

**FARKLI TANK RENKLERİNİN GÖKKUŞAĞI
ALABALIĞI (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792)
YAVRULARININ BÜYÜME PERFORMANSI
ÜZERİNE ETKİSİ**

MUSTAFA ÜSTÜNDAĞ

**MERSİN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**SU ÜRÜNLERİ
ANA BİLİM DALI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**MERSİN
ARALIK – 2012**

**FARKLI TANK RENKLERİNİN GÖKKUŞAĞI
ALABALIĞI (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792)
YAVRULARININ BÜYÜME PERFORMANSI ÜZERİNE
ETKİSİ**

MUSTAFA ÜSTÜNDAĞ

**MERSİN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**SU ÜRÜNLERİ
ANA BİLİM DALI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Danışman
Prof. Dr. Ferit RAD**

**MERSİN
ARALIK – 2012**

Mustafa ÜSTÜNDAĞ tarafından Prof. Dr. Ferit RAD danışmanlığında hazırlanan “Farklı Tank Renklerinin Gökkuşuğu Alabalığı (*Oncorhynchus Mykiss* Walbaum, 1792) Yavrularının Büyüme Performansı Üzerine Etkisi” başlıklı bu çalışma aşağıda imzaları bulunan jüri üyeleri tarafından oy birliği ile Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

İmza

Prof. Dr. Ferit RAD

Doç. Dr. Arzu ÖZLÜER HUNT

Doç. Dr. Yusuf BOZKURT

Yukarıdaki Jüri kararı Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun 15/02/2013 tarih ve 2013.3/156 sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Prof. Dr. A. Murat GİZİR
Enstitü Müdürü

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

FARKLI TANK RENKLERİNİN GÖKKUŞAĞI ALABALIĞI (*Oncorhynchus mykiss Walbaum, 1792*) YAVRULARININ BÜYÜME PERFORMANSI ÜZERİNE ETKİSİ

Mustafa ÜSTÜNDAĞ

ÖZ

Bu çalışmada açık yeşil, bej, gri ve koyu yeşil olmak üzere 4 farklı cam takviyeli plastik (CTP) tank renginin, ortalama ağırlıkları $4,88 \pm 0,71$ g olan Gökkuşığı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) yavrularının büyüme performansı üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Çalışma 60 gün süre ile fiili yetiştiricilik koşulları altında ticari bir alabalık işletmesinde yürütülmüştür. $14,8$ °C su sıcaklığında yürütülen denemede balıkların büyüme performansı, ulaşılan son canlı ağırlık, canlı ağırlık artışı, spesifik büyüme oranı (SGR), termal büyüme katsayısı (TGC) yem dönüşüm oranı (FCR), enerjetik büyüme etkinliği (EG), kondisyon faktörü (K) ve yaşama oranı gibi ölçütler ışığında değerlendirilmiştir. Çalışma sonunda, bej renkli tanklarda tutulan balıklar ortalama $76,26 \pm 10,52$ g ulaşırken bu değer açık yeşil, gri ve koyu yeşil tanklarda sırasıyla $68,87 \pm 6,42$, $64,95 \pm 6,94$ ve $69,44 \pm 8,81$ g olarak tespit edilmiştir. Grupların son vücut ağırlığı ortalamaları arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0,05$). Ancak büyüme performansı ölçütleri bakımından deneme grupları arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmamakla beraber ($p > 0,05$) en iyi canlı ağırlık artışı ($71,38$ g), SGR ($4,58$ %/Gün), TGC ($2,87$), FCR ($0,90$) ve EG (% $45,25$) değeri ile kondisyon faktörü ($1,11$) bej renkli tanklarda tutulan balıklarda saptanmıştır. Bu ölçütler açısından en düşük büyüme performansı ise gri renkli tanklarda gözlenmiştir. Açık ve koyu yeşil tanklardaki balıkların büyüme performansı birbirine yakın bulunmuştur. Deneme sonunda gruplarda saptanan yaşama oranları birbirine yakın olup % $98,29$ ile % $99,57$ arasında değişim göstermiştir. Sonuç olarak bu çalışmanın yürütüldüğü koşullar altında ve özellikle düşük ışık şiddeti altında Gökkuşığı alabalığı yavrularının yetiştiriciliği için en uygun tank rengi bej olarak saptanırken, benzer koşullarda gri renkli tankların kullanımından kaçınılmalıdır.

Anahtar Kelimeler: Gökkuşığı Alabalığı, Tank Rengi, Büyüme Performansı.

Danışman: Prof. Dr. Ferit RAD, Mersin Üniversitesi, Su Ürünleri Bilim Dalı

**EFFECT OF DIFFERENT TANK COLOURS ON GROWTH
PERFORMANCE OF RAINBOW TROUT FRY (*Oncorhynchus mykiss*
Walbaum, 1792)**

Mustafa ÜSTÜNDAĞ

ABSTRACT

Effects of 4 different fiberglass tank colors i.e. beige, grey, dark green and light green on growth performance of Rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fry with initial mean weight of 4.88 ± 0.71 were investigated in this study. The study lasted for 60 days and was conducted under real culture conditions in a commercial trout farm using spring water with a temperature of 14.8°C . Growth performance of fish was evaluated in light of criteria such as mean final weight, specific growth rate (SGR), thermal growth coefficient (TGC), feed conversion ratio (FCR), energetic growth efficiency (EG), condition factor and survival rate. Mean final weight of fish in beige colored tanks reached 76.26 ± 10.52 g while mean final of fish in grey, dark and light green tanks were measured as 64.95 ± 6.94 , 69.44 ± 8.81 and 68.87 ± 6.42 g respectively. The differences between mean final weight of fish in 4 experimental groups were found to be statistically significant ($p < 0.05$). However, no significant differences were found in terms of growth performance criteria among 4 experimental groups ($P > 0.05$). Highest live weight gain (71.38 g), SGR (4.58 %/day), TGC (2.87), EG (45.25%) and condition factor (1.11) as well as lowest FCR (0.90) were recorded in beige colored tanks. The poorest values of growth performance criteria were observed in fish kept in grey tanks, while fish in dark and light green tanks showed similar performances. Survival rates among groups were similar and varied between 98.25% and 99.57%. In conclusion it can be specified that under culture condition employed in this study and especially under low light intensities the best tank color for rearing of Rainbow trout fry is beige while use of grey tanks should be avoided.

Key Words: Rainbow trout, Tank color, Growth performance.

Advisor: Prof. Dr. Ferit RAD, University of Mersin, Department of Aquaculture

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimim süresince beni yönlendiren, her konuda yardım, fikir ve desteğini esirgemeyen, birlikte çalışmaktan onur duyduğum, Sayın Prof. Dr. Ferit RAD'a,

Çalışmamda, yardım, fikir ve desteğini esirgemeyen Sayın Atilla ERTÜRK'e,

Çalışmamda sunduğu imkânlardan dolayı Kuzey Su Ürünleri Yönetim Kurulu Başkanı Sayın Osman PARLAK'a, Kuzey Su Ürünleri Bozüyük Şubesi Müdürü Sayın Ali AKGÜL'e, mühendisleri Mehmet Gökhan SOYDAN, Tolga TERZİ, Cengiz ELMACI'ya, personelleri Dursun DİRLİK, Bayram Ali CİNGÖZ'e ve Abdullah ÇAKIR'a,

İstatiksel değerlendirmelerde yardımlarını esirgemeyen, Öğr. Gülhan OREKİCİ TEMEL'e (Biyostatistik ve Tıbbi Bilişim Anabilim Dalı),

Ayrıca, tüm bu süre içerisinde maddi ve manevi desteklerini esirgemeyip, daima yanımda olarak başarıya ulaşmamı sağlayan aileme, özellikle ablam Anıl Evrim GÖÇEN'e ve teyzem Hatice KARASU'ya,

Teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZ	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iii
İÇİNDEKİLER	iv
ÇİZELGELER DİZİNİ	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ	vii
SİMGE VE KISALTMALAR DİZİNİ	viii
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ARAŞTIRMALARI	5
2.1. YETİŞTİRME ORTAMI RENGİNİN BALIKLARIN BÜYÜME PERFORMANSI ÜZERİNE ETKİLERİ.....	5
2.2. YETİŞTİRME ORTAMI RENGİNİN BALIKLARIN STRES FİZYOLOJİSİ ÜZERİNE ETKİLERİ	13
2.3. YETİŞTİRME ORTAMI RENGİNİN BALIKLARIN RENKLENMESİ ÜZERİNE ETKİLERİ.....	17
2.4. GÖKKUŞAĞI ALABALIĞINDA BÜYÜME PERFORMANSI	19
3. MATERYAL ve YÖNTEM	21
3.1. MATERYAL.....	21
3.1.1. Araştırmanın Yürütüldüğü İşletme ve Kullanılan Suyun Özellikleri.....	21
3.1.2. Balık Materyali.....	23
3.1.3. CTP (Fiberglas) Tanklar	23
3.1.4. Yem	28
3.2. YÖNTEM.....	28
3.2.1. Büyüme Performansının Değerlendirilmesi.....	30
3.2.1.1. Spesifik Büyüme Oranı (SGR, %/gün)	31
3.2.1.2. Termal Büyüme Katsayısı (TGC)	31
3.2.1.3. Canlı Ağırlık Artışı (g).....	31
3.2.1.4. Yemin Ete Dönüşüm Oranı (FCR).....	32
3.2.1.5. Enerjitik Büyüme Etkinliği (EG, %).....	32
3.2.1.6. Yaşama Oranı (%).....	32
3.2.1.7. Kondisyon Faktörü.....	33
3.2.2. İstatistiksel Değerlendirme	33

4. BULGULAR ve TARTIŞMA.....	34
4.1. BULGULAR	34
4.2. TARTIŞMA	39
5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER	45
KAYNAKLAR	47
ÖZGEÇMİŞ.....	55

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa

Çizelge 3.1. Araştırmanın yapıldığı işletmenin su kalite parametreleri.....	22
Çizelge 3.2. Kullanılan yemlerin içeriği	28
Çizelge 3.3. Deneme süresince uygulanan yemleme protokolü	30
Çizelge 4.1. Deneme süresince farklı renkli tank gruplarında saptanan ortalama vücut ağırlıkları (g)	34
Çizelge 4.2. Deneme süresince farklı renkli tank gruplarında saptanan dönemsel ve toplam yem tüketimi (g)	35
Çizelge 4.3. Farklı renkli tank gruplarında saptanan dönemsel ve toplam canlı ağırlık artışı (g).....	36
Çizelge 4.4. Farklı renkli tank gruplarında saptanan spesifik büyüme oranı (SGR, %/Gün)	37
Çizelge 4.5. Farklı renkli tank gruplarında saptanan termal büyüme katsayısı (TGC)	37
Çizelge 4.6. Farklı renkli tank gruplarında saptanan yem dönüşüm oranı (FCR) ...	37
Çizelge 4.7. Farklı renkli tank gruplarında saptanan enerjitik büyüme etkinliği (EG, %	38
Çizelge 4.8. Farklı renkli tank gruplarında saptanan yaşama oranı (%)	38
Çizelge 4.9. Farklı renkli tank gruplarında saptanan kondisyon faktörü (K).....	39

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

Şekil 2.1. Yem alımına etki eden faktörler	6
Şekil 2.2. Balıkların yeme karşı hareketleri	7
Şekil 3.1. Araştırmanın yürütüldüğü işletmenin genel görünümü	21
Şekil 3.2. Araştırmanın yürütüldüğü ön-büyütme bölümü	22
Şekil 3.3. Araştırmada kullanılan Gökkuşuğu alabalığı yavrusu	23
Şekil 3.4. Araştırmanın kullanılan ranza tipi iki katlı CTP tanklar.....	24
Şekil 3.5. ‘‘Classical RAL System’’ standart renk pigmentleri skalası.....	25
Şekil 3.6. Araştırmada kullanılan açık yeşil tank (RAL – 6021)	26
Şekil 3.7. Araştırmada kullanılan bej tank (RAL - 1013)	26
Şekil 3.8. Araştırmada kullanılan gri tank (RAL – 7042).....	27
Şekil 3.9. Araştırmada kullanılan koyu yeşil tank (RAL – 6015).....	27
Şekil 4.1. Farklı renkli tanklarda tutulan balıkların büyüme eğilimi	35

SİMGELER ve KISALTMALAR

MCH: Melaninin Toplanması Sağlayan Hormon

g: gram

mg: miligram

m: metre

cm: santimetre

L: litre

sn: saniye

L-D: L, aydınlık ve D, karanlık

1. GİRİŞ

Uzun yıllardan beri çevresel faktörlerin sucul canlılar üzerindeki etkileri araştırılmaktadır. Balıkların büyüme, üreme, yaşama ve beslenme gibi birçok fizyolojik aktivitesi; su sıcaklığı, tuzluluk, pH, çözülmüş oksijen ve ışığın süresi, şiddeti ve rengi gibi birçok çevresel faktörün etkisi altındadır. Sucul canlıların bu çevresel faktörlere karşı davranışları ve fizyolojik tepkilerinin araştırılması ve anlaşılması özellikle su ürünleri yetiştiriciliği açısından büyük önem taşımaktadır. Yetiştiriciliği düşünülen türün çeşitli çevresel faktörlere karşı davranış ve fizyolojik tepkisinin anlaşılması türe ve yaşama evresine özgün uygun kültür ortamının tasarlanmasını ve oluşturulmasına katkı sağlamaktadır. Türün doğal habitatından ve çevresel gereksinimlerinden çok farklı kültür koşulları, canlının beslenme aktivitesi, sağlık durumu ve büyüme performansını olumsuz yönde etkileyebilmektedir. Su ürünleri yetiştiriciliğinde verimlilik ve başarı, kültür koşullarının yetiştirilen türün ve yaşama evrelerinin gereksinimleri doğrultusunda tasarlanmasına ve optimize edilmesine bağlıdır.

Su ürünleri yetiştiriciliğinde sudaki çözülmüş oksijen, su sıcaklığı, ışık süresi ve yoğunluğu gibi birçok çevresel faktörün yanı sıra, yetiştirme ortamının renginin de optimum koşulların sağlanması açısından önem taşımaktadır. Zira balıklar renkli görme yeteneğine sahip olup [Karakatsouli vd., 2007a], farklı renk spektrumları balıkların beslenmesi, büyümesi, yaşama oranı, deri rengi, üremesi ve stres gibi birçok fizyolojik aktivitesini etkileyebilmekte ve yetiştirme sisteminin başarısında önemli bir rol oynamaktadır [Papoutsoglu vd., 2000; Rotllant vd., 2003; Papoutsoglou vd., 2005; Karakatsouli ve vd., 2007; McLean vd., 2008].

Yetiştiricilikte ortam ışığının ve/veya tank renginin sucul canlıların özellikle yem alma başarısı, iştahı, büyümesi ve stres fizyolojisinde rol oynadığı [Browman ve Marcotte, 1987; Downing ve Litwak, 1999; Tamazouzt vd., 2000; Papoutsoglou vd., 2000; Nissinen vd., 2006; Strand vd., 2007; Monk vd., 2008; Amano ve Takahashi, 2009; Luchiari vd., 2009; Ullmann vd., 2011] bilinmesine rağmen türe özgü kültür koşullarının tasarımında ve düzenlenmesinde bu konu yeterli ilgi ve önemi görmemektedir [Luchiari ve Pirhonen, 2008; McLean vd., 2008].

Beslenme, diğer canlılarda olduğu gibi balıklarda da, yaşamsal faaliyetlerin devamlılığı için zorunludur. Özellikle görerek-beslenen balıklarda yemi görme ve bulma kabiliyeti; ışık şiddeti, tank duvarlarının rengi ve fotoperiyod tarafından etkilenebileceği bilinmektedir. Görme duyusunun balıkların buldukları ortamdaki yem veya av gibi detayları ayırt ederek beslenme başarısında önemli rol oynadığı bilinmektedir [Ünsal, 2002; El-Sayed ve El Ghobashy, 2011].

Balıklarda yem alma başarısı, yem/av ve ortamın rengi arasındaki kontrasta ve görsel algılanabilirliğine bağlıdır [Strand vd., 2007]. Yemin görsel olarak algılanabilirliği ile ışık yoğunluğu, ışığın spektral özellikleri, ışığın pozisyonu ve özellikle ortam rengi arasında bir ilişki olduğu, ortam rengi ile yem renginin kontrast oluşturmasının yemin görsel algılanabilirliğini kolaylaştırdığı ve bununla birlikte balıkların yem alma başarısını etkilediği bilinmektedir [Downing ve Litvak, 1999; Tamazouzt vd., 1999]. Yem alım başarısının artması ise balıkların büyüme performansının olumlu yönde etkilemektedir [El-Sayyed ve El-Ghobashy, 2011].

Ortamdaki baskın renk ile, yem renginin kontrast oluşturmasının, balıkların yem alma başarısı üzerindeki etkileri bilinmekle beraber, balıkların iştahı üzerindeki etkileri de yapılan çalışmalarla tespit edilmiştir [Rotllant vd., 2003; Amono vd., 2005]. İştahın metabolik, nörofizyolojik ve endokrinolojik olaylar içeren karmaşık bir metabolik süreç olduğu bilinmektedir. Balıklarda iştah ve besin alımı, ortamdaki gelen sinirsel ve endokrin sinyaller ile düzenlenmektedir [Özkan ve Hunt, 2007]. Balıklarda bu sürecin içinde yer aldığı bilinen hipotalamus ve nöropeptidlerin çevresel faktörler ve ortam rengi ile etkileşiminin sonucunda beslenme davranımını uyardığı (oreksijenik faktörler) veya engellediği (anoreksijenik faktörler) bilinmektedir [Crepsi vd., 2004; Volkoff vd., 2005; Kiris vd., 2007]. Ayrıca Melaninin Toplanması Sağlayan Hormon (MCH)'un, ortam rengi ile uyum içerisinde olduğu bilinmektedir. MCH'un farklı renkli ortamlarda beyinde, hipofizde ve plazmada seviyesinin değiştiği ve bu durumda balıkların iştahını etkilediği bilinmektedir [Crepsi vd., 2004; Volkoff vd., 2005; Özkan ve Hunt, 2007; Kiris vd., 2007; Timur, 2008].

