

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Damla TERZİ

**KADİFE ÇİÇEĞİ (*Tagetes erecta*) VE APO-ESTER'İN SARI
PRENSESİN (*Labidochromis caeruleus*) PİGMENTASYONU
ÜZERİNE ETKİSİ**

SU ÜRÜNLERİ YETİŞTİRİCİLİK ANABİLİM DALI

ADANA-2022

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**KADİFE ÇİÇEĞİ (*Tagetes erecta*) VE APO-ESTER'İN SARI PRENSESİN
(*Labidochromis caeruleus*) PİGMENTASYONU ÜZERİNE ETKİSİ**

Damla TERZİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

SU ÜRÜNLERİ YETİŞTİRİCİLİK ANABİLİM DALI

Bu Tez 21/09/2022 Tarihinde Aşağıdaki Jüri Üyeleri Tarafından oy çokluğu/Oybirliği İle Kabul Edilmiştir.

.....
Prof. Dr. Mahmut YANAR Prof. Dr. Orhan Tufan EROLDÖĞAN Prof. Dr. Münevver Ayçe GENÇ
DANIŞMAN ÜYE ÜYE

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

**Prof. Dr. Sadık Dinçer
Enstitü Müdürü**

**Bu Çalışma Ç. Ü. Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi Tarafından Desteklenmiştir.
Proje No: FYL-2021-13450**

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

ÖZ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

KADİFE ÇİÇEĞİ (*Tagetes erecta*) VE APO-ESTER'İN SARİ PRENSESİN (*Labidochromis caeruleus*) PİGMENTASYONU ÜZERİNE ETKİSİ

Damla TERZİ

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
SU ÜRÜNLERİ YETİŞTİRİCİLİK ANABİLİM DALI

Danışman : Prof. Dr. Mahmut YANAR
Yıl: 2022, Sayfa: 39
Jüri : Prof. Dr. Mahmut YANAR
: Prof. Dr. Orhan Tufan EROLDOĞAN
: Prof. Dr. Münevver Ayçe GENÇ

Bu çalışma, 60 gün boyunca %4 kadife çiçeği (*Tagetes erecta*), 0 ve 100 mg/kg sentetik apo-ester içeren diyetlerle beslenen sarı prenses balığının (*Labidochromis caeruleus*) deri rengi ve yetiştiricilik parametreleri üzerindeki etkilerini belirlemek amacıyla gerçekleştirilmiştir. Deri rengi, kolorimetrik yöntemle, yansıtma spektroskopisi kullanılarak, L (parlaklık), a (kırmızılık) ve b (sarılık) tristimulus değerleri baz alınıp, renk parametrelerine dönüştürülmesi ile ölçülmüştür. Kadife çiçeği ve sentetik apo-esterin balıkların renk parametreleri üzerindeki etkileri benzerdi ($P>0.05$). Her iki karotenoyit kaynağı karotenoyit içermeyen diyetle kıyasla balıklarda daha yüksek bir b değeri sağlamış ($P<0.05$), ancak L ve a değerlerini etkilememiştir ($P>0.05$). Diğer yandan, karotenoyit kaynaklarının balıkların büyüme performansı, yem çevrim oranı ve hayatta kalma oranı üzerinde bir etkisi olmamıştır ($P>0.05$). Bu çalışma kadife çiçeğinin sarı prenses balığı diyetlerinde sentetik apo-estere alternatif bir doğal karotenoyit kaynağı olarak başarılı bir şekilde kullanılabileceğini göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: *Labidochromis caeruleus*, kadife çiçeği, apo-ester, pigmentasyon, karotenoyit

ABSTRACT

MSc. THESIS

THE EFFECTS OF MARIGOLD (*Tagetes erecta*) AND APO-ESTER ON PIGMENTATION OF ELETRIC YELLOW CICHLID (*Labidochromis caeruleus*).

Damla TERZİ

ÇUKUROVA UNIVERSITY
INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES
DEPARTMENT OF AQUACULTURE

Supervisor : Prof. Dr. Mahmut YANAR
Year: 2022, Pages: 39
Jury : Prof. Dr. Mahmut YANAR
: Prof. Dr. Orhan Tufan EROLDOĞAN
: Prof. Dr. Münevver Ayçe GENÇ

This study was carried out determine the effects on skin pigmentation and rearing parameters of electric yellow cichlid (*Labidochromis caeruleus*) fed diets containing 4% marigold (*Tagetes erecta*), 0 and 100 mg/kg synthetic apo-ester for 60 days. Skin colour was measured by colorimetric method using reflectance spectroscopy with transformation into colour parameters based on tristimulus values, L (lightness), a (redness) and b (yellowness). Effects of marigold and synthetic apo-ester on colour parameters of fish were similar ($P>0.05$). Both carotenoid sources provided higher b value in fish ($P<0.05$), but did not affect L and a value, compared to diets without carotenoids ($P>0.05$). On the other hand, carotenoid sources had no effect on growth performance, feed conversion ratio and survival rate of fish ($P<0.05$). This study demonstrate that marigold can be successfully used as an alternative natural carotenoid source to the synthetic apo-ester in electric yellow cichlid diets.

Keywords: *Labidochromis caeruleus*, marigold, apo-ester, pigmentation, carotenoid

GENİŞLETİLMİŞ ÖZET

Bu çalışma, yeme ilave edilen sentetik apo-esterin ve buna alternatif doğal karotenoyit kaynağı olarak kadife çiçeğinin (*Tagetes erecta*) sarı prenses balığının (*Labidochromis caeruleus*) deri pigmentasyonu ve yetiştiricilik parametreleri üzerindeki etkilerini belirlemek amacıyla yapılmıştır. Bunun için 100 mg/kg total karotenoyite denk gelen %4 kadife çiçeği, 100 mg/kg sentetik apo-ester ve karotenoyit katkısı olmayan (kontrol grubu) 3 adet diyet hazırlanmıştır. Balıklar hazırlanan bu diyetlerle bina içi kapalı ortamda 110 L cam akvaryumlarda 60 gün boyunca beslenmişlerdir. Balıkların renk, boy ve ağırlık ölçümleri 20 gün aralıklarla yapılmıştır. Kadife çiçeğinin total karotenoyit içeriği spektrofometrik olarak kuru maddede 2.500 mg/kg olarak belirlenmiş ve diyetle katılmasında bu miktar esas alınmıştır. Diğer yandan, balığın deri rengi, kolorimetrik yöntemle bir yansıtma spektroskopisi kullanılarak (HunterLab 2,3), L (parlaklık), a (kırmızılık) ve b (sarılık) tristimulus değerleri baz alınıp, bunların renk parametrelerine dönüştürülmesi ile ölçülmüştür. Renk ölçümlerinde balıkların iki yanal tarafı kullanılmıştır.

Balıklar kadife çiçeği ve apo-ester katkılı diyetleri, kontrol grubuyla benzer şekilde severek ve iştahla tüketmişlerdir. Balıklar 60 gün süren yetiştiricilik periyodu sonunda, %102-105 canlı ağırlık kazancı, 1.15-1.16 spesifik büyüme oranı, 1.53-1.55 yem çevrim oranı ve %98-99 yaşama oranı ile 6.17-6.24 g ağırlığa ulaşmışlardır. Ancak yeme ilave edilen kadife çiçeği veya apo-esterin, sarı prenses balığının yukarıda anılan tüm yetiştiricilik parametreleri üzerinde istatistiki olarak bir etkisi olmamıştır ($P>0.05$).

Balıkların deneme başında 60.04 olan deri parlaklığı değeri (L), deneme sonunda gruplar arasında 55.94-58.02, deneme başında 3.41 olan kırmızı renk değeri (a) ise deneme sonunda gruplar arasında 3.14-3.15 arasında gerçekleşmiş olup, diyetle katılan kadife çiçeği veya sentetik apo-esterin balıkların parlaklık ve kırmızı renk değeri üzerinde bir etkisi olmamıştır ($P>0.05$). Diğer yandan, deneme

başında 26.13 olan sarı renk değeri (b), deneme sonunda kontrol grubunda 25.47 iken, kadife çiçeği ve apo-ester katkılı diyetlerle beslenenler gruplarda sırasıyla 35.91 ve 37.67 olarak gerçekleşmiş olup, her iki karotenoyit katkılı diyet grubu, kontrol grubundan açık ara daha yoğun bir sarı renklenme göstermiştir ($P<0.05$). Ancak kadife çiçeği ve sentetik apo-esterin balıkların sarı renklenme üzerindeki etkileri birbirlerine yakın çıkmıştır ($P<0.05$). Özetle, kadife çiçeği ve sentetik apo-esterin balıkların renk parametreleri üzerinde benzer etkiler göstermiş olup, her iki karotenoyit kaynağı da karotenoyit içermeyen diyetle kıyasla balıklarda daha yüksek bir b değeri sağlamış, ancak L ve a değerlerini etkilememiştir.

Kadife çiçeği ve apo-ester katkılı diyetlerle beslenen balıklarda sarı renklenmenin 20. ve 40. gözlem dönemlerinde yoğun bir artış gösterdiği, ancak 60. gözlem döneminde bu artış hızının görece azaldığı dikkat çekmektedir. Bu trend, özellikle apo-ester ile beslenen grupta daha belirgindir. Bunun nedeninin, karotenoyitlerin dokularda yapacağı birikiminin sınırlı olduğu, belli bir miktardan sonra zamana bağlı olarak doyum noktasına ulaştığı ve bundan sonra dışardan bir karotenoyit girişi olsa da, dokularda artık daha fazla birikemeyeceğinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Dolayısıyla balıklarda renklenmenin sağlanması için araştırmalar sonucunda oluşturulan protokollerde önerilen optimal karotenoyit miktarı ve uygulama süresinin aşılması, daha fazla bir renklenme sağlamayacak, aksine maliyet artışına neden olacaktır.

Sonuç olarak, sarı prenses balıklarında yoğun bir sarı renklenme oluşturmak için 100 mg/kg sentetik apo-ester veya %4 kadife çiçeği katkılı diyetle balıkların 60 gün beslenmesi yeterli gözükmektedir. Bu balıkların karakteristik renk olan sarı renklenme için sentetik karotenoyit olan apo-ester kullanılacağı gibi, bunun yerine benzer etkiyi gösteren kadife çiçeği bir seçenek olarak başarılı bir şekilde diyetlere katılabilir.

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans tezimin planlanması, yürütülmesi ve yazımında önemli katkıları olan tez danışmanım Çukurova Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Öğretim Üyesi Sayın Prof. Dr. Mahmut YANAR'a; laboratuvar çalışması ve verilerin toplanmasında önemli yardımları olan Arş.Gör. Ece EVLİYAOĞLU'na, balık materyallerinin sağlanması ve akvaryum düzeneğinin kurulmasında teknik desteklerini gördüğüm Ali ÖZDEŞ'e, tez süresince maddi ve manevi desteklerini gördüğüm aileme, ayrıca FYL-2021-13450 kodlu projeyle bu tezi finansal olarak destekleyen Üniversitemizin Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimine teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

SAYFA

ÖZ	I
ABSTRACT.....	II
GENİŞLETİLMİŞ ÖZET	III
TEŞEKKÜR.....	V
İÇİNDEKİLER	VI
ÇİZELGELER DİZİNİ	VIII
ŞEKİLLER DİZİNİ	X
1. GİRİŞ	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	7
3. MATERYAL VE METOD	15
3.1. Deneme dizaynı.....	15
3.2. Diyetlerin hazırlanması	16
3.3. Balıkların renk ölçümü.....	18
3.4. İstatistiksel analiz	18
4. BULGULAR.....	19
4.1.Yetiştiricilik parametreleri.....	19
4.1.1. Büyüme performansı	20
4.1.2. Yem değerlendirme	20
4.1.3. Yaşama oranı	21
4.2. Renklenme.....	21
5. TARTIŞMA	25
5.1.Yetiştiricilik parametreleri.....	25
5.2. Renklenme.....	27
6. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	29
KAYNAKLAR	31
ÖZGEÇMİŞ	39



ÇİZELGELER DİZİNİ

SAYFA

Çizelge 3.1. Diyetlerin formülasyonu ve kimyasal kompozisyonları	17
Çizelge 4.1. Farklı diyetlerle beslenen sarı prensesin yetiştiricilik parametreleri	19
Çizelge 4.2. Farklı diyetlerle beslenen sarı prenses balıklarının gözlemdönemleri yaşama oranları.	21
Çizelge 4.3. Farklı diyetlerle beslenen sarı prenses balıklarının gözlem dönemleri renk değerleri.....	23



