



**T.C.
RECEP TAYYİP ERDOĞAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
SU ÜRÜNLERİ ANABİLİM DALI**

**TİLAPİA (*Oreochromis niloticus*) YAVRULARINDA
PİGMENTLİ VE PİGMENTSİZ YEMLERLE İKİ FARKLI
ZAMANDA BESLEMENİN BÜYÜME PERFORMANSI
ÜZERİNE ETKİSİNİN BELİRLENMESİ**

(Yüksek Lisans Tezi)

Hakan DURGUN

**Danışman
Dr. Öğr. Üyesi Fatma DELİHASAN SONAY**

**RİZE
2022**

KABUL VE ONAY

Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Su Ürünleri Anabilim Dalında, Dr. Öğr. Üyesi Fatma DELİHASAN SONAY danışmanlığında, Hakan DURGUN tarafından hazırlanan *Tilapia (Oreochromis niloticus) Yavrularında Pigmentli ve Pigmentsiz Yemlerle İki Farklı Zamanda Beslemenin Büyüme Performansı Üzerine Etkisinin Belirlenmesi* adlı bu tez çalışması, 29/09/2022 tarihinde yapılan savunma sınavı sonucunda oy birliği/oy çokluğuyla başarılı bulunarak jürimiz tarafından **Yüksek Lisans Tezi** olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

Unvanı, Adı Soyadı

İmza

Başkan	:	Dr. Öğr. Üyesi Fatma DELİHASAN SONAY
Üye	:	Prof. Dr. Nadir BAŞÇINAR
Üye	:	Doç. Dr. İlker Zeki KURTOĞLU

ETİK BEYAN

Su Ürünleri Tezli Yüksek Lisans Programından mezun olmak üzere teslim ettiğim “Tilapia (*Oreochromis niloticus*) Yavrularında Pigmentli ve Pigmentsiz Yemlerle İki Farklı Zamanda Beslemenin Büyüme Performansı Üzerine Etkisinin Belirlenmesi” adlı tezim, bilim ve araştırma etiği prensiplerine riayet edilerek tarafımdan yazılmıştır.

Tez çalışmamda, başka kaynaklardan aktarılan bütün bilgi ve alıntılar, Enstitünüz Tez Yazım Kılavuzuna uygun olarak açıkça gösterilmiştir. Kaynağı gösterilenler dışında kalan bütün bilgiler uygun araştırma yöntemi kullanılarak tarafımdan edinilmiş ve esere bu şekilde yansıtılmıştır. Şahsıma ait olmayan hiçbir bilgi, kasıt veya kusurlar, şahsıma aitmiş gibi gösterilmemiştir. İnternet kaynakları dâhil, sahibine/kaynağına atıf yapılmaksızın hiçbir bilgi kullanılmamıştır. Aksinin ortaya çıkması halinde doğacak bütün hukuki, idari, akademik ve etik sorumluluk tarafıma ait olacaktır. Eserin tesliminden sonra herhangi bir zamanda, bilim etiğine aykırılık tespit edilmesi ve / veya eserimle ilgili intihal veya intihal şeklinde anlaşılabilecek bir durumun ortaya çıkması halinde; Üniversiteniz ve eğitim kadronuzun hiçbir şekilde sorumlu tutulmayacağını hür irademle kabul, beyan ve taahhüt ederim.

29/09/2022

Hakan DURGUN

ÖN SÖZ

Dünya nüfusunun ve teknolojinin artmasına paralel olarak insan ve hayvan sağlığı için beslenme bilinci de gelişmiştir. Besin maddesi ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla dünyada ve ülkemizde yetiştiriciliği yapılan birçok balık türü bulunmaktadır.

Ülkemizde son yıllarda deniz balıkları ve iç su balıkları yetiştiriciliğinde yeni türlerin katılması üzerinde çalışmalar ve destekler artmaktadır. Dünyada yaygın şekilde yetiştiriciliği yapılan tilapia balıklarının, ülkemizde istenilen üretim miktarına getirilmesi için iç sularımızda yetiştiricilik faaliyeti gösteren üreticilerimize tilapia balıklarının Türkiye kültür koşullarında yeni tür olarak yetiştiriciliğinin yapılabileceği konularında çalışmalar yapılmaktadır.

Bu bilgiler ışığında hızlı büyüme ve yem kayıplarının en aza indirildiği üretim tekniklerinin ve tüketici talebinin artması için yeme farklı katkı maddeleri ilave edilmektedir. Bu tez çalışması kapsamında tilapia balıkları pigmentli ve pigmentsiz alabalık yemiyle beslenmiştir. Balıkların büyüme performansı, etin biyokimyasal analizleri ve renk değişimleri ortaya konulmuştur.

Tez konusu seçiminde ve yürütülmesinde, yardımlarını esirgemeyen, önerileriyle beni yönlendiren danışman hocam Sayın Dr. Öğr. Üyesi Fatma DELİHASAN SONAY'a, çalışmada yardımını hiç esirgemeyen Prof. Dr. Nadir BAŞÇINAR'a, Arş. Gör. Dr. Akif ER'e, Arş. Gör. Dr. Barış KARSLI'ya çalışmam boyunca sürekli desteğini ve yardımını eksik etmeyen sevgili eşim Canan UZUN DURGUN'a, ayrıca Alaattin UZUN'a ve aileme bana bugüne kadar vermiş oldukları maddi ve manevi tüm desteklerinden dolayı teşekkür ederim.

Hakan DURGUN

2022 / RİZE

İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY	I
ETİK BEYAN.....	II
ÖN SÖZ	III
İÇİNDEKİLER	IV
ÖZET	VI
ABSTRACT.....	VII
KISALTMALAR	VIII
TABLolar LİSTESİ	X
ŞEKİLLER LİSTESİ	XI
GİRİŞ	1
1. GENEL BİLGİLER	3
1.1. Nil Tilapia (<i>O. niloticus</i>) Balığının Biyolojik ve Ekolojik Özellikleri	3
1.2. Karotenoidler.....	4
1.3. Literatür Özeti	5
1.3.1. Yemleme Sıklığı ve Büyüme Performansı.....	5
1.3.2. Tilapia Balık Etinin Biyokimyasal Kompozisyonu	9
1.4. Tezin Amacı ve Gerekçesi	12
2. YAPILAN ÇALIŞMALAR.....	13
2.1 Materyal	13
2.1.1 Deneme Yeri ve Süresi	13
2.1.2 Deneme Düzeni	13
2.1.3 Balık Materyali	14
2.1.4. Yem Materyali	14
2.1.5. Denemede Kullanılan Diğer Araç ve Gereçler	16
2.2. Yöntem.....	17
2.2.1. Boy-Ağırlık Ölçümü ve Büyüme Performansının Belirlenmesi	17
2.2.2. Tilapia Balığının Et Verimi ve Biyokimyasal Kompozisyonu.....	20
2.2.2.1. Nem ve Kuru Madde Analizi.....	21
2.2.2.2. Kül Analizi.....	22

2.2.2.3. Ham Protein Analizi	22
2.2.2.4. Ham Yağ Analizi	22
2.2.3. Renk Analizi (L*, a*, b*)	23
2.2.4. Verilerin Değerlendirilmesi	24
2.3. Bulgular	24
2.3.1. Su parametreleri	24
2.3.2. Nil Tilapia Balıklarında Büyüme Performansı	24
2.3.3. Nil Tilapia Balığı Et Verimi ve Biyokimyasal Kompozisyonu	28
3. TARTIŞMA VE SONUÇ	31
KAYNAKÇA.....	39

Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

Ana Bilim Dalı : Su Ürünleri Ana Bilim Dalı

Tez Türü : Yüksek Lisans Tezi

Danışman : Dr.Öğr.Üyesi Fatma DELİHASAN SONAY

Hazırlayan : Hakan DURGUN

Yıl : 2022

Sayfa Sayısı : 50

ÖZET

TİLAPİA (*Oreochromis niloticus*) YAVRULARINDA PİGMENTLİ VE PİGMENTSİZ YEMLERLE İKİ FARKLI ZAMANDA BESLEMENİN BÜYÜME PERFORMANSI ÜZERİNE ETKİSİNİN BELİRLENMESİ

Bu çalışmada pigmentli ve pigmentsiz alabalık yemleri ile Nil tilapia balığı (*Oreochromis niloticus*) yavrularında günde bir öğün ve iki öğün besleme yapılarak büyüme performansı, et kalitesi ve et renk değişiminin araştırılması amaçlanmıştır. Deneme günde bir öğün pigmentli yem (G1-P), günde bir öğün pigmentsiz yem (G1-N), günde iki öğün pigmentli yem (G2-P) ve günde iki öğün pigmentsiz yem (G2-N) olmak üzere 4 grup ve 2 tekerrürlü olarak düzenlenmiştir. Ortalama başlangıç ağırlıkları G1-P=2,03±0,32 g, G1-N=2,03±0,39 g, G2-P=2,01±0,42 g ve G2-N=2,00±0,37 g olan Nil tilapia yavru balıkları kullanılmıştır. Besleme denemesi 300 gün devam etmiştir.

Çalışma sonunda; boy (cm), ağırlık (g), canlı ağırlık kazancı ve spesifik büyüme oranı değerleri günde iki öğün beslenen gruplarda daha başarılı bulunmuştur ($P<0,001$). Balık etinin karkas oranı ve visserosomatik indeks üzerinde öğün sayısı farklı iken ($P<0,05$) hepatosomatik indeks üzerinde pigment içeriği fark göstermiştir ($P<0,001$). Ham protein, ham kül ve nem üzerinde yemleme sıklığı ve pigment içeriğinin etkisi gruplar arasında istatistiki fark ortaya koymamıştır. Ham yağ pigmentli gruplarda daha yüksek oranda belirlenmiştir ($P<0,05$). Balık etinin L, a ve b değerleri istatistiksel farklılık ortaya koymuştur. Pigmentli yemde a ve b değerleri yüksek, L değeri düşük bulunmuştur ($P<0,001$). Karotenoidli yem kullanımı büyüme ve balık etinin renklenmesini pozitif yönde etkilemesi açısından, Nil tilapia balıklarının yetiştiriciliğinde kullanımı önerilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Nil Tilapia, *Oreochromis niloticus*, Büyüme Performansı, Et Kalitesi.

Recep Tayyip Erdogan University Graduate School of Education Institute

Department : Department of Aquaculture

Thesis Type : Master Thesis

Supervisor : Asst. Prof. Fatma DELİHASAN SONAY

Author : Hakan DURGUN

Year : 2022

Pages : 50

ABSTRACT

DETERMINATION OF THE EFFECT OF FEEDING AT TWO DIFFERENT TIMES WITH FEED AND PIGMENTED FEED ON GROWTH PERFORMANCE IN TILAPIA (*Oreochromis niloticus*) JUVENILES

The present study aims to investigate the growth performance, flesh quality and color change in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) juveniles with feeding once and twice in a day with pigmented and non-pigmented trout diets. The experiment was conducted among four groups and in two replications, including feeding with pigmented feed once a day (G1-P), feeding with non-pigmented feed once a day (G1-N), feeding with pigmented feed twice a day (G2-P) and feeding with non-pigmented feed twice a day (G2-N). The initial average weight of the Nile tilapia juveniles used in the study were of G1-P=2.03±0.32 g, G1-N=2.03±0.39 g, G2-P=2.01±0.42 g and G2-N=2.00±0.37 g. The feeding experiment lasted for 300 days.

At the end of the study; length (cm), weight (g), body weight gain and specific growth rate values were found to be more successful in fed twice a day groups ($P<0.001$). The number of feedings on the carcass ratio and viscerosomatic index were different ($p<0.05$) and the pigment content was detected as different on the hepatosomatic index in the fish flesh ($P<0.001$). There were no statistical effect of feeding frequency and pigment content on crude protein, ash and moisture between groups. Crude lipid was determined at a higher rate in pigmented feeding groups ($P<0.05$). Fish flesh L, a and b values showed statistically significant differences. The a and b values were found to be high and the L value was found to be low in the pigmented feed ($P<0.001$). The use of carotenoid feed has a positive effect on growth and coloration of fish flesh thus, it can be recommended to use in the Nile tilapia culture.

Keywords: Nile Tilapia, *Oreochromis niloticus*, Growth Performance, Flesh Quality.

KISALTMALAR

ANOVA	:Varyans Analizi (Analysis of Variance)
AOAC	:Analiz Metodları Yayınlayan Uluslararası Kuruluş :(Association of Analytical Communities)
CAK	:Canlı Ağırlık Kazancı
cm	:Santimetre
FAO	:Gıda ve Tarım Örgütü (Food and Agriculture Organization)
g	:Gram
GSİ	:Gonadosomatik İndeks
HSİ	:Hepatosomatik İndeks
IU	:Uluslararası Ünite (International Unit)
Kcal	:Kilokalori
KF	:Kondisyon Faktörü
kg	:Kilogram
KR	:Karkas Randımanı
l	:Litre
mg	:Miligram
Mm	:Milimetre
M.Ö.	:Milattan Önce
N	:Örnek sayısı
ppm	:Milyonda Bir Birim (Parts Per Million)
Renk L	:Siyahlık-Beyazlık
Renk a	:Kırmızı (+) - Yeşillik (-)
Renk b	:Sarılık (+) - Mavilik (-)
RTEÜ	:Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi
SBO	:Spesifik Büyüme Oranı
sd	:Standart Sapma
sp	:Tür (Species)
t	:Süre (Gün)
TUİK	:Türkiye İstatistik Kurumu

URL	:Bir Örnek Kaynak Konumlayıcı (Uniform Resource Locator)
vb	:Ve Benzeri
vd	:Ve Diğerleri
VSİ	:Viserosomatik İndeks
YDO	:Yem Değerlendirme Oranı
°C	:Santigrat Derece



TABLolar LİSTESİ

Tablo 1. Dünya 2010-2020 yılları arasında ot sazanı, gümüş sazan, Nil tilapia ve aynalı sazana ait üretim miktarları (1000 ton)	2
Tablo 2. Tilapia yetiştiriciliğinde optimum su kalite kriterleri	4
Tablo 3. Farklı karotenoidlere ait <i>Oreochromis</i> spp a, b ve L değerleri	10
Tablo 4. Deneme grupları.	14
Tablo 5. Denemede kullanılan alabalık yemlerinin besin içeriği (Değerler üretici firmaya aittir).....	15
Tablo 6. Deneme gruplarına ait suyun fiziksel ve kimyasal bazı özellikleri.	24
Tablo 7. Pigmentli ve pigmentsiz yemlerle beslenen Nil Tilapia balıklarının boy, ağırlık, canlı ağırlık kazancı, spesifik büyüme oranları, kondisyon faktörü ve yem değerlendirme oranı değerleri (ortalama $\pm$ standart sapma).....	28
Tablo 8. Günde bir öğün ve iki öğün iki farklı alabalık rasyonuyla (pigmentli-pigmentsiz) beslenen tilapia balıklarından elde edilen boy, ağırlık, karkas oranı (%), visserosomatik indeks (VSI), hepatosomatik (HSİ) ve gonadosomatik (GSI) indeksler değerleri (ortalama $\pm$ standart sapma).....	29
Tablo 9. Günde bir öğün ve iki öğün iki farklı alabalık rasyonuyla (pigmentli-pigmentsiz) beslenen tilapia balıklarından elde edilen besin kompozisyonu (% Nem, % Kül, % Ham Protein, % Ham yağ) (ortalama $\pm$ standart sapma)	30
Tablo 10. Günde bir öğün ve iki öğün iki farklı alabalık rasyonuyla (pigmentli-pigmentsiz) beslenen tilapia balıklarının renk analiz değerleri (L-a-b) (ortalama $\pm$ standart sapma)	30
Tablo 11. <i>O. niloticus</i> türüne ait su sıcaklığı (°C), çözünmüş oksijen (mg/L) ve pH değerlerinin farklı çalışmalarla karşılaştırılması.	32
Tablo 12. Tilapia balıklarında büyüme parametreleri (Başlangıç boy (cm), final boy (cm), başlangıç ağırlığı (g), final ağırlığı (g), canlı ağırlık kazancı (CAK) (g), spesifik büyüme oranı (SBO) (%/gün), yem değerlendirme oranı (YDO), kondisyon faktörü (KF)).	34

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1. Nil Tilapiası'nın (<i>O. niloticus</i>) balığının dünyadaki dağılımı	2
Şekil 2. Deneme akvaryumlarının genel görünümü.....	13
Şekil 3. Denemede kullanılan Nil tilapia balığı (<i>Oreochromis niloticus</i> (Linnaeus 1758)).....	14
Şekil 4. Aseton içerisinde karıştırılan pigmentli ve pigmentsiz büyütme yemleri.....	16
Şekil 5. Pigmentli ve pigmentsiz büyütme alabalık yemlerine ait ABS değerleri	16
Şekil 6. Kullanılan diğer araç ve gereçler; boy ölçüm tahtası (A), hassas terazi (B), oksijen ve pH ölçüm cihazı (HACH HQ40D) (C) ve CR-10 renk ölçüm cihazı (D).....	17
Şekil 7. Boy ve ağırlık ölçümleri.....	18
Şekil 8. Akvaryum sifonlama (temizlenme) işlemi.	19
Şekil 9. Et verimi ve biyokimyasal kompozisyonu analizleri için balık kesimi.....	21
Şekil 10. Konica Minolta (CR 10, Japan) cihazı ile balık etinde renk ölçümü.	23
Şekil 11. Çalışma süresince grupta elde edilen boy (cm) artışı.....	25
Şekil 12. Çalışma süresince grupta elde edilen ağırlık (g) artışı.	26
Şekil 13. Çalışma süresince grupta elde edilen spesifik büyüme oranı değerleri. 26	
Şekil 14. Çalışma süresince grupta elde edilen kondisyon faktörü değerleri.....	27
Şekil 15. Çalışma süresince grupta elde edilen yem değerlendirme oranı değerleri.....	28

GİRİŞ

Balık stoklarının azalması ve beslenme bilincinin gelişmesiyle su ürünlerine olan talep gün geçtikçe artmaktadır. Günümüzde büyük bir sektör haline gelen kültür balıkçılığı bir diğer adıyla balık yetiştiriciliği Çinlilerin kayıtlarında M.Ö. 2100 yıllarında başlamıştır. Ortaçağ Avrupa'sında ise 1500'lü yılların sonuna doğru önemini kaybetmiş ancak 1950'lerden sonra kurulan kültür balıkçılığı işletmeleri Avrupa'da yeni bir endüstri kolunu oluşturmuştur (Savaş, 2009). Ülkemizde ise 1970'li yıllarda yarı-entansif sazan ve entansif gökkuşaağı alabalığı yetiştiriciliği ile başlamıştır (Doğan, 2003).

Dünyada ve ülkemizde su ürünleri yetiştiriciliği hem miktar, hem coğrafik alan hem de yetiştiriciliği yapılan tür sayısı bakımından artış göstermektedir. Yetiştiriciliğe alınan türler için kültür koşullarına adaptasyon, pazar talebi, yapay yem alımı, yüksek yem değerlendirme, hızlı büyüme, basit larval gelişim vb. biyolojik ve ekonomik faktörler göz önünde bulundurulmaktadır.

