

151854

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

DOKTORA TEZİ

Mustafa GÖÇER

**DOĞAL KAROTENÖYİT KAYNAKLARININ YEŞİL KAPLAN KARİDESİ
(*Penaeus semisulcatus*)'NİN PİGMENTASYONU, BÜYÜMESİ VE ET
KALİTESİ ÜZERİNE ETKİLERİ**

SU ÜRÜNLERİ ANABİLİM DALI

ADANA, 2004

151854

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

DOĞAL KAROTENÖYİT KAYNAKLARININ YEŞİL KAPLAN KARİDESİ
(*Penaeus semisulcatus*)'NİN PİGMENTASYONU, BÜYÜMESİ VE ET
KALİTESİ ÜZERİNE ETKİLERİ

Mustafa GÖÇER
DOKTORA TEZİ

SU ÜRÜNLERİ ANABİLİM DALI

Bu tez 02.07.2004 Tarihinde Aşağıdaki Jüri Üyeleri Tarafından Oybirliği ile Kabul Edilmiştir.

İmza.....
Yrd.Doç.Dr. Mahmut YANAR
DANIŞMAN

İmza.....
Prof.Dr. Metin KUMLU
ÜYE

İmza.....
Yrd.Doç. Dr. Ferit RAD
ÜYE

İmza.....
Yrd.Doç.Dr. Mahmut A. GÖKÇE
ÜYE

İmza.....
Yrd.Doç.Dr. Mevlüt AKTAŞ
ÜYE

Bu Tez Enstitümüz Su Ürünleri Anabilim Dalında Hazırlanmıştır.
Kod No: 836



İmza.....
Prof.Dr. Fikri AKDENİZ
Enstitü Müdürü

Bu Çalışma Ç.Ü. Bilimsel Araştırma Projeler Birimi Tarafından Desteklenmiştir.
Proje No: FBE. 2002.D.167

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

ÖZ

DOKTORA TEZİ

DOĞAL KAROTENOYİT KAYNAKLARININ YEŞİL KAPLAN KARİDESİ (*Penaeus semisulcatus*)'NİN PİGMENTASYONU, BÜYÜMESİ VE ET KALİTESİ ÜZERİNE ETKİLERİ

Mustafa GÖÇER

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
SU ÜRÜNLERİ ANABİLİM DALI

Danışman : Yrd.Doç.Dr. Mahmut YANAR
Yıl : 2004, Sayfa : 76
Jüri : Yrd.Doç.Dr. Mahmut YANAR
: Prof.Dr. Metin KUMLU
: Yrd.Doç.Dr. Ferit RAD
: Yrd.Doç.Dr. Mahmut A. GÖKÇE
: Yrd.Doç.Dr. Mevlüt AKTAŞ

Bu çalışmada, karotenoyit içeren bitkisel kaynaklar ile sentetik astaksantin yeşil kaplan karidesi (*Penaeus semisulcatus*)'nin pigmentasyonu, büyümesi ve et kalitesi üzerine olan etkileri araştırılmıştır. Çalışma 2 ayrı bölümden oluşmuştur.

I. Bölüm: Karidesler (10.78 ± 1.08 - 11.38 ± 0.66 g) 100 mg/kg total karotenoyit içeren %2.4 kadife çiçeği (*Tagetes erecta*), %6.6 kırmızı biber (*Capsicum annuum*), 100 mg/kg sentetik astaksantin ve kontrol grubundan oluşan diyetlerle 60 gün süreyle beslenmiştir. Deneme sonu itibarıyla, karotenoyit katkılı diyet grupları et dokusunda (19.74 ± 1.76 - 22.08 ± 2.09 mg/kg) kontrol grubuna (13.76 ± 2.36 mg/kg) göre daha fazla karotenoyit birikimi sağlarken ($P < 0.05$), karotenoyit içeren diyet grupları kendi aralarında benzer bulunmuştur ($P > 0.05$).

II. Bölüm: Karidesler (6.07 ± 0.08 - 6.34 ± 0.25 g) 100 mg/kg total karotenoyit içeren %0.16 *Dunaliella salina*, %2.3 *Nannochloropsis* sp., 100 mg/kg sentetik astaksantin ve kontrol grubundan oluşan diyetlerle 60 gün süreyle beslenmiştir. Deneme sonu itibarıyla, et ve kabuk dokusunda en yüksek karotenoyit birikimini, sentetik astaksantin (22.06 ± 0.54 - 118.52 ± 4.41 mg/kg) ve *D. salina* (21.14 ± 0.52 - 117.50 ± 4.79 mg/kg) sağlarken bunu *Nannochloropsis* sp. (19.62 ± 1.10 - 101.32 ± 4.33 mg/kg) ve kontrol grubu (13.86 ± 0.62 - 79.71 ± 2.40 mg/kg) izlemiştir ($P < 0.05$).

I. ve II. bölümde diyetlere eklenen karotenoyit katkılarının karidesin büyümesi üzerine bir etkisi olmamıştır ($P > 0.05$). Diyet grupları arasında et dokusunda protein miktarı I. bölümde 20.69 ± 0.33 - 22.16 ± 0.68 , II bölümde 22.15 ± 0.36 - 23.89 ± 0.73 ; lipit miktarı I. bölümde 1.24 ± 0.09 - 1.46 ± 0.06 , II. bölümde 0.66 ± 0.16 - 0.87 ± 0.09 ; et verimi ise I. bölümde 49.94 ± 0.63 - 50.99 ± 0.19 , II. bölümde 48.86 ± 0.93 - 49.75 ± 1.31 arasında saptanmış olup, bu değerler bakımından aralarında önemli bir farklılık bulunmamıştır ($P > 0.05$).

Anahtar Kelimeler: Pigmentasyon, *Penaeus semisulcatus*, Astaksantin, Doğal Karotenoyit Kaynakları

ABSTRACT

Phd THESIS

EFFECTS OF NATURAL CAROTENOID SOURCES ON PIGMENTATION, GROWTH AND MEAT QUALITY OF GREEN TIGER SHRIMP (*Penaeus semisulcatus*)

Mustafa GÖÇER

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

Supervisor : Assist.Prof.Dr. Mahmut YANAR

Year : 2004, Pages: 76

Jurry : Assist.Prof.Dr. Mahmut YANAR

: Prof.Dr. Metin KUMLU

: Assist.Prof.Dr. Ferit RAD

: Assist.Prof.Dr. Mahmut A. GÖKÇE

: Assist.Prof.Dr. Mevlüt AKTAŞ

In this study, the effects of natural carotenoid sources and synthetic astaxanthin on pigmentation, growth and meat quality of the Green Tiger Shrimp (*Penaeus semisulcatus*) were investigated. The study consisted of two chapters;

Chapter I: The shrimps (10.78 ± 1.08 - 11.38 ± 0.66 g) were fed on diets including 2.4% marigold flower (*Tagetes erecta*), 6.6% red pepper (*Capsicum annuum*) (both of these diets contained 100 mg/kg total carotenoid), synthetic astaxanthin (100 mg/kg) and a control diet (without any inclusion of carotenoid sources) for a duration of 60 days. At the end of the culture period, the diets supplemented with carotenoid sources resulted in higher carotenoid deposition in the flesh (19.74 ± 1.76 - 22.08 ± 2.09 mg/kg) ($P > 0.05$) as compared to the control diet (13.76 ± 2.36 mg/kg) ($P < 0.05$).

Chapter II: The shrimps (6.07 ± 0.08 - 6.34 ± 0.25 g) were fed on diets containing 0.16% *Dunaliella salina*, 2.3% *Nannochloropsis* sp. (both diets contained 100 mg/kg total carotenoid), syntethic astaxanthin (100 mg/kg) and a control diet without any inclusion of carotenoid sources for 60 days. Total carotenoid accumulation in the flesh and exoskeleton was highest in the groups fed with synthetic astaxanthin (22.06 ± 0.54 - 118.52 ± 4.41 mg/kg) and *D. salina* (21.14 ± 0.52 - 117.50 ± 4.79 mg/kg) ($P > 0.05$) followed by *Nannochloropsis* sp. (19.62 ± 1.10 - 101.32 ± 4.33 mg/kg) and the control group (13.86 ± 0.62 - 79.71 ± 2.40 mg/kg) ($P < 0.05$).

Addition of carotenoid sources into diet did not influence growth of the shrimp in both 1st and 2nd chapters ($P > 0.05$). Among the diet groups, meat protein level of the shrimps was 20.69 ± 0.33 - $22.16 \pm 0.68\%$ in Chapter I and 22.15 ± 0.36 - $23.89 \pm 0.73\%$ in Chapter II; lipid content was 1.24 ± 0.09 - $1.46 \pm 0.06\%$ in Chapter I and 0.66 ± 0.16 - $0.87 \pm 0.09\%$ in Chapter II, meat yield was 49.94 ± 0.63 - $50.99 \pm 0.19\%$ in Chapter I and 48.86 ± 0.93 - $49.75 \pm 1.31\%$ in Chapter II. These levels did not differ significantly among the groups in both Chapters ($P > 0.05$).

Keywords: Pigmentation, *Penaeus semisulcatus*, Astaxanthin, Natural Carotenoid Sources

TEŞEKKÜR

Doktora tezinin her aşamasında büyük katkıları olan danışman hocam Sayın Yrd.Doç.Dr. Mahmut YANAR ve Prof.Dr. Metin KUMLU'ya, istatistik analizi ve laboratuvar çalışmalarında yardımlarını esirgemeyen Dr. Yasemen YANAR ve Yrd. Doç. Dr. Ferbal ÖZKAN'a, araştırmam süresince bana destek olan Yrd. Doç. Dr. Hakan Murat BÜYÜKÇAPAR, Dr. O. Tufan EROLDOĞAN, Dr. Mehmet KIR, Yüksek Lisans öğrencisi Özlem YILMAZ, Arş Gör. Gül İNAN (KİRİŞ) ve Yumurtalık Araştırma İstasyonu personellerinden Bilal ATALAN ve diğer personelimize, yemlerin hazırlanmasında emeği geçen yeğenlerimden Perihan, Selahattin, Merve, Nazmiye, Eren ve Semih'e, yazım aşamasında bilgisayar desteğini esirgemeyen Arş. Gör. Ş. Surhan TABAKOĞLU'na teşekkürü bir borç bilirim.



SİMGELER VE KISALTMALAR

KÇ	: Kadife Çiçeği
KB	: Kırmızı Biber
SA	: Sentetik Astaksantin
DS	: <i>Dunaliella salina</i>
Nchl	: <i>Nannochloropsis</i> sp.
PUFA	: Çoklu Doymamış Yağ Asidi



İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖZ	I
ABSTRACT	II
TEŞEKKÜR	III
SİMGELER VE KISALTMALAR	IV
İÇİNDEKİLER	V
ÇİZELGELER DİZİNİ	VII
ŞEKİLLER DİZİNİ	IX
1. GİRİŞ	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	6
2.1. Pigmentasyon ile İlgili Yapılan Çalışmalar	6
2.2. Protein, Ham Kül, Kuru Madde ve Lipit ile ilgili Çalışmalar	13
3. MATERYAL VE METOD.....	16
3.1. Su Kalitesi Parametreleri	18
3.2. Karotenoyit Analizi	20
3.3. Protein Analizi	21
3.4. Toplam Lipit Analizi	22
3.5. Kuru Madde ve Kül Tayini	22
3.6. Büyüme	23
3.7. İstatistik Analizler	23
3.8. I. Bölüm: Kadife Çiçeği, Kırmızı Biber ve Sentetik Astaksantin Bölümü	24
3.9. II. Bölüm: <i>Dunaliella salina</i> , <i>Nannochloropsis</i> sp. ve Sentetik Astaksantin Bölümü	27
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	30
4.1. Bulgular	30
4.1.1. I. Bölüm: Kadife Çiçeği, Kırmızı Biber ile Sentetik Astaksantin <i>Penaeus semisulcatus</i> 'ta Pigmentasyon, Büyüme ve Temel Besin Madde Bileşenleri Üzerine Etkisi	30
4.1.1.1. Ağırlıkça Büyüme	30
4.1.1.2. Büyüme Oranı	32

4.1.1.3. Yaşama Oranı	34
4.1.1.4. Pigmentasyon	34
4.1.1.5. Temel Besin Madde Bileşenleri	37
4.1.1.6. Et Verimi	38
4.1.2. II. Bölüm: <i>Dunaliella salina</i> , <i>Nannochloropsis</i> sp. ile Sentetik Astaksantin <i>Penaeus semisulcatus</i> 'ta Pigmentasyon, Büyüme ve Temel Besin Madde Bileşenleri Üzerine Etkisi.....	39
4.1.2.1. Ağırlıkça Büyüme	39
4.1.2.2. Büyüme Oranı	41
4.1.2.3. Yaşama Oranı	42
4.1.2.4. Pigmentasyon	42
4.1.2.5. Temel Besin Madde Bileşenleri	47
4.1.2.6. Et Verimi	48
4.1.2.7. Karotenoyit Kaynaklarının Yem Maliyetine Yansımaları	50
4.2. Tartışma	54
4.2.1. Büyüme	54
4.2.2. Pigmentasyon	56
4.2.3. Temel Besin Madde Bileşenleri	60
4.2.4. Et Verimi	62
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	63
KAYNAKLAR	65
ÖZGEÇMİŞ	76

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa No

Çizelge 3.1.	I. Bölümde Kullanılan Yemin Besin Madde İçeriği	17
Çizelge 3.2.	II. Bölümde Kullanılan Yemin Besin Madde İçeriği	18
Çizelge 3.3.	Gözlem Dönemlerine Ait Su Kalitesi Parametreleri	19
Çizelge 3.4.	Karotenoyit Birikiminin Belirlendiği Denemede Ölçülen Su Kalitesi Parametreleri	19
Çizelge 3.5.	Büyüme Denemesinde Ölçülen Su Kalitesi parametreleri	20
Çizelge 3.6.	I. Bölümde Karma Yeme Katılan Maddelerin Kuru Maddedeki Besin Bileşenleri ve Total Karotenoyit Miktarları	25
Çizelge 3.7.	I. Bölümde Kullanılan Diyetteki Katkı Maddeleri ve Karotenoyit Miktarları.....	26
Çizelge 3.8.	II. Bölümde Karma Yeme Katılan Maddelerin Besin Bileşenleri ve Total Karotenoyit Miktarları	28
Çizelge 3.9.	II. Bölümde Kullanılan Diyetteki Katkı Maddeleri ve Karotenoyit Miktarları	29
Çizelge 4.1.	Diyet Gruplarının Gözlem Dönemlerine Ait Canlı Ağırlık Ortalamaları (g)	30
Çizelge 4.2.	Farklı Diyetlerle Beslenen <i>Penaeus semisulcatus</i> 'un Son Döneme Ait Spesifik Büyüme Oranı Ortalamaları (%/gün).....	33
Çizelge 4.3.	Diyet Gruplarının Gözlem Dönemlerine Ait karides Etinde Toplam Karotenoyit Miktarları (mg/kg)	35
Çizelge 4.4.	Farklı Yemlerle Beslenen <i>Penaeus semisulcatus</i> 'un Temel Besin Madde Bileşenleri Ortalamaları (% Yaş Ağırlık)	38
Çizelge 4.5.	Farklı Yemlerle Beslenen <i>Penaeus semisulcatus</i> 'un Et Verimi	38
Çizelge 4.6.	Büyüme Denemesinde Diyet Gruplarının Canlı Ağırlık Ortalamaları (g)	39
Çizelge 4.7.	Karotenoyit Denemesinde Diyet Gruplarının Canlı Ağırlık Ortalamaları (g)	40
Çizelge 4.8.	Farklı Diyetlerle Beslenen <i>Penaeus semisulcatus</i> 'un Son Döneme Ait Spesifik Büyüme Oranı Ortalamaları (%/gün).....	42

Çizelge 4.9.	Diyet Gruplarının Gözlem Dönemlerine Ait Karides Etinde Toplam Karotenoyit Miktarları (mg/kg)	44
Çizelge 4.10.	Diyet Gruplarının Gözlem Dönemlerine Ait Karides Kabuğunda Toplam Karotenoyit Miktarları (mg/kg)	46
Çizelge 4.11.	Farklı Yemlerle Beslenen <i>Penaeus semisulcatus</i> 'un Temel Besin Madde Bileşenleri Ortalamaları (% Yaş Ağırlık)	48
Çizelge 4.12.	Farklı Yemlerle Beslenen <i>Penaeus semisulcatus</i> 'un Et Verimi	49
Çizelge 4.13.	1 kg Diyet Yem İçin Karotenoyit Katkılarının Maliyet Hesabı	50
Çizelge 4.14.	1 kg Diyet Yemde Karma Yem ve Balık Unu Maliyet Hesabı	51
Çizelge 4.18.	Karotenoyit Kaynaklarının 1 kg Yem Maliyetine Yansımaları	52



ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

Şekil 4.1.	Diyet Gruplarının Canlı Ağırlık Gelişim Grafiği	31
Şekil 4.2.	Diyet Gruplarının Son Döneme Ait Canlı Ağırlık Gelişimi	32
Şekil 4.3.	Farklı Diyetlerle Beslenen <i>Penaeus semisulcatus</i> 'un SBO Gelişimi	33
Şekil 4.4.	Deneme Sonunda Elde Edilen Yaşama Oranları	34
Şekil 4.5.	Diyet Gruplarının Spektrofotometrik Yöntem ile Belirlenen Pigmentasyon Gelişim Grafiği	36
Şekil 4.6.	Diyet Gruplarının Son Döneme Ait Pigmentasyon Gelişimi	37
Şekil 4.7.	Diyet Gruplarının Canlı Ağırlık Gelişimi	40
Şekil 4.8.	Farklı Diyetlerle Beslenen <i>Penaeus semisulcatus</i> 'un SBO Gelişimi	41
Şekil 4.9.	Diyet Gruplarının Spektrofotometrik Yöntem ile Et Dokusunda Belirlenen Pigmentasyon Gelişim Grafiği	43
Şekil 4.10.	Et Dokusunda Son Döneme Ait Pigmentasyon Gelişimi	44
Şekil 4.11.	Diyet Gruplarının Spektrofotometrik Yöntem ile Kabukta Belirlenen Pigmentasyon Gelişim Grafiği	45
Şekil 4.12.	Kabuk Dokuda Son Döneme Ait Pigmentasyon Gelişimi	47

1.GİRİŞ

Karides, etinin lezzetli ve besin değerin yüksek olması nedeniyle, dünya pazarlarında her zaman yüksek fiyatlarla alıcı bulmuştur. Bu nedenle, çoğu ülkeler karides üretimini, avcılık yöntemlerini geliştirerek artırma çabalarının yanı sıra, yetiştiricilik çalışmalarına başlamış ve bu konuda önemli ilerlemeler kaydetmişlerdir.

Kızıldeniz'den Akdeniz'e geçmiş olan ve Kuzeydoğu Akdeniz'de yaygın olarak avcılığı yapılan Yeşil Kaplan Karidesi (*Penaeus semisulcatus*), ülkemizde yetiştiriciliğe en uygun karides türlerinden biridir. Bu türün yetiştiriciliği ile ilgili Avustralya, Uzakdoğu, İsrail ve Türkiye'de çeşitli araştırmalar yapılmıştır (Browdy ve Somacha, 1985; Browdy ve ark.,1986; Aktaş ve Kumlu, 1999; Kumlu ve ark., 2000).

Karideslerin üretimi ve pazarlanmasında ürünün et rengi kalitesi tüketicinin görsel seçiminde önemli bir kriter olduğundan, ürünün pazar arzı ve değerini büyük oranda etkilemektedir. Karideslerde renklenmeyi sağlayan temel pigment maddesi karotenoyit grubu pigmentlerden astaksantin olup, dokuda kırmızı-turuncu renklenmeyi sağlar (Katayama ve ark.,1971; Katayama ve ark., 1972; Tanaka ve ark. 1976; Okada ve ark., 1994). Karotenoyitlerin sentezi başta alg olmak üzere, bazı mikroorganizmalar, mantarlar ve yüksek bitkilerce gerçekleştirilir. Hayvanlar bu pigmentleri sentezleyemezler; ancak bunları dönüşüme uğratabilirler. Gereksinim duydukları karotenoyitleri bitkilerden ve/veya dolaylı olarak bu bitkilerle beslenen hayvanlardan sağlamak zorundadırlar (Ishikawa ve ark., 1966; Katayama ve ark., 1972; Tanaka, 1978; Schiedt, 1987; Torrisen, 1989; Latscha, 1989).

Entansif koşullarda yapılan karides yetiştiriciliğinde, doğal yem kaynaklarından yararlanılamadığı için yeterli düzeyde renklenme oluşmamaktadır. Bu nedenle karideslerde arzulanan düzeyde renklenmenin sağlanabilmesi için diyetlerine uygun pigment kaynaklarının eklenmesi gerekmektedir. Nitekim *Marsupenaeus japonicus*'un vücuttaki total karotenoyit birikiminin, diyetle (50-400 mg/kg karotenoyit) ve diyetin uygulama süresine (1-2 ay) bağlı olarak 15-40 mg/kg arasında değiştiği gözlenmiştir (Iwamoto ve ark. 1990; Yamada ve ark. 1990; Negre-Sadargues ve ark. 1993).

Karides larvalarında, diyetlerdeki karotenoyit miktarı ile yaşama oranı arasında doğrusal bir ilişki olduğu saptanmıştır (Chien ve Jeng., 1992; Kumlu, 1995). 100 mg/kg astaksantin katkılı yemlerle 4-8 hafta süreyle beslenen karides larvalarında yaşama oranı % 91, kontrol grubunda ise % 57 olarak bulunmuştur (Yamada ve ark., 1990). Ayrıca, astaksantin karideslerde kabuk değişim hormonlarını uyararak, postlarval gelişimi hızlandırdığı belirtilmiştir (Petit, 1993). Karotenoyitlerin renk verme özelliklerinin yanı sıra; fertilizasyon hormonu gibi iş görmesi, yüksek sıcaklık, ışık, amonyak ve düşük oksijen düzeyi gibi sert çevresel koşullara karşı toleransı artırması, hafif deri yaralanmalarında koruyucu etki yapması, bağışıklık sistemini güçlendirici etkisinin olması, büyüme ve yaşama oranını olumlu yönde etkilemesi gibi rollerinin olduğu ifade edilmektedir. Karotenoyitlerin bu etkileri A vitamini gibi iş görmelerine bağlanmaktadır (Tacon, 1981; Torrissen, 1984; Storebakken ve ark., 1987; Choubert ve Storebakken., 1989). Karotenoyitlerin esansiyel olduğu ve tüm sucul yemlerin içerisinde (yaş ağırlıkta) en az 5-10 mg/kg oranında bulunması gerektiği bildirilmektedir (Craik, 1985; Torrissen ve ark., 1990; Grung ve ark., 1993; Hardy ve Roberts, 1998).

Sentetik karotenoyitlerin dışında, bunlara alternatif olarak karotenoyit içeren doğal yem kaynakları da yem rasyonlarına katılabilmektedir. Bu kaynakların başında karides artıkları (Utne, 1976; Torrissen 1989'dan; Torrissen ve ark., 1981; Tideman ve ark., 1984; Torrissen 1989'dan), bir yeşil alg olan *Haematococcus pluvialis* (Sommer ve ark., 1992; Choubert ve Heinrich, 1993; Barbossa ve ark., 1999) *Spirulina spp* (Choubert, 1979), *Dunaliella salina* (Harpaz ve ark. 1998; Boonyaratpalin ve ark., 2001), karasal bitkilerden kırmızı biber (*Capsicum annuum*) (Petersen ve ark., 1966; Torrissen 1989'dan; Atay ve ark., 1988; Yanar ve ark., 1997; Ergün ve Erdem, 2000; Büyükçapar, 2003), kadife çiçeği (*Tagetes erecta*) (Lee ve ark., 1978; Torrissen 1989'dan; Büyükçapar, 2003), havuç (*Daucus carota*) (Atay ve ark., 1988), ayrıca, astaksantin içeren kırmızı bira mayası (*Phaffia rhodozyma*) (Tangera ve Slinde, 1994; Bjerkeng, 2000'den) ile PUFA yağları (Bjerkeng ve ark., 1999) gelmektedir.

Kırmızı biber ülkemizde bol miktarda yetiştirilmekte olup, karotenoyitler bakımından oldukça zengin kaynaklardan biridir. Kırmızı toz biber 800-1500 mg/kg arasında total karotenoyit içermektedir (Gürocak, 1985; Yanar ve ark., 1997; Ergün

ve Erdem, 2000). Kırmızı biberle ilgili çalışmalar daha çok alabalık yetiştiriciliği üzerinde yoğunlaşmış olup, karideslerin pigmentasyonunda kullanılabilirliği ile ilgili tek çalışma *Litopenaeus vannamei* üzerinde yapılmıştır (Arredondo-Figueroa ve ark., 2003).