Tank rengi ve ışık yoğunluğu; balıkların yüzme aktivitesi, alan kullanımı, davranışı ve metabolizma hızını etkileyerek, stres fizyolojisi üzerinde önemli bir role

sahiptir. Strese karşı tepki, enerji tüketen bir süreç olup, kültür ortamında balığın enerji tüketimi artırarak büyüme performansını düşürebilmektedir [Papoutsoglu vd., 2000; Strand vd., 2007; El-Sayed ve El-Ghobashy, 2011]. Bilindiği üzere genel olarak stres; çeşitli olumsuz çevresel koşullara karşı biyolojik sistemin tepkisidir. Strese karşı balığın sergilediği davranışsal veya fizyolojik tepki kültür koşullarında enerji tüketimini artırmakta, bağışıklık sisteminin zayıflamasına neden olarak, yaşama oranını düşürmekte ve yemden yararlanmayı azaltabilmektedir [Papoutsoglu vd., 2000; Rotllant vd., 2003; Strand vd., 2007; McLean vd., 2008].

Özet olarak su ürünleri yetiştiriciliğinde ortamın rengi (örneğin fiberglas tank, kafeslerin ağı gibi), yemin görsel algılanabilirliğini ve yem alma başarısını, iştahı ve stres fizyolojisini etkileyerek sucul canlıların büyümesi, yaşama oranı ve yemden yararlanma oranı üzerinde rol oynayabilmektedir. Ancak ortam rengine karşı balığın tepkisi türden türe ve aynı türün farklı yaşama evrelerinde farklılık göstermektedir [Papoutsoglou vd., 2005]. Bu bağlamda su ürünleri yetiştiriciliğinde uygun yetiştirme ortamı renginin belirlenmesi, yetiştirilen türün büyüme performansının iyileştirilmesi ve başarının artırılması açısından önem taşımaktadır.

Taşınabilir, temizlenmesi ve kullanımının kolay olması başta entansif yavru yetiştiriciliğinde ve kapalı dolaşım sistemlerinde olmak üzere, fiberglas olarak adlandırılan, cam takviyeli plastik (CTP) tank kullanımı yaygınlaşmaktadır. Ülkemizde de gerek deniz gerekse içsu balıkları yetiştiriciliğinde, yavru üretiminde farklı renklerde CTP tanklar yaygın olarak kullanılmaktadır. Örneğin ülkemizdeki su ürünleri yetiştiriciliğinin bel kemiğini oluşturan Gökkuşuğu alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) yetiştiriciliğinde özellikle yavru üretiminde farklı renklerde (açık/koyu yeşil tonları veya bej) CTP tanklara rastlamak mümkündür. Sektörde CTP tank yapımında kullanılan renkler, Şekil 3.4.'de verilen "Classic RAL System" standart renk pigmentleri karşılaştırma skalası (RAL Colour Chart) esas alınarak üretici firma veya yetiştirici tarafından seçilmektedir. Fakat genelde tank rengi seçiminin hangi ölçütlere veya bilimsel esaslara göre yapıldığı henüz açığa kavuşturulmamış bir konudur.

Bu çalışmada dört farklı tank renginin Gökkuşuğu alabalığı yavrularının büyüme, yaşama ve yemden yararlanma oranı üzerindeki etkileri araştırılarak, bu

türün yavru yetiştiriciliğinde kullanılacak tank rengi seçimine ışık tutulması amaçlanmıştır. Araştırma sonuçlarının sektör tarafından uygulanabilir olması için denemede “Classic RAL System” standart renk pigmentleri skalasında (RAL Colour Chart) tanımlanabilen tank renkleri kullanılmıştır. Çalışmada sektörde kullanılan açık yeşil, bej ve koyu yeşil renginin yanı sıra alabalıkların çakıllı/taşlı yaşama ortamını andıran gri renkli tanklar denenmiştir.

Ayrıca çalışma sonuçlarının ticari işletmeler tarafından kullanılacağı dikkate alınarak denemenin, laboratuvar koşulları yerine fiili yetiştiricilik koşulları altında ve Gökkuşığı alabalığı yavru yetiştiriciliği yapan özel sektöre ait bir işletmede yürütülmüştür [De Silva ve Anderson, 1995; Lovell, 1998].

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Sucul canlılar çevreleri ile etkileşim içerisindedir. Bu etkileşim metabolik nörofizyolojik ve endokrinolojik bir süreci içermektedir. Bu süreçte uyarılan sinir sistemi, değişen hormon seviyeleri ve metabolizmada meydana gelen olaylar balıkların beslenmesi, üremesi, stres fizyolojisi ve renklenmesi üzerinde etkili olduğu bilinmektedir.

Kültür balıkçılığında, sudaki çözülmüş oksijen, su sıcaklığı, ışık süresi ve yoğunluğu gibi birçok çevresel faktörün yanı sıra, yetiştirme ortamı rengi (yetiştirme tankları) balıkların büyüme, üreme, yaşama, beslenme ve stres fizyolojisi gibi birçok fizyolojik aktivitesini etkileyebilmekte ve kültür balıkçılığının başarısında önemli bir rol oynamaktadır [Papoutsoglou vd., 2000; Rotllant vd., 2003; McLean vd., 2008].

Yapılan araştırmalar, yetiştirme ortamı renginin balıklarda yem alma başarısı, iştahı, stres fizyolojisi ve renklenmesi üzerinde etkili olduğunu göstermektedir [Downing ve Litwak, 1999; Tamazouzt vd., 2000; Papoutsoglou vd., 2000; Nissinen vd., 2006; Monk vd, 2008; Amano ve Takahashi, 2009; Ullmann vd., 2011].

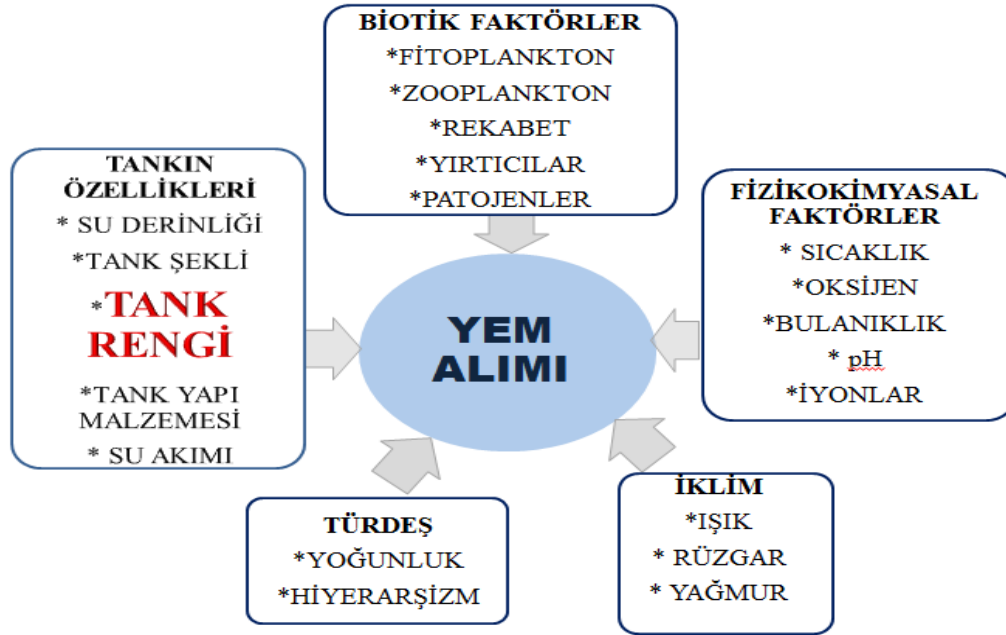
Aşağıda bu konular ilgili yabancı ve yerli araştırmalar ışığında detaylı bir şekilde ele alınmıştır.

2.1. YETİŞTİRME ORTAMI RENGİNİN BALIKLARIN YEM ALMA BAŞARISI ÜZERİNE ETKİLERİ

Birçok balık türünde özellikle larval dönemde yavruların yem alma başarısı, hayati önem taşımaktadır [McLean vd., 2008]. Yem alma başarısı aynı zamanda doğrudan balıkların büyüme performansı diğer bir ifade ile bireysel büyüme, yaşama ve yemden yararlanma oranı üzerinde etkili olduğundan, bu kavram su ürünleri yetiştiriciliği açısından oldukça önemlidir.

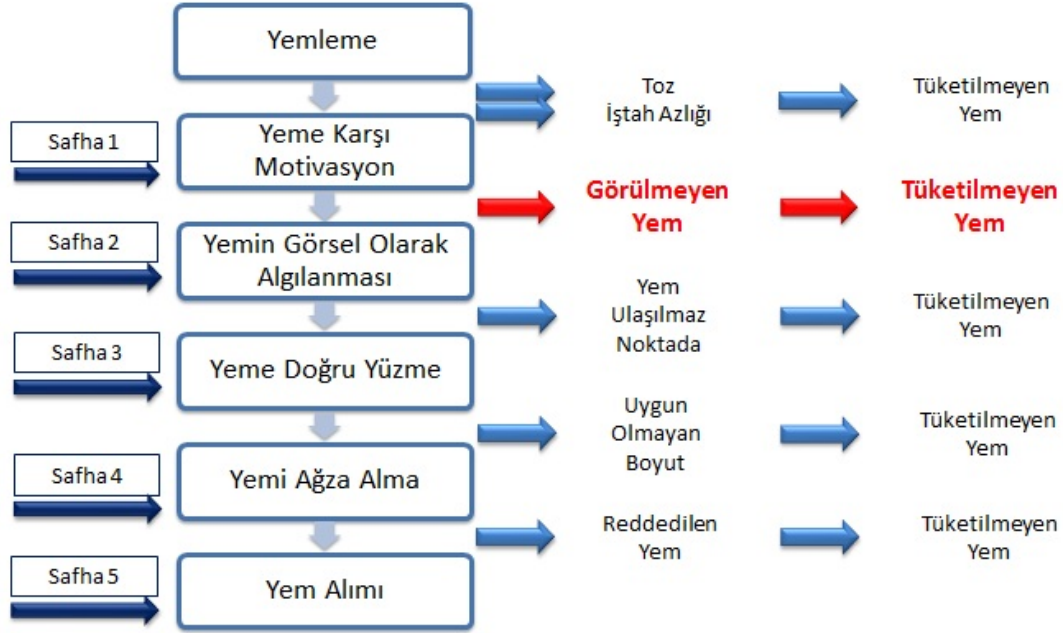
Sucul canlılarda yem alımı üzerinde etkili olan faktörler Şekil 2.1'de özetlenmiştir. Görüldüğü üzere, biyotik faktörler, suyun fiziksel-kimyasal özellikleri, iklim koşulları ve türdeşler ile etkileşimin (sosyal hiyerarşi ve stoklama yoğunluğu)

yanı sıra kullanılan tankın derinliği, şekli, yapısı ve rengi gibi özellikleri de yem alımını etkileyen faktörler arasında yer almaktadır [Kestemont and Baras, 2001].



Şekil 2.1. Yem alımına etki eden faktörler [Kestemont and Baras, 2001]

Doğal ortamda özellikle görerek beslenen balıklarda yem alma başarısının; yemin görsel olarak algılanabilirliği ile yakından ilgili olduğu bilinmektedir. Balıkların yeme karşı hareketleri (balıkların avlanmaları) genel anlamda şematize edildiğinde, yemin görsel olarak algılanabilirliğinin, yem alımında önemli olduğu görülmektedir (Şekil 2.2.). Zira görsel olarak algılanamayan yem tüketilmemekte ve yetiştiriciliği yapılan balıklar, beklenen ya da istenilen sürede büyümemekte ayrıca yem zayıtından dolayı işletmeler ekonomik açıdan kayba uğramaktadır.



Şekil 2.2. Balıkların yeme karşı hareketleri [Hoşsu vd., 2001]

Yapılan kaynak araştırması sonucunda kültür balıkçılığında yetiştirme ortamı (tank) renginin, yem/av ve ortamın rengi arasında kontrast oluşturarak, yemin görsel olarak algılanabilirliğini kolaylaştırdığı ve böylece balıklarda en önemli fizyolojik aktivitelerinden biri olan yem alımını artırdığı bilinmektedir. Yemin görsel olarak algılanabilirliğinin artması, yem alma başarısının, dolaylı olarak büyüme ve yaşama oranının artmasına yol açmaktadır.

Karakatsouli vd., (2007a) tarafından yapılan çalışmada, ortalama başlangıç ağırlıkları $71,4 \pm 0,30$ gram olan ve $29,8 \pm 0,13$ gram olan Çipuralar (*Sparus aurata*) kullanılmış ve çalışmada farklı renkli ortamların (beyaz, kırmızı ve mavi) balıkların büyümesi ve fizyolojileri üzerine etkileri araştırılmıştır. Çalışma sonunda istatistiksel açıdan anlamlı sonuç çıkmamasına karşın, Gökkuşığı alabalığı üzerinde yapılan çalışmada, en iyi büyümenin kırmızı renkli ortamda tutulan balıklarda olduğu saptanırken, en düşük büyüme oranının ise mavi renkli ortamda tutulan balıklarda olduğu tespit edilmiştir. Çipuralarda ise, Gökkuşığı alabalıklarından farklı olarak kırmızı ortamda tutulan balıkların daha az büyüdüğü tespit edilmiştir. Çalışmada tank renginin balıkların büyüme performansı üzerinde etkili olduğu vurgulanmıştır.

Karakatsouli vd., (2008) tarafından yapılan diğer bir çalışmada, ortalama başlangıç ağırlıkları $145,3 \pm 1,5$ gram olan Gökkuşığı alabalığı kullanılmış ve farklı renkli ortamların (beyaz, kırmızı ve mavi) balıkların büyüme performansı ve stres fizyolojisi üzerine etkileri araştırılmıştır. 111 günlük deneme süresi sonunda en iyi büyümenin kırmızı renkli ortamlarda tutulan balıklarda olduğu saptanmıştır. Farklı renkli ortamlarda tutulan balıkların karkas verimleri karşılaştırıldığına istatistiksel açıdan anlamlı farklılık tespit edilememiştir.

Gökkuşığı alabalığı üzerinde yapılan diğer bir çalışmada, farklı sıcaklıklarda (1 °C ve 12 °C ve 42. günden sonra 12 °C'de), farklı ortam renklerinin, balıkların renk tercihleri ve büyüme performansları üzerine etkileri araştırılmıştır. Laboratuvar ortamında yapılan bu çalışmanın ilk aşamasında, balıkların renk tercihlerini tespit etmek üzere, denemede kullanılan tank yeşil, mavi, sarı ve kırmızı olmak üzere 4 bölgeye ayrılmıştır. Balıkların 1 °C'de mavi ve yeşil bölümleri, 12 °C'de ise yeşil bölümleri tercih ettiği saptanmıştır. Çalışmanın ikinci aşamasında ise, balıkların büyüme performansını tespit etmek üzere denemede kullanılan tank beyaz, sarı, kırmızı, mavi ve yeşil olmak üzere 5 bölgeye ayrılmıştır. Deneme sonunda, en iyi büyümenin yeşil tanktaki balıklarda, en düşük büyümenin ise, kırmızı tanktaki balıklarda olduğu tespit edilmiştir. Yapılan bu çalışmada, kültür ortamında yeşil rengin en uygun renk olduğu tespit belirlenmiştir. Ayrıca sıcaklığın ve ortam renginin yem alımı ve balıkların büyüme performansı üzerinde etkili olduğu vurgulanmıştır [Luchiari ve Pirhonen, 2008].

Tatlısu Levreği (*Perca fluviatilis*) üzerinde yapılan bir çalışmada başlangıç ağırlıkları ortalama 0,57 mg olan balıklarda, ışık yoğunluklarının (250, 400 ve 800 lux) ve farklı tank renklerinin (siyah, koyu gri, açık gri ve beyaz) balıkların büyüme performansı üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Araştırma sonunda en yüksek yaşama oranı (%1- %26 oranları arasında değişen), açık gri tanklarda ve 250 lux ışık şiddetine maruz kalan balıklarda gözlenmiştir. En iyi büyüme oranı ise beyaz ve açık gri tanklarda, 250 lux şiddetinde ışığa maruz kalan balıklarda olduğu tespit edilmiştir. En düşük büyümenin ise siyah tanklarda olduğu saptanmıştır [Tamazouzt vd., 2000].

Sargoz (*Diplodus sargus*) üzerinde yapılan bir çalışmada, stok yoğunluğunun ve tank renklerinin (siyah, açık mavi, beyaz) büyüme performansı üzerine etkileri araştırılmıştır. $17,37 \pm 0,06$ g olan balıklar, farklı renkteki tanklarda (beyaz, açık mavi ve siyah) 28 balık/tank olacak şekilde stoklanmıştır. En iyi büyüme performansı, yemden yararlanma ve vücut protein içeriği beyaz ve açık mavi renkli tanklarda tutulan balıklarda tespit edilmiştir. Bu çalışmada Sargoz yetiştiriciliğinde beyaz renkli tankların kullanılmasının balıkların büyüme performanslarına olumlu yansıtacağı vurgulanmıştır [Karakatsouli vd., 2007b].