ŞEKİLLER DİZİNİ

SAYFA

Şekil 4.1.Farklı diyetlerle beslenen sarı prenses balıklarının gözlem dönemlerindeki büyüme performansı	20
---	----





1. GİRİŞ

Dünyada akvaryum balıklarına olan ilgi ve talep giderek artmakta ve bu gelişmeye paralel olarak akvaryum balığı ticareti büyümektedir. Akvaryum balıkçılığı, fotoğrafçılıktan sonra dünyadaki ikinci büyük hobidir. Bunun yanı sıra, yan sektörleriyle birlikte küresel ölçekte 15-30 milyar USD ticaret hacmine sahip önemli bir sektördür (Penning ve ark., 2009; Hensen ve ark., 2010 ; Rhyne ve ark., 2012; Raghavan ve ark., 2013). Dünyada yıllık satılan akvaryum balığı miktarının 15 milyar adet olduğu sanılmaktadır (FAO, 2014). Singapur, Tayland, Malezya, Endonezya, Tayvan, Hindistan, Sri Lanka ve Çin gibi çoğu tropik bölgelerdeki ülkeler, İklim avantajı nedeniyle akvaryum balığı üretimi konusunda lider ülke konumunda olup, dünya akvaryum balığı ticaretinde önemli paya sahiptirler (Lee ve Newman, 1997; Paripatananont ve ark, 1999; Lovell, 2000; Gouveia ve ark, 2003). En fazla akvaryum balığı dışalımını yapan ülkeler, AB ülkeleri ile Amerika ve Japonya gibi gelişmiş ülkelerdir (FAO 2011). Gayri resmi verilere göre ülkemizde akvaryum balığı ithalatına yılda yaklaşık 10 milyon USD döviz harcandığı, yan sektörleriyle bu rakamın 15-20 milyon doları bulduğu, satışı yapılan akvaryum balığının 30-40 milyon adet/yıl olduğu tahmin edilmektedir. Yurdumuzun Akdeniz ve Ege bölgelerinin kıyıya yakın kesimlerinin subtropikal iklim özelliğinde oluşu, diğer taraftan coğrafik olarak en büyük akvaryum balığı pazarı olan Avrupa'ya yakın oluşumuz, akvaryum balıkları yetiştiriciliği için önemli bir potansiyel oluşturmaktadır.

Bu çalışmaya konu olan sarı prenses balığı (*Labidochromis caeruleus*) Cichlidae familyasına ait olup, akvaryum balıkları içerisinde sürümü fazla olan popüler türler arasındadır. Önceleri ithal edilen bu tür artık yurdumuzda başarılı bir şekilde üretilmektedir. Uygun yetiştiricilik koşullarında 6 ay gibi bir sürede yaklaşık 5-6 cm büyüklüğe ulaşabilmektedir. Doğada derinliği 50 m'ye kadar olan göllerde ve bu göllerin genellikle kayalık bölgelerinde yaşar. Rengi canlı sarıdır. Ötrifiye olmuş havuzlarda yetiştirildiğinde, canlı yemlerle beslendikleri için

renkleri daha canlı ve parlak olmaktadır. Yetiştiricilik periyodu boyunca su sıcaklığının 24-27°C, oksijen miktarının 6-8 mg/L, pH'nın ise nötr (7-8) değerleri arasında olması bu balık için uygun yetiştiricilik koşullarıdır.

Akvaryum balıkları yetiştiriciliği ülkemizde son yıllarda büyük gelişmeler göstermiştir. Ancak bu gelişmeler, bakım ve besleme sorunlarını da beraberinde getirmiştir. Entansif balık yetiştiriciliğinde karşılaşılan en önemli sorunlardan biri; doğal yem kaynaklarından yararlanılamadığı için balıklarda istenilen düzeyde renk oluşumunun sağlanamamasıdır. Akvaryum balıklarında ise renk kalitesi, tüketicinin seçiminde en önemli bir kriterlerden biri olduğundan, yeterli düzeyde renklenmemiş bireylerin pazar değeri önemli oranlarda düşmektedir. Balıklarda renklenme (pigmentasyon), alt deride bulunan ve özelleşmiş renk hücrelerinde (kromotofor) yerleşmiş pigmentler tarafından oluşturulur. Karotenoyit grubu pigmentler, izopren artıklarının birleşmesiyle oluşmuş lipit türevi terpen grubu maddelerdir. Karotenoyitlerin sarıdan kırmızıya kadar değişen renkleri vermelerinin nedeni, yapısındaki çifte bağdan kaynaklanmaktadır. Sarı prenesten türü özgü sarı renklenmeyi sağlayan bu grup pigmentlerdir. Balıklarda bilinen en önemli karotenoyit türleri; yükseltgenmemiş karotenoyitlerden (karotinler) astaksantin ve kantaksantin, yükseltgenmiş karotenoyitlerden (ksantofiller) zeaksantin ve lütein'dir. Karotenoyitleri sadece bitki ve protistlerin sentezleme yetenekleri vardır. Diğer hayvanlar gibi balıklar da bu pigmentleri sentezleyemezler. Balıklar gereksinim duydukları bu pigmentleri, yedikleri bitkilerden ve/veya dolaylı olarak hayvanlardan sağlarlar (Goodwin, 1984; Torrissen ve ark., 1989). Vücuda alınan karotenoyitler metabolize olduktan sonra çeşitli dokularda birikirler. Ancak dokularda biriken bu karotenoyitler, üreme zamanı dişilerde ovaryumlara geçerken erkeklerde deriye geçmektedir. Bu durumda balığın yapısındaki karotenoyit pigmentlerinin miktarında bir artış olmamakta, ancak pigmentlerin yerleri değişmektedir (Torrissen ve Nævdal, 1984). Ötrofik balık havuzlarında genelde baskın florayı *Chlorophyceae* ve *Cyanophyceae* üyeleri oluşturur. Ayrıca bu havuzlar kopepod ve klodoser gibi

zooplanktonik ve bentik organizmalar bakımından da zengindirler. Bu organizmalar önemli karotenoyit kaynakları olup, içerdikleri pigmentler sayesinde balıklarda sarıdan kırmızıya kadar değişen canlı ve parlak bir renklenme oluşturur (Hata ve Hata, 1973). Ancak sarı prensesin kapalı alanlarda yapılan yetiştiriciliğinde, yukarıda değindiğimiz bu doğal yem kaynaklarından yararlanılamadığı için balıklarda yeterli düzeyde renklenme oluşmamakta ve renkleri solgun olmaktadır. Bu nedenle balıklarda arzu edilen renklemenin sağlanabilmesi için, diyetlerine doğal veya sentetik karotenoyitlerin ilave edilmesi gerekmektedir. Piyasada kanatlı veya balıkların renklendirilmesi amacıyla çeşitli sentetik karotenoyit pigmentleri üretilmektedir. Roche firması tarafından sentetik renklendirici olarak piyasaya sürülen CAROPHYLL-red %10 kantaksantin, CAROPHYLL-pink %5 oranında astaksantin, CAROPHYLL yellow %10 apo-ester (β -apo-8'-carotenoic acid ethyl ester) içermektedir. Sentetik ürünlere karşı duyulan çekinceler nedeniyle, balıkların renklendirilmesinde *Spirulina* spp., *Phaffia rhodozyma*, *Dunaliella salina*, karides artıkları, krill yağı, kırmızı biber, yonca ve kadife çiçeği gibi karotenoyit içeren doğal yem kaynaklarının kullanılması son zamanlarda hız kazanmıştır. Bunun yanı sıra, sentetik karotenoyitlerin yeme getirmiş olduğu %15 civarındaki yüksek maliyet de (Buttle 2001) üreticileri doğal karotenoyit kaynaklarını kullanmaya yöneltmiştir.

Bu tez çalışmasında doğal karotenoyit kaynağı olarak kullanılacak olan kadife çiçeği (*Tagetes erecta*), yurdumuzda yetişen, ilkbahar başlangıcından sonbahar sonuna kadar çiçek açan, park ve bahçelerde bol bulunan, sarı ve turuncu renklerde olan bir peyzaj bitkisidir. Latin Amerika orjinli olup, eskiden beri işlenen ve halk arasında şifa verici olarak bilinen bir bitkidir. Bazı ülkelerde ilaç sanayinde, kümes hayvanlarının deri ve yumurtalarının renklendirilmesinde, ayrıca içerdiği yüksek yoğunluktaki karotenoyit pigmentlerinin antioksidant olması nedeniyle kanser ve cilt hastalıklarının tedavisinde kullanılmaktadır. Oldukça yoğun miktarda karotenoyit (1320-5700 mg/kg) içerir (Piccaglia ve ark., 1998). İçerdikleri karotenoyitlerin önemli kısmını ksantofiller oluşturur. Bu ksantofillerin

%80'nine yakını lüteindir (Sivel ve ark., 2014). Kadife çiçeğinin karotenoyit içerikleri ile ilgili yapılan bir analizde, 293-3170 mg/kg karotin, 2936-3170 mg/kg ksantofil saptandığı bildirilmiştir (Tokas ve ark., 2018). Önceleri kanatlı hayvanların yumurtalarının renklenmesinde kullanılan kadife çiçeği (Santos-Bocanegra ve ark., 2004) daha sonra japon balığı (Şeker, 2004), yeşil kaplan karidesi (Göçer ve ark., 2006) ve gökkuşağı alabalığında (Büyükçapar ve ark., 2007) kullanılabileceği gösterilmiştir. Sarı prensesin diyetlerine alg türlerinden *Sargassum baveanum*, *Gracilaria persica* ve *Entromorpha intestinali* (Pezeshk ve ark., 2018), hayvansal canlı yemlerden *Chironomus*, *Culex* ve *Artemia* (Maleknejad ve ark., 2014), kırmızı biber (Yılmaz ve Ergün, 2011) ve 17 α -Metiltestosteron hormon ilavesinin (Karlı ve ark., 2018) balığın deri pigmentasyonunu arttırdığını bildirilmiştir. Tavuk yumurtalarının renklendirilmesinde kullanılan ve ticari ismi Carophyll Yellow olan renklendirici (F. Hoffman La Roche & Co., Ltd., Basle, Switzerland), kısa adı "apo-ester" olan " β -apo-8'carotenoic acid ethyl ester" içermektedir. Bu pigment çeşidi, karotenoyitlerin bir alt gurubu olan ksantofiller sınıfındandır. Apo-ester'in başka bir balık türünde (japon balığı) etkin bir renklenme sağladığı Yanar ve ark. (2008) tarafından gösterilmiştir.

Karotenoyitlerin bazı balık türlerinde yaşama oranını ve büyüme performansını attırdığı ileri sürülmüştür (Torrissen, 1984; Storebakken ve ark., 1987; Coubert ve Storebakken, 1989; Boonyaratpalin ve Unprasert, 1989; Goswami, 1993; Liu ve ark., 2019). Bunun olası nedenleri; karotenoyitlerin A vitamini sentezinin öncüsü olması ve A vitamini gibi iş görmesi (Schiedt ve ark., 1985; Guillou ve ark., 1992; Christiasen ve ark., 1994; White ve ark., 2003), güçlü bir antioksidant olması (Bjerkeng ve Johnsen, 1995; Shimidzu ve ark., 1996; Nakano ve ark., 1999; Bell ve ark., 2000) ve dolayısıyla bağışıklık sistemini güçlendirici etkileri (Nakano ve ark., 1995; Amar ve ark., 2003) ile ilişkilendirilmiştir. Ancak karotenoyitlerin büyüme ve yaşama oranı üzerindeki etkileri henüz tartışmalı olup, daha fazla kanıt ve daha fazla tür üzerinde

alışılmasına gerek vardır. Sarı prenestte bu konu belirsizdir. Çalışmada, karotenoyit kaynaklarının balıklarda renklenmeye etkisinin yanı sıra, büyüme ve gelişme üzerindeki etkileri de araştırılarak, bu konuya bir açıklık getirilmesi planlanmıştır. Daha çok uygulamaya yönelik bir araştırma niteliğindeki bu çalışmayla kısaca; sarı prensesin kapalı alanlarda yapılan yetiştiriciliğinde karşılaşılan renklenme sorununun çözümüne bir katkı getirilmesi amaçlanmıştır. Bu balıkların renklenme sorunlarının çözülmesi durumunda, yerli balıkların, dışalım yapılan balıklarla rekabet şansı artacak ve yerli üretim yaygınlaşma olanağı bulabilecektir. Diğer taraftan ithal edilen sentetik karotenoyitler yerine, aynı işlevi görecek olan kendi doğal karotenoyit kaynaklarımızın kullanılması dışa bağımlılığı da azaltacaktır.