Tilapia, Afrika'ya özgü, Cichlidae familyasına ait ılıman su balıklarıdır. Ülkemizde tatlı su çipurası olarak da adlandırılmaktadır. Tilapia balıkları, Afrika kökenli olmalarına rağmen günümüzde başta Çin olmak üzere Mısır, Endonezya, Filipinler, Tayland, Vietnam, Bangladeş, Venezüella, Kolombiya ve Brezilya gibi birçok ülkede yetiştirilmektedirler (FAO, 2015) (Şekil 1). FAO, gelişmemiş birçok ülkede projelerle Tilapia yetiştiriciliğini özendirmektedir. 1980'li yıllarda, başta Afrika ülkeleri olmak üzere Güney Doğu Asya ülkeleri ve hem Güney hem de Orta Amerika ülkelerinde geniş projelerle üretimi öğretilmiş ve geliştirilmiştir (FAO, 2016). Tilapia balığı yetiştiriciliği dünyada tatlısu balıkları arasında üçüncü sırada (%9) yer almaktadır (Tablo 1) (FAO, 2022). Ülkemizde 2014 yılında (32 ton) istatistiklere giren tilapia balığının 2021 yılı üretim miktarı 6 ton olarak bildirilmiştir. En fazla 2016 yılında 58 ton olarak üretilmiştir (TUİK, 2022).

Ülkemizde ilk defa 1975 yılında Burdur Gölü'ne aşılanmış ancak tüm tilapialar ölmüştür. Kültür koşullarında birçok olumlu özelliğe sahip olan tür ülkenin Çukurova Bölgesi'nde kültüre alınmıştır. Yarı entansif olarak DSI ve özel çiftliklerde yetiştirilmiştir. Ancak, sıcaklık, yetiştirebilecekleri bölgelerdeki yetiştirme periyodunun kısalığı vb. sorunlar nedeniyle istenilen kalitede ürün elde

edilememektedir. Ayrıca, tüketici talep azlığı tilapia üretimini sınırlandıran etmenler arasındadır (Altun vd., 2006).



Şekil 1. Nil Tilapia (*O. niloticus*) balığının dünyadaki dağılımı

Kaynak: URL-1

Tablo 1. Dünya 2010-2020 yılları arasında ot sazanı, gümüş sazan, Nil tilapia ve aynalı sazana ait üretim miktarları (1000 ton)

Tür	2010	2012	2014	2016	2018	2020	2020 (%)
Ot sazanı (<i>Ctenopharyngodon idellus</i>)	4213,1	4590,9	5039,8	5444,5	5704,0	5791,5	11,8
Gümüş sazan (<i>Hypophthalmichthys molitrix</i>)	3972,0	3863,8	4575,4	4717,0	4788,5	4896,6	10
Nil tilapia (<i>Oreochromis niloticus</i>)	2657,7	3342,2	3758,4	4165,0	4525,4	4407,2	9
Aynalı sazan (<i>Cyprinus carpio</i>)	3331,0	3493,9	3866,3	4054,7	4189,5	4236,3	8,6

1. GENEL BİLGİLER

1.1. Nil Tilapia (*O. niloticus*) Balığının Biyolojik ve Ekolojik Özellikleri

Cichlidae familyası içinde yer alan, dünyanın tropik ve subtropik pek çok bölgesinde yetiştiriciliği yapılan Nil tilapia balığının ismi son 30 yıl içerisinde çok kez değiştirilmiştir. Daha önce bilimsel olarak *Tilapia nilotica*, *Sarotherodon niloticus* olarak bilinen Nil tilapiası günümüzde *Oreochromis niloticus* olarak isimlendirilmiştir. Tilapia balıkları üç cinsten (*Tilapia*, *Sarotherodon*, *Oreochromis*) oluşmaktadır (Soyutürk, 2006). *Tilapia* yaklaşık 40 tür, *Sarotherodon* yaklaşık 10 türden fazla ve *Oreochromis* yaklaşık 30 tür ile temsil edilmektedir (Türker, 2016). Yetiştiriciliği yapılan türler çoğunluğu *Oreochromis* cinsi içerisinde yer almaktadır. En çok ticari olarak yetiştiriciliği yapılan türler *Oreochromis niloticus*, *O. mosambicus*, *O. aureus*, *O. macrochir*, *O. hororum*, *O. galilaeus*, *Tilapia zilli* ve *Tilapia rendalli*'dir (Soyutürk, 2006).

Tilapia balıklarında en ayırt edici özellik karakteristik lateral çizgidir. Dorsal bölge ve karın arası derin olan tilapia balıklarının vücutları yandan basıktır. Vücut gri gümüşü, karın açık mor ve yüzgeçler kırmızı renktedir. Üreme dönemi, çevresel faktörler ve beslenme renk yoğunluğunu etkilemektedir (Alpbaz ve Hoşsucu, 1988; Yastı, 2019; Tekelioğlu, 2000).

Herbivor ve omnivor beslenme şekli görülen tilapia balıklarının yapay yeme adaptasyonları kolaydır. Kültür ortamında sazan ve alabalık yemlerini tüketebilirler. Yavrular zooplankton ve mikroorganizmalarla beslenir. Ayrıca, tilapia balıkları suda meydana gelen fitoplankton, algler ve bitkileri yiyebilirler (Çelikkale, 1994; Alpbaz, 2005; Dikel, 2009).

Çevresel koşullarda meydana gelen değişimlere kolay adapte olan tilapia balıkları geniş sıcaklık, oksijen ve tuzluluk aralıklarında yaşamlarını sürdürebilirler. Tilapia yetiştiriciliğinde optimum su kalite kriterleri Tablo 2'de verilmiştir (Alpbaz, 2005; Türker, 2016)

Tablo 2. Tilapia yetiştiriciliğinde optimum su kalite kriterleri

Parametre	Optimum değerler
Sıcaklık (°C)	20 – 32°C
Çözülmüş oksijen	>3 mg/L
Toplam amonyak	<1 mg/L
pH	6,5 - 8,5
Alkalinite	>20 mg/L
Sertlik	>50 mg/L
Tuzluluk (‰)	0 - 20

Uygun çevresel koşullarda yumurta verimi yüksektir. Yerde kuluçkalayanlar ve ağızda kuluçkalayanlar olmak üzere iki tip üreme meydana gelmektedir. *Oreochromis*'in cinsinde yumurtalar ağızda kuluçkalanmaktadır. Ayrıca, *S. macrocephala* türünde erkek, *S. galilaea* türünde ise hem dişi hem de erkek balık ağız içerisinde yumurta kuluçkalayabilmektedir (Alpbaz, 2005). *O. niloticus* türü ortalama bikaç yüz ile 2000 yumurta üretir ve yumurtalar dişi balığın ağzında kuluçka süresini geçirir (Soyutürk, 2006).

1.2. Karotenoidler

Canlılarda hücrelerin renklenmesini sağlayan dört pigment grubu (melanin, pteridin, purine ve karotenoid) bulunmaktadır (Yeşilayer vd., 2008a). Birçok meyve (domates, mango, ananas, biber), çiçek, kuş (flamingo, kanarya), böcek ve sucul organizmanın (krustase, salmon) güzel renkli olmasını sağlayan, yağda çözülebilen karotenoidleri balık, karides gibi canlılar besinleri ile elde ederler. Doğadan tanımlanmış 700'ün üzerinde karotenoid grubu mevcutken, bunları sadece bitkiler, algler, bazı mantarlar ve bakteri türleri kendi kendilerine sentezleyebilirler (Yeşilayer vd., 2008b).

Karotenoidler; kimyasal yapılarına göre hidroksi-karotenoidler (lutein, zeaksantin, kriptosantin), keto-karotenoidler (astaksantin, kantaksantin ve ekinekon), alkoloid-karotenoidler (kapsantin, kapsorubin ve kırmızıbiber), polioksi-karotenoidler (viyolaksantin ve neoksantin) ve β - karotenin parçalanma üniteleri (β -apo-8 karotenol, β -apo-8 – karotenoik asit etil ester) olarak beş grupta sınıflandırılmıştır (Cilbiz, 2010).

Sağlık açısından birçok önemi bulunan karotenidler balıklarda; doğal ortamdaki renklenmeyi sağlamak, bağışıklık sistemini güçlendirmek, protein yapısını sağlamlaştırmak, bakteri ve mantar hastalıklarına karşı direnç kazanmak, üremeyi cezbetmek, yumurta ve embriyo kalitesini artırmak, rasyondaki yağların sindirilebilirliğini, emilebilirliğini ve muhafazasını artırmak, vb. birçok amaçla kullanılmaktadır (Diler ve Dilek, 2002; Yeşilayer vd., 2008a; Cilbiz, 2010).

Karotenoidler, kültür koşullarında pazara sunulan ürünlerin, doğal ortamda yetişenler ile benzerlik göstermesi amacıyla birçok türün yemine ilave edilirler. Örneğin, salmon, gökkuşağı alabalığı, çipura, fangri ve sarı kuyrukta karotenoid uygulamaları yapılmıştır. Pigmentasyon için krustaseler (krill, kırmızı yengeç, *Gammarus spp.*, vb.) bitkisel ürünler (kırmızı biber, kadife çiçeği, havuç, vb.), algler (*Spirulina spp.*, *Scenedesmus spp.*, *Chlorella spp.*, vb.), maya (Kırmızı maya (*Phaffia rhodozyma*)) ve sentetik ürünler (Carophyll pink, Lucantin pink, Carophyll Red, Lucantin red) yaygın şekilde kullanılmaktadır. Alabalık ve salmon yetiştiriciliğinde yaygın şekilde kullanılan karotenoidler astaksantin ve kantaksantin'dir (Yeşilayer vd., 2008a; Yeşilayer vd., 2008b). Örneğin; alabalık yetiştiriciliğinde astaksantin 50-100 ppm olarak kullanılmaktadır (Diler ve Dilek, 2002).

1.3. Literatür Özeti

1.3.1. Yemleme Sıklığı ve Büyüme Performansı

Tung ve Shiau (1990) farklı karbonhidrat (nişasta, dekstrin ve glikoz) içerikli rasyonlarla hibrit tilapia balıklarını (*O. niloticus* x *O. aureus*) 8 hafta boyunca günde 2 ve 6 öğün beslemiştir. Günde altı öğün beslenen balıklar için ağırlık artışının günde iki kez beslenenlere göre önemli ölçüde daha yüksek olduğunu ortaya koymuştur.

Pouomogne ve Ombredane (2001), Nil tilapia balıklarını (*O. niloticus*) 22,4 kg/m² stok yoğunluğunda, %25 protein içeren rasyonla günde 2, 3 ve 6 öğün beslemiştir. Ortalama ağırlık, spesifik büyüme oranı, günlük büyüme oranı ve yem değerlendirme oranı yönünden günde 6 öğün beslemenin başarılı olduğunu belirtmiştir.

Kurt (2002); tilapia balığını (*O. niloticus*) 4 farklı yemleme sıklığında (I, II, III ve VI öğün/gün) beslemiş ve büyüme performansı, yem tüketimi, yemden yararlanma

oranı ve karkas bileşimi üzerine etkilerini belirlemiştir. Çalışma sonunda en iyi canlı ağırlık artışını günde VI öğün beslenen grupta (56,22 g), en iyi yemden yararlanmayı ise günde II öğün beslenen grupta (1,23) tespit etmiştir. Yemleme sıklığının artışıyla ham protein oranı artarken, lipit oranında ise azalma olduğunu rapor etmiştir. Tilapia balığında yemleme sıklığının, ortalama canlı ağırlık, canlı ağırlık artışı, yem tüketimi, yemden yararlanma oranı, proteinden yararlanma oranı ve karkas et kompozisyonu üzerindeki etkisinin olduğunu ortaya koymuştur.

Riche vd. (2004), Juvenil Nil tilapia (*O. niloticus*) (ortalama ağırlık 34,4 g) yavrularını günde 1, 2, 3 ve 5 öğün %46 ham protein içeren yemle beslemiş ve 29 gün sonunda fazla yemlemenin büyüme, yem verimliliği ve protein kullanımında etkili olmadığını ancak bir kez beslenen balıklara göre daha iyi olduğunu bildirmiştir.

Yousif (2004), stoklama yoğunluğu ve yemleme sıklığının Nil tilapia yavrularının büyüme performansı ve yemden yararlanma verimliliği üzerindeki etkilerini araştırmak için yaptığı çalışmada; ağırlık artışı, spesifik büyüme oranı, yem dönüşüm oranı ve protein verimlilik oranını en iyi 0,5/L’de stoklanan ve günde 3 ve 4 öğün beslenen gruplarda elde etmiştir. En düşük büyüme performansının günde 2 öğün beslenen grupta belirlemiştir.

Gaber ve Hanafy (2008), ortalama ağırlığı 50,87±6,03 ve boyu 14,4±0,45 cm olan Nil tilapia balıklarına (*O. niloticus*) iki farklı protein içerikli (balık ve soya) rasyonla iki farklı besleme (günde iki öğün ve günde dört öğün) rejimi uygulamıştır. Çalışma sonunda en iyi ağırlık artışı ve spesifik büyüme oranını günde dört öğün beslenen grupta belirlemiştir.

Meurer vd., (2012) besleme sıklığının Nil tilapia balıklarında (*O. niloticus*) cinsiyet değişimi üzerine etkisini araştırmıştır. Bu amaçla yeme 60 mg 17- α methyltestosterone/kg ilave etmiş ve günde 1, 2, 3, 4 ve 5 kez yemleme yapmıştır. Yavruların cinsiyet değişim oranını etkilemek için en az dört kez yemleme yapılması gerektiğini rapor etmişlerdir.

Başlangıç ağırlığı 0,018±0,04 g olan monoseks tilapia balıkları %27,94 ham protein ve %7,95 yağ bulunan rasyonla 28 gün süreyle günde 3, 4 ve 5 öğün beslenmiştir. Çalışma sonunda, besleme sıklığının Nil tilapia frylarının büyüme performansı ve hayatta kalma oranı üzerinde olumlu etkisi olduğu rapor edilmiştir (Ferdous vd., 2014).

Kaya ve Bilgüven (2015) ortalama ağırlıkları $9,39 \pm 0,19$ g olan 420 adet Nil Tilapia balığını %35 ham protein ve %7 ham yağ içeren rasyonla günde 1, 2, 3 ve 6 öğün beslemiştir. Çalışma sonu verilerinde son ağırlık, canlı ağırlık kazancı ve spesifik büyüme oranı değerlerinin kontrole göre daha başarılı olduğunu belirlemiştir ($P < 0,05$). Karkastaki biyokimyasal analizler sonucunda ham protein oranının yemleme sıklığı ile kontrole göre arttığı, yağ oranının ise kontrole göre azaldığını bildirmiştir. Yemleme sıklığının yavru Nil tilapia balıklarının büyüme oranı üzerinde etkili olduğunu ancak büyümeyle birlikte etkinin azaldığını rapor etmişlerdir.

Başlangıç ağırlığı ortalama 1,0 g olan Nile tilapia (*O. niloticus*) yavruları 42 gün boyunca %35 protein içeren rasyonla 2, 3, 4 ve 5 öğün beslenmiştir. Günde 4 ila 5 kez beslenen gruplar ağırlık artışı, spesifik büyüme oranı, yem dönüşümü ve protein verimlilik oranını yönünden daha başarılı olduğu görülmüştür. Ayrıca, günde 4 ila 5 kez beslenen grupların yağ oranı günde 2 ve 3 kez beslenenlerden yüksek belirlenmiştir. Çalışma sonunda Nil tilapia balıklarında optimum beslenme sıklığının günde 4 öğün olduğunu bildirmişlerdir (Daudpota vd., 2016).

Karim vd. (2017), monoseks erkek tilapia balıklarında (*O. niloticus*) günde iki öğün, günde üç öğün ve günde dört öğün yemleme yapmıştır. Beslenme sıklığının günde dört öğün olduğu grupta monoseks erkek tilapia balıklarının daha iyi büyüme ve üreme performansı ortaya koyduğunu belirlemiştir.

Alemayehu ve Getahun, (2017) ortalama boyu 115-138 mm ve ortalama ağırlığı 30-40 g olan *O. niloticus* balıklarına kafes ortamında %30 ham protein içeren rasyonlarla 6 farklı şekilde beslemiştir. Bunlar, T1 (ilk üç ay günlük yemi dört eşit parçaya bölerek ve ikinci üç ay boyunca günlük yemi iki eşit parçaya bölerek), T2 (çalışma boyunca günlük yemi dört eşit parçaya bölerek), T3 (çalışma boyunca günlük yemi iki eşit parçaya bölerek) T4 (çalışma süresi boyunca tek öğün), T5 (gün aşırı besleme) ve T6 (kontrol, doğadan besleme) şeklindedir. Çalışma sonunda ağırlık artışı, günlük ağırlık artışı ve kondisyon faktörü değerleri gruplar arasında farklılık göstermiş ($P < 0,05$), tilapia balıklarında sık besleme önerilmiştir.

Hamed vd., (2021), Nil tilapia balıkları (*O. niloticus*)'nda 26, 28 ve 30 °C üç farklı sıcaklıkta üç farklı protein içeriği (%20, %25 ve %30) olan rasyonlarla günde bir ve iki öğün beslemiştir. Çalışma sonunda 26-30 °C su sıcaklığında %30 ham protein içeren rasyonla günde bir öğün beslemenin uygun olduğunu bildirmişlerdir.

Ustaoğlu ve Alagil (2008) gökkuşağı alabalıkları (*Oncorhynchus mykiss*)’nda yüksek yağ içeriğine sahip yemle günde 2 ve 6 kez olmak üzere iki farklı yemleme yapmıştır. Gökkuşağı alabalığında yağ oranı yüksek yemle beslemede yemleme sıklığı besin maddesi sindirilme oranları, büyüme ve yem değerlendirme değerlerinde istatistiksel açıdan fark ortaya koymadığından, günde 2 kez yemlemenin yeterli olduğu belirlemişlerdir.

Wu vd., (2015), *Trachinotus ovatus* balıklarının %48,4 ham protein ve %5,7 yağ içeren rasyonla 6 hafta boyunca günde 0,5, 1, 2, 3 ve 4 kez yemlemiştir. Çalışma sonunda günde 3 kez yemlemenin yeterli olacağı bildirilmiştir.

Erbaş (2013), yemleme sıklığının Karadeniz alabalığı (*Salmo trutta labrax*)’nın sperm ve yumurta kalitesine etkisini belirlediği çalışmada başlangıç ağırlıkları $364,43 \pm 121,29$ g olan 190 adet balık kullanılmıştır. Günde bir öğün ve iki öğün yemlenen balıklarda yemleme sıklığının etkisi görülmüş ve günde iki öğün yemlenen grup büyüme performansı yönünden daha başarılı bulunmuştur ($P < 0,05$).

Cretu vd. (2013), başlangıç ağırlığı $5,53 \pm 0,25$ g olan gökkuşağı alabalığında (*O. mykiss*) 21 gün süreyle günde iki öğün ve günde dört öğün besleme yapmıştır. Deneme sonucunda, balık etinin biyokimyasal bileşiminin beslenme sıklığından etkilendiğini belirlemiştir.

Türker ve Yıldırım (2011), ortalama ağırlığı $16,44 \pm 0,22$ g olan gökkuşağı alabalıklarını sekiz hafta süreyle deniz suyunda günde 3, 4, 6 ve 2 (kontrol) öğün beslemiştir. Çalışma sonunda ağırlık artışı ve büyüme oranı üzerinde yemleme sıklığının etkisi olduğunu ve en iyi günde 6 öğün beslenen grupta görüldüğünü rapor etmişlerdir. Ayrıca, yemleme sıklığının ham protein ve ham yağ üzerinde etkili olduğunu fakat nem ve kül üzerinde etkili olmadığını bildirmişlerdir.

