T.C.

AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ

İSTİLACI BİR YENGEÇ TÜRÜ OLAN *Charybdis (Goniohellenus) longicollis* (Leene, 1938) UNUNUN JAPON BALIĞI (*Carassius auratus*, Linnaeus, 1758) YEMİNDE KULLANIMININ BALIĞIN RENKLENME VE BÜYÜMESİNE OLAN ETKİLERİNİN ARAŞTIRILMASI

Alper YILDIZ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

SU ÜRÜNLERİ YETİŞTİRİCİLİĞİ

ANABİLİM DALI

DOKTORA TEZİ

NİSAN 2025

ANTALYA

T.C.

AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ

İSTİLACI BİR YENGEÇ TÜRÜ OLAN *Charybdis (Goniohellenus) longicollis* (Leene, 1938) UNUNUN JAPON BALIĞI (*Carassius auratus,* Linnaeus, 1758) YEMİNDE KULLANIMININ BALIĞIN RENKLENME VE BÜYÜMESİNE OLAN ETKİLERİNİN ARAŞTIRILMASI

Alper YILDIZ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

SU ÜRÜNLERİ YETİŞTİRİCİLİĞİ

ANABİLİM DALI

DOKTORA TEZİ

NİSAN 2025

ANTALYA

T.C.

AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

İSTİLACI BİR YENGEÇ TÜRÜ OLAN *Charybdis (Goniohellenus) longicollis* (Leene, 1938) UNUNUN JAPON BALIĞI (*Carassius auratus*, Linnaeus, 1758) YEMİNDE KULLANIMININ BALIĞIN RENKLENME VE BÜYÜMESİNE OLAN ETKİLERİNİN ARAŞTIRILMASI

Alper YILDIZ

SU ÜRÜNLERİ YETİŞTİRİCİLİĞİ

ANABİLİM DALI

DOKTORA

NİSAN 2025

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

İSTİLACI BİR YENGEÇ TÜRÜ OLAN *Charybdis (Goniohellenus) longicollis* (Leene, 1938) UNUNUN JAPON BALIĞI (*Carassius auratus*, Linnaeus, 1758) YEMİNDE KULLANIMININ BALIĞIN RENKLENME VE BÜYÜMESİNE OLAN ETKİLERİNİN ARAŞTIRILMASI

Alper YILDIZ

SU ÜRÜNLERİ YETİŞTİRİCİLİĞİ

ANABİLİM DALI

DOKTORA TEZİ

Bu tez 25/04/2025 tarihinde jüri tarafından Oybirliği ile kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Mehmet GÖKOĞLU
Prof. Dr. Jale KORUN
Doç. Dr. Turhan KEBAPÇIOĞLU
Doç. Dr. Levent DOĞANKAYA
Dr. Öğr. Üyesi Ferhat ÇAĞILTAY

ÖZET

İSTİLACI BİR YENGEÇ TÜRÜ OLAN *Charybdis (Goniohellenus) longicollis* (Leene, 1938) UNUNUN JAPON BALIĞI (*Carassius auratus*, Linnaeus, 1758) YEMİNDE KULLANIMININ BALIĞIN RENKLENME VE BÜYÜMESİNE OLAN ETKİLERİNİN ARAŞTIRILMASI

Alper YILDIZ

Doktora Tezi, Su Ürünleri Yetiştiriciliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Mehmet GÖKOĞLU

Nisan 2025; 75 sayfa

Doğu Akdeniz, Süveyş kanalı vasıtasıyla göç eden Lesepsiyen türlerden çok etkilenen sıcak bir bölgedir. Türkiye kıyıları da bu bölgede yer aldığı için kıyılarımızda bu türlere sıklıkla rastlanılmaktadır. Yapılan son çalışmalarda kıyılarımızda lesepsiyen balık tür sayısı 90 olarak bildirilmiştir. Kızıldeniz'den Akdeniz'e göç sadece balıklarla sınırlı kalmamış, birçok denizel organizma da bu göçü gerçekleştirmiştir. *Charybdis longicollis* (Leene, 1938) de Kızıldeniz'den Akdeniz'e geçiş yapan istilacı yengeç türlerinden biridir. Akdeniz kıyılarımızda gece yapılan trol ve uzatma ağı avcılığı sırasında elde edilen av kompozisyonunun önemli bir kısmını oluşturmaktadır. Ekonomik olarak değerlendirilemeyen bu yengeç, av araçları ve yakalanan avlara büyük zarar vermektedir. Diğer yandan yakalandığı ağlardan alınması sırasında balıkçılara ekstra iş ve zaman kaybına neden olmaktadır. Özellikle trol avcılığı sırasında yakalanan bu yengeç türü küreklerle tekrar canlı olarak doğal ortamına atılmaktadır. Bu gibi istilacı türlerle mücadelenin en iyi yolu bu canlıların değerlendirilmesi ve ekonomiye kazandırılmasıdır. Çalışmamızda *C. longicollis*'in balık beslemede alternatif bir besin kaynağı veya balık ununa takviye olarak kullanılabilirliğinin araştırılması amaçlanmıştır. Bu konuda yapılan kaynak araştırması sırasında herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu yengecin yapılan kompozisyon analizlerinde %31,04 protein oranı tespit edilmiştir. Alternatif protein kaynağı olarak kullanılma potansiyeli olan *C. longicollis* 'in kül tayin analizinde ise %51,50 gibi bir değer bulunmuştur. Bu değerlere dayanarak yengeç ununun balıklarda renklendirici bir katkı maddesi olarak kullanılabileceği düşünülmüştür. Bu nedenle %4 ve %8 yengeç unu içeren rasyonlar ve bir de kontrol grubu rasyonu hazırlanarak 3 tekrarlı olacak şekilde toplamda 9 akvaryuma Japon balıkları (*Carassius auratus*) yerleştirilmiş ve balıklar 90 gün boyunca beslenmiştir. Bu yemlerle beslenen Japon balıklarındaki renklenme ve ağırlık gelişimleri takip edilmiştir. Her 15 günde bir soğuk ışık kaynağına sahip bir lightbox içine alınarak 3 tekrarlı şekilde önden ve üstten fotoğrafları çekilen Japon balıklarının fotoğrafları RGB kanallarına ayrılarak kırmızılık değerleri kaydedilmiştir. Araştırma (90 gün) sonunda %8 yengeç unu ile beslenen Japon balıklarının renk gelişimlerinin ön görünüşten ortalama %36,35 ve üst görünüşten ortalama %30,31 olarak pozitif gelişme sağladığı kaydedilmiş ve bu farkın %10,89 ve %16,82 gelişim aralıklarında kalan %4 Yengeç unu ve Kontrol grubunun ön görünüş ve üst görünüş renk gelişimlerin istatistiksel olarak pozitif yönde anlamlı bir şekilde fark yarattığı yapılan Kruskall-Wallis çoklu değişken analizi ile ortaya konmuştur. Öte yandan yengeç unu katkısının balığın gelişme ve yaşama oranları üzerine istatiksel anlamda negatif bir etkisinin olmadığı bulunmuştur.

ANAHTAR KELİMELER: Ağırlık kazancı, *Carassius auratus*, *C. longicollis*, Katkı, Renklenme, Yengeç unu

JÜRİ: Prof. Dr. Mehmet GÖKOĞLU

Prof. Dr. Jale KORUN

Doç. Dr. Turhan KEBAPÇIOĞLU

Doç. Dr. Levent DOĞANKAYA

Dr. Öğr. Üyesi Ferhat ÇAĞILTAY

ABSTRACT

INVESTIGATION OF THE EFFECTS OF THE USE OF INVASIVE CRAB, *Charybdis (Goniohellenus) longicollis* (Leene, 1938) MEAL IN FEEDING GOLDFISH (*Carassius auratus*, Linnaeus, 1758) ON THE COLORATION AND GROWTH OF THE FISH

Alper YILDIZ

PhD Thesis in Fisheries Faculty

Supervisor: Prof. Dr. Mehmet GÖKOĞLU

April 2025; 75 pages

Turkiye is one of the countries where Lessepsian species coming to the Mediterranean are most common, especially due to its proximity to the Suez Canal. In recent studies, the number of Lessepsian fish species has been reported as 90 (Bilecenoğlu, 2024). *C. longicollis*, as an invasive crab species, has started to reach a significant volume in the catch compositions , especially during night fishing, on the Mediterranean coasts of Turkey in recent years. No study has been found where *C. longicollis* is used as an alternative food source or as a supplement to fish meal. According to the raw material analyses, *C. longicollis*, which has the potential to be used as an alternative protein source with a protein content of 31.04%, is predicted to be insufficient to be a full substitute for fish meal due to the ash analysis result of 51.50%, but the raw material obtained from these crabs can be used as a coloring additive. Accordingly, the diets containing 4% crab meal and 8% crab meal and the Control group diet were given to the goldfish placed in 9 aquariums in total with 3 repetitions and their skin coloration and weight gain were monitored for 90 days. The goldfish, were placed in a lightbox with a cold light source every 15 days and their front and top photos were taken in 3 repetitions, were separated into RGB channels and their redness values were recorded. At the end of 90 days, it was recorded that the skin color change of the goldfish fed with 8% crab meal developed positively as an average of 36.35% from the front view and 30.31% from the top view, and this difference was revealed by the Tukey multivariate analysis that created a statistically significant difference in the front and top view color developments of the 4% crab meal and Control groups in the 10.89% and 16.82% development ranges. It was also determined that the 3 different rations did not create any significant difference in weight developments during these color developments.

KEYWORDS: Additive, *C. longicollis*, Crab, Colorization, Invasive

COMMITTEE: Prof. Dr. Mehmet GÖKOĞLU

Prof. Dr. Jale KORUN

Assoc. Prof. Dr. Turhan KEBAPÇIOĞLU

Assoc. Prof Dr. Levent DOĞANKAYA

Asst. Prof. Dr. Ferhat ÇAĞILTAY

ÖNSÖZ

Doktora tez çalışmam süresince benden desteklerini esirgemeyen başta ailem olmak üzere,

Çalışmamın kurgusundan uygulamasına tüm bilgi birikimleri ve deneyimleri ile her konuda yanımda olan sayın danışman hocam Prof. Dr. Mehmet GÖKOĞLU, ve Tez İzleme Kurulu üyeleri Prof. Dr. Jale KORUN ve Dr. Öğr. Ü. Ferhat ÇAĞILTAY'a,

Çalışmamın gerçekleşebilmesinin en önemli basamağı olan örnek toplama kısmında kendi çalışması devam ederken bana da örnek toplayabilmem adına tüm imkanları sunan Doç. Dr. Turhan KEBAPÇIOĞLU'na,

Çalışmamızın rasyon hesaplamaları konusunda bilgi ve tecrübesi ile yanımda olan Prof. Dr. Alex ATANASOFF'a,

Örnek toplama işlemleri sırasında ellerinden gelen gayreti göstererek yardımcı olan tüm R/V Akdeniz Su Gemi Personeline,

Çalışma süresince içten yardımlarından ötürü arkadaşlarım Dr. Hasan Emre Yılmaz ve Dr. İdris Koraltan'a ayrı ayrı teşekkür eder, minnetlerimi sunarım.

Alper YILDIZ

İÇİNDEKİLER

ÖZET i
ABSTRACT iii
ÖNSÖZ iv
AKADEMİK BEYAN vi
SİMGELER VE KISALTMALAR vii
ŞEKİLLER DİZİNİ viii
ÇİZELGELER DİZİNİ x
1. GİRİŞ 1
2. KAYNAK TARAMASI 3
3. MATERYAL VE METOT 9
4. BULGULAR 31
4.1. Renk Gelişimleri 31
4.1.1. Kontrol Grupları 31
4.1.2. %4 Yengeç Unu Rasyon Grupları 37
4.1.3. %8 Yengeç Unu Rasyon Grupları 42
4.2. Ağırlık Gelişimleri 49
4.2.1. Kontrol Grupları 49
4.2.2. %4 Yengeç Unu Rasyon Grupları 51
4.2.3. %8 Yengeç Unu Rasyon Grupları 53
4.3. Renk Eşleşmeleri 56
4.4.İstatistiksel Analizler 57
4.4.1. Üst Görünüş Analizleri 57
4.4.2. Ön Görünüş Analizleri 61
4.4.3. Ağırlık Analizleri 64
5.TARTIŞMA 66
6. SONUÇLAR 70
7. KAYNAKLAR 71
ÖZGEÇMİŞ

AKADEMİK BEYAN

Doktora Tezi olarak sunduğum "İstilacı Bir Yengeç Türü Olan *Charybdis (Goniohellenus) longicollis* (Leene, 1938) Ununun Japon Balığı (*Carassius auratus*, Linnaeus, 1758) Yeminde Kullanımının Balığın Renklenme Ve Büyümesine Olan Etkilerinin Araştırılması" adlı bu çalışmanın, akademik kurallar ve etik değerlere uygun olarak yazıldığını belirtir, bu tez çalışmasında bana ait olmayan tüm bilgilerin kaynağını gösterdiğimi beyan ederim.