Diğer bir doğal karotenoyit kaynağı olan kadife çiçeği ise park ve bahçelerde yaygın olarak bulunmaktadır. İlkbahar başlangıcından sonbahar sonuna kadar çiçek açan kadife çiçeklerinin elde edilebilirliği kolay ve basittir. Kadife çiçeği Latin Amerika kökenli bir bitki olup, özellikle *Tagetes erecta* türü ticari öneme sahiptir (Neher, 1968: Zorn ve ark., 2003'den). Meksika'nın yerel bir bitkisi olan kadife çiçeği bu ülkede ticari öneme sahip olup ilaç sanayinde, kümes hayvanlarının deri ve yumurtalarının renklendirilmesi (Avila ve ark., 1990: Delgado-Vargas ve Peredes-Lopez, 1997'den) ile kanser ve cilt hastalıkları gibi bazı hastalıkların tedavisinde kullanılmaktadır (Canfeld ve ark., 1993: Delgado-Vargas ve Peredes-Lopez, 1997'den). Sarı renklere neden olan kadife çiçeğinde bulunan total karotenoyitin %95'den fazlasını lütein, %4 kadarını ise zeaksantin oluşturmaktadır (Rivas, 1998: Zorn ve ark. 2003'den). Kadife çiçeğinde bulunan total karotenoyit miktarı, bitkinin yetiştirilme yöntemine, hasat mevsimine ve bitkinin bölümlerine (taç yaprak, kök, tohum v.b) göre, 1320 ile 5700 mg/kg arasında değişmektedir (Lee ve ark., 1978: Skonberg ve ark., 1998'den; Piccaglia ve ark., 1998). Kadife çiçeğinin karideslerin pigmentasyonunda kullanımı ile ilgili araştırmaya rastlanmamıştır.

Bazı mikroalg türleri β -karoten, ksantofil, astaksantin gibi zengin pigment içeriklerinden dolayı krustase ve balık diyetlerinde kullanılmaktadır. Nitekim *Spirulina* sp. ve *Chlorella vulgaris*'in alabalıkların pigmentasyonunda etkili olduğu aynı zamanda kolay sindirilebildiği ve depolama süresince dokuda stabilitesini daha uzun süre koruduğu ortaya konmuştur (Gouveia ve ark., 1998). *Haematococcus pluvialis* (yeşil alg), β -karoten (%2.2), astaksantin (%41.2), kantaksantin (%44.3) ve lütein (%11.4) içermektedir. Bu algin kuru maddede %2 oranında total karotenoyit içerdiği de bildirilmektedir (Choubert ve Heinrich, 1993). *Dunaliella salina*'da ise ana pigment β -karoten olup, karides diyetlerinde ekonomik olarak kullanılmaktadır (Harpaz ve ark., 1998; Boonyaratpalin ve ark., 2001).

Gerek sentetik gerekse doğal karotenoyit kaynaklarının karideslerde pigmentasyon amaçlı uygulanmasından olumlu sonuç alınabilmesi pek çok etmene bağlıdır. Bu etmenlerin başında; karotenoyitin türü, miktarı, yapısı ve uygulama süresi, karidesin türü, yaşı, cinsiyeti, genetik yapısı, fizyolojik durumu, yetiştiricilik yöntemi, su kalitesi ve ışık yoğunluğu gelmektedir (Latscha, 1989). Bu bağlamda, karides yetiştiriciliğinde satıştan önce istenen renklenmenin sağlanması amacıyla, hangi tür karotenoyit kaynaklarının ne yoğunlukta ve sürede kullanılmasının bilinmesi gerekmektedir. Ayrıca kullanılacak karotenoyit kaynağının ucuz ve kolay bulunabilirliği ekonomik açıdan da önemlidir. Keza Norveç'te Atlantik salmonunun yemine astaksantin ilave edilmesinin, yem maliyetini yaklaşık % 20-25 oranında, toplam maliyetin ise yaklaşık % 10 oranında artırdığı bildirilmektedir (Torrissen ve Christiansen, 1995).

Son zamanlarda, insan sağlığı konusunda daha duyarlı olan gelişmiş ülkeler sentetik maddelerin kullanımına sınırlamalar getirmektedir. İnsanlarda nedeni bilinmeyen bazı hastalıkların ortaya çıkması buna bağlanmaktadır. Bu bağlamda sentetik katkı maddelerinin gıda olarak tüketilen besinlere katılmasına önyargı ile bakılmaktadır. Ayrıca sentetik karotenoyit maddeleri ülkemizde henüz üretilemediğinden dışalım yapılmakta, bu da yabancı ülkelere bağımlılığa ve döviz kaybına neden olmaktadır. Bu nedenlerden dolayı sentetik karotenoyitlere bir seçenek olarak doğal karotenoyit kaynaklarının yetiştiricilikte kullanılması ekonomik yönden büyük önem arz etmektedir. Kullanılacak doğal karotenoyit kaynaklarının üretiminin kolay ve ekonomik olması gerekmektedir. Ülkemizde tarımı yaygın olarak yapılan ve ucuz olan bazı bitkilerin karotenoyitler açısından oldukça zengin oldukları bilinmektedir. Bu bitkilerden kırmızı biberin (Yanar ve ark., 1997; Büyükçapar, 2003) ve kadife çiçeğinin alabalıklarda renklenme üzerine etkili olduğu bildirilmektedir (Büyükçapar, 2003).

Bu çalışmada, ülkemizde bol miktarlarda üretilen, ucuz ve elde edilmesi kolay olan doğal karotenoyit kaynaklarından kırmızı biber, kadife çiçeği ve ayrıca karideslerin doğal ortamlarında zaten besin olarak tükettikleri mikro-alg türlerinden *Nannochloropsis* sp. ve *Dunaliella salina*'nın *P. semisulcatus*'ta pigmentasyon, büyüme, et verimi ve temel besin madde bileşenleri (protein, lipit, ham kül ve su)

üzerine olan etkileri araştırılmış ve sentetik astaksantin yerine geçebilme potansiyelleri belirlenmiştir.



2.ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

2.1. Pigmentasyon ile İlgili Yapılan Çalışmalar

Krustaselerin pigmentasyonunda önemli olan karotenoyit çeşitlerinin belirlenmesi, bunlara etki eden faktörler, farklı karotenoyitlerin biyolojik önemleri, dokulara emilimi, taşınmaları, biyosentez metabolizmaları, biyokimyasal olayların ortaya konması ve ayrıca karotenoyitlerin temel besin maddeleri üzerine etkileri ile ilgili pek çok çalışma yapılmıştır.

Gopakumar ve Nair (1975), doğadan yakalanan karideslerde en düşük total karotenoyit miktarını 4.2 mg/kg ile acı suda yaşayan *Metapenaeus monoceros*'da bulduklarını, bunu sırasıyla *Fenneropenaeus indicus* (10 mg/kg), *Parapenaeopsis stylifera* (10 mg/kg), *M. affinis* (14 mg/kg) ve *M. dobsoni* (14.4 mg/kg)'nin izlediğini bildirmişlerdir.

Clarke (1979), pembe karides olarak bilinen *Pandalus montagui*'nin toplam pigment miktarının 21-72 mg/kg arasında değiştiğini belirtmiştir.

Latscha (1989), penaid karideslerde, astaksantin sadece renklenme üzerinde değil, aynı zamanda büyüme ve yumurta verimliliği üzerinde de etkisinin olduğunu ifade etmiştir.

Yamada ve ark. (1990), yetiştiriciliği yapılan ve ortalama ağırlıkları 8.5 g olan *M. japonicus*'lar üzerinde yaptıkları bir çalışmada; kontrol, 100 mg/kg astaksantin, β -karoten ve kantaksantin katkılı olmak üzere 4 farklı yem kullanmış ve 8 hafta sonunda, astaksantin diğer karotenoyitlerden daha yüksek oranda dokulara aktarıldığını ve bu karotenoyitlerin dokularda astaksantin esterleri şeklinde depolandığını saptamışlardır. Diğer bir denemede ise; 3.7 gramlık karidesleri 0, 50, 100, 200 ve 400 mg/kg astaksantin katkılı yemlerle 8 hafta süreyle beslemişlerdir. Dokulardaki karotenoyitlerin 200 mg/kg'a kadar arttığını, 200 mg/kg ve üstündeki miktarların ise dokuları doymuş hale getirdiğini, ancak farklı pigment seviyelerinin günlük yem alımı, büyüme ve yem çevrim etkinliğini değiştirmediğini ifade etmişlerdir.

Howell ve Matthews, (1991), doğadan yakalanan ve yetiştiriciliği yapılan *P. monodon*'da karotenoyit içerikleri ile ilgili yaptıkları karşılaştırmalarda; doğadan yakalanan *P. monodon*'un dış iskeletinde 26.3 mg/kg, yetiştiricilikten elde edilen karideslerde ise 25.3 mg/kg seviyesinde total karotenoyit bulunduğunu bildirmişlerdir. Karideslerde mavi hastalık olarak bilinen durumun besinlerindeki karotenoyit kaynaklarının eksikliğinden kaynaklandığını ve mavi renk hastalığı olanlarda total karotenoyit sentezinin 4.3-7 mg/kg olduğunu saptamışlardır. Ticari yemlerde astaksantin eser miktarda bulunduğunu, doğada ve yetiştirilenler arasındaki farklılığın karotenoyitlerin miktarına ve tipine bağlı olduğunu, karotenoyitlerin emilimi ve birikiminin besinlerdeki yağ miktarından etkilendiğini belirtmişlerdir.

Choubert ve Heinrich (1993), *Haematococcus pluvialis* (yeşil alg)'in, β -karoten (%2.2), astaksantin (%41.2), kantaksantin (%44.3) ve lütein (%11.4) içerdiğini, total karotenoyit miktarının ise kuru maddede %2.0 olduğunu ifade etmişlerdir.

Chien ve Jeng (1992), *M. japonicus*'da yaptıkları bir denemede, astaksantin (500, 1000, 2000 mg/kg), β -karoten (500, 1000, 2000 mg/kg) ve *Dunaliella salina* (1000 mg/kg) katkılı yemlerin pigmentasyon üzerine etkilerini araştırmışlardır. Pigmentasyon açısından astaksantin en etkili, β -karoten ve *D. salina*'nın ise aralarında farklı olmadığını bildirmişlerdir. Karideslerin hasattan 1 ay önce 1000 mg/kg astaksantin içeren yemlerle beslenmesinin en iyi besleme stratejisi olduğunu, astaksantinle beslenen karideslerin yaşama oranı ve dokudaki karotenoyit içeriklerinin β -karoten ve *D. salina*'ya göre daha yüksek olduğunu saptamışlardır.

Negre-Sadargues ve ark. (1993), *M. japonicus*' da astaksantin (100 mg/kg), kantaksantin (100 mg/kg) ve astaksantin/kantaksantin (50/50 mg/kg) katkılı yemlerle yaptıkları çalışmada, karapaks, epidermis ve hepatopankreasta karotenoyit miktarlarını belirlemişlerdir. Astaksantin hepatopankreas ve epidermiste, astaksantin/kantaksantin karışımının ise karapaksta en yüksek karotenoyit birikimi sağladığını ifade etmişlerdir. Astaksantin/kantaksantin karışımının yaşama oranı üzerinde en iyi etkiyi yaptığını, ancak kullanılan pigmentlerin büyüme üzerinde etkili olmadığı sonucuna varmışlardır.

Petit ve ark., (1997), *M. japonicus* postlarvalarında kontrol (0.9 mg/kg), sentetik astaxanthin (60 mg/kg) ve dondurulmuş *Artemia salina*'dan elde edilen β -karoten (220 mg/kg) içerikli yemlerin büyüme ve kabuk değiştirme üzerine etkilerini araştırmışlardır. Yeme eklenen pigmentlerin dokudaki protein oranları üzerine etkisinin olmadığını, ancak, kabuk değişim sıklığını ve postlarval gelişimi artırdığını, ayrıca büyümeyi de uyardığını bildirmişlerdir.

Harpaz ve ark. (1998), kerevitlerden *Cherax quadricarinatus*'ta karotenoyit katkılı yemlerle (100 mg/kg kurtulmuş *D. salina*, astaksantin ve yonca unu) yaptıkları çalışmada; karotenoyitlerle zenginleştirilmiş yemlerin, kontrol grubuna göre daha iyi renklenme sağladığını, ancak katkı maddelerinin büyüme ve yaşama oranını etkilemediğini belirtmişlerdir.

Merchie ve ark. (1998), *P. monodon* postlarvalarında 4 hafta süreyle yaptıkları denemede, diyetler içerisine astaksantin ve askorbik asit eklemişlerdir. Tuzluluğun %0.27'den %0'a düşürülmesinde, 1 saatlik sürede kontrol grubuna göre, astaksantin katkılı yemlerle beslenenlerin tuzluluk değişimlerine daha toleranslı olduklarını, ancak hastalıklara karşı direncin olup olmadığı konusunda kesin sonuçlara varamadıklarını saptamışlardır.

Darachai ve ark. (1998), *P. monodon*'un postlarval dönemlerinde tuzluluğu %0.30 olan sudan %0.02'lik suya aktarıldığında, sentetik astaksantin ve algal besinden elde edilen astaksantinle beslenenlerle kontrol grubu arasında yaşama oranına etkilerini incelemişlerdir. Sentetik astaksantin ve algal astaksantin kontrol grubuna göre, çevresel strese karşı daha etkili olduğunu bildirmişlerdir.

P. monodon anaçlarında, 61 gün süreyle uygulanan sentetik astaksantin (100 mg/kg) ve A-vitamini (20.000 IU/kg)'nin üreme performansı üzerine etkisinin belirlenmesi amacıyla yapılan araştırmada, astaksantin ve A-vitamini katkılı yemlerle beslenenlerde gonadosomatik indeksin, kontrol grubuna göre daha yüksek çıktığı; astaksantin ve A vitamini katkısının ovaryum gelişimi ve yumurtlamayı uyardığı ve bu katkıların anaç yemlerine eklenmeleri gerektiği sonucu ortaya konmuştur (Pangantihon-Kühlmann ve ark., 1998).

Petit ve ark., (1998), *M. japonicus*'un postlarval aşamasında, kontrol (0.9 mg/kg), sentetik astaxanthin (60 mg/kg) ve dondurulmuş *Artemia*'dan elde edilen β -

karoten (220 mg/kg) içerikli yemlerin dokulardaki karotenoyit birikimi üzerine yaptıkları araştırmada; karotenoyit katkılı yemlerin, kontrol grubuna göre renklenmede daha etkili olduğunu ancak, dondurulmuş *Artemia* katkılı yemlerle beslenen grupta total karotenoyit miktarının, sentetik astaksantin grubuna göre daha fazla bulunduğunu, yemlere hangi karotenoyit kaynakları eklenirse eklensin sonuçta karotenoyitin karides dokusunda serbest ve esterleşmiş astaksantin formunda depolandığını belirtmişlerdir.

Chien ve ark. (1999), *P. monodon*'da 4 saat boyunca oksijen azlığından oluşan strese karşı astaksantin eklenen yemlerle beslenen deney grubunun yaşama oranlarının daha fazla olduğunu saptamışlardır.

Boonyaratpalin ve ark. (2001), *P. monodon*' da, astaksantin (50 mg/kg) ve β -karoten (*D. salina*) (125 ve 175 mg/kg) katkılı karotenoyit kaynakları ile katkı içermeyen kontrol yeminin renklenme üzerine etkilerini karşılaştırmışlardır. 50 mg/kg astaksantin ve 125 mg/kg β -karotenin istenilen renklenmeyi 7-8 haftada oluşturduğunu, aynı sonucun 175 mg/kg β -karoten ile 5-6 haftada elde edilebileceğini saptamışlardır. Katkı maddelerinin yem çevrim oranı, immün sistem, büyüme ve yaşama oranı üzerine farklı etki yapmadığını, ancak ticari su ürünleri yetiştiriciliğinde pahalı olan astaksantin yerine β -karoten kaynaklı besinlerin kullanılabileceğini belirtmişlerdir.

George ve ark. (2001), dişi deniz kestanesi (*Lytechinus variegatus*)'nin karotenoyit katkılı yemlerle beslenmesinin, yumurtaların açılma oranını artırdığını, ayrıca, bu yumurtalardan çıkan larvaların yaşama gücünün daha yüksek olduğuna işaret etmişlerdir.

Anderson ve Sunderland (2002)' ın açıklamasına göre, yemlere eklenen C vitamini, E vitamini ve astaksantin yemdeki kararlılıkları, yemin hazırlama, kurutma ve saklanma tekniklerine göre değiştiğini, özellikle de E ve C vitaminlerinin astaksantine göre daha az kararlılık gösterdiğini ifade etmişlerdir.

Robinson ve ark. (2002), kültüre alınmış Yeşil Deniz Kestanesi (*Strongylocentrotus droebachiensis*)'nde en uygun gonad rengi oluşumunun kurutulmuş alg (*D. salina*)' dan elde edilen β -karoten'den sağlandığını ve 250 mg/kg β -karotenin en uygun oran olduğunu savunmuşlardır.

Arredondo-Figueroa ve ark. (2003), pasifik beyaz karidesi olarak ta bilinen *Litopenaeus vannamei*'de 28 gün süreyle kırmızı biber (200 mg/kg), sentetik astaksantin (100 mg/kg) ve kontrol grubu olmak üzere üç farklı yemle beslenmesinde, sentetik astaksantin en iyi sonucu verdiğini ancak kırmızı biberin de renklenmede etkili olduğunu bildirmişlerdir. Kabukta biriken pigment miktarının et dokuya göre daha fazla olduğunu ve bu katkı maddelerinin yaşama ve büyüme oranları üzerine etkili olmadığını belirtmişlerdir.

Chien ve ark. (2003), *P. monodon* juvenillerini 0 ve 80 mg/kg astaksantin katkılı yemlerle 8 hafta beslemeleri sonrasında sıcaklık ve tuzluluk şokuna maruz bırakarak fiziksel strese karşı dirençlerini araştırmışlardır. Sıcaklık ve osmotik stres karşısında, astaksantin katkılı yemlerle beslenen karideslerde kontrol grubuna göre yaşama oranının daha yüksek olduğunu ifade etmişlerdir.

Sreekala ve Raghava (2003)'nın bildirdiğine göre Semann (1998), kadife çiçeği ununun tavuk derisi ile yumurtaların renklendirilmesinde, sentetik ve diğer doğal karotenoyitlere göre daha az maliyete yol açtığını bildirmiştir.

Pigmentasyon üzerindeki araştırmalar balıklarda da yaygın bir şekilde yapılmaktadır.

Gross ve Budowski (1966), karotenoyitlerin çeşitli balık türlerindeki biyokimyasal etkilerinin tam olarak anlaşılamamasına karşın, A vitaminine benzer işlevlere sahip olduğunu belirtmişlerdir.

Hata ve Hata (1971)'nin bildirdiğine göre; karotenoyit grubu pigmentlerin emilimleri, dönüşümleri ve birikimleri, balık türlerine göre farklılık göstermektedir: Pigmentlerin büyük bir kısmı dokularda değişime uğrayarak astaksantin formunda birikmektedir. Bu yüzden balıklar, astaksantini kullanım açısından, iki temel gruba ayrılırlar. Birinci gruptaki balıklar, almış oldukları her karotenoyidi astaksantin formuna çeviremezler. Yalnızca yemleriyle aldıkları astaksantini dokularında biriktirebilirler (alabalıklarda olduğu gibi). İkinci gruptaki balıklar ise, dışarıdan aldıkları değişik karotenoyitleri oksidasyona uğratarak, dokularında astaksantin formunda depolarlar. Bu gruba da kırmızı sazan ve Japon balıkları örnek gösterilebilir. Bu balıklar, lütein ve zeaksantin gibi karotenoyitleri dönüşüme uğratarak dokularında astaksantin formunda biriktirebilmektedirler.

Tacon (1981)'a göre, karotenoyitlerin balıklarda bazı önemli biyolojik işlevleri bulunmaktadır; bunlar, karotenoyitlerin kesin olmamakla birlikte vitamin-A'nın provitamini olarak işlev görmesinden kaynaklanmaktadır. Bu işlevler;

- Fertilizasyon hormonu gibi iş görürler.
- Balıklarda yumurta verimliliğini ve bu yumurtaların dayanıklılığını artırır.
- Olağan dışı etmenlere (yüksek sıcaklık, yüksek amonyak, düşük oksijen) karşı balığın direncini artırırlar.
- Balığın embriyonik gelişimini desteklerler.
- Antioksidan etki gösterirler.

Choubert ve Blanch (1985), doğadaki alabalıkların etindeki portakal kırmızısı renklenmenin, beslendikleri planktonik ve bentik krustaselerden kaynaklandığını açıklamışlardır.

Gürocak (1985)'ın bildirdiğine göre, kırmızı biber bitkisel yem maddeleri arasında karotenoyitler bakımından en zengin kaynaklardır. Kırmızı Toz biberin içerdiği toplam ksantofil miktarı 863 mg/kg dır. Kırmızı biberin içerdiği pigmentler iki grup altında toplanır; 1. Alkoloid grubuna giren; lütein, zeaksantin, kapsantin ve kapsorubin, 2. Karotin ve kriptoksantin gibi A vitaminin provitamini olan diğer karotenoyitlerdir. Ayrıca kırmızı biberin yüksek düzeyde E-vitamini içermesi (8.2 mg/kg) nedeniyle, yem karmalarına katılması durumunda antioksidan etki göstermektedir. Kırmızı biberdeki baharat acılığı, yapısındaki capsaicin ve alkaloidinden ileri gelmektedir. Bu maddenin kümes hayvanlarında yem tüketiminde ve yemden yararlanmada olumlu etkisi bulunmaktadır. Bunun yanında sindirim sisteminde salınımı artırarak sindirime olumlu etki yapmaktadır. Capsaicin, enzim özelliği taşımakta olup, kırmızı biberde % 0.01-0.30 oranında bulunmaktadır.

Atay ve ark. (1988), Gökkuşığı Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) diyetlerinde karotenoyit kaynağı olarak, havuç ve kırmızı biber kullanılmasının alabalıklarda pembe bir renklenmeye neden olduğunu ileri sürmüşlerdir.

Boonyaratpalin ve Unprasert (1989), *Oerochromis niloticus*'da 4 farklı pigment kaynağının renk oluşumu, besin alımı ve yaşama oranına etkilerini araştırmışlardır. Spirulina, kadife çiçeği yaprağı, karides unu ve turmerik, diyetlere sırasıyla %10, %5, %15, %5 ilave yapılarak kullanılmıştır. Deney sonunda en iyi

sonucu spirulina, daha sonra sırasıyla kadife çiçeği ve karides unu vermiştir. Karides unu içeren yem, ağırlık artışı bakımından en iyi sonucu vermiştir. Spirulina ve kadife çiçeği ile kontrol grubu arasında ise önemli bir fark bulunmamıştır. Yaşama oranı üzerine karotenoyit ilavesinin önemli etki oluşturmadığı belirlenmiştir.

Torrissen ve ark. (1989), Salmonidae familyasına ait balık türlerinin, pembe ile kırmızı arası değişen et renklerinin, doğadan aldıkları besinlerden kaynaklandığını, alabalıklarda görülebilir renklenme için, karotenoyitlerin dokularda en az 1 mg/kg oranında olması gerektiğini, dokularda ulaşacağı en yüksek düzeyinin ise, 10.2 -13.7 mg/kg olduğunu belirtmişlerdir. *Oncorhynchus mykiss*'de astaksantin ve kantaksantin katkılı 6 farklı diyet kullanarak et dokusunda total karotenoyit birikimi ve ağırlık artışı karşılaştırılmıştır. Astaksantin daha iyi bir pigment kaynağı olduğunu, astaksantin ve kantaksantin kombinasyonunu içeren diyetin verilmesinin ise daha yüksek karotenoyit birikimine yol açtığını saptamışlardır. Karotenoyit birikiminin beslenme zamanına, bireyin ağırlığına ve büyümesine bağlı olarak değiştiğini bildirmişlerdir.

Mori ve ark. (1990)'nın bildirdiğine göre, Coho Salmonu (*Oncorhynchus kisutch*)' nun diyetine Antartik Krill ve littoral mysid katılması sonucu oluşan renk, doğada yetişen Coho Salmonları'nın rengine çok yakın olmuştur.