Başçınar vd., (2007) Karadeniz alabalığı (*Salmo trutta labrax*)’nda üç farklı yemleme sıklığı üzerinde (günde 1, 2 ve 3 öğün) araştırma yapmışlardır. Elde edilen veriler sonucunda F3 grubunda en iyi ağırlık ($P < 0,01$) elde edildiğini ve F1 grubunda en iyi YDO ($P < 0,05$) elde edildiğini bildirmişlerdir. Yemleme sıklığının artması Karadeniz alabalığında büyüme performansı yönünden olumlu sonuç verdiğini rapor etmişlerdir.

Türker ve Dernekbaşı (2006), gökkuşağı alabalığı, (*O. mykiss*) performansı üzerine sınırlı yemlemenin etkilerini araştırmıştır. Bu amaçla, Başlangıç ağırlığı

104,8±015 g olan balıklara 7 hafta süresince her gün, gün aşırı ve üç günde bir yemleme yapmıştır. Çalışma sonucunda 9-13°C su sıcaklığında en iyi büyüme performansının her gün iki kez yemlenen grupta olduğunu belirlemişlerdir.

Başçınar vd. (2001), 18,5-22,5°C su sıcaklığı aralığında fingerling gökkuşağı alabalığı (*O. mykiss*)’nda yemleme sıklığının büyüme performansı ve yem tüketimi üzerine etkilerini araştırmıştır. Başlangıç ağırlığı 9,0±3,1 olan gökkuşağı alabalıklarına günde iki, üç ve dört öğün yemleme yapmışlardır. Çalışma sonunda en iyi ağırlık artışı ve spesifik büyüme oranını günde dört öğün beslenen grupta belirlemişlerdir.

1.3.2. Tilapia Balık Etinin Biyokimyasal Kompozisyonu

Tokur (1996); balık unu yerine alternatif protein kaynağı olarak soya fasulyesi küspesinin *O. niloticus* türünde gelişme ve karkas kompozisyonu üzerine etkilerini belirlediği çalışmada tüm vücut protein ve yağ oranlarını sırasıyla %16,45-17,26 ve %6,57-7,95 arasında olduğunu ortaya koymuştur.

Dikel (2001), 3 g’lık *O. niloticus* yavrularının havuz ortamında %20 ham protein içeriğine sahip karma yemle 120 gün besleme yapmıştır. Çalışma sonunda, 90,62±0,18 g canlı ağırlığa ulaşan tilapia balıklarının karkas kompozisyonlarında yenilebilen kısmın %57,0 ± 0,14 olduğunu bulmuştur. Türe ait karkasların besin özelliklerini ise; ham protein %18,76±0,2 ve ham yağı %10,8±0,23 olarak belirlemiştir.

Diler ve Dilek (2002), karotenoidlerin çipura, salmon, gökkuşağı alabalığı, sazan, çiklit, tilapia, karides vb. sucul canlılarda kullanıldığını rapor etmişlerdir.

Rasyonlarına farklı oranda *Tagetes erecta* ve astaksantin eklenerek 60 gün boyunca beslenen Tilapia (*O. niloticus*) balıklarının en iyi deri pigmentasyon değeri 50 mg/kg astaksantin olarak belirlenmiştir (Ponce-Palafox vd., 2004).

Czczuga vd. (2005) 1⁺ yaşlı Nile tilapia balık etinin karotenoid içeriğini belirlemiştir. Yüzgeç, deri, kas ve karaciğerde 10 farklı karotenoid türü belirlemişlerdir. Karotenoid değerlerini sırasıyla karaciğerde 0,945±0,016 µg.g⁻¹, yüzgeçlerde 0,252±0,008 µg.g⁻¹, deride 0,236±0,004 µg.g⁻¹ ve kasta 0,216±0,011 µg.g⁻¹ olarak ortaya koymuşlardır.

Yılmaz vd. (2013), *Oreochromis mossambicus* türünün yemlerine astaksantin,

paprika ve kırmızı biber ekleyerek büyüme performansı ve pigmentasyonu belirlemiştir. Karotenoid takviyesi kuyruk, vücut ve başta ölçülen renklenme kırmızılık (a*), sarılık (b*) ve kroma (C*) değerlerini artırırken, (L*) değerlerini azaltmıştır. *O. mossambicus* rasyonuna doğal karotenoid olan paprika veya kırmızı biber eklenmesinin pigmentasyon, büyüme ve yem değerlendirme üzerinde daha etkili olduğunu belirlemiştir.

Arous vd. (2014) başlangıç ortalama ağırlığı $3,5 \pm 0,5$ g olan hibrid kırmızı tilapia (*O. mossambicus*) fingerlinglerinin yemlerine 20, 40 ve 60 mg / kg astaksantin, 200 ,400 ve 600 mg / kg *Dunaliella salina* ekstraktı, 10, 20 ve 30g / kg kerevit kitini ve 10, 20 ve 30 g / kg *Squilla sp* kitin ilave etmiştir. 14 hafta sonunda a, b ve L değerlerini belirlemiştir (Tablo 3).

Tablo 3. Farklı karotenoidlere ait *Oreochromis spp* a, b ve L değerleri

Grup	a	b	L
Kontrol	-0,70	7,41	49,45
Astaksantin (40 mg/kg)	3,85	9,43	45,94
<i>Dunaliella salina</i> (400 mg/kg)	3,40	9,15	46,38
Kerevit (30 g/kg)	4,22	8,96	43,44
<i>Squilla spp</i> (20 g/kg)	2,71	7,88	47,43

Ponsano vd. (2014), tilapia yemlerine 80 gün boyunca astaksantin ve *Rubrivivax gelatinosus* ilave etmiştir. Çalışma sonunda, tilapia balık diyetlerine eklenen sentetik astaksantin ve *R. gelatinosus*, karotenoid konsantrasyonunu ve filetoların kızarıklığını arttırdığını bildirmiştir.

Valente vd. (2016), Nil tilapia balıklarının rasyonuna %5 ve %10 oranında *Ulva spp.* eklemiş ve hazırlanan rasyonla 68 gün süresince besleme yapmıştır. Çalışma sonunda rasyona *Ulva spp.* eklenmesinin deri renklenmesinde etkili olduğunu ancak büyüme, biyokimyasal et kalitesi ve kas dokusunun renklenmesinde etkili olmadığını bildirmiştir.

Paul vd. (2018), 80 L'lik cam akvaryumlarda başlangıç ağırlığı $6,05 \pm 0,31$ g olan tilapia balıklarını 16 hafta süresince ortalama %25,24 protein, %9,16 yağ ve %6,25 karbonhidrat içeren yemle beslemiştir. Çalışma sonunda, son ağırlık 21,45 g,

spesifik büyüme oranını 1,6 ve yem değerlendirme oranını 1,15 olarak belirlemiştir. Her akvaryumdan beş balıkta yapmış olduğu karkas kompozisyon ve biyokimyasal analizler sonucunda, balık etindeki ortalama protein %18,22, yağ %2,69, karbonhidrat %1,97, kül %2,78 ve su %72,88 olduğunu rapor etmiştir.

Rodjaroen vd. (2020) ortalama başlangıç ağırlığı $4,01 \pm 0,02$ g ve boyu $5,84 \pm 0,04$ cm olan Nil tilapia balıklarını yüksek protein (%32,80) ve düşük protein (%28,64) içeren rasyonlarla 8 hafta beslemiştir. Biyokimyasal analizler sonucunda yüksek protein içeren rasyonla beslenen tilapia balıklarının etindeki protein oranı %14,37, düşük proteinle beslenenleri ise 14,65 olarak belirlemiştir.

Ahmadi vd. (2006), damızlık gökkuşağı alabalıklarının yemlerine 0,07, 12,46, 33,33, 65,06 ve 92,91 mg astaksantin kg^{-1} ilave etmiştir. 12,45 mg/kg dan fazla astaksantin ilavesinin yumurta kalitesi, döllenme oranı, gözlenme oranı ve çıkış oranı üzerinde etkili olduğunu bildirmiştir ($P < 0,05$).

Japon balıklarının beslenmesinde iki farklı karotenoid (astaksantin ve β -karoten) kullanılarak hepatosomatik indeksi (HSI) ve gonadosomatik indeksi (GSI) üzerindeki etkilerini araştırılmıştır. Sazan yemlerine 50, 100 ve 150 mg karotenoid kg^{-1} sentetik astaksantin ve β -karoten eklenmiştir. Sonuç olarak, yüksek seviyelerde astaksantin ve β -karoten içeren rasyonların japon balığı anaçlarında GSI'yi iyileştirdiğini belirlemişlerdir (Tizkar, 2016).

Gökkuşağı alabalığı diyetlerine 0, 50, 75 ve 100 mg/kg astaksantin eklenerek büyüme performansı, yem kullanımı, kas pigmentasyonu ve antioksidan kapasite üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Büyüme performansı ve kas biyokimyasal kompozisyonunda astaksantin etkili olmadığı ancak kastaki renklenmeyi artırdığı belirlenmiştir. En yüksek karotenoid içeriği 50 mg/kg olan grupta ($8,9 \pm 1,92$) belirlenmiştir. 75 ve 100 mg/kg astaksantinli yemler kontrol grubu ve 50 mg/kg grup ile benzerlik göstermiştir. Astaksantin konsantrasyonunun artması fileto pigmentasyonunu artırmıştır (Rahman vd., 2016).

Öz ve Karatepe (2016), Kerevit (*Astacus leptodactylus*) kabuk değiştirme döneminde yemlerine vitamin A, beta karoten ve astaksantin ilave etmiştir. Astaksantin ilave edilmiş gruplardaki kerevit dokularında vitamin E, C, A, beta karoten ve astaksantin miktarlarının daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Kabuk değiştirme döneminde kerevit yemlerine 200 mg kg^{-1} astaksantin yeme ilave

edilmesinin yararlı olacağı bildirilmiştir.

Beyaz karides (*Litopenaeus vannamei*) yemlerine 0, 40, 80 ve 150 mg/kg astaksantin ilave edilerek 200, 400 ve 800 birey/m³ stok yoğunluklarında yaşama oranı, büyüme performansı ve bazı stres faktörleri araştırılmıştır. Çalışma sonunda, astaksantin karideslerin yaşama oranı, deneme sonu stok yoğunluğu ve biomas değerleri üzerinde etkili olmuştur (Kaya, 2016).

Çavdar (2020), sarı prenses (*Labidochromis caeruleus*) ve mavi prenses (*Pseudotropheus socolofi*) yavru yemlerine kadife çiçeği (*Tagetes erecta*) özütü, astaksantin ve bir prebiyotik olan Mannan-Oligosakkarit (MOS) ilavesinin bu balıkların büyüme, renklenme, karaciğer ve bağırsak histolojisi üzerine etkilerini araştırmıştır. Elde edilen veriler sonucunda belirtilen Cichlidae türleri için %4 kadife çiçeği özütü, 50 mg astaksantin/kg yem ve %1 mannan-oligosakkarit katkılı gruplarda en iyi büyüme ve renklenme değerleri (L, a ve b değeri bakımından) elde etmişlerdir.

1.4. Tezin Amacı ve Gerekçesi

Dünya kültür balığı yetiştiriciliği gün geçtikçe önem kazanmaktadır. Gelecek yıllarda da su ürünlerine olan talep ve yatırımın daha fazla artacağı tahmin edilmektedir. Artan talepler karşısında üretimi kolay, hızlı büyüyen, hastalıklara karşı dirençli olan türlerin yetiştiriciliği artmıştır.

Bu çalışmada; dünyada ticari yetiştiriciliği oldukça yüksek olan Nil tilapia balığının iki farklı rasyona sahip alabalık yemi (pigmentli-pigmentsiz) ile günde iki farklı öğün beslenmesi sonucunda; büyüme performansı, et kalitesi ve balık etindeki pigment oranındaki farklılıkları ve benzerliklerinin araştırılması amaçlanmıştır.

2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

2.1. Materyal

2.1.1. Deneme Yeri ve Süresi

Denemede kullanılan tilapia balıkları Karadeniz Teknik Üniversitesi, Deniz Bilimleri Fakültesi Balıkçılık Teknolojisi Bölümü, Yetiştiricilik Birimi Ünitesi'nden temin edilmiştir. Büyüme performansı ve biyokimyasal et kompozisyonu çalışmaları Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Su Ürünleri Uygulama Birimlerinde bulunan yetiştiricilik ünitesinde yürütülmüştür. Büyüme çalışması 300 gün devam etmiştir. Balık etinin biyokimyasal analizleri için aynı rasyonlar ve yemleme planıyla tez besleme denemesinden sonra 60 gün daha bakım beslemeye devam edilmiştir.

2.1.2. Deneme Düzeni

Denemede, 40x45x50 cm boyutlarında 8 adet cam akvaryum kullanılmıştır. Büyüme performansının belirlendiği akvaryumlarda dinlendirilmiş su, hava taşı ve akvaryum ısıtıcıları kullanılmıştır. Akvaryumların genel görünümü Şekil 2'de sunulmuştur.

Balıkların akvaryumlara dağıtımında ortalama ağırlıklarının mümkün olduğunca birbirine eşit olmasına dikkat edilmiştir. Her akvaryuma ortalama biyokütle 40 ± 1 g olacak şekilde 20 balık yerleştirilmiştir. Denemeler 4 grup (Tablo 4) ve 2 tekrar olarak yürütülmüştür.



Şekil 2. Deneme akvaryumlarının genel görünümü

Tablo 4. Deneme grupları

G1-P	Günde bir öğün pigmentli büyütme yemi
G1-N	Günde bir öğün pigmentsiz büyütme yemi
G2-P	Günde iki öğün pigmentli büyütme yemi
G2-N	Günde iki öğün pigmentsiz büyütme yemi

2.1.3. Balık Materyali

Karadeniz Teknik Üniversitesi, Deniz Bilimleri Fakültesi Balıkçılık Teknolojisi Bölümü, Yetiştiricilik Birimi Ünitesinden temin edilen yavru tilapia balıkları 15 gün adaptasyona tabi tutulmuşlardır. Ortalama başlangıç ağırlıkları G1-P=2,03±0,32 g, G1-N=2,03±0,39 g, G2-P=2,01±0,42 g ve G2-N=2,00±0,37 g olan 160 adet Nil tilapia (*Oreochromis niloticus* (Linnaeus 1758)) yavru balığı kullanılmıştır (Şekil 3).



Şekil 3. Denemede kullanılan Nil tilapia balığı (*Oreochromis niloticus* (Linnaeus 1758))

2.1.4. Yem Materyali

Denemede ticari bir firma tarafından üretilen 3-4 mm büyütme ve 10 mm pigmentli damızlık alabalık yemi kullanılmıştır. Yem içerikleri Tablo 5’da verilmiştir. Yemler balıkların alabileceği büyüklükte parçalanıp, kullanılmıştır. Yemlerde meydana gelebilecek bozulmalara karşı tüm deneme yemleri deneme süresince +4

C°'de buzdolabında muhafaza edilmiştir.

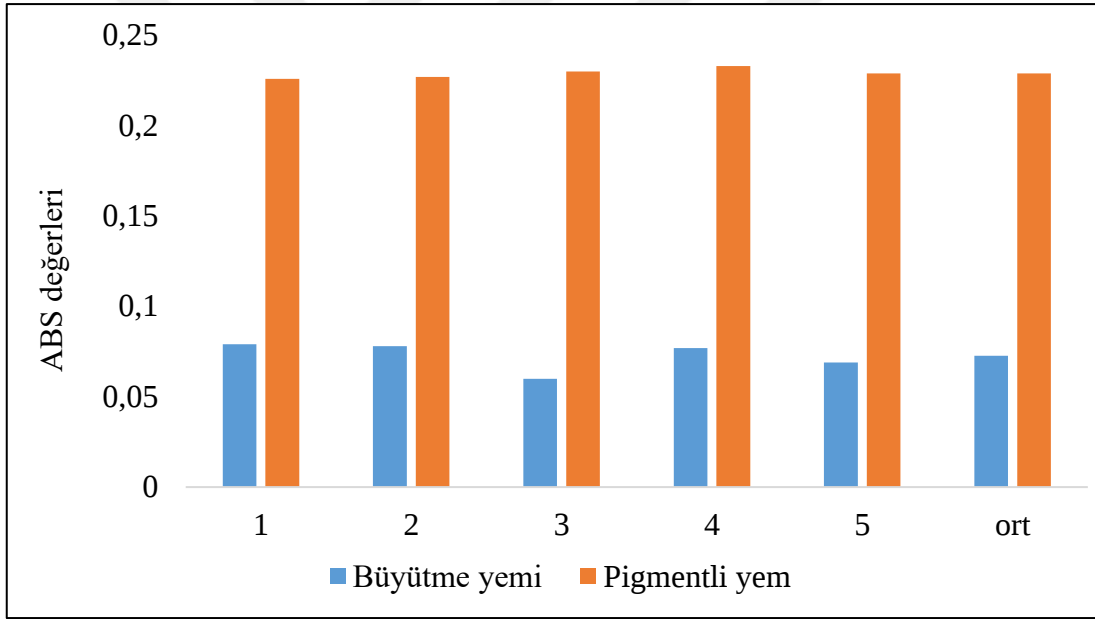
Yem içerisindeki pigment içerikleri üretici firma tarafından yem içeriğinde verilmediği için yemler arasındaki renk farklılığını belirlemek için 1 gram yem 50 ml aseton içerisinde karıştırılmış (Şekil 4) ve spektrofotometre ABS (absorbans) değerleri 450 nm ölçülmüştür (AOAC, 1973; Islam ve Schweigert, 2015). Yemler arasında ABS değerleri arasındaki fark Şekil 4'de verilmiştir. Pigmentli ve büyütme yemine ait ortalama ABS değerleri sırasıyla $0,229 \pm 0,003$ ve $0,073 \pm 0,008$ 'dir (Şekil 5).

Tablo 5. Denemede kullanılan alabalık yemlerinin besin içeriği (Değerler üretici firmaya aittir).