Nil tilapyası (*Oreochromis niloticus*) üzerinde yapılan çalışmada, farklı ışık renklerinin balıkların büyüme performansı üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Balıklar, 120 gün boyunca, dört farklı ışık spektrumuna (mavi, 436-495 nm; yeşil, 495-566 nm; kırmızı, 627-780 nm ve kontrol olarak gün ışığı, 566-589 nm) tabi tutulmuştur. Yeşil ışık spektrumu altındaki balıkların daha fazla büyüdüğü ve yem değerlendirme oranının daha düşük olduğu görülmüştür. Araştırma sonunda, yeşil ışık spektrumunun Nil tilapyası yetiştiriciliğinde kullanılmasının yararlı olabileceği vurgulanmıştır [Türker, 2009].

Aynı tür üzerinde yapılan diğer bir çalışmada, farklı ışık dalga boyu aralığında (mavi, mor, kırmızı, yeşil ve sarı) balıkların büyüme performansı üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Araştırma sonunda farklı renkteki ışıkların balıkların canlı ağırlık artışı üzerinde etkili olmadığı vurgulanmıştır. Ancak kırmızı renge maruz kalan balıkların diğer gruplar ile kıyaslandığında daha az büyüdüğü belirlenmiştir. Diğer taraftan sarı rengin bu tür için uygun olabileceğini vurgulamıştır [Luchiari ve Freire, 2009].

Sazanlar (*Cyprinus carpio*) üzerinde yapılan çalışmada ilk aşamada beyaz, mavi ve kırmızı ortamların balıklar üzerindeki etkileri araştırılmıştır. İkinci aşamada ise düşük ($1,22 \text{ kg/m}^3$) ve yüksek stok yoğunluğunda ($4,89 \text{ kg/m}^3$) Sazanların büyüme performansları araştırılmıştır. Çalışma sonunda Sazanların düşük yoğunlukta kırmızı ortamlarda, yüksek yoğunlukta mavi ortamlarda yetiştirilmesi önerilmiştir [Karakatsouli vd., 2010].

Monk vd., (2008) tarafından yapılmış olan diğer bir çalışmada; bej ve siyah renkli tankların Atlantik morinasının (*Gadus morhua*) yem alımı, yaşama oranı ve büyüme performansları üzerindeki etkileri incelenmiştir. Farklı ortam renklerinin Orfoz balıklarının beslenme davranışı, büyüme performansı ve yaşama oranı üzerinde etkili olduğu saptanmıştır. Açık renkli tanklarda yem alımının daha etkin olması nedeniyle bu türün yetiştiriciliği açık renkli tankları önerilmektedir.

Strand vd., (2007), farklı tank renkleri (beyaz, gri ve siyah) ile ışık yoğunluklarının (200 ve 1100 lux); Tatlısu levreğinin enerji kullanımı, yem alma ve büyüme performansı üzerindeki etkilerini araştırmışlardır. Başlangıç ağırlıkları $59,6 \pm 6,6$ g olan ve altı gruptan oluşan denemede, en iyi büyüme oranı ve en fazla yem alımının beyaz tanklarda tutulan ve 1100 lux ışığa maruz kalan balıklarda olduğu tespit edilmiştir. En düşük büyüme oranı ve en az yem alımının ise siyah tanklardaki balıklarda saptanmıştır. Büyüme ve enerji kullanımında ise istatistiksel olarak önemli farklılık saptanmamıştır. Bu çalışmada, ortam rengi, ile yemin kontrast oluşturmasının yemin görsel olarak algılanabilirliğini artırdığı ve bu durumda büyüme performansına olumlu yansıdığı tespit edilmiştir. Ayrıca Levrek yetiştiriciliğinde, ışık yoğunluğunun ve ortam renginin önemli faktörler olduğu vurgulanmıştır.

Tatlısu levreği üzerinde yapılan başka bir çalışmada; siyah-akıntılı, gri-akıntılı ve gri-akıntısız olan tanklar kullanmıştır. Silindirik tankların kullanıldığı bu denemede akıntı, tankların tabanının merkezine yerleştirilen hava taşı yardımı ile sağlanmıştır. Hava taşından deneme süresince hava verilerek akıntı sürekli kılınmıştır. Bu araştırmada, entansif yetiştiricilik sisteminde farklı tank renklerinin (siyah-akıntılı, gri-akıntılı ve gri-akıntısız) ve akıntının büyüme ve yaşama oranı üzerine etkileri araştırılmıştır. 5. hafta sonunda en fazla büyüme oranının, ağırlık artışının ve toplam boy artışının siyah tanklardaki balıklarda olduğu tespit edilmiş olup diğer iki tank arasında önemli farklılık saptanmamıştır. Gruplar arasında kondisyon faktörleri kıyaslandığında, siyah tanklardaki balıkların kondisyon faktörünün diğer tanklarda tutulan balıkların kondisyon faktöründen daha yüksek olduğu saptanmıştır. Siyah tanklardaki balıklarda saptanan daha yüksek büyüme

oranı, bu tanklardaki yemin görsel algılanabilirliğinin yüksek olması ile açıklanırken, akıntının öneminin olmadığı vurgulanmıştır [Jentoft vd., 2006].

Ortam renginin yanı sıra ışık dalga boyunun da sucul canlıların fizyolojisini etkilediği bilinmektedir. Luchiarı vd., (2009) tarafından *Sander lucioperca* türü üzerinde yapılan çalışmada, monokromatik (tek renkli) ışığın; spesifik büyüme oranı, kondisyon faktörü, yemden yararlanma ve yem alımı üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Laboratuvar ortamında yürütülen bu çalışmada, balıklar 42 gün boyunca mavi, yeşil, beyaz, kırmızı ve sarı ışığa maruz bırakılmışlardır. Kırmızı ışığa maruz kalan balıklarda son ağırlık, spesifik büyüme oranı ve kondisyon faktörü; yeşil, sarı ve kırmızı ışığa maruz kalan balıklarda ise yemden yararlanmanın diğerlerinden daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca, 535 ve 603 nm dalga boyu aralığında görsel olarak algılanmanın en fazla olduğu saptanmıştır. Bu çalışmada, orta ve uzun dalga boylarının görsel algılanabilirliği arttırdığı, dolaylı olarak yemden yararlanma ve spesifik büyüme oranını olumlu yönde etkileyebileceği vurgulanmıştır.

Downing ve Litvak (1999)'ın bir morina türü olan *Melanogrammus aeglefinus* üzerinde yapmış oldukları çalışmada, farklı tank renklerinin (siyah ve beyaz) ve farklı ışık yoğunluklarının ($1,1 \mu\text{mol} / \text{sm}^2$ veya $18 \mu\text{mol} / \text{sm}^2$) balıkların büyüme performansı üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Balıklar farklı fotoperiyot uygulamalarına (24 L: 0 D; 15 L: 0 D) tabi tutulmuşlardır. Işık yoğunluğunun düşük olduğu siyah tanklarda tutulan balıkların, büyüme performanslarının ve yaşama oranının daha düşük olduğu saptanmıştır. Çalışmada elde edilen sonuçlara göre, ışık yoğunluğunun düşük siyah tanklarda balıkların avlama performanslarının düşük olmasından dolayı, daha az yem aldıkları ve bu durumda balıkların büyüme performansına olumsuz yansiyabileceği vurgulanmıştır.

Kaya kefali (*Liza ramada*) üzerinde yapılan çalışmada, yetiştirme ortamı renginin (beyaz, siyah, kırmızı, yeşil, sarı ve mavi) balıkların büyüme performansı üzerindeki etkileri araştırılmıştır. En iyi büyüme performansının açık renkli ortamlarda (beyaz, sarı ve saydam) tutulan balıklarda olduğu tespit edilmiştir. Diğer renklerde balıkların daha yavaş geliştiği saptanmıştır. Ayrıca açık renkli ortam ile

koyu renkli yemin kontrast oluşturmasının balıkların büyüme performansına olumlu yansıdığı belirtilmiştir [El-Sayyed ve El- Ghobashy, 2011].

Jirsa vd., (2009) tarafından Beyaz levrek (*Atractoscion nobilis*) üzerinde yapılan çalışmada, tank renginin balıkların büyüme performansı üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Çalışma sonunda yem rengi ile ortam renginin kontrast oluşturmadığı tanklarda yem alımını daha az olduğu tespit edilmiştir. Ancak mavi ve siyah tankların her ikisinde de yüksek ışık şiddetine (yüksek ışık şiddeti 3000 lux, düşük ışık şiddeti 300lux) maruz kalan balıkların yemleri daha iyi görebildiği ve daha iyi büyüdüğü tespit edilmiştir.

Monk vd., (2008) tarafından yapılmış olan çalışmada, üç farklı ışık şiddetinde; Atlantik morinasının, yem alımı, büyüme performansları ve yaşama oranları üzerindeki etkileri incelenmiştir. Çalışmada balıklar 24 saat aydınlığa tabi tutulmuştur. Yüksek ışık şiddetine maruz kalan yavruların yem alımının daha etkin olduğu tespit edilmiştir. Bu çalışmada ışık yoğunluğunun ve ortam renginin, balıkların büyüme ve beslenme davranışlarında etkili olabileceği vurgulanmıştır.

Yukarıdaki kaynak araştırmalarında görüldüğü üzere yetiştirme ortamı renginin, yem rengi ile kontrast oluşturarak yem alımını, arttırmasının yanı sıra balıkların nöroendokrin sistemini dolayısıyla iştahlarını etkilediği yapılan çalışmalar ile tespit edilmiştir.

Amiya vd., (2005) tarafından Pisi balığı (*Verasper moseri*) üzerinde yapılan çalışmada, beyaz tanklarda tutulan balıkların, siyah tanktaki balıklardan daha hızlı büyüdüğü saptanmıştır. Ayrıca beyaz tanklarda tutulan balıklarda, beyinde ve plazmada Melaninin Toplanması Sağlayan Hormon (MCH), salınımının daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Adı geçen araştırmacılar, yüksek MCH seviyesinin yem alımını olumlu yönde etkileyebileceğini ve MCH'nun da memelilerde olduğu gibi balıklarda da yem alımını düzenleyebileceğini vurgulamışlardır.

Matsuda vd. (2007) tarafından Japon balıkları (*Carassius auratus*) üzerinde yapılan çalışmada, MCH'un yem alımı üzerine etkilerini araştırılmıştır. Bu çalışma

sonunda, balıklar anti-MCH serumu verilen balıklarda yem alımının arttığı saptanmıştır. MCH'un Japon balığının iştahına etki ettiği tespit edilmiştir.

Pisi balığı üzerinde yapılmış olan çalışmada; farkı ortam renginin (beyaz, sarı, siyah ve mikroseramikli tanklar) balıkların renklenmesi ve büyüme performansı üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Sekiz ay süren çalışmada, beyaz ve sarı tanktaki balıkların büyüme performansının siyah tanktaki balıkların büyüme performansından daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Beyaz tanktaki balıklarda beyinde, MCH'un seviyesinin siyah tanklardakilerden daha yüksek olduğu ve beyaz tanklarda MCH'nun salgısının solgun renk oluşumunu bastırdığı saptanmıştır. Çalışma sonunda, MCH'un yem alımını ve dolayısıyla, balıkların büyüme performansını etkileyebileceği vurgulanmıştır [Yamanome vd., 2005].

2.2. YETİŞTİRME ORTAMI RENGİNİN BALIKLARIN STRES FİZYOLOJİSİ ÜZERİNE ETKİLERİ

Kültür balıkçılığında stres fizyolojisi, enerji harcamasında artışa, bağışıklık sisteminin zayıflamasına yol açarak somatik büyüme ve yaşama oranında gerilemeye neden olabilmektedir. Ayrıca yem alımını etkileyerek büyüme performansına olumsuz yansımaktadır. Wedemeyer (1996)'e göre, balıkların hastalıklara karşı direncinde, metabolizma hızında, büyümesinde ve üreme başarısında gözlenen değişimler, uygun olmayan yetiştirme koşulların yarattığı stresin göstergesidir. De Silva ve Anderson (1995) ise yetiştirme koşulları altında farklı etmenlerin balıklarda strese neden olabileceği ve buna bağlı olarak iştahta gerilemenin meydana geleceğini vurgulamaktadırlar.

Aşağıda adı geçen araştırmacıların yapmış olduğu çalışmalarda görüldüğü üzere, balıklarda stres fizyolojisini tetikleyen çevresel unsurlardan bir tanesi de uygun olmayan ortam rengidir.

Gökkuşığı alabalığı üzerinde yapılmış olan araştırma kapsamında, yetiştirme ortamı renginin, plazma kortizol seviyesi, arginin vasotinin sentezi, MCH, ve Adrenokortikotropik hormon (ACTH) salgılanması üzerine etkileri araştırılmıştır. Deneme grupları strese maruz bırakıldığında, siyah renkli tanklarda tutulan

balıklarda yüksek kortizol seviyesi ve düşük MCH salgısı tespit edilmiştir. Stres şiddetinin arttığı durumlarda ise plazma kortizol seviyelerinin aynı olduğu belirlenmiştir. Siyah tanklarda tutulan balıklara enjekte edilen MCH'un, ilk bir saat içerisinde strese bağlı plazma kortizol seviyesini bastıracağı ancak toplam kortizol seviyesine etki etmediği saptanmıştır. Ayrıca siyah tanklarda, MCH'nun arginin vascotin sentezine etkilemediği tespit edilmiştir. Araştırma sonucunda ortam renginin, doğrudan veya dolaylı olarak stres mekanizmasını etkilediği vurgulanmıştır [Gilchriest vd., 2001].

Sazanlar üzerinde yapılan çalışmada, farklı tank renklerinin (siyah, yeşil, beyaz) büyüme performansı ve balıkların fizyolojisi üzerindeki etkileri araştırılmıştır. 116 g ağırlığındaki balıklar 14 hafta boyunca denemeye tabi tutulmuştur. Deneme sonunda kan ve karaciğer örnekleri ile büyüme parametreleri incelenmiştir. En iyi canlı ağırlık atışı, büyüme ve yem dönüşüm oranı beyaz renkli tanklarda saptanırken siyah tanklarda ise bu durumun tersi tespit edilmiştir. Ayrıca gruplar arası kortizol seviyeleri karşılaştırıldığında, en düşük kortizol seviyesinin beyaz tanklardaki balıklarda olduğu tespit edilmiştir. Sazan balıklarında farklı tank renklerinin büyüme performansı üzerindeki etkisi vurgulanmıştır [Papoutsoglou vd., 2000].

Papoutsoglou vd. (2005) tarafından ortalama ağırlıkları $4,7 \pm 0,02$ gram olan Gökkuşığı alabalığı yavruları üzerinde yapılmış olan çalışmada; kapalı devre yetiştiricilik sistemlerinde, farklı renkli tanklarda (siyah açık mavi ve beyaz), triptofanlı (esansiyel bir aminoasit) yemlerin anti-stres etkisi araştırılmıştır. Ticari yemler ile kıyaslandığında, triptofanlı yem (2 g / 100 g diyet) ile beslenen balıkların daha az büyüdüğü saptanmıştır. Ayrıca triptofanlı yem ile beslenen balıklarda, yem dönüşüm oranının düşük olduğu ve hepatosomatik indeks değerinin yüksek olduğu tespit edilmiştir. Siyah tanklardaki balıklarda ise düşük yem dönüşüm oranı belirlenmiştir. Araştırma sonucuna göre, siyah renkli tankların gökkuşığı alabalığı yetiştiriciliği için uygun olmadığı vurgulanmıştır.

McLean vd. (2008) tarafından yürütülen bir çalışmada farklı tank renklerinde (siyah, yeşil, açık mavi, koyu mavi) Dil balığının (*Paralichthys dentatus*) büyüme ve yem alma performansları ile Nil tilapyasının büyüme, yemden

yararlanma ve vücut kompozisyonları (lipid, protein, kuru madde ve kül) üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Her iki türde de tank renginin büyüme performanslarına etki etmediği tespit edilmiştir. Kırmızı tanklarda bulunan Dil balıklarında ve yeşil tanklarda bulunan Tilapyalarda yem dönüşüm oranının daha iyi olduğu tespit edilmiştir. Her iki türde en düşük kortizol seviyesinin kırmızı renkli tanklardaki balıklarda bulunduğu saptanmıştır. Ayrıca tank renginin Tilapyalarda vücut kompozisyonuna etki etmediği tespit edilmiştir. Bu çalışmada ortam renginin balıkların büyüme ve yem alım performansları üzerinde etkili olmadığı vurgulanmıştır.

Mersin morinası (*Huso huso*) üzerinde yapılan çalışmada, ışık ve tank renginin balıkların büyüme performansı (ağırlık artışı, SGR, karkas verimi vb.) ve fizyolojisi üzerine etkileri (kan parametreleri) araştırılmıştır. Yapılan ilk denemede başlangıç ağırlıkları $98.83 \pm 1,42$ g olan balıklar 12 hafta süre ile beyaz, mavi, yeşil ve kırmızı ışığa maruz bırakılmıştır. Araştırmalar sonucunda, kırmızı ışığın büyüme performansına olumsuz etkileri saptanmış ayrıca, karaciğerdeki toplam yağlanmayı ve plazmadaki albümin seviyesinde azalmalara neden olmasına karşın, plazmadaki kortizol, glikoz, kolesterol ve trigliserit seviyelerinde artışa neden olduğu saptanmıştır. Mavi ışığın ise balıkların büyüme performansını artırdığı tespit edilmiştir. Araştırmacıların yapmış olduğu ikinci denemede; başlangıç ağırlıkları $98,50 \pm 1,24$ g olan Mersin balıkları 12 hafta süre ile beyaz, kırmızı, yeşil, siyah ve mavi tanklarda tutulmuştur. Farklı renkli tanklarda tutulan balıklarda, büyüme performansı değerlendirildiğinde, istatistiksel açıdan önemli bir farklılık tespit edilememesine karşın en fazla vücut ağırlık artışı, en düşük yem dönüşüm oranı ve en yüksek spesifik büyüme oranı gibi değerlerin siyah tankta tutulan balıklarda olduğu tespit edilmiştir. Beyaz tanklarda plazma glikoz seviyesinin diğer tanklardan daha yüksek olduğunun saptanmasına karşın, istatistiksel açıdan anlamlı farklılık belirlenmemiştir [Banan vd., 2011].

