar arasındaki farklılığın önemli olduğunu belirlemek amacıyla Duncan çoklu karşılaştırma testine göre; H ile K0, KB1 ile KB2 ve HHY1 yem grupları arasında CA bakımından fark olmadığı; farklılığın HHY2 ile H, K0 ve KB1, KB' ve HHY1 yem grupları arasında olduğu belirlenmiştir ( $p<0,01$ ).

Balıklarda çalışmanın 20. gününde ağırlıklar arasındaki farklılığın önemli olduğunu belirlemek amacıyla Duncan çoklu karşılaştırma testine göre; HHY2 ile K1, KB2, HHY1 ve KB1 yem grupları arasında CA bakımından fark olmadığı; farklılığın HHY2 ile KB1 ve H yem grupları arasında olduğu belirlenmiştir ( $p<0,01$ ).

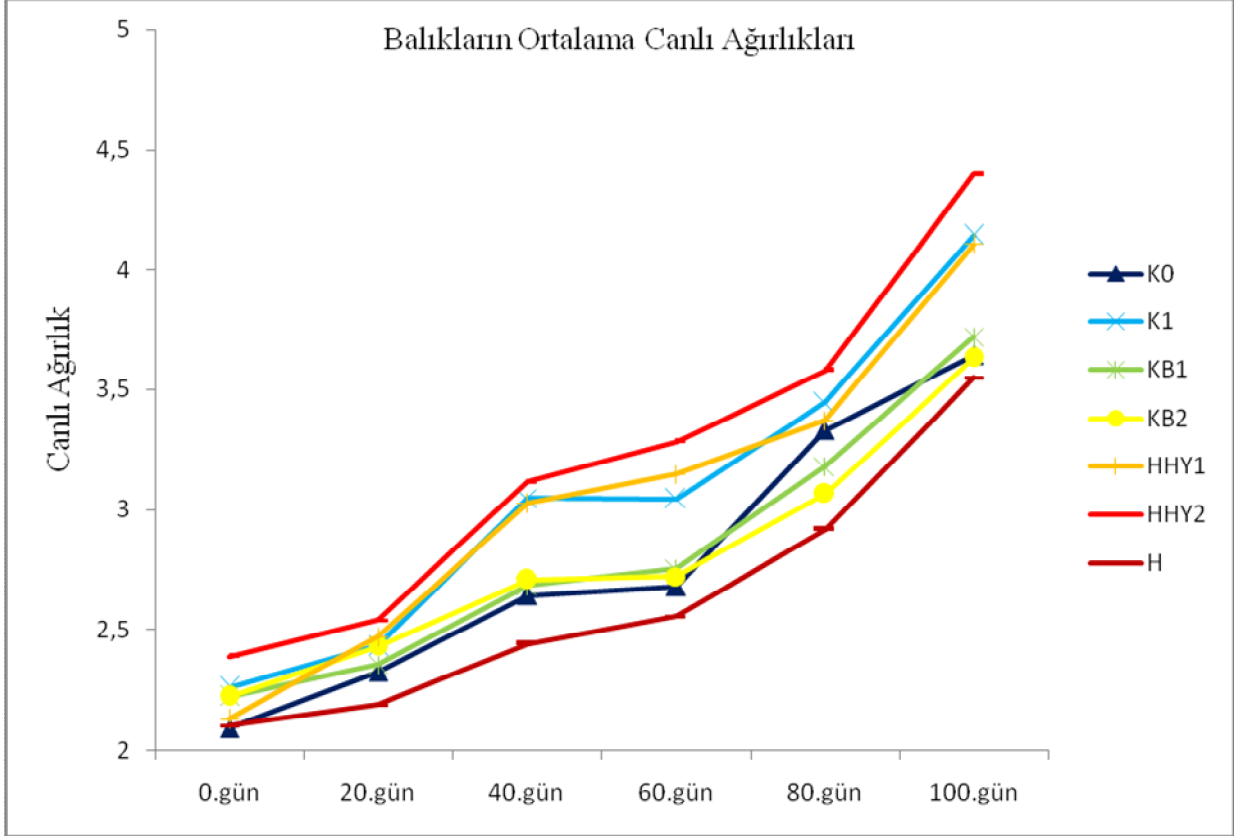
Balıklarda çalışmanın 40. gününde ağırlıklar arasındaki farklılığın önemli olduğunu belirlemek amacıyla Duncan çoklu karşılaştırma testine göre; K1 ile HHY1 ve HHY2, K0 ile KB1 ve KB2 yem grupları arasında CA bakımından fark olmadığı belirlenmiştir ( $p<0,01$ ).

Balıklarda çalışmanın 60. gününde ağırlıklar arasındaki farklılığın önemli olduğunu belirlemek amacıyla Duncan çoklu karşılaştırma testine göre; HHY2 ile HHY1, K0 ile KB1, KB2 ve H, K1 ile HHY1 yem grupları arasında CA bakımından fark olmadığı belirlenmiştir ( $p<0,01$ ).

Balıklarda çalışmanın 80. gününde ağırlıklar arasındaki farklılığın önemli olduğunu belirlemek amacıyla Duncan çoklu karşılaştırma testine göre; K0 ile K1, KB1, HHY1, HHY2, KB2 ile H yem grupları arasında CA bakımından fark olmadığı belirlenmiştir ( $p<0,01$ ).

Balıklarda çalışma sonunda (100. gün) ağırlıklar arasındaki farklılığın önemli olduğunu belirlemek amacıyla Duncan çoklu karşılaştırma testine göre; HHY1 ile K1, K0 ile KB1,KB2 ve H yem grupları arasında CA bakımından fark olmadığı belirlenmiştir ( $p<0,01$ ).

Çalışmamızda 40. gün ile 60. gün arasında ortam sıcaklıklarının yüksek olmasından dolayı balıklarda yem alımında azalma ve o günler arasında büyümelerinin normale göre daha az olduğu gözlenmiştir.



**Şekil 4.1.1.** Balıkların Ortalama Canlı Ağırlıkları

Bireysel canlı ağırlık artışı değerleri bakımından ise en yüksek artış 1,996 g HHY2 karışımı ile hazırlanmış yem grubunda, en düşük bireysel canlı ağırlık artışı ise 1,406 g ile KB2 yem grubunda gerçekleşmiştir. Diğer yem gruplarında ise, HHY1 1,975 g, K1 1,886 g, K0 1,548 g, KB1 1,495 g ve H ile hazırlanmış yem grubunda ise 1,445 g olarak bulunmuştur (Çizelge 4.1.3.).

**Çizelge 4.1.3.** Bireysel Canlı Ağırlık Artışı ( g )

<b>GÜNLER</b>	<b>0 – 20</b>	<b>20 – 40</b>	<b>40 – 60</b>	<b>60 – 80</b>	<b>80 – 100</b>	<b>Toplam</b>
<b>KO</b>	0,231	0,323	0,035	0,651	0,308	1,548
<b>K1</b>	0,173	0,614	-0,003	0,402	0,697	1,886
<b>KB1</b>	0,129	0,331	0,071	0,426	0,538	1,495
<b>KB2</b>	0,207	0,276	0,014	0,344	0,565	1,406
<b>HHY1</b>	0,343	0,553	0,123	0,223	0,733	1,975
<b>HHY2</b>	0,152	0,576	0,169	0,291	0,818	1,996
<b>H</b>	0,086	0,253	0,115	0,359	0,632	1,445

Yemler ve tartım günleri için CA ile sıcaklık arasındaki ilişkinin belirlenmesi amacıyla hesaplanan pearson korelasyon katsayıları Çizelge 4.1.4.’ de verilmiştir. Çizelge incelendiğinde K0 nolu yem ile beslenen balıklarda 60. günde elde edilen CA ile sıcaklık arasındaki ilişkin negatif yönde ve istatistik olarak önemli olduğu belirlenmiştir (P<0,05).

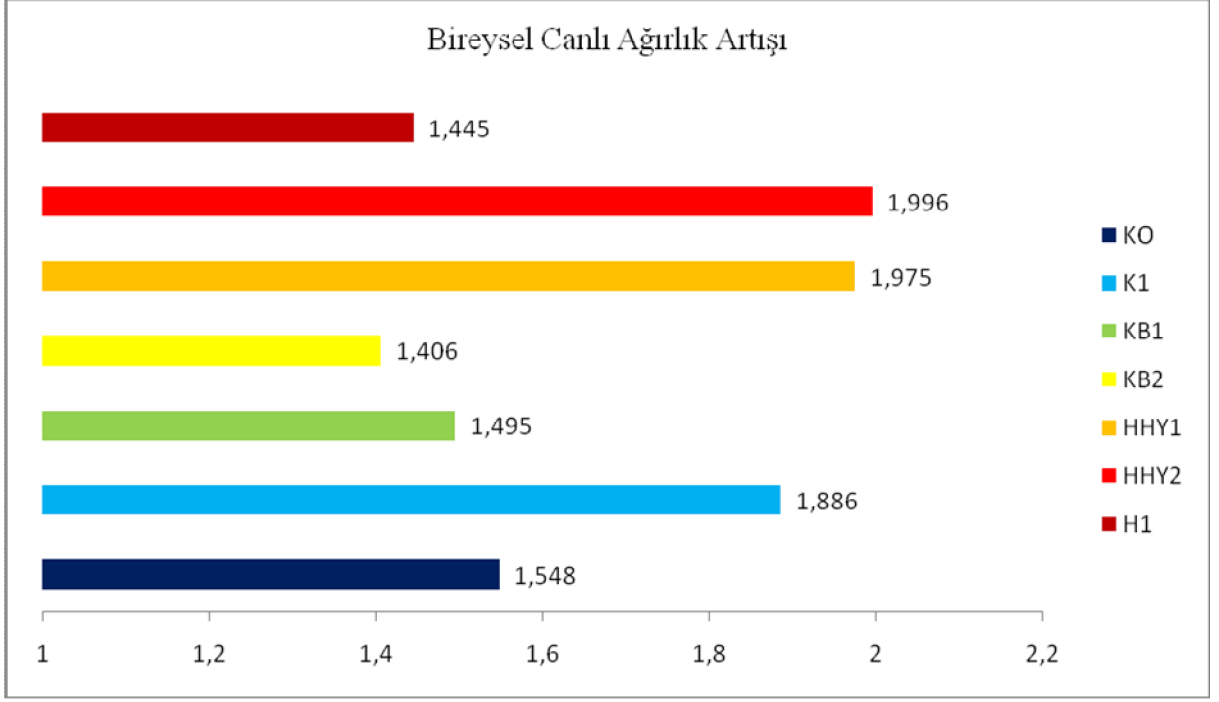
**Çizelge 4.1.4.** Sıcaklık ile CA Arasındaki İlişki (Pearson Korelasyon)