25/04/2025

Alper YILDIZ

SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

^{0}C : Santigrat Derece

% : Yüzde

α : Alfa

β : Beta

^{0} : Derece

' : Dakika

" : Saniye

& : Ve

Kısaltmalar

CIESM : Uluslararası Akdeniz Bilim Komisyonu

Df : Degrees of Freedom (Serbestlik Derecesi)

FAO : Gıda ve Tarım Örgütü

RAL : Ulusal Teslimat Koşulları ve Kalite Güvencesi Komisyonu

RGB : Kırmızı Yeşil Mavi (Renk)

Sig. : Significance (Anlamlılık)

Std : Standart

TÜİK : Türkiye İstatistik Kurumu

Vb. : ve Benzeri

Vd. : ve Diğerleri

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2. 1 *Charybdis longicollis* (Holtius, 1961) 7
Şekil 3. 1. Yengeçlerin (*C. longicollis*) avlandığı Boğazkent açıkları..... 9
Şekil 3. 2. Döneğe bırakılan uzatma ağının toplanıp temizlenmesi..... 10
Şekil 3. 3. *C. longicollis* hedefli trol avı ve ağın alınışı..... 10
Şekil 3. 4. Trol avı av kompozisyonu 11
Şekil 3. 5. Yakalanan yengeçlerin kurutmaya hazırlanması 12
Şekil 3. 6. Yengeçlerin etüvlerde kurutulması..... 13
Şekil 3. 7. Kuruması tamamlanmış yengeç bireylerinin öğütme işlemleri 14
Şekil 3. 8. Öğütücüden geçirilip un haline getirilmeye başlanan kaba yengeç unu..... 14
Şekil 3. 9. İnce öğütücüden de geçtikten sonra homojen bir un eldesi için eleme işlemi 15
Şekil 3. **10** Rasyon yapımı öncesi hassas tartım işlemleri 17
Şekil 3. 11 Tartılan yem hammaddelerinin hamur hazırlığı için geniş bir kaba alınması 17
Şekil 3. 12. Hammaddelerin hamur yapımından önce homojen bir hale getirilmesi..... 18
Şekil 3. 13. Hazırlanan yemlerin hamur haline getirilmesi 19
Şekil 3. 14. Hamur haline gelen yemlerin kıyma makinasından çekilerek şekillendirilmesi 20
Şekil 3. 15. Yemlerin kuruma için hava alan bir bez üzerine serilmesi..... 21
Şekil 3. 16. Denemede kullanmak üzere getirilmiş olan Japon balıkları..... 22
Şekil 3. 17. Akvaryumlara yerleştirilmiş Japon balıkları 23
Şekil 3. 18. Rutin fotoğraf çekimi için ayrılmış balıklar ve lightbox 24
Şekil 3. 19. Toplam ağırlıkları ölçülen Japon balıkları..... 25
Şekil 3. 20. Önden çekilen bir fotoğraf örneği 26
Şekil 3. 21. Üstten çekilmiş bir fotoğraf örneği..... 26
Şekil 3. 22. ImageJ programı ile kanallarına ayrılmış bir görüntü. 27
Şekil 3. 23. ImageJ programı vasıtasıyla işlenmiş bir görüntü ve red channel'da elde edilen ortalama kırmızılık değeri 28
Şekil 3. 24. ChatGPT tarafından analiz edilen görüntü 29
Şekil 3. 25. Sarı-turuncu renklere ait bazı RAL kodları 30
Şekil 4.1. Kontrol 1 ön görünüş renk gelişim eğrisi 33
Şekil 4.2. Kontrol 1 üst görünüş renk gelişim eğrisi 33
Şekil 4.3. Kontrol 2 ön görünüş renk değişim eğrisi 34
Şekil 4.4. Kontrol 2 üst görünüş renk değişim grafiği..... 34
Şekil 4.5. Kontrol 3 ön görünüş renk değişim grafiği 35
Şekil 4.6. Kontrol 3 üst görünüş renk değişim grafiği..... 35
Şekil 4.7. %4 Yengeç akvaryum 1 grubu ön görünüş renk değişim grafiği 39
Şekil 4.8. %4 Yengeç akvaryum 1 grubu üst görünüş renk değişim grafiği 39
Şekil 4.9. %4 Yengeç akvaryum 2 grubu ön görünüş renk değişim grafiği 40
Şekil 4. 10. %4 Yengeç akvaryum 2 grubu üst görünüş renk değişim grafiği 40

Şekil 4.11. %4 Yengeç akvaryum 3 grubu ön görünüş renk değişim grafiği 41
Şekil 4. 12. %4 Yengeç akvaryum 3 grubu üst görünüş renk değişim grafiği 41
Şekil 4.13. %8 Yengeç akvaryum 1 grubu ön görünüş renk değişim grafiği 45
Şekil 4.14. %8 Yengeç akvaryum 1 grubu üst görünüş renk değişim grafiği 45
Şekil 4.15. %8 Yengeç akvaryum 2 grubu ön görünüş renk değişim grafiği 46
Şekil 4.16. %8 Yengeç akvaryum 2 grubu üst görünüş renk değişim grafiği 46
Şekil 4.17. %8 Yengeç akvaryum 3 grubu ön görünüş renk değişim grafiği 47
Şekil 4. 18. %8 Yengeç akvaryum 3 grubu üst görünüş renk değişim grafiği 47
Şekil 4.19. Çalışma gruplanın ortalama ön görünüş renk değişim grafiği.....48
Şekil 4.20. Çalışma gruplanın ortalama üst görünüş renk değişim grafiği.....49
Şekil 4. 21. Kontrol 1 grubu toplam ağırlık artışı.....50
Şekil 4. 22. Kontrol 2 grubu toplam ağırlık artışı.....50
Şekil 4. 23. Kontrol 3 grubu toplam ağırlık artışı.....51
Şekil 4. 24. Yengeç %4 akvaryum-1 grubu toplam ağırlık artışı.....52
Şekil 4. 25. Yengeç %4 akvaryum-2 grubu toplam ağırlık artışı.....52
Şekil 4. 26. Yengeç %4 akvaryum-3 grubu toplam ağırlık artışı.....53
Şekil 4.27. Yengeç %8 akvaryum-1 grubu toplam ağırlık artışı.....54
Şekil 4.28. Yengeç %8 akvaryum-2 grubu toplam ağırlık artışı.....54
Şekil 4.29. Yengeç %8 akvaryum-3 grubu toplam ağırlık artışı.....55
Şekil 4.30. Her bir rasyonun gruplar üzerindeki ağırlık gelişimlerinin kıyaslanması 55
Şekil 4.31. Besleme sonucu elde edilen ortalama renk değerleri ve karşılık RAL kodları 57
Şekil 4.32. Üst Görünüş değerleri normal dağılım analiz sonuçları.....57
Şekil 4.33. Üst görünüş grupları Kruskall-Wallis analiz sonuçları 58
Şekil 4.34. Üst görünüş veri dağılım histogramı 59
Şekil 4.36.Üst Görünüş renk gelişimleri box-plot grafiği (uppercase letter ile).....60
Şekil 4.37. Ön Görünüş değerleri normal dağılım analiz sonuçları.....61
Şekil 4.38. Ön görünüş Kruskal-Wallis test sonuçları.....61
Şekil 4.39. Ön görünüş veri dağılım histogramı.....62
Şekil 4.41. Üst Görünüş renk gelişimleri box-plot grafiği (uppercase letter ile).....63
Şekil 4.42. Ağırlık değerleri normal dağılım sonuçları 64
Şekil 4.43. Ağırlık değerleri Kruskal-Wallis analiz sonucu 64
Şekil 4.44.Ağırlık değerleri veri dağılım histogramı.....65
Şekil 4.46. Ağırlık gelişimleri box-plot grafiği (uppercase letter ile).....65

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1. Çalışmada kullanılan rasyon formülleri....16
Çizelge 4.1. Kontrol Grubu akvaryumları renk gelişim değerleri 31
Çizelge 4.2. Kontrol grupları ön ve üst görünüş değerleri ortalamaları 36
Çizelge 4.3. %4 Yengeç Unu içeren rasyon ile beslenen akvaryum grupları renk gelişim değerleri....37
Çizelge 4.4. %4 Yengeç Unu grupları ön ve üst görünüş değerleri ortalamaları 42
Çizelge 4.5. %8 Yengeç Unu içeren rasyon ile beslenen akvaryum grupları renk gelişim değerleri....43
Çizelge 4.6. %8 Yengeç Unu grupları ön ve üst görünüş değerleri ortalamaları 44
Çizelge 4.7. Her bir grubun ortalama renk gelişimleri ve hesaplanan gelişim yüzdesi..48
Çizelge 4.8. Kontrol grupları toplam ağırlık gelişimleri....49
Çizelge 4.9. %4 Yengeç Unu grupları toplam ağırlık gelişimleri....51
Çizelge 4.10.%8 Yengeç Unu grupları toplam ağırlık gelişimleri....53

1. GİRİŞ

Su Ürünleri Yetiştiriciliği, günden güne artan insan nüfusunun beslenme ihtiyacını karşılamak adına en önemli sektörlerden biridir. Özellikle balıklar uzun zincirli çoklu doymamış olan omega 3 yağ asitlerinin en mükemmel kaynaklarıdır (Turan vd., 2013). Su ürünleri üretimi avcılık ve yetiştiricilik olarak 2 başlık altında incelenmektedir. FAO'nun yayınladığı son istatistiklere bakıldığında dünya genelindeki su ürünleri üretimi 2011 yılında toplam 144 milyon ton iken 2021 yılında 177 milyon tona artış göstermiştir. Bu üretimde yetiştiriciliğin oranı ise %39'dan %48'e yükselmiştir (FAO, 2024).

Türkiye çerçevesinden baktığımızda ise 2014 yılında toplam su ürünleri üretimimiz 537 bin iken 2023 yılında 1,01 milyon tona yükselmiştir. Bu üretimde yıllara göre avcılık üretim oranı azalırken yetiştiricilik üretim oranı sürekli artış göstermiştir. 2014 yılındaki toplam su ürünleri üretimi olan 537 bin tonun %43'ü yetiştiricilik yoluyla elde edilmiştir. 2023 yılındaki 1,01 milyon tonluk su ürünleri üretimimizin 554 bin tonu yani %54,9'u yetiştiricilikten sağlanmıştır (TUİK, 2023).

Balık yetiştiriciliğinin en önemli ve fazla gideri yem giderleri oluşturmaktadır. Su ürünleri beslemesinde kullanılan tüm yemlerde başlıca protein kaynağı olarak balık unu kullanılmaktadır (Tacon, 1994). Son yıllarda avcılık oranının giderek azalması ile yetiştiricilik sektöründeki yemlerde başlıca protein kaynağı olan balık ununun elde edildiği yemlik balıkların temini de sıkıntıya girmekte ve maliyetler yükselmektedir (Olivia-Teles vd., 2015). Bu durumdan ötürü sektöre yeni ve etkili bir alternatif protein kaynağı bulmak için çalışmalar hızla devam etmektedir. Bu çalışmalar kapsamında soyadan mısıra birçok bitkisel protein de denemelerde yer almıştır (Gomez-Requani vd., 2004, Cho, 2010). Hayvansal kaynaklı alternatif protein kaynakları olarak ipek böceği kozaları (Boscolo vd.,2001) ve asker sineği larvaları (Nyakeri vd., 2017) gibi birçok protein kaynakları denenmektedir. Ancak bu çalışmalarda balık ununun kullanımını sıfırlamak yerine sadece oransal olarak azaltarak fayda sağlanmaya çalışılmıştır.

Balık beslemede protein kaynağı olarak balık ununun kullanılması yem masraflarını arttırması yanında ekolojik olarak başka bir sorunu daha ortaya çıkarmaktadır. Balık ununa olan talep arttıkça doğal ortamdan da daha fazla balık avlanmaktadır. Bu durum stokların geleceğini de tehdit etmektedir. Bu tehdit sadece yem olarak kullanılacak balıkları riske etmemekte aynı zamanda bu balıklarla beslenen doğadaki diğer canlılarda da bir azalmaya neden olmaktadır. Bu nedenle balık beslemede balık unu kullanımına farklı çevrelerden çeşitli eleştiriler gelmektedir.