Yem İçeriği		3-4 mm (%)	10 mm (%)
Ham Protein		46	45
Ham Yağ		19	20
Ham Selüloz		3	3
Ham Kül		12	12
Nem		12	12
Fosfor		1,5	1,5
Kalsiyum		1-2	1-2
Lysine		1,8	1,6
Meth+Cyst		1,6	1,6
Omega 3		1	1
Omega 6		1,5	1,5
Epa+Dha		5	5
Vitamin A	IU/kg	5000	5000
Vitamin D3	IU/kg	1500	1500
Vitamin E	mg/kg	30	30
Vitamin C	mg/kg	150	125
Metabolik Enerji	Kcal/kg	4000	4000
Sindirilebilir Enerji	Kcal/kg	4300	4350



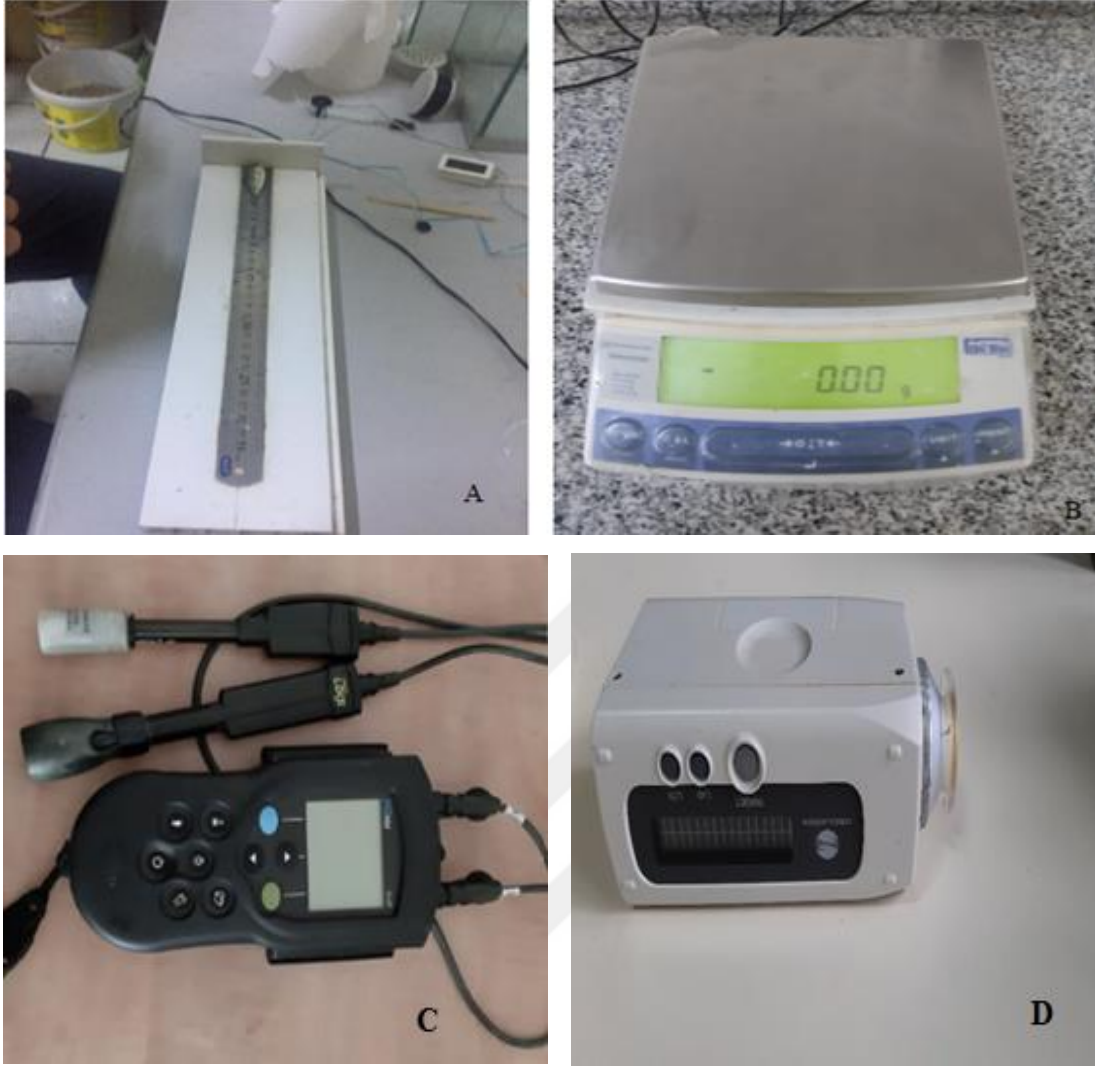
Şekil 4. Aseton içerisinde karıştırılan pigmentli ve pigmentsiz büyütme yemleri



Şekil 5. Pigmentli ve pigmentsiz büyütme alabalık yemlerine ait ABS değerleri

2.1.5. Denemede Kullanılan Diğer Araç ve Gereçler

Denemede balıkların boy ölçümü için 0,1 cm hassasiyetli ölçüm tahtası, ağırlık ölçümü için $\pm 0,01$ g hassasiyetli hassas terazi, çözünmüş oksijen ve pH değerleri ölçümünde HACH HQ40D multiprobe, örneklerin renk parametrelerinin ölçümü için CR-10 renk ölçüm cihazı (Konica Minolta, Japonya), dijital termometre, hava motoru, hava taşı, termostatlı ısıtıcı, karanfil yağı ve çeşitli cam malzemeler kullanılmıştır (Şekil 6).



Şekil 6. Kullanılan diğer araç ve gereçler; boy ölçüm tahtası (A), hassas terazi (B), oksijen ve pH ölçüm cihazı (HACH HQ40D) (C) ve CR-10 renk ölçüm cihazı (D).

2.2. Yöntem

2.2.1. Boy-Ağırlık Ölçümü ve Büyüme Performansının Belirlenmesi

Bireysel olarak boy ve ağırlıkları alınan 20 adet Nil tilapia yavru balığı 2 tekerrürlü olacak şekilde akvaryumlara stoklanmıştır. Akvaryum ortalama balık ağırlığına göre hazırlanan yemler günde bir öğün olan gruplara sabah 09:00'da, günde iki öğün olan gruplarda sabah 09:00 ve akşam 17:00'da olacak şekilde ağırlığın %2'si oranında verilmiştir. Yenmeyen yem kalmaması için kontroller yapılmıştır. 300 günlük olan deneme periyodunda büyüme performansının belirlenmesi amacıyla 15'er günlük periyotlarla balık gelişimlerini belirlemek amacıyla ölçümler yapılmıştır (Şekil

7). Örneklemeler sabah 09:00–12:00 saatleri arasında gerçekleştirilmiş ve balıklar örneklem sabahı aç bırakılarak sindirim sisteminin boş olması sağlanmıştır. Örneklemeler esnasında balıklar 1ml/L karanfil yağı içeren suda hafif sakinleşene kadar bekletilmiştir. Akvaryumdaki her bir balığın boy ve ağırlık ölçüm işlemleri gerçekleştirildikten sonra bulundukları akvaryuma yeniden yerleştirilmiş ve 15 günlük periyot sonunda kalan yemler her bir akvaryum için ayrı ayrı tartılıp yem tüketimi hesaplanmıştır.



Şekil 7. Boy ve ağırlık ölçümleri

Akvaryumlarda biriken dışkı ve yenmeyen yemler günlük sifonlama yapılarak temizlenmiştir. Yapılan 15 günlük tartımlarda rutin akvaryum temizlikleri yapılmıştır (Şekil 8). Balıkların bulunduğu tankların günlük sıcaklık, oksijen ve pH değerleri multiprobe ile ölçülmüştür. Sıcaklık değerleri 27 ile 28°C arasında olmasına dikkat edilmiştir. Balıkların bulunduğu ortamın ışıklandırılma fotoperiyodu (12 saat aydınlık/12 saat karanlık) floresan ışıklandırma ile gerçekleştirilmiştir.



Şekil 8. Akvaryum sifonlama (temizlenme) işlemi

Elde edilen boy-ağırlık verileri soncunda büyüme parametreleri (ortalama boy, ortalama ağırlık, canlı ağırlık kazancı, spesifik büyüme oranı, kondisyon faktörü ve yem değerlendirme oranı) aşağıdaki formüller kullanılarak hesaplanmıştır (Çetinkaya, 1995; Hoşsu vd., 2001; Korkut vd. 2007; Gökboğa, 2019):

$$\text{Canlı Ağırlık Kazancı (CAK)} = \text{Son ağırlık} - \text{Başlangıç ağırlığı}, \quad (1)$$

$$\text{Spesifik Büyüme Oranı (SBO, \% gün}^{-1}\text{)} = [(\ln \text{ Son ağırlık} - \ln \text{ İlk ağırlık}) / \text{gün}] \times 100 \quad (2)$$

$$\text{Yem Değerlendirme oranı (YDO)} = \text{Tüketilen yem miktarı (g)} / \text{Canlı ağırlık kazancı (g)} \quad (3)$$

$$\text{Kondisyon Faktörü (KF)} = [\text{Balık ağırlığı (g)} / \text{Balık boyu}^3 \text{ (cm)}] \times 100 \quad (4)$$

2.2.2. Tilapia Balığının Et Verimi ve Biyokimyasal Kompozisyonu

Nil tilapia balıklarının et verimi değerlendirmeleri için balıklar büyüme çalışmasından sonra aynı rasyon ve aynı besleme şekliyle (günde bir öğün ve günde iki öğün) 60 gün daha yemlenmiştir. Balık et verimini belirlemek amacıyla her bir akvaryumdan 6'şar balık örneklenmiştir. Boy ve ağırlıkları belirlenen tilapia balıklarının visserosomatik indeks (VSI) değerlerini belirlemek için tüm iç organlar (mide, barsak, karaciğer vb.), hepatosomatik indeks (HSİ) değerlerini belirlemek için karaciğer ve gonadosomatik indeks (GSI) değerlerini belirlemek için gonad ağırlıkları tartılmıştır (Osmanoğlu, 2016). Karkas randımanının belirlenmesinde ise (KR) solungaç ve diğer tüm iç organlar balıktan uzaklaştırılarak (kafa ve yüzgeçler balık üzerinde bırakılmıştır) hesaplanmıştır (Şekil 9) (Aykan ve Sarıözkan, 2018). VSI, HSİ, GSI ve KR değerleri aşağıdaki eşitlikler kullanılarak belirlenmiştir:

$$VSI (\%) = (\text{İç organların ağırlığı (g)} / \text{Toplam vücut ağırlığı (g)}) \times 100 \quad (5)$$

$$HSİ (\%) = (\text{Karaciğer ağırlığı (g)} / \text{Toplam vücut ağırlığı (g)}) \times 100 \quad (6)$$

$$GSI (\%) = (\text{Gonad ağırlığı (g)} / \text{Toplam vücut ağırlığı (g)}) \times 100 \quad (7)$$

$$KR (\%) = (\text{Temizlenmiş balık ağırlığı (g)} / \text{Toplam balık ağırlığı (g)}) \times 100 \quad (8)$$



Şekil 9. Et verimi ve biyokimyasal kompozisyonu analizleri için balık kesimi

Et verimi belirlenen tilapia balıklarının biyokimyasal kompozisyon analizleri de belirlenmiştir. Balık etleri fileto halinde hazırlanmış ve tüm kemikler temizlenmiştir. Biyokimyasal kompozisyon analizleri gruplara göre değerlendirilmiştir. Biyokimyasal kompozisyon oranları için; nem ve kuru madde (%) (AOAC, 2005), kül (%) (AOAC, 2005), ham protein tayini (%) (AOAC, 2016; AOAC, 1995) ve ham yağ (%) (AOAC, 1995) (Nortwiz, 1970) metotlara göre yapılmıştır (Osmanoğlu, 2016; Koby, 2017; Mısır, 2019).

2.2.2.1. Nem ve Kuru Madde Analizi

Fileto ve homojen haline getirilen etlerden hassas terazide 5 g tartılarak, darası alınan cam petri kaplarına konulmuştur. Etüvde 105 °C’de 12 saat tutulduktan sonra soğuması için desikatöre alınan örnekler soğuyana kadar beklenmiştir. Örnekler tartılarak kuru madde (%) ve nem (%) değerleri hesaplanmıştır:

$$\% \text{ Nem} = [(\text{İlk örnek ağırlığı (g)} + \text{Dara (g)}) - (\text{Kurutulmuş örnek ağırlığı (g)} + \text{Dara (g)}) / \text{Numune ağırlığı}] \times 100 \quad (9)$$

$$\% \text{ Kuru madde} = 100 - \% \text{ Nem} \quad (10)$$

2.2.2.2. Kül Analizi

Kül analizi için darası alınan porselen krezeler içerisine 0,5 g örnek konulmuştur. Örnekler 550°C’de 12 saat yakılmıştır. Desikatörde oda sıcaklığına gelinceye kadar soğutulmuş ve tartım yapılmıştır. % kül miktarı aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır:

$$\% \text{ Ham Kül İçeriği} = (\text{Kül ağırlığı (g)} / \text{Örnek ağırlığı (g)}) \times 100 \quad (11)$$

2.2.2.3. Ham Protein Analizi

Ham protein analizi Kjeldahl metoduna göre yapılmıştır. Homojen hale getirilmiş ve kurutulmuş et örneklerinden yaklaşık 0,5 g alınarak cam kjeldahl tüplerin içine yerleştirilmiştir. Tüplerin içerisine 1 adet kjeldahl tablet (potasyum sülfat (K_2SO_4) + bakır sülfat (Cu_2SO_4) ve 25 ml derişik sülfürik asit (H_2SO_4) eklenmiştir. InkKjel yakma ünitesinde (Behr LaborTechnic GmbH, InKjel M, Almanya) 420 °C’de 4-5 saat deney tüpleri içerisindeki sıvılar berrak hale gelinceye kadar yakılmıştır. Soğuyan örnekler destillation ünitesinde (Behr Labor-Technic GmbH, S5 Distillation Unit) %40’lık NaOH çözeltisi ile nötralize edilmiş ve saf su ile seyreltilerek, destilasyona tabi tutulmuştur. Destilat toplama ünitesinde yaklaşık 50 ml % 4’lük borik asit çekilerek, otomatik titrasyon cihazında (TitroLine, D-55122, Almanya) 0,1 N sülfürik asit (H_2SO_4) ile destilat titre edilmiştir. Titrasyon süresince harcanan H_2SO_4 miktarına göre % ham protein aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır:

$$\% \text{ Ham Protein} = [(\text{Sarfiyat } 0,1 \text{ N } \text{H}_2\text{SO}_4 \times 0,14 \times 6,25) / \text{Örnek ağırlığı}] \times 100 \quad (12)$$

2.2.2.4. Ham Yağ Analizi

Ham yağ analizi için ekstraksiyon yöntemi için 3’er gram kurutulmuş örnekler ekstraksiyon kartuşlarına konulmuş ve Velp Scientifica Solvent Extractors cihazına yerleştirilmiştir. Ekstraksiyon işlemi için ağırlığı alınan cam krezelerin içerisine 70 ml petrol eter ilave edilmiştir. Ekstraksiyon için sırasıyla 30 dakika immersion (daldırma), 60 dakika washing (yıkama) ve 20 dakika recovery (geri kazanım) işleminden sonra

60 °C’de krezeler içerisinde kalan petrol eter uçurulmuştur. Krezeler tekrar tartılarak % ham yağ miktarı aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır:

$$\% \text{ Ham Yağ} = [(\text{ Son tartım (g)} - (\text{ İlk tartım (g)}) / \text{ Örnek miktarı (g)}] \times 100 \quad (13)$$

2.2.3. Renk Analizi (L*, a*, b*)

Renk analizi için fileto hazırlanan balık etlerinin L*, a* ve b* değerleri Konica Minolta (CR 10, Japan) cihazı ile ölçülmüştür (Şekil 10). Elde edilen değerler CIE renk tablosuna göre değerlendirilmiştir. Burada; L* değeri 0 (siyah) ve 100 (beyaz) aydınlık derecesini; a* (+) kırmızılık; (-) yeşillik ve b* (+) sarılık; (-) mavilik derecesini ifade etmektedir (Çağlak, 2009; Karşlı, 2013; Mısırs, 2019).



Şekil 10. Konica Minolta (CR 10, Japan) cihazı ile balık etinde renk ölçümü

2.2.4. Verilerin Değerlendirilmesi

Araştırma sonucu elde edilen verilerin değerlendirilmesinde SigmaPlot 11.0 ve Excel programlarından yararlanılmıştır. Grupların karşılaştırılması tek yönlü varyans analizi (one-way ANOVA) ve Tukey testi kullanılarak değerlendirilmiştir. Gruplar arasındaki farklılık %5 ($P<0,05$) önem derecesine göre belirlenmiştir.

2.3. Bulgular

2.3.1. Su parametreleri

Birçok balık türünde olduğu gibi çevresel parametreler yetiştiricilik için önem arz etmektedir. Bu parametrelerden en önemli olan su kalite kriterleridir. Deneme gruplarına ait bazı su kalite kriterleri (sıcaklık, oksijen ve pH) ölçülmüştür. Su kalite kriterleri Nil tilapia balığı için uygun hale getirilmiştir.

Çalışma süresince akvaryumların su sıcaklıkları akvaryum ısıtıcıları tarafından kontrollü olarak uygun sıcaklıklarda tutulmuştur. Gruplara ait ortalama su sıcaklık değerleri G1-P grubunda 27,54 °C, G2-P grubunda 27,51 °C, G1-N grubunda 27,36 °C ve G2-N grubunda 27,25 °C olarak ölçülmüştür. Deneme gruplarına ait çözünmüş oksijen ve pH değerleri Tablo 6’da verilmiştir.

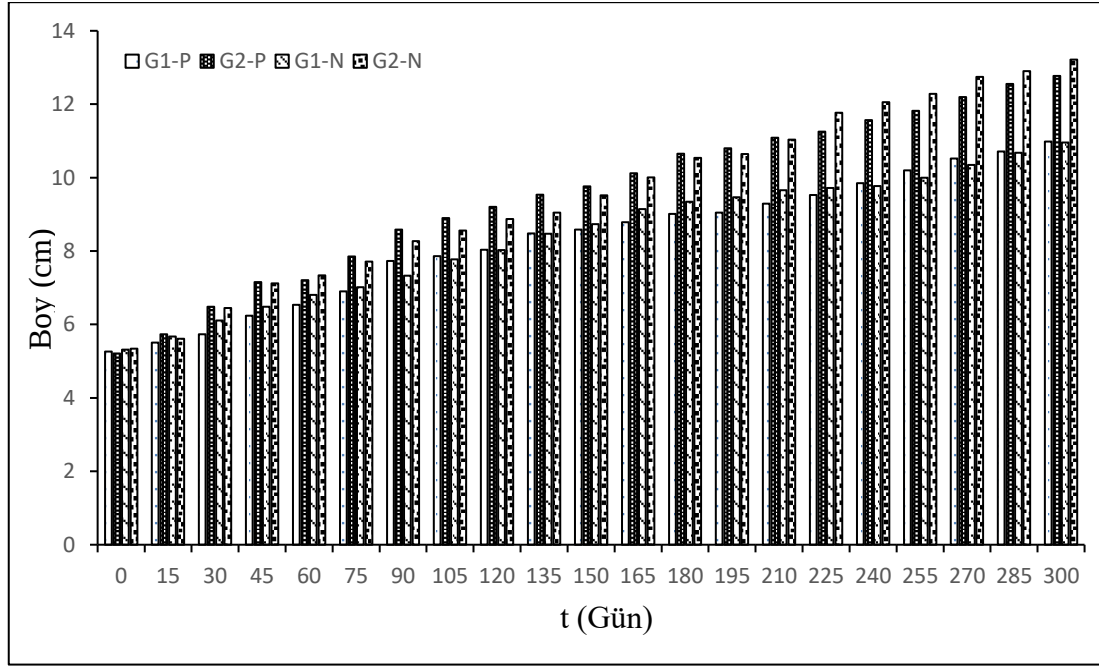
Tablo 6. Deneme gruplarına ait suyun fiziksel ve kimyasal bazı özellikleri

Parametreler	G1-P	G1-N	G2-P	G2-N
Sıcaklık (°C)	27,54±0,58	27,36±0,62	27,51±0,64	27,25±0,70
Çözünmüş oksijen (mg/L)	7,29±0,87	7,04±0,84	7,59±0,47	7,76±0,45
pH	7,09±0,55	7,08±0,38	7,44±0,39	7,12±0,35

2.3.2. Nil Tilapia Balıklarında Büyüme Performansı

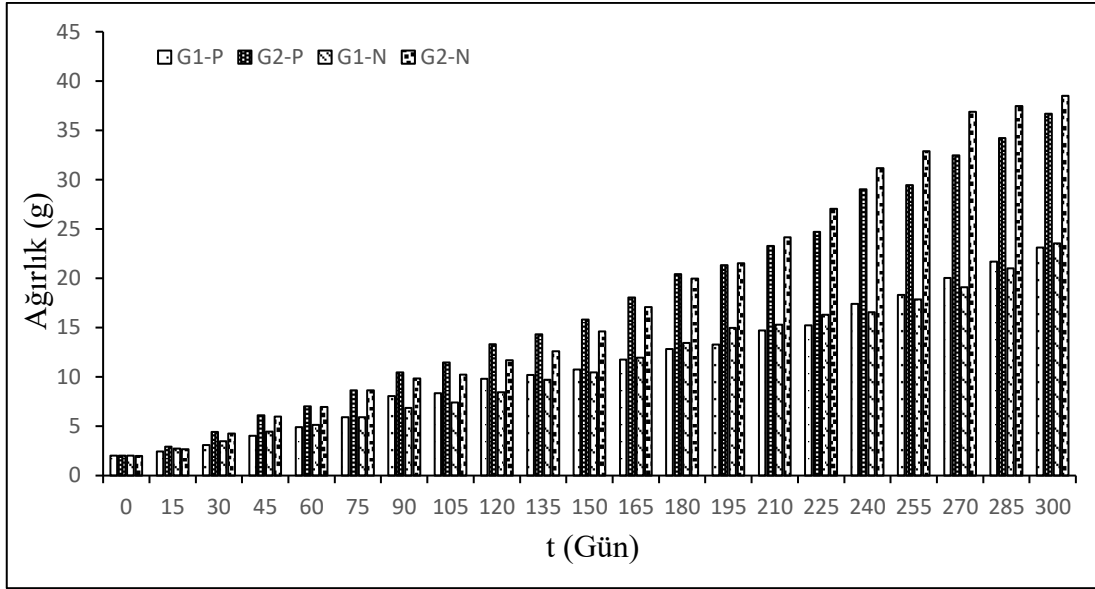
Büyüme performansını belirlemek amacıyla iki tekerrürlü dört grup oluşturulmuştur. Çalışma süresince boy-ağırlık ölçümleri ve tüketilen yem miktarları 15 günlük periyotlarda belirlenmiştir. Elde edilen ölçümler sonucunda boy, ağırlık, canlı ağırlık kazancı, spesifik büyüme oranları, kondisyon faktörü ve yem değerlendirme oranı değerleri belirlenmiştir (Tablo 7).