Torrissen ve ark. (1990), *Oncorhynchus mykiss*'de astaksantin düzeyine bağlı olarak sindirilebilirliği ve besinsel yağ düzeyi ilişkisini incelemişlerdir. Besinde kantaksantin konsantrasyonunun artmasının sindirilebilirliği azalttığı, besinde yağ miktarının artışının sindirilebilirliği arttırdığını saptamışlardır.

Yanar ve ark. (1997)'nin kırmızı biber ve astaksantin Gökkuşığı Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*)'nin pigmentasyonu üzerine etkisi konusunda yaptıkları çalışmada, astaksantin kırmızı bibere göre daha fazla pigment artışı sağlamakla birlikte, kırmızı biberin diğer gruplara göre rakamsal olarak daha fazla canlı ağırlık kazancı sağladığını belirtmişlerdir.

Sommer ve ark. (1992), yeşil alg (*H. pluviatilis*) katkılı diyetle beslenen yetişkin gökkuşığı alabalıklarında yeme katılan alg miktarıyla, deride oluşan toplam karotenoyit miktarı arasında doğrusal bir ilişkinin mevcut olduğunu öne sürmüşlerdir.

Ergün ve Erdem (2000)'e göre, alabalık diyetlerine yüksek oranda kırmızı biber katılması, rasyonun besin madde içeriğini değiştirmekte, özellikle ham selüloz oranını yükseltmekte ve bu nedenle de canlı ağırlık kazancında dezavantaj oluşturmaktadır.

Ergün ve Erdem (2000)'in bildirdiğine göre, Peterson ve ark. (1966), kırmızı biber katkılı diyetle beslenen kahverengi alabalık (*Salvelinus alpinus*)'ta 2 hafta sonra renklenmenin fark edildiğini, 4 hafta sonra ise renklenmenin oldukça belirgin hale geldiğini açıklamışlardır.

Agius ve ark. (2001), sarı kuyruk (*Seriola quinqueradiata*) anaçlarında üreme döneminden 5 ay önce üç gruba ayırdıkları [1. grup kontrol, 2. grup 30 mg/kg astaksantin, 3. grup %2 (42.9 mg/kg total karotenoyit) biber] denemede; döllenme ve açılma oranı ile yumurta verimliliğinin en yüksek olduğu grubun sırasıyla, biber katkılı ve astaksantin katkılı yemlerle beslenen gruplar olduğunu ifade etmişlerdir. Biber katkılı yemlerin yumurta kalitesi üzerine olumlu etkisi olduğu sonucuna varmışlardır.

2.2. Protein , Ham Kül, Kuru Madde ve Lipit ile İlgili Çalışmalar

Krzczkowski (1970), Alaska Pembe Karidesi (*Pandalus borealis*)'nin kas dokusunda toplam lipit oranının %1.2-1.5 arasında bulunduğunu bildirmiştir.

Gopakumar ve Nair (1975), Hindistan'da en çok tüketilen beş karides türünün (*Metapenaeus monoceros*, *M. dobsoni*, *M. affinis*, *Penaeus indicus* ve *Parapenaeopsis stylifera*) lipit içeriklerini araştırdıkları çalışmalarında, toplam lipitin %0.7 ile 1.2 arasında değiştiğini belirtmişlerdir.

Exler (1987), penaeid ve pandalid karideslerin protein, lipit, su ve kül oranlarını sırasıyla, %20.31, %1.73, %75.86 ve %1.2 olarak bulduklarını, amino asitlerin kas dokusunda bulunma miktarına (g/100 g) göre sırasıyla glutamik asit (3.46), aspartik asit (2.1), arjinin (1.78), lisin (1.77), lösin (1.61), isolösin (0.99) ve valin (0.96) olduğunu bildirmiştir.

Vlieg ve Body (1988), Yeni Zelanda'da bulunan 6 tatlı su, 60 deniz balığı, 9 yumuşakça, 6 balık yumurtası ve 3 kabuklu türünde olmak üzere toplam 75 türün

lipit ve yağ asidi bileşenlerini çalışmışlardır. Derin su karidesi olan *Litkhus holthausi*'nin toplam lipit oranını %1.1 bulduklarını belirtmişlerdir.

Krzynowek ve Panunzio (1989), çoğu penaeid olmak üzere 11 karides türünün yağ asitleri ve kolesterol içeriklerini belirledikleri çalışmalarında, tüm karides türlerinin toplam lipit oranının yaklaşık %0.8-1.1 arasında bulunduğunu ifade etmişlerdir.

King ve ark. (1990), iki karides türü (*Pandalus borealis* ve *P. jordani*) üzerinde yaptıkları bir çalışmada, protein oranını yaz ve kış mevsiminde ortalama %17.3, kül oranını %1.57, su ve lipit oranını ise sırasıyla, yaz mevsiminde %79.1 ve %1.19, kış mevsiminde %76.5 ve %1.34 olarak bulduklarını belirtmişlerdir.

Kotb ve ark. (1991), Arabistan Körfezi'nin Katar sularında, yaygın olarak avlanan ve türü bildirilmeyen bir karideste toplam lipit oranını %0.5 olarak bildirmişlerdir.

Karakoltsidis ve ark. (1995), Akdeniz'den avlanan penaeid karideslerden *Aristeus antennatus*'un protein oranını ilkbahar ve kış mevsiminde %19, sonbaharda %16 olarak belirlerlerken, su oranını ilkbaharda %77, kışın %79, sonbaharda %80, kül oranını ilkbahar ve sonbaharda %2, kışın %1, lipit oranını ise ilkbaharda %0.2, sonbaharda %0.4, kışın %2 olarak kaydetmişlerdir.

Yaquan ve ark. (1995), *P. monodon* ile yaptıkları çalışmada, kas dokusundaki amino asit profilinin juvenil ve ergin bireylerde, aynı zamanda da, dişi ve erkek bireyler arasında da benzer olduğuna işaret etmişlerdir.

Soriguer ve ark. (1997), Güney İspanya'da yaygın olarak tüketilen Atlantik ve Akdeniz'e ait *P. globosus*, *P. serratus*, *P. edwardsianus* ve *Penaeus kerathurus* olmak üzere 4 karides türünün protein oranını sırasıyla %20, 25, 23, 24, lipit oranlarını ise *Palaemon globosus*, *Palaemon serratus* ve *Plesiopenaeus edwardsianus*'ta sırasıyla %0.9, 1.1 ve 0.9 olarak bulduklarını belirtmişlerdir.

Diler ve Ataş (1999), kültürü yapılan *P. semisulcatus*, *P. monodon* ve *M. japonicus*'un ham protein oranlarını sırasıyla, %21, 25 ve 23; ham kül oranlarını sırasıyla %1.30, 1.55 ve 1.95; kuru madde oranlarını sırasıyla %24.6, 29.05 ve 27.9; et verimini sırasıyla, %50.93, 51.25 ve 53.67; toplam lipit oranlarını ise sırasıyla, %1.6, 1.5 ve 1.1 olarak bulduklarını kaydetmişlerdir.

Mathew ve ark. (1999), Hindistan'da avlanan, Penaeid karideslerin toplam lipit oranlarını %1.35 (*Penaeus indicus*), %1.34 (*Metapenaeus dobsoni*), %1.02 (*P. monodon*), %0.98 (*M. stridulens*) ve %0.95 (*M. monoceros*) olarak bulduklarını bildirmişlerdir.

Allen ve ark. (2000), derin deniz bentik karidesi *Nematocarcinus gracilis*'in toplam lipit oranını kuru madde de %8.2 oranında bulduklarını vurgulamışlardır.

Bragagnola ve Rodriguez-Amaya (2001), 2 farklı coğrafik bölgeden ve 2 farklı boy grubundan alınan, üçü doğadan (*Penaeus brasiliensis*, *P. schimitti* ve *Xiphopenaeus kroyeri*), biri kültürü yapılan tatlı su karidesi (*Macrobrachium rosenbergii*)'nin toplam lipit, kolesterol ve yağ asitleri kompozisyonlarını çalışmışlardır. Doğadan alınan karideslerde toplam lipit oranının 0.9-1.0 g/100 g arasında bulunduğunu, kültürü yapılan tatlı su karidesinde ise 1.1 g/100 g olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca, coğrafik bölge ve boy grubunun toplam lipit içeriği ve kompozisyonu üzerine etkisinin önemli olmadığına işaret etmişlerdir.

3. MATERYAL VE METOD

Araştırma, Çukurova Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Yumurtalık Araştırma İstasyonu'nda 2 bölüm halinde yürütülmüştür. Her bölüm 2 denemeden oluşmuştur. I. bölümde kadife çiçeği, kırmızı biber ve sentetik astaksantin, II. bölümde ise *Dunaliella salina*, *Nannochloropsis* sp. ve sentetik astaksantin Yeşil Kaplan Karidesi (*Penaeus semisulcatus*)'nin pigmentasyonu ve büyümesi üzerine etkileri araştırılmıştır. Ayrıca her iki aşamada kullanılan pigment maddelerinin temel besin madde bileşenlerine (protein, lipid, ham kül ve su) etkisi, et verimi ve yem maliyetine yansımaları ele alınmıştır. Tüm analizler Çukurova Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi laboratuvarında yürütülmüştür. Denemede kullanılan karidesler söz konusu istasyonda çalışma öncesinde yetiştirilmiştir

Yem materyali olarak, içeriği I. bölüm denemeleri için Çizelge 3.1'de verilen, Çamlıyem A.Ş tarafından üretilen çipura pelet yemi, II. bölüm denemeleri için Çizelge 3.2'de verilen ve BioAqua tarafından üretilen levrek ekstrüde pelet yemi kullanılmıştır.

Doğal karotenoyit kaynakları (kadife çiçeği, kırmızı biber, *Dunaliella salina*, *Nannochloropsis* sp.) +40°C'de etüvde kurutulduktan sonra öğütülmüştür. Doğal karotenoyit kaynakları kontrol grubu hariç, bazal yem içerisine yemde 100 mg/kg karotenoyit içerecek şekilde eklenmiş ve su ile ıslatılarak hamur kıvamına getirilen karışım daha sonra krema sıkacağında pelet haline (3 mm çaplı) dönüştürülmüştür. Yemler karanlık ortamda fanlı ısıtıcılarla kurutulduktan sonra hava ve ışık geçirmez kutularda -20°C'de depolanmıştır.

Her iki bölümde yapılan denemeler boyunca yemlemeden önce ölüm kontrolleri yapılmıştır. Deneme süresince her gruptaki ölümler ayrı ayrı kaydedilmiş ve deneme sonunda yaşama oranı hesaplanmıştır. Ayrıca, düzenli olarak çözünmüş oksijen, sıcaklık, tuzluluk ve pH değerleri ölçülmüştür. Su sıcaklığı cıvalı termometre, sudaki çözünmüş oksijen miktarı oxyguard marka portatif oksijen metre, pH portatif pH metre, tuzluluk refraktometre ile saptanmıştır. Günlük su değişimi %150-200 arasında tutulmuştur. Yemleme, günde 4 kez ve karideslerin tüketebileceği kadar verilmiştir.

Çizelge 3.1. I. Bölümde Kullanılan Yemin Besin Madde İçeriği

Besin Bileşenleri	Miktar
Nem (%)	12
Ham protein (%)	47
Ham yağ (%)	20
Ham kül (%)	12
Ham Sellülöz (%)	2
Nişasta (%)	8
P (%)	1,5
Ca (%)	1-3
W 3 HUFA (mg/g)	40
Vitamin C (mg/g)	200
Vitamin E (mg/g)	230
Brüt Enerji (kcal/kg)	5118
Sindirilebilir Enerji (kcal/kg)	4513
Metabolik Enerji (kcal/kg)	4195

Deneme sonunda elde edilen spesifik büyüme değerlerinin hesaplanmasında kullanılan formül aşağıda verilmiştir.

$$SBO = (\ln W_f - \ln W_i / t) \times 100$$

SBO = Spesifik Büyüme Oranı (%/gün)

W_f = Periyot Sonu Ağırlık (g)

W_i = Periyot Başı Ağırlık (g)

t = Gün sayısı

Çizelge 3.2. II. Bölümde Kullanılan Yemin Besin Madde İçeriği

Besin Bileşenleri	Miktar
Nem (%)	12
Ham protein (%)	48
Ham yağ (%)	18
Ham kül (%)	12
Ham Sellülöz (%)	2
Nişasta (%)	8
P (%)	1,5
Ca (%)	1-3
W 3 HUFA (mg/g)	36
Vitamin C (mg/g)	240
Vitamin E (mg/g)	276
Brüt Enerji (kcal/kg)	4797
Sindirilebilir Enerji (kcal/kg)	4223
Metabolik Enerji (kcal/kg)	3899

3.1. Su Kalitesi Parametreleri

I. bölümde deneme süresince günlük olarak ölçülen su sıcaklığı ve çözünmüş oksijen değerleri 20 günlük periyotlar halinde Çizelge 3.3’de verilmiştir. 20, 40 ve 60. gözlem dönemlerindeki 20 günlük sıcaklık ortalamaları sırasıyla, 27.38, 27.17 ve 26.97 °C, oksijen 5.01, 5.05 ve 5.09 mg/l, tuzluluk ‰38-40, pH ise 8.00-8.15 olarak saptanmıştır.

Çizelge 3.3. Gözlem Dönemlerine Ait Su Kalitesi Parametreleri

Gözlem Dönemleri (gün)	Sıcaklık (°C)	Oksijen (mg/l)
0-20	27.38 ± 0.22	5.01 ± 0.12
20-40	27.17 ± 0.40	5.05 ± 0.17
40-60	26.97 ± 0.32	5.09 ± 0.21

Her değer bir ortalama ± standart sapmayı ifade etmektedir.

II. bölümde karotenoyit birikiminin belirlendiği deneme süresince günlük olarak ölçülen su sıcaklığı ve çözünmüş oksijen değerleri 20 günlük periyotlar halinde Çizelge 3.4’de verilmiştir. 20, 40 ve 60. gözlem dönemlerindeki 20 günlük sıcaklık ortalamaları sırasıyla, 28.26, 28.92 ve 28.33 C°, oksijen 5.05, 5.03 ve 5.07 mg/l, pH ise 8 - 8.15 olarak saptanmıştır.

Çizelge 3.4. Karotenoyit Birikiminin Belirlendiği Denemede Ölçülen Su Kalitesi Parametreleri

Gözlem Dönemleri (gün)	Sıcaklık(°C)	Oksijen (mg/l)
0-20	28.26 ± 0.72	5.05 ± 0.16
20-40	28.92 ± 0.42	5.03 ± 0.18
40-60	28.33 ± 1.61	5.07 ± 0.13

Her değer bir ortalama ± standart sapmayı ifade etmektedir.

II. bölümde büyüme denemesi süresince günlük olarak ölçülen su sıcaklığı ve çözünmüş oksijen değerleri Çizelge 3.5’de verilmiştir. Sıcaklık ortalamaları sırasıyla 27.88, 27.56 C°, oksijen 4.93, 4.99 mg/l, pH ise 8-8.15 olarak saptanmıştır.

Çizelge 3.5. Büyüme Denemesinde Ölçülen Su kalitesi Parametreleri

Gözlem Dönemleri (gün)	Sıcaklık (°C)	Oksijen (mg/l)
0-20	27.88 ± 0.46	4.93 ± 0.17
20-45	27.56 ± 1.26	4.99 ± 0.20

Her değer bir ortalama ± standart sapmayı ifade etmektedir.

3.2. Karotenoyit Analizi

Deneme başlangıcında tüm grupları temsil edecek şekilde stoklanacak karideslerden toplam 10, deneme süresince gözlem dönemlerinde (20’şer günlük) her bir deneme grubundan 6 (her tekerrürden 2 adet) adet karides alınarak 2 yinelemeli olarak U.V spektrofotometrede karotenoyit analizi yapılmıştır. Birinci bölümde et dokusunda, ikinci bölümde ise et ve kabuk dokusunda total karotenoyit analizi yapılmıştır.

Karides etinde bulunan karotenoyitlerin ekstraksiyonu, Torrisen (1984); Torrisen ve Naedval (1984); Foss ve ark. (1984); Yanar ve ark. (1997)’nın kullandıkları yöntemle göre yapılmıştır. Ekstraksiyon serin ve nispeten karanlık bir ortamda yapılmıştır. Kabuk ve başlarından ayrılmış olan ve derin dondurucuya konmuş karidesler derin dondurucudan çıkarılmış, daha sonra mikserde çekilerek homojen haline getirilmiştir. Daha sonra et doku 0.01 g’a duyarlı dijital terazide 10 ml’lik deney tüplerine yaklaşık 1 g tartılarak içersine 0.5 g susuz Sodyum Sülfat (NaSO₄) eklenmiş daha sonra üzerine önce 5 ml aseton konulmuş ve doku örneği cam bir baget ile iyice ezilmiştir. Çözelti çalkalayıcıda karıştırıldıktan sonra buzdolabında 4 °C’de her gün sabah akşam çalkalamak kaydı ile 3 gün bekletilmiştir. Buzdolabında üç gün bekledikten sonra 10 ml’lik başka bir deney tüpüne

ekstraksiyon dikkatli bir şekilde aktarılmıştır. Kalan doku örneği üzerine ikinci bir 5 ml aseton daha eklenmiş ve yukarda belirtilen aynı işlemler yapılmıştır. Daha sonra ekstraksiyon diğer 10 ml'lik tüplere aktarılmıştır. Buzdolabından çıkarılan çözeltiler 4000 devirde 15 dakikada santrifüj edilmiş, daha sonra ikinci bir deney tüpüne alınarak işlem ikinci kez tekrarlanmış ve spektrofotometrede okunmak üzere hazır duruma getirilmiştir. Bütün bu işlemler esnasında çözeltide bulunan karotenoyitlerin ışıktan zarar görmemesi için alüminyum folyolara sarılarak muhafaza edilmişlerdir.

Çözelti örneklerinin okunmasında kontrol olarak aseton kullanılmıştır. Çözelti örneklerinin spektrofotometrede maksimum absorbanslarını veren dalga boyu 485 nm olarak belirlenmiştir. Bazı araştırmacıların kullandıkları dalga boyları ise Foss ve ark. (1984), 470-475 nm; Torrissen (1984), 476 nm; Storebakken ve ark. (1987), 473 nm, Iwamoto ve ark. (1990), 480 nm; Yanar ve ark (1997), 474 nm; Ergün ve Erdem (2000), 474 nm; Büyükçapar (2003), 475 nm arasında değişmiştir. Karides etindeki toplam karotenoyit miktarının hesaplanmasında astaksantin asetonunda %1 lik çözeltisinin, 474 nm'de, 1 cm'lik küvetteki teorik ekstraksiyonu (molar absorblama katsayısı) 1900 olarak alınmıştır (Foss ve ark., 1984). Kırmızı biber, kadife çiçeği, *Nannochloropsis* sp. ve *D. salina*'da bulunan toplam karotenoyit miktarı da benzer yöntemlerle ekstrakte edilmiş ve hesaplanmıştır. Ancak bu bitkiler kurutulduğu ve dolayısıyla içerdikleri su miktarı az olduğu için ekstraksiyonlarında susuz NaSO₄ kullanılmamıştır.

3.3. Protein Analizi

Deneme başında ve sonunda alınan örneklerden karideslerin protein, lipit, ham kül ve su içerikleri saptanmıştır.

Homojenize edilen her bir tekerrüre ait örneklerden yaklaşık 1 gr tartılarak Kjeldahl yakma balonuna aktarılmıştır. Her bir tekerrür grubuna ait örneklerden en az üç paralel yapılmıştır. Bu örnekler üzerine yaklaşık 2 g K₂SO₄+ CuSO₄ katalizöründen, 10 ml %98'lik H₂SO₄ eklenmiş ve balonlar yakma bölmesine yerleştirilerek 420 °C'de yaklaşık 20 d. yeşil-sarı renk oluşana kadar yakılmıştır. Daha sonra destilasyon işlemine geçilmiş, bunun için yakılan örneklere 50 ml distile

su ve 50 ml %33'lük NaOH eklendikten sonra bir erlen içine tahmin edilen protein miktarının 1,5 katı (25 ml) N/7'lik H₂SO₄ eklenerek distile cihazına yerleştirilmiştir. Bu şekilde destilasyon başlatılmış ve erlen içinde en az 100 ml destilat toplanıncaya kadar devam edilmiştir. Distile edilen örneklerin üzerine 3 damla metil kırmızısı (0.1 gr metil kırmızısı/100 ml alkol) ilave edilmiştir. Daha sonra N/7'lik NaOH ile titre edilerek örneklerdeki % ham protein miktarı hesap edilmiştir (A.O.A.C., 1984).

3.4. Toplam Lipit Analizi

Lipit analizi için yaygın olarak kullanılan Bligh ve Dyer (1959)'in ekstraksiyon yöntemi kullanılmıştır. Homojenize edilen örnekten 5 g tartılarak waring blendera aktarılmıştır. Her bir tekrerrür grubuna ait örneklerden en az üç paralel yapılmıştır. Daha sonra bu örnekler üzerine 1:2 oranında metanol-kloroform karışımından 120 ml ölçülerek eklenmiş ve yaklaşık 10 d tekrar homojenize edilmiştir. Homojenize edilen bu örneklerin üzerine % 0.4'lük CaCl₂ solüsyonundan 20 ml eklenerek bir süzme kağıdından süzülen materyal, önceden 105 °C'de 2 saat bekletilip darası alınmış balon jojelere aktarılmıştır. Balon jojelerin ağzı parafilm ile kapatılıp 1 gece karanlık bir ortamda bekletilmiş ve daha sonra üstte oluşan metanol tabakası, bir su-hava pompasına takılan pastör pipeti yardımıyla dışarı alınmıştır. Yağ içeren alttaki kloroform ise bir rotary evaporatörde 60 °C'de uçurulmuş ve sadece yağ içeren balon jojeler 1 saat süre ile 90 °C'de etüvde bekletilerek kloroformun iyice uçurulması sağlanmıştır. Son olarak desikatörde soğuması beklenen balon jojeler hassas terazide tartılarak elde edilen değer boş balon jojelerin ağırlığından çıkarılmış ve her bir tekrerrüre ait örneklerin gram olarak içerdikleri lipit miktarları bulunmuştur.

3.5. Kuru Madde ve Kül Tayini

Kuru madde ve ham kül analizi için örnekler iyice homojenize edilmiş ve etüvde kurutulup, desikatörde soğutulduktan sonra darası alınarak porselen krozelere, yaklaşık 3.5-4 g tartılarak konmuştur. Her bir tekrerrür grubuna ait

örneklerden en az 3 paralel yapılmıştır. Porselen krezeller etüve yerleştirilmiş ve örnekler 103°C’de yaklaşık 4 saat süreyle sabit ağırlığa gelene kadar kurutulmuştur. Daha sonra örnekler desikatöre alınmış ve oda ısısına geldikten sonra, 0.0001 mg duyarlı terazide tartılmıştır (Ludorf ve Meyer, 1973).

Kül tayini için örnekler yakma fırınına yerleştirilmiş ve 550 °C’de 4 saat süreyle, sabit ağırlığa gelene kadar yakılmış ve daha sonraki işlemler kuru madde analizinde olduğu gibi yapılmıştır (A.O.A.C., 1984).

3.6. Büyüme

Büyüme denemelerinde, her karides dikkatlice tanktan çıkarıldıktan sonra yumuşak bir havluya konarak fazla suyu alınmış ve tartımları ± 0.01 g duyarlıdaki sartorius marka terazide yapılmıştır. I. bölümde 10 günlük periyotlarda, II. bölümde ise denemenin başında ve sonunda ağırlık ölçümleri alınmıştır.

3.7. İstatistik Analizler

Her iki bölümde yapılan denemeye ait araştırma verileri, varyans analizi (Anova) ve çoklu karşılaştırma testi (Duncan)’nde 0.05 önem düzeyine göre değerlendirilmiştir. Söz konusu istatistiksel analizler SPSS 10.0 paket programında yapılmıştır.

Buraya kadar olan kısımda, her iki bölümdeki denemelere ait olan ortak materyal ve yöntem açıklanmıştır. Her bölüme özgü materyal ve yöntem ise, konu başlıkları altında ayrı ayrı açıklanmıştır.