Türkiye'nin Akdeniz'deki coğrafi konumu oldukça önemlidir. Levant denizi olarak adlandırılan bu bölge Süveyş kanalı aracılığı ile Akdeniz'e giren türlerin en çok istila ettiği alanların başında yer almaktadır. Bu konuda çalışmalar yapan bilim insanları yaklaşık 1000 yabancı türün Akdeniz'e girdiğini bildirmişlerdir (Katsenenevakis vd. 2014). Bu türlerin çok büyük bir kısmı Süveyş kanalını kullanmış ve Türkiye'nin de yer aldığı doğu Akdeniz'de dağılım göstermektedir. Biyolojik kirlilik veya diğer adıyla biyolojik istila olarak adlandırıla bu durum için Akdeniz'le kıyısı olan bazı ülkeler değişik tedbirler almaya çalışmaktadır.

Doğal dağılım alanı batı Hint Okyanusu kıyıları, Kızıldeniz, Basra Körfezi, Umman ve Birleşik Arap Emirlik kıyıları olan *C. longicollis*'in Akdeniz'deki ilk kaydı

Türkiye kıyılarından yapılmıştır. İstilacı bir yengeç olan bu türü Holthius (1961) ilk kez Türkiye'nin Mersin ve Antalya kıyılarından bildirmiştir (CIESM). Bu kayıttan sonra yengeç Akdeniz'deki dağılımını hızla genişletmiş ve balıkçılık açısından büyük bir problem haline gelmiştir.

İstilacı türler ile yapılabilecek en iyi mücadele şekli bu türlerin ekonomiye kazandırılması veya insanlık yararına değerlendirilmesidir. Bu noktadan hareketle çalışmamızda istilacı ve balıkçıların büyük bir sorunu olan yengecin (*C. longicollis*) yem ya da yem katkı maddesi olarak değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Böylece balık yetiştiriciliği sektöründe kullanılan yemlerin yüksek maliyetini azaltmak, akvaryum balık yetiştiriciliği sektörü için görsel kalite açısından renkli, sağlıklı ve daha kaliteli akvaryum balığı yetiştirmek, son yıllarda balık ağlarında çok miktarlarda yakalanan ve değerlendirilemeyen işgalci bir yengeç (*C. longicollis*) ile mücadele etmek, ona ekonomik olarak bir değer kazandırmak, avcılık esnasında tekrar denize bırakılan bu tür ile mücadele konusunda bir başlangıç olarak tasarlanmıştır.

2. KAYNAK TARAMASI

Son yıllarda gıda amaçlı balık üretimi önemli oranda artış göstermiş ve bu artışın gelecekte de devam etmesi beklenmektedir. Bu artışlar balık yemlerine balık unu ve balık yağı eklenmesine yönelik talep üzerinde muazzam bir baskı yaratarak bu emtiaların fiyatında bir artışa neden olmaktadır. Bu nedenle, balık yemlerindeki balık unu ve balık yağına olan bağımlılığı azaltmak, su ürünleri yetiştiriciliğinin sürdürülebilir büyümesi için son derece önemli ve öncelikli konularıdır. Balık unu ve balık yağı açısından düşük yemler yeterli büyüme performansı ve yemden yararlanmayı sağlamalı, ayrıca balık sağlığını ve besinsel açıdan yeterli, yenmesi güvenli ve tüketiciler tarafından iyi kabul gören nihai ürünü garanti etmelidir (Oliva-Teles vd. 2022). Bu nedenle balık yemlerinde balık unu yerine çeşitli alternatifler denenmektedir. Bu tür çalışmalara örnek olarak Gökkuşağı Alabalığında (*Oncorhynchus mykiss* W.) Balık unu yerine yosun unu kullanılmasının büyüme parametreleri ve et kompozisyonu üzerine etkilerini Velickova vd. (2024) araştırmıştır. Yaptıkları çalışmada diyete Chlorella ve Spirulina sp.' gibi alglerin ununu dahil ederek balık büyümesi, histolojik parametreler ve fileto kalitesi üzerindeki etkilerini değerlendirmişlerdir. Bu amaçla balık unu yerine %50 ve %100 *Spirulina sp*. ve *Chlorella vulgaris* unları ilave ederek yaptıkları çalışmada en yüksek ortalama canlı ağırlığı, %50 alg unu içeren yemle beslenen gökkuşağı alabalıklarında elde etmişlerdir.

Yine benzer bir çalışmada tatlı su balığı olan *Labeo rohita* (Rohu) yavrularında, yemdeki balık ununu kırmızı deniz yosunu (*Halymenia dilatata*) unu (RedSeaweedMeal) ile ikame etmenin büyüme performansı, yemden yararlanma, kimyasal vücut kompozisyonu, hematolojik bileşenler, sindirim, antioksidan ve metabolik enzimler üzerine etkisi araştırılmıştır (Manikandan vd. 2022). Bu çalışmada da balık unu ile kırmızı deniz yosununun (*H. dilatata*) %50 ikame edilmesi önerilmiş *L. rohita*'nın büyüme performansını, kimyasal vücut kompozisyonunu ve sindirim enzimlerini önemli ölçüde iyileştirdiği ve balık yemi üretim maliyetini düşürmek için balık unu için değerli bir doğal ikame olabileceği bildirilmiştir.

Balık unu ve balık yağının yanı sıra, yıllar içinde balık yemi üretiminde bir dizi başka ana hammadde kullanılmıştır. Bu ham maddeler arasında soya küspesi, soya proteini konsantresi, buğday glüteni, kolza tohumu unu, at fasulyesi, yer fıstığı unu, mısır glüteni, buğday, ayçiçeği küspesi, kolza tohumu yağı, kan unu, hemoglobin unu, kümes hayvanı (eti) unu, tüy unu gibi hayvansal ürünler yer almaktadır (Naylor ve diğerleri, 2009). Dahası, üretim maliyetlerini düşürme ve sektörün sürdürülebilirliğini sağlama çabasıyla, bir dizi başka alternatif balık yemi hammaddesi belirlenmiş ve besin değeri, maliyet etkinliği ve çevresel hususlar açısından uygunlukları üzerine araştırmalar devam etmektedir.

Yine alternatif hammaddelerden bazıları mikroalg, deniz yosunu, kalamar unu, midye unu, denizyıldızı unu, krill ve mikro mantarlardır.

Kültür balıkçılığı amacıyla yapılan balık yemlerinde balık ununun kullanılmasına dünyada birçok çevre kuruluşu ve örgüt karşı çıkmaktadır. Bunun nedeni doğal balık stoklarının aşırı sömürülmesi ve azalması gösterilmektedir. Ayrıca bu kuruluşlar değersiz olan bu balıkların yoksul insanların tüketimine sunulması halinde onların sağlıklı ve dengeli beslenebileceklerini savunmaktadırlar. Ancak, küresel anlamda su ürünleri yetiştiriciliği gıda endüstrisinin en hızlı büyüyen sektörü durumundadır. Üretilen balıkların fiyatını da yemlerde kullanılan balık unu ve balık yağı belirlemektedir. Balık unu ve balık yağı fiyatları durağan olmayıp artan taleple birlikte sürekli artış göstermektedir (Misund vd. 2017).

Balık yemi sadece sofralık balık için kullanılmamaktadır. Yine dünyada giderek büyüyen bir sektör de akvaryum balığı yetiştiriciliğidir. Akvaryum balıkçılığı sektöründe kullanılan yemlerde de balık unu yer almaktadır. Akvaryum balıklarının protein gereksinimleri değişkendir. Omnivor beslenme özelliğine sahip Japon Balığı (*Carassius auratus*) için yaklaşık %30'luk diyet proteini, etçil discus (*Symphysodon aequifasciata*) için %50'ye kadar değişmektedir (Sales ve Jessens 2003). Dolayısıyla akvaryum sektöründeki yemlerde de balık unu ana besin maddelerinden biridir.

Süs balıklarının çekici renklenmesi akvaryum balıkları endüstrisinde önemli bir kalite kriteridir. Süs balıklarının çekici ve göz alıcı parlak renkleri ve fiziksel görünümleri, tüm dünyada tüketici coşkusunu ve pazar talebini belirlemede hayati bir kriterlerdir. Süs balıkları renk üreten karotenoid pigmentlerini sentezleyemezler ve bu nedenle renk pigmentasyonlarını elde etmek için doğal veya sentetik formlarda diyet karotenoidlerine güvenilmek zorundadırlar. Bu nedenle beslemede kullanılan yemler balık sağlığına olumlu katkıları yanında balığın renklenmesine de katkı vermelidir.

Akvaryum balıkları beslenmesi üzerine yapılan araştırmalar genel olarak doğal pigment, probiyotikler ve yeni yem maddelerine odaklanmıştır. Birçok süs balığı türü deri renklendirmesi açısından değerlidir; bu nedenle süs balığı yemlerinde renk arttırıcılar, özellikle karotenoidler (Sicuro 2017, Watson vd. 2004; Moorhead & Zeng 2015) ortalama %1 ila %3'lük bir oranda (Tamaru vd. 2001) kullanılmaktadır.

Süs balıklarının beslenmesinde de balık unu yerine ikame çalışmaları yapılmış ve balık unu yerine soya unu kullanılmıştır (Velasco-Santamaría & Corredor-Santamaría 2011; Sicuro 2017). Bu ikamelerde türe bağlı olarak maksimum %30 oranına kadar ikame edilmiştir (Chong vd. 2003).

Akvaryum balıkları türlerinde renklenmeyi öncelikle melanoforlar, ksantoforlar, eritroforlar, iridoforlar, lökoforlar ve siyanoforalar gibi farklı pigmentler içeren kromatoforlar yapmaktadır (Das 2016; Sathyaruban vd. 2021). Omurgalılardaki deri renklenmesinden sorumlu üç ana pigmentin melaninler, pterinler ve karotenoidler olduğu bildirilmektedir (Grether vd. 2001; Steffen ve McGraw 2007; Sathyaruban vd. 2021). Bu pigmentlerden melaninler ve pterinler sadece hayvanlar tarafından sentezlenebilmektedir. Ancak karotenoid pigmentleri hayvanlar tarafından sentezlenemez. Bu nedenle renk

pigmentasyonlarını elde etmek için doğal veya sentetik formdaki diyet karotenoidlerine gereksinim vardır (Vinkler ve Albrecht 2010; Sathyaruban vd. 2021). Balık derisinin renklendirilmesinde en yaygın kullanılan birincil kaynak karotenoidlerdir.

Karotenler oksijensiz hidrokarbon moleküllerinden oluşmaktadır. Ksantofiller ise oksijenli karotenoidler olup en az bir oksijen atomu taşırlar (Olson ve Krinsky 1995). β-Karoten, α-Karoten ve likopen, karoten grubunun önemli üyeleridir. Zeaksantin, lutein, α- ve β-Kriptoksantin, kantaksantin ve astaksantin, hidroksi ve keto gruplarının yapısal elemanlarını içeren temel ksantofillerdir.

Karotenoidler bitkiler, fitoplankton, zooplankton ve kabuklular tarafından sentezlenebilir. Diğer organizmalar karotenoidleri novo biyosentezlemezler, bu nedenle bunları ya doğrudan diyetten alınmaları ya da metabolik reaksiyonlar yoluyla diyet karotenoid öncüllerini değiştirmeleri gerekir (Maoka, 2011).

Karotenoid pigmentleri ya doğrudan balıkların kromatofor hücreleri içine birikebilir ya da hücresel metabolizma tarafından dönüştürülerek deriye ve diğer dokulara çeşitli renkler halinde aktarılabilir (Chapman ve Miles 2018).

Karotenoid, hayvanlarda büyüme, üreme ve hastalık direncinde, antioksidan aktivite, bağışıklıkta hayati bir rol oynayan ayrıca balıkların renklenmesinde önemli temel bir besin olması nedeniyle tüm balık diyetlerine dahil edilmesi gerektiği bildirilmektedir (Sathyaruban vd. 2021; Haetami ve Meidito 2024).

Süs balıklarının renklenmesinin, diyete eklenen karotenoidin türü, pigment kaynağı, konsantrasyonu, karotenoid beslenmesinin uzunluğu, diyette bulunan diğer bileşenler, karotenoid sentez yöntemleri, vücut büyüklüğü ve ağırlığı, yaşam döngüsü, genetik, karotenoid metabolizması, çevresel faktörler ve stres gibi birçok iç ve dış faktörden etkilendiği bildirilmektedir (Lee ve ark. 2017; Kong ve ark. 2020; Sathyaruban vd. 2021).