	<b>K0</b>	<b>K1</b>	<b>KB1</b>	<b>KB2</b>	<b>HHY1</b>	<b>HHY2</b>	<b>H</b>
<b>0. gün</b>	-0,023	0,028	-0,107	0,073	0,184	-0,054	-0,002
<b>20. gün</b>	0,049	-0,076	0,178	-0,213	-0,005	0,142	0,103
<b>40. gün</b>	-0,068	0,068	0,189	0,067	-0,266	0,033	-0,165
<b>60. gün</b>	-0,380(*)	0,106	0,006	0,019	#	-0,081	0,246
<b>80. gün</b>	-0,104	0,157	-0,287	0,083	0,030	0,275	0,043
<b>100. gün</b>	0,066	0,093	0,181	0,129	0,050	-0,138	-0,121

\*P<0,05,

# Akvaryum Sıcaklıkları arasında fark olmadığından korelasyon katsayısı hesaplanamamıştır.





**Şekil 4.1.2.** Balıkların Toplam Bireysel Canlı Ağırlık Artışları ( g )

Japon balıklarında CA artışı bakımından büyümenin etkisi, havuç (30 mg/kg) ve kırmızıbiber (30-60 mg/kg) katılan doğal pigment kaynaklarının olumlu etkisi görülmemiştir.

İncelenen diğer çalışmalarda ise Rema, Gouveia (2005) 12 hafta boyunca sürdürmüş olduğu çalışmada büyüme ve yaşama oranında 45 mg/kg ilave edilen pigment kaynaklarının larva ve juvenil Japon balıklarına etkisinin istatistiksel olarak önemsiz olduğu bildirmiştir. Harpaz ve Padawicz (2007) üç aylık cüce ciklit balıklarında da biber ekstratının büyüme ve yaşam oranına herhangi bir etkisinin olmadığını bildirmiştir.

Japon balıklarında CA artışı bakımından büyümenin etkisi, ham hurma yağı (CPO) (30-60 mg/kg) katılan doğal pigment kaynağının olumlu etkisi görülmüştür. İncelenen diğer çalışmalarda Viegas ve Contreras (1994), Legendre ve ark. (1995) pacu balıklarının (*Colossoma macropomum*) fingerlinglerinde ve afrika kedi balıkları (*Heterobranchus longifilis*) frylarında diyetlere ilave edilen CPO' nun balıklarda büyümeye olumlu etkilerinin olduğunu bildirmişlerdir. Bu olumlu etkinin, CPO' da özellikle vitamin E seviyesinin % 70-80 (Wang ve ark 2004) düzeyine sahip olmasından kaynaklanabilmektedir.

**Çizelge 4.1.5.** 0. Gün – 100. Gündeki Balıkların Tanıtıcı İstatistiki Değerleri

**0. GÜN**

	N	Minimum	Maximum	Ortalama	SD
<b>0.gün</b>	40	16,11	28,82	22,104±0,561	3,54690

**100. GÜN**

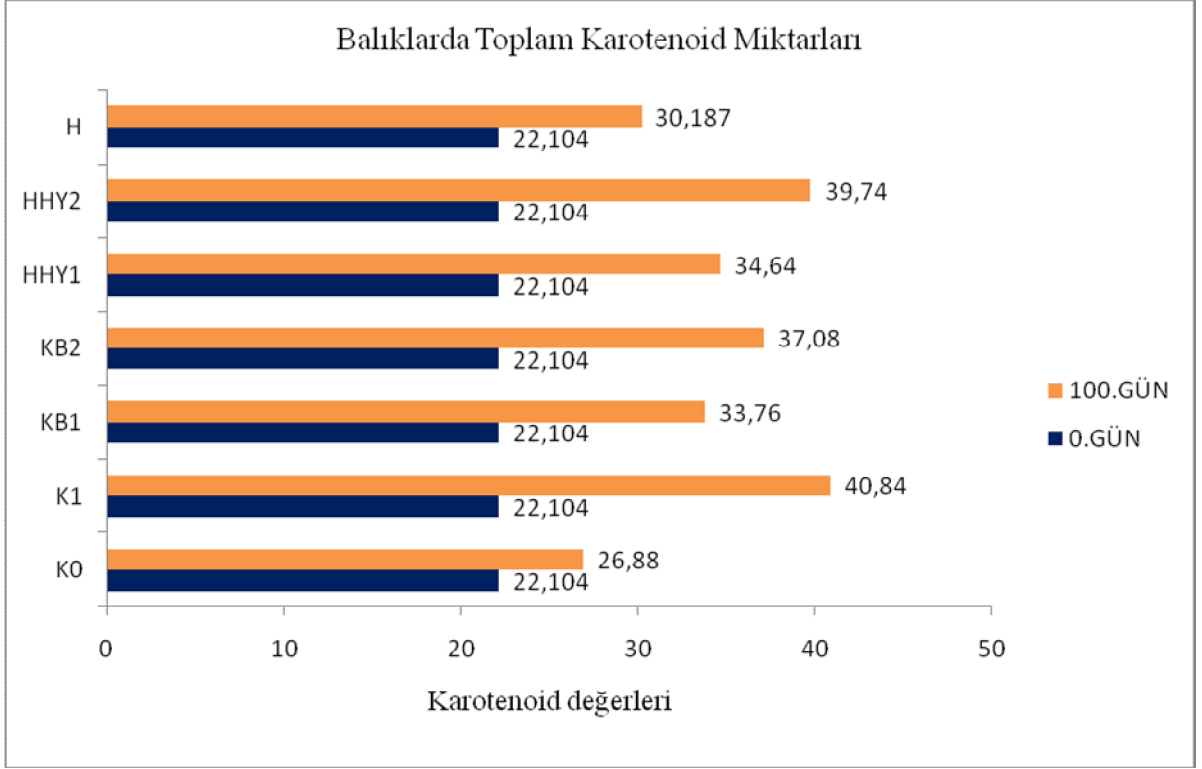
	N	X±SE	SD	Minimum	Maximum
		**			
<b>K0</b>	12	26,880±0,575 e	1,99255	23,90	29,90
<b>K1</b>	12	40,840±0,628 a	2,17731	37,20	43,15
<b>KB1</b>	12	33,760±0,430 c	1,49141	31,50	36,52
<b>100.gün KB2</b>	12	37,080±0,493 b	1,70876	34,38	39,91
<b>HHY1</b>	12	34,640±0,467 c	1,62052	32,80	37,54
<b>HHY2</b>	12	39,740±0,489 a	1,69408	37,35	42,17
<b>H</b>	12	30,187±0,485 d	1,68201	26,96	32,31
<b>Genel</b>	84	34,732±0,543	4,97923	23,90	43,15

\*\* (P<0.01) (Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistik olarak önemlidir.)

**Çizelge 4.1.6.** Balıklardaki Toplam Karotenoid Miktarları (  $\mu\text{g/g}$  )

YEM	GÜN	
	0.	100.
KO	22.104	26,880
K1	22.104	40,840
KB1	22.104	33,760
KB2	22.104	37,080
HHY1	22.104	34,640
HHY2	22.104	39,740
H	22.104	30,187

Deneme sonunda spektrofotometrede yapılan analiz sonuçları Çizelge 4.1.6.' da verilmiştir. Balıklardaki deneme sonunda toplam karotenoid miktarı bakımından en yüksek oran  $40,840 \pm 0,628 \mu\text{g/g}$  ile K1 grubunda, en düşük oran ise  $26,880 \pm 0,575 \mu\text{g/g}$  ile K0 grubunda saptanmıştır. Önemlilik derecesi bakımından K1 ile HHY2 ve KB1 ile HHY1 grupları arasında fark önemsiz bulunurken diğer gruplar H, K0, KB2 ile K1-HHY2 ve KB1-HHY1 arasındaki farklar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $p < 0,01$ ).