3.8. I. Bölüm: Kadife Çiçeği, Kırmızı Biber ve Sentetik Astaksantin Bölümü

Bu bölümde pigmentasyon ve büyüme olmak üzere 2 deneme yürütülmüştür. I. denemede kadife çiçeği (*Tagetes erecta*), kırmızı biber (*Capsicum annuum*) ve sentetik astaksantin (Carophyll Pink %8)'nin Yeşil Kaplan Karidesi (*P. semisulcatus*)'nde pigmentasyon üzerine etkisi araştırılmıştır. II. denemede ise, bu pigment kaynaklarının karideslerin büyümesi üzerindeki etkisi incelenmiştir.

Diyet grubu olarak, doğal karotenoyit kaynaklarından; kadife çiçeği, kırmızı biber, sentetik astaksantin (Carophyll Pink %8) ve kontrol grubu (karotenoyit kaynağı eklenmemiş) olmak üzere 4 farklı diyet kullanılmıştır.

I. ve II. deneme, 05.09.2002-05.11.2002 tarihleri arasında, üç yinelemeli olarak, sera içerisinde 100 litre su hacmine sahip 55 cm çapında silindirik tanklar kullanılmış ve deneme 60 gün sürdürülmüştür. Denemede araştırma öncesi işletmede üretilen, başlangıç ortalama ağırlıkları 11.10 ± 0.26 g arasında değişen karideslerden her tanka 8'er adet stoklanmış ve başlangıç canlı ağırlık açısından gruplar arasında fark istatistiki olarak önemli bulunmamıştır ($P > 0.05$). Araştırma, tesadüf parselleri deneme planına göre kurulmuştur. Karotenoyit analizleri için her 20 günde bir, her tanktan en az iki karides alınmıştır. Karotenoyit kaynaklarının büyüme üzerindeki etkisini araştırmak amacıyla her 10 günde bir canlı ağırlık ölçümleri yapılmıştır.

Birinci diyet grubu %2.4 kurutulmuş kadife çiçeği içeren diyetten oluşmaktadır. Bunun için çalışma öncesi üretimi gerçekleştirilen kadife çiçeklerinin taç yaprakları toplanarak 40 °C de etüvde kurutulmuş ve değirmende öğütülerek un haline getirilmiştir. İkinci diyet grubu %6.6 kurutulmuş Karaisalı salçalık kırmızı biberinden oluşmaktadır. Bunun için Adana'nın Karaisalı ilçesinden alınan kırmızı biberlerin çekirdekleri ve sapları alınarak gölgede soğuk bir ortamda vantilatör karşısında kurtulmuştur. Daha sonra tam kuruma sağlamak için 40 °C de etüvde suyu tamamen uçurulmuş ve değirmende öğütülerek un haline getirilmiştir. Üçüncü diyet grubu, 100 mg/kg sentetik astaksantin içeren diyetten oluşmuştur. "Hoffman-La Roche" firması (İsviçre)" tarafından piyasaya sürülen ve %8 astaksantin (80000 mg/kg) içeren ticari ismi Carophyll-pink olan sentetik astaksantin kullanılmıştır. Sentetik astaksantin 50 °C sıcaklıkta ve diyete katılacak miktarda suda

çözündürüldükten sonra karma yeme katılmıştır. Dördüncü diyet grubunu ise kontrol grubu oluşturmaktadır. Kullanılan kontrol karma yem diğer gruplara yapılan işlemlerden geçirilerek hazırlanmış ve muhafaza edilmiştir. Karma yeme bitkisel kökenli karotenoyit kaynaklarının katılması diyet grupları arasında protein oranı bakımından dengesizliklere neden olmaktadır. Bu dengesizliği gidermek amacıyla Çizelge 3.7’de verilen miktarlarda diyet yeme balık unu katılarak bütün yemlerin protein içeriği %47 olarak eşitlenmiştir. Denemede kullanılan katkı maddelerinin kuru maddedeki total karotenoyit miktarı Çizelge 3.6’da, diyet yemlerin içerisine katılan karotenoyit miktarları ise Çizelge 3.7’de verilmiştir.

Çizelge 3.6. I. Bölümde Karma Yeme Katılan Maddelerin Kuru Maddedeki Besin Bileşenleri ve Total Karotenoyit Miktarları

Yem Kaynakları ve Katkı Maddeleri	Ham Protein (%)	Ham Yağ (%)	Ham Selüloz (%)	Total Karotenoyit (mg/kg)
Pelet Yem	47	20	2	-
Kadife Çiçeği	12.2	9.2	14.3	4200
Kırmızı Biber	12.3	16.1	21.1	1500
Balık Unu	71.23	6.98	0.31	-
Carophyll-pink (%8)	-	-	-	80000

Çizelge 3.7. I. Bölümde Kullanılan Diyetteki Katkı Maddeleri ve Karotenoyit Miktarları

Diyet Grupları	Balık Unu (g)	Karotenoyit Kaynağı (g)	Karma Yem (g)	Karotenoyit Miktarı (mg/kg)
Kadife Çiçeği (%2.4)	24	24	952	100
Kırmızı Biber (%6.6)	66	66	868	100
Sentetik Astaksantin (100mg/kg)	-	1.25	998.75	100
Kontrol	-	-	1000	-

Parantez içindeki veriler yüzde olarak yeme eklenen miktarlardır.

3.9. II. Bölüm: *Dunaliella salina*, *Nannochloropsis* sp. ve Sentetik Astaksantin Bölümü

Bu bölümde pigmentasyon ve büyüme olmak üzere 2 deneme yürütülmüştür. I. denemede, *Dunaliella salina*, *Nannochloropsis* sp. ve sentetik astaksantin (Carophyll Pink % 8)'nin Yeşil Kaplan Karidesi (*P. semisulcatus*)'nde pigmentasyon üzerine etkisi araştırılmıştır. II. denemede ise, bu pigment kaynaklarının karideslerin büyümesi üzerindeki etkisi incelenmiştir.

Diyet grubu olarak, doğal karotenoyit kaynaklarından; *Dunaliella salina*, *Nannochloropsis* sp., sentetik astaksantin (Carophyll Pink %8) ve kontrol grubu (karotenoyit kaynağı eklenmemiş) olmak üzere 4 farklı diyet kullanılmıştır.

I. deneme, 16.07.2003-14.09.2003 tarihleri arasında, üç yinelemeli olarak, sera içerisinde 100 litre su hacmine sahip 55 cm çapında silindirik tanklar kullanılmış ve deneme 60 gün sürdürülmüştür. Denemede araştırma öncesi işletmede üretilen, başlangıç ortalama ağırlıkları 6.27 ± 0.24 g arasında değişen karideslerden her tanka 15'er adet stoklanmış ve başlangıç canlı ağırlık açısından gruplar arasında fark istatistik olarak önemli bulunmamıştır ($P > 0.05$). Araştırma, tesadüf parselleri deneme planına göre kurulmuştur. Karotenoyit analizleri için her 20 günde bir, her tanktan üç karides alınmıştır.

II. deneme, yine 16.07.2003-14.09.2003 tarihleri arasında, üç yinelemeli olarak, sera içerisinde bulunan 750 litre su hacmine sahip silindirik beton tanklar kullanılmış ve deneme 45 gün sürdürülmüştür. Denemede, araştırma öncesi işletmede üretilen başlangıç ağırlıkları ortalama 8.13 ± 0.28 g arasında değişen karideslerden her tanka 12'er adet stoklanmış ve başlangıç canlı ağırlık açısından gruplar arasında fark istatistik olarak önemli bulunmamıştır ($P > 0.05$). Araştırma, tesadüf parselleri deneme planına göre kurulmuştur. Karotenoyit kaynaklarının büyüme üzerindeki etkisini araştırmak amacıyla deneme başlangıcında ve sonunda canlı ağırlık ölçümleri yapılmıştır.

Birinci diyet grubu %0.16 kurutulmuş *D. salina* içeren diyetten oluşmaktadır. İkinci diyet grubu %2.3 kurutulmuş *Nannochloropsis* içeren diyetten oluşmaktadır. Bu doğal karotenoyit katkı maddeleri General Supplies Ltd. Şirketi (İsrail) tarafından

sağlanmıştır. Üçüncü diyet grubu, 100 mg/kg sentetik astaksantin içeren diyetten oluşmaktadır. “Hoffman-La Roche” firması (İsviçre) tarafından üretilen ve %8 sentetik astaksantin içeren, ticari ismi Carophyll-pink olan ürünün içerisinde toplam karotenoyit miktarı 80000 mg/kg dır. Sentetik astaksantin 50 °C sıcaklıkta ve diyet katılacak miktardaki suda çözündürülerek etkinliği artırılmış ve karma yeme katılmıştır. Dördüncü diyet grubunu ise kontrol grubu oluşturmaktadır. Kullanılan kontrol karma yem diğer gruplarla aynı işlemde geçirilerek hazırlanmış ve muhafaza edilmiştir. Karma yeme eklenen algin protein miktarı karma yeme yakın olduğundan balık unu katılmamıştır (Çizelge 3.9). Denemede kullanılan katkı maddelerinin kuru maddedeki total karotenoyit miktarı Çizelge 3.8’de, diyet yemlerin içerisine katılan karotenoyit miktarları ise Çizelge 3.9’da verilmiştir.

Çizelge 3.8. II. Bölümde Karma Yeme Katılan Maddelerin Besin Bileşenleri ve Total Karotenoyit Miktarları

Yem Kaynakları ve Katkı Maddeleri	Ham Protein (%)	Ham Yağ (%)	Ham Selüloz (%)	Total Karotenoyit (mg/kg)
Pelet Yem	48	18	2	-
<i>Dunaliella salina</i>	57*	6*	-	62500
<i>Nannochloropsis</i> sp.	52**	28**	-	4350
Carophyll-pink (%8)	-	-	-	80000

*Becker, E.W., (1984).

**Reed Mariculture Inc., (U.S.A)

Çizelge 3.9. II. Bölümde Kullanılan Diyetteki Katkı Maddeleri ve Karotenoyit Miktarları

Diyet Grupları	Balık Unu (g)	Karotenoyit Kaynağı (g)	Karma Yem (g)	Karotenoyit Miktarı (mg/kg)
<i>Dunaliella salina</i> (%0.16)	-	1.6	998.4	100
<i>Nannochloropsis</i> sp. (%2.3)	-	23	977	100
Sentetik Astaksantin (100 mg/kg)	-	1.25	998.75	100
Kontrol	-	-	1000	-

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. Bulgular

4.1.1. I. Bölüm: Kadife Çiçeği, Kırmızı Biber ile Sentetik Astaksantin *Penaeus semisulcatus*'ta Pigmentasyon, Büyüme ve Temel Besin Madde Bileşenleri Üzerine Etkisi

4.1.1.1. Ağırlıkça Büyüme

Diyet gruplarının gözlem dönemlerindeki canlı ağırlık ortalamaları ve Duncan test sonuçları Çizelge 4.1'de, bununla ilgili gelişim grafiği Şekil 4.1'de, gelişim histogramı ise Şekil 4.2'de verilmiştir.

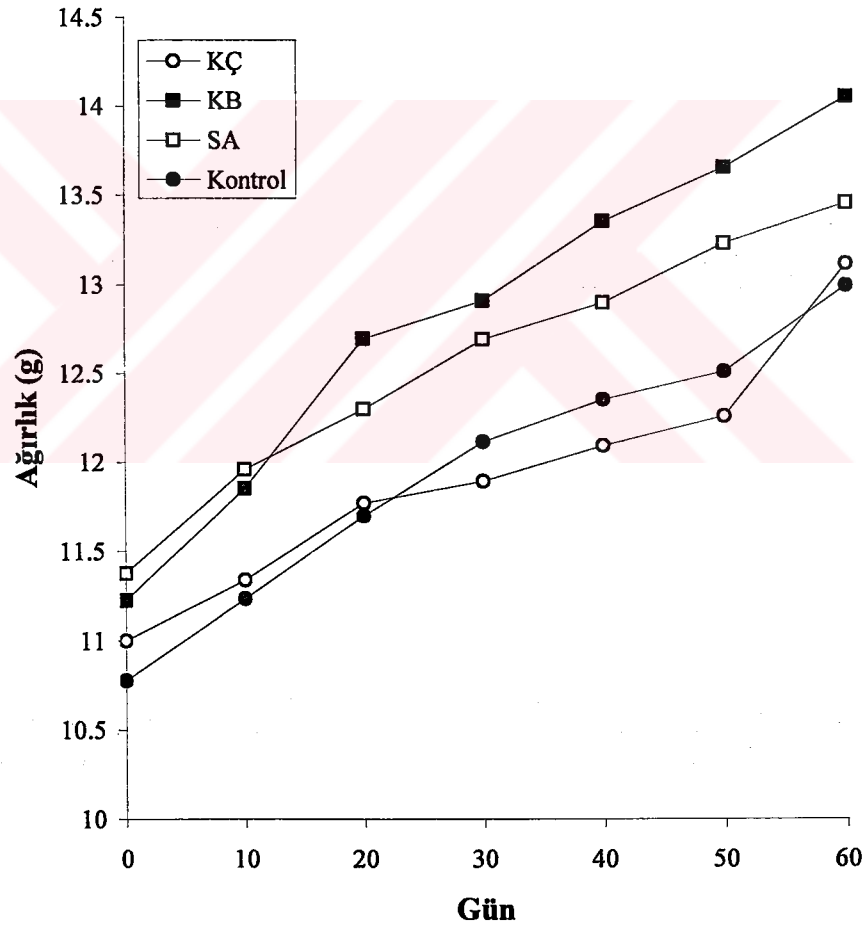
Çizelge 4.1. Diyet Gruplarının Gözlem Dönemlerine Ait Canlı Ağırlık Ortalamaları

Diyet Grupları	Gözlem Dönemleri Canlı Ağırlık Ortalamaları (g)						
	0.gün	10.gün	20.gün	30.gün	40.gün	50.gün	60.gün
Kadife Çiçeği	11.00 ±0.37 ^a	11.34 ±0.49 ^a	11.77 ±0.37 ^a	11.89 ±0.46 ^a	12.09 ±0.29 ^a	12.26 ±0.38 ^a	13.12 ±0.73 ^a
Kırmızı Biber	11.22 ±1.00 ^a	11.85 ±1.28 ^a	12.69 ±0.97 ^a	12.91 ±0.97 ^a	13.36 ±0.93 ^a	13.66 ±1.08 ^a	14.05 ±1.35 ^a
Sentetik Astaksantin	11.38 ±0.66 ^a	11.96 ±0.67 ^a	12.30 ±0.73 ^a	12.69 ±0.70 ^a	12.90 ±0.61 ^a	13.23 ±1.01 ^a	13.46 ±1.06 ^a
Kontrol	10.78 ±1.08 ^a	11.24 ±1.00 ^a	11.70 ±1.00 ^a	12.12 ±0.98 ^a	12.35 ±0.93 ^a	12.51 ±0.87 ^a	13.00 ±0.75 ^a

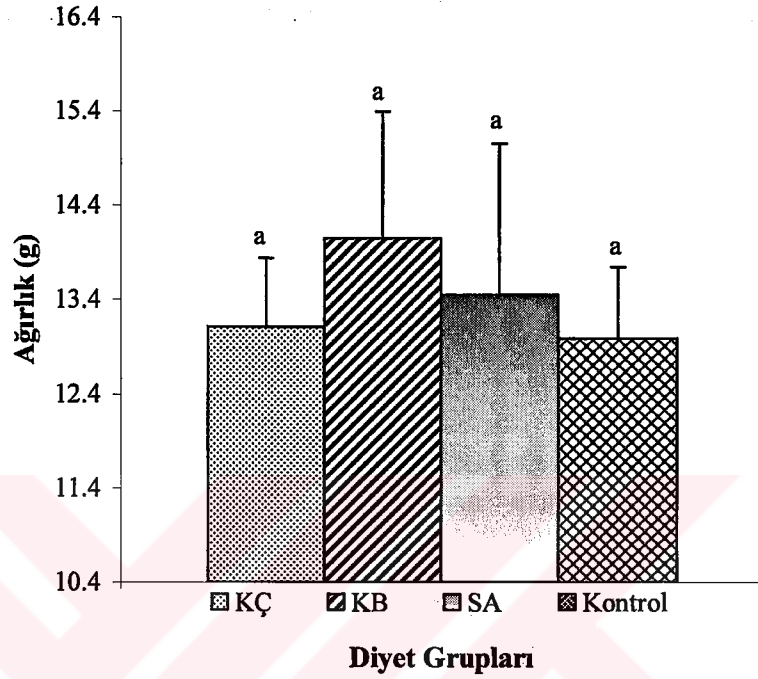
Her sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiki olarak farklıdır ($P < 0.05$).

Her değer bir ortalama $\pm$ standart sapmayı ifade etmektedir.

Deneme başlangıcında diyet gruplarının canlı ağırlık ortalamaları kadife çiçeğinde 11.00 g, kırmızı biberde 11.22 g, sentetik astaksantinde 11.38 g ve kontrol grubunda 10.78 g olarak saptanmıştır. Denemenin 60. gününde ise diyet gruplarının canlı ağırlık ortalamaları kadife çiçeğinde 13.12 g, kırmızı biberde 14.05 g, sentetik astaksantinde 13.46 g ve kontrol grubunda 13.00 g olarak belirlenmiştir. Tüm gözlem dönemlerinde ağırlık açısından gruplar arasında istatistiki bir fark bulunmamıştır ($P>0.05$).



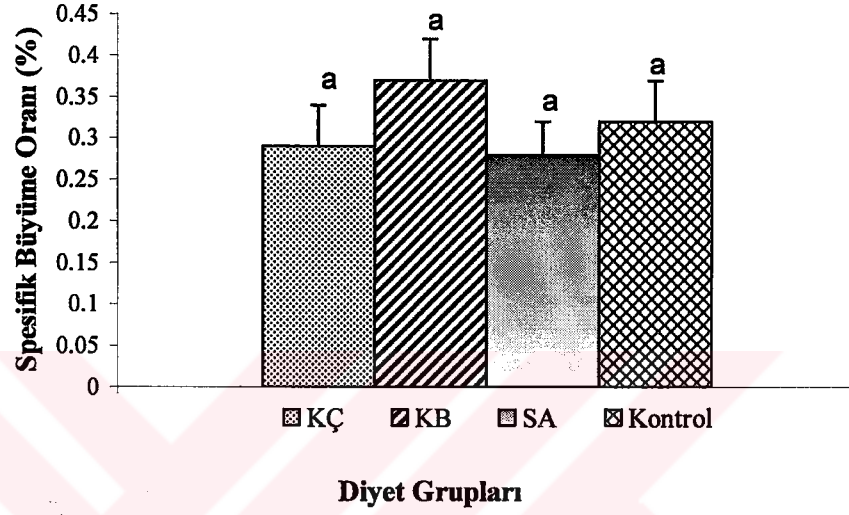
Şekil 4.1. Diyet Gruplarının Canlı Ağırlık Gelişim Grafiği. Her sembol bir ortalamayı ifade etmektedir ($n = 3$).



Şekil 4.2. Diyet Gruplarının Son Döneme Ait Canlı Ağırlık Gelişimi

4.1.1.2. Büyüme Oranı

Deneme gruplarının 0-60 gün arası Spesifik Büyüme Oranı (SBO) ortalamaları Çizelge 4.2’de, gelişim histogramı ise Şekil 4.3’te verilmiştir. Denemenin 60. gününde SBO kadife çiçeğinde %0.29, kırmızı biberde %0.37, sentetik astaksantinde %0.28 ve kontrol grubunda ise %0.32 olarak bulunmuştur ($P>0.05$). Buna göre en düşük SBO kadife çiçeğinde, en yüksek SBO kırmızı biberde gözlenmiştir. Günlük büyüme oranı kadife çiçeği ve sentetik astaksantin katkı yemle beslenenlerde 0.035 g iken bu değer kırmızı biber için 0.047 g olarak hesaplanmıştır (Çizelge 4.2).

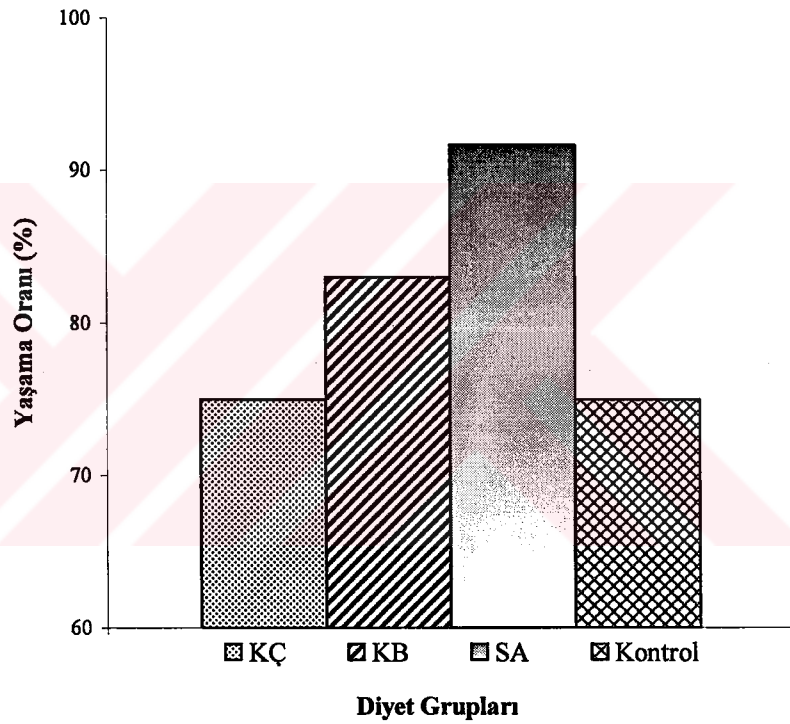
Şekil 4.3. Farklı Diyetlerle Beslenen *Penaeus semisulcatus*'un SBO GelişimiÇizelge 4.2. Farklı Diyetlerle Beslenen *Penaeus semisulcatus*'un Son Döneme Ait Spesifik Büyüme Oranı Ortalamaları (%/gün)

Diyet Grupları	Günlük Büyüme Oranı (g/gün)	Spesifik Büyüme Oranı (%/gün)
Kadife Çiçeği	0.035	0.29 ± 0.13 ^a
Kırmızı Biber	0.047	0.37 ± 0.19 ^a
Sentetik Astaksantin	0.035	0.28 ± 0.04 ^a
Kontrol	0.037	0.32 ± 0.11 ^a

Her değer bir ortalama ± standart sapmayı ifade etmektedir.

4.1.1.3. Yaşama Oranı

Deneme süresi sonunda kadife çiçeğinde %75, kırmızı biberde %83, sentetik astaksantinde %91.7 ve kontrol grubunda %75 yaşama oranı belirlenmiştir. Yaşama oranı ile ilgili gelişim histogramı Şekil 4.4'te verilmiştir.



Şekil 4.4. Deneme Sonunda Elde Edilen Yaşama Oranları

4.1.1.4. Pigmentasyon

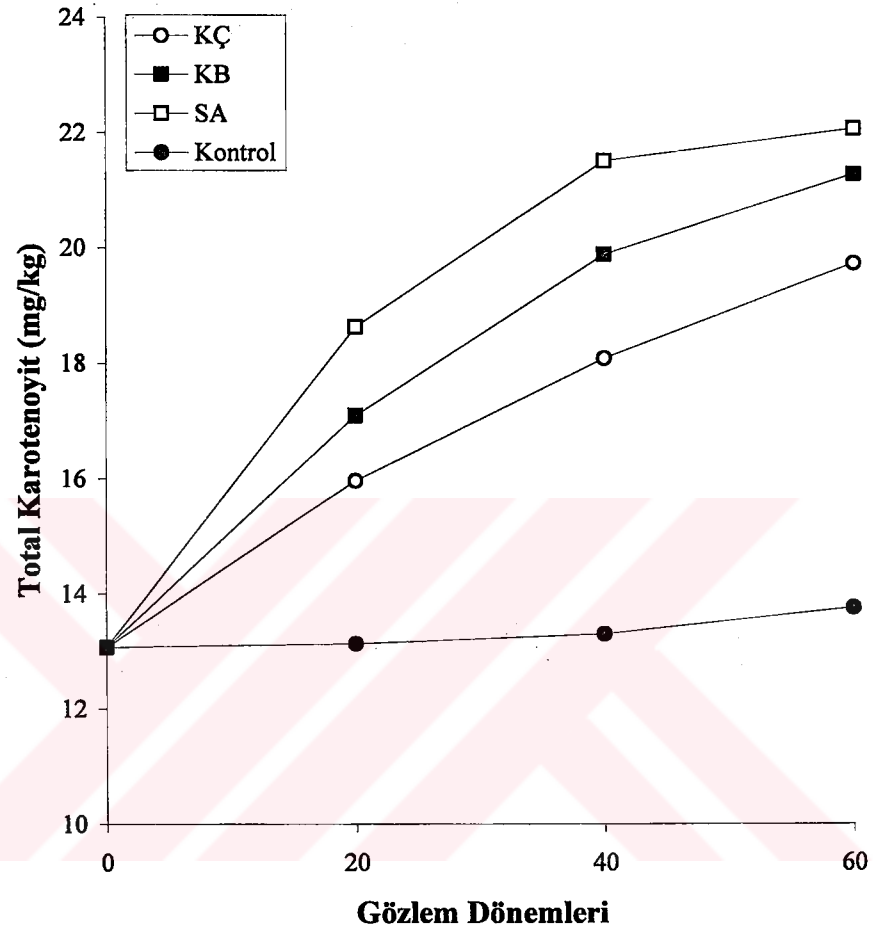
Diyet gruplarının gözlem dönemlerine ait spektrofotometrik yöntemle et dokularında belirlenen total karotenoyit madde miktarları Çizelge 4.3'de, bununla ilgili gelişim grafiği Şekil 4.5'te, gelişim histogramı ise Şekil 4.6'da verilmiştir.