Çalışma başlangıcında istatistiksel olarak fark görülmeyen boy değerleri (cm) çalışma sonunda farklılık ortaya koymuştur. En yüksek boyca büyüme günde iki öğün besleme grubundaki balıklarda bulunmuştur. Günde tek öğün besleme ve iki öğün besleme arasındaki fark 45. günden itibaren başlamıştır ($P<0,001$) (Şekil 11) (Tablo 7).



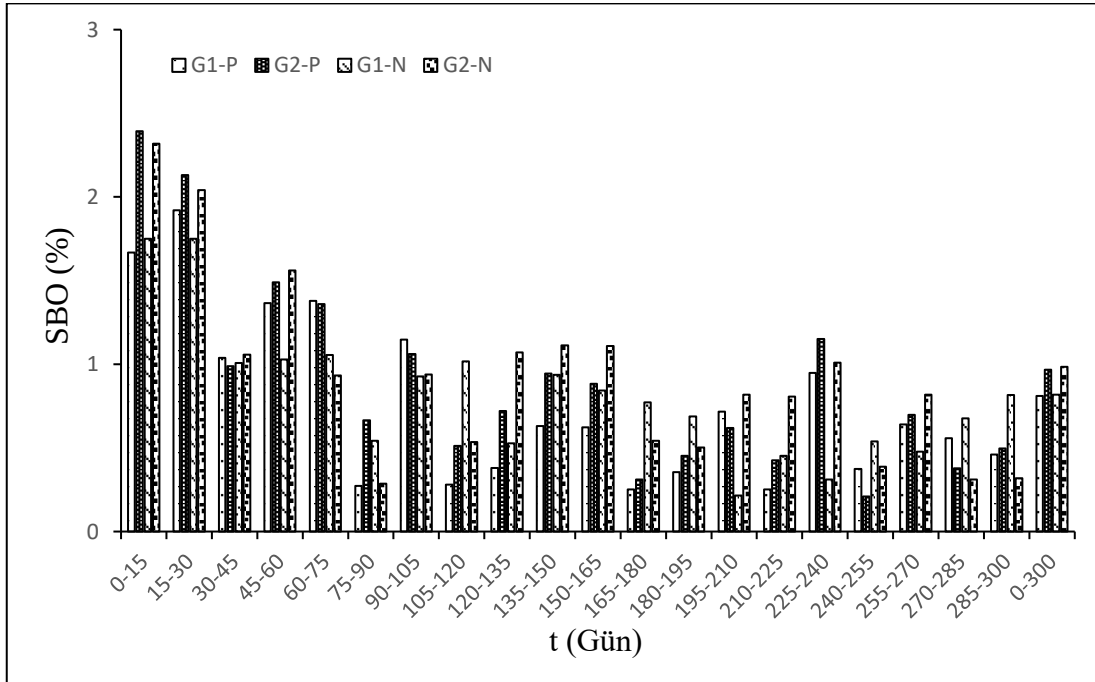
Şekil 11. Çalışma süresince gruplarda elde edilen boy (cm) artışı

Ortalama başlangıç ağırlıkları G1-P grubunda $2,03\pm0,32$ g, G2-P grubunda $2,01\pm0,42$ g, G1-N grubunda $2,03\pm0,39$ g ve G2-N grubunda $2,00\pm0,37$ g olan balıkların 300 gün sonunda ortalama ağırlıkları sırasıyla $23,13\pm10,52$, $36,69\pm14,83$, $23,54\pm15,18$ ve $38,49\pm13,56$ g ağırlığa ulaşmıştır. Çalışma süresince elde edilen veriler arasında istatistiksel farklar ortaya konulmuştur ($P<0,001$). Günde iki öğün beslenen gruplarda ağırlık artışı yüksek bulunmuştur (Şekil 12) (Tablo 7).



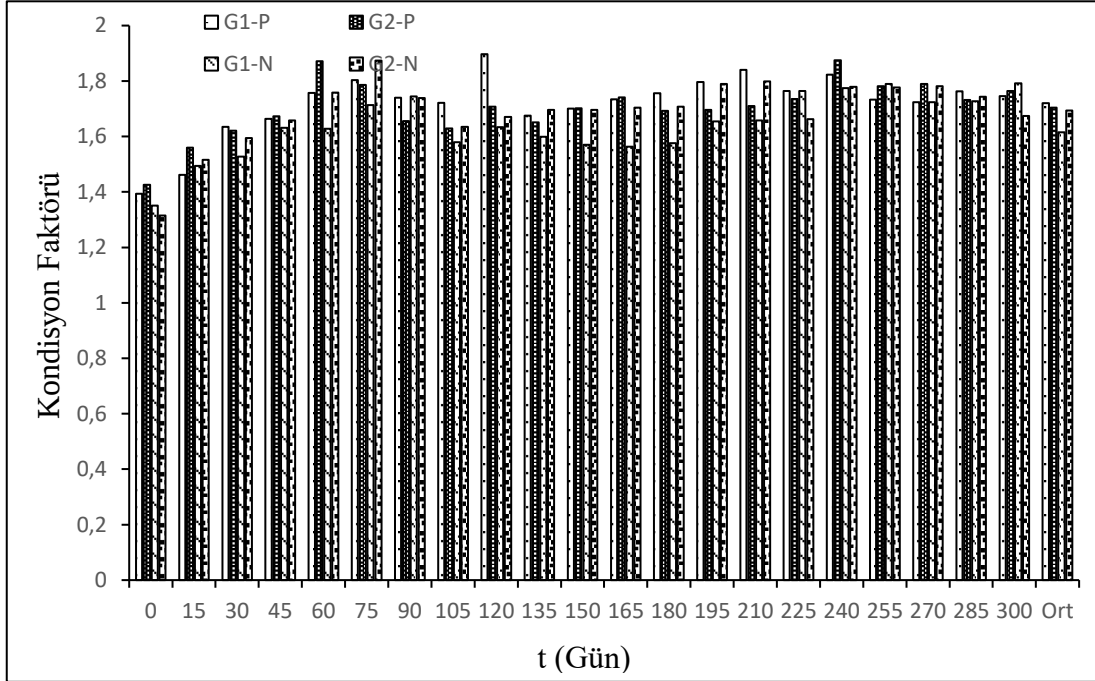
Şekil 12. Çalışma süresince gruplarda elde edilen ağırlık (g) artışı

Tilapia balıklarının SBO değerleri 0,81-0,99 arasında değişim göstermiştir. Gruplar arasında en düşük SBO değeri günde bir öğün pigmentli yemle beslenen grupta ($0,81 \pm 0,01$) tespit edilmiştir. Yapılan istatistiksel analizler sonucunda günde bir öğün yemlenen gruplarla, günde iki öğün yemlenen gruplar arasında fark ortaya konulmuştur ($P < 0,001$). (Şekil 13) (Tablo 7).



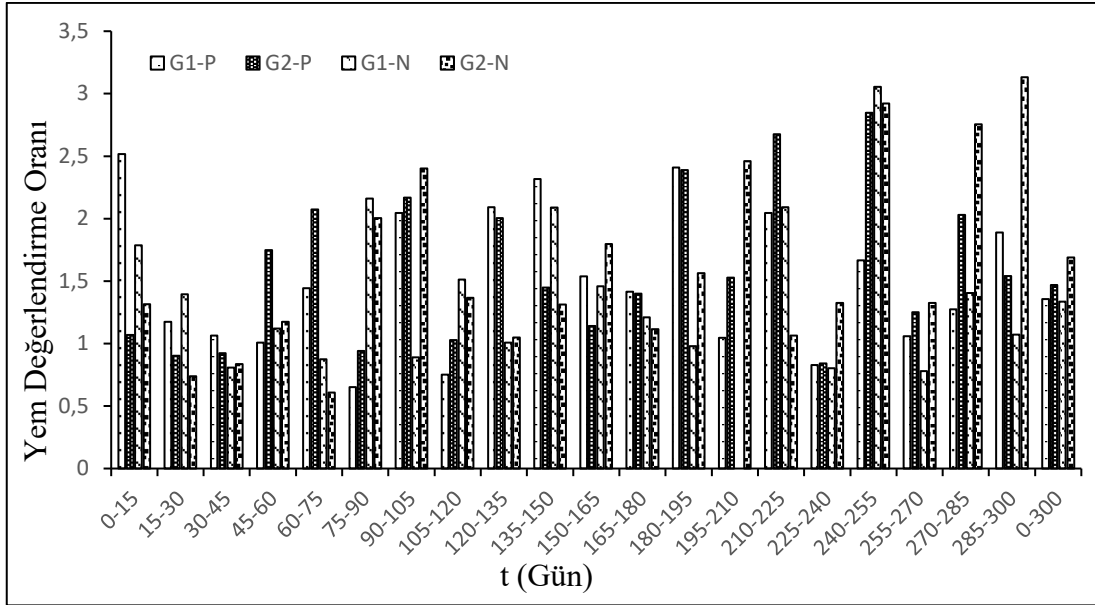
Şekil 13. Çalışma süresince gruplarda elde edilen spesifik büyüme oranı değerleri

Çalışma gruplarına ait kondisyon faktörü değerleri Tablo 7 ve Şekil 14’de verilmiştir. Ortalama kondisyon faktörü değerleri arasında istatistiksel fark tespit edilmiştir ($P<0,001$). En yüksek kondisyon faktörü değeri G1-N grubunda ($1,79\pm0,00$) en düşük değer ise G2-N grubunda ($1,67\pm0,00$) belirlenmiştir (Tablo 7).



Şekil 14. Çalışma süresince gruplarda elde edilen kondisyon faktörü değerleri

Günde bir öğün ve günde iki öğün beslenen tilapia balıklarına ait yem değerlendirme oranı değerleri tablo 7 ’de verilmiştir. Elde edilen bulgular sonucunda en iyi yem değerlendirme oranı günde bir öğün normal yemle beslenen grupta elde edilmiştir. Normal ve pigmentli yemler arasında istatistiksel fark yokken, günde bir öğün besleme ve günde iki öğün besleme denemeleri arasında fark görülmüştür ($P<0,05$) (Şekil 15).



Şekil 15. Çalışma süresince gruplarda elde edilen yem değerlendirme oranı değerleri

Tablo 7. Pigmentli ve pigmentsiz yemlerle beslenen Nil Tilapia balıklarının boy, ağırlık, canlı ağırlık kazancı, spesifik büyüme oranları, kondisyon faktörü ve yem değerlendirme oranı değerleri (ortalama $\pm$ standart sapma).

	Günde Bir Öğün Yemleme		Günde İki Öğün Yemleme		P
	Pigmentli	Normal	Pigmentli	Normal	
Li (cm)	5,26 $\pm$ 0,34	5,31 $\pm$ 0,36	5,21 $\pm$ 0,37	5,34 $\pm$ 0,36	0,37
Ls (cm)	10,98 $\pm$ 1,85 ^a	10,95 $\pm$ 2,37 ^a	12,77 $\pm$ 1,94 ^b	13,21 $\pm$ 1,94 ^b	<0,001
Wi (g)	2,03 $\pm$ 0,32	2,03 $\pm$ 0,39	2,01 $\pm$ 0,42	2,00 $\pm$ 0,37	0,99
Ws (g)	23,13 $\pm$ 10,52 ^a	23,54 $\pm$ 15,18 ^a	36,69 $\pm$ 14,83 ^b	38,49 $\pm$ 13,56 ^b	<0,001
CAK (g)	21,10 $\pm$ 0,55 ^a	21,51 $\pm$ 0,03 ^a	34,68 $\pm$ 0,37 ^b	36,49 $\pm$ 1,38 ^b	<0,001
SBO (%/gün)	0,81 $\pm$ 0,01 ^a	0,82 $\pm$ 0,01 ^a	0,97 $\pm$ 0,00 ^b	0,99 $\pm$ 0,01 ^b	<0,001
KF	1,75 $\pm$ 0,00 ^b	1,79 $\pm$ 0,00 ^d	1,76 $\pm$ 0,00 ^c	1,67 $\pm$ 0,00 ^a	<0,001
YDO	1,36 $\pm$ 0,11 ^a	1,34 $\pm$ 0,00 ^a	1,47 $\pm$ 0,05 ^b	1,69 $\pm$ 0,04 ^b	<0,05

Aynı satırda farklı üssel harflerle gösterilen değerler arasındaki fark önemlidir (p<0,05). Li: Başlangıç boy (cm), Ls: Son boy (cm), Wi: Başlangıç ağırlık (g), Ws: Son ağırlık (g), CAK: Canlı ağırlık kazancı, SBO: Spesifik büyüme oranı, KF: Kondisyon faktörü ve YDO: Yem değerlendirme oranı.

2.3.3. Nil Tilapia Balığı Et Verimi ve Biyokimyasal Kompozisyonu

Büyüme çalışması tamamlandıktan sonra balıklar aynı rasyon ve yemleme rejimiyle 60 gün daha yemlenmiştir. Tüm akvaryumlardan 6'şar balığın boy-ağırlık verileri alındıktan sonra karkas, iç organ, karaciğer ve gonad verileri alınmıştır (Şekil

9). Elde edilen veriler sonucunda karkas oranı, visserosomatik indeks (VSI), hepatosomatik (HSİ) ve gonadosomatik (GSI) indeksler değerleri hesaplanmıştır (Tablo 8). Karkas oranı ve VSI değerler üzerinde rasyon farklılığının etkisi görülmezken öğün sayısının etkisi görülmüştür ($P<0,05$). HSİ değeri üzerinde ise rasyonun etkisi görülmüştür ($P<0,001$). Farklı rasyon ve öğün sayısı gonadosomatik indeks üzerinde istatistiksel farklılık ortaya koymamıştır ($P>0,05$) (Tablo 8).

Tablo 8. Günde bir öğün ve iki öğün iki farklı alabalık rasyonu (pigmentli-pigmentsiz) beslenen tilapia balıklarından elde edilen boy, ağırlık, karkas oranı (%), visserosomatik indeks (VSI), hepatosomatik (HSİ) ve gonadosomatik (GSI) indeksler değerleri (ortalama $\pm$ standart sapma)

	Günde Bir Öğün Yemleme		Günde İki Öğün Yemleme		P
	Pigmentli	Normal	Pigmentli	Normal	
Boy (cm)	13,16 $\pm$ 1,47 ^a	14,63 $\pm$ 0,75 ^b	15,98 $\pm$ 0,63 ^c	16,15 $\pm$ 0,71 ^c	<0,001
Ağırlık (g)	39,20 $\pm$ 9,71 ^a	49,92 $\pm$ 9,20 ^a	71,42 $\pm$ 7,64 ^b	72,06 $\pm$ 13,41 ^b	<0,001
Karkas oranı (%)	89,88 $\pm$ 1,48 ^a	87,26 $\pm$ 5,19 ^a	92,19 $\pm$ 1,46 ^b	92,40 $\pm$ 1,13 ^b	<0,05
VSI (%)	10,13 $\pm$ 1,48 ^b	12,74 $\pm$ 5,19 ^b	7,81 $\pm$ 1,46 ^a	7,60 $\pm$ 1,13 ^a	<0,05
HSİ (%)	2,79 $\pm$ 0,95 ^b	1,15 $\pm$ 0,20 ^a	3,72 $\pm$ 1,33 ^b	1,25 $\pm$ 0,20 ^a	<0,001
GSI (%)	0,87 $\pm$ 0,66	3,96 $\pm$ 6,95	3,51 $\pm$ 6,40	0,73 $\pm$ 0,13	0,56

Çalışmada kullanılan balıkların yenilebilir kısımlarından elde edilen et örneklerinin biyokimyasal kompozisyon analizleri sonucunda su, ham protein, ham yağ ve ham kül oranları belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre; gruplar arasında su, ham kül, ham protein değerleri arasında istatistiksel fark yokken, yağ oranı değerleri gruplar arasında farklılık göstermiştir ve pigmentli yemle beslenen gruplarda yüksek bulunmuştur ($P<0,05$) (Tablo 9).

Tablo 9. Günde bir öğün ve iki öğün iki farklı alabalık rasyonuyla (pigmentli-pigmentsiz) beslenen tilapia balıklarından elde edilen besin kompozisyonu (% Nem, % Kül, % Ham Protein, % Ham yağ) (ortalama $\pm$ standart sapma)

	Günde Bir Öğün Yemleme		Günde İki Öğün Yemleme		p
	Pigmentli	Normal	Pigmentli	Normal	
Nem (%)	76,17 $\pm$ 0,04	77,20 $\pm$ 0,36	76,31 $\pm$ 0,06	76,73 $\pm$ 0,30	>0,05
Ham kül (%)	1,42 $\pm$ 0,03	1,32 $\pm$ 0,02	1,34 $\pm$ 0,03	1,34 $\pm$ 0,05	>0,05
Ham protein (%)	18,19 $\pm$ 0,48	18,17 $\pm$ 0,20	19,05 $\pm$ 0,11	18,94 $\pm$ 0,08	>0,05
Ham yağ (%)	1,37 $\pm$ 0,03 ^a	0,86 $\pm$ 0,01 ^c	1,14 $\pm$ 0,08 ^b	0,80 $\pm$ 0,02 ^c	<0,05

Renk analizi için CR-10 renk ölçer ile ölçülen L, a ve b değerleri tablo 10’da verilmiştir. L, a, ve b değerleri CIE renk tablosuna göre değerlendirilmiştir. L aydınlık (siyahlık-beyazlık) değerleri pigmentsiz yemle beslenen gruplarda daha yüksek oranda belirlenmiştir (P<0,001).

a (+) kırmızılık, (-) yeşillik rengi değerlerinin grup karşılaştırmasında ise; pigmentli yemle beslenen grupta yüksek değerde tespit edilmiştir. En yüksek değer günde iki öğün pigmentli yemle beslene grupta (13,10 $\pm$ 1,51) bulunmuştur (P<0,001) (Tablo 10).

b (+) sarılık, (-) mavilik rengi sonuçlarının değerlendirilmelerinde; pigmentsiz yemle beslenen gruplarda düşük, pigmentli yemle beslenen gruplarda yüksek bulunmuştur. Farklı rasyonlar istatistiksel olarak farklılık ortaya koyarken (p<0,001), öğün sayısı grupları kendi içinde etkilememiştir (Tablo 10).