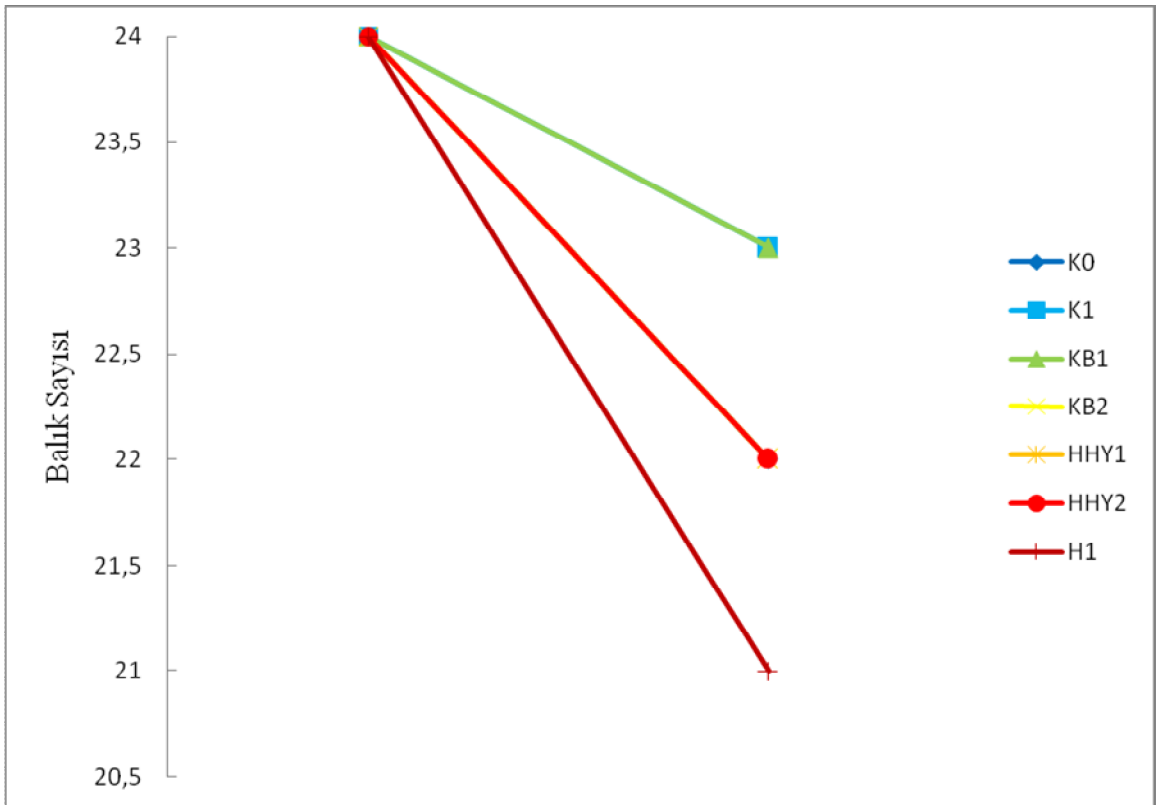


**Şekil 4.1.3.** Balıklardaki Toplam Karotenoid Miktarları

Japon balıklarında yapılan denemede renklendirici olarak diyetlerine ilave edilen doğal pigment kaynakları balıkların büyümelerinde de etkili olmuştur.

Balıkları renklendirmek amacıyla birçok araştırmacı; balık diyetlerine sentetik pigment kaynağı (astaksantin) (Paripatananont 1999, Çelik 2008), doğal pigment kaynağı olarak kırmızıbiber ve havuç (Lee 2010, Kop ve ark. 2010) kullanmışlardır. Bazıları ise renklendirme amacıyla havucu diyetlerine (Kop ve ark 2010) ilave etmişlerdir. Yaptığımız denemede ise havuç, kırmızıbiber ve ham hurma yağı balıklarda renklendirmek amacıyla kullanılmıştır.

Çalışma sonunda pigment maddesi ilave edilmeyen K0 grubu hariç, sentetik pigment ilave edilmiş K1 ve doğal pigment ilave edilen H, KB1, KB2, HHY1 ve HHY2 gruplarında pigment düzeyi yüksek bulunmuştur. Doğal pigment maddesi ilave edilen diyet gruplarında ise CPO ilave edilen diyetin diğerlerine göre balıklarda daha iyi bir renklenme oluşturduğu gözlenmiştir. Yapılmış olan birçok çalışmalarda olduğu gibi (Harpa ve Padowicz 2007, Ahilan 2008, Ezhil ve ark. 2008, Lee 2010) yapmış olduğumuz çalışmada da doğal pigment kaynaklarının renklenmeye olumlu etkisi görülmüştür.



**Şekil 4.1.4.** Deneme Sonunda Akvaryumlardaki Balık Sayısı

Denemede 0. günde stoklanan balık sayısı 24 olup, deneme sonunda KB1 – K1 23’ er adet balık, HHY2 – HHY1 – KO ve KB2’ de 22’ şer adet balık, H 21 adet balık olarak elde edilmiştir.

Balıklarda karotenoid ilavesi yapılan yemlerin yaşam oranına etkisinin incelendiği çalışmalarda Rema ve Gouveia (2005) Japon balıklarının larva ve juvenillerinde 45 mg/kg

ilave edilen pigment kaynaklarının yaşama oranına etkisinin istatistiksel olarak önemsiz olduğunu bildirmişlerdir.

Lee ve ark. (2010) golyan balıklarında yapmış olduğu kırmızıbiber ilaveli besleme denemesi sonunda yaşam oranını % 94' ün üzerinde bulunmuş ve diyetler arasında istatistiksel olarak farklılık bulunmamıştır.

Çalışmamızda ise sentetik pigmentli diyet, kontrol grubu ve doğal pigment ilaveli yemlerde yaşama oranı arasında önemli farklılıklar bulunmamıştır.

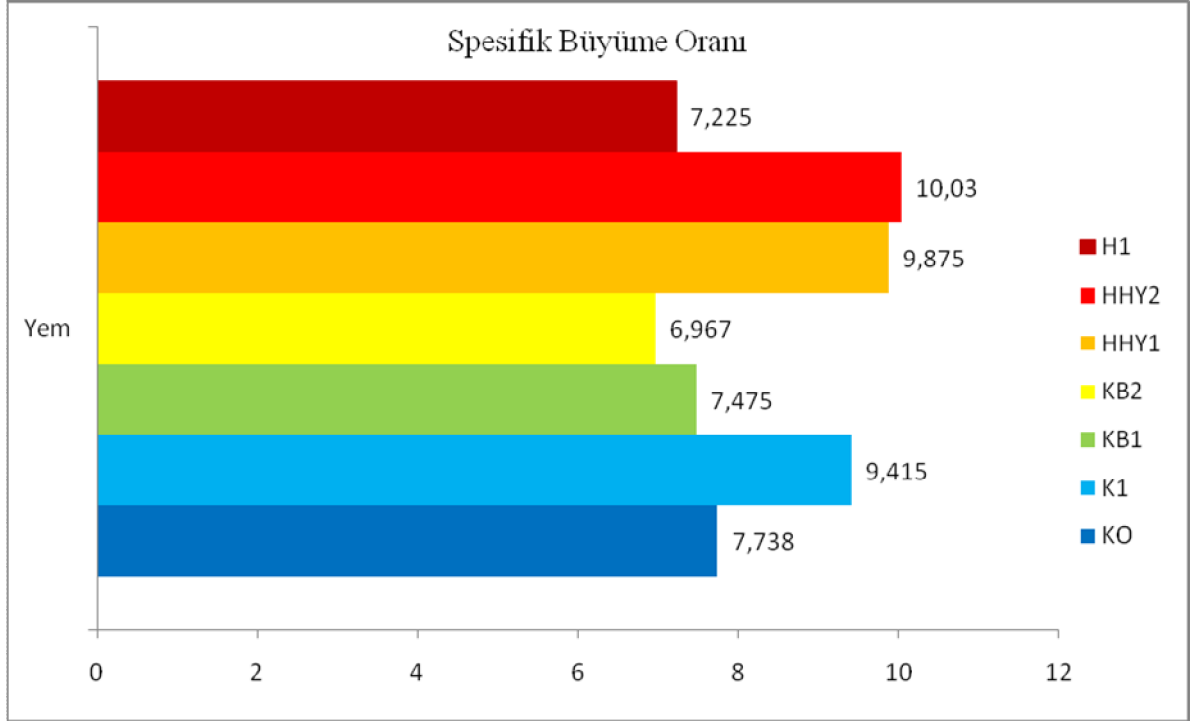
**Çizelge 4.1.7.** Yaşama Oranları ( % )

<b>YEM</b>	<b>Deneme Başı Balık Sayısı Adet</b>	<b>Deneme Sonu Balık Sayısı Adet</b>	<b>Yaşama Oranı (%)</b>
<b>K0</b>	24	22	91,6
<b>K1</b>	24	23	95,8
<b>KB1</b>	24	23	95,8
<b>KB2</b>	24	22	91,6
<b>HHY1</b>	24	22	91,6
<b>HHY2</b>	24	22	91,6
<b>H1</b>	24	21	87,5

**Çizelge 4.1.8.** Spesifik Büyüme oranı ( % )

<b>GÜN</b> <b>YEM</b>	<b>0 – 20</b>	<b>20 – 40</b>	<b>40 – 60</b>	<b>60 – 80</b>	<b>80 – 100</b>	<b>Toplam</b>
<b>KO</b>	1,150	1,615	0,178	3,255	1,540	7,738
<b>K1</b>	0,865	3,070	-0,015	2,010	3,485	9,415
<b>KB1</b>	0,645	1,655	0,355	2,130	2,690	7,475
<b>KB2</b>	1,035	1,380	0,007	1,720	2,825	6,967
<b>HHY1</b>	1,715	2,765	0,615	1,115	3,665	9,875
<b>HHY2</b>	0,760	2,880	0,845	1,455	4,090	10,03
<b>H</b>	0,430	1,265	0,575	1,795	3,160	7,225

Deneme sonunda saptanan spesifik büyüme oranları Çizelge 4.1.8.' de verilmiştir. Ortalama spesifik büyüme oranlarında en yüksek değer % 10,03 ile HHY2 yem gurubunda, en düşük değer ise % 6,967 ile KB2 yem grubunda saptanmıştır.