Diyet gruplarının başlangıç karotenoyit madde miktarı 13.07 mg/kg olarak belirlenmiştir. Denemenin 20. gününde diyet grupları arasındaki karotenoyit birikimi 13.13 (kontrol) ile 18.63 mg/kg (sentetik astaksantin) arasında değişmiştir ($P>0.05$). Bu gözlem döneminde, en yüksek karotenoyit birikimi sentetik astaksantin (18.63 mg/kg) ve kırmızı biber (17.09 mg/kg) grubunda saptanırken, bu grupları sırasıyla, kadife çiçeği (15.96 mg/kg), ve kontrol (13.13 mg/kg) grubu izlemiştir ($P<0.05$). Denemenin 40.gününde de benzer bir sıralama görülmüştür. Bu gözlem döneminde en yüksek karotenoyit birikimi sentetik astaksantin (21.52 mg/kg) ve kırmızı biber (19.89 mg/kg) grubunda görülürken, bunları sırasıyla, kadife çiçeği (18.09 mg/kg) ve kontrol (13.30 mg/kg) grubu izlemiştir ($P<0.05$). Denemenin 60. gününde ise et dokuda belirlenen en yüksek karotenoyit birikimi sentetik astaksantin (22.08 mg/kg) ve kırmızı biber (21.29 mg/kg) grubunda görülmüş olup, bu grupları kadife çiçeği (19.74 mg/kg ve kontrol (13.76 mg/kg) grubu izlemiştir ($P<0.05$). Son gözlem döneminde kontrol grubu hariç diğer gruplar arasındaki sonuçlar istatistiki yönden farksız bulunmuştur ($P>0.05$).

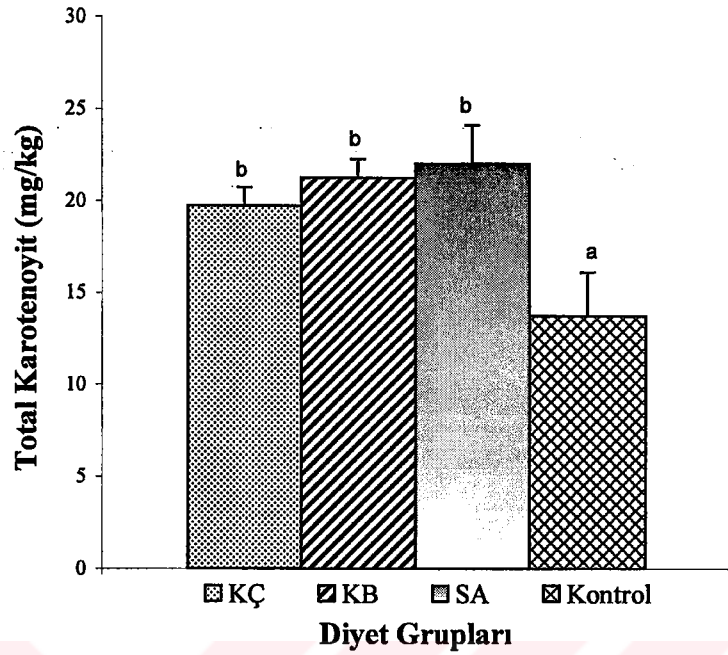
Çizelge 4.3. Diyet Gruplarının Gözlem Dönemlerine Ait Karides Etinde Toplam Karotenoyit Miktarları (mg/kg)

Diyet Grupları	Karotenoyit Miktarları (mg/kg)			
	0.gün	20.gün	40.gün	60.gün
Kadife Çiçeği	13.07 ± 0.58 ^a	15.96 ± 1.85 ^b	18.09 ± 0.53 ^b	19.74 ± 1.76 ^b
Kırmızı Biber	13.07 ± 0.58 ^a	17.09 ± 1.53 ^{bc}	19.89 ± 1.35 ^c	21.29 ± 1.04 ^b
Sentetik Astaksantin	13.07 ± 0.58 ^a	18.63 ± 0.78 ^c	21.52 ± 1.57 ^d	22.08 ± 2.09 ^b
Kontrol	13.07 ± 0.58 ^a	13.13 ± 0.57 ^a	13.30 ± 0.79 ^a	13.76 ± 2.36 ^a

*Her sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiki olarak farklıdır ($P<0.05$).
Her değer bir ortalama ± standart sapmayı ifade etmektedir.*



Şekil 4.5. Diyet Gruplarının Spektrofotometrik Yöntem ile Belirlenen Pigmentasyon Gelişim Grafiği.



Şekil 4.6. Diyet Gruplarının Son Döneme ait Pigmentasyon Gelişimi

4.1.1.5. Temel Besin Madde Bileşenleri

P. semisulcatus'un et dokusuna ait protein, toplam lipit, su ve kül oranları ortalamaları Çizelge 4.4'de verilmiştir. Kas dokudaki protein oranı diyetlere bağlı olarak %20.69 ile %22.16 arasında değişmiş olup, sentetik astaksantin ve kırmızı biber uygulaması karides dokusundaki protein miktarına etkisi kadife çiçeğine göre daha yüksek ($P<0.05$), kontrol grubuna göre ise benzer bulunmuştur ($P>0.05$). Toplam lipit oranları diyet gruplarına bağlı olarak, %1.30 ile %1.46 arasında değişmiş olup; sentetik astaksantin ve kırmızı biber, kadife çiçeği ve kontrol grubuna göre daha yüksek lipit miktarı sağlamıştır ($P<0.05$). Kontrol grubu ve kadife çiçeği ise benzer bulunmuştur ($P>0.05$). Kül oranı diyetlere göre %1.61 ile %1.77 arasında değişmiş olup; sentetik astaksantin ve kontrol grubu kırmızı bibere göre daha yüksek ($P<0.05$), kadife çiçeği ise benzer bulunmuştur ($P>0.05$). Su oranları %74.76 ile %75.19 arasında bulunmuş olup, bu açıdan gruplar birbirlerinden farklı çıkmamıştır ($P>0.05$).

Çizelge 4.4. Farklı Yemlerle Beslenen *Penaeus semisulcatus*'un Temel Besin Madde Bileşenleri Ortalamaları (% Yaş Ağırlık).

Diyet Grupları	Besin Bileşenleri (%)			
	Protein	Toplam Lipit	Kül	Su
Kadife Çiçeği	20.69±0.33 ^b	1.24±0.09 ^{ab}	1.70±0.04 ^{ab}	75.19±0.33 ^b
Kırmızı Biber	21.95±0.18 ^c	1.46±0.06 ^b	1.61±0.05 ^a	75.01±0.23 ^b
Sentetik Astaksantin	22.16±0.68 ^c	1.42±0.05 ^b	1.75±0.02 ^b	74.92±0.22 ^b
Kontrol	21.42±0.57 ^{bc}	1.30±0.19 ^{ab}	1.77±0.10 ^b	74.76±0.24 ^b

Her sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiki olarak farklıdır ($P<0.05$).

Her değer bir ortalama $\pm$ standart sapmayı ifade etmektedir.

4.1.1.6. Et Verimi

Farklı deneme gruplarına ait *P. semisulcatus*'un et verimi ortalamaları Çizelge 4.5'de verilmiştir. *P. semisulcatus*'un et verimi diyetler arasında benzer ($P>0.05$) olup, %49.94 ile %50.99 arasında değişmiştir.

Çizelge 4.5. Farklı Yemlerle Beslenen *Penaeus semisulcatus*'un Et Verimi

Diyet Grubu	Toplam Ağırlık(g)	Et Miktarı (g)	Et Verimi (%)
Kadife Çiçeği	13.12 $\pm$ 0.72	6.69 $\pm$ 0.39	50.99 $\pm$ 0.19 ^a
Kırmızı Biber	14.06 $\pm$ 1.35	7.13 $\pm$ 0.78	50.70 $\pm$ 0.70 ^a
Sentetik Astaksantin	13.46 $\pm$ 1.05	6.81 $\pm$ 0.62	50.60 $\pm$ 0.70 ^a
Kontrol	13.00 $\pm$ 0.75	6.49 $\pm$ 0.44	49.94 $\pm$ 0.63 ^a
Ortalama	13.41 $\pm$ 0.96	6.78 $\pm$ 0.55	50.55 $\pm$ 0.55

Her sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiki olarak farklıdır ($P<0.05$).

Her değer bir ortalama $\pm$ standart sapmayı ifade etmektedir.

4.1.2. II. Bölüm: *Dunaliella salina*, *Nannochloropsis* sp., ile Sentetik Astaksantin *Penaeus semisulcatus*'ta Pigmentasyon, Büyüme ve Temel Besin Madde Bileşenleri Üzerine Etkisi

4.1.2.1. Ağırlıkça Büyüme

Diyet gruplarının gözlem dönemlerindeki canlı ağırlık ortalamaları ve Duncan test sonuçları Çizelge 4.6'da, bununla ilgili gelişim histogramı ise Şekil 4.7'de verilmiştir. Deneme başlangıcında diyet gruplarının canlı ağırlık ortalamaları gruplar arasında 8.09 ile 8.14 g arasında değişmiştir ($P>0.05$). Denemenin 45. gününde ise diyet gruplarının canlı ağırlık ortalamaları *D. salina*'da 10.09 g, *Nannochloropsis*'te 9.75 g sentetik astaksantinde 9.84 ve kontrol grubunda 9.56 g olarak saptanmıştır. Canlı ağırlık açısından gruplar arasında istatistiki bir fark bulunmamıştır ($P>0.05$).

Çizelge 4.6. Büyüme Denemesinde Diyet Gruplarının Canlı Ağırlık Ortalamaları (g)

Diyet Grupları	Canlı Ağırlık Ortalamaları (g)	
	0.gün	45.gün
<i>Dunaliella salina</i>	8.14±0.28 ^a	10.09±0.65 ^a
<i>Nannochloropsis</i> sp.	8.10±0.34 ^a	9.75±0.44 ^a
Sentetik Astaksantin	8.19±0.41 ^a	9.84±0.44 ^a
Kontrol	8.09±0.24 ^a	9.56±0.10 ^a

Her sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiki olarak farklıdır ($P<0.05$).
Her değer bir ortalama ± standart sapmayı ifade etmektedir.

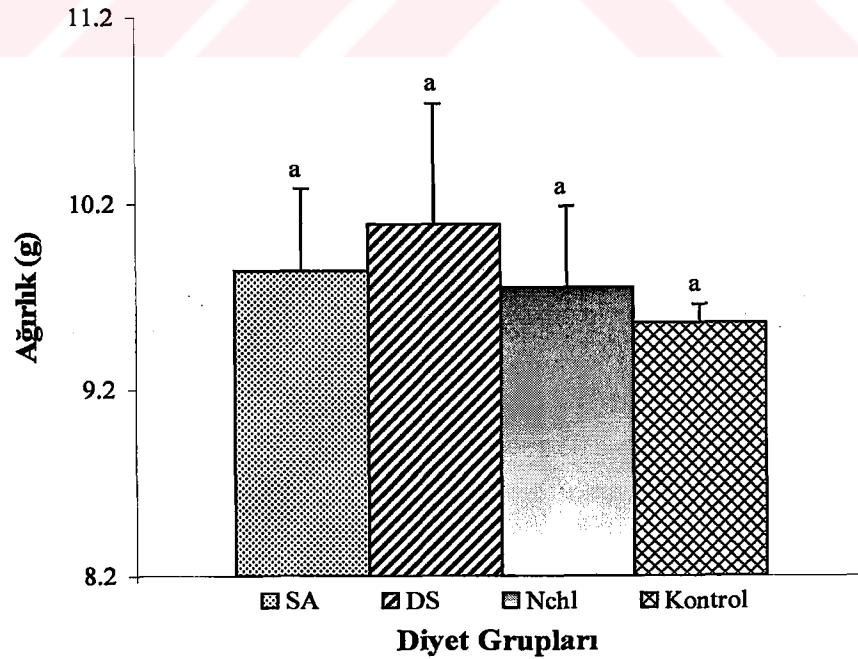
Karotenoyitle ilgili yapılan denemede, deneme başında ölçülen canlı ağırlık ortalamaları Çizelge 4.7'de verilmiştir. Deneme başlangıcında diyet gruplarının canlı

ağırlık ortalamaları 6.07 ile 6.34 g, 60.günde ise 9.60 ile 10.37 g arasında değişmiştir.

Çizelge 4.7. Karotenoyit Denemesinde Diyet Gruplarının Canlı Ağırlık Ortalamaları (g)

Diyet Grupları	Başlangıç Canlı Ağırlık (g)
<i>Dunaliella salina</i>	6.29 ± 0.27 ^a
<i>Nannochloropsis</i> sp.	6.22 ± 0.12 ^a
Sentetik Astaksantin	6.34 ± 0.25 ^a
Kontrol	6.07 ± 0.08 ^a

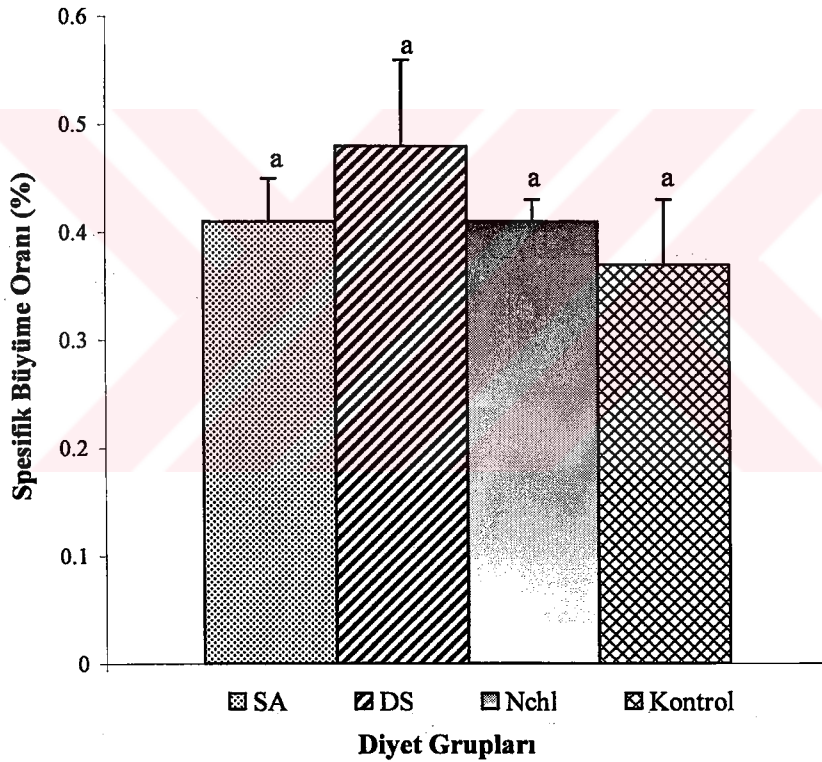
Her değer bir ortalama ± standart sapmayı ifade etmektedir.



Şekil 4.7. Diyet Gruplarının Canlı Ağırlık Gelişimi

4.1.2.2. Büyüme Oranı

Diyet gruplarının deneme sonu itibariyle (45 gün) Spesifik Büyüme Oranı (SBO) ortalamaları Çizelge 4.8’de, bununla ilgili gelişim histogramı ise Şekil 4.8’de verilmiştir. Denemenin 45. gününde SBO *D. salina*’da %0.48, *Nannochloropsis* katkılı yemle beslenenlerde %0.41, sentetik astaksantinde %0.41 ve kontrol grubunda ise %0.37 olarak bulunmuştur ($P>0.05$). Buna göre en düşük SBO kontrol grubunda, en yüksek SBO *D. salina*’da gözlenmiştir.



Şekil 4.8. Farklı Diyetlerle Beslenen *Penaeus semisulcatus*’un SBO Gelişimi

Çizelge 4.8. Farklı Diyetlerle Beslenen *Penaeus semisulcatus*'un Son Döneme Ait Spesifik Büyüme Oranı Ortalamaları (%/gün)

Diyet Grupları	Spesifik Büyüme Oranı (%/gün)
<i>Dunaliella salina</i>	0.48±0.08 ^a
<i>Nannochloropsis sp.</i>	0.41±0.02 ^a
Sentetik Astaksantin	0.41±0.04 ^a
Kontrol	0.37±0.06 ^a

Her değer bir ortalama ± standart sapmayı ifade etmektedir.

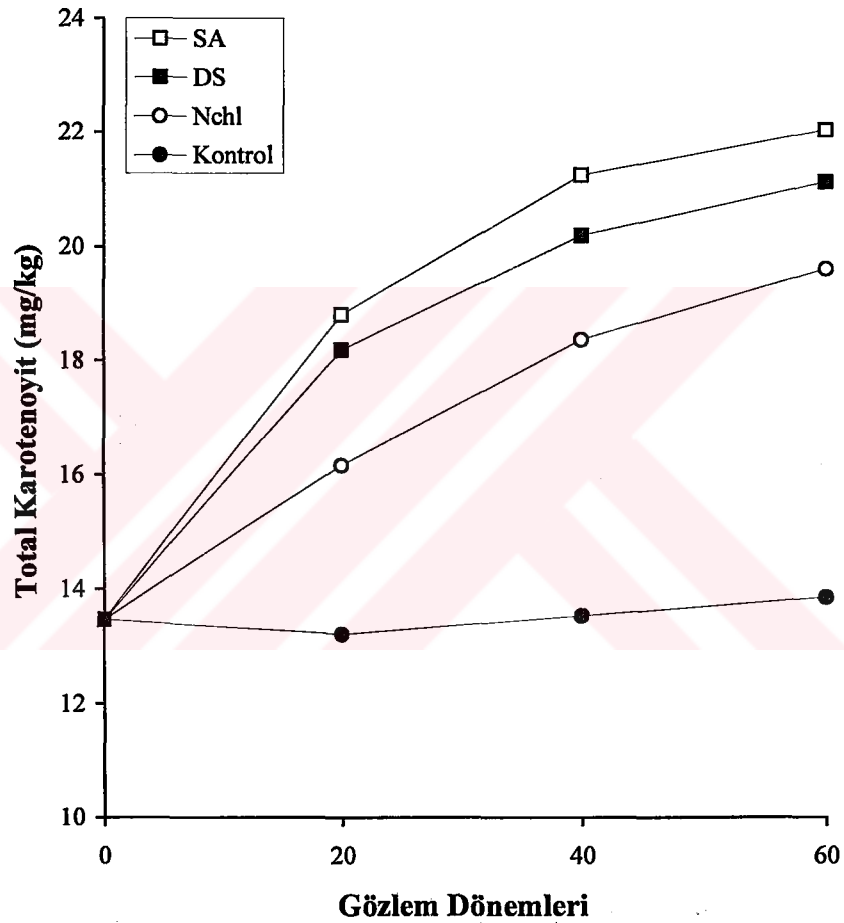
4.1.2.3. Yaşama oranı

Deneme süresince gruplarda herhangi bir ölüme rastlanmamıştır.

4.1.2.4. Pigmentasyon

Diyet gruplarının gözlem dönemlerine ait spektrofotometrik yöntemle et dokusunda belirlenen total karotenoyit madde miktarları Çizelge 4.9'de, bununla ilgili gelişim grafiği Şekil 4.9'da, gelişim histogramı ise Şekil 4.10'da verilmiştir. Diyet gruplarının başlangıç karotenoyit madde miktarı 13.47 mg/kg olarak belirlenmiştir. Denemenin 20. gününde diyet grupları arasındaki karotenoyit birikimi 13.21 (kontrol) ile 18.80 mg/kg (sentetik astaksantin) arasında değişmiştir. Bu gözlem döneminde, en yüksek karotenoyit birikimi sentetik astaksantin (18.80 mg/kg) ve *D. salina* (18.19 mg/kg) grubunda saptanırken, bu grupları sırasıyla, *Nannochloropsis* (16.16 mg/kg) ve kontrol (13.21 mg/kg) grubu izlemiştir ($P<0.05$). Denemenin 40.gününde de benzer sıralama görülmüştür. Bu gözlem döneminde en yüksek karotenoyit birikimi sentetik astaksantin (21.25 mg/kg) ve *D. salina* (20.20 mg/kg) grubunda görülürken, bunları sırasıyla, *Nannochloropsis* (18.37 mg/kg) ve kontrol (13.53 mg/kg) grubu izlemiştir ($P<0.05$). Denemenin 60. gününde ise et

dokuda belirlenen en yüksek karotenoyit birikimi sentetik astaksantin (22.06 mg/kg) ve *D. salina* (21.14 mg/kg) grubunda görülmüş olup, bu grupları *Nannochloropsis* (19.62 mg/kg ve kontrol (13.86 mg/kg) grubu izlemiştir ($P<0.05$). Tüm gözlem dönemlerinde (0. gün hariç) sentetik astaksantin ve *D. salina* benzer, diğer gruplardaki birikim istatistiki yönden daha düşük bulunmuştur ($P<0.05$).

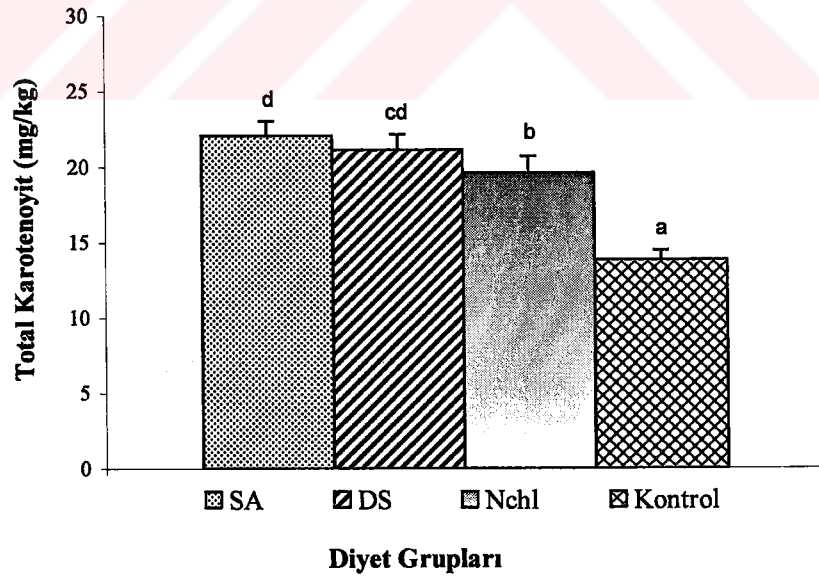


Şekil 4.9. Diyet Gruplarının Spektrofotometrik Yöntem ile Et Dokusunda Belirlenen Pigmentasyon Gelişim Grafiği.