Bu tez çalışmasında, doğal bir karotenoyit kaynağı olan kadife çiçeğinin sarı prensesin renklenmesi üzerindeki etkileri, sentetik karotenoyitlerden "apo-ester" kullanılarak karşılaştırılmalı olarak test edilmiştir. Ayrıca bu karotenoyit kaynaklarının balığın büyüme performansı, yem değerlendirme ve yaşama oranı üzerindeki etkileri de belirlenmiştir.



2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Ersoy (1967), karotenoyitlerin izopren artıklarının birleşmesiyle oluşmuş lipit türevi olan terpen grubu maddeler olduğunu ve yağda eridiğini, bu nedenle aseton hegzan ve petrol eteri gibi çözücülerde çözüldüğünü ifade etmiştir. Karotenoyitlere sarıdan kırmızıya kadar değişen renkleri veren faktör, taşıdıkları çift bağdan kaynaklanmaktadır. Karotenoyitler, dokularda herhangi bir bozulma olmadıktan sonra stabilitelerini korurlar. Doku dışında ise stabiliteleri oldukça düşüktür. Özellikle yüksek sıcaklık, oksijen ve ışıpta yapıları çabuk bozulur. Bu bozulmalar, lipoksidaz enzimi tarafından gerçekleştirilir. Bazı ortamda ise bu enzim iş göremediği için, karotenoyitler stabilitelerini bu ortamda korurlar. Kimyasal yapılarına göre aşağıdaki gibi 5 gruba ayrılırlar:

1. *Alifatik Karotenoyitler*: En önemlileri domateste bulunan *likopin* ve köpek balığı karaciğerinde bulunan *squalen*'dir.
2. *Alkol Gruplu Alifatik Karotenoyitler*: Diğer gruptan farklı olarak alkol grubu içerir. En önemlileri, yeşil bitkilerde klorofile bağlı olarak bulunan *fitol*'dür
3. *Karboksil Gruplu Alifatik Karotenoyitler*: En önemlisi *Krosetin*'dir. Safranın renkli maddesidir.
4. *Hidroaromatik Halkalı Karotenoyitler*: Bunlara *karotin* de denmektedir. Balıklardaki astaksantin ve kantaksantin gibi pigmentler bu gruba girerler. Karbon zincirinin sonunda içerdikleri iyon halkaları formunda bulunabilmektedir.
5. *Alkol gruplu Hidroaromatik Karotenoyitler*: Balıklar için oldukça önemli pigmentleri içerirler. Kriptoksantin, zeaksantin ve lütein bu gruba girerler.

Hata ve Hata (1971), karotenoyit grubu pigmentlerin emilimleri, metabolik döngüleri ve dokulardaki birikimlerinin balık türüne göre farklılık gösterdiğini; ancak çoğunun dokularda dönüşüme uğrayarak astaksantin formunda biriktiğini belirtmiştir. Bu nedenle balıkları, astaksantini kullanmalarını temel alarak iki ana gruba ayırmıştır: Birinci gruptaki balıklar sadece astaksantin ve benzeri karotenoyitleri absorbe ederler ve bunları dokularında yine astaksantin olarak biriktirirler. Yani almış oldukları karotenoyitler önemli bir değişikliğe uğramadan olduğu gibi dokularda birikirler. Alabalıklar ve karidesler bu gruba tipik örnekler. İkinci gruptaki balıklar ise çeşitli karotenoyitleri absorbe ederler; ancak bunları metabolize ederek dokularında astaksantin formunda biriktirirler. Bu gruba kırmızı sazan (koi) ve japon balıkları tipik örnekler. Bu balıklar, zeaksantin ve astaksantin, kısmen de kantaksantin gibi karotenoyitleri absorbe etmekte ve bunları oksidasyona uğratarak dokularında astaksantin olarak biriktirmektedirler.

Hata ve Hata (1973), ötrofik balık havuzlarında genelde baskın florayı *Chlorophyceae* ve *Cyanophyceae* üyelerinin oluşturduğunu, bu havuzların ayrıca kopepod ve klodoser gibi zooplanktonik ve bentik organizmalar bakımından da zengin olduklarını ve bu organizmaların balıklar için önemli karotenoyit kaynakları olup, içerdikleri pigmentler sayesinde balıklarda sarıdan kırmızıya kadar değişen canlı ve parlak bir renklenme oluşturduklarını açıklamıştır. *Cyanophyceae* üyeleri, özellikle *Microcystis*, *Merismopedia*, *Aphanocapsa* ve *Lyngbya* cinsleri yüksek oranda astaksantin içerir. Bunlardan bazıları lütein ve zeaksantin de içerirler. Örneğin *Microcystis* spp., kuru maddede 300 ppm, *Merismopedia* spp. ise 500 ppm zeaksantin içermektedir. *Chlorophyceae* üyeleri ise, astaksantinle birlikte yoğun olarak lütein ve zeaksantin içerirler. *Scenedesmus* spp., kuru maddede 2500 ppm lütein, 500 ppm zeaksantin ve 520 ppm astaksantin, diğer türlerden; *Ankistrodesmus braunii* 1390, *Chlorella fusca* 660, *Chlorella zofimngiensis* 1420 ve *Haematococcus pluvialis* 1290 ppm astaksantin içermektedir.

Fennemana (1976), doğada yaklaşık 100 milyon ton' un üzerinde karotenoyit üretildiği, en fazla üretilen karotenoyit pigmentlerinin ise, alglerin ürettiği *fucoxanthin*' olduğunu öne sürmüştür. Doğada diğer yaygın bulunan karotenoyitler; lütein, violaxanthin, zeaxanthin ve caroten' dir. Domatesteki lycopene, kırmızı biberdeki capsantin ve annotadaki bixin karotenoyit grubu pigmentlerdir. Diğer taraftan, Gomez ve ark. (1978), kadife çiçeğindeki temel karotenoyitin lütein olduğunu, bunun ya serbest halde, ya da bir veya birden fazla doymuş yağ asitlerine bağlı bir şekilde bulunduğunu bildirmiştir.

Foss ve ark. (1984), çoğu balıklarda karotenoyitlerin dönüşüme uğrayarak sonuçta dokularda astaksantin olarak depolandığını bildirmiştir. Astaksantin ve kantaksantin balıkta gözle görülür renklenmesini sağlayabilmeleri için dokuda en az 0.36-0.55 mg/kg arası olması gerektiği ileri sürmüştür.

Goodwin (1984), karotenoyitleri sadece bitki ve protistlerin sentezleyebildiğini, diğer hayvanlar gibi balıkların da bu pigmentleri sentezleme yeteneklerinin olmadığını, balıkların gereksinim duydukları pigmentleri, yedikleri bitkilerden ve/veya dolaylı olarak hayvanlardan sağlamak zorunda olduklarını ifade etmiştir.

Torrissen ve Naevdal (1984), çoğu balıklarda özellikle erkeklerde üreme eylemine doğru pigmentasyonun arttığını, bunun da nedeninin çeşitli dokularda biriken karotenoyitlerin, dişilerde ovaryuma geçerken erkeklerde deriye geçmesiyle ilgili olduğunu, ancak gerçekte balığın yapısındaki karotenoyit miktarında bir artış olmadığını, sadece karotenoyitlerin organlardaki yerlerinin değiştiğini ileri sürmüştür.

Demirsoy (1988), balıklarda dört çeşit pigment grubu olduğunu, sarı rengi verenin flavin, kahverengi, gri ve siyah rengi verenin melanin, metalik ışıldayan ve gümüşü rengi verenin guanin, sarı ve kırmızı arası rengi verenin ise karotenoyit grubu pigmentler olduğunu dile getirmiştir. Diğer renkler ise bu pigmentlerin karışımından oluşmaktadır. Örneğin yeşil renklenme, siyah ve sarı pigmentlerin bir araya gelmesiyle oluşmaktadır. Balıklarda görülen renk değiştirme olaylarının,

pigmentlerin niteliği ile bir ilgisi yoktur. Sadece rengin tonunda bir değişme söz konusudur. Hücre veya dokudaki pigmentlerin yer değiştirmesi ile ilgilidir. Anlık renk değiştirme olaylarında rengin koyulaşması, pigmentlerin sitoplazmada dağılmasıyla, renk açılması ise, pigmentlerin hücre merkezinde toplanmasıyla gerçekleşmektedir. Bu işleyişin düzenlenmesi oldukça ayrıntılı olarak incelenmiş ve iki düzenleme sisteminin etkin olduğu bulunmuştur. Bunlardan biri sinirsel, diğeri ise hormonalıdır. Genel olarak adrenalin, pigmentlerin bir araya toplanmasını; intermedin ise dağılmasını sağlar. Sinirsel uyarı, pigmentlerin melanofor ve ksantaforlarda bir araya gelmesine, guanaforlarda ise yayılmasına neden olmaktadır. Anlık renk değiştirme olayları yukarıda değinildiği gibi fizyolojiktir. Balığın bulunduğu renk ortamı, korku, panik veya hastalık gibi durumlar balığın renk tonlarında değişimine neden olmaktadır.

Boonyaratpalin ve Unprasert (1989), kadife çiçeği katkılı diyetle beslenen Tilapia'da (*Oreochromis niloticus*) ağız ve yüzgeç dipleri ile operkulumda portakal kırmızısı renklenmenin oluştuğunu rapor etmiştir.

Segner ve ark. (1989), karotenoyitlerin *Oreochromis niloticus*'un karaciğer hücre yapısında ve glikojen depolanmasında pozitif etki yaptığını, bunun da nedeninin, karotenoyitlerin antioksidant özelliğine bağlı olarak balıkların metabolizmasına pozitif bir etki sağlamış olmasından kaynaklandığını ileri sürmüştür.

Torrissen (1989), karotenoyitlerin balık veya krustase gibi sucul canlılar tarafından kullanılmasında yapılarındaki çifte bağ ve hidroksil grubunun varlığı ve yerinin önemine işaret etmiştir. Alabalıklar ve karidesler, yapısında çifte bağ taşıyan 4-4' keto (oxo) yapısındaki karotenoyitleri kullanırlar. Bu yapıdaki karotenoyitler astaksantin ve kantaksantin'dir. Kantaksantin, astaksantinden farkı olarak bir hidroksil (OH) grubu içerir. Bu farktan dolayı alabalıklar ve karidesler, astaksantini kantaksantine göre daha fazla absorbe ederler. Japon balıkları ise 3-3' hidroksi yapısındaki karotenoyitleri kullanırlar. Bu yapıdaki karotenoyitler ise, lütein ve zeaksantin'dir. Bu karotenoyitler, alabalıkların tercih etmiş oldukları

astaksantin ve kantaksantin tersine, yapılarında çifte bağ bulundurmazlar ve onlardan farklı olarak iki hidroksil grubu içerirler.

Torrissen ve ark. (1989), karotenoyitlerin balığın türsel ve bireysel özelliklerine bağlı olarak dokularda oluşacağı bir doyum noktası olduğunu ve bunun birikim yaptığı dokuya göre değiştiğine işaret etmiştir. Örneğin astaksantin, *Salmo gairdneri* filetosunda doyum noktasının 10.2-13.7 mg/kg olduğunu rapor etmiştir. Görünebilir bir renklenme için ise karotenoyitlerin dokuda en az 1 mg/kg civarında olması gerekmektedir.

Hadden ve ark. (1999), yaptıkları çalışmada, kadife çiçeğinin %93 oranında kullanılabilir karotenoyit pigmentleri içerdiğini, bunun %5'nin zeaksantin, %88'inin lütein izomerleri ve lütein esterleri olduğunu not etmiştir.