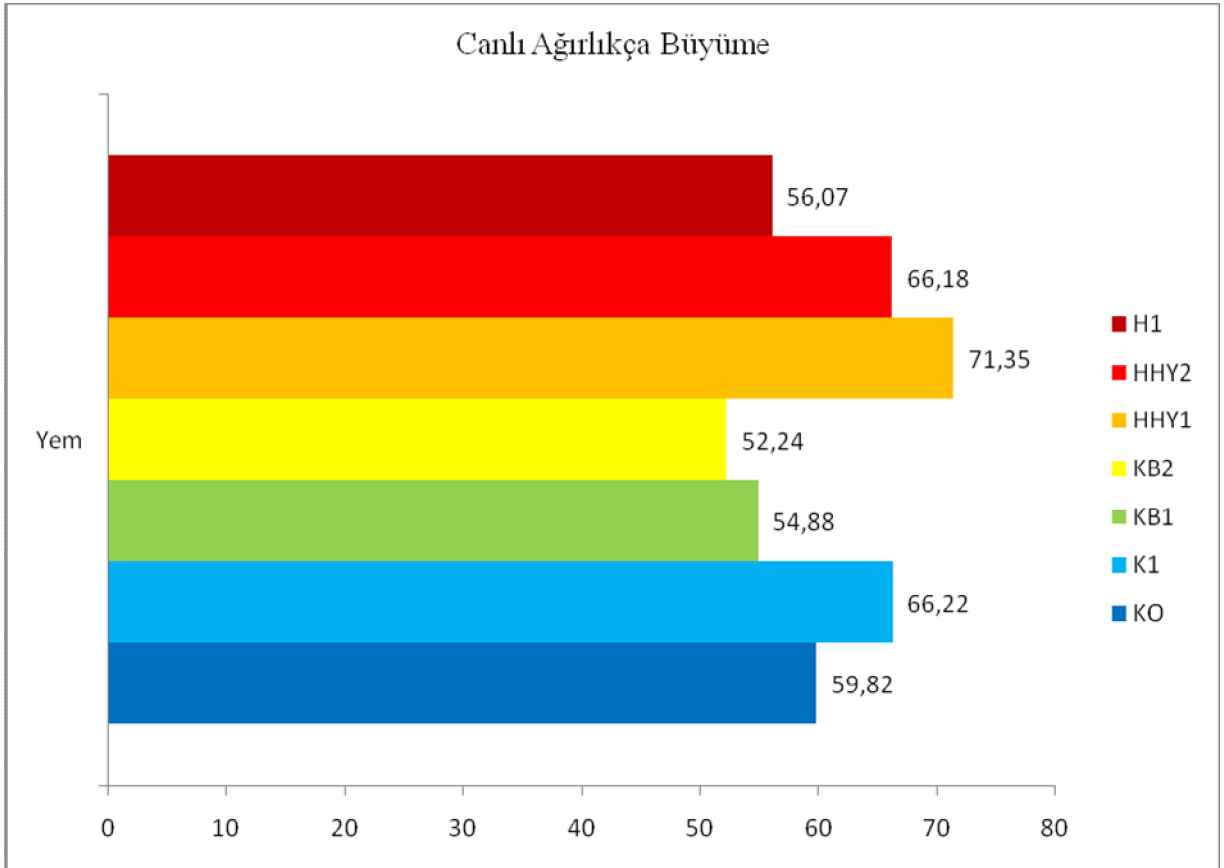
**Şekil 4.1.5.** Spesifik Büyüme Oranı ( % )

Deneme sonunda elde edilen canlı ağırlıkça büyüme oranı değerleri Çizelge 4.1.9.' da gösterilmiştir. Canlı ağırlıkça büyüme oranları açısından en yüksek değer % 66,18 ile HHY2 yem grubunda, en düşük değer ise % 52,24 KB2 yem grubunda oluşmuştur.



Çizelge 4.1.9. Canlı Ağırlıkça Büyüme Oranı ( % )

YEM	GÜN					Toplam
	0 – 20	20 – 40	40 – 60	60 – 80	80 – 100	
KO	11,04	13,92	1,34	24,28	9,24	59,82
K1	7,65	25,24	-0,098	13,21	20,22	66,22
KB1	5,80	14,07	2,64	15,46	16,91	54,88
KB2	9,31	11,35	0,51	12,64	18,43	52,24
HHY1	16,11	22,37	4,06	7,08	21,73	71,35
HHY2	6,36	22,68	5,42	8,85	22,87	66,18
H	4,09	11,56	4,71	14,04	21,67	56,07

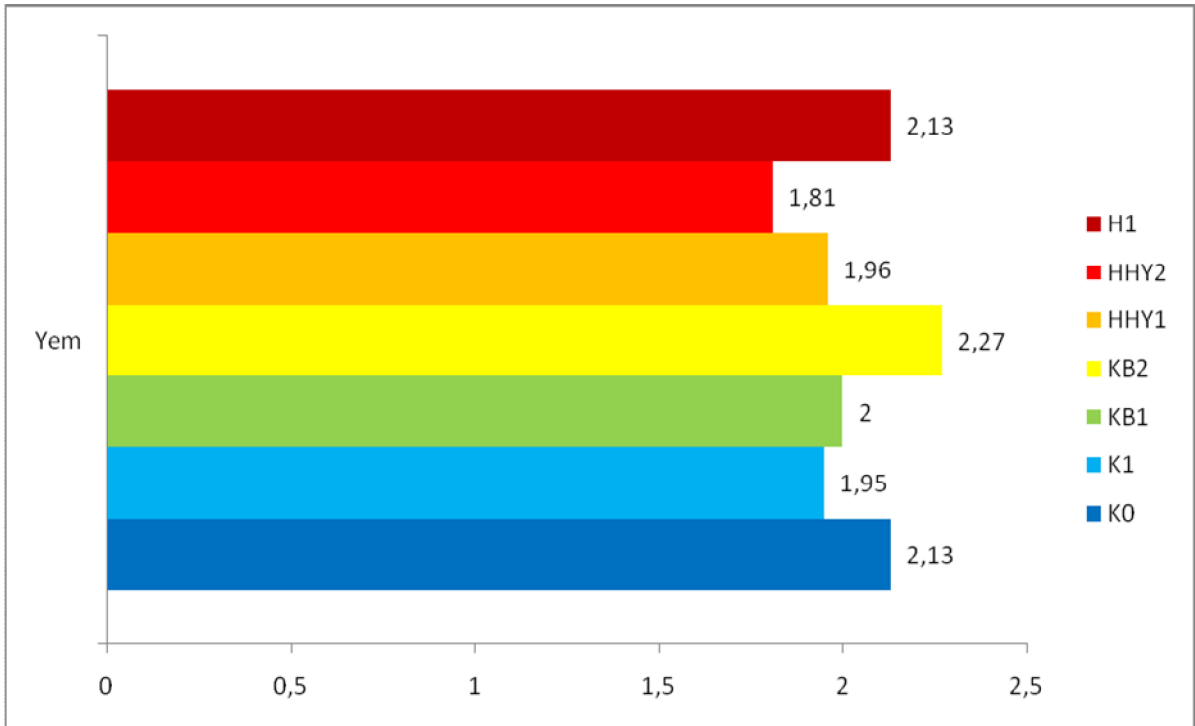


Şekil 4.1.6. Canlı Ağırlıkça Büyüme Oranı ( % )

**Çizelge 4.1.10. Yem Değerlendirme Oranı**

YEM	Tüketilen Toplam Yem (g)	Toplam Canlı Ağırlık Artışı (g)	Yem Değerlendirme Oranı
K0	228,00	106,93	2,13
K1	254,54	130,01	1,95
KB1	207,00	103,29	2,00
KB2	220,60	97,10	2,27
HHY1	268,60	136,41	1,96
HHY2	273,00	150,62	1,81
H1	203,50	95,43	2,13

Deneme süresince tüketilen toplam yem miktarları, toplam CA artışları ve yem değerlendirme oranları Çizelge 4.1.10' da verilmiştir.



**Şekil 4.1.7. Yem Değerlendirme Oranı**

Denemede, en iyi yem değerlendirme oranı 1,81 ile HHY2 ilaveli yem, diğer bitkisel ilaveli yemlerde K0 grubu 2,13, K1 grubu 1,95, KB1 grubu 2,00, KB2 grubu 2,27, HHY1 grubu 1,96, H grubu 2,13 olarak saptanmıştır.

FCR yani yem dönüşüm oranı balıklarda gelişim performansını belirlemede en çok kullanılan belirteçlerden birisidir. Genel olarak FCR 1 civarında veya 1'e yaklaştıkça değerini artırır. Bu değer in ifadesi FCR:2 ya da 1:2 şeklindedir. FCR:2 değeri deniz balıkları için ortalama bir değerdir. FCR değeri türün farklı boylarına, farklı yetiştirme koşullarına ve yemin içeriğine göre değişmektedir. FCR ağırlık artışının bir ölçüsünün olması dışında sağlıklı, kaliteli ve kısa sürede pazara ulaşabilen balıkların da üretilmesini sağlar (Korkut ve ark 2007)

Bu denemede, HHY2, K1 ve HHY1 ilaveli yemlerin K0, KB1, KB2, H ilaveli yemlere göre yem değerlendirme oranlarının, daha iyi olduğu görülmektedir.