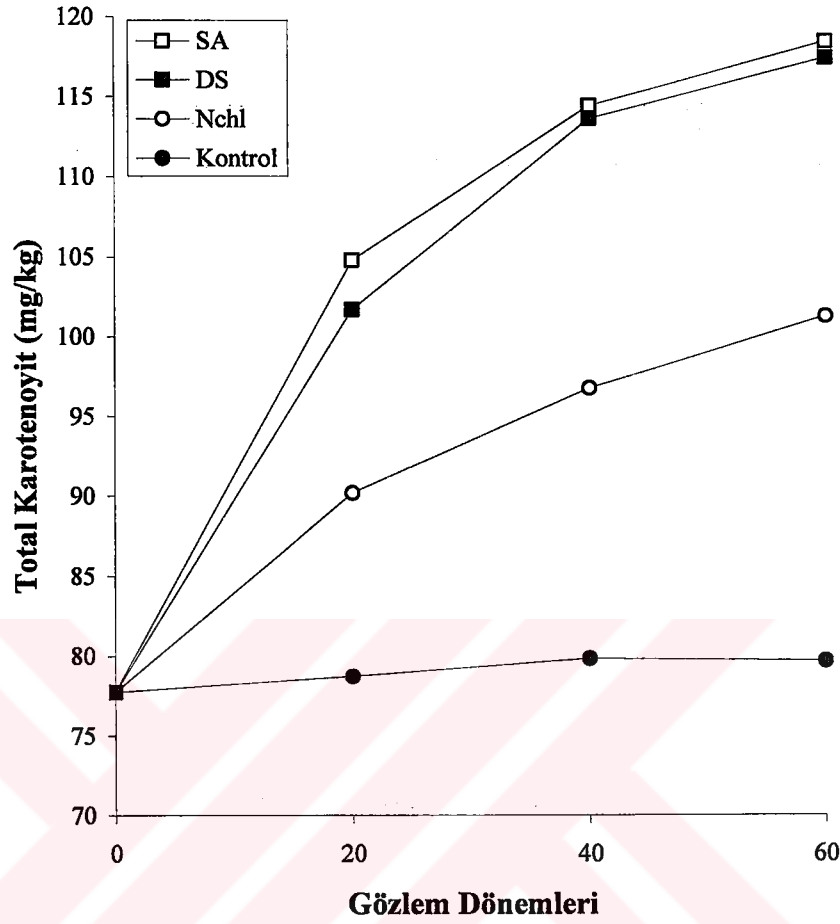
Çizelge 4.9. Diyet Gruplarının Gözlem Dönemlerine Ait Karides Etinde Toplam Karotenoyit Miktarları (mg/kg)

Diyet Grupları	Karotenoyit Miktarları (mg/kg)			
	0. gün	20. gün	40. gün	60. gün
<i>Dunaliella salina</i>	13.47 ± 0.48 ^a	18.19 ± 1.02 ^{cd}	20.20 ± 0.56 ^{cd}	21.14 ± 0.52 ^{cd}
<i>Nannochloropsis sp.</i>	13.47 ± 0.48 ^a	16.16 ± 0.44 ^b	18.37 ± 0.67 ^b	19.62 ± 1.10 ^b
Sentetik Astaksantin	13.47 ± 0.48 ^a	18.80 ± 0.67 ^d	21.25 ± 0.53 ^d	22.06 ± 0.54 ^d
Kontrol	13.47 ± 0.48 ^a	13.21 ± 0.55 ^a	13.53 ± 0.44 ^a	13.86 ± 0.62 ^a

Her sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiki olarak farklıdır ($P < 0.05$).
Her değer bir ortalama ± standart sapmayı ifade etmektedir.



Şekil 4.10. Et Dokusunda Son Döneme Ait Pigmentasyon Gelişimi



Şekil 4.11. Diyet Gruplarının Spektrofotometrik Yöntem ile Kabukta Belirlenen Pigmentasyon Gelişim Grafiği.

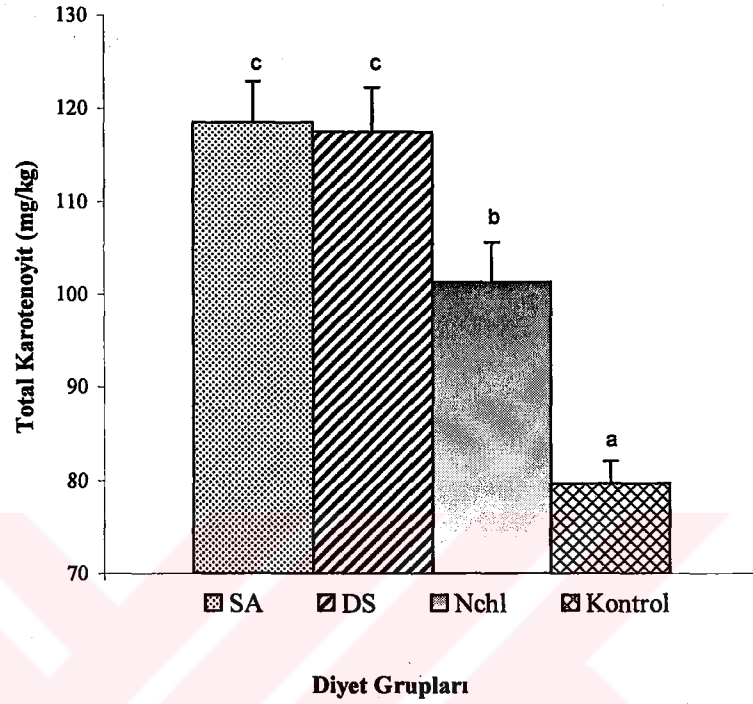
Diyet gruplarının gözlem dönemlerine ait spektrofotometrik yöntemle kabuk dokuda belirlenen total karotenoyit madde miktarları Çizelge 4.10'de, bununla ilgili gelişim grafiği Şekil 4.11'de, gelişim histogramı ise Şekil 4.12'de verilmiştir. Diyet gruplarının başlangıçta kabukta tespit edilen karotenoyit madde miktarı 77.72 mg/kg olarak belirlenmiştir. Denemenin 20. gününde diyet grupları arasındaki karotenoyit birikimi 78.72 (kontrol) ile 104.79 mg/kg (sentetik astaksantin) arasında değişmiştir. Bu gözlem döneminde, en yüksek karotenoyit birikimi sentetik astaksantin (104.79 mg/kg) ve *D. salina* (101.7 mg/kg) grubunda saptanırken, bu grupları sırasıyla, *Nannochloropsis* (90.19 mg/kg) ve kontrol (78.72 mg/kg) grubu izlemiştir ($P < 0.05$).

Denemenin 40 ve 60. gününde de benzer sıralama görülmüştür. Tüm gözlem dönemlerinde sentetik astaksantin ve *D. salina* benzer ($P>0.05$), diğer gruplar istatistiki yönden farklı bulunmuştur ($P<0.05$).

Çizelge 4.10. Diyet Gruplarının Gözlem Dönemlerine Ait Karides Kabuğunda Toplam Karotenoyit Miktarları (mg/kg)

Diyet Grupları	Karotenoyit Miktarları (mg/kg)			
	0. gün	20. gün	40. gün	60. gün
<i>Dunaliella salina</i>	77.72 ± 1.26 ^a	101.7 ± 3.94 ^c	113.65 ± 4.15 ^c	117.50 ± 4.79 ^c
<i>Nannochloropsis sp.</i>	77.72 ± 1.26 ^a	90.19 ± 3.57 ^b	96.78 ± 3.16 ^b	101.32 ± 4.33 ^b
Sentetik Astaksantin	77.72 ± 1.26 ^a	104.79 ± 4.66 ^c	114.45 ± 4.20 ^c	118.52 ± 4.41 ^c
Kontrol	77.72 ± 1.26 ^a	78.72 ± 1.06 ^a	79.85 ± 1.66 ^a	79.71 ± 2.40 ^a

Her sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiki olarak farklıdır ($P<0.05$).
Her değer bir ortalama ± standart sapmayı ifade etmektedir.



Şekil 4.12. Kabuk Dokuda Son Döneme Ait Pigmentasyon Gelişimi

4.1.2.5. Temel Besin Madde Bileşenleri

P. semisulcatus'un et dokusuna ait protein, toplam lipid, su ve kül oranları ortalamaları Çizelge 4.11'de verilmiştir. Diyetler arasında kas dokudaki protein oranı % 22.15 ile % 23.89 arasında değişmiş olup, kontrol grubu diğer gruplara göre yüksek ($P<0.05$), *D. salina*, *Nannochloropsis* ve sentetik astaksantin grubu ise benzer bulunmuştur ($P>0.05$). Toplam lipid oranları diyet gruplarına göre, % 0.66 ile % 0.87 arasında değişmiş olup; tüm gruplar arasında benzerlik göstermektedir ($P>0.05$). Kül oranı diyetlere göre % 1.72 ile % 1.73 arasında değişmiş olup; tüm gruplar arasında benzerlik göstermektedir ($P>0.05$). Su oranları diyetlere göre % 74.74 ile % 76.23 arasında değişmiş olup; kontrol grubu diğer gruplara göre yüksek ($P<0.05$), *D. salina*, *Nannochloropsis* ve sentetik astaksantin grubu ise benzer bulunmuştur ($P>0.05$).

Çizelge 4.11. Farklı Yemlerle Beslenen *Penaeus semisulcatus*'un Temel Besin Madde Bileşenleri Ortalamaları (% Yaş Ağırlık)

Diyet Grupları	Besin Bileşenleri (%)			
	Protein	Toplam Lipit	Kül	Su
<i>Dunaliella salina</i>	22.93 ± 0.41 ^c	0.66 ± 0.16 ^a	1.72 ± 0.05 ^a	75.74 ± 0.68 ^a
<i>Nannochloropsis sp.</i>	22.15 ± 0.36 ^{bc}	0.83 ± 0.09 ^a	1.73 ± 0.01 ^a	76.23 ± 0.57 ^a
Sentetik Astaksantin	22.17 ± 0.48 ^{bc}	0.87 ± 0.09 ^a	1.72 ± 0.03 ^a	75.58 ± 0.64 ^{ab}
Kontrol	23.89 ± 0.73 ^d	0.77 ± 0.30 ^a	1.72 ± 0.06 ^a	74.74 ± 0.24 ^b

Her sütunda farklı harfler ile gösterilen ortalamalar istatistiki olarak farklıdır ($P < 0.05$).
Her değer bir ortalama ± standart sapmayı ifade etmektedir.

4.1.2.6. Et Verimi

Farklı deneme gruplarına ait *P. semisulcatus*'un toplam ağırlık, et miktarı ve % et verimi ortalamaları Çizelge 4.12'de verilmiştir. *P. semisulcatus*'un et verimi gruplar arasında benzer olup %48.86 ile %49.75 arasında değişmiştir ($P > 0.05$).

Çizelge 4.12. Farklı Yemlerle Beslenen *Penaeus semisulcatus*'un Et Verimi

Diyet Grubu	Toplam Ağırlık (g)	Et Miktarı (g)	Et Verimi (%)
<i>Dunaliella salina</i>	10.12±1.16	4.77±0.87	48.86±0.93 ^a
<i>Nannochloropsis sp.</i>	9.65±0.49	4.66±0.84	49.51±1.12 ^a
Sentetik Astaksantin	10.37±0.77	5.12±1.03	49.15±0.33 ^a
Kontrol	9.60±0.06	4.68±0.78	49.75±1.31 ^a
Ortalama	9.94±0.62	4.81±0.88	49.32±0.92

Her sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiki olarak farklıdır ($P<0.05$).
Her değer bir ortalama $\pm$ standart sapmayı ifade etmektedir.

4.1.2.7. Karotenoyit Kaynaklarının Yem Maliyetine Yansımaları

Karides yetiştiriciliğinde kullanılacak alternatif pigment kaynakları değerlendirilirken, renklenme, büyüme ve yem maliyetinin ekonomik olması dikkate alınmaktadır. Bu ölçütlerden, karotenoyit kaynağının yem maliyetine yaptığı etki ilk sıralarda yer almaktadır. Bu nedenle karideslerde pigmentasyon oluşumu için yemlere ilave edilecek ucuz karotenoyit kaynaklarının araştırılması gerekmektedir. Bu açıdan, kullanılan karotenoyit kaynaklarının karidesler üzerindeki değişik etkileri araştırılırken, yem maliyetine yansımaları da değerlendirilmiştir (Çizelge 4.13-14-15).

Çizelge 4.13. 1 kg Diyet Yem İçin Karotenoyit Katkılarının Maliyet Hesabı

Diyet Grupları	Rasyona Katılan Karotenoyit Kaynağı Miktarı (g)	Karotenoyit Kaynağının Birim Fiyatı (kg) (\$)	Karotenoyit Maliyeti (\$)
Kadife Çiçeği (%2.4)	24	3	0.072
Kırmızı Biber (%6.6)	66	2	0.132
<i>Dunaliella salina</i> (%0.16)	1.6	240	0.384
<i>Nannochloropsis sp.</i> (%2.3)	23	75	1.725
Sentetik Astaksantin (100mg/kg)*	1.25	2850	0.285
Kontrol	0	0	0

**Carophyll-pink*, %8 oranında astaksantin içermektedir.

Çizelge 4.14. 1 Kg Diyet Yemde Karma Yem ve Balık Unu Maliyet Hesabı.

Diyet Grupları	Kullanılan Karma Yem Miktarı (g)	Karma Yemin kg Fiyatı (\$)	Karma Yem Tutarı (\$)	Kullanılan Balık Unu Miktarı (g)	Balık Unu kg Birim Fiyatı (\$)	Balık Unu Tutarı (\$)	Toplam Tutar (Balık Unu+Karma Yem) (\$)
Kadife Çiçeği (%2.4)	952	1.143	1.088	24	1.143	0.027	1.115
Kırmızı Biber (%6.6)	868	"	0.992	66	"	0.075	1.067
<i>Dunaliella salina</i> (%0.16)	998.4	"	1.141	-	"	-	1.141
<i>Nannochloropsis</i> sp. (%2.3)	977	"	1.117	-	"	-	1.117
Sentetik Astaksantin (100 mg/kg)*	998.75	"	1.142	-	"	-	1.142
Kontrol	1000	"	1.143	-	"	-	1.143

*Carophyll-pink, %8 oranında astaksantin içermektedir.

Çizelge 4.15. Karotenoyit Kaynaklarının 1 kg Yem Maliyetine Yansımaları

Diyet Grupları	Karotenoyit Maliyeti (\$)	Balık unu +Karma Yem Maliyeti (\$)	Toplam (\$)	Yem Maliyetine Yansıma (%)
Kadife Çiçeği (%2.4)	0.072	1.115	1.187	3.85
Kırmızı Biber (%6.6)	0.132	1.067	1.199	4.90
<i>Dunaliella salina</i> (%0.16)	0.384	1.141	1.525	33.42
<i>Nannochloropsis</i> sp. (%2.3)	1.725	1.117	2.842	148.60
Sentetik Astaksantin (100mg/kg)*	0.285	1.142	1.427	24.85
Kontrol	0	1.143	1.143	0

**Carophyll-pink*, %8 oranında astaksantin içermektedir.

Yapılan hesaplamalar sonucunda diyetlere katılan, kadife çiçeği (%2.4), kırmızı biber (%6.6), *D. salina* (%0.16), *Nannochloropsis* (%2.3) ve sentetik astaksantin katkısı yem maliyetini sırasıyla, %3.85, %4.90, %33.42, %148.60 ve %24.85 oranında artırmaktadır. Bu durumda *Nannochloropsis* katkısının yem maliyetine yansımaları diğer gruplara göre fazla gözükmemektedir. Aynı zamanda elde edilebilirliği diğer katkı maddelerine göre daha zor olmasından dolayı *Nannochloropsis*'in kullanımı gerçekçi görülmemektedir. Denemeden elde edilen bulgular, 40 ile 60. gözlem döneminde yeterli renklenmenin oluştuğunu göstermektedir. Ekonomik açıdan bakıldığında bu dört karotenoyit kaynağından kadife çiçeği tercih edilebilir. Ancak, kırmızı biber ülkemizde daha bol miktarda ve her mevsimde bulunabilmektedir. Bu avantajlı yönüyle de kırmızı biber pigmentasyon amaçlı kullanımlarda daha caziptir. II. bölümde karotenoyit birikimi göz önüne alındığında, sentetik astaksantin ile *D. salina* benzerlik göstermektedir. Ekonomik açıdan sentetik astaksantin kullanmak daha avantajlı gibi görünmektedir. Ancak sentetik maddelerin kullanımında karşılaşılan çeşitli sakıncalar (tüketicilerin

tercihi ve insan sağlığı) bitkisel karotenoyit kaynaklarının maliyet farkına rağmen tercih edilmesi gerekliliğini ortaya koymaktadır. Bu karotenoyit kaynaklarından hangisinin tercih edilebilirliği tamamen kaynağın bulunabilirliği ve fiyatına bağlı olarak değişecektir.



4.2. Tartışma

Bilindiği gibi, deniz karideslerinin yetiştiriciliğinde su kalitesi parametrelerinin optimuma yakın (oseanik) değerlerde tutulması istenilen verimin alınması bakımından son derece önemlidir. Kadife çiçeği, kırmızı biber ve sentetik astaksantin Yeşil Kaplan Karidesi'nde pigmentasyon, büyüme ve temel besin madde bileşenleri üzerine etkilerinin araştırıldığı I. bölüm denemeleri süresince ölçülen su parametreleri (26.97-27.38 °C su sıcaklığı, 5.01-5.09 mg/l oksijen, 8.00-8.15 pH ve ‰ 38-40 tuzluluk) ve *Nannochloropsis* sp., *D. salina* ile sentetik astaksantin Yeşil Kaplan Karidesi'nde pigmentasyon, büyüme ve temel besin madde bileşenleri üzerine etkilerinin araştırıldığı II. bölüm denemeleri süresince ölçülen su parametreleri (28.26-28.92 °C su sıcaklığı, 5.03-5.07 mg/l oksijen, 8.00-8.15 pH ve ‰ 38-40 tuzluluk) genel olarak penaeid karideslerde kullanılması için literatürde önerilen değerlere benzer olarak seyretmiştir. Primavera (1985), penaeid karideslerin olgunlaştırılıp yumurtlamaya teşvik edilmesinde, su sıcaklığının 26-32 °C, pH'nın 7.9-8.2 ve tuzluluğun ‰ 24-36 arasında olması gerekliliğini belirtmiştir. Diğer bazı araştırmacılar ise; su sıcaklığının 27-29°C, tuzluluğun ‰ 28-36, çözülmüş oksijen düzeyinin %80 doygunlukta, pH'nın 7.8-8.2 olması gerektiğini bildirmişlerdir (Browdy, 1992; Bray ve Lawrence, 1992; Robertson ve ark. 1993). Buna göre, I. ve II. bölüm denemeleri boyunca su kalite kriterlerinin istenilen sınırlar içerisinde ve tanklar arasında önemli farklılıklar olmayacak şekilde tutulduğu anlaşılmaktadır.

4.2.1. Büyüme

I. ve II. bölümde diyet gruplarının karideslerin canlı ağırlık kazançları üzerinde bir etkisi olmamıştır ($P>0.05$). I. bölümde, kırmızı biber hemen hemen tüm gözlem dönemlerinde diğer diyet gruplarına ve kontrol grubuna göre rakamsal olarak daha fazla canlı ağırlık artışı sağlamış olsa da, istatistiki bakımdan gruplar arasında bir fark bulunmamıştır ($P>0.05$). II. bölümde ise *D. salina* hemen hemen tüm gözlem dönemlerinde diğer gruplara göre daha fazla bir canlı ağırlık artışı sağlamış olsa da,

bu fark istatistiki olarak gruplar arasında anlamsız bulunmuştur ($P>0.05$). Karotenoyit kaynaklarının su canlılarının büyümesi üzerine etkisinin araştırıldığı çalışmalarda elde edilen veriler çelişkilidir: Astaksantin, β -karoten ve kantaksantin *M. japonicus*'da (Yamada ve ark., 1990), astaksantin ve kantaksantin *M. japonicus*'da (Negre-Sadargues ve ark., (1993), astaksantin ve β -karoten (*D. salina*)'in *P. monodon*'da (Boonyaratpalin ve ark., 2001) ve kırmızı biber ve sentetik astaksantin *L. vannamei*'de (Arredondo-Figueroa ve ark., 2003) büyüme üzerine bir etkisinin olmadığı belirlenmiştir. Keza balıklar üzerinde yapılan çalışmalarda da benzer sonuçlar bildirilmiştir: Yanar ve ark. (1997), yaptıkları bir çalışmada, Gökkuşığı Alabalığı'nda astaksantin ve kırmızı biberin, kontrol grubuna göre balığın büyümesini arttırdığı izlenimini verdiğini, ancak aradaki farkın istatistiki olarak önemsiz olduğunu bildirmiştir. Torrisen (1989), No ve Storebakken (1991), Sommer ve ark. (1992), Choubert ve Heinrich (1993), Yanar ve ark. (1997), Erdem ve Ergün (2000), Ergün ve Erdem (2000) ve Büyükçapar (2003)'ün alabalıklar üzerinde yaptıkları çalışmalarda da sentetik astaksantin balığın büyümesini artırıcı bir etkisi olmadığını dile getirmişlerdir.

Bitkisel kökenli karotenoyit kaynaklarının diyetlerde kullanılmasında belli sınırların üzerine çıkılması durumunda fazla selüloz içermesi nedeniyle balıkların büyümesi üzerinde olumsuz etkileri olmaktadır. Bu etki hayvanın beslenme biyolojine göre (karnivor veya omnivor) değişmektedir. Yüksek oranda bitkisel kökenli karotenoyit katkılı diyetlerle beslenen balıklarda büyümenin yavaşladığı belirtilmiştir (Büyükçapar, 2003). Konuyla ilgili çalışmalardan; Yanar ve ark. (1997), %5 oranın da kırmızı biber katılan diyetlerle beslenen alabalıklarda, ağırlık kazancı bakımından farklı bir etkinin görülmediğini bildirmiştir. Ergün ve Erdem (2000) ise, alabalıklarda %3 oranında kırmızı biber katkısının canlı ağırlık kazancını etkilemediğini ancak, %6 oranında kırmızı biberin düşürdüğünü açıklamıştır. Bu durumun ise diyetlere yüksek oranda kırmızı biber katılmasının rasyonun selüloz oranını yükseltmesine ve buna bağlı olarak da ağırlık kazancı bakımından bu grupta düşmenin olabileceği sonucuna bağlanmıştır. Benzer şekilde %4.4 oranında kırmızı biber katkısı canlı ağırlık kazancını etkilemezken, %6.6 ve %8.8 oranında kırmızı biber katkısı ağırlık kazancını düşürmüştür (Büyükçapar, 2003). Boonyaratpalin ve

Unprasert (1989) yaptıkları denemede, tilapia balıklarının pigmentasyonunda, diyetle %5 oranında kadife çiçeği katmışlar ve deneme sonunda ağırlık kazancının kontrol grubuyla benzer çıktığını belirlemişlerdir. *P. semisulcatus* ile yaptığımız bu çalışmada kullanılan en yüksek karotenoyit katkısı olan %6.6 seviyesinde büyümede herhangi bir olumsuzluk belirlenmemiştir.

I. bölümde diyet grupları arasında yaşama oranları farklı bulunmuştur. En yüksek yaşama oranı sentetik astaksantinde (%91.7) görülürken, bunu sırasıyla kırmızı biber (%83), kadife çiçeği (%75) ve kontrol (%75) grubu izlemiştir. II. bölümde ise diyet gruplarında her hangi bir ölüm olgusuna rastlanmamıştır. Astaksantin ve β -karoten (*D. salina*)'in *P. monodon*'da (Boonyaratpalin ve ark., 2001), kırmızı biber ve sentetik astaksantin *L. vannamei*'de (Arredondo-Figueroa ve ark., 2003) yaşama oranı üzerinde bir etkisinin olmadığı ifade edilmiştir. Buna karşın, Chien ve Jeng (1992)'in *M. japonicus*'da, Chien ve ark. (1999)'nın *P. monodon*'da, Chien ve ark. (2003)'ünün *P. monodon* juvenillerinde yaptıkları denemelerde astaksantinle beslenen karideslerin yaşama oranının daha yüksek olduğu belirtilmiştir. Şartların aynı olmasına karşın I. bölümde oluşan ölümlerin 10 günlük dönemlerde yapılan tartımlarda mekanik zedelenmelerden kaynaklandığı düşünülmektedir. Sonuçta, bu çalışmadan elde edilen veriler gerek sentetik gerekse doğal karotenoyit kaynaklarının *P. semisulcatus*'ta büyüme ve yaşama oranı üzerine belirgin bir etkisinin olmadığını göstermiştir.