Fangriler (*Pagrus pagrus*) üzerinde yapılan çalışmada farklı tank renklerinin (siyah, beyaz ve gri) stres fizyolojisi üzerine etkileri araştırılmıştır. Elde edilen sonuçlarda tank renklerinin önemli derecede α -MSH (alfa Melanin uyarıcı hormon) ve ACTH (Adrenocorticotropin)'un salgılanmasında etkili

olduğu saptanmıştır. Siyah tanklarda tutulan balıklarda, plazma kortizol seviyesinde önemli bir artış gözlenmiştir. Deneme boyunca, beyaz tanklarda plazma kortizol seviyesinin düşük olduğu tespit edilmiştir. Bu çalışmada, *P. pagrus* türünde, strese maruz kalan balıkların, beyaz ortama adapte edilmesi sonunda, stresin faktörünün etkisinin azalabileceği vurgulanmıştır [Rotllant vd., 2003].

Dil balığı (*Paralichthys lethostigma*) üzerinde yapılan çalışmada, ışık yoğunluğunun ile ortam renginin (Gri, mavi ve siyah) balıkların büyüme performansı, cinsiyetlerinin belirlenmesi ve kortizol seviyeleri üzerine etkileri araştırılmıştır. 3 farklı çalışmanın yer aldığı bu denemede, ilk çalışmada mavi tanktaki erkek yüzdesinin diğer tanklara göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca 34. gün sonunda en yüksek kortizol seviyesinin mavi tanklardaki erkeklerde olduğu tespit edilmiştir. Deneme sonunda, gri tanklardaki balıkların daha iyi büyüme performansı gösterdiği saptanmıştır. İkinci çalışmada, 144 gün boyunca, üç farklı ışık yoğunluğuna (5, 100, 1500 lux) maruz kalan balıklarda, en iyi büyümenin 100 lux ışık şiddetinde olduğu tespit edilmiş ancak ışık şiddetinin kortizol seviyesi üzerinde etkili olmadığı tespit edilmiştir. Üçüncü çalışmada ise 48 saat boyunca balıklara 0 mg/kg, 100 mg/kg ve 500 mg/kg kortizol içeren yemler sunulmuştur ve tüketilen yemlerin, balıkların kortizol seviyelerini yükselttiği saptanmıştır. Bu üç çalışmadan elde edilen sonuçlara göre, Dil balıklarında ortam rengi, balıkların cinsiyetinin belirlenmesinde, kortizol seviyesinde ve büyüme performansında etkili olmaktadır [Turner, 2008].

Atlantik somonları (*Salmo salar*) üzerinde yapılan çalışmada, yükselen kortizol seviyesinin balıkların yem alımına ve dolaylı olarak büyüme performansına olumsuz etki ettiği belirlenmiştir. Strese maruz kalan balıkların, büyüme performansında diğer balıklara ile karşılaştırıldığında gerilemeler olduğu saptanmıştır. Adı geçen araştırmacılar, stres fizyolojisinin balıkların iştahlarına olumsuz etkilediğini vurgulamışlardır [Pankhurst vd., 2008].

Gümüş kedibalığı (*Rhamdia quelen*) üzerinde yapılan çalışmada ise, iki farklı tankta (beyaz ve mavi) tutulan balıkların plazma kortizol seviyesi araştırılmıştır. Adaptasyon süresinin ilk 10, gününde mavi ve beyaz tankların strese neden olmadığı belirlenmiştir. Çalışma sonunda araştırmacılar, bu türün

yetiştiriciliği için mavi renkli ortamların faydalı olacağını altını çizmiştir [Barcellos vd, 2009].

2.3. YETİŞTİRME ORTAMI RENGİNİN BALIKLARIN RENKLENMESİ ÜZERİNE ETKİLERİ

Kültür balıkçılığında ve akvaryum balıklarında, balığın rengi oldukça önemli bir kıstas olup balığın pazar değerini değiştirebilmektedir [Rotllant vd., 2003].

Balıkların renkleri larval dönemlerde henüz belirginleşmemişken, büyüdükçe türe özgü renkler belirginleşmeye ve farklılaşmaya başlamaktadır. Bu renklerin oluşumunda ışık, cinsiyet, balığın bulunduğu ortam ve benzeri etkenler rol oynamaktadır [Ekingen, 2001].

Doolan vd. (2009) tarafından Kırmızı çipura (*Pagrus auratus*) üzerinde yapılan çalışmada, tank renginin, balıkların derisindeki renk değişimi ve stres fizyolojisi üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Farklı ortam renklerine (siyah, beyaz) taşınmadan önce, balıklar kafeslerde 39 mg/kg astaksantin içeren yemler ile beslenmiştir. Çalışmada, kırmızılık, sarılık, parlaklık gibi renklenme değerleri ve plazma kortizol seviyeleri ölçülmüştür. Siyah tanktan beyaz ağ rengine sahip kafeslere ve beyaz tanktan siyah ağ rengine sahip kafeslere taşınan balıklarda, 1 gün içerisinde hızlı bir şekilde balıkların renklerinin açıldığı, parlaklığın en üst düzeye çıktığı tespit edilmiştir. Plazma kortizol seviyelerinin ise, kafes ağ renklerinden etkilenmediği tespit edilmiştir. Bu çalışmada ortam renginin balığın renklenmesi üzerinde etkili olmasına karşın, kortizol seviyesinde etkili olmadığı vurgulanmıştır.

Palyaço balığı (*Amphiprion ocellaris*) üzerinde yapılan çalışmada ise ortam renginin balıkların renklenmesi üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Balıklar ilk olarak 4 hafta süre ile 4 ana renkteki (mavi, yeşil, kırmızı ve beyaz) tanklarda daha sonra ise beyaz tanklarda (4 hafta süre ile) denemeye tabi tutulmuşlardır. Mavi ve yeşil tanklarda bulunan balıklarda, kırmızı ve turunculaşma beyaz tanklarda bulunan balıklarda ise parlaklaşma gözlenmiştir. Ortam renginin balığın renklenmesi üzerinde etkili olduğu ancak bu etkinin geçici ve kaybolmasının mümkün olduğu saptanmıştır [Yasir ve Qin, 2009].

Yanar ve Tekelioğlu (1999) tarafından yürütülen çalışmada; balıklarda etkili pigmentlerinden olan zeaksantin ve tank renginin, Japon balığının renklenmesi ve balıkların büyüme performansı üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Yeşil ve mavi tanklardaki pigmentasyon birikimi arasındaki fark, istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Ayrıca, en iyi büyümenin yeşil tankta tutulan balıklarda olduğu saptanmıştır ($p<0.05$). Tank renginin Japon balıklarının büyüme performansı ve renklenmesi üzerinde etkili olduğu vurgulanmıştır.

Bir Tilapya türü olan *Sarotherodon mossambicus* üzerinde yapılan çalışmada, farklı renkli tankların (siyah, beyaz) α -melanotropik hormon (MSH) seviyesine ve balıkların renklenmesi üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Doğal fotoperiyoda maruz kalan balıklarda, MSH hücrelerinin aktiviteleri siyah renkli tanklarda yüksek olmasına karşın, tamamen karanlıkta tutulan balıklarda MSH aktivitesinin daha düşük olduğu saptanmıştır. Ortam renginin MSH'nun salgılanmasında ve dolaylı olarak *S. mossambicus* türünün renklenmesi üzerinde etkili olduğu vurgulanmıştır [Eys, 1980].

Hekimoğlu (2005) tarafından yürütülen çalışma kapsamında Japon balıklarının beyaz (sarımsı beyaz) ve kırmızı tanklarda büyüme performansları ve renklenmeleri incelenmiştir. En iyi büyüme performansının kırmızı tanklardaki balıklarda olduğu tespit edilmiştir. Renklenme açısından kırmızı tanklarda turuncu renkli balık oranı % 95 iken bu değer normal tanklarda yetiştirilen balıklarda % 63 olarak saptanmıştır. Bu çalışmada farklı tank renklerinin Japon balıklarının renklenmesi üzerinde etkili olduğunun altı çizilmiştir.

2.4. GÖKKUŞAĞI ALABALIĞINDA BÜYÜME PERFORMANSI

Bu çalışmanın ana eksenini farklı tank renklerinin Gökkuşığı alabalığının büyüme performansı üzerindeki etkileri olduğundan, aşağıda bu türün kültür koşullarındaki büyüme performansına ilişkin genel ölçüt ve değerlere yer verilmiştir.

Genel olarak su ürünleri yetiştiriciliğinde büyüme performansı kavramı canlının somatik büyümesini ifade eden ölçütlerin (oransal büyüme oranı, spesifik büyüme oranı, termal büyüme katsayısı gibi) yanı sıra yemden yararlanma (Yemin

dönüşüm oranı, FCR veya yem dönüşüm etkinliği, FCE gibi), yaşama oranı ve kondisyon faktörü gibi diğer bazı kriterleri de kapsayabilmektedir [Goddard, 1996; Korkut vd., 2007; Amisah vd, 2009; Ghanawi vd, 2011].

Korkut vd. (2007)'ne göre enerjinin korunumu eşitliği çerçevesinde büyüme, balık vücudundaki enerji yeterliliğinin artmasıdır. Bu araştırmacılara göre özellikle alabalıklarda büyüme bilimsel olarak ‘‘Spesifik Büyüme Oranı’’ ile modellendirilmekte ve bu oran balık büyüklüğü arttıkça azalmaktadır.

Çelikkale (1994)'ye göre ise kültür koşullarında balıkların büyümesi balığın türü, büyüklüğü ve cinsiyeti gibi iç faktörler ile tüketilen yem miktarı ve kalitesi, çözülmüş oksijen, su sıcaklığı, suyun debisi ve su kalite parametreleri gibi dış faktörlere bağlıdır.

Yetiştiricilik koşullarında Gökkuşığı alabalıklarında su sıcaklığı ve balığın gelişim evresine (büyüklüğü) bağlı olarak spesifik büyüme oranı (SGR) 0,7 ile 10,5 %vücut ağırlığı/gün arasında değişiklik gösterebilmektedir. Örneğin 4 °C su sıcaklığında 40-100 g ağırlığındaki Gökkuşığı alabalıklarında SGR, %0,7 olarak gerçekleşirken 16 °C'da bu değer 0,5-1,0 gramlık yavru balıklarda %10,5'e kadar çıkabilmektedir [Goddard, 1996].

Probiyotikli yemler kullanılarak ortalama canlı ağırlıkları 120 mg olan Gökkuşığı alabalığı yavruları üzerinde yapılan bir çalışmada spesifik büyüme oranları 3,4-3,9 %/gün arasında değişirken, yemin ete dönüşüm oranları (FCR) ise 0,9-1,0 arasında tespit edilmiştir [Bagheri vd., 2008].

Shima vd. (2001), tarafından otomatik ve sarkaçlı yemleme makineleri ile ortalama ağırlıkları 0,27 g olan Gökkuşığı alabalığı yavruları üzerinde yapılan başka bir araştırmada deneme gruplarında SGR, 4,3-4,69 %/gün olarak saptanmıştır. Bu araştırmada yem dönüşüm etkinliği 1,11-1,14 aralığında değiştiği tespit edilmiştir.

Lee vd. (2005) tarafından yeni yem almaya başlayan Gökkuşığı alabalığı yavruları (143 mg ortalama ağırlık) ile yürütülen bir besleme çalışmasında tespit edilen spesifik büyüme oranları (SGR) 3,14-3,94 %/gün arasından değişim gösterirken, yem dönüşüm oranları 0,81-1,13 olarak bulunmuştur.

10,4 °C su sıcaklığında ortalama ağırlıkları 113-148 mg olan Gökkuşığı alabalık yavruları ile yürütülen bir çalışmada en iyi spesifik büyüme oranı (SGR) 5,34 %/gün ve termal büyüme katsayısı (TGC) 12,8 olarak saptanmıştır [Lakeh vd., 2010].

Jokumsen ve Rasmussen (2008) tarafından Gökkuşığı alabalıkları üzerinde yürütülen bir araştırmada termal büyüme katsayısının 2,98-3,15, yemin ete dönüşüm oranının ise 0,90 ile 1,00 arasında değiştiği tespit edilmiştir.

Erbaş vd., (2009), tarafından ortalama ağırlıkları 0,12 g olan Gökkuşığı alabalığı yavruları üzerinde yürütülen çalışmada en iyi spesifik büyüme oranı (SGR) 5,89 %/gün olarak saptanmıştır.

Ortalama ağırlıkları 1,53 gram Gökkuşığı alabalığı yavruları üzerinde yapılan diğer bir çalışmada 16 °C su sıcaklığında farklı yemleme aralıklarının yavruların büyüme ve yem alımı üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Araştırma sonunda en yüksek spesifik büyüme oranını (SGR) 3,74 %/gün olarak bulunmuştur [Shima vd., 2003].

3. MATERYAL ve YÖNTEM

Bu çalışmada; açık yeşil, bej, gri ve koyu yeşil renkli CTP tanklarının Gökkuşığı alabalığı yavrularının büyüme performansı üzerindeki etkileri ticari işletme koşulları altında araştırılmıştır.

3.1. MATERYAL

3.1.1. Araştırmanın Yürütüldüğü İşletme ve Kullanılan Suyun Özellikleri:

Araştırma, 8400000 yavru balık kapasitesine sahip ticari bir alabalık işletmesinin ön-büyütme bölümünde yürütülmüştür. Araştırmanın yapıldığı işletme, Bilecik ilinin Bozüyük ilçesinde, Karasu mevkiinde kurulmuş olup, üretim için kullandığı su, Karasu nehrinden gelmektedir. Yapılan analizler sonucunda su parametreleri Çizelge 3.1 'de verilmiştir.



Şekil 3.1. Araştırmanın yürütüldüğü işletmenin genel görünümü



Şekil 3.2. Araştırmanın yürütüldüğü ön-büyütme bölümü

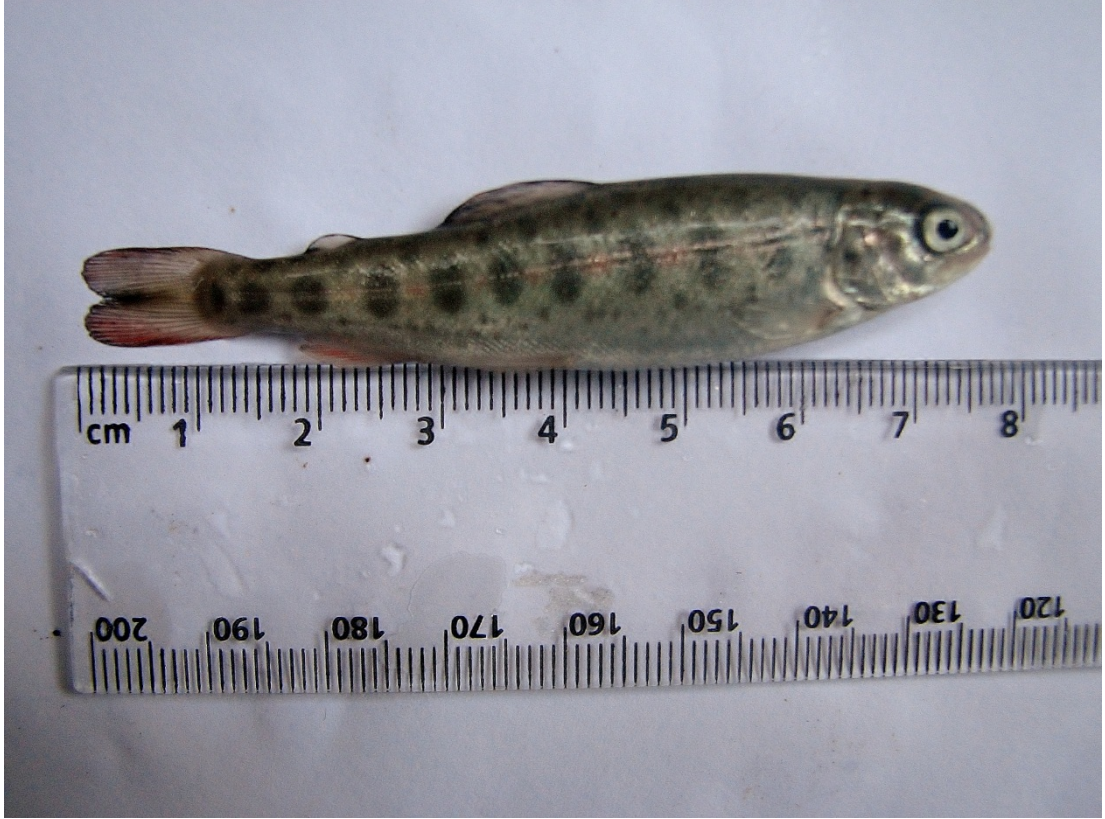
Araştırma, ortalama 14,8°C su sıcaklığı altında yürütülmüş ve ortalama çözülmüş oksijen değeri 8,99 mg/L olarak ölçülmüştür.