Japon balıklarının büyüme parametreleri genel olarak bakıldığında hurma yağı ilaveli yemlerin balıkların gelişimlerinin diğer ilaveli bitkisel kaynaklara göre daha iyi olduğu saptanmıştır. Hurma yağı turuncu – kırmızı renkli karotenoid içeriği yüksek ve E vitamini ( tokoferol ve tokotrienoller) bakımından zengin bir kaynaktır (Nesaretnam ve ark. 1990). Afrika kedi balığı fryları ile (*Heterobranchus longifilis*) yapılan bir araştırmada yeme hurma yağı ilavesi diğer yağ kaynaklarına göre (hindistan cevizi, yer fıstığı, balık yağı, pamuk yağı) balıklarda çok daha hızlı bir büyüme sağlamıştır (Legendre ve ark 1995).

#### **4.2. Suyun Fizikokimyasal Özelliklerine İlişkin Bulgular**

Denemede, su parametrelerinin ölçümleri her 20 günde bir yapılmıştır. Denemede ortamının pH, Sıcaklık, Tuzluluk, TDS, İletkenlik, Nitrit (NO<sub>2</sub>) (mg/l) ile Nitrat (NO<sub>3</sub>) (mg/l) değerleri Çizelge 4.2.1' de verilmiştir.

Akvaryum balıkları yetiştiriciliğinde suların görecelik olarak bazik olması istenir. Araştırmada, deneme süresince pH değerleri 7,74 ile 8,15 arasında değişmiştir.

Akvaryumlarda nitrifikasyon döngüsü olarak bilinen ve ortamda ilk olarak amonyak sonra nitrit ve nitratın oluştuğu bir döngüdür. Akvaryumlarda amonyak ve nitritin olması balıklar için öldürücü etki göstermektedir. Nitratın ise ortamda yüksek değerlerde bulunması balıklarda öncelikle olarak büyümeye etki göstermektedir (Lewis ve Morris 1986)

Deneme akvaryumlarındaki ortalama nitrit değeri 0 ile < 0,3 değerleri arasında değişmiştir. Deneme akvaryumlarındaki ortalama nitrat değeri ise 0 – 5 değerleri arasında değişim göstermiştir.

#### Çizelge 4.2.1. Kullanılan Suyun Fizikokimyasal Özellikleri

##### 1. Suyun pH değerleri

GÜN YEM	0.gün	20.gün	40.gün	60.gün	80.gün	100.gün
K0	7,95	8,15	8,02	8,00	7,98	8,18
K0	8,15	8,04	7,96	8,01	7,91	8,03
K0	8,07	8,02	7,80	7,91	8,08	8,02
K1	8,03	8,08	8,10	7,91	8,04	8,08
K1	8,10	8,04	7,94	7,92	8,08	8,01
K1	8,15	8,15	7,94	7,89	8,22	8,05
KB1	8,20	8,03	7,86	7,87	8,13	8,07
KB1	8,13	8,04	8,02	8,02	8,11	8,04
KB1	8,11	8,13	7,98	7,93	8,08	8,07
KB2	8,05	8,07	7,75	8,02	8,08	8,15
KB2	8,19	8,11	8,07	8,03	8,19	8,04
KB2	8,13	8,05	7,88	7,99	7,95	8,01
HHY1	8,12	8,04	7,91	7,97	8,15	8,06
HHY1	8,09	8,03	7,91	7,89	8,05	8,00
HHY1	8,18	8,01	7,96	8,02	8,14	8,05
HHY2	8,18	8,00	7,78	7,82	8,01	8,08
HHY2	8,02	8,09	7,98	8,03	8,08	8,10
HHY2	8,09	8,05	7,75	7,83	8,10	7,94
H	8,13	8,14	8,06	8,07	8,13	8,09
H	8,14	8,12	8,10	8,07	8,14	8,07
H	8,04	8,07	7,75	7,78	7,97	8,09

2. Suyun sıcaklık ( $^{\circ}\text{C}$ ) değerleri

<b>GÜN YEM</b>	<b>0.gün</b>	<b>20.gün</b>	<b>40.gün</b>	<b>60.gün</b>	<b>80.gün</b>	<b>100.gün</b>
<b>K0</b>	21,10	24,70	26,40	25,80	24,20	22,90
<b>K0</b>	22,70	25,70	27,00	26,20	25,10	23,20
<b>K0</b>	22,80	24,60	27,70	25,50	23,80	23,20
<b>K1</b>	22,30	24,70	26,40	25,40	23,80	22,90
<b>K1</b>	22,00	24,60	26,60	25,50	23,70	24,20
<b>K1</b>	22,40	24,80	27,50	25,20	23,30	23,90
<b>KB1</b>	22,60	25,00	26,50	26,00	24,10	22,90
<b>KB1</b>	22,10	24,80	26,80	25,30	24,10	22,70
<b>KB1</b>	22,00	25,50	27,90	25,70	23,40	23,30
<b>KB2</b>	22,60	24,60	26,40	25,30	23,80	23,80
<b>KB2</b>	22,30	25,60	26,80	25,90	25,00	24,20
<b>KB2</b>	21,40	24,50	27,00	25,40	23,80	24,00
<b>HHY1</b>	22,10	25,30	26,60	25,70	23,80	23,10
<b>HHY1</b>	21,70	24,60	26,80	25,70	23,70	22,90
<b>HHY1</b>	21,80	24,70	27,70	25,70	23,70	23,80
<b>HHY2</b>	22,10	24,90	26,70	25,60	23,20	23,20
<b>HHY2</b>	21,30	24,50	26,40	25,50	23,70	22,60
<b>HHY2</b>	21,80	24,80	27,50	25,50	24,00	23,30
<b>H</b>	21,40	24,50	26,60	25,70	23,40	22,90
<b>H</b>	21,80	25,40	27,20	25,80	23,90	23,20
<b>H</b>	21,70	24,90	28,00	25,50	23,40	22,90

3. Suyun tuzluluk (ppt) değerleri

<b>GÜN YEM</b>	<b>0.gün</b>	<b>20.gün</b>	<b>40.gün</b>	<b>60.gün</b>	<b>80.gün</b>	<b>100.gün</b>
<b>K0</b>	155,00	150,00	152,00	155,00	164,00	164,00
<b>K0</b>	173,00	165,00	173,00	163,00	174,00	177,00
<b>K0</b>	171,00	150,00	202,00	153,00	150,00	161,00
<b>K1</b>	171,00	158,00	156,00	155,00	166,00	166,00
<b>K1</b>	168,00	161,00	169,00	159,00	161,00	162,00
<b>K1</b>	167,00	158,00	205,00	159,00	169,00	170,00
<b>KB1</b>	176,00	159,00	154,00	155,00	158,00	164,00
<b>KB1</b>	169,00	153,00	173,00	151,00	153,00	159,00
<b>KB1</b>	183,00	165,00	215,00	163,00	170,00	169,00
<b>KB2</b>	163,00	152,00	159,00	149,00	159,00	172,00
<b>KB2</b>	165,00	166,00	176,00	160,00	171,00	179,00
<b>KB2</b>	163,00	151,00	182,00	156,00	162,00	169,00
<b>HHY1</b>	163,00	168,00	157,00	152,00	176,00	173,00
<b>HHY1</b>	153,00	150,00	187,00	170,00	153,00	155,00
<b>HHY1</b>	171,00	142,00	212,00	165,00	151,00	172,00
<b>HHY2</b>	164,00	152,00	159,00	147,00	153,00	156,00
<b>HHY2</b>	168,00	157,00	164,00	162,00	161,00	169,00
<b>HHY2</b>	158,00	154,00	194,00	159,00	163,00	162,00
<b>H</b>	163,00	151,00	164,00	153,00	159,00	158,00
<b>H</b>	161,00	169,00	188,00	158,00	173,00	180,00
<b>H</b>	149,00	155,00	207,00	157,00	158,00	143,00

4. Suyun TDS (ppm) değerleri

<b>GÜN YEM</b>	<b>0.gün</b>	<b>20.gün</b>	<b>40.gün</b>	<b>60.gün</b>	<b>80.gün</b>	<b>100.gün</b>
<b>K0</b>	211,00	213,00	224,00	215,00	229,00	239,00
<b>K0</b>	242,00	232,00	253,00	241,00	242,00	245,00
<b>K0</b>	239,00	210,00	295,00	236,00	210,00	224,00
<b>K1</b>	238,00	222,00	224,00	215,00	233,00	235,00
<b>K1</b>	238,00	223,00	241,00	221,00	226,00	221,00
<b>K1</b>	227,00	226,00	292,00	231,00	237,00	238,00
<b>KB1</b>	245,00	224,00	226,00	212,00	226,00	235,00
<b>KB1</b>	236,00	214,00	243,00	230,00	215,00	222,00
<b>KB1</b>	255,00	229,00	303,00	251,00	238,00	250,00
<b>KB2</b>	229,00	214,00	224,00	204,00	228,00	241,00
<b>KB2</b>	231,00	235,00	246,00	242,00	245,00	245,00
<b>KB2</b>	228,00	210,00	257,00	202,00	228,00	233,00
<b>HHY1</b>	218,00	233,00	228,00	205,00	245,00	256,00
<b>HHY1</b>	217,00	211,00	261,00	226,00	216,00	220,00
<b>HHY1</b>	238,00	201,00	298,00	237,00	212,00	240,00
<b>HHY2</b>	228,00	211,00	220,00	212,00	214,00	231,00
<b>HHY2</b>	240,00	220,00	233,00	220,00	225,00	237,00
<b>HHY2</b>	221,00	217,00	275,00	235,00	228,00	228,00
<b>H</b>	231,00	212,00	232,00	205,00	224,00	228,00
<b>H</b>	227,00	235,00	265,00	234,00	244,00	250,00
<b>H</b>	207,00	214,00	289,00	232,00	224,00	211,00