Doğal ortamda balıklar planktonik kopepodları ve zooplankton türlerini yiyerek renk pigmentleri elde edebilirler. Otçul beslenen balıklar ise pigmentlerini doğrudan ototroflardan beslenerek oluştururlar. Balıklar genellikle çeşitli yiyecek türleriyle beslenirler ve karotenoidleri heterotrofik avlarından elde ederler (Sathyaruban vd. 2021).

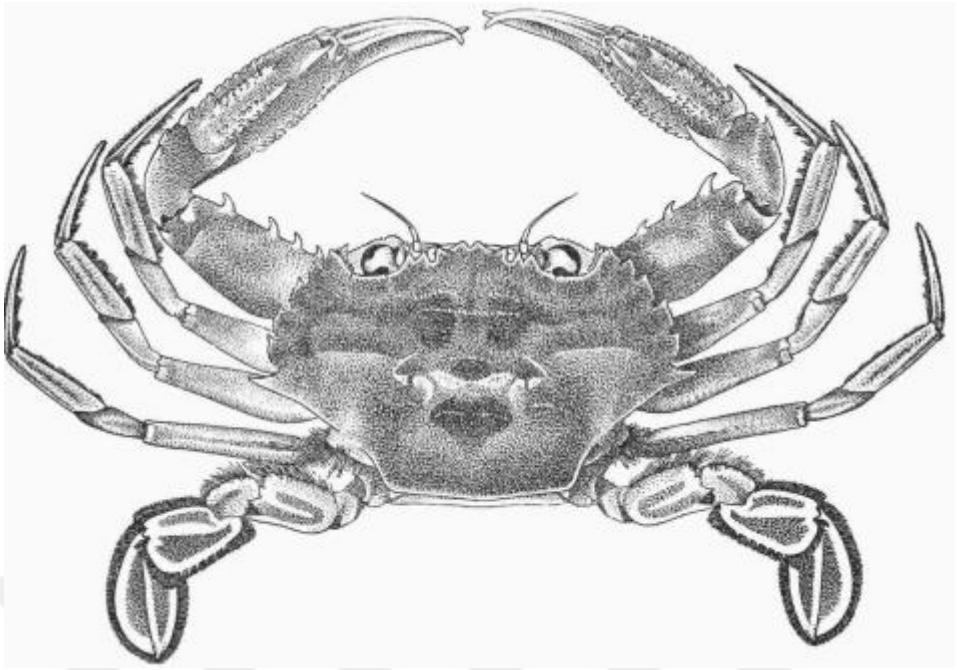
Karotenoidler, birçok hayvan ve bitkinin derisinde koyu turuncu ile kırmızı arasında değişen bir renk yelpazesi sağlar. Astaksantin ve kantaksantin, hayvanlardaki kırmızı, turuncu veya sarı renkten sorumludur. Bu maddeler suda yaşayan hayvanlarda en bol bulunan karotenoid pigmentlerdir (Maoka 2011; Sathyaruban vd. 2021). Özellikle kabuklu deniz hayvanlarının kabuğu ve dış iskeletleri önemli miktarda serbest astaksantin ve lutein içerir. Astaksantin, proteinle bağlanır ve kabuklu deniz hayvanlarının dış iskeletinde crustacyanin gibi karotenoproteinler olarak bulunur ve mor, mavi, siyah ve sarı renklenme gösterdiği bildirilmektedir (Ferrari vd. 2012; Sathyaruban vd. 2021).

Karides ve yengeç atıklarındaki karotenoid içeriğinin türe bağlı olarak 119 ila 148 µg/g arasında değiştiği ve kabuklu deniz hayvanı yan ürünleri 1000 µg/g'dan az astaksantin içerdiği raporlanmıştır (Higuera-Ciapara ve ark. 2006; Sachindra ve ark. 2006; Sathyaruban vd. 2021). Bu nedenle, optimum deri renklenmesini elde etmek için balık yeminin formülasyonunda büyük miktarda kabuklu deniz hayvanı atığına ihtiyaç duyulduğunu bildirilmektedir.

Yapılan birçok çalışmada doğal karoteneidler açısından karides, yengeç ve istakozların zengin olduğu bildirilmektedir. Karotenoidler, hayvanlarda büyüme, üreme ve hastalık direncinde, antioksidan aktivitede, bağışıklıkta hayati bir rol oynayan ayrıca balıkların renklenmesinde önemli temel bir besin maddesidir (Sathyaruban vd. 2021; Haetami ve Meidito 2024). Yengeç ve ıstakoz bireylerinin ihtiva ettiği astaksantin doğal bir kırmızı renk pigment maddesidir (Montoya vd., 2021, Deng vd. 2024).

Araştırmamızda, bir akvaryum balığı olan Japon Balığı'nın renklenmesini araştırmak için doğal rengi sarımsı kahverengi olan ve Akdeniz Kıyılarımızda bol bulunan ve avlanılan istilacı bir yengeç (*Charybdis longicollis*) türü seçilmiştir. Bu yengecin doğal dağılım alanı Batı Hint Okyanusu kıyılarıdır. İstilacı bir yengeç olan *C. longicollis* Süveyş kanalı yoluyla Akdeniz'e geçiş yapmış ve dağılımını oldukça genişletmiştir. Bu yengeçle ilgili yapılan bir çalışmada yengecin bentofajik bir tür olduğu, midelerinde, infaunal ve yavaş hareket eden avları tercih ettiği, benzer türdeşler gibi yumuşakçalar, kabuklular ve balıklarla beslendiği bildirilmektedir. Ayrıca incelenen bu yengeç örneklerin dörtte birinde mikroplastik tespit edilmiştir. Bu yengecin Levant denizi havzasında çok miktarda bulunması nedeniyle yerel biyotayı etkilemesinin muhtemel olduğu bildirilmiştir (Stasolla vd. 2015).

Galil ve Lützen'in (1995) yaptıkları çalışmaya göre İsrail kıyılarındaki *C. longicollis* bireylerinde bir Rhizocephalan türü parazit olan *Heterosaccus dollfusi* parazitine rastlanmıştır. Bu parazit sonbahar ve kış aylarında daha az görülürken bahar ve yaz aylarında parazit görülen birey oranında bir artış olduğu bildirilmiştir. İstilacı türler yeni ortamlarına hastalık ve parazitlerini de taşıyarak orada bulunan diğer türleri riske edebilirler.



Şekil 2. 1 *Charybdis longicollis* (Holtius, 1961)

Özcan ve Katağan'ın (2016) yaptıkları çalışmada ise Akdeniz'in Türkiye kıyılarında da *C. longicollis* bireylerinin *H. dollfusi* parazitinden etkilendiği bildirilmiştir. Bu çalışmaya göre dişilerin erkeklere oranla daha fazla etkilendiği ortaya koymuş ve mevsimsel bazda bahar-yaz aylarında parazitin daha etkin olduğunu bildirmiştir.

Yapılan literatür taramalarında *C. longicollis'*den kitosan eldesi (Doğdu vd., 2021) ve *C. longicollis*' in ağır metal birikimine (Fırat vd., 2008) ait çalışmalar mevcut olmasına karşın şu ana kadar bu türün alternatif bir besin kaynağı ya da balık ununa takviye olarak kullanıldığına dair bir çalışmaya rastlanmamıştır.

Yine aynı familyaya ait bir başka tür olan *Charybdis smithii* hakkında yapılan bir besin içeriği çalışmasında kuru maddede ortalama %63 Protein, %2,8 Karbonhidrat ve %7 oranında yağ içerdiği bildirilmiştir (Balasubramanian vd., 2001).

Garcia ve ark. (2010) yengeç ununun balık unu yanında ekstra bir protein kaynağı olarak kullanmış ve Fangri balığı (*Pagrus pagrus*) üzerinde gelişim ve renklenme üzerine etkilerini incelemişlerdir. Bu çalışma kapsamında biri tatlı su istakozu (*Procambarus clarkii*) ve diğeri de tuzlu su yengeci (*Chaceon affinis*) olmak üzere 2 farklı crustacea türünün unu kullanılmıştır. Hem tatlı su hem de tuzlu su crustacea unu ayrı ayrı toplam oranda %10 ve %20 kullanılarak oluşturulmuş 4 farklı rasyon denenmiştir. 165 günlük bir beslemenin ardından kontrol grubu %80 büyüme oranına sahipken tuzlu su crustacea ununun %20 oranda kullanıldığı rasyonu alan deney grubu %106'lık bir büyüme göstermiştir. Yine aynı çalışmada renklenme üzerine etkiye baktığımızda ise tatlı su crustacea ununda tuzlu su crustacea ununa kıyasla daha yüksek karatenoid içermesinden ötürü %20 oranında tatlı su yengeci unu kullanılmış rasyon verilen grup en yüksek renklenmeyi göstermiştir.

C. longicollis ülkemizin Akdeniz kıyılarında trol ve uzatma ağlarında çok çıkan bir yengeç türü olup ekonomik olarak değerlendirilmemektedir. Fanyalı uzatma ağlarında yakalandığı zaman ağları keserek parçaladığı gibi yakalanan avlara da büyük zararlar vermektedir. Diğer yandan ağlardan ayıklanmaları sırasında balıkçıya büyük iş gücü ve zaman kaybı yaratmaktadır. Benzer etki trol balıkçılığı sırasında da yaşanmaktadır. Özellikle gece yapılan avcılıkta çok miktarlarda çıkan bu yengeç türü kıskaçlarıyla trol avlarına (karides ve balık) büyük zarar vermektedir. Av kompozisyonu içinde ekonomik olarak değerlendirilecek balıkların ayıklanmaları sırasında da zaman zaman balıkçıların el ve ayaklarında yaralanmalara da neden olmaktadır.

Şimdilik ekonomik olarak değerlendirilemeyen bu yengeç avlanıldıktan sonra trol teknelerinden küreklerle tekrar doğal ortama geri atılmaktadır.

Bu çalışmada, ekosisteme, balıkçıya, balıkçı ağlarına ve ağlarda yakalanan av kompozisyonuna büyük zarar veren işgalci bir yengeç türünün ekonomik olarak değerlendirme, kültür balıkçılığı yemlerinde ikame edilerek daha az balık unu kullanımı ile ekosistemin korunmasına ve daha kaliteli süs balığı yetiştiriciliğinin yapılmasına katkı verilmesi amaçlanmıştır.

3. MATERYAL VE METOT

Yem katkı maddesi olarak kullanılan istilacı yengeç türü olan *C. longicollis* bireyleri, Akdeniz Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi'ne ait R/V Akdeniz Su isimli araştırma gemisi ile avlanmıştır.

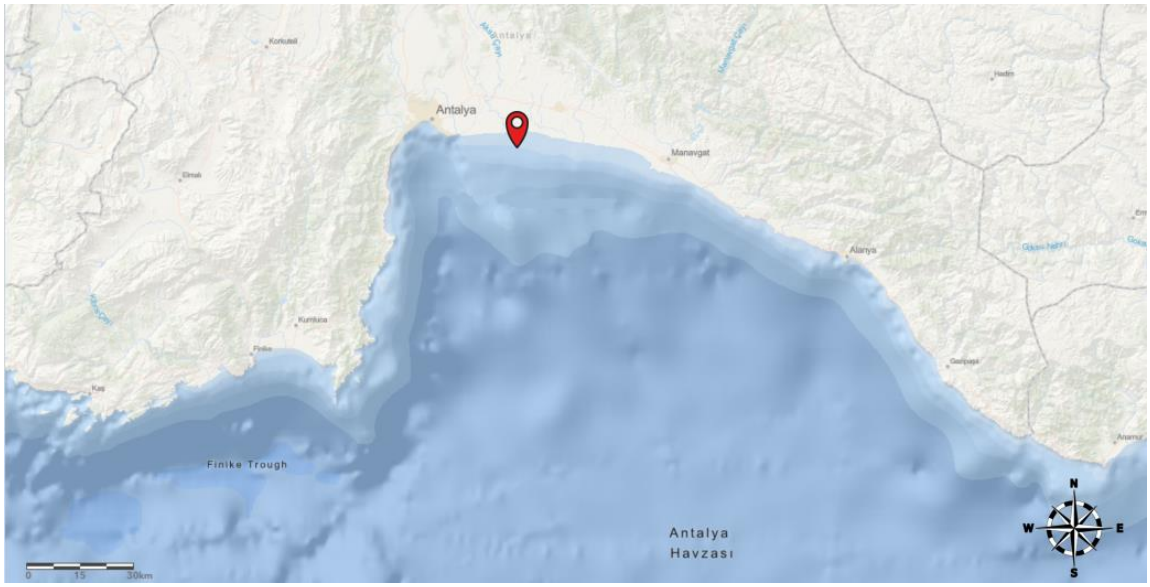
Çalışmanın yapılmasına dair gerekli etik kurul izni Akdeniz Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Hayvan Deneyleri Yerel Etik Kurulu'nun 29.03.2024 tarihli toplantısının 1 no'lu kararı ile alınmıştır.