Santos-Bocanegra ve ark (2004), sentetik karotenoyitlerden "apo-ester" ve doğal karotenoyitlerden kadife çiçeğinin tavuk yumurtası sarısında yoğun bir pigmentasyon sağladığını, ancak apo-ester'in daha etkili olduğunu bildirmiştir.

Yanar ve ark. (2008), japon balıklarının renklendirilmesinde sentetik karotenoyit kaynağı olarak apo-ester kullandıklarını ve bitkisel karotenoyit kaynağı olarak kullandıkları yoncaya göre daha iyi bir pigmentasyon sağladığını not etmişlerdir.

Yanar ve ark. (2010), sarı prensesin akvaryum ve fiberglas tanklarda yetiştirilmesinde, 80 günlük yetiştiricilik periyodu sonunda, balıkların camlardaki Lab değerlerinin (sırasıyla 39.50, 1.43 ve 20.79) fiberglas tanklardaki ile (40.45, 1.29 ve 20.91) benzer olduklarını bildirmişlerdir.

Yılmaz ve Ergün (2011), kırmızı biberin (*Capsicum annum*) kontrol gurubuna göre sarı prensesin deri pigmentasyonunu arttırırken, yaşama oranı, büyüme ve yem çevrim oranı üzerinde farklı bir etki yapmadığını rapor etmişlerdir. Kontrol gurubunda L, a ve b değerleri sırasıyla 65.82, -5.52 ve 24.70 iken, % 5 kırmızı biber katkılı yemle beslenen gruplarda 59.25, -1.41 ve 29.12 olarak ölçülmüş ve kırmızı biber kontrol gurubuna göre istatistiki bakımından kırmızı (a) ve sarı renklenme (a) üzerine daha etkili bulunmuştur.

Jha ve ark. (2012), kadife çiçeğinin *Barilius bendelisis* diyetinde % 0, 3, 5, 7 ve 10 dozlarını kullanarak istenilen renklenmeyi elde ettiklerini ifade etmişlerdir.

Alma ve ark. (2013), Japon balığının renklenmesi için 6 haftalık beslenme süresinde 200 ppm karotenoyit içeren kadife çiçeği dozunun yeterli olduğunu, bunun üzerindeki dozlarda balığın renklenmesi üzerinde farklı bir etki yaratmadığını, diğer yandan kadife çiçeği katkısının balığın yaşama oranı, büyüme performansı ve yem değerlendirme üzerinde bir etkisi olmadığını ileri sürmüşlerdir.

Maleknejad ve ark.(2014), sentetik astaksantin, canlı yemlerden *Chirinomus spp.*, *Culex spp.*, ve *Artemia spp.*'nin kontrol gurubuna göre sarı prenses balığının derisinde sarı renklenmeyi arttırdığını bildirmişlerdir. Kontrol gurubunda L, a ve b değerleri 81.88, 9.84 ve 35.37 iken, astaksantinle beslenenlerde bu değerler 74.73, 5.51 ve 52.17, Chinomus ile beslenenlerde 71.43, 4.27 ve 51.79, Culex ile beslenenlerde 73.64, 7.30 ve 60.92, Artemia ile beslenenlerde ise 73.72, 9.55 ve 46.22 olarak bulunmuştur.

Jagadeesh ve ark. (2014), 45 günlük beslemede yemde 60 ppm kadife çiçeğinin (oleoresin olarak) bir akvaryum balığı olan *Etroplus maculatus* (Cichlidae)'da renklenme için optimal doz olduğunu, diğer yandan kadife çiçeğinin balıkların ağırlık kazancında olumlu etki yaparken diğer yetiştiricilik parametreleri üzerinde farklı bir etki yapmadığını belirtmişlerdir.

Sivel ve ark. (2014), kadife çiçeğinin kuru maddede %0.1-0.2 oranında karotenoyit içerdiğini, bu karotenoyitlerin is %80'nin lütein olduğunu tespit etmişlerdir.

Jagadeesh ve ark. (2015), 45 günlük beslemede yemde 120 ppm kadife çiçeğini (oleoresin olarak) konkinyus diyetlerinde optimal doz olarak belirlediklerini, karotenoyit kontrol grubunda 2.28-2.71 ppm birikirken, kasta 3.35-3.92 ppm oranında biriktiğini, diğer yandan, kadife çiçeği katkısının balıkların yaşama oranını olumlu etkilediğini, ancak diğer yetiştiricilik parametreleri üzerinde farklı bir etki yapmadığını ileri sürmüşlerdir.

EFSA (2016), “ β -apo-8-ester”in, kümes hayvanlarının deri ve yumurtasının renklendirilmesinde güvenle kullanılan sentetik bir pigment olduğunu rapor etmişlerdir.

Pasarin ve Rovinaru (2018), sentetik olarak üretilen β -apo-8-ester’in doğal karotenoyitlere göre stabilizasyonunun daha yüksek olduğunu ifade etmiştir.

Langi ve ark. (2018), hayvan beslemede kullanılan başlıca temel karotenoyitlerin, astaksantin, β -karoten, β -apo-8'-karotenoik asit etil ester, lutein, zeaksantin, kantaksantin ve kapsantin olduğunu belirtmiştir.

Pezeshk ve ark. (2019), kahverenkli alglerden *Sargassum baveanum*, kırmızı alglerden *Gracilaria persica* ve yeşil alglerden *Entromorpha intestinal*' in sarı prenses balığında kontrol gurubuna göre deride daha yoğun bir renklenme, daha yüksek bir yaşama oranı ve büyüme, ve daha iyi bir yem çevirme oranı sağladığını bildirmişlerdir. En yoğun renklenme ise *E. intestinali* ile sağlanmıştır. Lab değerleri kontrol grubunda sırasıyla 120, 126 ve 138, iken; bu değerle *E. intestinali* katkılı yemle beslenenlerde 137, 132 ve 142 olarak gerçekleşmiştir.

Karslı ve ark. (2018), sarı prenesteste Lab değerlerini kontrol grubunda sırasıyla 69.27, 2.36 ve 33.43 bulurken, 17 α -Metilttestosteron içeren diyetlerin 20 mg/kg dozlarında 68.23, 3.81 ve 25.90, 40 mg/kg dozlarında 67.51, 3.76 ve 24.52, 60 mg/kg dozlarında ise 64.82, 4.23 ve 26.73 olarak bulmuşlardır. Diğer yandan 20 mg/kg 17 β -estradiol katkılı diyetlerle beslenen balıklarda bu değerler 69.08, 2.72 ve 27.65; 40 mg/kg dozlarda 71.64, 2.71, 35.56; 60 mg/kg dozlarda ise 71.27, 2.91 ve 28.06 olarak ölçülmüştür. Bu verilere göre, her iki hormon uygulamasının sarı prenses balığının derisinde renk parlaklığı (L) üzerine bir etkisi olmazken ($P>0.05$), 17 α -Metilttestosteron daha fazla bir kırmızı (a) ve sarı (b) renklenme sağlamış ($P<0.05$), ancak 17 β -Estradiol'un bu renkler üzerine bir etkisi olmamıştır ($P>0.05$).

Tokas ve ark. (2018), kadife çiçeğinin karotenoyitleri üzerinde yaptıkları analizde, 293-3170 mg/kg karotin ve 2936-3170 mg/kg ksantofil saptandıklarını belirlemişlerdir.

Abd El-Gawad ve ark. (2019), karotenoyitlerden kantaksantin ve likopen'in sarı levrekte (*Perce flavescens*) bağışıklık sistemi güçlendirdiğini, ancak balığın büyüme performansı üzerinde bir etkisi olmadığını belirtmiştir.

Liu ve ark. (2019), sarı kedi balığında (*Pelteobagrus fulvidraco*) yeme eklenen β -carotene'in balığın büyüme performansını arttırdığını, aynı zamanda balığın yüksek sıcaklığa ve bir hastalık etkenine (*Proteus mirabilis*) karşı direncini geliştirdiğini, ancak yem çevrim oranını düşürdüğünü ileri sürmüştür.

Yeşilayder ve ark. (2020), sarı prenses balıklarını 3 ay boyunca 150 mg/kg karotenoyit içeren kadife çiçeği katkılı diyetlerle beslemeleri sonucunda, deneme sonunda Lab değerlerini kontrol grubunda sırasıyla 53.52, -0.40 ve 13.12; kadife çiçeği ile beslenenlerde ise 55.43, -4.03 ve 25.31 olarak tespit etmişlerdir. Sonuçta, kadife çiçeği katkısı parlaklık (L) ve kırmızı renklenme (a) üzerinde bir farklılık yaratmazken, sarı renklenme (b) üzerinde önemli bir etki yaratmıştır. Kadife çiçeğinin katkısının balığın yetiştiricilik parametreleri üzerinde ise bir etkisi olmamıştır.

3. MATERYAL VE METOD

3.1. Deneme dizaynı

Bu proje, Çukurova Üniversitesi Hayvan Deneyleri Yerel Etik Kurulunun 12.11.2020 tarihli 8 no'lu toplantısında araştırma etiği yönünden değerlendirilerek onaylanmış olup, deneyler Avrupa konseyinin deneylerde veya diğer bilimsel amaçlarda kullanılan hayvanların korunmasına yönelik 86/609/EEC sayılı kararına göre gerçekleştirilmiştir.

Deneme, Çukurova Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesine ait Dr. Nazmi TEKELİOĞLU Tatlı Su Ürünleri Üretim ve Araştırma İstasyonunda yürütülmüştür. Denemede ortalama ağırlığı 3.04 ± 0.23 g olan sarı prenses balıkları (*Labidochromis aeruleus*) kullanılmış ve yetiştiricilik kapalı bir alanda gerçekleştirilmiştir. Balıklar yerel akvaryumculardan temin edilmiş ve 3 hafta karantinede tutulduktan sonra deney koşullarına aklimasyonları sağlanmıştır. Bu süre zarfında balıklar bazal diyet (kontrol yemi) ile beslenmişlerdir. Balıkların büyüklük bakımından homojenliği sağlamak için, popülasyonda ortalamadan sapma gösteren bireyler deneme dışı bırakılmıştır. Balıklar 110 L'lik akvaryumlara 15'er adet stoklanmış ve 3 diyet grubu hazırlanmış ve deneme 3 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Dolayısıyla denemede 9 adet akvaryum kullanılmıştır. Deneme süresi 60 gün tutulmuş ve bu süre içinde balıklar serbest yemleme yöntemiyle beslenmişlerdir. 20 günde bir balıkların renk, boy ve ağırlık ölçümleri yapılmıştır. Ölçümler esnasında balıklar 0.25 mL/L 2-fenoksietanol ile anestezi edilmiştir. Deney boyunca akvaryumlar merkezi bir hava motoruyla sürekli havalandırılmıştır. Akvaryumların suları günde %70-80 oranında değiştirilmiş ve yenmeyen yem artıkları ve dışkılar sifonlanarak ortamdan uzaklaştırılmıştır. Balıklar günlük kontrol edilerek mevcut ölümler kaydedilmiştir. Suların amonyum ($\text{NH}_4^+\text{-N}$), nitrit ($\text{NO}_2^-\text{-N}$) ve nitrat ($\text{NO}_3^-\text{-N}$) içerikleri haftada bir kez spektrofotometrik (Spectroquant® NOVA 60 Merck) olarak, sertlik (CaCO_3) ise titrimetrik (APHA, 1998) olarak ölçülmüştür. Tüm akvaryumlara 12 saat aydınlık 12 saat karanlık ışık periyodu

uygulanmıştır. Sıcaklık, oksijen (Oxyguard Handy Polaris) ve pH (Testo 206 ile) her gün ölçülmüştür. Yetiştiricilik süresince su sıcaklığı 25-26°C, pH 7.7-7.8, oksijen 6.5-7.5, amonyum <0.075, nitrit <0.042, <nitrat <20 ve sertlik (CaCO₃ olarak) 285 mg/L olarak belirlenmiş olup, yetiştiricilik açısından kabul edilebilir sınırlar içindedir.

Büyüme parametresi olarak balıkların dönem itibarıyla ulaştıkları canlı ağırlık ve bu verilerden üretilen yüzde canlı ağırlık kazancı ve spesifik büyüme esas alınmıştır. Büyüme ve yem değerlendirmede kullanılan formüller aşağıda açıklanmıştır.