5. Suyun iletkenlik (mS/m) değerleri

<b>GÜN YEM</b>	<b>0.gün</b>	<b>20.gün</b>	<b>40.gün</b>	<b>60.gün</b>	<b>80.gün</b>	<b>100.gün</b>
<b>K0</b>	314,00	305,00	318,00	307,00	325,00	335,00
<b>K0</b>	348,00	333,00	366,00	324,00	348,00	350,00
<b>K0</b>	339,00	301,00	425,00	329,00	303,00	312,00
<b>K1</b>	343,00	320,00	322,00	312,00	334,00	330,00
<b>K1</b>	341,00	321,00	342,00	339,00	333,00	340,00
<b>K1</b>	330,00	324,00	417,00	332,00	340,00	358,00
<b>KB1</b>	356,00	324,00	329,00	307,00	330,00	342,00
<b>KB1</b>	338,00	307,00	353,00	303,00	315,00	317,00
<b>KB1</b>	367,00	331,00	434,00	338,00	339,00	357,00
<b>KB2</b>	327,00	311,00	320,00	301,00	334,00	348,00
<b>KB2</b>	331,00	333,00	360,00	332,00	353,00	351,00
<b>KB2</b>	326,00	303,00	368,00	301,00	326,00	332,00
<b>HHY1</b>	328,00	339,00	329,00	321,00	348,00	361,00
<b>HHY1</b>	310,00	302,00	372,00	307,00	311,00	314,00
<b>HHY1</b>	336,00	292,00	427,00	337,00	307,00	343,00
<b>HHY2</b>	329,00	302,00	313,00	306,00	307,00	331,00
<b>HHY2</b>	337,00	316,00	338,00	325,00	324,00	341,00
<b>HHY2</b>	315,00	310,00	396,00	321,00	329,00	330,00
<b>H</b>	329,00	310,00	334,00	327,00	323,00	332,00
<b>H</b>	321,00	337,00	392,00	315,00	353,00	352,00
<b>H</b>	300,00	313,00	418,00	306,00	323,00	300,00



### 4.3. Yemin Maliyetine İlişkin Bulgular

Denemede yemlere ait maliyet fiyat içerikleri Çizelge 4.3.1.' de gösterilmiştir.

**Çizelge 4.3.1.** Yemlerin Maliyetine İlişkin Bulgular

Yem	Yemin Fiyatı (kg/TL)	İlave Edilen Ürünün Yeme Katılan Miktarı (g)	İlave Edilen Ürünün Fiyatı (TL)	Yem Fiyatı (TL)
K0	8	-	-	8,00
K1	21	-	-	21,00
KB1	8	11	0,22(20 TL/kg)	8,22
KB2	8	22	0,44(20 TL/kg)	8,44
HHY1	8	33	0,99(30 TL/kg)	8,99
HHY2	8	66	1,98(30 TL/kg)	9,98
H	8	67	0,134(2 TL/kg)	8,134

## 5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Japon balıklarının büyümeleri ve doğal kaynaklı karotenoidlerin renklenmeye etkisinin araştırılması amacıyla yapılan çalışmamızda; havuç, kırmızıbiber ve ham hurma yağı doğal pigment kaynağı olarak kullanılmıştır.

Pigment maddesi olarak kullanılan sentetik astaksantin özellikle kanserojen etki göstermesinden dolayı yeme ilave edilmemesi gereken bir üründür. Sentetik pigment maddeleri yerine doğal pigment maddeleri kullanılması tercih edilmelidir (Capelli ve Cysewski 2007).

Akuatik türler için büyüme ve yaşama oranı iki önemli parametredir. Diğer parametreler ise üreme ve yumurta kalitesi, strese karşı direnç, hastalıklara karşı bağışıklık ve yem değerlendirme oranıdır. Japonya’ da yapılan çalışmada doğal astaksantin yeme ilavesi yumurta miktarını ve yumurta kalitesini arttırdığı bulunmuştur (Aquis ve ark 2001, Watanabe ve ark. 2003).

Sentetik pigment maddelerine alternatif olarak çalışmamızda kırmızıbiber ham hurma yağı ve havuç kullanılmıştır. Kırmızıbiber ve havuç balıkların renklendirilmesinde doğal bir pigment kaynağı olarak kullanılıp yeme genellikle % 0,5-10 düzeyinde ilave edilmesi balıklarda renklenmeye olumlu etkiler sağlamıştır (Halver 1989). CPO ise renklendirme amacıyla birçok çalışmada kullanılmıştır (Wing Keong 2004). Bu çalışmada, HHY1 30 mg/kg’ lık grupta % 3,3, HHY2 60 mg/kg’ lık grupta % 6,6, KB1 30 mg/kg’ lık grupta % 1,1, KB2 60 mg/kg’ lık grupta % 2,2 ve H 30 mg/kg’ lık grupta % 6,7 civarında katılmıştır.

Karotenoidlerin su ürünleri yetiştiriciliği de yeni ve farklı özelliklerinin ortaya çıkartılması, bu ürünlere olan talebi ileride daha da artıracaktır. Gelecekte sentetik maddelere alternatif olarak gerek pigmentasyon gerekse büyüme ve üreme yönünden bitkisel ve hayvansal kökenli doğal karotenoidlerin su ürünleri yetiştiriciliğindeki kullanılan yemlere yeni pazar oluşturabilecektir.

Doğal pigment kaynaklarının sentetik pigment kaynaklarına göre daha kolay bulunabilirliği, fiyatlarının düşük olması ve doğal ürünlerin canlıya herhangi bir zararının olmaması gibi nedenlerden dolayı üreticilerin öncelikli tercihi olacaktır.

Ticari olarak sentetik pigmentler balık yemlerine katkı olarak başarılı bir şekilde kullanılmakta ancak tüketicilerin her geçen gün doğal ürünlere doğru değişmesiyle birlikte doğal renklendiricilere olan talep daha da 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 sağlamış olacaktır.

Açık havuzlarda Japon balığı yetiştiriciliği yapılan işletmelerde sularda bulunan karotenoidce zengin planktonik organizmaların yoğunluğu fazla olduğundan bunlarla beslenen balıkların pigmentasyon yoğunluğu, istenilen düzeyde olacaktır. Buna karşın büyüme için bitkisel katkılı karotenoid içeren yemler maliyetin yüksek olmamasından dolayı yemlere ilavesi de yararlı olacaktır.

Ancak kapalı ortamlarda yetiştiricilik yapılan işletmelerde karotenoidce zengin yem kaynaklarından yararlanılmadıkları için renkleri açık ve solgun olmaktadır. Kapalı sistemde yetiştiricilik yapan işletmelerin bu araştırma bulgularına göre hem büyüme hem de pigmentasyon için ucuz maliyetli bitkisel ürünleri kullanmaları durumunda balıklardaki renklenmenin açık havuzlardaki yetiştirilen balıkların renklerine benzerlik gösterebilecektir.

## 6. KAYNAKLAR

- Ahilan B, Jegan K, Felix N, Ravaneswaran K (2008). Influence of Botanical Additives on the Growth and Colouration of Adult Goldfish (*Carrassius auratus*) (Linnaeus).
- Aquis R, Watanabe T, Satoh S, Kiron V, Imaizumi H, Yamazaki T, Kawano K (2001). "Supplementation of paprika as a carotenoid source in soft-dry pellets for broodstock yellowtail." *Seriola quinqueradiata* (Temminck and Schlegel). *Aquaculture Research*. 32(1):263-272.
- Akdoğan A, Dinçer C, Torun M, Şahin H, Topuz A, Özdemir F (2008). Karotenoid Bileşiklerin Sağlık Üzerine Etkileri, Türkiye 10. Gıda Kongresi: 21-23 Mayıs 2008, Erzurum.
- Akyıldız A R (1984). Yemler Bilgisi Laboratuvar Kılavuzu. A.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları: 895, Ders Kitabı: 213, 236, Ankara
- Anderson S. (2000). *Salmon Color and the Consumer*. Cambridge, Ontario N1R 5X9 Canada
- Anonim (2007a). Türkiye İstatistik Kurumu, Tarımsal Yapı, Ankara.
- Bendich A (1989). Carotenoids and the immune response *J Nutr*. 119, s: 112-115.
- Bell J G, McEvoy J, Tocher, D R, Sargent J R (2000). Tocopherol and astaxanthin in Atlantic salmon (*Salmo salar*) affects autoxidative defense and fatty acid metabolism, *Journal of Nutrition*, 130(7):1800-1808.
- Capelli B, Cysewski G (2007). Natural astaxanthin: King of the carotenoids. Published by Cyanotech Corporation.
- Chew B P (1993). Role of carotenoids in the immune response. *J Dairy Sci*. 76: 2804–2811.
- Christiansen R, Torrissen O J (1996). Growth and survival of atlantic salmon, *Salmo salar* L. fed different dietary levels of astaxanthin. *Aquaculture nutrition* 2: 55-62.
- Çelik İ (2008). Cichlidlerde doğal renklendiriciler, *Akvaryum Dünya Dergisi*, sayı: 29
- Demir N (2009). İhtiyoloji, Nobel Yayın Dağıtım 4. Baskı, Ekim, Nobel yayın, Ders Kitabı No:924: 93-98 Ankara.
- Diler İ, Dilek K (2002). Significance of Pigmentation and Use in Aquaculture. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 2: 97 – 99.
- Diler İ, Sarıgöz S, Emre Y, Dal İ, Sezen S (2007). Severum (*Heros severus*) Balıklarında Bazı Pigment Maddeli Yemlerle Beslenmesinin Büyüme ve Deri Rengine Etkileri.
- Düzgüneş O, Kesici T, Gürbüz F (1993). İstatistik Metodlar. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları: 1291, Ders Kitabı: 369-II. Baskı, s:218, Ankara.