Av yöntemi olarak, göz açıklığı 24 mm olan ve 60 göze donatılmış iki posta fanyalı uzatma ağı akşam üzeri 36°45'38.76"K; 31°10'4.41"D koordinat bölgesine (Boğazkent açığı) denize bırakılmış ve sabah erken saatlerde toplanmıştır (Şekil 3.1). Yine yengeçler, diğer bir avlama yöntemi olarak aynı bölgede gece 45 dakikalık bir trol çekimi yolu ile elde edilmiştir.

Fanyalı uzatma ağının bırakıldığı ve trol çekiminin yapıldığı bölgenin dip yapısı çamurlu kumlu özelliktedir.

Avlanılan yengeç bireyleri soğuk taşıma yöntemiyle Akdeniz Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi laboratuvarına getirilmiş ve -20 derece soğuk hava deposunda muhafaza altına alınmıştır. Daha sonra yengeç örnekleri altlarında kurutma kağıtları serili düzenekler eşliğinde, kurutmalı etüvlere yerleştirilerek kurutma işlemlerine başlanmıştır.

Tam ve hatasız bir kurutmayı sağlamak için yengeç bireylerinin karapaksları açılarak etüvdeki kurutma kağıdının üzerine dizilmiştir. Kurutmayı yapmak için etüvün sıcaklığı 45^{o} C'ye ayarlanmış ve toplam 48 saat etüvde tutularak tam kurutma işlemi gerçekleştirilmiştir.



Şekil 3. 1. Yengeçlerin (*C. longicollis*) avlandığı Boğazkent açıkları



Şekil 3. 2. Döneğe bırakılan uzatma ağının toplanıp temizlenmesi



Şekil 3. 3. *C. longicollis* hedefli trol avı ve ağın alınışı



Şekil 3. 4. Trol avı av kompozisyonu



Şekil 3. 5. Yakalanan yengeçlerin kurutmaya hazırlanması



Şekil 3. 6. Yengeçlerin etüvlerde kurutulması

Kuruması tamamlanan yengeç bireyleri daha sonra bir öğütücülerden geçirilerek un haline getirilmiştir. Önce kaba öğütücüden, daha sonra da daha ince öğütücüden geçen bireyler un haline getirilmiş ve elde edilen malzeme un eleğinden tamamen geçebilecek hale gelene kadar öğütme işlemi tekrarlanmıştır.



Şekil 3. 7. Kuruması tamamlanmış yengeç bireylerinin öğütme işlemleri



Şekil 3. 8. Öğütücüden geçirilip un haline getirilmeye başlanan kaba yengeç unu



Şekil 3. 9. İnce öğütücüden de geçtikten sonra homojen bir un eldesi için eleme işlemi

Elde edilen yengeç unundan alınan numuneler hammadde ve içerik analizi yapılmak üzere T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Akdeniz Su Ürünleri Araştırma, Üretme ve Eğitim Enstitüsü Müdürlüğü'nün akredite laboratuvarına götürülmüştür. Yengeç ununa ait 3 tekerrürlü yapılmış olan Protein, Yağ ve Kül Analizi sonuçlarının ortalamaları aşağıdaki tabloda belirtilmiştir.

Çizelge 3.1. *C. longicollis* e ait hammadde analiz sonuçları

Analiz adı	**Sonuç (Yüzde %)**
Protein Analizi	31,04
Yağ Analizi	1,71
Kül Analizi	51,50

Analizlerden elde edilen bulgular ışığında rasyonda kullanılacak olan hammaddeler belirlenmiş olup formulasyon üzerine çalışmalar yapılmıştır. Ticari japon balığı yemleri referans alınarak yapılan çalışmalar neticesinde ortaya çıkan ve beslemede kullanılmış olan rasyon karmalarına ait formüller aşağıda verilmiştir.

Çizelge 3.1. Çalışmada kullanılan rasyon formülleri

Hammadde	Deneme 1 Yüzde (%)	Deneme 2 (Yüzde %)	Kontrol (Yüzde %)
Yengeç Unu	8	4	0
Mısır Unu	20	20	20
Buğday Unu	20	20	20
Balık Unu	12,50	15,7	19
Ayçiçeği Küspesi	10	10	10
Soya Küspesi	24,70	25	25
L-lizin (%78)	0,35	0,175	-
DL-Metiyonin (%99)	0,25	0,125	-
L-Treolin (%98)	0,15	0,075	-
Tuz	0,3	0,4	0,5
Mineral Premix	0,2	0,35	0,5
Ca(H2PO4)2	1,7	3,2	4,7
Prebiyotik premix	0,1	0,1	0,1
CaCO3	1,75	0,875	-
Toplam	**100**	**100**	**100**

Hazırlanan formüllere göre eksik hammaddeler temin edilerek rasyon hazırlama işlemlerine başlanmıştır. Her bir rasyonun toplam protein oranı %30 olacak şekilde ayarlanmıştır.



Şekil 3. **10** Rasyon yapımı öncesi hassas tartım işlemleri



Şekil 3. 11 Tartılan yem hammaddelerinin hamur hazırlığı için geniş bir kaba alınması



Şekil 3. 12. Hammaddelerin hamur yapımından önce homojen bir hale getirilmesi

Hazırlanacak olan rasyonların hammaddeleri kuru halde iken tamamen homojen hale gelene kadar karıştırılmıştır. Daha sonra hazırlanan bu homojen karışım hamur haline gelene kadar su ilave edilerek hamur haline getirilmeye başlanmıştır.



Şekil 3. 13. Hazırlanan yemlerin hamur haline getirilmesi



Şekil 3. 14. Hamur haline gelen yemlerin kıyma makinasından çekilerek şekillendirilmesi

Hamur haline getirilen rasyonlar kıyma makinesi yardımıyla şekillendirilerek kurutma aşamasına geçirilmiştir.



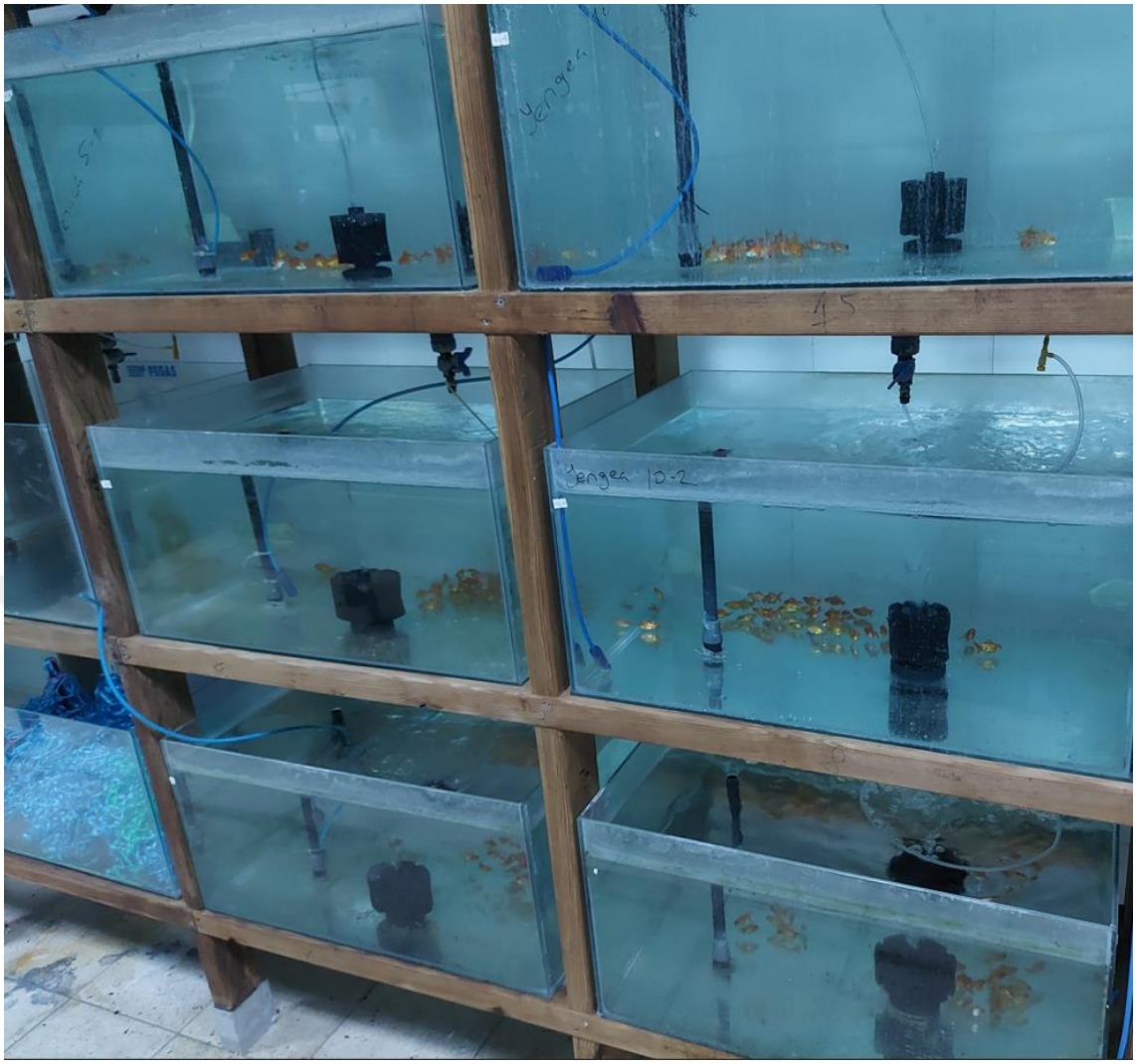
Şekil 3. 15. Yemlerin kuruma için hava alan bir bez üzerine serilmesi

Hazırlanan peletlerin kurumasının tam ve kusursuz olması adına Akdeniz Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Deney Hayvanları Ünitesi bölümünde bulunan ve o esnada inaktif durumda olan çapı 1 metre olan üretim tanklarının üzerlerine bir bez gerilip, bu bezin üzerine serilerek, serin bir ortamda kurutma işlemi gerçekleştirilmiştir. Gerilen bu bezin üzerinde olmaları hem üstten hem de alttan hava almasından ötürü peletlerin herhangi bir küf vb. oluşmadan kurumasında etkili olmuştur.



Şekil 3. 16. Denemede kullanmak üzere getirilmiş olan Japon balıkları

Antalya'da faaliyet gösteren bir üretim tesisinden alınan, toplamda 300 adet aynı üreme dönemine ait ortalama 3-4 aylık Japon balığı yavrusu Akdeniz Üniversitesi Deney Hayvanları Ünitesi Akvaryum Ünitesi'ne getirilerek, karantina uygulanmaksızın 20 gün adaptasyon süresine tabi tutulmuştur. Adaptasyon aşamasının sonunda %8 Yengeç unu, %4 Yengeç unu ve kontrol grubuna ait rasyonların 3 tekerrürlü denemelerinin yapılacağı toplamda 9 akvaryuma 30'ar adet balık yerleştirilerek su sıcaklığı 22-24 derece aralığında günde 12 saat aydınlatma uygulanan kapalı devre sisteminde besleme çalışması başlatılmıştır. Çalışmaya 30 Ekim 2024 tarihinde başlanılmış olup 30 Ocak 2025 tarihinde sonlandırılmıştır.



Şekil 3. 17. Akvaryumlara yerleştirilmiş Japon balıkları

Besleme çalışmasına başlanmadan önce her bir akvaryumdaki balıkların renklerinin takibi için önceden hazırlanmış olan 30 x 15 x 20 cm ölçülerinde cam akvaryuma alınıp soğuk ışık kaynağına sahip bir lightbox içine yerleştirilerek önden ve yukarıdan 3 tekerrürlü fotoğrafları çekilmiştir. Fotoğraf makinası olarak Samsung nx1000 marka aynasız dijital fotoğraf makinası kullanılmıştır. Pozlama ise otomatik modda ayarlanmıştır. Bu fotoğraf çekimi her 15 günde bir tekrarlanmıştır. Fotoğraf çekimlerine ilaveten balıkların kondisyon durumunun da izlenebilmesi için her akvaryuma konulacak balıkların toplam ağırlıkları da 0.01 hassasiyetli terazi ile alınarak kaydedilmiştir. Yine her 15 günde bir akvaryum toplam ağırlığı kaydedilerek, yengeç unu ilavesinin renk gelişimlerine ek olarak vücut gelişimlerinin üzerinde herhangi bir etki yapıp yapmadığı da izlenmiştir.