Çizelge 3.1. Araştırmanın yapıldığı işletmenin su kalite parametreleri (DSİ 3. Bölge Müdürlüğü Kalite Kontrol ve Lab. Şb. Müdürlüğü Raporu)

pH (Sıcaklık düzeltmesi)(25°C)	7,75
Elektriksel iletkenlik (Sıcaklık düzeltmesi)(25°C) mS/m	40,0
Karbonat mg/L	0,00
Bikarbonat mg/L	252,5
Klorür mg/L	2,69
Nitrat mg/L	3,68
Sülfat mg/L	4,46
Nitrit mg/L	0,0
Florür mg/L	0,06
Orta-Fosfat mg/L	0,0
Toplam sertlik mgCaCO ₃ /L	199
Toplam Çözülmüş Katı Madde mg/L	144
Çözülmüş Oksijen mg/L	9,32

3.1.2. Balık Materyali:

Araştırmada ortalama başlangıç ağırlıkları 4,86-4,88 gram aralığında olan ve ithal tümü dişi yumurtalardan elde edilen, 5600 adet Gökkuşuğu alabalığı yavruları kullanılmıştır. Araştırmada kullanılan balıklar, çalışmanın yürütüldüğü işletmeden temin edilmiştir.



Şekil 3.3. Araştırmada kullanılan Gökkuşuğu alabalığı yavrusu

3.1.3. CTP (Fiberglas) Tanklar:

Araştırmada ticari Gökkuşuğu alabalığı yavru (ön-besleme) yetiştiriciliğinde son yıllarda yaygın olarak kullanılan ranza tipi iki katlı 4x1x0,5 m ebadında 8 adet CTP tanklar kullanılmıştır (Şekil 3.4).

Araştırmada sektörde yaygın olarak kullanılan açık yeşil, koyu yeşil ve bej rengindeki tankların yanı sıra *Salmonidae* familyasına mensup türlerin yaşadığı taşlı/çakıllı ortamlar dikkate gri renkli tanklar kullanılmıştır. Kullanılan tank

renklerinin tanımlanmasında “Classic RAL System” standart renk pigmentleri skalası (RAL Colour Chart) referans olarak alınmıştır (Şekil 3.5).



Şekil 3.4. Araştırmada kullanılan ranza tip iki katlı CTP tanklar

RAL standart renk skalasına göre ve RAL-1013 (Bej-Oyster white), RAL-6021 (Açık yeşil - Pale green), RAL-6015 (Koyu Yeşil - Chrome green), RAL-7042 (Gri-Traffic grey) kodlu renkler kullanılmıştır (Şekil 3.6-3.9). Deneme tankları, çalışmanın yürütüldüğü özel işletme tarafından, sipariş üzerine yaptırılmıştır.

ral 1000	ral 1001	ral 1002	ral 1003	ral 1004	ral 1005	ral 1006	ral 1007
ral 1011	ral 1012	ral 1013	ral 1014	ral 1015	ral 1016	ral 1017	ral 1018
ral 1019	ral 1020	ral 1021	ral 1023	ral 1024	ral 1027	ral 1028	ral 1032
ral 1033	ral 1034	ral 2000	ral 2001	ral 2002	ral 2003	ral 2004	ral 2008
ral 2009	ral 2010	ral 2011	ral 2012	ral 3000	ral 3001	ral 3002	ral 3003
ral 3004	ral 3005	ral 3007	ral 3009	ral 3011	ral 3012	ral 3013	ral 3014
ral 3015	ral 3016	ral 3017	ral 3018	ral 3020	ral 3022	ral 3027	ral 3031
ral 4001	ral 4002	ral 4003	ral 4004	ral 4005	ral 4006	ral 4007	ral 4008
ral 4009	ral 5000	ral 5001	ral 5002	ral 5003	ral 5004	ral 5005	ral 5007
ral 5008	ral 5009	ral 5010	ral 5011	ral 5012	ral 5013	ral 5014	ral 5015
ral 5017	ral 5018	ral 5019	ral 5020	ral 5021	ral 5022	ral 5023	ral 5024
ral 6000	ral 6001	ral 6002	ral 6003	ral 6004	ral 6005	ral 6006	ral 6007
ral 6008	ral 6009	ral 6010	ral 6011	ral 6012	ral 6013	ral 6014	ral 6015
ral 6016	ral 6017	ral 6018	ral 6019	ral 6020	ral 6021	ral 6022	ral 6024
ral 6025	ral 6026	ral 6027	ral 6028	ral 6029	ral 6032	ral 6033	ral 6034
ral 7000	ral 7001	ral 7001	ral 7002	ral 7003	ral 7004	ral 7005	ral 7006
ral 7008	ral 7009	ral 7010	ral 7011	ral 7012	ral 7013	ral 7015	ral 7016
ral 7021	ral 7022	ral 7023	ral 7024	ral 7026	ral 7030	ral 7031	ral 7032
ral 7033	ral 7034	ral 7035	ral 7036	ral 7037	ral 7038	ral 7039	ral 7040
ral 7042	ral 7043	ral 7044	ral 8000	ral 8001	ral 8002	ral 8003	ral 8004
ral 8007	ral 8008	ral 8011	ral 8012	ral 8014	ral 8015	ral 8016	ral 8017
ral 8019	ral 8022	ral 8023	ral 8024	ral 8025	ral 8028	ral 9001	ral 9002
ral 9003	ral 9004	ral 9005	ral 9010	ral 9011	ral9016	ral 9017	ral 9018

Şekil 3.5. “Classic RAL System” standart renk pigmentleri skalası [www.themeter.net]



Şekil 3.6. Araştırmada kullanılan açık yeşil tank (RAL-6021)



Şekil 3.7. Araştırmada kullanılan bej tank (RAL-1013)



Şekil 3.8. Araştırmada kullanılan gri tank (RAL-7042)



Şekil 3.9. Araştırmada kullanılan koyu yeşil tank (RAL-6015)

3.1.4. Yem:

Çalışmada özel bir yem fabrikası tarafından üretilen Gökkuşuğu alabalığı ön-besi (800-1000 mikro granül-1-1,5-2 mm mikro) ve büyütme yemleri (2-3 mm mikro batan) kullanılmıştır. Bu yemlerin içeriği Çizelge 3.2’de verilmiştir.

Çizelge 3.2. Denemede kullanılan yemlerin içeriği

Temel Besin Maddeleri	Yemin Çapı				
	800-1000 mikro granül	1 mm mikro	1,5 mm mikro	2 mm mikro batan	3 mm mikro batan
Nem (%)	8	10	10	10	10
Ham Protein (%)	55	55	53	50	45
Ham Yağ (%)	15	14	16	18	20
Kül (%)	10	10	10	10	10
Ham selüloz (%)	2	1,3	1,5	2,5	3
Sin. Enerji (Kcal/kg.) (Min.) (%)	4523	4296	4350	4360	4389

3.2. YÖNTEM

Araştırmanın çıktılarının Gökkuşuğu alabalığı yetiştiriciliği sektörü tarafından kullanılabileceği dikkate alınarak bu çalışma ticari bir işletmede ve fiili yetiştiricilik koşulları altında (Tank boyutları, yem çeşidi ve yemleme protokolü, doğal fotoperiyot gibi) yürütülmüştür. Ancak araştırmanın istatistiksel yönden geçerliliği dikkate alınarak başlangıç ve son stoklama yoğunlukları (balık sayısı) sabit tutularak rutin ticari üretim sürecinde başvurulan boylama ve stok seyretme uygulamaları yapılmamıştır [De Silva ve Anderson, 1995; Lovell, 1998].

Deneme, 15’şer günlük 4 dönem halinde (Birinci dönem 1.-15. gün, İkinci dönem 16.-30. gün, Üçüncü dönem 31.-45. gün ve Dördüncü dönem 46.-60. gün) toplam 60 gün süre ile (8 Temmuz 2011- 5 Eylül 2011) yürütülmüştür. Çalışma, 4 farklı tank rengi grubu (Açık yeşil, bej, gri ve koyu yeşil renkli tank) ve 2 tekerrürlü olarak tasarlanmış ve bu amaçla 8 adet tank kullanılmıştır.

Balıkların ortalama başlangıç vücut ağırlıkları arasındaki farkın deneme grupları arasında istatistiksel yönden önemsiz ($p>0.05$) olmasına dikkat edilmiştir. Nitekim 100’er balık örneği alınarak yapılan ölçümlerde yavru balıkların ortalama

başlangıç vücut ağırlıkları açık yeşil, koyu yeşil, gri ve bej renkli tank gruplarında sırasıyla $4,89\pm 0,69$, $4,87\pm 0,75$, $4,87\pm 0,71$ ve $4,89\pm 0,71$ gram olarak tespit edilmiştir. Deneme gruplarında tespit edilecek ortalama vücut ağırlıklarının istatistiksel yönden değerlendirmesinin sağlıklı bir şekilde yapılabilmesi için çalışma süresince tanklarda boylama/stok seyreltilmesine gidilmemiştir. Bu nedenle deneme sonundaki stok yoğunluğu göz önünde bulundurularak, ticari sektörde uygulanan stoklama yoğunluğundan daha az yoğunluk belirlenmiş olup, her bir deneme tankına 700 adet balık stoklanmış ve başlangıç stok yoğunluğu $1,9 \text{ kg} / \text{m}^3$ olarak belirlenmiştir. Alabalık yavrularının deneme ortamına adapte olmaları için, stoklama işlemi deneme başlamadan 3 gün önce yapılmış ve bu sürede balıklara sadece yaşama payı düzeyinde yem verilmiştir. Balıkların tanktan tanka ve ya dışarıya atlamalarını önlemek için tankların etrafı 30 cm yüksekliğindeki ağ ile çevrilmiştir.

Her tanka verilecek su miktarı (L/sn) büyüme ve biyomas artışına bağlı olarak 1. - 30. günler arasında $0,8 \text{ L/sn}$, 30 - 45. günler arasında $1,5 \text{ L/sn}$, 45 - 60 günler arasında ise $2,5 \text{ L/sn}$ olarak gerçekleştirilmiştir. Tanklar iki günde bir düzenli olarak sifonlanmıştır. Deneme süresince iki günde bir su sıcaklığı ve çözünmüş oksijen seviyeleri düzenli olarak ölçülmüştür. Ölen balıklar tanklardan uzaklaştırılarak yaşama oranlarının saptanması için kayıt altına alınmıştır.

Deneme doğal fotoperiyod döngüsü ($39^\circ 50'$; $29^\circ 58'$ Bozüyük) altında yürütülmüştür. Işık şiddeti (lux) tankların su yüzeyinde günün farklı saatlerinde (10:00, 14:00 ve 17:00) dijital bir ışık metre (Digital Instrument LX-101) yardımıyla ölçülmüştür [Papoutsoglou vd., 2005; Jentoft ve Oxnevad, 2006]. Maksimum, minimum ve ortalama ışık şiddeti sırasıyla, 272, 8 ve 39 lux olarak tespit edilmiştir.

Tank renginin balıkların iştahı üzerindeki olası etkilerini değerlendirmek için balıklar görünür doygunluk sınırına kadar elle yemlenmiştir. Balıkların yeme karşı sergiledikleri istek ve yüzme davranışında azalma gözlemlendiğinde yemleme o öğün itibarıyla sonlandırılmış ve her öğünde verilen yem miktarı, her bir tank için ayrı ayrı tartılarak düzenli olarak hesaplanmıştır [Papoutsoglou vd., 2005; Lee vd., 2005; Luchiari ve Pirhonen, 2008]. Araştırmanın yürütüldüğü ticari alabalık işletmesinde uygulanan yemleme protokolleri çerçevesinde balığın büyümesine bağlı olarak 2 farklı yemleme sıklığı uygulanmıştır. 1. – 15. günler arasında balıklar 5 kez

(08:30, 10:30, 13:30, 16:00 ve 18:00), 16. – 60. günler arasında ise 4 kez (08:00, 11:00, 14:00 ve 18:00) yemlenmiştir.

Kullanılan yemin boyutu (çapı) araştırma sürecince balıkların ağız büyüklükleri ile doğru orantılı olarak ayarlanmıştır. Deneme süresince boylama/seyreletme yapılmadığından, kullanılan yemlerin çapı üretici firmanın önerileri doğrultusunda aşağıdaki protokol çerçevesinde karma şeklinde düzenlenmiştir:

Çizelge 3.3. Deneme süresince uygulanan yemleme protokolü

Gün	Yemin Çapı
Başlangıç - 10. gün	800-1000 mikro granül
11. - 15. gün	800-1000 mikro granül ve 1 mm mikro
16. - 22. gün	800-1000 mikro granül ve 1 mm - 1,5 mm mikro
23. - 30. gün	1 mm - 1,5 mm mikro
31. - 45. gün	1 mm, 1,5 mm mikro - 2 mm mikro batan
46. - 52. gün	1,5 mm mikro, 2 mm mikro batan ve 3 mm batan
53. - 60. gün	2 mm mikro batan – 3 mm batan

800-1000 mikro granül yemlerin kullanılması ve denemenin ticari işletme koşullarında yürütülmesi nedeniyle tankların tabanında kalan yemlerin toplanması ve hesaplanması mümkün olamamıştır. Bu nedenle balıklara görünür doygunluk sınırına kadar verilen yem, tüketilen yem miktarı olarak ele alınmıştır [Lee vd., 2005; Luchiari ve Pirhonen, 2008].

Deneme süresince balıkların büyümesi 2 hafta ara (15., 30., 45. ve 60. günler) ile izlenmiştir. Bu amaçla her tanktan rastgele 100'er balık örneği alınarak vücut ağırlıkları dijital terazi (UWE marka) ölçülmüş ve deneme gruplarının ortalama vücut ağırlıkları hesaplanmıştır. Ağırlık-boy ilişkisinin saptanabilmesi için örneklenen balıklarda total boy ölçümü de yapılmıştır.

3.2.1. Büyüme Performansının Değerlendirilmesi

Deneme gruplarının büyüme performanslarının saptanmasında ve karşılaştırılmasında Spesifik Büyüme Oranı (Specific growth rate, SGR), Termal Büyüme Oranı (Thermal Growth Coefficient, TGC), Canlı Ağırlık Artışı, Kondisyon

Faktörü, Yemin Ete Dönüşüm Oranı (Feed Conversion ratio, FCR), Enerjistik Büyüme Etkinliği (Energetic Growth Efficiency, EG), ve Yaşama Oranı gibi parametrelerden yararlanılmıştır [De Silva ve Anderson, 1995; Goddard, 1996; Larsson ve Berglund, 2005; Korkut vd., 2007; Luchiari vd., 2008; Davidson vd., 2009; Amisah vd., 2009; Karabulut vd., 2010; Ghanawi vd., 2011]. Bu ölçütler her deneme grubu için 2'şer haftalık dönemler halinde hesaplanmış, ayrıca 4 döneme ilişkin ortalamalar şeklinde verilmiştir (canlı ağırlık artışı, yaşama oranı ile kondisyon faktörü dışında). Yaşama oranı, 4 dönemin ortalaması yerine 1.-60. günler arası kümülatif ölümler dikkate alınarak hesaplanmıştır. Dördüncü dönemin (45.-60. günler) sonunda hesaplanan kondisyon faktörü, deneme sonu genel kondisyon faktörünü yansıtmaktadır.

3.2.1.1. Spesifik Büyüme Oranı (SGR, %/gün)

$$SGR = \frac{(\ln W_f - \ln W_i)}{t} \times 100 \quad (3.1.)$$

$\ln W_f$ = Ortalama son vücut ağırlığının (g) doğal logaritması

$\ln W_i$ = Ortalama başlangıç vücut ağırlığının (g) doğal logaritması

t = Süre (gün)

3.2.1.2. Termal Büyüme Katsayısı (TGC)

$$TGC = \frac{W_f^{\frac{1}{3}} - W_i^{\frac{1}{3}}}{T \times \text{Gün}} \times 1000 \quad [\text{Jokumsen ve Rasmussen, 2008}] \quad (3.2.)$$

W_f = Ortalama son vücut ağırlığı

W_i = Ortalama başlangıç vücut ağırlığı

T = Deneme süresince günlük ortalama sıcaklık

3.2.1.3. Canlı Ağırlık Artışı (g)

$$\text{Canlı Ağırlık Artışı (g)} = \text{Ortalama son vücut ağırlığı (g)} - \text{Ortalama başlangıç vücut ağırlığı (g)} \quad (3.3.)$$

3.2.1.4. Yemin Ete Dönüşüm Oranı (FCR)

$$FCR = \frac{\text{Tüketilen toplam yem miktarı (kg,kuru ağırlık)}}{\text{Son ağırlık-İlk ağırlık (kg,yaş ağırlık)}} \quad (3.4.)$$

Kazanılan biyomas, deneme gruplarındaki ortalama canlı ağırlık artışı ve balık sayısı olarak ele alınmıştır.

3.2.1.5. Enerjitik Büyüme Etkinliği (EG, %)

Enerjitik büyüme etkinliği (%), balıklardaki ağırlık artışından kaynaklanan enerji değerinin balık tarafından yem ile alınan enerjiye oranı olup, alınan enerjinin büyümede kullanım etkinliğinin bir göstergesidir [Larsson ve Berglund, 2005; Strand vd., 2007].

$$EG = \frac{J \times (W_f - W_l)}{P \times V} \quad [\text{Larsson ve Berglund, 2005}] \quad (3.5.)$$

J = *Salmonidae* familyasına mensup balık türleri için kütlenin enerjiye dönüşüm faktörü, 7,5 kJ/g [Larsson ve Berglund, 2005]

W_f = Balıkların ortalama son vücut ağırlığı (g)

W_l = Balıkların ortalama başlangıç vücut ağırlığı (g)

P = Tüketilen yemin ağırlığı (g)

V = Her dönemde kullanılan yemlerin ortalama sindirilebilir enerji değeri (kJ/g)

Her dönemde kullanılan yemlerin üretici firma tarafından beyan edilen kcal/kg cinsinden sindirilebilir enerji değerlerinin ortalaması alınarak kJ/g'e dönüştürülmüştür.