Tablo 10. Günde bir öğün ve iki öğün iki farklı alabalık rasyonuyla (pigmentli-pigmentsiz) beslenen tilapia balıklarının renk analiz değerleri (L-a-b) (ortalama $\pm$ standart sapma)

	Günde Bir Öğün Yemleme		Günde İki Öğün Yemleme		p
	Pigmentli	Normal	Pigmentli	Normal	
L	34,39 $\pm$ 1,50 ^a	38,11 $\pm$ 3,36 ^b	35,60 $\pm$ 1,37 ^a	38,09 $\pm$ 3,44 ^b	<0,001
a	12,92 $\pm$ 1,65 ^a	4,53 $\pm$ 2,057 ^b	13,10 $\pm$ 1,51 ^a	3,33 $\pm$ 1,50 ^b	<0,001
b	8,01 $\pm$ 1,52 ^a	6,68 $\pm$ 1,18 ^b	8,91 $\pm$ 0,91 ^a	6,64 $\pm$ 1,24 ^b	<0,001

3. TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu tez çalışması kapsamında günde bir öğün ve iki öğün iki farklı alabalık yemiyle (pigmentli-pigmentsiz) beslenen Nil tilapia balıklarının su kalite kriterleri (ortalama su sıcaklığı (°C), çözünmüş oksijen (mg/L) ve pH), büyüme performansı (boy, ağırlık, spesifik büyüme oranı, kondisyon faktörü ve yem değerlendirme oranı), et verimi (karkas oranı, visserosomatik indeks, hepatosomatik ve gonadosomatik indeks) ve biyokimyasal kompozisyonu (% nem, % kül, % ham protein, % ham yağ) belirlenmiştir.

Su ürünleri canlılarının (balık, kabuklu ve diğer akuatik canlılar) etkili üretimi ve hızlı bir şekilde büyüüp üreyebilmeleri için çevresel parametreler oldukça önemlidir. Kültür balığı yetiştiriciliğinde en önemli çevresel parametrelerden bir tanesi de su kalite kriterleridir. Su kalite kriterleri kapsamında; suyun fiziksel kalite parametreleri (pH, sıcaklık, bulanıklık, vs), suyun kimyasal kalite parametreleri (çözünmüş oksijen, iletkenlik, azotlu bileşikler, fosfor, biyokimyasal oksijen ihtiyacı, kimyasal oksijen ihtiyacı) ve suyun mikrobiyolojik kalite parametreleri belirlenmektedir. Kötü su kalitesi sucul canlılarda stres, yavaş büyüme, hastalık ve ölümler gibi olumsuzları meydana getirmektedir (Abdelali, 2019). Yoğun kültür sistemi, yenmemiş yem, dışkı ve idrar gibi yan ürünler su kalitesinin bozulmasına neden olan etkenlerdir (Setiadi vd., 2018). Tilapia balıklarının su sıcaklığı, oksijen, pH ve tuzluluk toleransı geniştir (İzci vd., 2020). Tilapi balıklarının su sıcaklık toleransı 15 ile 33 °C, pH 6 ile 9 ve çözünmüş oksijen 2-3 mg/L arasında olması yeterlidir (Soyutürk, 2006; Bolel, 2010; Türker, 2016; Yastı, 2019). Optimum gelişme 22-30 °C arasında (Alpbaz, 2005) ve su sıcaklığının 13 °C nin altına düşmesi tilapia balıkları için tehlike oluşturmaktadır ve 8–11 °C dolaylarına düştüğünde ölümler görülmektedir (Bolel, 2010). *O. niloticus* türü optimum 25-29 °C’lerde yaşamaktadır (Dikel, 2009).

Denemede akvaryumların günlük sıcaklık, oksijen ve pH değerleri ölçülmüştür. Elde edilen ölçümler sonucunda G1-P, G1-N, G2-P ve G2-N gruplarına ait ortalama sıcaklık değerleri sırasıyla 27,54±0,58 °C, 27,36±0,62 °C, 27,51±0,64 °C ve 27,25±0,70 °C, ortalama çözünmüş oksijen sırasıyla 7,29±0,87 mg/L, 7,04±0,84 mg/L, 7,59±0,47 mg/L ve 7,76±0,45 mg/L ve pH değerleri sırasıyla 7,09±0,55, 7,08±0,38, 7,44±0,39 ve 7,12±0,35 olarak belirlenmiştir. Yem atıkları, dışkı ve idrar nedeniyle meydana gelebilecek çözünmüş oksijen ve pH değişimleri gözlemlenmiştir.

Hava taşı, günlük sifonlama ve su değişimi ile önlemler alınmıştır. Su sıcaklığının sabit tutulması için akvaryum ısıtıcıları kullanılmıştır. Nil tilapia balıkları için ihtiyaç duyulan su kalite kriterleri optimum değerlerde tutulmuştur. Tilapia balıkları ile ilgili yapılan farklı besleme çalışmalarında elde edilen bazı su parametreleri (sıcaklık, çözülmüş oksijen ve pH) Tablo 11’de verilmiştir.

Tablo 11. *O. niloticus* türüne ait su sıcaklığı (°C), çözülmüş oksijen (mg/L) ve pH değerlerinin farklı çalışmalarla karşılaştırılması

Balık türü	Su sıcaklığı (°C)	Çözülmüş oksijen (mg/L)	pH	Kaynak
<i>O. niloticus</i>	22,20–22,47	5,71–5,90	7,43–7,47	Hisano vd., 2021
<i>O. niloticus</i>	25 ± 0,3	6,5 ± 0,8	7,80 ± 0,65	Yastı, 2019
<i>O. niloticus</i>	26-30	≥ 3	6-9	Setiadi vd., 2018
<i>O. niloticus</i>	24-26	4,86-10,53	6,1-8,3	Makori vd., 2017
<i>O. niloticus</i>	23,41 ± 0,36	9,16 ± 0,43	7,66 ± 0,13	Shoko vd., 2014
<i>O. niloticus</i>	-	4,98-4,99	6,12-6,33	Villarroel vd., 2011
<i>O. niloticus</i>	30,2-32,2	6,9	7,2	Cruz ve Ridha, 2001

Genel olarak tilapia balıkları omnivor türlerdir (İzci vd., 2020; Saleh, 2020) ve farklı hazırlanmış rasyonlarla beslenebilirler. Farklı rasyonlarla beslenmiş farklı türde tilapia balıklarına ait bazı büyüme parametreleri (başlangıç boy (cm), final boy (cm), başlangıç ağırlığı (g), final ağırlığı (g), canlı ağırlık kazancı (g), spesifik büyüme oranı (%/gün), yem değerlendirme oranı, kondisyon faktörü) Tablo 7’de verilmiştir. Tilapialara ait büyüme parametreleri literatür ile benzerlik ve farklılıklar ortaya koymuştur (Tablo 12).

Yapılan araştırmalar sonucunda *O. niloticus* türünün protein ihtiyacının 0,8 g ağırlığındaki yavrularda %40, 1-10 g ağırlığındaki yavrularda % 30-40 ve 20 g’den büyüklerde % 27,5 ile % 35 arasında olduğu rapor edilmiştir. Rasyonun yağ gereksinimi ise % 10 ile % 17 arasında olduğu bildirilmiştir (Soyutürk, 2006). Bu çalışmada, 3-4 mm (%46 ham protein, %19 ham yağ) ve 10 mm (pigmentli) (%45 ham protein, %20 ham yağ) alabalık yemi kullanılmış, günde bir öğün ve iki öğün yemleme

yapılarak büyüme performansı ve yem değerlendirme oranı belirlenmiştir. Günde bir öğün ve iki öğün besleme son boy ($P<0,001$), son ağırlık ($P<0,001$), canlı ağırlık kazancı ($P<0,001$), spesifik büyüme oranları ($P<0,001$) ve yem değerlendirme oranı ($P<0,05$) değerleri üzerinde istatistiksel farklılık ortaya koyarken, kondisyon faktörü değerleri benzerlik göstermiştir. Günde iki öğün beslenen gruplar daha iyi büyüme performansı ortaya koymuştur (Tablo 7). Nil tilapia balığında (*O. niloticus*) (Alemayehu ve Getahun, 2017; Thongprajukaew vd., 2017; Daudpota vd., 2016; Kaya ve Bilgüven, 2015; Ferdous vd., 2014; Gaber ve Hanafy, 2008; Yousif, 2004; Pouomogne ve Ombredane, 2001), monoseks erkek tilapialarda (*Oreochromis niloticus*), (Karim vd., 2017), hibrit tilapialarda (*Oreochromis mossambicus* x *O. niloticus*) (Siraj vd., 1988), hibrit tilapialarda (*O. niloticus* x *O. aureus*) (Tung ve Shiau, 1991), gökkuşağı alabalığında (*Oncorhynchus mykiss*) (Balkis, 2019; Türker ve Yıldırım, 2011; Türker ve Dernekbaşı, 2006; Başçınar vd., 2001) *Trachinotus ovatus* (Wu vd., 2015), Karadeniz alabalığında (*Salmo trutta labrax*) (Başçınar vd., 2007; Erbaş, 2013) yapılan besleme sıklığı çalışmaları bu çalışma ile benzerlik göstermiştir. Besleme sıklığının büyüme parametreleri üzerinde olumlu etkilerinin yanı sıra Nil tilapia balığında (Riche vd., 2004; Valente vd., 2016; Hamed vd., 2021), gökkuşağı alabalığında (*O. mykiss*) (Ustaoglu ve Alagil, 2008) etkisi görülmemiştir. Ayrıca, farklı türde tilapia balıklarına ait büyüme performansı parametreleri Tablo 12’de verilmiştir.

Kültür koşullarında büyümeye etki eden faktörler; sıcaklık, tuzluluk, çözünmüş oksijen, balık büyüklüğü, cinsi gelişme, ışık, stok yoğunluğu, besin gereksinimleri, balığın sağlık durumu, vs. olarak sınıflandırılabilir. Yemin türe uygun olması (gereksinim duydukları mikro ve makro element içeriği, büyüklük, vs.) düzenli ve yeterli beslenme büyüme performansı, üretim maliyeti ve su kalitesi yönünden önem arz etmektedir (Başçınar vd., 2001; Başçınar vd., 2021).

Tablo 12. Tilapia balıklarında büyüme parametreleri (Başlangıç boy (cm), final boy (cm), başlangıç ağırlığı (g), final ağırlığı (g), canlı ağırlık kazancı (CAK) (g), spesifik büyüme oranı (SBO) (%/gün), yem değerlendirme oranı (YDO), kondisyon faktörü (KF)).

Balık türü	Başlangıç boy (cm)	Final boy (cm)	Başlangıç ağırlığı (g)	Final ağırlığı (g)	CAK (g)	SBO (%/gün)	YDO	KF	Kaynak
<i>O. niloticus</i>	-	-	27,16 ± 0,71	46,92 ± 0,84	19,76 ± 0,46	2,12 ± 0,02	1,43 ± 0,02	-	İzci vd., 2020
<i>O. niloticus</i>	-	-	18,5±0,6	21,8±0,6	3,3±1,0	0,6±0,2	1,6±0,2	-	Gökboğa, 2019
<i>O. niloticus</i>	-	-	30,59±0,13	60,00±0,34	29,41±0,47	0,89±0,13	0,99±0,01	-	Yastı, 2019
<i>O. niloticus</i>	-	-	9,63 ± 0,04	28,79 ± 0,25	19,16 ± 0,25	1,30 ± 0,01	-	-	Amin vd., 2019
<i>O. niloticus</i>	-	-	5,22±0,01	17,73±0,09	12,51±0,09	2,04±0,01	1,88±0,02	-	Salem ve Abdel-Ghany, 2018
<i>O. niloticus</i>	-	-	21,99±0,55	36,47±1,36	14,48±1,25	1,80±0,13	1,31±0,09	-	Selek, 2017
<i>O. niloticus</i>	-	-	3,07 ± 0,09	10,86 ± 0,55	7,79±0,52	2,25±0,09	3,18±0,13	-	Muin vd., 2017
<i>O. niloticus</i>	-	-	16,4±0,8	34,3±1,2	-	0,7±0,0	-	-	Uysal, 2017
<i>O. niloticus</i>	-	-	-	-	74,87±6,50	1,32 ± 0,09	1,27 ± 0,11	3,41 ± 0,27	Obirikorang, vd., 2016
<i>O. niloticus</i>	-	-	0,013-015	0,42-0,93	-	8,27-10,00	1,71-1,77	-	Ajiboye vd., 2015
<i>O. niloticus</i>	-	-	0,71	6,78	6,07	14,92	1,80	1,48	Demir, 2015
<i>O. niloticus</i>	6,5 ± 0,01	17,3 ± 0,24	3,2 ± 0,1	62,3 ± 0,41	59,1 ± 0,32	3,96 ± 0,11	3,23 ± 0,02	-	Workagegn vd., 2014
<i>O. niloticus</i>	-	-	5,01	123,64 ± 4,37	-	1,34 ± 0,26	3,13 ± 0,50	-	Shoko vd., 2014
<i>Oreochromis niloticus</i>	5,46±0,08	12,52±0,12	3,25±0,15	37,76±0,43	34,51±0,55	2,05±0,05	1,16±0,17	1,93±0,08	Demir, 2013

Tablo 12 (devamı). Tilapia balıklarında büyüme parametreleri (Başlangıç boy (cm), final boy (cm), başlangıç ağırlığı (g), final ağırlığı (g), canlı ağırlık kazancı (CAK) (g), spesifik büyüme oranı (SBO) (%/gün), yem değerlendirme oranı (YDO), kondisyon faktörü (KF)).

Balık Türü	Başlangıç boy (cm)	Final boy (cm)	Başlangıç ağırlığı (g)	Final ağırlığı (g)	CAK (g)	SBO (%/gün)	YDO	KF	Kaynak
<i>O. niloticus</i>	-	-	2,05±0,02	9,07±0,12	-	1,86±0,01	1,44±0,01	-	Erçen, 2012
<i>O. niloticus</i>	-	-	9,35±0,27	19,98±2,00	-	2,29±0,26	1,27±0,31	-	Çetinkol, 2012
<i>O. niloticus</i>	5,14± 0,27	7,0 ± 0,6	1,86 ± 0,13	6,3 ± 0,3	-	2,94 ± 0,17	2,19 ± 0,09	-	Caldini, vd., 2011
<i>O. niloticus</i>	-	-	22,1-22,8	54,3-66,22	32,2-37,5	1,32-1,17	1,75-1,60	-	Villarroel vd., 2011
<i>O. niloticus</i>	1,36±0,02	6,20±0,48	0,03±0,001	3,97±0,58	3,94±0,57	5,62±0,20	0,99±0,04	1,52±0,008	Dulluç, 2010
<i>O. niloticus</i>	-	-	0,13 ± 0,01	13,26±1,27	-	4,30 ± 0,1	1,74±0,09	-	Türker, 2009
<i>O. niloticus</i>	-	-	6,80±0,10	57,80±1,98	51,00±1,84	3,54±0,06	1,03±0,05	-	Rawling vd., 2009
<i>O. niloticus</i>	-	-	7,0±0,05	9,3±0,23	-	0,37±0,04	3,14±1,2	-	Uzunagaç, 2009
<i>O. niloticus</i>	-	-	4,6 ± 0,13	11,7 ± 0,80	-	-	2,7 ± 0,15	1,6 ± 0,04	Güroy vd., 2007
<i>O. niloticus</i>	-	-	10,66	23,53-23,71	-	0,71	1,90-2,21	-	Soyutürk, 2006
<i>O. niloticus</i>	-	-	6,4	190	-	1,55	0,82	-	Bahnasawy, vd., 2003
<i>O. niloticus</i>	-	-	22,36-21,19	50,03-39,25	20,70-18,06	1,91-1,47	2,03-2,48	-	Cruz ve Ridha, 2001
<i>O. mossambicus</i>	-	-	6,36 ± 0,19	13,04±0,41	-	1,19±0,01	2,36±0,04	-	Demir, 2019
<i>O. mossambicus</i>	-	-	30,60±1,84	109,61±8,66	-	2,12±0,05	1,00±0,02	-	Yılmaz vd., 2018

Tablo 12 (devamı). Tilapia balıklarında büyüme parametreleri (Başlangıç boy (cm), final boy (cm), başlangıç ağırlığı (g), final ağırlığı (g), canlı ağırlık kazancı (CAK) (g), spesifik büyüme oranı (SBO) (%/gün), yem değerlendirme oranı (YDO), kondisyon faktörü (KF)).

Balık Türü	Başlangıç boy (cm)	Final boy (cm)	Başlangıç ağırlığı (g)	Final ağırlığı (g)	CAA (g)	SBO (%/gün)	YDO	KF	Kaynak
<i>O. mossambicus</i>	-	12±1,96	-	29,9±11,8	-	6,3±0,66	0,45±0,3	1,9±0,30	Koyakomanda, 2017
<i>O. mossambicus</i>	-	-	65,03	100,69	-	-	-	-	Dikel, 2006
<i>Tilapia zillii</i>	4,54±0,63	9,06±1,20	1,54±0,66	13,89±5,97	-	2,243	2,027	1,87	Genç, 1996
<i>T. zillii</i>	-	-	16,07±1,34	39,55±2,85	23,48±2,22	0,75±0,02	3,68±0,09	-	Bolel, 2010
<i>Tilapia nilotica</i>	5,78±0,22	13,70±0,16	4,46±0,26	44,12±0,51	6,84±3,92	1,47±0,78	2,56±0,28	1,56±0,03	Tuna, 2001
<i>Tilapia niloticus</i>	-	-	0,1	500	-	-	1:0,8	-	Türker, 2016
<i>Oreochromis aureus</i>	-	-	0,30±0,01	12,37±0,63	12,07±0,63	4,14±0,05	1,52±0,08	-	Turan, 2006
<i>O. niloticus</i> x <i>O. aureus</i>	-	-	2,16±0,00	32,78 ±1,46	30,62±1,46	3,02±0,05	1,56±0,73	-	Göçmen ve Dikel, 2019
<i>O. niloticus</i> x <i>O. aureus</i>	-	-	2,57±0,01	7,41±0,64	4,84±0,63	1,17±0,09	1,52±0,067	-	Özgüven, 2018

Tilapia balıklarında karkas oranı ve visserosomatik indeks üzerinde öğün sayısının etkisi görülürken, hepatosomatik indeks değeri üzerinde rasyon içeriğinin etkisi görülmüştür. Balıkların et kalitesini etkileyen en önemli iki faktör vücuttaki protein ve yağ oranlarıdır. Pigmentli ve pigmentsiz yemle beslenen Nil tilapia balıklarının yüzde yağ oranı üzerinde astaksantin etkisi olduğu belirlenmiştir ($P<0,05$). Nem, ham kül ve protein değerleri benzerlik göstermiştir. Astaksantin ilavesinin biyokimyasal kompozisyonda etkisi Nil tilapia (Valente vd., 2016), gökkuşağı alabalığı (Rahman vd., 2016) ve levrek balığında (*Dicentrarchus labrax*) (Goda vd., 2018) görülmemiştir.