4.2.2. Pigmentasyon

I. bölümde, deneme başlangıcında karideslerde ölçülen karotenoyit miktarı 13.07 mg/kg olarak belirlenmiştir. Kontrol grubundaki karotenoyit birikimi gözlem dönemleri itibariyle önemli miktarda değişmemiştir (13.07-13.76 mg/kg). Karotenoyit içeren diyet gruplarında karotenoyit birikimi, 20. günde 15.96-18.63, 40. günde 18.09-21.52, 60. günde ise 19.74-22.08 mg/kg arasında değişmiştir. Deneme süresince karotenoyit katkısı içeren tüm diyet grupları, kontrol grubuna göre önemli derecede fazla karotenoyit birikimi sağlamıştır. 20. ve 40. gözlem dönemlerinde en fazla karotenoyit birikimini sırasıyla sentetik astaksantin, kırmızı

biber ve kadife çiçeği sağlamıştır. 60. günde ise diyet grupları arasındaki karotenoyit birikimi benzer bulunmuştur ($P>0.05$). II. bölümde, kontrol grubunda et dokudaki karotenoyit birikimi gözlem dönemleri itibariyle önemli miktarlarda değişmemiştir (13.47-13.86 mg/kg). Karotenoyit içeren diyet grupları arasında gözlem dönemleri itibariyle karotenoyit birikimi 20. gözlem döneminde 16.16-18.18 mg/kg arasında, 40. gözlem döneminde 18.37-21.25 mg/kg arasında, 60. gözlem döneminde 19.62-22.09 mg/kg arasında değişmiştir. Deneme boyunca karotenoyit katkısı içeren tüm diyet grupları, kontrol grubuna göre önemli derecede fazla karotenoyit birikimi sağlamıştır ($P<0.05$). Her gözlem döneminde sentetik astaksantin ve *D. salina*, *Nannochloropsis*'e göre daha fazla bir karotenoyit birikimi belirlenmiştir ($P<0.05$). Sentetik astaksantin ile *D. salina*'nın karotenoyit birikimine etkileri ise benzer bulunmuştur. II. bölümde I. bölümden farklı olarak kabuk dokuda da karotenoyit birikimine bakılmıştır. Kabuk dokuda kontrol grubundaki karotenoyit birikimi gözlem dönemleri itibariyle önemli miktarlarda değişmemiştir (77.72-79.85 mg/kg). Karotenoyit içeren diyet grupları arasında gözlem dönemleri itibariyle karotenoyit birikimi 20. gözlem döneminde 90.19-104.79 arasında, 40. gözlem döneminde 96.78-114.45 arasında, 60. gözlem döneminde ise 101.32-118.52 mg/kg arasında değişmiştir. Deneme periyodu boyunca karotenoyit katkısı içeren diyet grupları, kontrol grubuna göre, önemli derecede fazla karotenoyit birikimi sağlamıştır ($P<0.05$). Diyet gruplarının kabuk dokusundaki karotenoyit birikimi sıralaması, et dokusundakine benzer şekilde gerçekleşmiştir. Ancak gruplar arasındaki farklılık daha belirgin çıkmıştır. Her iki denemeden de elde edilen bulgular, bitkisel karotenoyit kaynaklarının karideste pigmentasyonu önemli ölçüde etkilediğini göstermektedir. Her iki bölümde kontrol grubunda karotenoyit birikiminin sabit kaldığı, veya çok az bir artış gösterdiği görülmektedir. Bunun nedeninin, az miktarda da olsa yemdeki karotenoyitlerden meydana gelebileceği düşünülmektedir.

Kontrol grubu dışında kalan diyet gruplarında ise, yemdeki karotenoyit miktarına ve deneme süresine bağlı olarak et dokusunda çeşitli oranlarda karotenoyit birikimi sağlanmıştır. Diyet gruplarında, diyetin karotenoyit içeriğine ve süreye bağlı olarak giderek artan oranda bir karotenoyit birikiminin sağlandığı, ancak, 40. gözlem döneminde, özellikle astaksantin veya astaksantin ağırlıklı olan diyetlerde, bu artış

trendinin yavaşladığı dikkati çekmektedir (Şekil 4.5-4.9). Bunun nedeninin, dokunun karotenoyit birikimi bakımından doyum noktasına ulaşmasıyla ilgili olduğu sanılmaktadır. Kabuk dokuda da benzer bir durum görülmüştür (Şekil 4.11). Bu verilerin ışığında *P. semisulcatus*'ta et dokudaki karotenoyitin doyum noktasının yaklaşık 20-22 mg/kg arasında olduğunu söylenebilir. Bu aşamadan sonra, sürenin uzatılması veya diyetteki karotenoyit miktarının artırılması önemli olmamaktadır. Dolayısıyla, 100 mg/kg karotenoyit içeren diyetin karideste uygulama süresinin 40 gün ile yeterli olacağı, ancak, diyetteki karotenoyit miktarının azaltılması halinde bu sürenin biraz daha uzayabileceği görülmektedir.

Her su ürünlerinin et dokusundaki karotenoyit doyum noktası farklı olabilmektedir. Karideste tarafımızdan belirlenen et dokudaki 20-22 mg/kg olan karotenoyidin doyum noktası, alabalıkta 6-8 mg/kg arasındadır (Choubert ve Blanch, 1985). Karides dokusunda karotenoyit miktarının 4-7 mg/kg altına inmesi durumunda “mavi sendrom” olarak bilinen bir hastalık oluşmakta, bu da kültürü yapılan karideslerin diyetlerine karotenoyit eklenmesini zorunlu kılmaktadır (Craik, 1985; Torrisen, 1990; Hovell ve Matthevs, 1991; Grung ve ark. 1993; Hardy ve Roberts, 1998).

Karotenoyitler β -karoten yolu ile A vitamininin provitamini olarak iş gördüğü için önemli biyolojik işlevleri vardır (Gross ve Budowski, 1966; Tacon, 1981). Bunların başında antioksidan olarak rol oynamaları gelir. Özellikle, astaksantin diğer karotenoyitlerden yaklaşık 10 kat, E vitamini (alfa-tokoferol)'nden ise 100 kat daha fazla antioksidan özelliğine sahip olması dikkat çekicidir. Bu karotenoyit aynı zamanda da lipid peroksit aktivitesi gösterir (Miki, 1991). Antioksidanlar serbest radikallerin elimine edilmesinde önemli rol oynayarak kanser riskini azaltmakta, ayrıca kalp damar hastalıkları, katarakt, deride oluşan lekelerden korunmada olduğu kadar sinir sistemi ve bağışıklık sistemi üzerine de olumlu etkileri olduğu bilinmektedir (Bendich, 1993; Setiawan ve ark. 2001'den; Johnson, 2002). Ayrıca bu maddeler renk vererek tüketicinin tercihinde önemli olmaktadır (Latscha, 1989).

I. bölümün 20., 40. ve 60. gününde kırmızı biber içeren diyet gruplarıyla beslenen karideslerde belirlenen total karotenoyit miktarı sırasıyla, 17.09, 19.89 ve 21.29 mg/kg'dır. Arredondo-Figueroa ve ark. (2003), *L. vannamei*'de 200 mg/kg

düzeyinde esterleştirilmiş kırmızı biberin, 28 günlük uygulama süresinde et dokuda 10 mg/kg total karotenoyit biriktiğini bildirmişlerdir. Süresinin uzamasıyla biberde bulunan karotenoyitlerin karideslerde birikimin arttığı ve bundan da karidesin başarılı bir şekilde biberde bulunan karotenoyitleri astaksantine çevirebildikleri görülmektedir. Aynı miktarda (100 mg/kg) total karotenoyit içermelerine rağmen, kırmızı biber kadife çiçeğine göre daha fazla bir pigmentasyon artışı sağlamıştır. Bu diyet grupları aynı miktarda total karotenoyit içerseler de, bunların sahip oldukları karotenoyitlerin nitelik yönünden farklılıkları vardır. Kırmızı biber ve kadife çiçeğinin karotenoyit ölçümlerimde, sırasıyla 470-480 ve 440-445 nm gibi farklı dalga boylarında pik yapmışlardır. Ancak, kırmızı biberde 470-480 nm de elde edilen pikler kadife çiçeğine göre daha fazla, 440-445 nm de elde edilen pikler ise daha azdır. Karideslerin daha çok tercih ettikleri 4-4' keto yapısındaki astaksantin ve kantaksantin gibi karotenoyitlerin absorbands değeri 470-480 nm iken, daha az tercih ettikleri 3-3' hydroxi yapısındaki (lütein-zeaksantin) ksantofillerin absorbands değeri 440-445 nm'dir. Kırmızı biberde, kadife çiçeği'ne göre daha fazla 4-4' keto yapısında karotenoyit olduğu için karidesler tarafından kadife çiçeğine göre dokularda daha fazla birikmiş olabileceği güçlü bir olasılıktır. Kırmızı biberdeki total karotenoyitin büyük bir kısmını (%80) kapsantin oluşturmaktadır (Zorn ve ark., 2003). Kadife çiçeğinin ise % 95'inden fazlasını lütein içermektedir (Rivas, 1998: Zorn ve ark. 2003'den). Karidesler ise kırmızı biberdeki kapsantin karotenoyitini etkili bir şekilde kullanabilmektedirler (Carter ve ark., 1994: Yanar ve ark., 1997'den). Ayrıca kapsantin keto grubu içermesi nedeniyle moleküle koyu kırmızı renk kazandırmaktadır (Doğan, 1993).

II. bölümde yine aynı miktarlarda (100 mg/kg) karotenoyit içermelerine karşın, hem et hem de kabuk dokusunda *D. salina*, *Nannochloropsis*'e göre daha fazla bir karotenoyit birikimi sağlamıştır. Bunun nedeninin, I. bölümde olduğu gibi, karotenoyit içeriklerinin niteliği ile ilgilidir. Nitekim, bu iki bitkisel kaynağın yapılan karotenoyit analizlerinde, *D. salina*'nın, *Nannochloropsis*'e göre astaksantini daha fazla, ksantofilleri (lütein ve zeaksantin) ise daha az içerdiği ve dolayısıyla, karideslerde baskın pigment astaksantin olduğu için (Yamada ve ark., 1990), pigmentasyonda *D. salina* daha etkili olmuştur. Nitekim bu iki karotenoyit

kaynaklarının içermiş oldukları pigment çeşitlerinin farklı olduğuna Harpaz ve ark., (1998) ve Boonyaratpalin ve ark. (2001) da işaret etmiştir.

Pigmentasyon çalışmalarında sentetik astaksantinle ilgili *P. semisulcatus* ile yapılan çalışmaya rastlanmamıştır. Ancak diğer karideslerin pigmentasyonunda sentetik astaksantin bir çok araştırmacı tarafından denenmiştir. Yamada ve ark. (1990) *M. japonicus*'un 100 mg/kg sentetik astaksantin içeren diyetle beslenmelerinde et dokuda denemenin 4. haftasında, 29.7 mg/kg, 8. haftasında ise 35.3 mg/kg total karotenoyit biriktiğini bildirmişlerdir. Bu değer ise, tarafımızca en yüksek bulunan 22.08 mg/kg değerinin oldukça üzerindedir. Bu farklılığın nedeni karides türlerinin farklı olmasına bağlanmıştır. Arredondo-Figueroa ve ark. (2003) ise başka bir karides türünde (*L. vannamei*) daha farklı bir sonuç bulmuştur. Karideslerin 4 haftada 100 mg/kg sentetik astaksantin ile beslenmelerinde et dokuda 16.2 mg/kg, kabuk dokuda 100 mg/kg total karotenoyit bulduklarını ifade etmişlerdir. Çalışmamızda ise kabuk dokuda, 20. ve 40. günlerde sırasıyla 114, 118 mg/kg total karotenoyit saptanmıştır.

Yaptığımız çalışmada, I. bölümde karides etinde, II. bölümde ette ve kabukta total karotenoyitlerin maksimum absorbansını veren dalga boyu 485 nm olarak belirlenmiştir. Bazı araştırmacılar ise; Foss ve ark. (1984), 470-475 nm; Torrissen (1984), 476 nm; Storebakken ve ark. (1987), 473 nm, Iwamoto ve ark. (1990), 480 nm; Yanar ve ark (1997), 474 nm; Ergün ve Erdem (2000), 474 nm; Büyükçapar (2003), 475 nm dalga boylarında okuma yaptıklarını bildirmişlerdir.

4.2.3. Temel Besin Madde Bileşenleri

Farklı karotenoyit kaynaklarının *P. semisulcatus* juvenillerinde temel besin maddeleri üzerine etkilerini belirlemek amacıyla yürütülen I. bölümde kas dokudaki protein oranı kadife çiçeğinde %20.69, kontrol grubunda %21.42, kırmızı biberde %21.95 ve sentetik astaksantinde %22.16 olarak bulunmuş, II. bölümde ise kas dokudaki protein oranı *D. salina*'da %22.93, *Nannochloropsis*'te %22.15, sentetik astaksantinde %22.17 ve kontrol grubunda %23.89 olarak bulunmuştur. Bu konuda yetiştiriciliği yapılan karides türlerinin besin bileşenleriyle ilgili çalışmaya

rastlanmamıştır. Doğadan yakalanan karides türleri üzerinde yapılan çalışmalarda bulunan protein miktarı ise oldukça varyasyon göstermektedir. Yanar (2003) ile Diler ve Ataş (1999), *P. semisulcatus*'ta protein miktarını sırasıyla, %20.80 ve %21; Soriguer ve ark. (1997) *Palaemon globosus*'da %20; Exler (1987) bazı penaeid ve pandalid karidesler de %20 olarak bulurken, Diler ve Ataş (1999), *M. japonicus* ve *P. monodon* için sırasıyla %23 ve %25; Soriguer ve ark. (1997) *Palaemon serratus*, *Plesiopenaeus edwardsianus* ve *Penaeus kerathurus* için sırasıyla, %25, %25 ve %24 gibi daha yüksek değerleri bildirmişlerdir. Karakoltsidis ve ark. (1995), *Aristeus antennatus*'da %18, King ve ark. (1990) *Pandalus borealis* ve *P. jordani*'de %17 gibi oldukça düşük değerler bildirmişlerdir.

I. bölümde, et dokuda kadife çiçeği %1.24, kontrol grubu %1.30, kırmızı biber %1.46 ve sentetik astaksantin %1.42 total lipit sağlarken; II. bölümde *D. salina* %0.66, *Nannochloropsis* %0.83, sentetik astaksantin %0.87 ve kontrol grubu %0.77 total lipit sağlamıştır. Doğadan elde edilen bireylerde de total lipit miktarı yaklaşık bu değerlerdedir: Yanar (2003), Diler ve Ataş (1999) *P. semisulcatus*'ta sırasıyla %1.02, %1.1, Mathew ve ark. (1999) *M. Monoceros*'da %1.01, Krzynowek ve Panunzio (1989) *P. duorarum* ve *Pandalus borealis*'de sırasıyla, %1.0 ve %1.1; Bragagnola ve Rodriguez-Amaya (2001), *Penaeus brasiliensis*, *Xiphopenaeus kroyeri* ve *Macrobrachium rosenbergii*'de sırasıyla %1.0, %1.0, %1.1; Soriguer ve ark. (1997) *Plesipenaeus edwardsianus*' da % 1.05; Krzynowek ve Panunzio (1989), *Penaeus duorarum*'da %0.9, *P. aztecus*'da %0.9, *P. schimitti*'de %0.95, *Palaemon serratus* da %0.94, ve *P. kerathurus*'da %0.91; *P. aztecus*'ta %0.8 ve Karakoltsidis ve ark. (1995) *Aristeus antennatus* da %0.86 total lipit değerleri bildirmişlerdir. Ancak, Ackman ve McLeod (1988) türü bildirilmeyen bir karides türü için %2.43 gibi oldukça yüksek bir total lipit değeri bildirmiştir. Çalışmamızdan elde ettiğimiz veriler farklı doğal ve sentetik karotenoyit kaynaklarının *P. semisulcatus*'ta lipit birikimi üzerinde belirgin bir değişikliğe neden olmamıştır.

I. bölümde kas dokudaki su oranı kadife çiçeğinde %75.19, kontrol grubunda %74.76, kırmızı biberde %75.01 ve sentetik astaksantinde %74.92, II. bölümde ise, *D. salina*'da %75.74, *Nannochloropsis*'te %76.23, sentetik astaksantin'de %75.58 ve kontrol grubunda %74.74 olarak bulunmuştur. Her iki bölüm denemelerinden elde

edilen değerler, Yanar (2003)'ın doğadan elde ettiği *P. semisulcatus*'ta, kış, yaz, sonbaharda ve ilkbahar mevsiminde sırasıyla %75.73, %75.09, %74.87 ve %75.77, *M. monoceros*'da ise ilkbahar, sonbahar, yaz ve kışın mevsiminde sırasıyla %75.48, %74.81, %74.70 ve, %75.57 olarak bulunduğu değerler ile benzerlik göstermektedir.

I. bölümde et dokudaki kül oranları kadife çiçeğinde %1.70, kontrol grubunda %1.77, kırmızı biberde %1.61 ve sentetik astaksantinde %1.75, II. bölümde *D. salina*'da %1.72, *Nannochloropsis*'te %1.73, sentetik astaksantinde % 1.72 ve kontrol grubunda %1.72 olarak saptanmıştır. Her iki bölümden elde edilen değerler, doğadan yakalanan çeşitli türler için bildirilen değerlerle benzerdir: King ve ark. (1990), doğadan yakalanan *Pandalus borealis* ve *P. jordani*'de %1.6; Yanar (2003) ise *P. semisulcatus*'da bu değeri %1.60 bildirmişlerdir.

Deneme sonunda temel besin madde bileşenleri açısından elde edilen değerlerle bazı araştırmacıların elde ettiği değerler arasındaki bazı varyasyonların tüketilen yem, tür farkı, çalışılan materyalin doğadan yakalanması ve çevresel etmenlerden kaynaklandığı düşünülmektedir.

4.2.4. Et Verimi

Her iki bölümden de elde edilen bulgular yem içerisine eklenen farklı karoteoyit kaynaklarının *P. semisulcatus*'un et verimliliği üzerine etkisinin bulunmadığını göstermektedir ($P>0.05$). Çalışmamızda I. bölümde *P. semisulcatus*'un et verimliliği %49.94 ile %50.99 arasında, II. bölümde ise %48.86 ile %49.99 arasında değişmiştir. Diğer araştırmacıların bulguları çalışmamızda bulduğumuz değerleri destekler nitelikte görünmektedir. Her iki bölümde elde ettiğimiz ortalama et verimi miktarı, Yanar (2003)'ın *P. semisulcatus* (%54.78) ve *M. monoceros* için (%52.38), Diler ve Ataş (1999)'ın *Penaeus japonicus* (%53.67) ve *P. monodon* için (%51.25) bildirdiği değerden düşük, Diler ve Ataş (1999)'ın *P. semisulcatus* için (%50.93) bildirdiği değere benzer bulunmuştur.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

- ❖ Çalışmamızda, yeme eklenen doğal ve sentetik karotenoyit kaynaklarının *P. semisulcatus* juvenillerinde büyüme, yaşama oranı ve temel besin maddeleri üzerine etkisi olmadığı belirlenmiştir.
- ❖ Doğal karotenoyit kaynaklarından kırmızı biber, kadife çiçeği ve *D. salina* pigmentasyon üzerinde sentetik astaksantin kadar etkili bulunmuştur. Bu üç doğal karotenoyit kaynağını pigmentasyon amaçlı kullanımlarda rahatlıkla önerebiliriz. Ancak, *Nannochloropsis* sp. diğer karotenoyit katkılarından daha az pigmentasyon sağladığından ve ayrıca maliyetinin yüksek olmasından dolayı pigmentasyon amaçlı kullanımı gerçekçi gözükmemektedir.
- ❖ Hangi pigment kaynağının kullanılması gerektiğine karar verirken, ürünün elde edilebilirliği, kolay ve ucuz olması gibi etkenler göz önünde bulundurulmalıdır.
- ❖ Karideslerin pigmentasyonunda uygulama süresi çeşitli faktörlere bağlı olarak değişmektedir. Bu denemede 100 mg/kg sentetik astaksantin ile aynı miktarda karotenoyit içeren kadife çiçeği (%2.4) ve kırmızı biber (%6.6) gruplarında yeterli renklenme 40 ile 60. günler arasında elde edilmiştir. Karideslerde karotenoyit birikimi belirli bir süre sonra doyum noktasına ulaşmaktadır. Bu noktadan sonra karideslere verilecek karotenoyit maddeleri ekonomik olarak kayıplara neden olacaktır. Bu açıdan uygulama süresi ve dozların hesaplanmasında bu konular göz önünde bulundurulmalıdır.
- ❖ Renk kaynaklarının yem maliyetine yansımalarının hesaplanması sonucu en az maliyeti sırasıyla, kadife çiçeği (%6.07), kırmızı biber (%11.01), sentetik astaksantin (%19.97), *D. salina* (%25.18) ve *Nannochloropsis* sp. (%60.70)

içeren diyet grubu oluşturmuştur. Bu diyet gruplarının yeterli pigmentasyonu sağladığı ve ağırlık performansı bakımından kontrol grubuna göre farksız çıktığı düşünülecek olursa, *Nannochloropsis* sp. dışındaki doğal karotenoyit kaynakları pigmentasyon amaçlı kullanımda önerilebilir. Maliyetinin çok yüksek olması ve diğer doğal karotenoyit katkı maddelerine göre belirgin bir avantaj sağlamaması nedeniyle *Nannochloropsis* sp.'nin pigmentasyon amaçlı kullanımı önerilmemektedir.

- ❖ Günümüzde her geçen gün artan tüketici bilinci, kültürü yapılan ve gıda olarak tüketilen bütün canlılarda olduğu gibi karides yetiştiriciliğinde de yapay maddeler yerine doğal besin kaynaklarının tercih edilmesine neden olacaktır. Bu bakımdan, karides beslemede, alternatif doğal besin kaynaklarının belirlenmesi ve kullanılması gittikçe daha da önem taşımaktadır. Ayrıca, Sentetik astaksantin ülkemizde üretilemediğinden dolayı ithal edilmekte, bu da döviz kaybına neden olmaktadır. Bu nedenle bu tür araştırmaların daha yoğun bir şekilde yapılarak, uygulamaya yansıtılması gerekmektedir.
- ❖ Ülkemizde iklim şartlarının çok uygun olmasından dolayı, bol miktarda üretilmeye elverişli doğal karotenoyit kaynaklarından olan kırmızı biber, kadife çiçeği ve *Dunaliella salina*'nın ticari anlamda kullanılması ekonomiye büyük katkılar sağlayacaktır.

KAYNAKLAR

- ACKMAN, R. G., McLEOD, C., 1988. Total Lipids and Nutritionally Important Fatty Acids of Some Nova Scotia Fish and Shellfish Food Products. Canadian Institute Food Science and Technology, 21(4): 390-398.
- A. O. A. C., 1984. Official Methods of Analysis 14th. Ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, USA.
- AGIUS, R. V., WATANABE, T., SATOH, S., KIRON, V., IMAIZUMI, H., YAMAZAKI, T., KAWANO, K., 2001. Supplementation of Pabrika as a Carotenoid Source in Soft-Dry Pellets for Broodstock Yellowtail *Seriola quinqueradiata* (Temminck and Schlegel). Aquaculture Research, 32: 263-272.
- AKTAŞ, M., KUMLU, M., 1999. Gonadal Maturation and Spawning of *Penaeus semisulcatus* (Penaeidae:Decapoda). Tr. J. of Zoology, 23: 61-66.
- ALLEN, C. E., TYLER, P. A., VARNEY, M. S., 2000. Lipids Profiles Of *Nematocarcinus gracilis* A Deep-Sea Shrimp From Below The Arabian Sea Oxygen Minimum Zone. Hydrobiologia, 440: 273-279.
- ANDERSON, J. S., SUNDERLAND, R., 2002. Effect of Extruder Moisture and Dryer Processing Temperature on Vitamin C and E and Astaxanthin Stability. Aquaculture, 207: 137-149.
- ARREDONDO-FIGUEROA, J. L., PEDROZA-ISLAS, R., PONCE-PALAFOX, J.T., VERNON-CARTER, E.J., 2003. Pigmentation of Pacific White Shrimp (*Litopenaeus vannamei*, Boone 1931) With Esterified and Saponified Carotenoids From Red Chili (*Capsicum annuum*) in Comparison to Astaxanthin. Revista Mexicana de Ingenieria Quimica, 2: 101-108.
- ATAY, D., KARAHAN, B., GÜLER, A.S., 1988. Gökkuşuğu Alabalıklarında Pigmentasyonu Etkileyen Yem Kaynağı Üzerinde Bir Araştırma. Akdeniz Üniversitesi, Su Ürünleri Müh. Dergisi, 1: 6-46.
- BARBOSSA, M. J., MORAIS, R., CHOUBERT, G., 1999. Effect of Carotenoid Source and Dietary Lipid Content on Blood Astaxanthin Concentration in Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*). Aquaculture, 176: 331-341.