Spesifik büyüme = $100 \times \frac{\ln(\text{Son canlı ağırlık(g)}) - \ln(\text{Başlangıç canlı ağırlık(g)})}{\text{zaman (gün)}}$

Yem değerlendirme = $\frac{\text{Tüketilen yem miktarı}}{\text{canlı ağırlık kazancı}}$

3.2. Diyetlerin hazırlanması

Eşit protein ve eşit enerji içeriğine sahip 3 farklı diyet hazırlanmıştır:

1. Bazal diyet veya kontrol grubu (karotenoyit katkısı olmayan)
2. %4 kadife çiçeği içeren diyet (100 mg total karotenoyit/kg yem)
3. %1 Carophyll Yellow (100 mg sentetik apo-ester / kg yem)

Yem içerikleri önce değirmende öğütülüp un haline getirildi. Daha sonra karışımın içine su konularak hamur kıvamına getirildi. Hamur kıvamına getirilen karışım iyice karıştırılıp homojenize edildikten sonra 1.5 mm göz açıklığına sahip el tipi yem makinasından geçirilerek spagetti haline getirildi ve arkasından 1.5 mm uzunluklarda kesilerek pelet formuna dönüştürüldü. Peletler daha sonra plastik poşetlere konularak kullanılabilecek kadar bir derin dondurucuda -20°C'de saklandı. %10 apo-ester (β -apo-8'-carotenoic acid ethyl ester) içeren ve ticari ismi Carophyll Yellow (F. Hoffman La Roche & Co., Ltd., Basle, İsviçre) olan sentetik renklendirici, 60°C suda çözüldükten sonra yemin içine ilave edilmiştir. Kadife

çiçeği fırında 50°C sıcaklıkta 2-3 gün kurutulup un haline getirildikten sonra yeme ilave edilmiştir.

Çizelge 3.1. Diyetlerin formülasyonu ve kimyasal kompozisyonları

Besin bileşenleri	Diyet grupları		
	Bazal diyet	%4 Kadife çiçeği	100 mg/kg Apo-ester
Balık unu	350	349	350
Soya unu	350	355	350
Mısır unu	224	180	223
Ayçiçeği yağı	20	20	20
Balık yağı	20	20	20
di-kalsiyum fosfat(DCP)	5	5	5
Limostane (kalker)	5	5	5
Kavilamicine ^{R,a}	2	2	2
Tuz	5	5	5
Methionine	2	2	2
Lysine	2	2	2
Vitamin+mineral premix ^b	15	15	15
Kadife çiçeği	0	40	0
CARPHYLL Yellov ^R	0	0	1
Total	1000	1000	1000
Kimyasal kompozisyon			
Kuru madde (%)	82.46	82.32	82.46
Ham protein (%)	42.02	42.04	42.02
Ham yağ (%)	9.10	9.06	9.10
Ham selüloz (%)	4.067	3.984	4.067
Gross enerji (kJ/g DW)	18.74	18.71	18.74
Total karotenoyit (mg/kg)	0	100	100

^a Kavilamicine ® (10.000 mg/kg avilamycin içerir).

^b 1 kg yemde: etinol 6.000 IU.,vit D3 1.500 IU., α-tocoferol 50 IU., ascorbic acid 70mg, thiamin 10mg, riboflavin 15mg, pantotenoicacid 10mg, pyridoxine 5mg, B₁₂ 0.02mg, K 7mg, niacin 100mg, biotin 0.25mg, folicacid 2mg, inositol 100mg, choline 1mg, Zn 30mg, Mn 25mg, Mg 25mg, Fe 2mg, I 0.7mg, Cu 1mg and Co 0.2mg

Deneme grubu diyetlerin formülasyonu ve besin kompozisyonları Çizelge 3.1’de ayrıntılı olarak gösterilmiştir. Kadife çiçeğinin total karotenoyit analizi spektrofometrik olarak belirlenmiştir. Total karotenoyit analizinde Torrissen ve Naevdal (1984)’ın yöntemi takip edilmiştir. Çözücü olarak aseton kullanılmıştır. Çözeltilerin ekstınşın katsayısı (extinction coefficient, $E_{1\%, 1cm}$) 450 nm de 2500 alınmıştır (Schidet ve Liaaen-Jensen, 1995). Kadife çiçeğinin total karotenoyit içeriğı kuru maddede 2.500 mg/kg olarak belirlemiş ve diyetlerde katılmasında bu miktar esas alınmıştır.

3.3. Balıkların renk ölçümü

Deri rengi, kolorimetrik yöntemle bir yansıtma spektroskopisi kullanılarak (HunterLab 2,3), L (parlaklık), a (kırmızılık) ve b (sarılık) tristimulus değerleri baz alınıp, bunların renk parametrelerine dönüştürülmesi ile ölçülmüştür. Renk ölçümlerinde balıkların kuyruk kaide kısmından baş bölgesine kadar olan her iki yanal taraf kullanıldı ve bunların ortalamaları alındı.

3.4. İstatistiksel analiz

Yetiştiriciliğın her 20 günündeki gözlem dönemlerinde elde edilen balıkların ağırlık verileri ve HunerLab renk ölçüm değerleri tek yönlü varyans analizi (one-way ANOVA) ile test edilmiş ve gruplar arasında fark var ise, bunlar “Duncan çoklu karşılaştırma testi”nde %5 önem seviyesine göre değerlendirilmiştir. Söz konusu istatistiksel analizler SPSS paket programında (versiyon 20.0) yapılmıştır. Veriler ortalama $\pm$ standart hata olarak ifade edilmiştir.

4. BULGULAR

Deneme süresince su kalite parametreleri balık için optimal değerlerde seyretmiş olup, denemeyi aksatacak her hangi bir balık hastalığı veya önemli sayılabilecek ölüm gözlenmemiştir. Balıklar hazırlanan diyetleri oldukça iyi tölere etmiş ve iştahla tüketmişlerdir.

4.1.Yetiştiricilik parametreleri

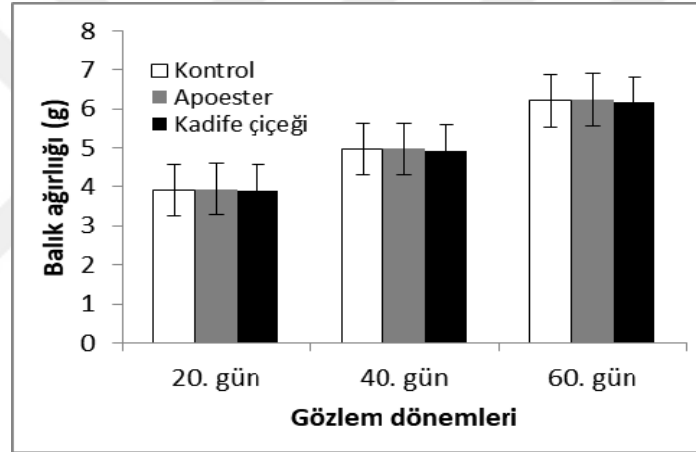
Başlangıç ağırlığı 3.04 g olan sarı prenses balıkları, 60 günlük deneme süresi sonunda %102-105 canlı ağırlık kazancı ve 1.15-1.16 spesifik büyüme oranı ile 6.17-6.24 g ağırlığa ulaşmışlardır. Tüm gözlem dönemlerinde son ağırlık, yüzde canlı ağırlık kazancı ve spesifik büyüme oranı bakımından yapılan istatistiki karşılaştırmalarda, diyet grupları arasında fark çıkmamıştır ($P>0.05$). Keza, yem çevrim oranı ve yaşama oranında da benzer sonuçlar alınmıştır ($P>0.05$). Dolayısıyla, sarı prenses diyetine kadife çiçeği veya apo-ester ilave edilmesinin balığın yetiştiricilik parametreleri üzerinde her hangi bir etkisi olmamıştır (Çizelge 4.1)

Çizelge 4.1. Farklı diyetlerle beslenen sarı prensesin yetiştiricilik parametreleri

Yetiştiricilik parametreleri	Deneme grupları		
	kontrol	%4 kadife çiçeği	100 mg/kg apo-ester
Başlangıç ağırlık (g)	3.04 ± 0.06	3.04 ± 0.06	3.04 ± 0.06
Son ağırlık (g)	6.21 ± 0.33	6.17 ± 0.30	6.24 ± 0.21
Canlı ağırlık kazancı (%)	104.05±11.64	102.80 ± 10.49	105.04 ± 10.09
Spesifik büyüme	1.15 ± 0.09	1.15 ± 0.09	1.16 ± 0.08
Yem çevrim oranı	1.53 ± 0.18	1.55 ± 0.20	1.53 ± 0.21
Yaşama oranı (%)	99.26 ± 0.74	99.26 ± 0.74	98.52 ± 0.74

4.1.1. Büyüme performansı

Başlangıç ağırlığı 3.04 g olan sarı prenses balıkları, denemenin 20. gününde 3.91-3.94 g, 40. gününde 4.93-4.98 g ve 60. gününde 6.17-6.24 g ağırlığa ulaşmışlardır (Şekil 4.1). Ancak tüm gözlem dönemlerinde yapılan istatistiki karşılaştırmalarda, deneme grupları ulaştıkları canlı ağırlık bakımından benzer bulunmuşlardır ($P>0.05$). Diğer büyüme parametreleri açısından yapılan istatistiki karşılaştırmalarda da benzer sonuçlar alınmıştır ($P>0.05$). Dolayısıyla sarı prenses diyetlerine kadife çiçeği veya apo-ester ilave edilmesinin balığın büyümesi performansı üzerinde her hangi bir etkisi olmamıştır.



Şekil 4.1. Farklı diyetlerle beslenen sarı prenses balıklarının gözlem dönemlerindeki büyüme performansı

4.1.2. Yem değerlendirme

Balıkların yem çevrim oranı deneme grupları arasında denemenin 20. gününde 1.46-1.47, 40. gününde 1.48-1.50 ve 60. gününde 1.53-1.55 aralığında hesaplanmıştır. Bu verilere göre yapılan istatistiki değerlendirmede, deneme grupları tüm gözlem dönemlerinde yem çevrim oranı bakımından benzer bulunmuştur ($P>0.05$). Dolayısıyla sarı prenses balığının diyetlerine apo-ester veya

kadife çiçeği katkısının balıkların yem değerlendirmesi üzerinde her hangi bir etkisi olmamıştır.

4.1.3. Yaşama oranı

Denemenin 20. gününde apo-ester ile beslenen balıklarda 1 adet, 40. günde kontrol grubunda bir adet ve 60. günde apo-ester ve kadife çiçeği ile beslenenlerde 1'er adet olmak üzere toplamda 4 adet balık ölmüştür. Deneme sonu itibariyle balıklarda yaşama oranı, kümülatif olarak kontrol ve kadife çiçeği ile beslenenlerde %99.26, apo-ester ile beslenenlerde ise %98.52 olarak gerçekleşmiş olup, gruplar istatistiki açıdan benzer bulunmuştur ($P>0.05$). Dolayısıyla yeme apo-ester veya kadife çiçeği katkısının sarı prenses balığının yaşama oranı üzerine herhangi bir etkisi olmamıştır (Çizelge 4.2).

Çizelge 4.2. Farklı diyetlerle beslenen sarı prenses balıklarının gözlem dönemleri yaşama oranları.