Beslemelerine başlanan balıklar günde 2 öğün (08:30-17:30) ad libitum (doyana kadar) beslenmiştir.



Şekil 3. 18. Rutin fotoğraf çekimi için ayrılmış balıklar ve lightbox



Şekil 3. 19. Toplam ağırlıkları ölçülen Japon balıkları

Balıkların fotoğraflanmasında hataları minimize etmek için hem önden görünüm hem de üstten görünümleri 3 tekrarlı şekilde çekilmiştir.



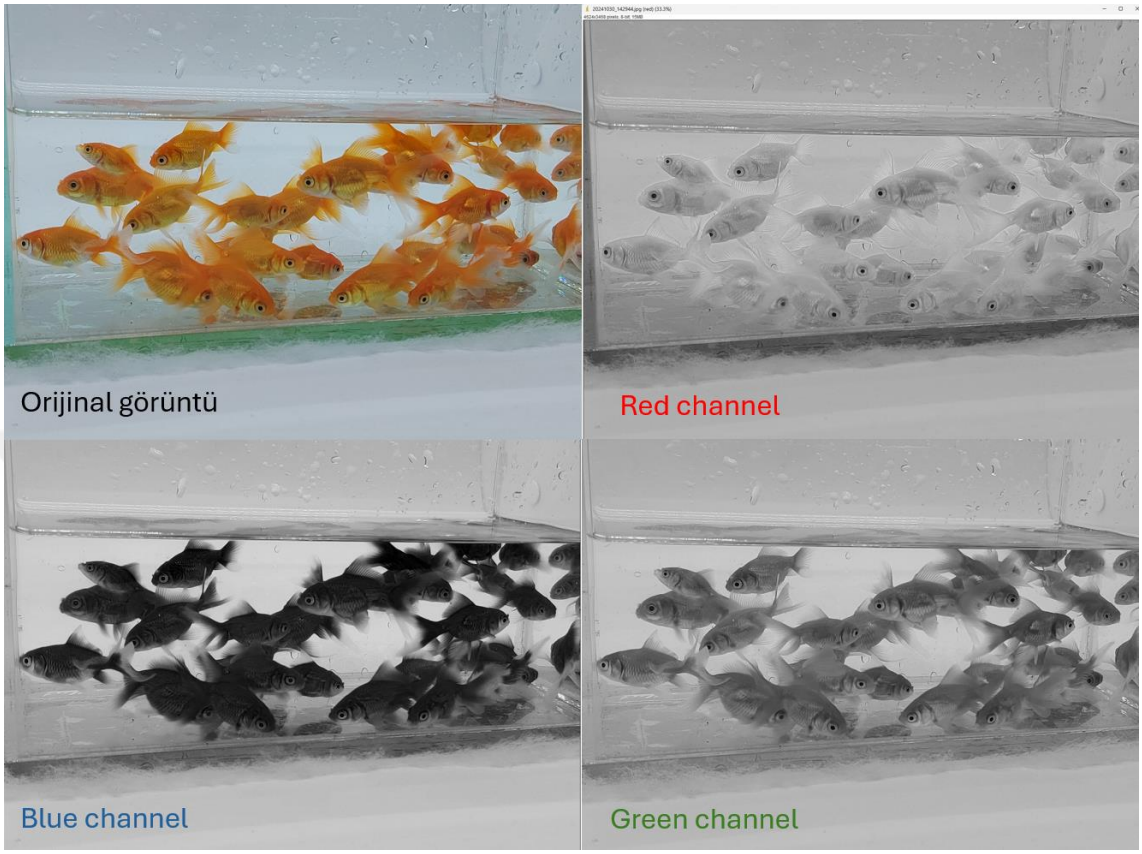
Şekil 3. 20. Önden çekilen bir fotoğraf örneği



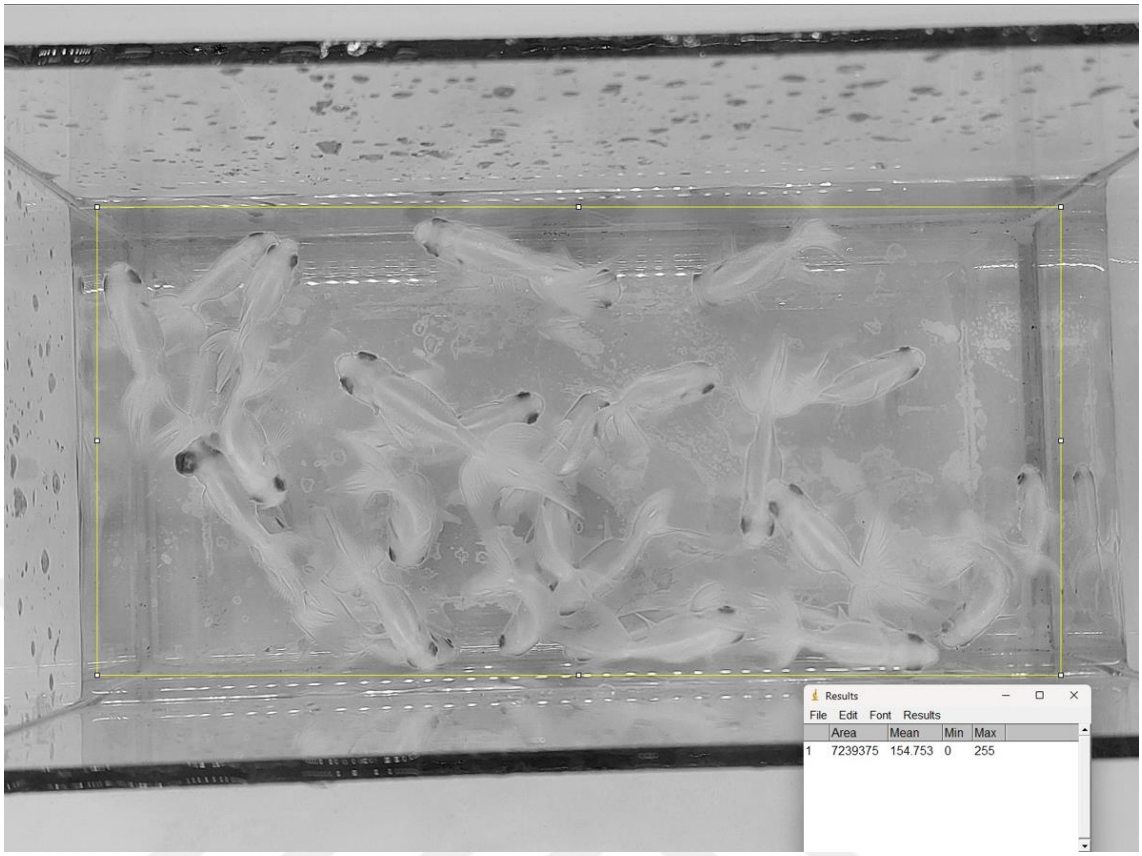
Şekil 3. 21. Üstten çekilmiş bir fotoğraf örneği

Fotoğrafları çekilen balıklar teknolojik gelişimler ışığında güncel trendlerden birisi olan yapay zekâ destekli görüntü işleme yöntemi ile analiz edilmiştir. Görüntü işleme programı olarak "ImageJ" isimli program kullanılmıştır. ImageJ, Ulusal Sağlık Enstitüleri ve Optik ve Hesaplamalı Enstrümantasyon Laboratuvarı'nda geliştirilen Java tabanlı bir görüntü işleme programıdır. Bu program sayesinde lightbox altında çekilen görüntü renk katmanlarına ayrılmaktadır. Ayrılan katmanlar bir görüntünün gerçek renk değerini veren RGB olarak adlandırılan Red, Blue ve Green katmanlarıdır. Japon

balıklarında temel renk kırmızı/turuncu olduğu için Red Channel görüntüleri ayrılmıştır. Ayrılan bu görüntülerde kırmızılık değerinin ölçülebilmesi yine programın içerisinde bulunan makro işlevi sayesinde gerçekleşmektedir.

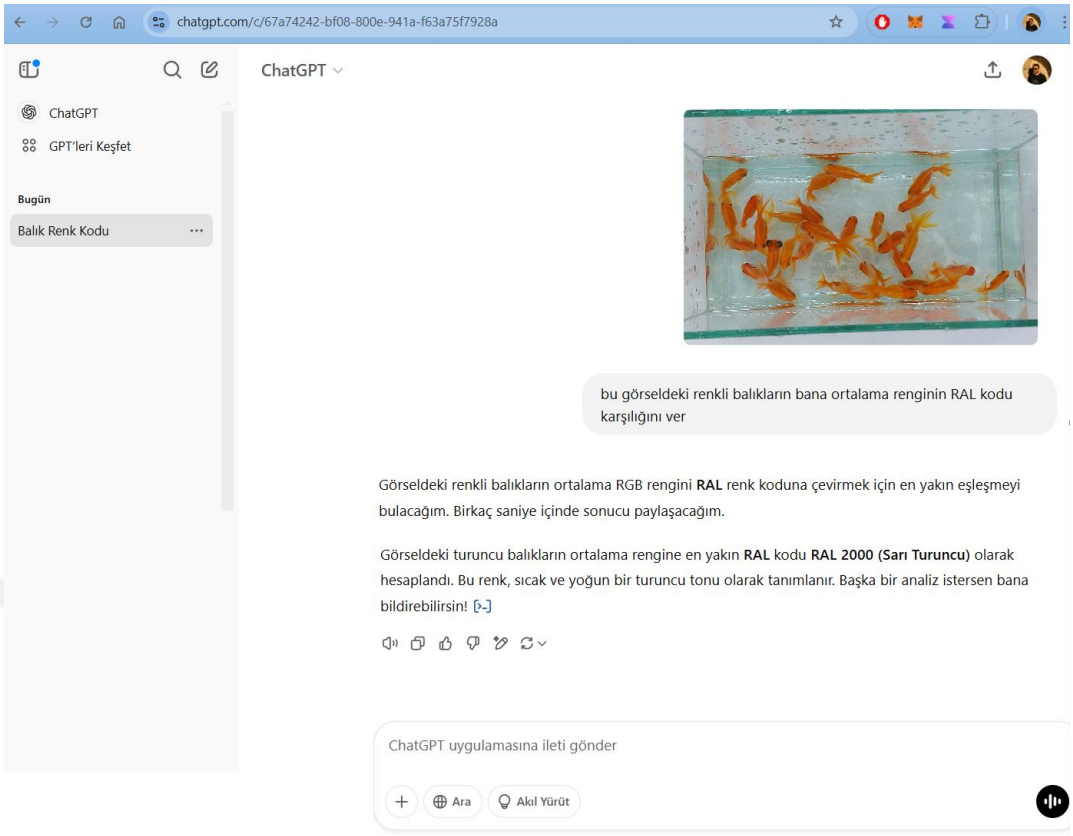


Şekil 3. 22. ImageJ programı ile kanallarına ayrılmış bir görüntü.