Yetiştiriciliği yapılan türlerin kısa sürede daha az yemle canlı ağırlık kazanması istenir ve bu amaçla yemlere birçok katkı maddesi ilave edilir (Yastı, 2019). Balık etlerinin albenisini artıran, çevresel etkilere ve strese karşı koruyan, bağışıklık sistemini destekleyen, üreme döneminde üreme organları ve yumurtaya taşınan, derisi renklenen erkek balıklarda çekici görünüm kazandıran yem katkı maddesi karotenoidlerdir (Yeşilayer vd., 2008a; Yeşilayer vd., 2008b). Renklenme doğal ve yapay pigmentlerle yapılabilir. Balığın derisi veya etini renklendirmek için çok çeşitli karotenoidler vardır. Renklendirme etkinliği karotenid tipine ve balık türüne bağlıdır. Örneğin, astaksantin alabalık ve somon balığı etinin renklenmesine (beyaz kas dokularında birikmeye) neden olurken, çipura balığında et veya kasları değil, ağırlıklı olarak deriyi renklendirmiştir (Terpstra, 2015). Nil tilapiasının astaksantinli ve normal yemle beslendiği bu çalışmada pigment takviyeli alabalık yemi ile beslenen balıkların et L, a ve b değerleri farklılık ortaya koymuştur. a ve b değerleri yüksek, L değeri pigmentli yemde düşük bulunmuştur ($p<0,001$) (Tablo 10). Yemdeki astaksantin (sentetik astaksantin) miktarı 100 ppm olduğu üretici firma tarafından sözlü olarak beyan edilmiştir. *Oreochromus niloticus* (Ponsano vd., 2014), *Oreochromis mossambicus* (Yılmaz vd., 2013), *Oreochromis mossambicus* (Arous vd., 2014) balıklarında yeme pigment ilavesinin fileto etinde kızarıklık meydana getirdiği bildirilmiştir. Valente vd., 2016'da karotenoidlerin tilapia balığı etinde etkili olmadığını rapor etmiştir.

Su ürünleri astaksantin renk verici özelliğinin yanı sıra balıkların hızlı gelişimi ve yaşama oranı üzerinde de etkili olmaktadır. Alabalık, karides, süs balığı, somon, çipura, mercan ve karides gibi ekonomik değere sahip türlerin yetiştiriciliğinde

kullanılmaktadır (Küçüker, 2018). Ayrıca, astaksantin faydaları birçok çalışma ile belirlenmiş ve astaksantin içeren kabuklu deniz canlıları ve somon balıklarının tüketilmesi ya da gıda takviyesi olarak kullanılması önerilmiştir (Aydın, 2020).

Sonuç olarak; Nil tilapia balıklarının pigmentli ve pigmentsiz alabalık yemiyle günde iki öğün besleme büyüme performansı, karkas oranı ve visserosomatik indeks değeri üzerinde olumlu sonuç vermiştir. Yemdeki pigment maddesi ise Nil tilapia balığı etinin renklenmesini sağlamıştır.

Araştırma sonucu elde edilen bulgular dikkate alındığında Nil tilapia yavrularının yemlerine karotenoid ilavesinin balık etinde renklenme ortaya koymasından önerilebilir. Ayrıca, alabalık yemi ve yemleme sıklığı balıkların büyümesini pozitif yönde etkilemiştir.

Balık etindeki renklenme üretici firma tarafından yeme konulan karotenoid ile gerçekleştirilmiştir. Nil tilapia balığı yemlerine doğal ve sentetik renk maddeleri kullanılarak et renginde ve kalitesinde meydana gelebilecek değişimlerin çalışılmasına ihtiyaç vardır. Beslenme amacıyla tükettiğimiz gıdaların renklendirilmesinde doğal ve sentetik renklendiricilerin farkı ortaya konulmalıdır. Ayrıca, doğal ve sentetik karotenoidli yemle beslenen tilapia balıklarının, balık eti biyokimyasal kompozisyonu ve yağ asidi kompozisyonu belirlenmelidir.

Karotenoidlerin üreme (yumurta ve sperm kalitesi) ve larval dönemde (yaşama ve büyüme oranında artış) birçok balık türü üzerinde olumlu etkisi vardır. Nil tilapia balığının yumurta ve sperm kalitesi, yumurtlama sıklığı, yumurta sayısı, kuluçka ve çıkış oranları üzerine olan etkileri araştırılabilir.

KAYNAKÇA

- Abdelali, K.M.K. (2019). “Beyler Baraj Gölü’nün (Devrekani-Kastamonu) Su Kalitesinin İncelenmesi Ve Su Ürünleri Yetiştiriciliği Açısından Değerlendirilmesi”. Doktora Tezi. Kastamonu: Kastamonu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Yetiştiriciliği Ana Bilim Dalı.
- Ahmadi, M.R., Bazzyar, A.A., Safi, S., Ytrestøy, T. ve Bjerkeng, B., (2006). Effects of dietary astaxanthin supplementation on reproductive characteristics of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Journal of Applied Ichthyology*, 22: 388-394.
- Ajiboye, O.O., Qari, R., Yakubu, A.F. ve Adams, T.E. (2015). Growth performance of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* L. Reared in glass aquaria tanks under different treatments and durations. *International Journal of Biology and Biotechnology*, 12(2): 203-209.
- Alemayehu, T.A. ve Getahun, A. (2017). Effect of feeding frequency on growth performance and survival of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L. 1758) in a cage culture system in Lake Hora-Arsedi, Ethiopia, *Journal of Aquaculture Research & Development*, 8: 479. DOI:10.4172/2155-9546.1000479.
- Alpbaz, A. (2005). Su Ürünleri Yetiştiriciliği, Alp Yayınları, İzmir
- Alpbaz, A. ve Hoşsucu, H. (1988). İç Su Balıkları Yetiştiriciliği. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Yüksekokulu Yayınları, No: 12, İzmir.
- Altun, T., Tekelioğlu, N. ve Danabaş, D. (2006). Tilapia culture and its problems in Turkey, *Ege University, Journal of Fisheries & Aquatic Sciences*, 23 (3-4): 473-478.
- Amin, A., Asely, A.E., El-Naby, A.S.A., Samir, F., El-Ashram, A., Sudhakaran, R., ve Dawood, M.A.O. (2019). Growth performance, intestinal histomorphology and growth-related gene expression in response to dietary *Ziziphus mauritiana* in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Aquaculture*, 512: 734301.
- AOAC (1973). AOAC final action method 17.002, colour of eggs. *Journal of the Association of Official Analytical Chemists*, 56: 272.
- AOAC., (1984) Official Methods of Analysis: Association of Official analytical Chemists. 14 ed., the William Byrd Press, Inc. Arlington. Virginia Official Methods of Analysis of AOAC International, AOAC International, Arlington, VA, 1990.
- AOAC, 1995. Official Method 985.14: Moisture in Meat and Poultry Products In Official Methods of Analysis of AOAC International; Cunniff, P. (Ed.), AOAC International, Arlington, VA.
- AOAC., (2005). Official Methods of Analysis of AOAC International (16th ed., 4th

- Rev.). AOAC Int., Gaithersburg, MD.
- AOAC., (2016). Official Methods of Analysis of AOAC International (20th ed., 2016). AOAC Int., Gaithersburg, MD.
- Arous, W.H., El-Bermawi, N.M., Shaltout, O.E. ve Essa, M.A.E. (2014). Effect of adding different carotenoid sources on growth performance, pigmentation, stress response and quality in red tilapia (*Oreochromis Spp*). *Middle East Journal of Applied Sciences*, 4(4): 988-999. ISSN: 2077-4605.
- Aydın, T. (2020). “Türkiye’de ve Norveç’te Üretilen Somon Balıklarındaki Astaksantin Miktarının Tayini”. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul: Marmara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Analitik Kimya Anabilim Dalı.
- Aykan, H. ve Sarıözkan, S. (2018). Dişi gökkuşuğu alabalıklarında farklı yemleme oranlarının performans ve üretim maliyetlerine etkisi. *Journal of Limnology and Freshwater Fisheries Research* 4(3): 130-139.
- Bahnasawy, M.H., Abdel-Baky, T.E. ve Abd-Allah, G.A. (2003). Growth performance of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) fingerlings raised in an Earthen pond. *Archives of Polish Fisheries*, 11(2): 277-285.
- Balkis, E. (2019). “Yemleme Sıklığının Gökkuşuğu Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) Yavrularında GH-I, IGF-I ve IGF-II Genlerinin mRNA Ekspresyon Seviyeleri Üzerine Etkisi”. Yüksek Lisans Tezi. Ezurum: Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarımsal Biyoteknoloji Anabilim Dalı.
- Başçınar, N., Okumuş, İ., Başçınar, N.S. ve Sağlam, H.E. (2001). The influence of daily feeding frequency on growth and feed consumption of rainbow trout fingerlings (*Oncorhynchus mykiss*) reared at 18,5-22,5°C. *The Israeli Journal of Aquaculture - Bamidgeh*, 53(2): 80-83.
- Başçınar, N., Çakmak, E., Çavdar, Y. ve Aksungur, N., (2007). The effect of feeding frequency on growth performance and feed conversion rate of Black Sea trout (*Salmo trutta labrax* Pallas, 1811), *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 7: 13-17.
- Başçınar, N., Sonay, F., Alkan, M.Z. ve Akyol, A. (2021). Abant alabalığının (*Salmo trutta abanticus*) Özel Sektöre Kazandırılması: Besleme Rejimine Bağlı Damızlık Stok Yönetimi, Büyüme Performansı, Yumurta, Larva ve Et Kalitelerinin Belirlenmesi. Sonuç Raporu. Karadeniz Teknik Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi. Proje No: FSI-2019-8204.
- Bolel, B. (2010). “Balık Yağı Yerine Farklı Oranlarda Prina Yağı İlave Edilen Rasyonlarla Beslemenin Tilapia Balığı (*Tilapia zillii*) Yavrularının Büyüme Performansı Üzerine Etkisi”. Yüksek Lisans Tezi. Muğla: Muğla Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Anabilim Dalı.
- Caldini, N.N., Rebouças, V.T., Cavalcante, D.H., Martins, R.B. ve Carmo e Sá, M.V. (2011). Water quality and Nile tilapia growth performance under different

- feeding schedules. *Acta Scientiarum. Animal Sciences Maringá*, 33(4): 427-430. DOI: 10.4025/actascianimsci.v33i4.12207.
- Cilbiz, N., (2010). “Eğirdir Gölü (Isparta-Türkiye) Tatlı Su Istakozlarının (*Astacus leptodactylus*, Esch. 1823) Karotenoid Miktarı, Et Verimi Ve Kimyasal Kompozisyonlarının Belirlenmesi”. Yüksek Lisans Tezi. Isparta: Süleyman Demirel Üniversitesi Su Ürünleri Avlama ve İşleme Teknolojisi Ana Bilim Dalı.
- Cretu, M.M., Cristea, V., Dediu, L. ve Petrea, Ş.M. (2013). Effect of feeding frequency on body composition of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss* -Walbaum, 1792) fingerlings. *Bulletin UASVM Animal Science and Biotechnologies*, 70(2): 385-386.
- Cruz, E.M. ve Ridha, M.T. (2001). Growth and survival rates of Nile Tilapia *Oreochromis niloticus* L. juveniles reared in a recirculating system fed with floating and sinking pellets. *Asian Fisheries Science*, 14: 9-16.
- Czeczuga, B., Czeczuga-Smeniuk, E., Kłyszewski, B. ve Szumiec, J. (2005). Carotenoid content in the Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus* L.) cultured in Poland. *Acta Scientiarum Polonorum, Piscaria*, 4(1-2): 25-32.
- Çağlak, E. (2009). “Modifiye Atmosfer Paketleme Uygulanan Sübye, Kara Midye ve Lakerdanın Buzdolabı Şartlarında Bazı Kalite Kriterlerinin İncelenmesi”. Doktora Tezi. İzmir: Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Avlama ve İşleme Teknolojisi Ana Bilim Dalı.
- Çavdar, N. (2020). “Kadife çiçeği (*Tagetes erecta*), astaksantin ve mannan-oligosakkarit'in *Labidochromis caeruleus* ve *Pseudotropheus socolofi* (Cichlidae Bonaparte, 1835) yavrularının büyüme, renklenme, karaciğer ve bağırsak histolojisi üzerine etkileri”. Doktora Tezi. Hatay: İskenderun Teknik Üniversitesi Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Ana Bilim Dalı.
- Çelikkale, M. S. (1994). İçsu Balıkları ve Yetiştiriciliği, Cilt 2, 2. Baskı. Karadeniz Teknik Üniversitesi Sürmene Deniz Bilimleri Fakültesi Genel Yayın No:128, Fakülte Yayın No:3, Trabzon.
- Çetinkaya, O., (1995). Balık besleme. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi yayınları, Van.
- Çetinkol, B. (2012). “Farklı Sıcaklıklarda Nil Tilapia (*Oreochromis niloticus*)’sı ve melez (*O. niloticus*♀×*O. aureus*♂) Tilapia’ların Kritik Termal Minimum Ve Maksimum Değerlerinin Belirlenmesi”. Yüksek Lisans Tezi. Adana: Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Yetiştiriciliği Ana Bilim Dalı.
- Daudpota, A.M., Abbas, G., Kalhor, I.B., Shah, S.S.A., Kalhor, H., Rehman, M.H. ve Ghaffar, A. (2016). Effect of feeding frequency on growth performance, feed utilization and body composition of juvenile Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.) reared in low salinity water. *Pakistan Journal of Zoology*, 48(1): 171-177.

- Demir, O. (2013). “Farklı Müzik Türlerinin, Nil Tilapya (*Oreochromis niloticus* Linnaeus, 1758)’sının, Büyüme Performansı Ve Yem Değerlendirmesi Üzerine Etkileri”. Yüksek Lisans Tezi. Mersin: Mersin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Ana Bilim Dalı.
- Demir, T. (2015). “Tilapia (*Oreochromis niloticus*) Yavrularında Balık Unu Yerine Fermente Soya Küspesi Kullanımının Büyüme ve Yem Değerlendirme Üzerine Etkisi”. Yüksek Lisans Tezi. Isparta: Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Yetiştiriciliği Ana Bilim Dalı.
- Demir, O. (2019). “Tilapia *Oreochromis mossambicus* (Peters, 1852) Balıklarının Yemlerinde Balık Yağı Yerine Yerkıstığı Yağı Kullanılmasının Büyüme Performansı, Yem Değerlendirme, Vücut Kompozisyonu ve Serum Biyokimyasına Etkisi”. Yüksek Lisans Tezi. Muğla: Muğla Sıtkı koçman Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Mühendisliği Ana Bilim Dalı.
- Dikel, S. (2001). İki farklı tilapya türü olan *Oreochromis aureus* ve *Oreochromis niloticus* ile bunların melezlerinin Çukurova’da havuz koşullarında yetiştirilmesi ve büyüme performansları ile karkas ve besin özelliklerinin karşılaştırılması. *Ege University Journal of Fisheries & Aquatic Sciences*, 18(3-4): 445 – 457.
- Dikel, S. (2006). Tuzlusu ortamlarında tilapia yetiştiriciliği. *Ege University Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 23: 199-204.
- Dikel, S. (2009). Tilapia Yetiştiriciliği. T.C. Tarım ve Köy işleri Bakanlığı. Tarımsal Üretim Geliştirme Genel Müdürlüğü. ANKARA.
- Diler, İ. ve Dilek, K., (2002). Significance of pigmentation and use in aquaculture. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 2: 97-99.
- Doğan, K. (2003). Türkiye’de su ürünleri yetiştiriciliği ve pazarlaması. *Tarım İstanbul TKB İstanbul İl Müdürlüğü Yayın Organı*, 83: 12-21.
- Dulluç, A. (2010). “Probiyotik İlaveli Beslemenin Tilapia (*Oreochromis niloticus* L.) ve Aynalı Sazan (*Cyprinus carpio* L. 1758) Yavrularının Büyüme ve Yem Değerlendirmesine Etkileri”. Doktora Tezi. Isparta: Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Yetiştiriciliği Anabilim Dalı.
- El-Sayed, A. F. M., (2006). Tilapia Culture, Oxfordshire, UK, CABI Publishing.
- Erbaş, H.İ. (2013). “Yemleme Sıklığının Karadeniz Alabalığı (*Salmo trutta labrax* Pallas, 1811)’nın Sperm ve Yumurta Kalitesine Etkisinin Belirlenmesi”. Yüksek Lisans Tezi. Trabzon: Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Balıkçılık Teknolojisi Mühendisliği Ana Bilim Dalı.
- Erçen, Z. (2012). “Düşük Proteinli ve Soya Ağırlıklı Yemlere Aspartik ve/veya Glutamik Asit İlavesinin Tilapia (*Oreochromis niloticus*)’nın Büyüme Performansı Üzerine Etkisi”. Doktora Tezi. Adana: Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Yetiştiricilik Ana Bilim Dalı.

- FAO, (2015). Food and Agriculture Organization (Gıda ve Tarım Teşkilatı). <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>.
- FAO, (2016). Food and Agriculture Organization (Gıda ve Tarım Teşkilatı). Aquaculture Newsletter 54 March 2016. <http://www.fao.org/3/a-i5451e.pdf>.
- FAO, (2022). Food and Agriculture Organization of the United Nations FAOSTAT Statistics Database. Rome, Italy.
- Ferdous, Z., Nahar, N., Hossen, M.S. Sumi, K.R. ve Ali, M.M. (2014). Performance of different feeding frequency on growth indices and survival of monosex tilapia, *Oreochromis niloticus* (Teleostei: Cichlidae) fry. *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies*, 1(5): 80-83.
- Gaber, M.M.A. ve Hanafy, M.A (2008). Relationship between dietary protein source and feeding frequency during feeding Nile Tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.) cultured in concrete tanks. *Journal of Applied Aquaculture*, 20(3): 200-212. DOI:10.1080/10454430802329721.
- Genç, M. A. A. (1996). “Tilapia (*Tilapia zillii*) Yavrularının Tuzlusuya Adaptasyonu ve Değişik Stok Oranlarında Yetiştirilmesi”. Yüksek Lisans Tezi. Adana: Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Ana Bilim Dalı.
- Goda, A.A., Sallam, A.E. ve Srour, T.M. (2018). Evaluation of natural and synthetic carotenoid supplementation on growth, survival, total carotenoid content, fatty acids profile and stress resistance of European seabass, *Dicentrarchus labrax*, fry. *Aquaculture Studies*, 18(1): 27-39. DOI:10.4194/2618-6381-v18_1_04.
- Göçmen E. ve Dikel, S. (2019). Melez tilapiaların (*Oreochromis niloticus* x *O. aureus*) taurin destekli yemlerle beslenmesinin büyüme performansına ve vücut besin bileşenleri üzerine etkileri. *Journal of Advances in VetBio Science and Techniques*, 4(3): 119-129. DOI:10.31797/vetbio.
- Gökboğa, H. (2019). “Düşük Sıcaklıklarda Kanola ve Balık Yağlı Yemlerle Beslenen Nil Tilapiası (*Oreochromis niloticus*)’nın Yağ Asidi Değişimlerinin Araştırılması”. Yüksek Lisans Tezi. Adana: Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Yetiştiriciliği Ana Bilim Dalı.
- Güroy, B.K. Çirik, Ş., Güroy, D., Sanver, F. ve Tekinay, A.A. (2007). Effects of *Ulva rigida* and *Cystoseira barbata* meals as a feed additive on growth performance, feed utilization, and body composition of Nile Tilapia, *Oreochromis niloticus*. *Turkish Journal of Veterinary & Animal Sciences*. 31(2): 91-97.
- Hamed, S.A., Abou-Elnaga, A., Salah, A.S., Abdel-Hay, A.M., Zayed, M.M., Soliman, T. ve Mohamed, R.A. (2021). Effect of water temperature, feeding frequency, and protein percent in the diet on water quality, growth and behavior of Nile tilapia *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758). *Journal of Applied Ichthyology*, 37(3): 462-473. DOI:10.1111/jai.14193.