	Gözlem dönemlerinde yaşama oranları (%)		
Deneme grupları	20 gün	40. gün	60. gün
Kontrol	100.00 $\pm$ 0.00	99.26 $\pm$ 0.74	99.26 $\pm$ 0.74
Kadife çiçeği	100.00 $\pm$ 0.74	100.00 $\pm$ 0.74	99.26 $\pm$ 0.74
Apo-ester	99.26 $\pm$ 0.74	99.26 $\pm$ 0.74	98.52 $\pm$ 0.74

4.2. Renklenme

Deneme başlangıcında balıkların L (parlaklık) değeri 60.04 iken, bu değerler gruplar arasında 20. günde 57.96-60.11, 40 günde 57.63-58.14 ve 60. günde 55.94-58.02 arasında değişmiştir. Bu değerlere göre gruplar tüm gözlem dönemlerinde istatistiki açıdan benzer bulunmuştur ($P>0.05$). Dolayısıyla yeme apo-ester veya kadife çiçeği katkısı balıkların parlaklığı üzerinde bir etki yaratmamıştır. Deneme başlangıcında balıkların a (kırmızı renk) değeri 3.41 iken, bu değerler gruplar arasında 20.günde 3.38-3.42, 40. günde 3.32-3.44 ve 60. günde

3.14-3.35 arasında değişmiştir. Ancak bu değerlere göre gruplar tüm gözlem dönemlerinde istatistiki açıdan benzer bulunmuştur ($P>0.05$). Dolayısıyla yeme apo-ester veya kadife çiçeği katkısı balıklarda kırmızı renklenme üzerinde bir etkisi olmamıştır. Diğer yandan, balıkların deneme başlangıcında b (sarı renk) değeri 26.13 iken, 20. günde kontrol grubunda 26.37, kadife çiçeği ve apoester ile beslenenlerde sırasıyla 30.28 ve 32.43 olarak ölçülmüştür. Bu değerlere göre, bu gözlem döneminde apo-ester, kontrol grubundan daha iyi bir sarı renklenme gösterirken ($P<0.05$), apoester ve kadife çiçeği ile beslenen gruplar benzer bulunmuştur ($P>0.05$). Denemenin 40. gününde kontrol grubunda 25.81 olarak ölçülen b değeri, kadife çiçeği ve apo-ester ile beslenenlerde sırasıyla 33.88 ve 36.52 olarak; denemenin 60 gününde ise kontrol grubunda 25.47 olarak ölçülen b değeri, kadife çiçeği ve apoester ile beslenenlerde sırasıyla 35.91 ve 37.67 olarak ölçülmüştür. Bu değerlere göre, denemenin 40. ve 60. gününde kadife çiçeği ve apo-ester ile beslenen balıklar, kontrol grubuna göre daha yoğun bir sarı renklenme gösterirken ($P<0.05$), kadife çiçeği ve apo-ester ile beslenen gruplar benzer bulunmuştur ($P<0.05$)(Çizelge 4.3.). Dolayısıyla sarı prenses balığının diyetine kadife çiçeği veya apo-ester ilavesinin sarı prensesin karakteristik rengi olan sarı renklenme üzerinde önemli bir etkisi olmuştur. Diğer yandan, tüm gözlem dönemlerinde apo-ester görece kadife çiçeğine göre daha yoğun bir sarı renklenme sağlamış olsa da, bu fark istatistiki açıdan önemsiz bulunmuştur ($P>0.05$).

4. BULGULAR

Damla TERZİ

Çizelge 4.3. Farklı diyetlerle beslenen sarı prenses balıklarının gözlem dönemleri renk değerleri

Deneme grupları	Balıkların gözlem dönemlerinde renk değerleri		
	L	a	b
0. gün			
Kontrol	60.04 ± 1.88	3.41 ± 0.30	26.13 ± 1.33
Kadife çiçeği	60.04 ± 1.88	3.41 ± 0.30	26.13 ± 1.33
Apo-ester	60.04 ± 1.88	3.41 ± 0.30	26.13 ± 1.33
20. gün			
Kontrol	60.11 ± 2.15	3.42 ± 0.33	26.37 ^{b*} ± 1.69
Kadife çiçeği	57.96 ± 2.03	3.39 ± 0.33	30.28 ^{ab} ± 1.80
Apo-ester	59.45 ± 2.09	3.38 ± 0.30	32.43 ^a ± 1.85
40. gün			
Kontrol	58.14 ± 2.48	3.44 ± 0.35	25.81 ^b ± 2.04
Kadife çiçeği	57.81 ± 2.13	3.35 ± 0.35	33.88 ^a ± 2.34
Apo-ester	57.63 ± 2.09	3.33 ± 0.31	36.52 ^a ± 2.18
60. gün			
Kontrol	58.02 ± 2.67	3.35 ± 0.41	25.47 ^b ± 2.30
Kadife çiçeği	56.57 ± 2.73	3.18 ± 0.41	35.91 ^a ± 2.65
Apo-ester	55.94 ± 2.91	3.14 ± 0.36	37.67 ^a ± 2.23

*Her sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiki olarak birbirlerinden farklıdır.



5. TARTIŞMA

5.1.Yetiştiricilik parametreleri

Balıklar 60 gün yetiştiricilik süresinde 3.04 g'dan 6.17-6.21 g ağırlığa ulaşarak %102-105 canlı ağırlık kazancı ve 1.15-1.16 spesifik büyüme oranı iyi bir büyüme performansı göstermişlerdir. Gerek spesifik büyüme, gerek canlı ağırlık kazancı bakımından tüm gözlem dönemlerinde diyet grupları arasında anlamlı bir fark çıkmamıştır. Keza, yem çevrim oranı ve yaşama oranında da benzer sonuçlar alınmıştır. Dolayısıyla, sarı prenses balığı diyetine kadife çiçeği veya apo-ester ilave edilmesinin balığın yetiştiricilik parametreleri üzerinde her hangi bir etkisi olmamıştır. Karotenoyitlerin balığın büyüme ve yaşama oranı üzerindeki rolü tartışmalıdır. Atlantik salmonunun yavru ve juvenillerinde sentetik astaksantin ve kantaksantin büyümeyi ve yaşama oranını arttırmıştır (Torrissen, 1984; Christiansen ve ark., 1994; Christiansen ve Torrissen, 1996). Sarı kedi balığında (*Pelteobagrus fulvidraco*) yeme eklenen β -karoten'in balığın büyüme performansını, yüksek sıcaklığa ve bir hastalık etkenine (*Proteus mirabilis*) karşı direncini arttırdığı, ancak yem çevrim oranını düşürdüğü bildirilmiştir (Liu ve ark., 2019). Karotenoyitlerin büyüme üzerindeki olumlu etkileri, kırmızı tilapia (*Oreochromis niloticus*) (Boonyaratpalin ve Unprasert, 1989) ve kuruma karidesinden de (*Penaeus japonicus*) alınmıştır (Chien ve Jeng, 1992). Yine benzer şekilde, hint sazanı diyetine karoten ve kantaksantin katkısı, daha iyi bir büyüme ve daha yüksek bir yaşama oranıyla sonuçlanmıştır (Goswami, 1993). Christiansen ve ark. (1994), 135 günlük besleme çalışması sonucunda, astaksantin A vitamini ile birlikte kullanılmasının, Atlantik salmonunda büyüme ve hayatta kalmayı desteklediği ileri sürmüştür. Diğer yandan, Negre-Sandargues ve ark. (1993) astaksantin ve kantaksantin katkılı diyetlerin *Penaeus japonicus*'da daha yüksek bir yaşama oranı sağladığını, ancak büyüme performansı üzerinde bir etkisi olmadığını bildirmişlerdir. Abd El-Gawad ve ark., (2019), kantaksantin ve likopenin sarı levrekte (*Perce flavescens*) bağışıklık sistemini güçlendirdiğini,

ancak balığın büyüme performansı üzerinde bir etkisi olmadığını rapor etmişlerdir. Karotenoyitlerin balığın yetiştiricilik parametreleri üzerindeki etkileri kadife çiçeği özelinde tartışılırsa; literatürlerdeki bulgular, daha çok büyüme üzerinde bir etkisinin olmadığı yönündedir. Alma ve ark. (2013), Japon balığı diyetlerine kadife çiçeği katkısının balığın yaşama oranı, büyüme performansı ve yem değerlendirmeye bir etkisi olmadığını ileri sürmüşlerdir. Jagadeesh ve ark. (2014), bir akvaryum balığı olan *Etroplus maculatus* (Cichlidae) diyetinde kadife çiçeği katkısının balığın ağırlık kazancında olumlu etki yaparken diğer yetiştiricilik parametrelerini etkilemediğini belirtmişlerdir. Yine aynı araştırmacılar başka bir çalışmada (Jagadeesh ve ark., 2015), bir akvaryum balığı olan konkinys diyetine ilave edilen kadife çiçeğinin balıkların yaşama oranını olumlu etkilediğini, ancak diğer yetiştiricilik parametreleri üzerinde farklı bir etki yapmadığını rapor etmişlerdir. Pezeshk ve ark. (2019) ise sarı prenses balığının diyetine ilave edilen kahve renkli alglerden *Sargassum baveanum*, kırmızı alglerden *Gracilaria persica* ve yeşil alglerden *Entromorpha intestinal*'in kontrol gurubuna göre daha yüksek bir büyüme ve yaşama oranı ile daha iyi bir yem çevirme oranı elde ettiklerini bildirmişlerdir. Ancak yukarıda anılan bu çalışmada karotenoyitlerin balığın yetiştiricilik parametreleri üzerindeki olumlu etkileri tartışmalıdır. Zira bu etki, algin karotenoyit içeriğinden veya bünyesindeki diğer bileşiklerden de kaynaklanmış olabilir. Yeşilayder ve ark. (2020) ise, sarı prenses diyetine kadife çiçeği katkısının balığın yetiştiricilik parametreleri üzerine bir etkisi olmadığını rapor etmiştir. Diğer yandan, apo-ester'in, Japon balığı diyetinde kullanıldığında, balığın yetiştiricilik parametreleri üzerinde bir etkisi olmadığı bildirilmiştir. (Yanar ve ark., 2008). Özet olarak, karotenoyitlerin balıklarda yetiştiricilik parametreleri üzerindeki etkileri konusunda farklı sonuçlar vardır. Tarafımızdan yapılan çalışmada ise, karotenoyit kaynaklarının balığın yetiştiricilik parametreleri üzerinde bir etkisinin olmadığı ortaya çıkmıştır.

5.2. Renklenme

Balıkların L değeri deneme başında 60.04 iken, bu değer deneme sonunda diyet gruplar arasında 55.94-58.02; deneme başında 3.41 olan a değeri ise deneme sonunda 3.14-3.35 arasında değişmiş olup, bu değerler bakımından gruplar benzer bulunmuştur. Diğer yandan, deneme başında 26.13 olan b değeri deneme sonunda kontrol grubunda 25.47 iken, kadife çiçeği ve apo-ester ile beslenenlerde sırasıyla 35.91 ve 37.67 olarak gerçekleşmiştir. Her iki karotenoyit katkılı diyet grubu, kontrol grubundan daha iyi bir sarı renklenme göstermiş, ancak bu iki grup benzer çıkmıştır. Dolayısıyla sarı prenses balığının diyetine 100 mg/kg total karotenoyide eş değer %4 kadife çiçeği veya 100 mg/kg apo ester katkısı, balığın parlaklık ve kırmızı renklenmesi üzerinde bir etki göstermezken, bu iki karotenoyit kaynağı balığın karakteristik rengi olan sarı renklenme üzerinde oldukça etkili olmuştur.

Diğer sentetik karotenoyitlerde olduğu gibi, apo-esterin doğal karotenoyitlere göre stabilizasyonunun daha yüksek olmasından dolayı (Pasarin ve Rovinaru, 2018), tavuk yumurtasının renklendirilmesinde, kadife çiçeğine göre nispeten daha etkili olduğu rapor edilmiştir (Santos-Bocanegra ve ark., 2004). Benzer şekilde apo-esterin japon balığında başka bir doğal karotenoyit kaynağı olan yoncaya göre nispeten daha iyi bir renklenme sağladığı bildirilmiştir (Yanar ve ark., 2008). Ancak çalışmamızda apo-ester kadife çiçeğine karşı sayısal olarak daha yüksek bir renklenme sağlasa da, istatistiksel açıdan bu fark önemsiz bulunmuştur

Çizelge 4.3. incelendiğinde, kadife çiçeği ve apo ester ile beslenen balıklarda sarı renklenmenin 20. ve 40. gözlem dönemlerinde yoğun bir artış gösterdiği, ancak 60.gözlem döneminde bu artış hızının görece azaldığı dikkat çekmektedir. Bu trend, özellikle apo-ester ile beslenen grupta daha belirgindir. Bunun nedeninin; karotenoyitlerin dokularda yapacağı birikiminin sınırlı olduğu, belli bir miktardan sonra zamana bağlı olarak doyum noktasına ulaştığı ve bundan sonra dışardan bir karotenoyit girişi olsa da, dokularda artık birikemeyeceği düşünülmektedir. Özet olarak, sarı prenesteye yoğun bir sarı renklenme elde etmek

için balığın apo-ester (100 mg/kg) veya kadife çiçeği (%4) katkılı diyet ile 60 gün beslenmesi yeterli gözükmemektedir.