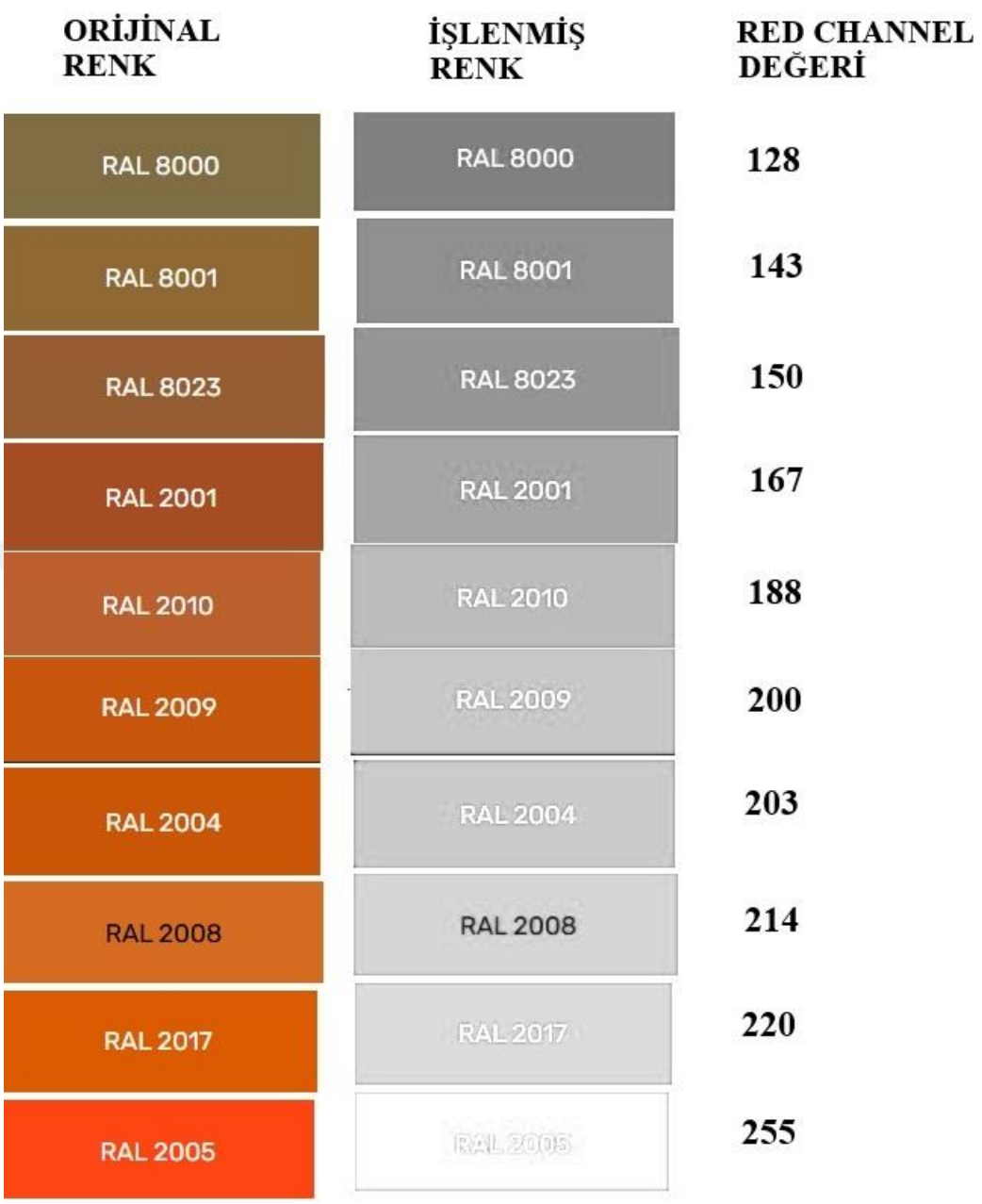


Şekil 3. 23. ImageJ programı vasıtasıyla işlenmiş bir görüntü ve red channel'da elde edilen ortalama kırmızılık değeri

Renklerin dünya üzerinde standardizasyonu kullanım alanlarına göre farklı kodlama sistemleri ile tanımlanmıştır. Bunlar; Pantone renk kodlar, Hex renk kodları, RGB renk kodları ve RAL renk kodlarıdır. Bunlardan gerçek renklere en yakın olan ve dünya genelinde en popüler kullanıma sahip olan kodlama sistemi ise RAL renk kodlama sistemidir. Kullanmış olduğumuz görüntü işleme programının dünya üzerindeki standartlara uygunluğunu test etmek adına işlemiş olduğumuz görüntüyü yapay zekanın öncülerinden olan ChatGPT programına da işleterek görüntümüzdeki balıkların besleme çalışmasına başlamadan önce RAL renk kodunu öğrenerek, çalışmamızı bu kodlama sistemine entegre ettik. Japon balıklarının göstermiş olduğu Sarı-Turuncu renklerden oluşan birtakım renklerin RAL kodları alınarak ImageJ programı ile katmanlarına ayrılıp "Red Channel" kanalında renk okumaları gerçekleştirildi. Renk gelişimlerinin incelemesi yapılırken bu işlenen görüntülerdeki renk ortalamalarına karşılık gelen RAL kodu değerlerinin belirlenebilmesi için bu standardizasyon büyük öneme sahiptir.



Şekil 3. 24. ChatGPT tarafından analiz edilen görüntü



Şekil 3. 25. Sarı-turuncu renklere ait bazı RAL kodları

4. BULGULAR

Araştırmamızda 90 günlük besleme periyodu uygulanmıştır. Araştırma süresince deneme guruplarında balık ölümleri de görülmemiştir. Bu periyodun ardından elde edilen bulgular şu şekildedir.

4.1. Renk Gelişimleri

4.1.1. Kontrol Grupları

Araştırmamızda 90 gün süre boyunca ilk besleme gününden son güne kadar her 15 günde 1 tekrarlanan fotoğraf çekimlerinde, Kontrol Grubu akvaryumlarının önden ve üstten görüntüleri 3 tekerrürlü çekilmiş olup. ImageJ programı vasıtasıyla RGB renk kanallarına ayrılan görüntülerin "Red Channel" daki kırmızılık değer gelişimleri aşağıdaki çizelgede verilmiştir.

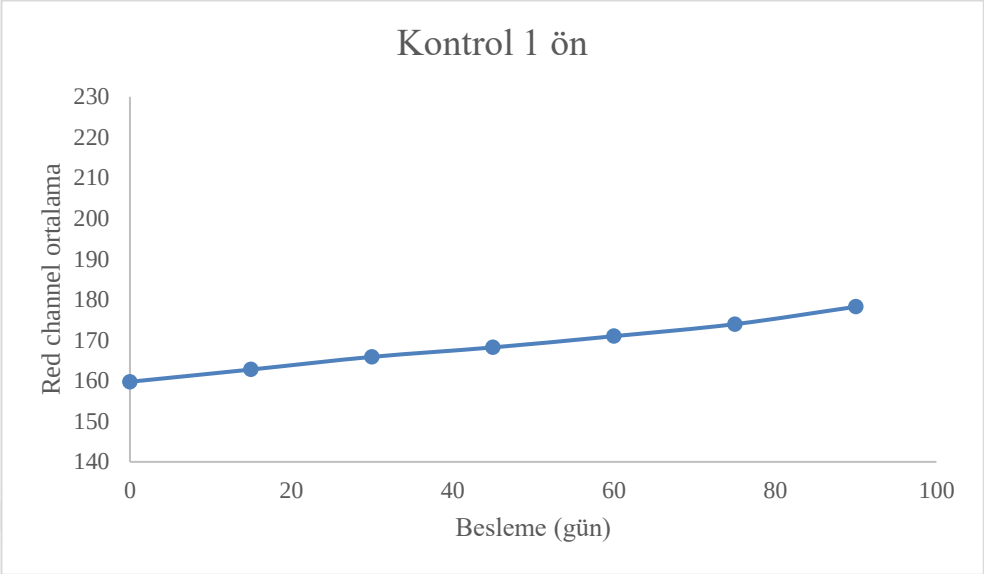
Çizelge 4.1. Kontrol Grubu akvaryumları renk gelişim değerleri

		Kontrol 1 ön	Kontrol 1- üst	Kontrol 2- ön	Kontrol 2- üst	Kontrol 3- ön	Kontrol 3- üst
30 Ekim 24	Tekerrür 1	160,558	153,703	162,083	149,262	163,198	149,884
	Tekerrür 2	159,908	154,753	163,486	150,65	161,81	150,174
	Tekerrür 3	158,752	154,294	163,282	152,502	161,982	152,932
	Ortalama	**159,739**	**154,25**	**162,950**	**150,805**	**162,33**	**150,997**
15 Kasım 24	Tekerrür 1	162,842	154,817	163,443	151,14	163,391	151,018
	Tekerrür 2	162,106	154,973	163,901	152,121	162,504	150,867
	Tekerrür 3	163,342	156,088	164,872	153,723	162,244	153,247
	Ortalama	**162,763**	**155,293**	**164,072**	**152,328**	**162,713**	**151,711**
30 Kasım 24	Tekerrür 1	166,433	156,308	163,988	153,994	164,433	152,673
	Tekerrür 2	166,817	158,413	164,686	154,215	163,171	152,143
	Tekerrür 3	164,379	157,107	165,629	155,818	164,015	155,109
	Ortalama	**165,876**	**157,276**	**164,768**	**154,676**	**163,873**	**153,308**

Çizelge 4.1 devamı

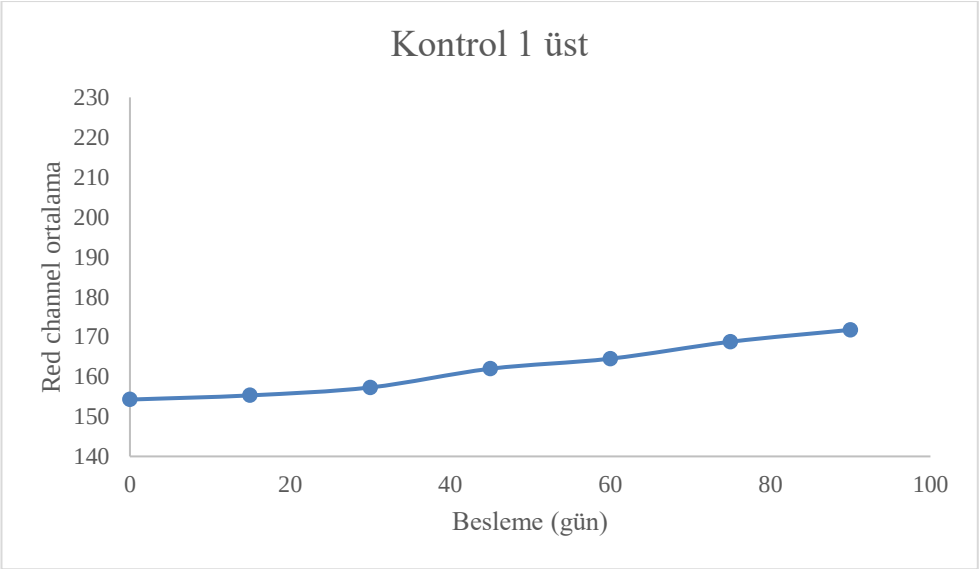
15 Aralık 24	Tekerrür 1	168,742	161,726	166,377	154,641	166,744	156,883
	Tekerrür 2	168,25	161,228	166,718	156,551	167,091	156,791
	Tekerrür 3	167,651	162,942	168,291	156,489	166,337	157,017
	Ortalama	**168,214**	**161,965**	**167,129**	**155,894**	**166,724**	**156,897**
30 Aralık 24	Tekerrür 1	171,84	164,116	169,944	159,941	170,849	160,348
	Tekerrür 2	170,175	164,763	170,103	160,469	171,284	161,109
	Tekerrür 3	170,94	164,592	170,229	161,082	170,317	161,277
	Ortalama	**170,985**	**164,490**	**170,092**	**160,497**	**170,817**	**160,911**
15 Ocak 25	Tekerrür 1	173,708	168,271	173,739	164,73	174,731	164,386
	Tekerrür 2	175,127	169,433	174,464	165,284	175,692	165,014
	Tekerrür 3	173,003	168,48	174,381	165,296	175,822	165,273
	Ortalama	**173,946**	**168,728**	**174,195**	**165,103**	**175,415**	**164,891**
30 Ocak 25	Tekerrür 1	178,908	171,412	179,913	170,712	178,841	169,34
	Tekerrür 2	177,481	171,837	179,874	171,454	180,458	170,112
	Tekerrür 3	178,323	171,904	180,42	172,641	179,347	173,342
	Ortalama	**178,237**	**171,718**	**180,069**	**171,602**	**179,549**	**170,931**

4.1.1.1 Kontrol Grupları Renk Gelişim Grafikleri



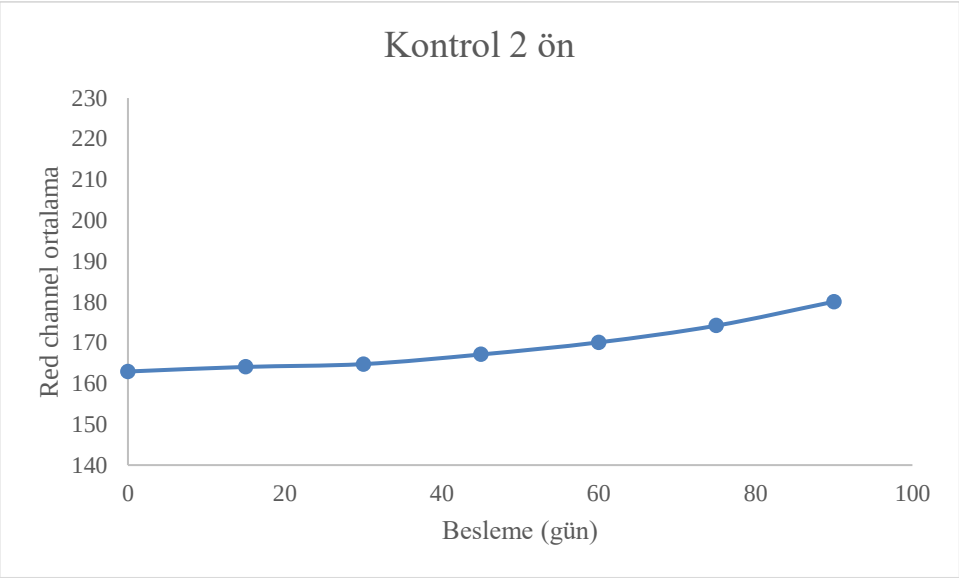
Şekil 4.1. Kontrol 1 ön görünüş renk gelişim eğrisi

Kontrol 1 grubu ön görünüş fotoğraflarının analizi sonucunda ilk başlangıç kırmızılık ortalaması 159,739 iken 90 günlük besleme periyodu ardından kırmızılık ortalaması 178,237 değerine yükselmiştir. Bu değerler neticesinde kontrol grubu renk değerinin %11,6 gelişim gösterdiği hesaplanmıştır.