- Erge K, Karadeniz F (2010). Gıdalardaki karotenoidlerin önemi ve dağılımı. Gıda Mühendisleri Dergisi sayı:33: 23-32.
- Eşiyok D, Elgin Ç (2011) E. Ü. Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Dünya Gıda Dergisi.
- Ezhil J, Jeyanthi C, Narayanan M (2008). Marigold as a Carotenoid Source on Pigmentation and Growth of Red Swordtail, *Xiphophorus helleri* Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 8: 99-102.
- FAO, Food and Agriculture Organization of the United Nations (1996-2005). The numbers represent the average unit value of imports for 1994-2003.
- FAO Yearbooks (1996 to 2005). Fishery Statistics, Commodities Volumes 83-97 FAO: Rome, Italy.
- Gouveia L, Empis J (2003). Relative stabilities of microalgal carotenoids in microalgal extracts, biomass and fish feed effect of storage conditions.
- Goodwin T W (1984). The biochemistry of the carotenoids, Vol II Animals 2<sup>nd</sup>, Ed. Chapman & Hall, London Requirements for carotenoids in fish diets By O. J. Torrissen and R. Christiansen Institute of Marine Research, Matre Aquaculture Station, N-l j 198 Mat redal, Norway, 1995.
- Göksan T, Gökpinar Ş (2008). Salmonid Balıkların Yemlerinde Alternatif Astaksantin Kaynağı: *Haematococcus pluvialis* 1. Ulusal Alabalık Sempozyumu Isparta.
- Grupta SK, jha AK pal, Venkateshwarlu G (2007). Use Of natural carotenoids for pigmentation in fishes. Natural Product Radiance, Vol. 6(1): 46-49.
- Harpaz S, Padowicz D (2007). 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.
- Halver J.E (1989) Fish Nutrition (Ed.), Academic Press, New York-London, 785.
- Hekimoğlu M (2006). Akvaryum sektörünün dünyadaki ve Türkiye’ deki genel durumu. E.U.Su Ürünleri Dergisi, Cilt/Volume 23, Ek/Suppl. (1/2): 237-241.
- Hekimoğlu M (2012). Türkiye’ de süs balıklarının pazarlanması, <http://www.sudunyasidergisi.com> (Erişim tarihi:20 Mayıs 2012)
- <http://www.fishbase.org/summary/Carassius-auratus+auratus.html> (Erişim tarihi:20 Mayıs 2012).
- <http://www.world-geography.org/lakes/417-lake-malawi.html> (Erişim tarihi:20 Mayıs 2012).

[http:// www.healthandbeautypages.com/tag/benefits-of-carotenoids](http://www.healthandbeautypages.com/tag/benefits-of-carotenoids) (Erişim tarihi:20 Mayıs 2012).

Kadalkal , Poyrazoğlu E, Yemiş O, Artık N (2001). Kırmızıbiberlerde acılık ve renk değişimi. Mühendislik Bilimleri Dergisi cilt 7, sayı 3: 359-366.

Kaur J, Sambanthamurthi R (2008). Crotenoid profiles and preliminary investigation on carotenoid biosynthesis in the oil palm mesocarp, Journal of Oil Palm Research Special Issue on Malaysia-MIT Biotechnology Partnership Programme: Volume 2 – Oil Palm Metabolic Engineering. 108 – 117.

Kelsh R (2004). Genetics and Evolution of Pigment Patterns in Fish. Pigment cell res 17: 326-336.

Komiyama T, Kobayashi H, Tateno Y, Inoko H, Gojobori T, Ikeo K (2008). An evolutionary origin and selection process of goldfish. [www.elsevier.com/locate/gene](http://www.elsevier.com/locate/gene), Volume: 430, Issue: 1-2, Publisher: Elsevier B.V: 5-11.

Korkut A Y, Kop A, Demirtaş N, Cihaner A (2007). Balık Beslemede Gelişim Performansının İzlenme Yöntemleri, E.Ü. Su Ürünleri Dergisi 2007 E.U. Journal of Fisheries & Aquatic Sciences, Cilt/Volume 24, Sayı/Issue (1-2): 201–205

Kop A, Durmaz Y, Hekimoğlu M (2010). Effect of natural pigment sources on colouration of cichlid (*cichlasoma severum sp.*) Heckel 1840. Journal of animal and veterinary Advances 9 (3): 566-569.

Legendre M, Kerdchuen N, Corraze G, Bergot P (1995). Larval rearing of an African catfish, (*Heterobranchus longifilus*) (Teleostei, Clariidae): effect of dietary lipids on growth, survival and fatty acid composition of fry. Aquatic Living Resources 8: 355-363.

Lee C, Pham M A ve Lee S (2010) Effects of Dietary Paprika and Lipid Levels on Growth and Skin Pigmentation of Pale Chub (*Zacco platypus*). Asian-Aust. J. Anim. Sci. Vol. 23, No. 6: 724 – 732.

Lewis W M, Morris D P (1986). Toxicity of Nitrite to Fish: A Review Transactions of the American Fisheries Society 115: 183-195.

Lorenz R T, Cysewski G R, (2000). Commercial potential for Haematococcus microalgae as a natural source of astaxanthin.

Mandal B, Mukherjee A, Banerjee S (2010). Growth and pigmentation development efficiencies in fantail guppy, *Poecilia reticulata* fed with commercially available feeds, Agriculture and Biology Journal of North America, 1 (6): 1264-1267.

Matus Z, Baranyai M, Toth G, Szabolcs J (1981). Identification of oxo, epoxy and some cis-carotenoids in high performance liquid chromatography. Volume 14 sayı 6: 337-340