- BECKER, E. W., 1994. In "Microalgae: biotechnology and microbiology" Ed. Baddiley, J. et al., 178 Cambridge Univ. Press, Cambridge, New York.
- BJERKENG, B., 2000. Carotenoid Pigmentation of Salmonid Fishes-Recent Progress. V. Symposium Internacional de Nutricion, 19-22 Novaimbre, Merida, Yucatan, 71-89.
- BJERKENG, B., BJARNE, H., EINAR., W., 1999. Deposition of Astaxanthin in Fillets of Atlantic Salmon (*Salmo salar*) Fed Diets with Herring, Capelin, Sandeel of Peruvian High PUFA oils. *Aquaculture*, 180: 307-319.
- BLIGH, E. G., Dyer, W. J., 1959. A rapid Method of Total Lipid Extraction and Purification. *Can. J. Biochem. Physiol.*, 37: 911-917.
- BOONTYARATPALIN, M., UNPRASERT, N., 1989. Effects of Pigments from Different Sources on Colour Changes and Growth of Red *Oreochromis niloticus*. *Aquaculture*, 79: 375-380.
- BOONYARATPALIN, M., THONGROD, S., SUPAMATTAYA, K., BRITTON, G., SCHLIPALIUS, L. E., 2001. Effects of β -Carotene Source, *Dunaliella salina* and Astaxanthin on Pigmentation, Growth, Survival and Health of *Penaeus monodon*. *Aquaculture Research*, 32: 182-190.
- BRAGAGNOLA, N., RODRIGUEZ-AMAYA, D. B., 2001. Total Lipid, Cholesterol, and Fatty Acids of Farmed Freshwater Prawn (*Macrobrachium rosenbergii*) and Wild Marine Shrimp (*Penaeus brasiliensis*, *Penaeus schimitti*, *Xiphopenaeus kroyeri*). *Journal of Food Composition and Analysis*. 14: 359-369.
- BRAY, W. A. and LAWRENCE A. L., 1992. Reproduction of *Penaeus* Species in Captivity. In: A.W. Fast, L. J. Lester (eds.) *Marine shrimp culture: Principles and Practices*. pp. 93-172.
- BROWDY, C. L., SOMACHA, T. M., 1985. The Effect of Eyestalk Ablation on Spawning, Moulting and Mating of *Penaeus semisulcatus* De Haan. *Aquaculture*, 49: 19-29.
- BROWDY, C. L., HADANI, A., SOMACHA, T. M., LOYA, Y., 1986. The Reproductive Performance of Wild and Pond-reared *Penaeus semisulcatus* De Haan. *Aquaculture*, 59: 251-258.

- BROWDY, C. L., 1992. A Review of the Reproductive Biology of Penaeid Species: Perspectives on Controlled Shrimp Maturation Systems for High Quality Nauplii Production. In: J. Wyban, (Ed.), Proceeding of the Special Session on Shrimp Farming. World Aquaculture Society, Baton Rouge, LA, USA, pp. 22-51.
- BÜYÜKÇAPAR, H. M., 2003. Kırmızı Biber (*Capsicum annuum*), Kadife Çiçeği (*Tagetes Erecta*) ve Sentetik Astaksantin Gökkuşığı Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*)'nın Pigmentasyonu ve Büyümesi Üzerine Etkileri. Doktora Tezi, Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Anabilimdalı, Adana, 84 s.
- CHIEN, Y., JENG, S., 1992. Pigmentation of Kuruma Prawn, *Penaeus japonicus* Bate, by Various Pigment Sources and Levels and Feeding Regimes. Aquaculture, 102: 333-346.
- CHIEN, Y. H., CHEN, I. M., PAN, C. H., KURMALY, K., 1999. Oxygen Depletion Stress on Mortality and Lethal Course of Juvenile Tiger Prawn *Penaeus monodon* Fed High Level of Dietary Astaxanthin. J. Fish. Soc., Taiwan, 26: 85-93.
- CHIEN, Y. H., PAN, C. H., HUNTER, B. 2003. The Resistance to Physical Stresses by *Penaeus monodon* Juveniles Fed Diets Supplemented with Astaxanthin. Aquaculture, 216: 177-191.
- CHOUBERT, G., 1979. Tentative Utilization of Spirulina Algae as a Source of Carotenoid Pigments for Rainbow Trout. Aquaculture, 18: 135-143.
- CHOUBERT, G., BLANCH, J., 1985. Flesh Colour of Diploid and Triploid Rainbow Trout (*Salmo gairdnerii*, Rich) Fed Canthaxanthin. Aquaculture, 47: 299-304.
- CHOUBERT, G., STOREBAKKEN, T., 1989. Dose Response to Astaxanthin and Canthaxanthin Pigmentation of Rainbow Trout Fed Various Dietary Carotenoid Concentration. Aquaculture, 81: 69-77.
- CHOUBERT, G., HEINRICH, O., 1993. Carotenoid Pigments of the Green Alga (*Haematococcus pluvialis*): Assay on Rainbow Trout (*O. mykiss*) Pigmentation in Comparison with Synthetic Astaxanthin and Canthaxanthin. Aquaculture, 112: 217-226.

- CLARKE, A., 1979. Lipid Content and Composition of the Pink Shrimp, *Pandalus montagui* (Leach) (Crustacea: Decapoda). *Journal of Experimental Biology and Ecology*, 38: 1-17.
- CRAIK, J. C. A., 1985. Egg Quality and Pigment Content in Salmonid Fishes. *Aquaculture*, 47: 61-88.
- DARACHAI, J. PIYATIRATITIVORAKUL, S. KITTAKOOP, P., NITITHAMYONG, C., MENASVETA, P., 1998. Effects of Astaxanthin on Larval Growth and Survival of the Giant Tiger Prawn, *Penaeus monodon*. In : *Advances in Shrimp Biotechnology*. T. W. Flegel (Editor). National Center for Genetic Engineering and Biotechnology, Bangkok.
- DELGADO-VARGAS, F., PAREDES-LOPEZ, O., 1997. Effects of Enzymatic Treatments on Carotenoid Extraction From Marigold Flowers (*Tagetes erecta*). *Food Chemistry*, 58: 255-258.
- DİLER, A., ATAŞ, Ş., 1999. Kültürü Yapılan Üç Karides Türünün (*Penaeus japonicus*, *P. monodon* ve *P. semisulcatus*) Kimyasal Bileşimi ve Et Verimi. S.D.Ü. Eğirdir Su Ürünleri Fak. Dergisi, 6: 18-24.
- DOĞAN, K., 1993. KÜMES Hayvanlarının Beslenmesi. Ankara Üniversitesi Matbaası, Ziraat Fakültesi Zootekni Bölümü Ders Kitabı; Yayın No: 368, Ankara, 355 s.
- ERDEM, M., ERGÜN, S., 2000. Yeme Farklı Oranlarda Katılan Astaksantin Gökkuşığı Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*)'nın Et Rengi Üzerine Etkisi. *Türk Veteriner ve Hayvancılık Dergisi*, 24: 577-583.
- ERGÜN, S., ERDEM, M., 2000. Doğal ve Sentetik Karotenoid Kaynaklarının Gökkuşığı Alabalıkları (*Oncorhynchus mykiss*)'nda Pigmentasyona Etkisi. *Türk Veteriner ve Hayvancılık Dergisi*, 24: 393-402.
- EXLER, J., 1987. Composition of Foods: Finfish and Shellfish Products, Raw, Processed, Prepared. *Agriculture Handbook*. U.S. Department of Agriculture, Human Nutrition Information Service, pp. 8-15.
- FOSS, P., STOREBAKKEN, T., SCHIEDT, K., LIANEN, J. S., AUSTRENGE, E., STREIFF, K., 1984. Carotenoids in Diets for Salmonids 1. Pigmentation of Rainbow Trout with the Individual Optical Isomers of Astaxanthin in Comparison with Canthaxanthin. *Aquaculture*, 41: 213-226.

- GEORGE, B. S., LAWRENCE, J. M., LAWRENCE, J. S., SMILEY, J., PLANK, P., 2001. Carotenoids in the Adult Diet Enhance Egg and juvenile Production in the Sea Urchin (*Lytechinus varegatus*). *Aquaculture*, 199: 353-369.
- GOPAKUMAR, K., NAIR, M. R., 1975. Lipid Composition of Five Species of Indian Prawn. *Journal of Science Food and Agriculture*, 26: 319-325.
- GOUVEIA, L., CHOUBERT, G., GOMES, E., REMA, P., EMPIS, J., 1998. Use of *Chlorella vulgaris* as a Carotenoid Source for Rainbow Trout: Effect of Dietary Lipid Content on Pigmentation, Digestibility and Retention in the Muscle Tissue. *Aquaculture International* 6: 269-279.
- GROSS, J., BUDOWSKI, P., 1966. Conversion of Carotenoids into Vitamins A1 and A2 in Two Species of Fresh Water Fish. *Biochem.J.*, 101: 747-754.
- GRUNG, M., SVENDSEN, Y. S., LIAAEN-JENSEN, S., 1993. The Carotenoids of Eggs of Wild and Farmed Cod. *Comp. Biochem. Physiol.* 106B: 237-242.
- GÜROCAK, B., 1985. Ksontofillerden Kırmızı Biber (*Capsicum annum*)'in Yumurta Sarısı ve Deri Pigmentlerine Etkisi. Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları, Ankara, 947, seminerler 24. 359.
- HARDY, R. W., ROBERTS, R. J., 1998. Atlantik Salmon-Species Profile. *International Aqua Feed*. 2: 21-23.
- HARPAZ, S., RISE, M., ARAD (MALIS), S., GUR, N., 1998. The Effect of Three Carotenoid Sources on Growth and Pigmentation of Juvenile Freshwater Crayfish *Cherax quadricarinatus*. *Aquaculture Nutrition*, 4 (3): 201-208.
- HATA, M., HATA, M., 1971. Carotenoids Pigments in Goldfish-IV. Carotenoid Metabolism. *Bull.Jpn. Soc.Sci.Fish.*, 38(4): 331-338.
- HOWELL, B. K., MATTHEWS, A. D., 1991. The Carotenoids of Wild and Blue Disease Affected Farmed Tiger Shrimp (*Penaeus monodon* Fabricus). *Comp. Biochem. Physiol.* 98B: 375-379.
- ISHIKAWA, Y., MIYAKE, Y., YASUIE, S., 1966. Chromatophores and Carotenoids in Cultured Kuruma-Prawn, *Penaeus japonicus* Bate, of Different Body Colours. *Bull. Fish. Exp. Stn. Okayama Pref.*, 5: 18-24.

- IWAMATO, R. N., MYERS, J. M., HERSBERGER, W. K., 1990. Heritability and Genetic Correlations for Flesh Colouration in Pen-Reared Coho Salmon. *Aquaculture*, 86: 181-190.
- JOHNSON, E. J., 2002. The Role of Carotenoids in Human Health. *Nutrition in Clinical Care.*, 5(2): p. 56-65
- KARAKOLTSIDIS, P. A., ZOTOS, A., CONSTANTINIDES, M., 1995. Composition of the Commercially Important Mediterranean Finfish, Crustaceans, and Mollusks. *Journal of Food Composition and Analysis*, 8: 258-273.
- KATAYAMA, T., HIRATA, K., CHICHESTER, C.O., 1971. The Biosynthesis of Astaxanthin-IV. The Carotenoids of the Prawn, *Penaeus japonicus* Bate (Part1). *Bull.Jpn.Soc.Sci.Fish*, 37(7): 614-620.
- KATAYAMA, T., KATAMA, T., SHIMAYA, M., DESHIMARU, O., CHICHESTER, C. O., 1972. The biosynthesis of the carotenoids. VIII. The Conversion of Labeled β -Carotene-15, 15'- $^3\text{H}_2$ into Astaxanthin in Prawn, *Penaeus japonicus* Bate. *Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish.*, 38: 1171-1175.
- KING, I., CHILDS, T., DORSETT, C., OSTRANDER, J. G., MONSEN, E.R., 1990. Shellfish: Proximate Composition, Minerals, Fatty Acids, and Sterols. *Journal of The American Dietetic Association*, 90(5): 677-685.
- KOTB, A.R. , HADEED, A.F.B., AL-BAKER A.A., 1991. Omega-3 Polyunsaturated Fatty Acid Content of Some Popular Species of Arabian Gulf Fish. *Food Chemistry*, 40: 185-190.
- KRZYNOWEK, J., PANUNZIO, L., 1989. Cholesterol and Fatty Acids in Several Species of Shrimp. *Journal of Food Science*, 54(2): 237-239.
- KRZECZKOWSKI, R. A., 1970. Fatty Acids in Raw and Processed Alaska Pink Shrimp. *American Oil Chemists Society Journal*, 47: 451-452.

- KUMLU, M., 1995. Physiology of Decapod Crustacean Larvae with Special Reference to Diet. Doktora tezi, School of Ocean Sciences University of Wales, Bangor, Menai Bridge, Gwynedd, LL59 5EY, pp. 256.
- KUMLU, M., EROLDÖĞAN, O.T., AKTAŞ, M., 2000. Effects of Temperature and Salinity on Larval Growth, Survival and Development of *Penaeus semisulcatus*. Aquaculture 188(1/2): 167-173.
- LATSCHA, T., 1989. The Role of Astaxanthin in Shrimp Pigmentation. Advances in Tropical Aquaculture, Aquacop Ifremer Actes de Colloque 9: 319-325.
- LUDORF, W., MEYER, V., 1973. Fish und Fischerzeugnisse. Paul Parey Verlag, Berlin, Hamburg.
- MATHEW, S., AMNU, K., VISWANATHAN, N., DEVADASAN, K., 1999. Cholesterol Content of Indian Fish and Shellfish. Food Chemistry, 66: 455-461.
- MERCHIE, G. KONTARA, E., LAVENS, P., ROBLES, R., KURMALY, K., SORGELOOS, P., 1998. Effect of Vitamin C and Astaxanthin on Stress and Disease Resistance of Postlarval Tiger Shrimp *Penaeus monodon* (Fabricius). Aquaculture Research, 29: 579-585.
- MIKI, W., 1991. Biological Functions and Activities of Animal Carotenoids. Pure and Applied Chem. 63: 141-146.
- MORI, T., OKADA, S., YAMAGUCHI, K., KONOSU, S., YAMADA, Y., SATAKE, M., TOYODA, K., FUJITA, T., 1990. Pigmentation of Coho Salmon Cultured in Sea Net Pens with Antarctic Krill and Littoral Mysid. Nippon Suisan Gakkaishi: Formerly Bull. Japan Fish. 56(6): 935-939.
- NEGRE-SADARGUES, G., CASTILLO, R., PETIT, H., SANCE, S., MARTINEZ, R. G., MILICUA, J., CHOUBERT, G. and TRILLES, J., 1993. Utilization of Synthetic Carotenoids by the Prawn *Penaeus japonicus* Reared under Laboratory Conditions. Aquaculture, 110: 151-159.
- NO, H. K., STOREBAKKEN, T., 1991. Pigmentation of Rainbow Trout with Astaxanthin at Different Water Temperatures. Aquaculture, 97: 203-216.
- OKADA, S., NUR-E-BORHAN, S. A., YAMAGUCHI, K. Y., 1994. Carotenoid Composition in the Exoskeleton of Commercial Black Tiger Prawn. Fish. Sci. 60: 213-215.

- PANGANTIHON-KUHLMANN, M. P., MILLAMENA, O., CHERN, Y., 1998. Effect of Dietary Astaxanthin and Vitamin A on the Reproductive Performance of *Penaeus monodon* Broodstock. *Aquat. Living Resour*, 11(6): 403-409.
- PETIT, H., 1993. Effet de la Suplementation en Carotenoides de la Nourriture sur le Développement Larvaire et Postlarvaire de *Penaeus japonicus* (Bate, 1888). (Crustace, Decapode, Penaeidae). Incidences sur la Pigmentation, le cycle de Mue et la Croissance. These, Universite Montpellier II, 209 pp.
- PETIT, H., NEGRE-SADARGUES, G., CASTILLO, R., TRILLES J. P., 1997. The Effects of Dietary Astaxanthin on Growth and Moulting Cycle of Postlarval Stages of the Prawn *Penaeus japonicus* (Crustacea, Decapoda). *Comp. Biochem. Physiol.* 117: 539-544.
- PETIT, H., NEGRE-SADARGUES, G., CASTILLO, R. VALIN, S., TRILLES, J. P., 1998. The Effects of Dietary Astaxanthin on the Carotenoid Pattern of the Prawn *Penaeus japonicus* During Postlarval Development. *Comp. Biochem. Physiol.*, 119: 523-527.
- PICCAGLIA, R., MAROTTI, M., GARNDI, S., 1998. Lutein and lutein Ester Content in Different Types of *Tagetes patula* and *T. erecta*. *Industrial Crops and Products*, 8: 45-51.
- PRIMAVERA, J. H., 1985. A Review of Maturation and Reproduction in Closed Thelycum Penaeids. *Proceedings of the International Conference on the Culture of Penaeid Prawns/Shrimps*. Iloilo City, Philippines, 1984.
- ROBERTSON, L., BRAY, B., SAMOCHA, T., LAWRENCE, A., 1993. Reproduction of Penaeid Shrimp: An Operations Guide. In: MCVEY, J.P. (Ed.) *CRC Handbook of Mariculture*. 2nd Edition, 1: 107-152.
- ROBINSON, S. M. C., CASTELL, J. D., KENNEDY, E. J., 2002. Developing Suitable Colour in the Gonads of Cultured Green Sea Urchins (*Stroglyocentrouts droebachiensis*). *Aquaculture*, 206: 289-303.
- SCHIEDT, K., 1987. Absorption, Retention and Metabolic Transformation in Chicken, Salmonids and Crustaceans. Thesis, University of Trondheim, Norway.

- SETIAWAN, B., SULAEMAN, A., GIRAUD, D. W., DRISKELL, J. A., 2001. Carotenoid Content of Selected Indonesian Fruits. *Journal of Food Composition and Analysis*, 14: 169-176.
- SKONBERG, D. I., HARDY, F. T., BARROWS, F. T., DONG, F. M., 1998. Color and Flavour Analyses of Fillets from Farm-Raised Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*) Fed Low-Phosphorus Feeds Containing Corn or Wheat Gluten. *Aquaculture*, 166: 269-277.
- SOMMER, T. R., D'SOUZA, F. M. L., MORRISSY, N. M., 1992. Pigmentation of Adult Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*), Using the Green Alga *Haematococcus pluvialis*. *Aquaculture*, 106: 63-74.
- SORIGUER, F., SERNA, S., VALVERDE, E., HERNANDO, H., MARTIN-REYES, A., SORIGUER, M., PAREJA, A., TINAHONES F., ESTEVA, I., 1997. Lipid, Protein, and Caloric Content of Different Atlantic and Mediterranean Fish, Shellfish, and Mollusks Commonly Eaten in the South of Spain. *European Journal of Epidemiology*, 13: 451-463.
- SREEKALA, C., RAGHAVA, S. P. S., 2003. Exploitation of Heterosis for Carotenoid Content in African Marigold (*Tagetes erecta* L.) and its Correlation with Esterase Polymorphism. *Theor. Appl. Genet.* 106: 717-776.
- STOREBAKKEN, T., FOSS, P., SCHIEDT, K., AUSTRENG, E., LIADEN-JENSEN, S., MANZ, U., 1987. Carotenoids in Diet for Salmonids IV. Pigmentation of Atlantic Salmon with Astaxanthin Dipalmitate and Canthaxanthin. *Aquaculture*, 65: 279-292.
- TACON, A. G. J., 1981. Speculative Review of Possible Carotenoid Function in Fish. *Prog. Fish Cult.*, 43(4): 205-208.
- TANAKA, Y., MATSUGUCHI, H., KATAYAMA, T., SIMPSON, K. L., CHICHESTER, C. O., 1976. The Biosynthesis of Astaxanthin. XVIII. The Metabolism of the Carotenoids in the Prawn, *Penaeus japonicus* Bate. *Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish.*, 42: 197-202.
- TANAKA, Y., 1978. Comparative Biochemical Studies on Carotenoids in Aquatic Animals. *Memoirs of the Faculty of Fisheries, Kagoshima University*. 27: 355-422.

- TORRISSEN, O. J., TIDEMANN, E., HANSEN, F., RAA, J., 1981. Ensiling in Acid-a Method to Stabilize Astaxanthin in Shrimp Processing by-Products and Improve Uptake of this Pigment by Rainbow Trout (*Salmo gairdnerii*). Aquaculture, 26: 77-83.
- TORRISSEN, O. J., 1984. Pigmentation of Salmonids: Effect of Carotenoids in Eggs and Start-Feeding Diet on Survival and Growth Rate. Aquaculture, 43: 185-193.
- TORRISSEN, O. J., NAEDVAL, G., 1984. Pigmentation of Salmonids; Genetical Variation in Carotenoid Deposition in Rainbow Trout. Aquaculture, 38: 59-66.
- TORRISSEN, O. J. 1989. Pigmentation of Salmonids : Interactions of Astaxanthin and Canthaxanthin on Pigment Deposition in Rainbow Trout. Aquaculture, 79: 363-374.
- TORRISSEN, O. J., 1990. Biological Activities of Carotenoids in Fishes. The Current Status of Fish Nutrient in Aquaculture. Proceedings of the Third International Symposium on Feeding and Nutrition in Fish. Eds. M. Takeda and T. Watanabe, Tokyo University of Fisheries, Tokyo, Japan. s. 387-399.
- TORRISSEN, O. J., HARDY, R. W., SHEARER, K. D., SCOTT, T. M., STONE, F. E., 1990. Effects of Dietary Canthaxanthin Level and Lipid Level on Apparent Digestibility Coefficients for Canthaxanthin in Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*). Aquaculture 88: 351-362.
- TORRISSEN, O. J., CHRISTIANSEN, R., 1995. Requirements for Carotenoids in Fish Diets. J.Appl. Ichthyol. 11: 225-230.
- VLIEG, P., BODY, D., 1988. Lipid Contents and Fatty Acid Composition of Some New Zealand Freshwater Finfish and Marine Finfish, Shellfish, and Roes. New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research, 22: 151-162.
- YAMADA, S., TANAKA, Y., SAMESHIMA, M., ITO, Y., 1990. Pigmentation of Prawn (*Penaeus japonicus*) with Carotenoids. I. Effect of Dietary Astaxanthin, β -Carotene and Canthaxanthin on Pigmentation. Aquaculture, 87: 323-330.
- YANAR, M., KUMLU, M., ÇELİK, M., YANAR, Y., TEKELİOĞLU, N., 1997. Pigmentation of Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*) with Carotenoids from Red Pepper. The Israeli Journal of Aquaculture, 49(4): 193-198.

- YANAR, Y., 2003. Doğu Akdeniz’de Yaşayan Yeşil Kaplan Karidesi (*Penaeus semisulcatus* De Haan, 1844) ve Benekli Karides (*Metapenaeus monoceros* Fabricus, 1789)’in Yağ Asidi, Amino Asit, Mineral Madde ve Karotenoyit İçeriklerinin Mevsime Bağlı Değişimleri. Doktora Tezi, Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Anabilimdalı, Adana, 85 s.
- YAQUAN, L., HAN, S. M., CHUNREN, A. G., 1995. Analysis of Amino Acid of Muscle Tissue of *Penaeus monodon*. Marine Sciences/Haiyang Kexue. Quindao 3: 27-30.
- ZORN, H., BREITHAUPT, D. E., TAKENBERG, M., SCHWACK, W., BERGER, R. G., 2003. Enzymatic Hydrolysis of Carotenoid Esters of Marigold Flowers (*Tagetes erecta* L.) and Red Paprika (*Capsicum annum* L.) by Commercial Lipases and *Pleurotus sapidus* Extracellular Lipase. Enzyme and Microbial Technology, 32: 623-628.

ÖZGEÇMİŞ

01.01.1965 tarihinde Adana’da doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini aynı şehirde tamamladı. 1984 yılında Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootečni Bölümü’nü kazandı. 1988 yılında bu okuldan “Ziraat Mühendisi” olarak mezun oldu. 1989 yılında askerlik görevini kısa dönem olarak tamamladı. 1990-1995 yılları arasında Eczacıbaşı-Baxter İlaç Sanayi A.Ş.’de Adana Bölge Temsilcisi olarak çalıştı. 1996 yılında Mersin Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi’nde araştırma görevlisi olarak göreve başladı. 1998 yılında Mersin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Anabilim Dalı’nda Yüksek Lisansını tamamladı. 2000 yılında Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Anabilim Dalı’nda Doktora eğitimine başladı.

Halen ME.Ü. Su Ürünleri Fakültesi’nde Araştırma Görevlisi olarak çalışmaktadır.