- Hisano, H., Pinheiro, V.R., Losekann, M.E. ve Silva, M.S.G.M. (2021). Effect of feeding frequency on water quality, growth, and hematological parameters of Nile tilapia *Oreochromis niloticus* reared using biofloc technology. *Journal Of Applied Aquaculture*, 33 (2): 96–110. DOI:10.1080/10454438.2020.1715909.
- Hoşsu, B., Korkut, A., Y. ve Fırat, A. (2001). Balık besleme ve yem teknolojisi I. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayınları No:50, Bornova, İzmir.
- Islam, K.M.S. ve Schweigert, F.J. (2015). Comparison of three spectrophotometric methods for analysis of egg yolk carotenoids. *Food Chemistry*, 172: 233-237.
- İzci, B., Selek, M. ve Berber, S. (2020). Akuaponik sistemde Nil Tilapia (*Oreochromis niloticus*) ve nane (*Mentha piperita*) yetiştiriciliği. *Menba Kastamonu Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Dergisi*, 6 (1): 30-36.
- Karim, M., Zafar, A. ve Ali, M. (2017). Growth and production of monosex tilapia (*Oreochromis niloticus*) under different feeding frequencies in pond conditons. *Journal of Aquaculture & Marine Biology*, 6(5): 000167.
- Karşlı, B. (2013). “Akivades (*Ruditapes decussatus*, Linnaeus, 1758)’te Farklı İşleme Tekniklerinin Kalite Kriterlerine Etkisinin Araştırılması”. Yüksek Lisans Tezi. Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Rize, Türkiye, 100 s.
- Kaya, G.K. ve Bilgüven, M. (2015). The Effects of feeding frequency on growth performance and proximate composition of young nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L.). *Journal of Agricultural Faculty of Uludağ University*, 29 (1): 11-18.
- Kaya, Y. (2016). “Farklı Stoklama Yoğunluklarında Yetiştirilen Beyaz Karides (*Litopenaeus vannamei*) Juvenillerinin Yaşama Oranı, Büyüme Performansı ve Bazı Stres Faktörleri Üzerine Astaksantin İlaveli Yemlerin Etkisi”. Doktora Tezi. Antalya: Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Mühendisliği Ana Bilim Dalı.
- Koby, O. (2017). “Doğu Karadeniz Bölgesi'ndeki İzmarit Balığının (*Spicara flexuosa*, Rafinesque 1810) Biyokimyasal Kompozisyonu ve Et Kalitesinin Belirlenmesi”. Yüksek Lisans Tezi. Rize: Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Ana Bilim Dalı.
- Korkut, A.Y., Kop, A., Demirtaş, N. ve Cihaner, A. (2007). Balık beslemede gelişim performansının izlenme yöntemleri. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 24 (1-2): 201-205.
- Koyakomanda, K.C.K. (2017). “Mozambik Tilapia (*Oreochromis mossambicus*) Balıklarında Cinsiyet Manipülasyonları”. Doktora Tezi. İzmir: Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Yetiştiriciliği Anabilim Dalı.

- Küçüker, H.İ. (2018). “Astaksantin *Aeromonas hydrophila* Üzerine Antibakteriyel Etkisinin Araştırılması”. Yüksek Lisans Tezi. Antalya: Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Mühendisliği Anabilim Dalı.
- Kurt, G. (2002). “Nil tilapya (*Oreochromis niloticus* L. 1758) Yemleme Sıklığının Büyüme Performansı ve Vücut Bileşimi Üzerine Etkileri”. Yüksek Lisans Tezi. Mersin: Mersin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Su ürünleri Anabilim Dalı.
- Makori, A.J., Abuom, P.O., Kapiyo, R., Anyona, D.N. ve Dida, G.O. (2017). Effects of water physico-chemical parameters on tilapia (*Oreochromis niloticus*) growth in earthen ponds in Teso North Sub-County, Busia County. *Fisheries and Aquatic Sciences*, 20: 30. DOI: 10.1186/s41240-017-0075-7.
- Meurer, F., Bombardelli, R.A., Paixão, P.S., Silva, L.C.R. ve Santos, L.D. (2012). Feeding frequency on growth and male percentage during sexual reversion phase of Nile tilapia. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, Salvador, 13(4): 1133-1142.
- Mısır, G.B. (2019). “Alabalık Yan Ürünlerinden Ultrason Destekli Protein Hidrolizatı Üretimi ve Su Ürünlerinin Raf Ömrü Üzerine Etkisinin Belirlenmesi”.Doktora Tezi. Rize: Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Ana Bilim Dalı.
- Muin H., Taufek N.M., Kamarudin M.S. ve Razak S.A. (2017). Growth performance, feed utilization and body composition of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758) fed with different levels of black soldier fly, *Hermetia illucens* (Linnaeus, 1758) maggot meal diet. *Iranian Journal of Fisheries Sciences*, 16(2): 567-577.
- Norwitz, W. (1970). Drained weight determination of frozen glazed fish and other marine products. *Method of Analysis of the AOAC*, pp. 339.
- Obirikorang, K.A., Amisah, S. ve Skov, P.V. (2016). Growth performance, feed utilization and sensory characteristics of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* fed diets with high inclusion levels of copra meal. *Journal of Animal Research and Nutrition*, 1(4): 18.
- Osmanoğlu, M.İ. (2016). “Karaca Mersin Balığı (*Acipenser gueldenstaedtii* Brandt, 1833) Yeminde Pelajik Balık Unu Yerine Mezgit Balığı Ununun Kullanım Olanaklarının Araştırılması”. Yüksek Lisans Tezi. Rize: Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Ana Bilim Dalı.
- Öz, Ö.B. ve Karatepe, M. (2016). Yeme ilave edilen vitamin A, beta karoten ve astaksantin kerevit (*Astacus leptodactylus*, Esch. 1823)’lerin kabuk değiştirme döneminde etkileri. *Fırat Üniversitesi Sağlık Bilimleri Veteriner Dergisi*, 30 (3): 203-209.

- Özgüven, A. (2018). “Sera Koşullarında Melez Tilapiaların Sarımsak (*Allium sativum*) Destekli Yemlerle Beslenmesinin Büyüme Performansı Üzerine Etkileri”. Yüksek Lisans Tezi. Adana: Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Ana Bilim Dalı .
- Paul, A.K., Rahman, M.M., Rahman, M.M. ve Islam, M.S. (2018). Effects of Commercial Feeds on the Growth and Carcass Compositions of Monosex Tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Journal of Fisheries and Aquatic Science*, 13 (1): 1-11. DOI: 10.3923/jfas.2018.1.11
- Ponce-Palafox, J.T., Arredondo-Figueroa, J.L. ve Vernon-Carter, E.J. (2004). Pigmentation of tilapia (*Oreochromis niloticus*) with carotenoids from Aztec marigold (*Tagetes erecta*) in comparison to astaxanthin. *Revista Mexicana De Ingenieria Quimica*, 3: 219-225.
- Ponsano, E.H.G., Grassi, T.L.M., Santo, E.F.E., Marcos, M.T.S., Cavazzana, J.F. ve Pinto, M.F. (2014). Color and Carotenoids in Tilapia Fish Fed Different Carotenoids. 60th International Congress of Meat Science and Technology, 17-22rd August, Punta Del Este, Uruguay.
- Pouomogne, V. ve Ombredane, D. (2001). Effects of feeding frequency on the growth of tilapia (*Oreochromis niloticus*) in Earth ponds. *Tropiculture*, 19(3):147-150.
- Rahman, M.M., Khosravi, S. Chang, K.H. ve Lee, S.M. (2016). Effects of dietary inclusion of astaxanthin on growth, muscle pigmentation and antioxidant capacity of juvenile rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Preventive Nutrition and Food Science*, 21(3): 281-288. DOI:10.3746/pnf.2016.21.3.281.
- Rawling, M.D., Merrifield, D.L. ve Davies, S.J. (2009). Preliminary assessment of dietary supplementation of Sangrovit® on red tilapia (*Oreochromis niloticus*) growth performance and health. *Aquaculture*, 294: 118-122.
- Riche M., Oetker, M., Haley, D.I., Smith, T. ve Garling, D.L. (2004) Effect of feeding frequency on consumption, growth, and efficiency in juvenile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *The Israeli Journal of Aquaculture - Bamidgeh*, 56: 247-255.
- Rodjaroen, S., Thongprajukaew, K., Jaihao, P., Saekhow, S. ve Nuntapong, N. (2020). Mixed feeding schedules switching between dietary crude protein levels for mono-sex male Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Aquaculture Reports*, 18, 100509. DOI:10.1016/j.aqrep.2020.100509
- Saleh, H.H.E.S. (2020). Can artificial feed be replace by fresh macro algae (*Enteromorpha flexusa*) in hybrid red tilapia (*Oreochromis mossambicus* × *Oreochromis niloticus*) juvenile nutrition? *Journal of Oceanography and Marine Research*, 8: 200. DOI: 10.35248/2572-3103.20.8.200
- Salem, M. ve Abdel-Ghany, H.M. (2018). Effects of dietary orange peel on growth performance of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) fingerlings. *Aquaculture*

Studies, 18(2): 127-134. DOI: 10.4194/2618-6381-v18_2_06.

- Savaş, Y. (2009). “Çipura (*Sparus aurata*, L. 1758) Larvalarında Gelişimin Enzimatik ve Histolojik Açıdan İncelenmesi”. Yüksek Lisans Tezi. İzmir: Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Su ürünleri Anabilim Dalı.
- Selek, M. (2017). “ Balık Ve Bitki Üretiminin Entegrasyonu: Kapalı Devre ve Akuaponik Sistemlerde Nil Tilapia Balığı (*Oreochromis niloticus*) ve Fesleğen Yetiştiriciliği (*Ocimum basillicum*). Yüksek Lisans Tezi. Çanakkale: Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Yetiştiriciliği Anabilim Dalı.
- Setiadi, E., Widyastuti, Y.R., ve Prihadi, T.H. (2018). Water quality, survival, and growth of red tilapia, *Oreochromis niloticus* cultured in aquaponics system. *E3S Web of Conferences*, 47: 02006. DOI:10.1051/e3sconf/20184702006.
- Shoko, A.P., Limbu, S.M., Mrosso, H.D.J. ve Mgaya, Y.D. (2014). A comparison of diurnal dynamics of water quality parameters in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*, Linnaeus, 1758) monoculture and polyculture with African sharp tooth catfish (*Clarias gariepinus*, Burchell, 1822) in Earthen ponds. *International Aquatic Research*, 6:56. DOI:10.1007/s40071-014-0056-8.
- Siraj S.S., M.K.A. Kamaruddin ve M.S. Kamarudin. (1988). Effects on feeding frequency on growth, food conversion and survival of red tilapia (*Oreochromis mossambicus*×*O. niloticus*) hybrid fry. In: The Second International Symposium on Tilapia in Aquaculture (Eds. Pullin, R.S.V., Bhukaswan, T., Tonguthai, K. & Maclean, J.L.), pp. 383-386. Manila, Philippines.
- Soyutürk, M. (2006). “Farklı Yağ Düzeylerinde Alg Unu İçeren Yemlerle Beslenen Tilapia Balıklarının (*Oreochromis niloticus*) Büyüme, Yem Kullanımı ve Vücut Kompozisyonu Üzerine Bir Çalışma”. Yüksek Lisans Tezi. Çanakkale: Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Ana Bilim Dalı.
- Tekelioğlu, N. (2000). İç Su Balıkları Yetiştiriciliği. Çukurova Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Ders Kitabı, No:2, Adana.
- Terpstra, A.H.M. (2015). The role of carotenoids in coloring fish. Universitate Vadensi: Orando, The Netherlands, 1-10.
- Thongprajukaew, K., Kovitvadhi, S., Kovitvadhi, U. ve Preprame, P. (2017). Effects of feeding frequency on growth performance and digestive enzyme activity of sex-reversed Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758). *Agriculture and Natural Resources*, 51: 292e298.
- Tizkar, B., Soudagar, M., Bahmani, M., Hosseini, S.A., Chamani, M., Seidavi, A., Sühnel, S. ve Ponce-Palafox, J.T. (2016). Effects of dietary astaxanthin and β -carotene on gonadosomatic and hepatosomatic indices, gonad and liver composition in goldfish *Carassius auratus* (Linnaeus, 1758) broodstocks. *Latin*

American Journal of Aquatic Research, 44(2): 363-370. DOI: 10.3856/vol44-issue2-fulltext-17.

- Tokur, B. (1996). “Balık Unu Yerine Alternatif Protein Kaynağı Olarak Soya Fasulyesi Küspesinin *Oreochromis niloticus*, L., 1758 (Cichlidae, Teleostei) Gelişme ve Karkas Kompozisyonu Üzerine Etkilerini”. Yüksek Lisans Tezi. Adana: Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Ana Bilim Dalı.
- Tuna, G. (2001). “Farklı oranlardaki mısır gluteninin tilapianın (*Tilapia nilotica* Linnaeus, 1758) büyüme performansına ve yem değerlendirmesine olan etkisi”. Yüksek Lisans Tezi. Elazığ: Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Ana Bilim Dalı.
- Tung P.H. ve S.Y. Shiau. (1991) Effects of meal frequency on growth performance of hybrid tilapia, *Oreochromis niloticus* x *O. aureus*, Feed different carbohydrate diets. *Aquaculture*, 92: 343-350.
- Turan, F. (2006). Improvement of growth performance in tilapia (*Oreochromis aureus* Linnaeus) by supplementation of red clover (*Trifolium pratense*) in diets. *The Israeli Journal of Aquaculture – Bamidgeh*, 58(1): 34-38.
- TÜİK, 2022. Su Ürünleri İstatistikleri 2021, Türkiye İstatistik Kurumu, Ankara.
- Türker, A. ve Dernekbaşı, S.Y. (2006). Effects of restricted feeding on performances of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Journal of Agricultural Faculty of Ondokuz Mayıs University*, 21(2): 190-194.
- Türker, H. (2009). Farklı renklerdeki ışıkların Nil tilapyası’nın (*Oreochromis niloticus* L.) büyümesine etkileri. *Journal of FisheriesSciences.com*. 3(3): 231-236. DOI: 10.3153/jfscom.2009028.
- Türker, A., ve Yıldırım, Ö. (2011). The effect of feeding frequency on growth performance and body composition in juvenile rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) reared in cold seawater. *African Journal of Biotechnology*, 10(46): 9479-9484. DOI:10.5897/AJB11.535.
- Türker, T. (2016). “Tilapia Balığının Kapalı Devre (Tam Kontrollü) Sistemde Yetiştiriciliği”. Yüksek Lisans Tezi. Muğla: Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Mühendisliği Ana Bilim Dalı.
- URL-1: <https://www.discoverlife.org/20/q?search=Oreochromis+niloticus&b=FB2.28.09.2022>
- Ustaoglu, T.S. ve Alagil F. (2008). Effects of feeding frequency on nutrient digestibility and growth performance of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fed a high lipid diet. *Turkish Journal of veterinary and animal sciences*, 33(4): 317-322.

- Uysal, L.A. (2017). “Soya Fasulyesi Küspesi ve Bitkisel Yağ Kaynakları Karışımlarının Birlikte Kullanımlarının Nil Tilapyaalarında (*Oreochromis niloticus* Linnaeus, 1758) Büyüme Parametreleri, Aminoasit ve Yağ Asitleri Kompozisyonları Üzerine Etkileri”. Yüksek Lisans Tezi. Mersin: Mersin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Ana Bilim Dalı.
- Uzunağaç, C. (2009). “Nil Tilapia Yavrularının Kışlatılmasında Spirulina (*Spirulina platensis*) ve Alabalık Yeminin 4 Farklı Rejimle Verilmesinin Canlı Kalma Oranına Etkilerinin Karşılaştırılması”. Yüksek Lisans Tezi. Adana: Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Ana Bilim Dalı.
- Valente, L.M.P., Araújo, M., Batista, S., Peixoto, M.J., Sousa-Pinto, I., Brotas, V., Cunha, L.M. ve Rema, P. (2016). Carotenoid deposition, flesh quality and immunological response of Nile tilapia fed increasing levels of IMTA-cultivated *Ulva* spp. *Journal of Applied Phycology*, 28:691-701. DOI 10.1007/s10811-015-0590-9.
- Villarroel, M., Alavriño, J.M.R. ve López-Luna, J. (2011). Effect of feeding frequency and one day fasting on tilapia (*Oreochromis niloticus*) and water quality. *The Israeli Journal of Aquaculture - Bamidgeh*, IIC:63.2011.609.
- Workagegn, K.B., Ababboa, E.D., Yimer, G.T. ve Amare, T.A. (2014). Growth performance of the Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus* L.) fed different types of diets formulated from varieties of feed ingredients. *Journal of Aquaculture Research & Development*, 5:3. DOI: 10.4172/2155-9546.1000235.
- Wu, Y., Han, H., Qin, J. ve Wang, Y. (2015). Effect of feeding frequency on growth, feed utilization, body composition and waste output of juvenile golden pompano (*Trachinotus ovatus*) reared in net pens. *Aquaculture Research*, 46: 1436–1443.
- Yastı, M.V.(2019). “Farklı Oranlarda Bütirik Asit İçeren Yemlerle Beslenen Tilapya (*Oreochromis niloticus*)’ların Büyüme Parametreleri ve Besin Bileşenlerinin İncelenmesi”. Yüksek Lisans Tezi. Mersin: Mersin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Ana Bilim Dalı.
- Yeşilayer, N., Karşlı, Z., Doğan, G. ve Aral, O. (2008a). Damızlık balıkların performans ve yumurta kaliteleri üzerine karotenoid içeren yemlerin etkisi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Dergisi*, 4 (1-2): 86-93.
- Yeşilayer, N., Doğan, G. ve Erdem, M. (2008b). Balık yemlerinde doğal karotenoid kaynaklarının kullanımı. *Journal of FisheriesSciences.com*. 2 (3): 241-251. DOI:10.3153/jfscom.mug.200709.
- Yılmaz, S. Ergün, S. ve Soytaş, N. (2013). Enhancement of growth performance and pigmentation in red *Oreochromis mossambicus* associated with dietary intake of astaxanthin, paprika, or capsicum. *The Israeli Journal of Aquaculture - Bamidgeh*, IJA_65.2013.825.

Yılmaz, S., Ergün, S. ve Çelik, E.Ş. (2018). Keçiboynuzu (*Ceratonia siliqua*) şurubunun tilapia (*Oreochromis mossambicus*) balıklarında büyüme performansı, hematolojik, serum biyokimyası ve bağışıklık parametrelerine etkisi. *Türk Tarım - Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 6(12): 1820-1826. DOI:10.24925/turjaf.v6i12.1820-1826.2184.

Yousif O. M. (2004) Apparent nutrient digestibility, Growth performance and feed utilization of juvenile Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* L., as influenced by stocking density and feeding frequency. *Emirates Journal of Food and Agriculture*, 16: 27-38.