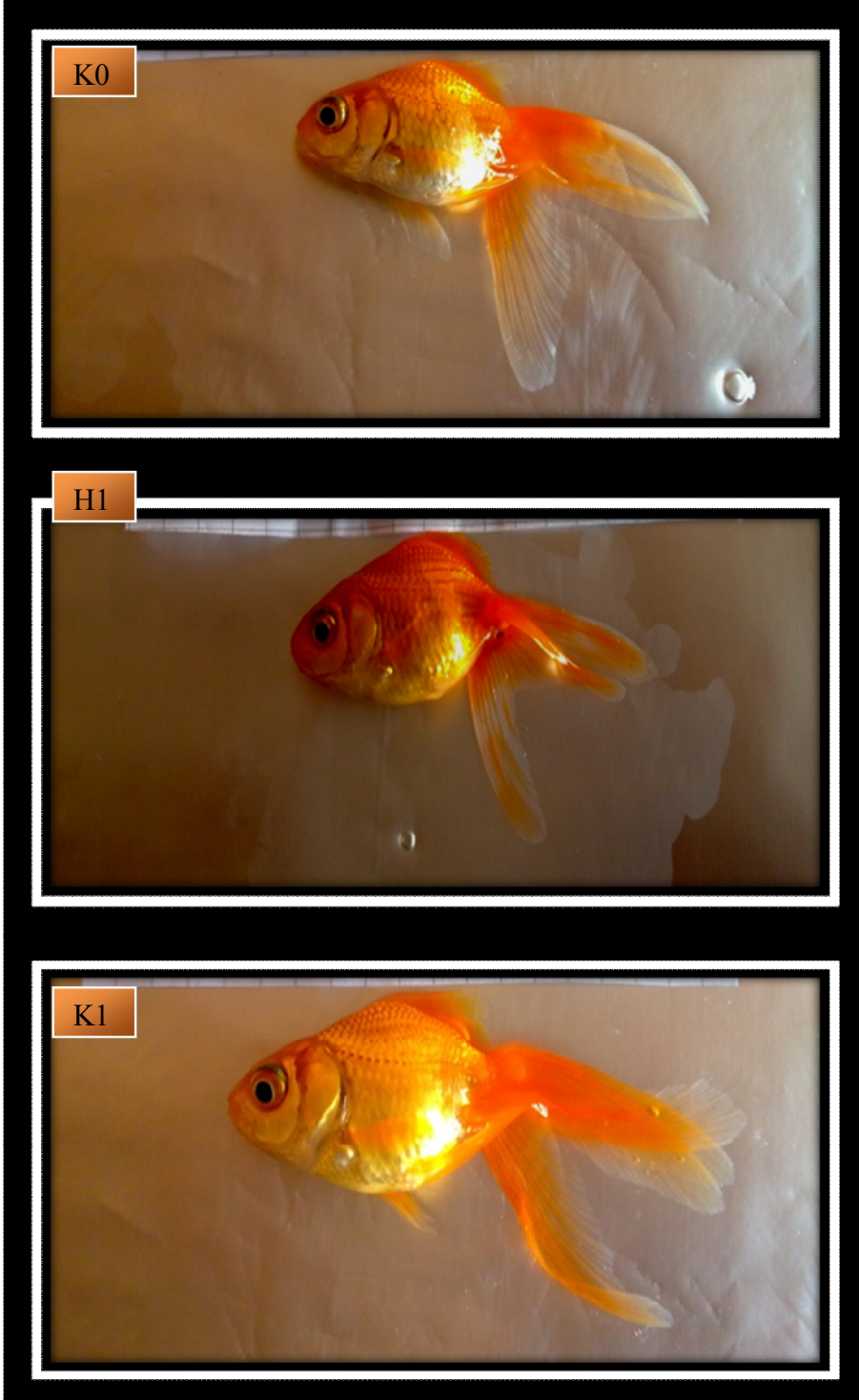
- McGraw K J, Ardia D R (2003). Carotenoids, immunocompetence, and the information content of sexual colors: an experimental test. *Am Nat.* 162: 704–712.
- Muller H (1997). Determination of the carotenoid content in selected vegetables and fruits by HPLC and photodiode array detection, *Z. Lebensm. Unters. Forsch. A* 204, p:88–94.
- Nesaretman K, Kun T. Y (1990) Specialty fats from palm and palm kernel oils - a review of PORIM's activities. *Palm Oil Development* 11, 12-18.
- Oliver J, Palou A (2000). Chromatographic determination of carotenoids in foods. *Journal of Chromatography A*, 881: 543–555.
- Olson J A (1989). Biological actions of carotenoids, Introduction, *J. Nutr.* 95 (In: Torrissen, O J (1989a), Biological activities of carotenoids in fish, Proc. Third Int. Symp. on Feeding and Nutr. in Fish, Tokyo, Japan. 381-399.
- Olson J A, Krinsky N I (1995). The colorful, fascinating world of the carotenoids: important physiologic modulators, *FASEB* 9: 1547.
- Paripatananont T, Tangtrongpaioj J, Sailasuta A and Chansue N (1999). Effect of Astaxanthin on the Pigmentation of Goldfish *Journal of the World Aquaculture Society* Vol. 30, No.4, s: 8.
- Rema P, Gouveia L (2005). Effect of Various Sources of carotenoids on Survival and Growth of Goldfish Larvae and Juvenils. *Journal of Animal and Veterinary Advances* 4 (7): 654 – 658.
- Tarlochan S (2005). Emerging trends in world ornamental fish trade. *Infotish International*, N:3,P: 15-18, ISSN 1511-5976.
- Takuji T, Masahito S, Hisataka M (2012). Cancer Chemoprevention by Carotenoids. [www.mdpi.com/Journal/molecules](http://www.mdpi.com/Journal/molecules), Erişim tarihi:20 Mayıs 2012.
- Torrissen O J, Hardy R W, Shearer K D, (1989). Pigmentation of salmonids carotenoid deposition and metabolism, *Reviews in Aquatic Science*, 1: 209-225.
- Timur M, Ekici A (2009). *Balık Islahı 1*. Basım, Mart 2009 Nobel yayın Dağıtım Nobel Yayın, Ders Kitabı No: 1403-s:20-22 Ankara.
- Vieges E M M, Contreras E S G (1994). Effect of dietary crude palm oil and a deodorization distillate of soybean oil on growth of tambaqui (*Colossoma macropomum*) fingerlings. *Aquaculture*, 124: 128.
- Wang Y, Yuen K H (2004). Tocotrienols from palm oil are more potent antioxidants than dietary  $\alpha$ -tocopherol acetate or  $\alpha$ -tocopherol succinate for red hybrid tilapia. Proc. of the Eleventh International Symposium on Nutrition and Feeding in Fish. Phuket, Thailand: 46.

- Watanabe T, Vassallo-Auis R (2003). "Broodstock nutrition research on marine finfish in Japan." *Aquaculture*. 227(1-4): 35-61.
- Watson C A, Hill J E, Pouder D B (2004). SRAC Publication No. 7201 Species Profile: Koi and Goldfish.
- Wilska J, Jeszka (2007). 9 Food colorants, Chemical and functional properties of food components, by Taylor, Francis Group, LLC: 245-274
- Wing Keong Ng (2004). Palm Oil as a Novel Dietary Lipid Source in Aquaculture Feeds.
- Wing-Keong Ng (2002). Potential of Palm Oil Utilisation in Aquaculture Feeds. *Asia Pasific J Clin Nutr* 11 (Suppl): 473 – 476.
- Wing-Keong Ng, Douglas R. Tocher J. Gordon Bell (2007). The use of palm oil in aquaculture feeds for salmonid species *Journal: European Journal of Lipid Science and Technology*. Vol. 109, no. 4, pp. 394-399.
- Yanar M, Tekelioğlu N (1999). Doğal ve Sentetik Karotenoyitlerin Japon Balıklarının (*Carassius auratus*) Pigmentasyonu Üzerine Etkisi. *Tr. J. of Veterinary and Animal Sciences* 23, Ek Sayı 3: 501 – 505.
- Yen Y, Shih C, Chang C (2008). Effect of adding ascorbic acid and glucose on the antioxidative properties during storage of dried carrot. *Food Chemistry* (107): 265 – 272.
- Yiğit M, Yiğit Ü (2003). Balık Üretiminde Yem Veriminin Artırılması ve Rakamsal Olarak İfade Edilmesi. *E.Ü. Su Ürünleri Dergisi, E.U. Journal of Fisheries & Aquatic Sciences Cilt/Volume 20: Sayı/Issue (3-4), 557 – 562.*
- Zechmeister L (1960). Cis-trans Isomeric Carotenoid Pigments, in *Progress in the Chemistry of Organic Natural Products*, Zechmeister, L., Ed.; Springer-Verlag: Wien; Vol. 18: 223-334.



## EKLER

### EK 1. Araştırma Sonunda Balıklardan Alınan Örnek Resimler



KB1



KB2



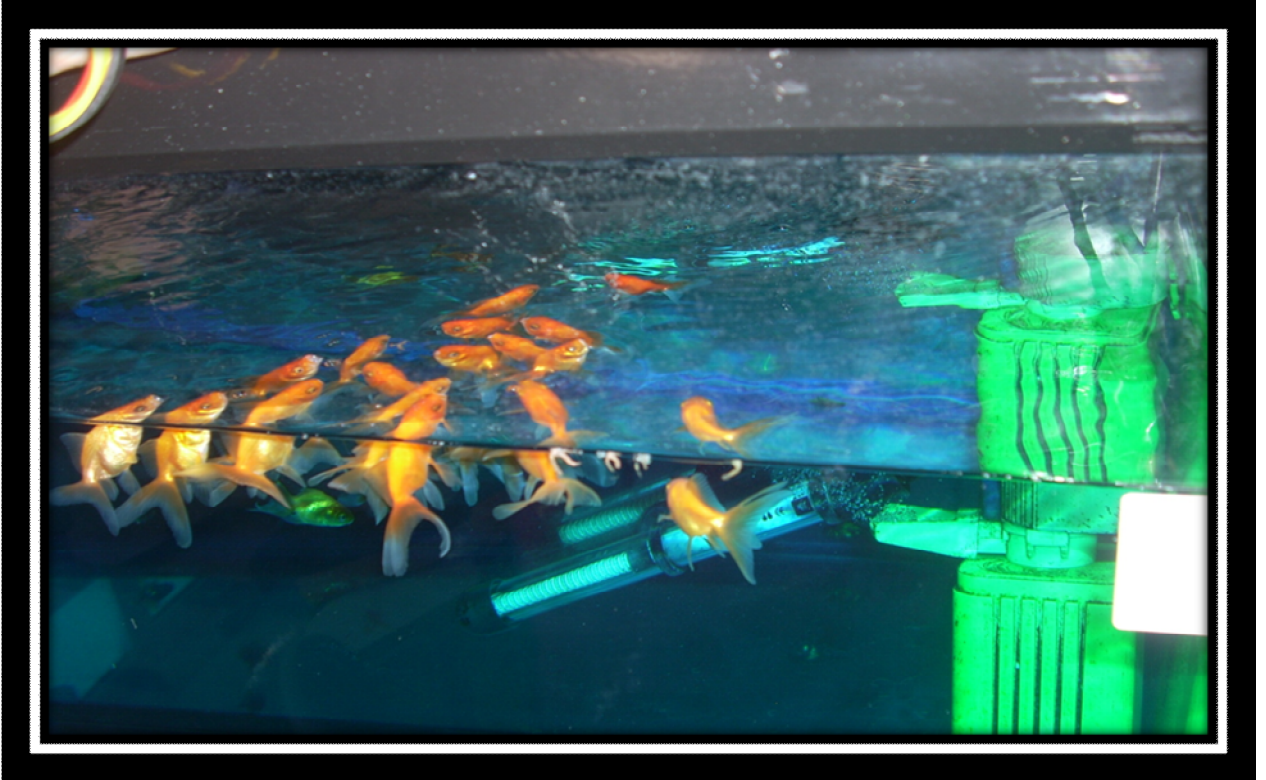
HHY1



HHY2



EK 2. Deneme İle İlgili Genel Görünümler



## ÖZGEÇMİŞ

1978 yılında İstanbul’ da doğdu. İlk, orta ve lise öğretimini İstanbul’ da tamamladı.

1997 yılında girdiğim İstanbul Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi’ nden 2001 yılında mezun oldu.

2002 yılında Trakya Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootekni Anabilim Dalı’ nda başladığı Yüksek Lisans eğitimini 2006 yılında tamamladı.

2007 yılında Namık Kemal Üniversitesi Zootekni Anabilim Dalı’ nda Doktora öğrenimine başladı.

2011 yılında Namık Kemal Üniversitesi Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu Su Ürünleri Bölüm’ üne öğretim görevlisi olarak atandı.