3.2.1.6. Yaşama Oranı (%)

$$\text{Yaşama Oranı} = \frac{N_f}{N_l} \times 100 \quad (3.6.)$$

N_f = Deneme sonundaki balık sayısı

N_l = Deneme başlangıcındaki balık sayısı

3.2.1.7. Kondisyon Faktörü

$$\text{Kondisyon Faktörü} = \frac{\text{Ortalama Vücut ağırlığı}}{\text{Ortalama Balık Boyu}^3} \times 100 \quad (3.7.)$$

3.2.2. İstatistiksel Değerlendirme:

Deneme gruplarının başlangıç ve son ortalama canlı ağırlıkları ile SGR, FCR, TGC ve EG ölçütlerinin ilişkin ortalamalarının istatistiksel olarak karşılaştırılmasında ve değerlendirmesinde varyans analizi (One-Way ANOVA) ve Post Hoc Tests (Tukey HSD) testlerinden yararlanılmıştır. Analizlerde SPSS 11.5 ve MedCalc®v11.0.1 istatistik paket programları kullanılmıştır.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. BULGULAR

Deneme süresince açık yeşil, bej, gri ve koyu yeşil tanklarda tutulan Gökkuşığı alabalıklarının ulaştıkları vücut ağırlıkları (ortalama \pm standart sapma) Çizelge 4.1’de verilmiştir. Görüldüğü üzere deneme başlangıcında balıkların ortalama vücut ağırlıkları arasındaki fark istatistiksel açıdan önemli bulunmamıştır ($p>0,05$). Çalışmanın 15., 30., 45. ve 60 günlerinde yapılan ölçümlerde en fazla canlı ağırlık artışının, bej renkli tanklarda tutulan balıklarda saptanmış olup gruplar arasındaki fark istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Denemenin sonunda en iyi büyüme, ortalama $76,26\pm 10,52$ gram ile bej renkli tanklarda tutulan balıklarda saptanırken, bu grubu ortalama ağırlıkları $69,44\pm 8,81$ gram olan koyu yeşil tanklarda tutulan balıklar izlemiştir (Şekil 4.1). Denemenin 30. günde açık yeşil, koyu yeşil ve gri tanklardaki ortalama ağırlıklar birbirine yakın olmasına karşın ($p>0,05$) araştırma sonunda en az büyüme $64,95\pm 6,94$ gram ile gri tanklarda tutulan balıklarda olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.1).

Deneme sonu balıkların (60.gün) ortalama vücut ağırlıkları bakımından fark, bej renkli tanklar ile açık yeşil, gri ve koyu yeşil tanklar arasında istatistiksel olarak anlamlı bulunurken ($p<0,05$), açık yeşil ile koyu yeşil tanklar arasında istatistiksel açıdan önemli bir farklılık tespit edilmemiştir ($p>0,05$). Gri tanklar ile diğer 3 grup arasında da istatistiksel açıdan anlamlı farklılıklar saptanmıştır ($p<0,05$). En düşük ortalama vücut ağırlığı ($64,95\pm 6,94$ g) da gri renkli tanklarda tutulan balıklarda tespit edilmiştir.

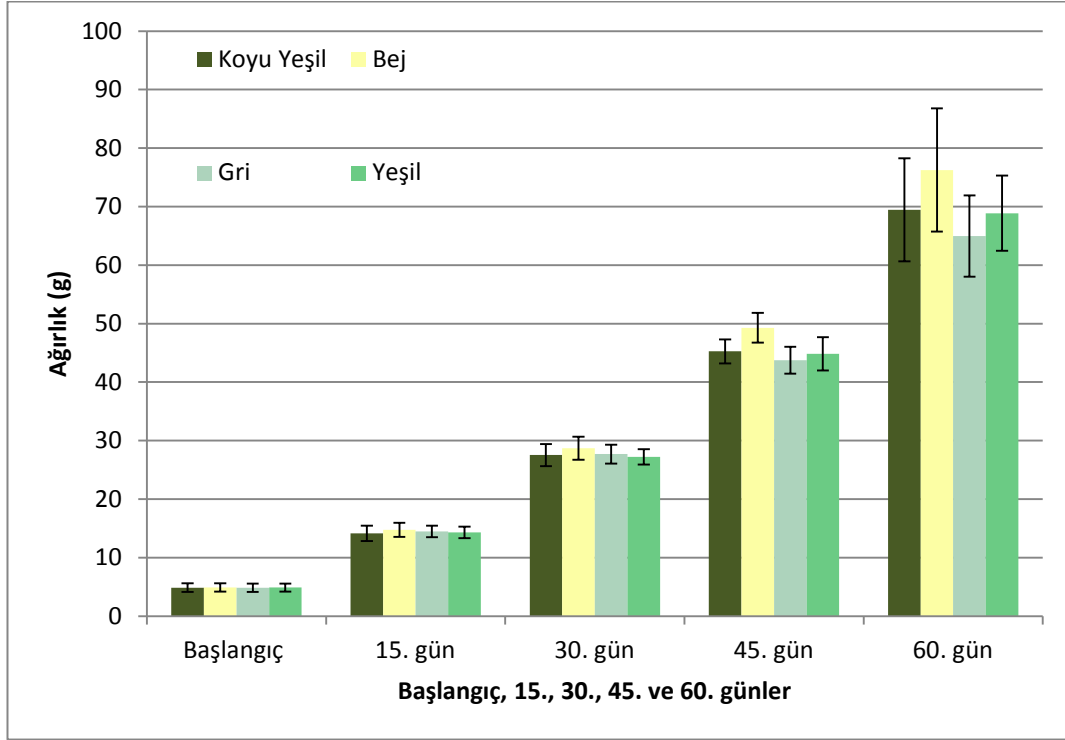
Çizelge 4.1. Deneme sürecinde farklı renkli tank gruplarında saptanan ortalama vücut ağırlıkları (g).

Deneme Grubu	Vücut Ağırlıkları (g, ortalama \pm standart sapma)*				
	Başlangıç	15. gün	30. gün	45. gün	60. gün (son)
Açık Yeşil	4,89 \pm 0,69 ^a	14,30 \pm 0,99 ^{ac}	27,25 \pm 1,31 ^a	44,83 \pm 2,83 ^a	68,87 \pm 6,42 ^a
Bej	4,89 \pm 0,71 ^a	14,76 \pm 1,20 ^b	28,73 \pm 1,97 ^b	49,29 \pm 2,54 ^b	76,26 \pm 10,52 ^b
Gri	4,87 \pm 0,71 ^a	14,48 \pm 1,00 ^{bc}	27,70 \pm 1,63 ^c	43,76 \pm 2,28 ^c	64,95 \pm 6,94 ^c
Koyu Yeşil	4,87 \pm 0,75 ^a	14,15 \pm 1,32 ^a	27,54 \pm 1,88 ^{ac}	45,25 \pm 2,04 ^a	69,44 \pm 8,81 ^a

Aynı sütunda farklı üst karaktere sahip ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0,05$)

* n=200

Deneme sürecince açık yeşil, bej, gri ve koyu yeşil renkli tanklarda tutulan balıklarda saptanan büyüme eğilimi Şekil 4.1’de verilmiştir.



Şekil 4.1. Farklı renkli tanklarda tutulan balıkların büyüme eğilimi (Vücut ağırlıkları, g, ortalama \pm standart sapma)

Denemenin 2’şer haftalık dönemlerinde açık yeşil, bej, gri ve koyu yeşil tanklarında tutulan balıkların saptanan yem tüketimi Çizelge 4.2’de verilmiştir.

Çizelge 4.2. Deneme süresince farklı renkli tank gruplarında saptanan dönemsel ve toplam yem tüketimi (g).

Dönem	Deneme Grubu /Yem Tüketimi (g)			
	Açık Yeşil	Bej	Gri	Koyu Yeşil
1.	13710	12668	14585	13561
2.	16905	17214	16990	17141
3.	22963	25468	20563	22538
4.	31865	34788	28917	32134
Toplam	85047	90138	81055	85374

En fazla yem tüketimi (90138 g) bej renkli tanklarda tutulan balıklarda saptanmıştır. Açık ve koyu yeşil tanklardaki yem tüketimi ise birbirine çok yakın

bulunmuştur. En düşük yem tüketimi (81055) gri renkli tanklardaki balıklarda tespit edilmiştir (Çizelge 4.2.).

Deneme sonunda açık yeşil, bej, gri ve koyu yeşil tanklarda tutulan balıkların; canlı ağırlık artışı, spesifik büyüme oranı, termal büyüme katsayısı, yemin ete dönüşüm oranı, enerjistik büyüme etkinliği, kondisyon faktörü ve yaşama oranı gibi büyüme performansı ölçütlerine ilişkin olarak saptanan dönemsel değerler ve genel ortalamaları (canlı ağırlık artışı, yaşama oranı ve kondisyon faktörü hariç) çizelge 4.3-4.9’da verilmiştir.

Başlangıç ve son ortalama canlı ağırlıklar dikkate alındığında en fazla canlı ağırlık artışı 71,37 g ile bej renkli tanklarda tutulan tanklarda saptanırken en düşük değer (60,08 g) gri renkli tanklarda bulunmuştur. Bu tabloya bağlı olarak yine en iyi spesifik büyüme oranı (4,58 %/gün) ile termal büyüme katsayısı (2,87) bej renkli tanklarda tutulan balıklarda görülmüş olup en düşük değerler ise gri renkli tanklarda saptanmıştır. Canlı ağırlık artışı, spesifik büyüme oranı ve termal büyüme katsayısı bakımından açık ve koyu yeşil tanklarda saptanan değerler birbirine yakın bulunmuştur. Ancak gerek spesifik büyüme oranı gerekse termal büyüme katsayısı bakımında gruplar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($p>0,05$) (Çizelge 4.3-4.5).

Çizelge 4.3. Farklı renkli tank gruplarında saptanan dönemsel ve toplam canlı ağırlık artışı (g)

Grup	Dönem				Toplam
	1.	2.	3.	4.	
Açık Yeşil	9,41	12,95	17,58	24,04	63,98
Bej	9,87	13,97	20,56	26,97	71,37
Gri	9,61	13,22	16,06	21,19	60,08
Koyu Yeşil	9,28	13,39	17,71	24,19	64,57

Çizelge 4.4. Farklı renkli tank gruplarında saptanan spesifik büyüme oranı (SGR, %/Gün)

Grup	Dönem				Ortalama
	1.	2.	3.	4.	
Açık Yeşil	7,15	4,30	3,32	2,86	4,41±1,79 ^a
Bej	7,36	4,44	3,60	2,91	4,58±1,83 ^a
Gri	7,26	4,32	3,05	2,63	4,32±1,95 ^a
Koyu Yeşil	7,11	4,44	3,31	2,86	4,43±1,78 ^a

Çizelge 4.5. Farklı renkli tank gruplarında saptanan termal büyüme katsayısı (TGC)

Grup	Dönem				Ortalama
	1.	2.	3.	4.	
Açık Yeşil	3,29	2,62	2,45	2,46	2,71±0,38 ^a
Bej	3,40	2,75	2,72	2,59	2,87±0,37 ^a
Gri	3,34	2,65	2,24	2,23	2,62±0,50 ^a
Koyu Yeşil	3,26	2,71	2,45	2,46	2,72±0,39 ^a

Büyümeye bağlı olarak yine en olumlu yem dönüşüm oranı (FCR), 0,90 ile bej renkli tanklarda saptanırken en olumsuz FCR değeri (0,97) canlı ağırlık artışının en düşük olduğu gri renkli tanklarda bulunmuştur. Ancak yemin ete dönüşüm oranını ifade eden FCR ve yemden sağlanan enerjinin balık tarafından kullanım etkinliğini ölçen enerjitik büyüme etkinliği (EG) değerleri bakımından gruplar arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık bulunmamıştır ($p>0,05$). En yüksek EG değeri (%45,25) bej renkli tanklarda, en düşük değeri ise gri renkli tanklarda tutulan balıklarda tespit edilmiştir. Açık ve koyu yeşil tanklarda tutulan balıklarda saptanan EG birbirine çok yakın olup istatistiksel olarak benzer bulunmuştur (Çizelge 4.6.-4.7).

Çizelge 4.6. Farklı renkli tank gruplarında saptanan yem dönüşüm oranı (FCR)

Grup	Dönem				Ortalama
	1.	2.	3.	4.	
Açık Yeşil	1,04	0,91	0,93	0,95	0,96±0,06 ^a
Bej	0,92	0,88	0,88	0,92	0,90±0,02 ^a
Gri	1,08	0,92	0,91	0,97	0,97±0,07 ^a
Koyu Yeşil	1,04	0,91	0,91	0,95	0,95±0,06 ^a

Çizelge 4.7. Farklı renkli tank gruplarında saptanan enerjistik büyüme etkinliği (EG, %)

Grup	Dönem				Ortalama
	1.*	2.**	3.***	4.****	
Açık Yeşil	39	45	44	43	42,75±2,50 ^a
Bej	44	46	47	44	45,25±1,19 ^a
Gri	37	44	45	42	42,00±3,25 ^a
Koyu Yeşil	39	45	45	43	43,00±3,00 ^a

* 1. dönem sindirebilir enerji 18,449 kJ / g
** 2. dönem sindirebilir enerji 18,360 kJ / g
*** 3. dönem sindirebilir enerji 18,140 kJ / g
**** 4. dönem sindirebilir enerji 18,269 kJ / g

Yaşama oranı bakımından gruplar arasında önemli bir farklılık bulunmamış ve bu değer %98,29 ile %99,57 arasında değişim göstermiştir. Yaşama oranı açık yeşil, bej, gri ve koyu yeşil tanklarda sırasıyla %99,57, %99,50, %98,29 ve %99,29 olarak hesaplanmıştır (Çizelge 4.7).

Çizelge 4.8. Farklı renkli tank gruplarında saptanan yaşama oranı (%)

Grup	Dönem				Toplam
	1.	2.	3.	4.	
Açık Yeşil	99,93	100	99,71	99,93	99,57
Bej	99,93	100	99,86	99,71	99,50
Gri	99,93	99,93	99,64	98,78	98,29
Koyu Yeşil	99,86	99,79	99,71	99,93	99,29

Kondisyon faktörü (K) bakımından da deneme grupları arasında istatistiksel yönden önemli bir farklılık bulunmamıştır ($p>0,05$). En yüksek K değeri bej renkli tanklarda tutulan balıklarda bulunurken, en düşük değer gri renkli tanklarda saptanmıştır (Çizelge 4.8).

Çizelge 4.9. Farklı renkli tank gruplarında saptanan kondisyon faktörü (K)

Grup	Dönem			
	1.	2.	3.	4.
Açık Yeşil	1,09	1,11	1,09	1,00 ^a
Bej	1,12	1,17	1,20	1,11 ^a
Gri	1,10	1,13	1,07	0,95 ^a
Koyu Yeşil	1,08	1,12	1,10	1,01 ^a

4.2. TARTIŞMA

Renkli görme yeteneği balıklara yaşadıkları ortamda nesnelere ayırt etme olanağı sunarak besleme, savunma, göç ve çiftleşme konularında avantajlar sağlamaktadır [Luchiarı ve Pirhonen, 2008]. Bu bağlamda yetiştiricilikte türe özgü uygun kültür ortamının sağlanması açısından diğer faktörlerin yanı sıra doğru ortam (örneğin tank) renginin belirlenmesi de önem taşımaktadır. Özellikle balıkların renk spektrumuna karşı duyarlılığı türe ve yaşama evresine göre değişmesi konunun tür ve büyüme dönemine bağlamında ele alınmasını gerekli kılmaktadır.

Kültür koşullarında ışık ve/veya ortam renginin balık türlerinin ve özellikle Gökkuşığı alabalığının büyüme ve diğer fizyolojik süreçleri üzerindeki etkilerine yönelik araştırmalar genelde sınırlıdır [Luchiarı ve Pirhonen, 2008]. Bu durum elde edilen bulguların geniş bir şekilde başka araştırmaların sonuçları ile karşılaştırılmasını ve tartışılmasını sınırlandırmaktadır. Farklı ışık veya ortam renginin Gökkuşığı alabalıklarının büyüme performansı üzerinde, Papoutsoglou vd. (2005), Karakatsouli vd. (2007a), Karakatsouli vd. (2008) ile Luchiarı ve Pirhonen (2008) tarafından yapılmış araştırmalar bulunmaktadır.