Önceleri kanatlı hayvanların yumurtalarının renklenmesinde kullanılan kadife çiçeği (Santos-Bocanegra ve ark., 2004) daha sonra çalışmamızda kullanılan balık türünden farklı olarak, Tilapia, *Oreochromis niloticus* (Boonyaratpalin ve Unprasert (1989), japon balığı (Şeker, 2004; Alma ve ark., 2013), yeşil kaplan karidesi (Göçer ve ark., 2006), gökkuşağı alabalığı (Büyükçapar ve ark., 2007), *Barilius bendelisis* (Jha ve ark., 2012), *Etroplus maculatus* (Jagadeesh ve ark. (2014) ve *Pethia conchoni* (Jagadeesh ve ark., 2015) diyetlerinde başarıyla kullanılmıştır. Sarı prenses balığının diyetinde ise alg türlerinden *Sargassum baveanum*, *Gracilaria persica* ve *Entromorpha intestinali* (Pezeshk ve ark., 2019), hayvansal canlı yemlerden *Chironomus spp.*, *Culex spp.*, *Artemia spp.* (Maleknejad ve ark., 2014) ve kırmızı biber (Yılmaz ve Ergün, 2011) kullanılarak istenen düzeyde pigmentasyon sağlanmış olup, Lab değerleri sırasıyla 59.25-73.72, -4.41-9.55 ve 29.12-60.92 aralığında bulunmuştur. Diğer yandan, çalışmamızdaki Lab değerleri (56.94, 3.14 ve 37.67), Yeşilayder ve ark. (2020) tarafından benzer materyallerin kullanıldığı çalışma ile karşılaştırılırsa (55.43, -4.03 ve 25.31) L değeri yakın, a ve b değeri ise daha yüksek görünmektedir.

Sonuç olarak, apo-ester ve kadife çiçeği sarı prenses balığının renklendirilmesinde benzer etkilere sahip olup, her ikisi de bu amaçla başarılı bir şekilde kullanılabilir. Ancak maliyet ve sentetik ürünlere karşı duyulan çekincelerin ağır bastığı durumlarda, kadife çiçeği pigmentasyonda sentetik apo-estere karşı güçlü bir seçenektir.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Sentetik apo-ester ve kadife çiçeği katkılı diyetlerin sarı prenses balığının deri renklenmesi ve yetiştiricilik parametreleri üzerindeki etkilerinin belirlendiği bu tez çalışmasında ulaşılan önemli sonuçlar, çıkarım ve öneriler aşağıda maddeler halinde özetlenmiştir:

- Sarı prenses balıkları kadife çiçeği ve apo-ester katkılı diyetleri, kontrol grubuyla benzer bir şekilde iştahla tüketmişlerdir.
- 100 mg/kg total karotenoyit miktarına denk gelen %4 kadife çiçeği, 100 mg/kg sentetik apo-ester ve karotenoyit içermeyen diyetlerle beslenen 3.04 g ağırlığındaki sarı prenses balıkları, 60 gün süren yetiştiricilik periyodu sonunda, %102-105 canlı ağırlık kazancı, 1.15-1.16 spesifik büyüme oranı, 1.53-1.55 yem çevrim oranı ve %98-99 yaşama oranı ile 6.17-6.24 g ağırlığa ulaşmışlardır. Ancak yeme ilave edilen karotenoyit kaynaklarının balığının canlı ağırlık kazancı, spesifik büyüme, final ağırlık, yem çevrim oranı ve hayatta kalma oranı üzerinde bir etkisi olmamıştır.
- Balıkların deneme başında deri parlaklığı değeri (L) 60.04 iken, deneme sonunda gruplar arasında 55.94-58.02 arasında gerçekleşmiş olup, diyete katılan kadife çiçeği veya sentetik apo-esterin balığın parlaklığı üzerinde bir etkisi olmamıştır.
- Balıkların deneme başında kırmızı renk değeri (a) 3.41 iken, deneme sonunda gruplarda 3.14-3.15 arasında gerçekleşmiş olup, diyete katılan kadife çiçeği veya sentetik apo-esterin balığın kırmızı renklenmesi üzerinde bir etkisi olmamıştır.

- Balıkların deneme başında 26.13 olan sarı renk değeri (b), deneme sonunda kontrol grubunda 25.47 iken, kadife çiçeği ve apo-ester katkıli diyetlerle beslenen gruplarda sırasıyla 35.91 ve 37.67 olarak gerçekleşmiş olup, her iki karotenoyit katkıli diyet grubu, kontrol grubundan açık ara daha iyi bir sarı renklenme göstermiştir. Ancak kadife çiçeği ve sentetik ap-esterin balıkların sarı renklenme üzerindeki etkileri birbirlerine yakın çıkmıştır.
- Kadife çiçeği ve apo-ester katkıli diyetlerle beslenen balıklarda sarı renklenmenin 20. ve 40. gözlem dönemlerinde yoğun bir artış gösterdiği, ancak 60. gözlem döneminde bu artış hızının görece azaldığı dikkat çekmektedir. Bu trend, özellikle apo-ester ile beslenen grupta daha belirgindir. Bunun nedeninin, karotenoyitlerin dokularda yapacağı birikiminin sınırlı olduğu, belli bir miktardan sonra zamana bağlı olarak doyum noktasına ulaştığı ve bundan sonra dışardan bir karotenoyit girişi olsa da, dokularda artık birikemeyeceğinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Dolayısıyla balıklarda renklenmenin sağlanması için araştırmalar sonucunda oluşturulan protokollerde önerilen optimal karotenoyit miktarı ve uygulama süresinin aşılması, daha fazla bir renklenme sağlamayacak, aksine maliyet artışına neden olacaktır.
- Sarı prenses balığının karakteristik rengi olan sarı renklenme için, istenilen düzeyde yoğun bir pigmentasyon sağlanması için, balıkların 100 mg/kg sentetik apo-ester veya %4 kadife çiçeği katkıli diyetle 60 gün beslenmesi yeterli gözükmektedir.
- Sarı prenses balığının karakteristik sarı renklendirilmesi için sentetik karotenoyit olan apo-ester kullanılacağı gibi, bunun yerine benzer etkiyi gösteren kadife çiçeği bir seçenek olarak başarılı bir şekilde kullanılabilir.

KAYNAKLAR

- Abd El-Gawad, E.A., Wang, H.P. and Yao, H., 2019. Diet supplemented with synthetic carotenoids: Effects on growth performance and biochemical and immunological parameters of yellow perch (*Perca flavescens*), *Frontiers physiology*, 10: 1-13.
- Alma, A. del Villar-Martinez, Juan, C. Orbe-Rogel, Pablo, E., Vanegas Espinoza, Adrian G. Quintero- Gutierrez and Maurilio Lara-Flores. 2013. The effect of marigold (*Tagetes erecta*) as natural carotenoid source for the pigmentation of goldfish (*Carassius auratus* L.). *Res. J. Fish. and Hydrobio.*, 8(2): 31-37.
- Amar, E.C., Kiron, V., Satoh, S. and Watanabe, T., 2003. Enhancement of innate immunity in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*, Walbaum) associated with dietary intake of carotenoids from natural products. *Fish and Shellfish Immunology*, 16: 527-537.
- Bell, J.G., McEvoy, J., Tocher, D.R. and Sargent J. R., 2000. Depletion of α -tocopherol and astaxanthin in Atlantic salmon (*Salmo salar*) affects autoxidative defense and fatty acid metabolism. *American Society for Nutritional Sciences*, 1800-1807.
- Bjerkeng, B. and Johnsen, G., 1995. Frozen storage of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) as affected by oxygen illumination and fillet pigment. *Journal of Food Science*, 60: 284-288.
- Boonyareatpalin, M. and Unprasert, N., 1989. Effects of pigment from different sources on colour and growth of red *Oreochromis niloticus*, *Aquaculture*, 79: 375-380.
- Buttle L.G., Crampton V.O. and Williams, P.D., 2001. The effect of feed pigment type on flesh pigment deposition and color in farmed Atlantic salmon, *Salmo salar* L. *Aquacult. Res.*, 32(2):103-111.

- Büyükçapar, H.M., Yanar,M. and Yanar,Y., 2007. Pigmentation of Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*) with Carotenoids from Marigold Flower (*Tagetes erecta*) and Red Pepper (*Capsicum annum*), Turk. J. Vet. Anim. Sci., 31(1), 7-12.
- Chien, Y.H. and S.C. Jeng, 1992. Pigmentation of kuruma prawn, *Penaeus japonicas*, Bate, by various pigment sources and levels and feeding regimes. Aquaculture, 102: 333-346.
- Christiansen, R., Lee Ø. and Torrissen O.J., 1994. Effect of astaxanthin and vitamin A on growth and survival during first feeding of Atlantic salmon (*Salmo salar* L.). Aquaculture Research, 25: 903-914.
- Christinasen, R. and Torrissen, O., 1996. Growth and survival of Atlantic salmon, *Salmo salar* L. fed different dietary levels of astaxanthin Juveniles. Aquaculture Nutrition, 2; 55-62.
- Choubert,G. and torebakken,T., 1989. Dose Response to Astaxanthin and Canthaxanthin Pigmentation of Rainbow Trout Fed Various Dietytory Carotenoid Concentration. Aquaculture, 81, 69-77.
- Demirsoy, A., 1988. Yaşamın temel Kuralları. Cilt II, Kısım 1. Hacettepe niversitesi yayınları, A55. Ankara.
- EFSA (European Food Safety Authority), 2016. Panel on Additives and Products or Substances used in Animal Feed (FEEDAP): Safety and efficacy of ethyl ester of β -apo-8'-carotenoic acid as a feed additive for poultry for fattening and poultry for laying. EFSA Journal, 2019, 14(4), 4439.
- Ersoy, E., 1967. Pratik kimya kılavuzu. Ankara niversitesi basım evi, Ankara, 37 s.
- FAO 2011, Fishstat J-FAO Fishery and Aquaculture Global Statistics / Global commodities production and trade-Value (1976-2011)
- FAO, 2014. Ornamental fish. Food and agriculture organization of the United Nations. Fisheries and aquaculture depertmant. www.fao.org/fishery/topic/13611/en (accessed 18 December 2014)

- Fennemena, O.R., 1976. Principle of food sciences Part I. Food chemistry. Newyork, 446 s.
- Foss,P., Storebakken,T., Schiet, K., Lian, J. S., Austreng, E. and Streiff, K., 1984. Carotenoids in diyets for salmonids. I pigmmentation of rainbow trout with the individual optical Isomers of astaxanthin in comparation with cantaxanthin . Aquaculture, 41,213-226.
- Gomez, M., Goul, F.M. and J.M,Macarulla,1978. Carotenoid from marigold (*Tagetes erecta*) petals and their esterified fatty acids. Revista espenole de fisiologia, 34 83: 253-256.
- Goodwin, T.W., 1984. The Biochemistry of Carotenoids, 2nd ed. Chapman & Hall, London, pp. 64–96.
- Goswami, U.C., 1993. Metabolism of carotenoids in freshwater fish: (i) Biogenesis of 3-4 dehydroretinol (ii) supplementation of carotenoids with fish food for better survival and growth. 10th International Symposium of Carotenoids, Trondheim, 20-35 June 1993, Book Abstract, CL 10-7
- Gouveia L., Rema, P., Pereira, O. and Empis, J., 2003. Colouring ornamental fish (*Cyprinus carpio* and *Carassius auratus*) with microalgal biomass. Aquacult. Nutr. 9: 123- 129.
- Guillou, A., G. Choubert, J. and de la Noüe, 1992. Absorption and blood clearance of labelled carotenoids (14Cantaxanthin, 3H-Cantaxanthin and 3H-zeaxanthin) in mature female rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. Comparative Biochemistry and Physiology, 103A: 301-306.
- Göçer, M., Yanar,M.,Kumlu. and Yanar,Y., 2006. The effects of red Pepper, marigold flower, and synthetic astaxanthin on pigmentation, growth, and proximate composition of *Penaeus semisulcatus*. Turk. J. Vet. Anim. Sci., 30: 359-365.
- Hata, M. and Hata,M., 1971. Carotenoid pigments in goldfish-IV.carotenoid metabolism. Bull.Jpn. Soc. Sci. Fish., 38 (4): 331-338.

- Hata,M. and Hata,M., 1973. Studies on astaxanthin formation in some Fresh-water fishes, *Tohoku j. Agric. Res.*, 24(4): 192-196.
- Hadden,W.L., Watkins, R.H., Levy, L.V., Regalado, E., Rivadeneira, D.M., Van Breemen, R.B. and Schwartz, S.J.,1999. Carotenoid composition of marigold (*Tagetes erecta*) flower extract used as nutritional supplement, *Jour.of Agri. & Food Chem.* 47 (10): 4189-4194.
- Hensen R.R, Ploeg A. and Fossa S.A, 2010. Standard names for freshwater fishes in the ornamental aquatic industry. OFI educational publication 5. ornamental fish international, The Netherlands, 146 p.
- Jagadeesh,T.D., Murthy, H.S., Swain,S.H., Chethan,N., Manjunatha,A.R. and Baglodi,V., 2014. Effect of marigold oleoresin on growth, survival and pigmentation in orange chromide, *Etroplus maculatus* (Bloch, 1795). *Fishery Tecnolojy*, 51: 25-30.
- Jagadeesh,T.D., Murthy, H.S., Surendranath., S.V., Panikkar,P., Manjappa,N. and Mahesh,V., 2015. Effects of supplementation of marigold (*Tagetes erecta*) oleoresin on growth, survival and pigmentation of rosy barb, *Puntius conchoni* (Hamilton). *The bioscan*, 10 (3): 1431-1435.
- Jha, G.N., Sarma,D. and Qureshi,T.A., 2012. Effect of spirulina (*Spirulina platensis*) and marigold (*Tagetes erecta*) fortified diets on growth, body composition and total carotenoid content of *Barilius bendelisis*. *Indian Journal of Animal Sciences*, 82 (3): 336–340.
- Karşlı,Z., Şahin., D., Öz, M. and Aral,O., 2018. The effect of hormone (17 α -methyltestosterone, 17 β -estradiol) usage on development, sex inversion and pigmentation of electric yellow cichlid (*Labidochromis caeruleus*, fryer, 1956), *Applied Ecology and Environmental Research*, 16 (6): 8093-8103 (DOI:http://dx.doi.org/10.15666/aeer/1606_80938103).
- Langi, P., Kiokias, S., Varzakas, T. And Proestos, C., 2018. Carotenoids: From plants to food and feed industries. *Microbial carotenoids*, 57-71.

- Lee, J.S., and Newman M.E., 1997. Aquaculture, 2nd ed. Interstate Publishers, Inc., Illinois IL, USA, pp. 393-432.
- Liu, F., Qu,Y.K., Wang,A.M., Yu,Y.B., Yang,W.P., Lv,F. and Nie,Q., 2019. Effects of carotenoids on the growth performance, biochemical parameters, immune responses and disease resistance of yellow catfish (*Pelteobagrus fulvidraco*) under high-temperature stress, Aquaculture, 503: 293-303.
- Lovell R.T., 2000. Nutrition of ornamental fish. In: Bonagura, J. (Ed.), Kirk's Current Veterinary Therapy XIII-Small Animal Practice. W.B. Saunder, Philadelphia, PA, pp. 1191-1196.
- Maleknejad, R., Sudagar,M., Mazandarani, M. and Hosseini, S.A., 2014. Effect of Different Live Foods Source (Culex Larvae, Chironomus Larvae and Artemia) on Pigmentation of Electric Yellow Fish (*Labidochromis Caeruleus*), Int. J. Adv. Biol. Biom. Res, 2 (12), 2884-2890.
- Nakano, T., T. Kanmuri and M. Takeuchi, 1995. Improvement of biochemical features in fish health by red yeast and synthetic astaxanthin. Journal of Agriculture and Food Chemistry, 43: 1570-1573.
- Nakano, T., Kanmuri, T., Sato, M. and Takeuchi, M., 1999. Effect of astaxanthin rich red yeast (*Phaffia rhodozyma*) on oxidative stress in rainbow trout. Biochimica et Biophysica Acta, 1426: 119-125.
- Negre-Sandargues, G., R. Castillo, H., Petit, S., Sancé, R., Gomez, J.C., Milicus, G. Choubert and J.P. Trilles, 1993. Utilization of synthetic carotenoids by the prawn, *Penaeus japonicus*, under experimental rearing conditions. 10th International Symposium of Carotenoids, Trondheim 20-25 June 1993, Book of Abstracts, CL 10-3.
- Paripatananont, T., Tangtrongpaioj, J., Sailasuta, A. and Chansue, N., 1999. Effect of astaxanthin on the pigmentation of goldfish *Carassius auratus*. J. World Aquacult. Soc. 30: 454-460.

- Pasarin, D. and Rovinaru, C., 2018. Sources of carotenoids and their uses as animalfeed additives-a review. Scientific Papers: Series D, Animal Science-The International Session of Scientific Communications of the Faculty of Animal Science, 61(2).
- Penning, M., Raid, G., McG, Koldewey H., Dick, G., Andrews, B., Arai, K., Garratt, P., Gendron, S., Lande, J., Tanner, K., Tonge, S., Van den Sande P., Warmolts, D., Gibson, C. (Eds.), 2009. Turning the tide: A global aquarium strategy for conservation and sustainability. Word Association of Zoos and Aquarium, Bern, Switzerland.
- Pezeshk, F., Babaei, S., Abedian-Kenari, A.A., Hedayati, M. and Naseri, M., 2019. The effect of supplementing diets with extracts derived from three different species of macroalgae on growth, thermal stress resistance, antioxidant enzyme activities and skin colour of electric yellow cichlid (*Labidochromis caeruleus*), Aquaculture Nutrition, 25, 436-443.
- Piccaglia, R., Marotti, M. and Grandi, S., 1998. Lutein and lutein ester content in different types of *Tagetes patula* and *T. erecta*. Ind.Crops Prod., 8: 45-51.
- Raghavan R, Dahanukar N, Tlusty M, Rhyne A, Kumar K, Molur S. and Rosser A., 2013. Uncovering an obscure trade: Threatened freshwater fishes and the aquarium pet markets. Biological Conservation, 164: 158-169.
- Rhyne AL, Tlusty MF, Schofield PJ, Kaufman L. And Morris Jr JA, 2012. Revealing the appewtite of the marine aquarium fish trade: the volume and biodiversity of fish imported into the United States. PLOS ONE 7 (5), e 35808
- Santos-Bocanegra E., Ospina-Osorio X., Oviedo-Rondon, E.O., 2004. Evaluation of xanthophylls extracted from *Tagetes erectus* (marigold flower) and *Capsicum* sp. (red pepper paprika) as a pigment for egg yolks compared with synthetic pigments. Int. J. Poult. Sci., 3(11):685-689.

- Schiedt, K., Leuenberger, F.J., Vecchi, M. and Glinz, E., 1985. Absorption, retention and metabolic transformation of carotenoids in rainbow trout, salmon and chicken. *Pure Applied Chemistry*, 57: 685-692.
- Schiedt, K. and Liaaen-Jensen, S., 1995. Isolation and analysis. In: Britton, G., Liaaen-Jensen, S., Pfander, H. (Eds.), *Carotenoids*, vol. 1A, p. 81. Basel, Switzerland.
- Segner, H., Arend, P., Poeppinghausen, K.V. and Schmidt, H., 1989. The effect of feeding astaxanthin to *Oreochromis niloticus* and *Colisa labiosa* on the histology of liver, *Aquaculture*, 79: 381-390.
- Shimidzu, N., Goto, M. and Miki, W., 1996. Carotenoids as singlet oxygen quenchers in marine organisms. *Fisheries Science*, 62: 134-137.
- Sivel, M., Kracmar, S., Fisera, M., Klejdus, B. and Kuban, V., 2014. Lutein Content in Marigold Flower (*Tagetes erecta* L.) Concentrates used for Production of Food Supplements. *Czech J. Food Sci.*, 32 (6): 521-525.
- Storebakken, T., Foss, P., Schiedt, K., Austreng, E., Liaaen-Jensen, S. and Manz, U., 1987. Carotenoids in diet for salmonids IV. Pigmentation of atlantic salmon with astaxanthin dipalmitate and canthaxanthin. *Aquaculture*, 65: 279-292.
- Şeker, A., 2004. Kadife çiçeğinin (*Tagetes erecta*) japon balığının (*Carassius auratus*) Pigmentasyonu ve büyümesi üzerine etkisi. Yüksek lisans tezi, Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Su ürünleri Anabilim dalı /ADANA).
- Tokas, J., Malik, K. and Himani, J., 2018. Analysis of carotenoid composition in petal extracts of marigold (*Tagetes erecta*). *International Journal of Chemical Studies*. 6(1): 741- 744.
- Torrissen, O.J., 1984. Pigmentation of salmonids: Effects of carotenoids in eggs and start-feeding diet on survival and growth rate. *Aquaculture*, 43: 185-193.
- Torrissen, O.J. and Naevdal, G., 1984. Pigmentation of salmonids-genetical variation in carotenoid deposition in rainbow trout. *Aquaculture*, 38: 59-66.

- Torrissen, O.J., 1989. Pigmentation of salmonids-interaction of astaxanthin and cantaxanthin pigment deposition in rainbow trout. *Aquaculture*, 79:363-374.
- Torrissen, O.J., Hardy, R.W. and Shearer, K.D., 1989. Pigmentation of salmonids-carotenoid deposition and metabolism. *Rev. Aquat. Sci.*, 1: 209-225.
- White, D.A., Moody, A.J., Serwata, R.D., Bowen, J., Soutar, C., Young, A.J. and Davies, S.J., 2003. The degree of carotenoid esterification influences the absorption of astaxanthin in rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum). *Aquaculture Nutrition*, 9: 247-251.
- Yanar, M., Erçen, Z., Hunt Özlüer, A. and Büyükçapar, H.M., 2008. The use of alfalfa, *Medicago sativa* as a natural carotenoid source in diets of goldfish, *Carassius auratus*, *Aquaculture*, 284: 196-200.
- Yanar, M., Erçen, Z. and Erdoğan, E. 2010. Comparisons of the effects of aquaria made of glass or fiberglass on growth and pigmentation of goldfish, *Carassius auratus* and Electric Yellow cichlid, *Labidochromis caeruleus*, *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 9 (19): 2508-2512.
- Yeşilayder, N., Mutlu, G. and Yıldırım, A., 2020. Effect of nettle (*Urtica* spp.), marigold (*Tagetes erecta*), alfalfa (*Medicago sativa*) extracts and synthetic xanthophyll (zeaxanthin) carotenoid supplementations into diets on skin pigmentation and growth parameters of electric yellow cichlid (*Labidochromis caeruleus*). *Aquaculture*, 529, 1-6 (734964).
- Yılmaz, S. and Ergün, S., 2011. Effect of red pepper (*Capsicum annuum*) on pigmentation of Blue streak hap (*Labidochromis caeruleus*). *The Israeli Journal of Aquaculture - Bamidgeh*, 63: 633-639.

ÖZGEÇMİŞ

Damla TERZİ, Çakıl İlkokulu (2002), Çakıl Ortaokulu (2005), Çatalca İstanbul Ticaret Odası Çok Programlı Lisesinin Fen Bilimleri Bölümü (2009) ve daha sonra Çukurova Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi, Su Ürünleri Mühendisliğini programını (2014) bitirdi. Üniversite uygulama stajlarını Sasu Su ve Tarım Ürünleri Gıda A.Ş. (2013) ve Çukurova Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Deniz Ürünleri Üretim ve Araştırma İstasyonunda (2013) yaptı. Hacettepe Üniversitesi International Year of Chemistry 2011-Her Yönüyle Kimya Sempozyumu (2011), Çukurova Üniversitesi HACCP/ISO 22000 Food Safety Management System (2012), TİM Gıda Ar-Ge Proje Pazarı (2012), İstanbul Üniversitesi 17. Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu (2013) ve İstanbul Üniversitesi Pedagojik Formasyon Sertifika Programına (2015) katıldı. 2015 yılında Çatalca Ferhatpaşa İlköğretim Okulu'nda yarım dönem sınıf öğretmenliği yaptı. 2016 yılında Reibel Taşımacılık, Atatürk Havalimanı Kargo Terminalinde hava operasyon elamanı olarak çalıştı. Daha sonra 2019 yılında Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Yetiştiriciliği Anabilim Dalında Yüksek Lisans programına başladı.