Papoutsoglou vd. (2005) siyah, açık mavi ve beyaz renkli silindirik tankların ortalama başlangıç ağırlıkları 4,7 g olan Gökkuşığı alabalığı yavruları büyüme performansı üzerinde yaptıkları denemede ortalama son vücut ağırlığı bakımından gruplar arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık bulmamışlardır ($p>0,05$). Ancak siyah renkli tanklarda tutulan alabalık yavrularında ortalama deneme sonu vücut ağırlıklarının diğer gruplara göre daha düşük olduğunu saptamışlardır. Büyümedeki gerilemeyi siyah renginin balıklarda yol açtığı strese bağlamış ve Gökkuşığı alabalığı yavru yetiştiriciliğinde bu tank renginin kullanılmamasını tavsiye etmişlerdir. Karakatsouli vd. (2007a) beyaz, kırmızı ve mavi renkli ışıklar ile ortam aydınlatmasının başlangıç ağırlıkları 71,4 olan Gökkuşığı alabalığının büyüme performansı ve fizyolojisi üzerindeki etkilerini araştırdıkları çalışmada, büyüme performansı açısından gruplar arasında istatistiksel açıdan önemli bir farklılık bulamazken ($p>0,05$), mavi renkli aydınlatmanın bu tür için uygun olmadığını vurgulamışlardır. Karakatsouli vd. (2008) yine beyaz, kırmızı ve mavi renkli ışıkların ortalama başlangıç ağırlıkları 145,3 g olan Gökkuşığı alabalığının büyüme ve stres

fizyolojisi üzerinde yaptıkları çalışmada istatistiksel olarak önemli olmamakla birlikte ($p>0,05$) en yüksek deneme sonu ortalama canlı ağırlığı kırmızı renkli ışığa tabi tutulan balıklarda saptamışlardır. Buna karşın stresin bir göstergesi olarak kabul edilen plazma kortizol seviyesinin (ng / ml) diğer gruplara göre mavi ışıkta tutulan balıklarda daha düşük olduğunu tespit etmişlerdir. Bu saptamalar ışığında stresin asgari düzeyde tutulduğu durumda kırmızı rengindeki ışığın Gökkuşığı alabalığı yetiştiriciliği için uygun olacağını dile getirmişlerdir. Luchiari ve Pirhonen (2008) tarafından beyaz, mavi, yeşil ve sarı renkli tankların ortalama başlangıç ağırlıkları 1,3 civarında olan Gökkuşığı alabalığı yavrularının büyüme performansı üzerinde etkisine yönelik olarak yürütülen araştırmada yeşil renkli tanklarda tutulan balıkların ortalama nihai vücut ağırlığı mavi, beyaz ve kırmızı renkli tanklarda tutulan balıklara göre önemli derecede yüksek bulunmuştur ($p<0,05$). Ancak sarı renkteki tanklarda tutulan balıklar ile karşılaştırıldığında aradaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Bu sonuçlara göre Gökkuşığı alabalığı yavru yetiştiriciliği için en uygun tank olarak yeşil renkli tanklar önerilmiştir.

Bu çalışmada ise ülkemizde Gökkuşığı alabalığı yavru yetiştiriciliğinde kullanımı yaygın olan açık yeşil, koyu yeşil ve bej renkli CTP tankların yanı sıra *Salmonidae* türlerinin yaşadığı kumlu/çakıllı doğal habitatını temsilen gri renkli tankların, Gökkuşığı alabalığı yavruları (ortalama 4,8 g, Fry aşaması) büyüme performansı üzerindeki etkileri ticari işletme koşulları altında araştırılmıştır. Araştırma sonunda en yüksek ortalama nihaiyi canlı vücut ağırlığı ($76,26\pm 10,52$ g) ve buna bağlı olarak en iyi canlı ağırlık artışı (71,37 g), SGR ($4,58\pm 1,83$ % / Gün), TGC ($2,87\pm 0,37$), FCR ($0,90\pm 0,02$) ve EG ($45,25\pm 1,19$) bej renkli tanklarda tutulan balıklarda saptanmıştır. Bu ölçütler bakımından bej renkli tankları sırasıyla koyu yeşil, açık yeşil ve gri renkli tanklarda tutulan balıklar izlemiştir. Ortalama deneme sonu vücut ağırlığı bakımından deneme grupları arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Bej tanklardaki balıkların ortalama nihai vücut ağırlığı diğer gruplardan farklı bulunurken, açık ve koyu yeşil tanklardaki balıkların nihai ortalama vücut ağırlıkları istatistiksel olarak benzer olduğu saptanmıştır (Çizelge 4.1 ve 4.3-4.7). Bu çalışmanın yürütüldüğü deneme koşulları altında başlangıç ortalama vücut ağırlıkları 4,8 g civarında olan Gökkuşığı alabalıkları için en uygun tank rengi bej olarak tespit edilmiştir.

Bu çalışmada elde edilen sonuçların diğer çalışmaların ışığında değerlendirmesi ve tartışılmasından önce bazı temel noktaların dikkate alınması gerekmektedir. Tank veya ışık renginin Gökkuşığı alabalığının büyüme performansı üzerine etkisi konusunda yapılan ve yukarıda sözü edilen çalışmalar laboratuvar koşullarında gerçekleştirilmiş olup genelde tank veya ışık renkleri ile deneme şartları (stoklama yoğunluğu, tank ve boyutları, fotoperiyod, ışık şiddeti gibi), ticari bir işletmede yürütülen bu çalışmada kullanılan tank renkleri ve deneme koşulları ile tam olarak paralellik taşımamaktadır.

Papousoglou vd. (2005) tarafından yürütülen araştırmada 90 L hacminde siyah, açık mavi ve beyaz silindirik plastik tanklar kullanılmış ve deneme 12 L: 12 D şeklinde sabit bir fotoperiyod ve 250 lux ışık şiddeti altında yürütülmüştür. Luchiarı ve Pirhonen (2008) tarafından yürütülen çalışma, 15 L hacminde beyaz, mavi, yeşil, sarı ve kırmızı akvaryumlarda ve sürekli aydınlık (24 L: 0 D) uygulanarak 60 lux ışık şiddeti altında gerçekleştirilmiştir. Farklı ışık renklerinin Gökkuşığı alabalığının büyüme ve stres fizyolojisi üzerine etkisi konusunda Karakatsouli vd. (2007a) tarafından yapılan araştırmada 148 L hacminde akvaryumlar kullanılmış ve çalışma 12L: 12D ışık döngüsünde ve 300 lux ışık şiddetinde yürütülmüştür. Yine aynı konuda Karakatsouli vd. (2008)'nin yürüttüğü çalışma 171 L hacminde akvaryumlarda, 12L:12D fotoperiyod ve 150 lux ışık şiddeti altında gerçekleştirilmiştir.

Bu çalışmada ise öncelikle sektörde yaygın olarak kullanılan tank renkleri kullanılmış (gri hariç) ve sonuçların sektör tarafından uygulanabilirliğini artırmak amacıyla, deneme fiili yetiştiricilik koşulları altında (tank boyutları, yem yönetimi, fotoperiyod ve ışık şiddeti gibi) gerçekleştirilmiştir. Bu nedenle başta fotoperiyod ve ışık şiddeti olmak üzere deneme koşulları açısından önemli farklılıklar söz konusudur. Materyal ve Metot kısmında açıklandığı üzere bu çalışmada 4x1x0.5 m ebadında CTP tanklarda yürütülmüş ve ticari Gökkuşığı alabalığı işletmeleri tarafından uygulanan yemleme protokolü (yemin çapı, yemleme sıklığı ve programı) kullanılmıştır. Çalışma doğal fotoperiyod döngüsünde ve günün saatine bağlı olarak değişen ışık şiddeti altında yürütülmüş, tankların su yüzeyinde ortalama ışık şiddeti 39 lux olarak ölçülmüştür.

Balık türlerinin ışık ve tank rengine karşı gösterecekleri tepki, yaşama evresi, su sıcaklığı, stoklama yoğunluğu, yemin çeşidi, fotoperiyod ve ışık yoğunluğu gibi birçok biyotik ve abiyotik faktöre göre değişebileceği bilinmektedir [Papoutsoglou vd., 2000; Papoutsoglou vd., 2005]. Downing ve Litvak (1999) kullanılan tankların genişliği ve derinliği gibi parametrelerin de ışığın dağılımı ve yansımaları etkilediğinden optimum yetiştirme ortamı rengi seçilirken bu noktalara da dikkat edilmesi gerektiğini dile getirmektedir.

Bu bağlamda denenen tank renkleri (Deney kurgusu) ve deneme koşullarının yapılan diğer araştırmalar ile farklılığı bu çalışmada elde edilen sonuçların sağlıklı ve tutarlı bir şekilde diğer araştırma sonuçları ile karşılaştırılmasını olası kılmamaktadır. En azından yaşama evresi diğer bir ifade ile ortalama başlangıç balık ağırlığı dikkate alındığında bu çalışma ile paralellik gösteren ve sonuçların karşılaştırılmasında yararlanılabilecek araştırmalar Papoutsoglou vd. (2005) ile Luchiarı ve Pirhonen (2008) tarafından yürütülen deneylerdir. Papoutsoglou vd. (2005) alabalık yavru yetiştiriciliğinde siyah renkli tankların kullanılmamasını, Luchiarı ve Pirhonen (2008) ise yeşil tankların kullanımını tavsiye etmektedirler. Ancak beyaz renkli tanklarda iyi sonuçların elde edildiği vurgulanmıştır. Bu çalışmada bej renkli tanklardan sonra en iyi büyüme performansı koyu ve açık yeşil tanklarda tespit edilmiştir (Çizelge 4.1 ve 4.3-4.7).

Bu çalışmada bej renkli tanklarda daha iyi büyüme performansının elde edilmesini, tank rengi ve ışık şiddetini ilişkilendirerek açıklamak ve tartışmak daha doğru olacaktır. Birçok araştırmaya göre özellikle düşük ışık şiddeti altında beyaz ve sarı gibi açık renkli tanklarda yem ve tankın arka planı arasında kontrastın artmasına bağlı olarak yemin görsel algılanabilirliğini ve böylece balığın yem/av alma başarısı artmaktadır. Buna karşı siyah renkli tanklarda yem ile tankın arka planı arasında kontrastın ve dolayısıyla yemin görsel olarak balık tarafından algılanması azalmaktadır [Papoutsoglou vd., 2005; Karakatsouli vd., 2007a; Strand vd., 2007; McLean vd., 2008; El-Sayed ve El-Ghobashy, 2011]. Diğer taraftan Karakatsouli vd. (2007a), açık tank rengine balıkların daha fazla yem almasını, nörohormonal mekanizmalara ve örneğin Melaninin Toplanması Sağlayan Hormon (MCH)'un iştah üzerindeki olumlu etkisine bağlamaktadır. En fazla yem tüketimi (90138 g) bej

renkli tanklarda saptanmıştır (Çizelge 4.2). Denemedeki düşük ışık şiddeti (39 lux) dikkate alındığında açık yeşil, koyu yeşil ve gri tanklara göre bej renkli tanklarda saptanan daha fazla yem tüketimini daha iyi yem-tank rengi kontrastına ve dolayısıyla yemin görsel olarak balıklar tarafından daha iyi algılanmasına bağlamak mümkündür. Bej tanklardaki daha yüksek yem tüketimini, Karakatsouli vd. (2007a) tarafından dile getiren nörohormonal mekanizma çerçevesinde açık tank rengine ve buna bağlı olarak MCH'nin balık iştahı üzerindeki olumlu etkisi ile ilişkilendirmek olasıdır. Ancak bu çalışma kapsamında farklı renkli tanklarda tutulan balıklardaki Melaninin Toplanması Sağlayan Hormonun ölçümü yapılmadığından MCH'un balıkların iştahı üzerindeki etkisine yönelik kesin bir hüküm ileri sürmek mümkün olmamaktadır.

Şüphesiz bej renkli tanklarda tutulan balıklarda saptanan daha yüksek canlı ağırlık artışı ve dolayısıyla SGR (4,58 %/Gün) veya TGC (2,87) değerlerini daha fazla yem tüketimi ile açıklamak veya ilişkilendirmek yanlış olmayacaktır (Çizelge 4.4-4.5). Fakat istatistiksel olarak önemli bulunmamış olmasına rağmen ($p>0,05$) FCR ve EG değerlerinin bej renkli tanklarda daha olumlu çıkması başka faktörlerin de bu süreçte etkin olma olasılığını gündeme getirmektedir (Çizelge 4.6-4.7).

Birçok araştırmacıya göre tank rengi ve ışık yoğunluğu, balıkların yüzme aktivitesi, alan kullanımı, davranışı ve metabolizma hızını etkileyerek, stres fizyolojisi üzerinde önemli bir role sahiptir. [Papoutsoglu vd., 2000; Strand vd., 2007; El-Sayed ve El-Ghobashy, 2011]. Bilindiği üzere genel olarak stres; çeşitli olumsuz çevresel koşullara karşı biyolojik sistemin tepkisidir. Strese karşı balığın sergilediği davranışsal veya fizyolojik tepki kültür koşullarında enerji tüketimini artırmakta, somatik büyümeyi ve dolayısıyla yemden yararlanmayı azaltabilmektedir [Papoutsoglu vd., 2000; Rotllant vd., 2003; Strand vd., 2007; McLean vd., 2008].

Bu bağlamda bej renkli tanklardaki daha etkin yemden yararlanma ve büyüme performansı stres fizyolojisi ile ilişkilendirilebilir. Özellikle yemden yararlanmayı ve alınan enerjinin büyümede kullanım etkinliğini ifade eden FCR (0,90) ve EG (%45,25) değerlerinin bej renkli tanklarda tutulan balıklarda diğer tanklara göre nispeten daha olumlu olması bu tanklarda tutulan balıkların stres

altında olmadıklarının bir göstergesi olarak kabul edilebilir. Dolayısıyla bu tanklarda tutulan balıklarda yemle alınan enerjinin stres fizyolojisinde harcanmadığını aksine somatik büyümeye yansıdığı ileri sürmek mümkündür. Buna karşın özellikle gri renkli tanklardaki somatik büyümenin ve buna bağlı olarak FCR ve EG değerlerinin gerilemesi, balıkların stres altında olmaları ve yem ile alınan enerjinin bir kısmının bu fizyolojik tepkiye harcamaları ile açıklanabilir. Ancak çalışmada kapsamında, balıklarda stresin bir göstergesi olarak kabul edilen plazma kortizol seviyelerinin ölçülmemiş olması kesin bir kanıyı mümkün kılmamaktadır.

İstatistiksel olarak önemli olmamakla birlikte ($p>0,05$) gri tanklarda tutulan balıklardaki nispeten daha düşük kondisyon faktörünü (0,95) bu tanklardaki daha olumsuz büyüme performansı ile açıklanabilir. Nitekim en iyi kondisyon faktörü (1,11) bej renkli tanklarda tutulan balıklarda saptanmıştır (Çizelge 4.9).

Yine istatistiksel olarak önemli bulunmamakla beraber ($p>0,05$) en düşük yaşama oranı %98,29 ile gri renkli tanklarda tutulan balıklarda saptanmıştır. Yaşama oranındaki bu gerilemeyi de bu tank renginin yol açmış olabileceği stresli koşullar ile ilişkilendirmek mümkündür. Yetiştiricilikte uygun olmayan kültür ortamı renginin balıkların büyümesini, sağlığını ve yaşama oranını olumsuz yönde etkilediği El-Sayed ve El-Ghobashy (2011) tarafından dile getirilmiştir. Örneğin, strese bağlı olarak uygun olmayan tank renginin (siyah), Nil tilapya balığında da yaşama oranının düşmesine neden olduğu McLean vd. (2008) tarafından saptanmıştır.

Bu çalışmada genel olarak Gökkuşığı alabalıklarının ortalama deneme sonu vücut ağırlığı, SGR ve FCR değerlerine ilişkin olarak elde edilen sonuçlar bu türün büyüme performansı potansiyeli ile uyumludur. Uygun su sıcaklığı ve yemleme protokolü ile ticari alabalık işletmelerinde 4-5 g olan balıkların yaklaşık 60 gün içerisinde ortalama 60-70 g canlı ağırlığa ulaştırılabileceği sektörde bilinen bir olgudur [Ertürk: Kişisel görüşme, 2012]. Goddard (1996) ise Gökkuşığı alabalıklarında su sıcaklığı ve balığın yaşam evresine bağlı olarak SGR değerinin 0,7 ile 10,5 arasında değişebileceğini vurgulamaktadır. Jokumsen ve Rasmussen (2008) tarafından yapılan çalışmada da Gökkuşığı alabalıklarında termal büyüme katsayısı (TGC) 2,98 - 3,15, yem dönüşüm oranını ise 0,9-1,0 olarak bulunmuştur. Bu

çalışmada elde edilen TGC 2,87-2,62 arasında olup bu türün büyüme performansı potansiyeli ile benzerlik göstermektedir.

5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Ticari bir alabalık işletmesinde yapılan bu çalışmada, 60 günlük deneme süresince farklı tank renkleri Gökkuşığı alabalığı yavrularının büyüme performansı üzerine etkilerine ışık tutulması amaçlanmıştır. Deneme sonunda en yüksek ortalama vücut ağırlığı sırasıyla bej, koyu yeşil, açık yeşil ve gri tanklarda saptanmıştır. Bej renkli tanklarda tutulan balıkların ortalama vücut ağırlığı istatistiksel olarak diğer deneme gruplarından önemli derecede farklı bulunmuştur ($p<0,05$). Spesifik büyüme oranı (SGR), yemin ete dönüşüm oranı (FCR) ve enerjistik büyüme etkinliği (EG) gibi büyüme performansı ölçütleri bakımından da istatistiksel olarak önemli olmamakla beraber ($p>0,05$) yine en iyi sonuç sırasıyla bej, koyu yeşil, açık yeşil ve gri tanklarda tutulan balıklarda tespit edilmiştir. Bu nedenle çalışmanın yürütüldüğü yetiştiricilik koşulları altında balıkların büyüme performansına ilişkin ölçütler, Gökkuşığı alabalığı yavru yetiştiriciliği için en uygun tank renginin bej olduğuna işaret etmektedir. Buna karşın gri renkli tankların kullanımından kaçınılması gerektiğini göstermektedir.

Ancak ortam renginin balıkların somatik büyüme, yemden yararlanma ve yaşama oranı gibi genel büyüme performanslarını etkilediği bilinmekle birlikte aynı tür için bile farklı araştırmalarda farklı sonuçlar elde edebilmektedir. Aynı tür için farklı sonuçların elde edilmesini birçok araştırmacı tarafından başta stoklama yoğunluğu, balığın yaşama evresi, tank tipi, yem çeşidi, yemleme protokolü, fotoperiyod ve ışık şiddeti gibi farklı deneme koşulları ve kurgusuna bağlamaktadırlar [Papoutsoglou vd., 2000; Papoutsoglou vd., 2005; Strand vd., 2007; Karakatsouli vd., 2008]. Özellikle ışık şiddetinin balıkların farklı renklere karşı sergilediği davranışı ve tepkisi üzerinde önemli düzeyde etkili olduğu vurgulanmaktadır [Strand vd., 2007; Sayed ve El-Ghobashy, 2011].

Bu nedenle Gökkuşığı yavru yetiştiriciliğinde kullanılan CTP tanklar için öncelikle önerilen bej renginin özellikle ışık şiddetinin düşük olduğu kültür koşulları için geçerli olduğu ve elde edilen sonuçların farklı kültür koşulları için

genelleştirilmesinin doğru olmayacağıdır. Bu bağlamda üreticilerin Gökkuşığı alabalığı yavru yetiştiriciliğinde kullanacakları tank rengi seçiminde tankların konulacağı ortamın ışık şiddetini dikkate almaları doğru bir yaklaşım olacaktır.

Bu çalışmada elde edilen sonuçların genelleştirilebilmesi için aynı tank renklerinin farklı ve daha yüksek ışık yoğunlukları (örneğin 250-1000 lux) altında tekrarlanması gerekmektedir. Ayrıca özellikle denemede kullanılan tank renklerinin balıkların stres fizyolojisi üzerindeki etkilerinin, stresin biyolojik göstergesi olan parametreler (örneğin plazma kortizol) ışığında, daha detaylı çalışmalar ile belirlenmesi gerekmektedir.

KAYNAKLAR

- Amano, M., and Takahashi, A., “ Melanin-concentrating hormone: A neuropeptide hormone affecting the relationship between photic environment and fish with special reference to background color and food intake regulation”, *Peptides*, 30: 1979–1984, (2009)
- Amisah, S., Oteng, M. A. and Ofori, J. K., “Growth performance of the catfish , *Clarias gariepinus*, fed varying inclusion levels of *Leucaena leucocephala* leaf meal”, *Journal of Applied Sciences and Environmental Management*, 13(1): 21-26, (2009)
- Amiya, N., Amano, M., Takahashi, A., Yamanome, T., Kawauchi, H. and Yamamori, K., “Effects of tank color on melanin-concentrating hormone levels in the brain, pituitary gland, and plasma of the barfin flounder as revealed by a newly developed time-resolved fluoroimmunoassay”, *General and Comparative Endocrinology* 143: 251–256, (2005)
- Bagheri, T., Hedayeti, A. S., Yavari, V., Alizade, M. and Farzanlar, A., “Growth survival and gut microbial load of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fry given diet supplemented with probiotic during the two months of first feeding” *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 8: 43-48, (2008)
- Banan A., Kalbassi M. R., Bahmani M., Sadati M. A. Y., “Effects of colored light and tank color on growth indices and some physiological parameters of juvenile beluga (*Huso huso*)”, *Journal of Applied Ichthyology*, 27: 565–570 (2011)
- Barcellos, L. J. G., Kreutz, L. C., Quevedo, M.R., Rosa, J. G. S., Kaokoski, L., Centenaro, L. and Pottker, E., “Influence of color background and shelter

- availability on jundia (*Rhamdia guelen*) stress response”, *Aquaculture*, 288: 51-56, (2009)
- Browman, H. İ. and Marcotte, B. M., “Effects of prey color and background color on feeding by Atlantic Salmon Alevins”, *The Progressive Fish-Culturist*, 49: 140-143, (1987)
- Crespi E. J., Vaudry H., Denver R.J., “Roles of corticotropin - releasing factor, neuropeptid Y and cortiscosterone in the regulation of food intake *Xenopus laevis*”, *Journal of Neuroendocrinology*, 16: 279 – 288, (2004)
- Çelikkale, M. S., “İçsu Balıkları ve Yetiştiriciliği, 2nd ed.”, Karadeniz Teknik Üniversitesi Basımevi, Trabzon, 419s., (1998).
- Davidson, J., Bebak J. and Mazıkc, P., “The effects of aquaculture production noise on the growth, condition factor, feed conversion, and survival of rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*”, *Aquaculture*, 288: 337–343, (2009)
- De Silva, S. S. and Anderson T. A., “Fish Nutrition in Aquaculture, 1st ed.”, Chapman & Hall, New York, 319 s., (1995)
- Doolan, B. J., Allan, G. L., Booth, M. A and Jones, P. L., “ Effects of cage netting colour and density on the skin pigmentation and stress response of Australian snapper *Pagrus auratus* (Bloch & Schneider, 1801)”, *Aquaculture Research*, 39: 1360-1368, (2008)
- Downing, G., and Litvak, M. K., “The effect of photoperiod, tank colour and light intensity on growth of larval haddock”, *Aquaculture International*, 7: 369–382, (1999)
- Ekingen, G., “Balık Anatomisi” 1. Basım., Mersin Üniversitesi yayınları, Mersin, 254 s., (2001)
- El-Sayyed, A. and El-Ghobashy, A. E., “Effects of tank color and feed colour on growth an feed utilization of thin lip mullet (*Liza ramada*) larvae”, *Aquaculture Research*, 42: 1163-1169 (2011)

- Erbaş, H. İ., Başçına, N., Kocabaş, M. and Atasaral Şahin, Ş., “Gökkuşığı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss Walbaum, 1792*) yavrularının ilk dönemlerde büyüme performansı ve ölüm oranı üzerine tuzluluğun etkisi”, <http://www.akuademi.net/su/2009/YP/yp03t.pdf> (12. 11. 2012)
- Eys, G.J.J.M., “Structural changes in the pars intermedia of the cichlid teleost *sarotherodon mossambicus* as a result of background adaptation and illumination”, *Cell and Tissue Research*, 208: 99-110 (1980)
- Ghanawi, J., Roy L., Davis, A. D. and Saoud, P. I., “Effects of dietary lipid levels on growth performance of marbled spinefoot rabbitfish *Siganus rivulatus*, *Aquaculture*, 310: 395-400, (2011)
- Gilchriest, B. J., Tipping, D. J., Hake, L., Levy, A. and Baker, B. I., “Differences in Arginine Vasotocin Gene Transcripts and Cortisol Secretion in Trout with High or Low Endogenous Melanin-Concentrating Hormone Secretion”, *Journal of Neuroendocrinology*, 13, 407-411, (2001)
- Goddard, S., “Feed Management in Intensive Aquaculture, 1st ed.”, Chapman & Hall, New York, 194 s., (1996).
- Hekimoğlu, M. A., “Renkli tanklarda japon balıklarının (*Cyprinus auratus, 1778*) renklendirilmesi ve gelişmesi üzerine bir çalışma”, *E.Ü. Su Ürünleri Dergisi*, 22(1-2): 137–141, (2005)
- Hoşsu, B., Korkut, A. Y. and Fırat, A., “Balık Besleme ve Yem Teknolojisi 1” 2. baskı, Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi, İzmir, 276 s., (2001)
- Jokumsen, A. and Rasmussen, S. R., “Improved digestibility and growth in selected families of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*)”, <http://orgprints.org/13890/1/13890.pdf> (12. 11. 2012)
- Jentoft, S., Øxnevad, S., Aastveit, A. H. and Andersen, Ø., “Effects of tank wall color and up-welling water flow on growth and survival of Eurasian Perch Larvae (*Perca fluviatilis*)”, *Journal of The World Aquaculture*, 37(3): 313–317, (2006)

- Jirsa, D., Drawbridge, M., and Stuart, K., “The effects of tank color and light intensity on growth, survival, and stress tolerance of White seabass, *Atractoscion nobilis*, larvae”, *Journal of the World Aquaculture*, 40(5): 702–709, (2009)
- Karabulut, H. A., Yandi, I. and Aras, N. M., “Effects of different feed and temperature conditions on growth, meat yield, survival rate, feed conversion rate and condition factor in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fingerlings”, *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 9(22): 2818-2823, (2010)
- Karakatsouli, N., Papoutsoglou, S. E., Pizzonia, G., Tsatsos, G., Tsopelakos, A., Chadio S., Kalogiannis D., Dalla C., Polissidis A. and Papadopoulou-Daifoti Z., “Effects of light spectrum on growth and physiological status of gilthead seabream *Sparus aurata* and rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* reared under recirculating system conditions”, *Aquaculture Engineering*, 36: 302-309, (2007a)
- Karakatsouli, N., Papoutsoglou, S. E., and Manolessos, G., “Combined effects of rearing density and tank colour on the growth and welfare of juvenile white sea bream *Diplodus sargus* L. in a recirculating water system”, *Aquaculture Research*, 38: 1152-1160, (2007b)
- Karakatsouli, N., Papoutsoglou, S. E., Panopoulos, G., Papoutsoglou, E. S., Chadio, S. and Kalogiannis, D., “Effects of light spectrum on growth and stress response of rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* reared under recirculating system conditions”, *Aquaculture Engineering*, 38: 36-42, (2008)
- Karakatsouli, N., Papoutsoglou, E. S., Sotiropoulos, N., Mourtikas D., Stigen-Martinsen, T. and Papoutsoglou S. E., “Effects of light spectrum, rearing density and light intensity on growth performance of scaled and mirror common carp *Cyprinus carpio* reared under recirculating system conditions”, *Aquaculture Engineering*, 42: 121-127, (2010)
- Kestemont P. and Baras E., “Environmental factors and feed Intake: Mechanisms and interactions”, *Food Intake in Fish*, 1st ed. (Editör: Houlihan D., Boujard T. and Jobling M), Blackwell Science, Oxford, 131-145, (2001)

- Kiriş G.A., Kumlu M., Dikel S., “Stimulatory effects of neuropeptide Y on food intake and growth of *Oreochromis niloticus*”, *Aquaculture* 264: 383–389 (2007)
- Korkut, A. Y., Kop, A., Demirtaş, N. ve Cihaner, A., “Balık beslemede gelişim performansının izlenme yöntemleri”, *E.Ü. Su Ürünleri Dergisi*, 24(1-2): 201-205, (2007)
- Lakeh, B. A. A., Ahmadi, M. R., Safi, S., Ytrestøyl, T. and Bjerkeng, B., “Growth performance, mortality and carotenoid pigmentation of fry offspring as affected by dietary supplementation of astaxanthin to female rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) broodstock” *Journal of Applied Ichthyology*, 26: 35-39, (2010)
- Larsson, S. and Berglund, I., “The effect of temperature on the energetic growth efficiency of Arctic charr (*Salvelinus alpinus L.*) from four Swedish populations”, *Journal of Thermal Biology*, 30: 29–36, (2005)
- Lee, K., Dabrowski, K., Sandoval, M. and Miller, M. J. S., “Activity-guided fraction of phytochemicals of maca meal, their antioxidant activities and effects on growth, feed utilization, and survival in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) juveniles”, *Aquaculture*, 244: 293-301, (2005)
- Lovell T., “Nutrition and Feeding of Fish, 2nd ed.”, Kluwer Academic Publishers, Boston, 267 s., (1998)
- Luchiari, A. C. and Freire, F. A., “Effects of enviromental colour on growth of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758), maintained individually or in groups”, *Journal of Applied Ichthyology*, 25: 162-167, (2009)
- Luchiari, A. C. and Pirhonen, J., “Effects of ambient colour on colour preference and growth of juvenile rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum)”, *Journal of Fish Biology*, 72: 1504-1514, (2008)
- Luchiari, A. C., Freire, F. A. M., Pirhonen, J. and Koskela, J., “Longer wavelengths of light improve the growth, intake and feed efficiency of individually

- reared juvenile pikeperch *Sander lucioperca* (L.)”, *Aquaculture Research*, 40: 880-886, (2009)
- Matsuda, K., Shimakura, S., Miura, T., Maruyama, K., Uchiyama, M., Kawauchi, H., Shioda, S., Takahashi, A., “Feeding-induced changes of melanin-concentrating hormone (MCH)-like immunoreactivity in goldfish brain”, *Cell Tissue Res* 328:375–382, (2007)
- McLean, E., Cotter, P., Thain, C. and King, N., “Tank color impacts performance of cultured fish”, *Ribarstvo*, 66(2): 43—54, (2008)
- Monk, J., Puvanendran, V. and Brown, J. A., “Does different tank bottom colour affect the growth, survival and foraging behaviour of Atlantic cod (*Gadus morhua*) larvae?”, *Aquaculture*, 257: 287–293, (2008)
- Nissinen, K., Luchiari A. C., Duarte C. R. A., and Freire F.A. M., “Hierarchical status and colour preference in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*)”, *J Ethol* 25: 169–175, (2007)
- Özkan, F ve Hunt, A. Ö., “Balıklarda besin alımının nöropeptidler tarafından düzenlenmesi”, *Türk Sucul Yaşam Dergisi* 5-8: 653 – 660 (2007)
- Pankhurst N. W., Ludke S. L., King H. R. and Peter R. E., “The relationship between acute stress, food intake, endocrine status and life history stage in juvenile farmed Atlantic salmon, *Salmo salar*”, *Aquaculture*, 275: 311 - 318 (2008)
- Papoutsoglou, S.E., Mylonakis, G., Miliou, H., Karakatsouli, N.P. and Chadio, S., “Effects of background color on growth performances and physiological responses of scaled carp (*Cyprinus carpio* L.) reared in a closed circulated system”, *Aquacultural Engineering*, 22: 309–318, (2000)
- Papoutsoglou, S. E., Karakatsouli, N. and Chiras, G., “Dietary l-tryptophan and tank colour effects on growth performance of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) juveniles reared in a recirculating water system”, *Aquacultural Engineering*, 32: 277–284, (2005)

- Rotllant, J., Tort, L., Monteroc, D., Pavlidis, M., Martinez, M., Bonga, S. E. W. and Balme, P.H.M., “Background colour influence on the stress response in cultured red porgy *Pagrus pagrus*”, *Aquaculture*, 223: 129–139, (2003)
- Shima, T., Suzuki N., Yamamoto, T. and Furuita, H., “A comparative study of self-feeder and automatic feeder: effects on the growth performance of rainbow trout fry”, *Aquaculture Research*, 32: 142-146, (2001)
- Shima, T., Yamamoto, T., Furuita, H. and Suzuki, N., “Effect of the response interval of self-feeders on the self regulation of feed demand by rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fry”, *Aquaculture*, 224: 181-191, (2003)
- Strand, Å. , Alanärä, A., Staffan, F. and Magnhagen, C., “Effects of tank colour and light intensity on feed intake, growth rate and energy expenditure of juvenile Eurasian perch, (*Perca fluviatilis* L.)”, *Aquaculture*, 272: 312–318, (2007)
- Tamazouzt, L., Chatain, B. and Fontaine, P., “Tank wall colour and light level affect growth and survival of Eurasian perch larvae (*Perca fluviatilis* L.)”, *Aquaculture*, 182: 85–90, (2000)
- Turner, P. M., “Effects of light intensity and tank background color on sex determination in southern flounder (*Paralichthys lethostigma*)”, Graduate Faculty of North Carolina State University In partial fulfillment of the requirements for the Degree of Master of Science, 1-71s., (2008)
- Türker, H., “Farklı Renklerdeki Işıkların Nil Tilapyası'nın (*Oreochromis niloticus* L.) Büyümesine Etkileri”, *Journal of Fisheries Sciences*, 3(3): 231-236, (2009)
- Ullman, J. F. P., Gallagher, T., Hart, N. S., Barnes A. C., Smullen R. P., Collin S. P. and Temple S. E., “Tank color increases growth, and alters color preference and spectral sensitivity, in barramundi (*Lates calcarifer*)”, *Aquaculture*, 322-323: 235-240, (2011)

- Ünsal, S., “Balık Davranışları, 1. Baskı”, Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi, 1. Baskı, İzmir, 174 s., (2002)
- Wedemeyer G. A., “Physiology of fish in intensive culture system”, 1st ed.”, Chapman & Hall, New York, 232 s., (1996)
- Volkoff, H., Canosa, L.F., Unniappan, S., Cerdá-Reverter, J.M., Bernier, N.J., “Neuropeptides and the control of food intake in fish”, *General and Comparative Endocrinology* 142: 3–19, (2005)
- Yamanome, T., Amano, M. and Takahashi, A., “White background reduces the occurrence of staining, activates melanin-concentrating hormone and promotes somatic growth in barfin flounder”, *Aquaculture* 244: 323– 329, (2005)
- Yanar, M. ve Tekelioğlu, N., “Zeaksantin ve tank renginin japon balığının (*carassius auratus*) pigmentasyonu ve büyümesi üzerine etkisi”, *Turkish Journal of Biology*, 23: 303–307, (1999)
- Yasir, I. and Qin, J. G., “Impact of background on color performance of false clownfish, *amphiprion ocellaris*, cuvier”, *Journal of the World Aquaculture*, 40(6): 724–734, (2009)

ÖZGEÇMİŞ VE ESERLER LİSTESİ

Adı Soyadı: Mustafa ÜSTÜNDAĞ

Doğum Tarihi: 28/01/1985

Öğrenim Durumu: Yüksek Lisans

Derece	Bölüm/Program	Üniversite	Yıl
Lise		Konya Ereğli Anadolu Lisesi	2001-2004
Lisans	Su Ürünleri Mühendisliği	Süleyman Demirel Üniversitesi	2005-2009
Yüksek Lisans	Su Ürünleri Ana Bilim Dalı	Mersin Üniversitesi	2009-....

(Varsa) Görevler:

Görev Unvanı	Görev Yeri	Yıl

ESERLER (Makaleler ve Bildiriler)

- 1.
- 2.
- 3.