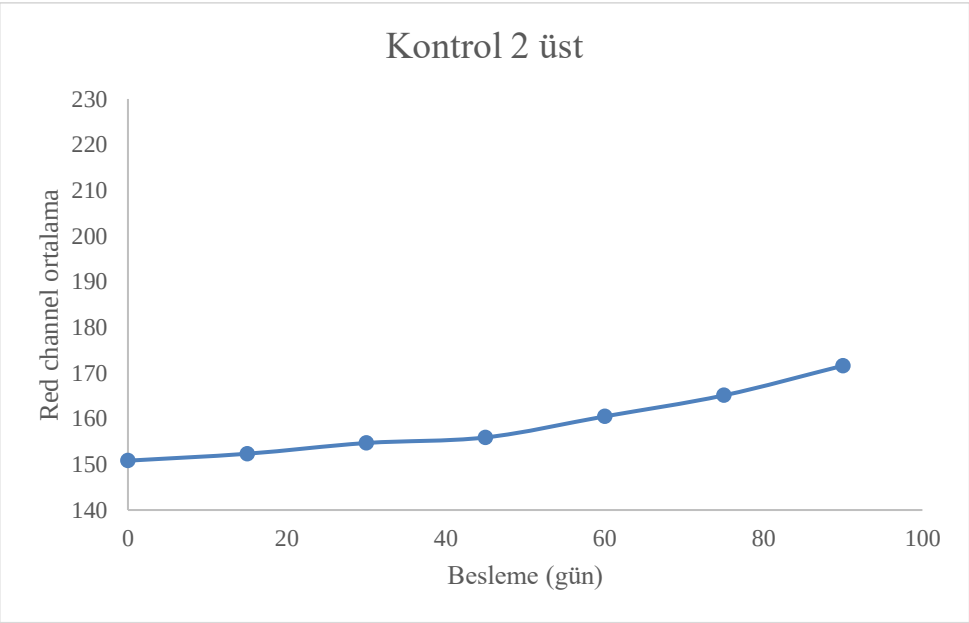
Şekil 4.2. Kontrol 1 üst görünüş renk gelişim eğrisi

Kontrol 1 grubu üst görünüş fotoğraflarının analizi sonucunda ilk başlangıç kırmızılık ortalaması 154,250 iken 90 günlük besleme periyodu ardından kırmızılık ortalaması 171,718 değerine yükselmiştir. Bu değerler neticesinde kontrol grubu renk değerinin %11,3 gelişim gösterdiği hesaplanmıştır.



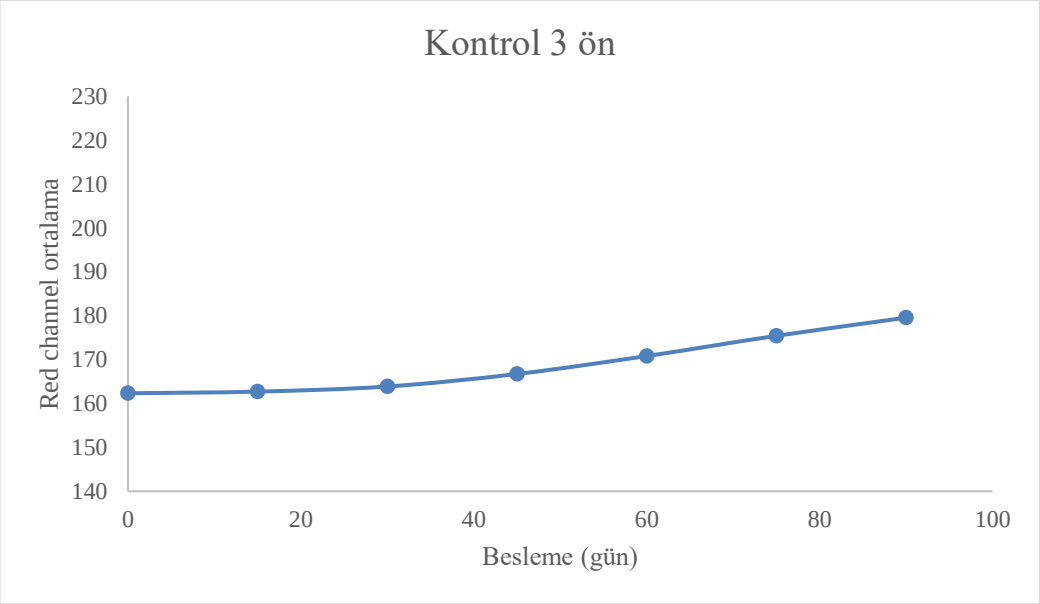
Şekil 4.3. Kontrol 2 ön görünüş renk değişim eğrisi

Kontrol 2 grubu ön görünüş fotoğraflarının analizi sonucunda ilk başlangıç kırmızılık ortalaması 162,950 iken 90 günlük besleme periyodu ardından kırmızılık ortalaması 180,069 değerine yükselmiştir. Bu değerler neticesinde kontrol grubu renk değerinin %10,5 gelişim gösterdiği hesaplanmıştır.



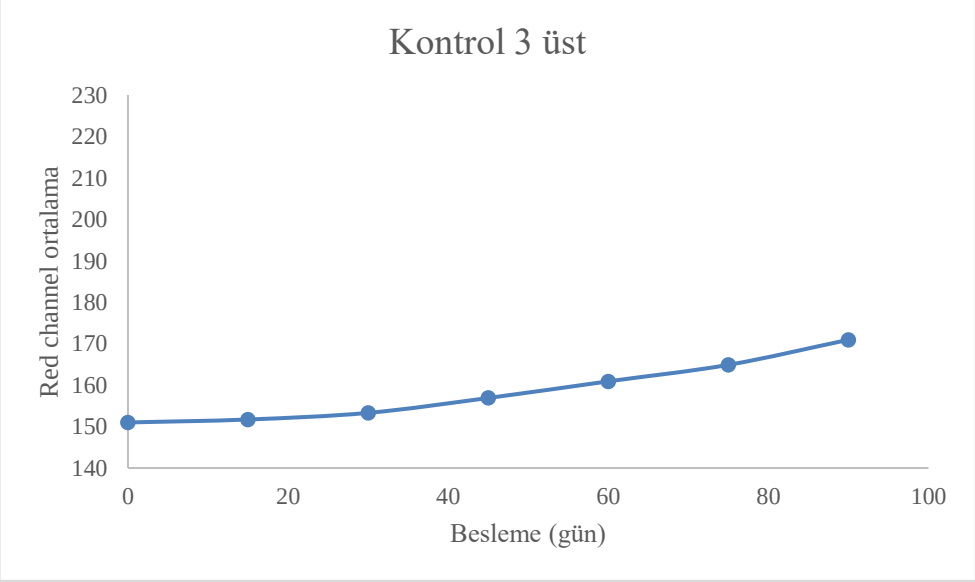
Şekil 4.4. Kontrol 2 üst görünüş renk değişim grafiği

Kontrol 2 grubu üst görünüş fotoğraflarının analizi sonucunda ilk başlangıç kırmızılık ortalaması 150,805 iken 90 günlük besleme periyodu ardından kırmızılık ortalaması 171,602 değerine yükselmiştir. Bu değerler neticesinde kontrol grubu renk değerinin %13,8 gelişim gösterdiği hesaplanmıştır.



Şekil 4.5. Kontrol 3 ön görünüş renk değişim grafiği

Kontrol 3 grubu ön görünüş fotoğraflarının analizi sonucunda ilk başlangıç kırmızılık ortalaması 162,33 iken 90 günlük besleme periyodu ardından kırmızılık ortalaması 179,549 değerine yükselmiştir. Bu değerler neticesinde kontrol grubu renk değerinin %10,6 gelişim gösterdiği hesaplanmıştır.



Şekil 4.6. Kontrol 3 üst görünüş renk değişim grafiği

Kontrol 3 grubu üst görünüş fotoğraflarının analizi sonucunda ilk başlangıç kırmızılık ortalaması 150,997 iken 90 günlük besleme periyodu ardından kırmızılık ortalaması 170,931 değerine yükselmiştir. Bu değerler neticesinde kontrol grubu renk değerinin %13,2 gelişim gösterdiği hesaplanmıştır.

Çizelge 4.2. Kontrol grupları ön ve üst görünüş değerleri ortalamaları

Besleme günü	Kontrol ön ortalama	Kontrol üst ortalama
0	161,673	152,017
15	163,183	153,110
30	164,839	155,087
45	167,356	158,252
60	170,631	161,966
75	174,519	166,241
90	179,285	171,417

4.1.2. %4 Yengeç Unu Rasyon Grupları

Araştırmamızda 90 gün süre boyunca ilk besleme gününden son güne kadar her 15 günde 1 tekrarlanan fotoğraf çekimlerinde, %4 Yengeç Unu içeren rasyon ile beslenen akvaryumların önden ve üstten görüntüleri 3 tekerrürlü çekilmiş olup. ImageJ programı vasıtasıyla RGB renk kanallarına ayrılan görüntülerin "Red Channel" daki kırmızılık değer gelişimleri aşağıdaki çizelgede verilmiştir.

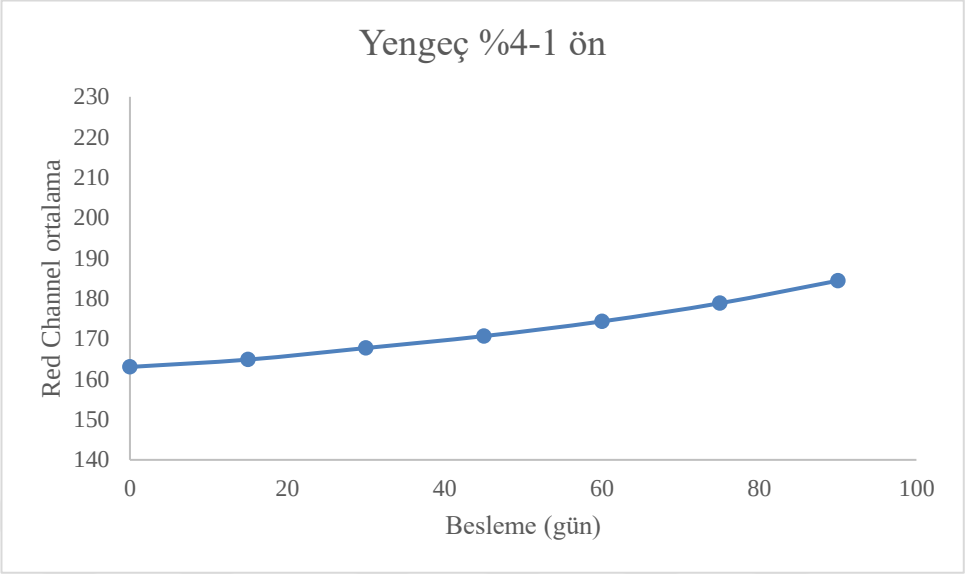
Çizelge 4.3. %4 Yengeç Unu içeren rasyon ile beslenen akvaryum grupları renk gelişim değerleri

		%4 Yengeç - akv1 ön	%4 Yengeç - akv1 üst	%4 Yengeç - akv2 ön	%4 Yengeç - akv2 üst	%4 Yengeç - akv3 ön	%4 Yengeç - akv3 üst
30 Ekim 24	Tekerrür 1	163,341	152,286	159,960	152,478	161,235	151,924
	Tekerrür 2	162,824	152,772	161,487	151,371	161,773	152,323
	Tekerrür 3	162,933	152,137	161,038	151,722	162,491	152,281
	Ortalama	**163,033**	**152,398**	**160,828**	**151,857**	**161,833**	**152,176**
15 Kasım 24	Tekerrür 1	165,314	154,691	162,874	153,841	163,048	153,451
	Tekerrür 2	164,217	155,641	163,107	154,044	162,982	153,766
	Tekerrür 3	165,026	154,174	162,941	154,273	163,300	154,035
	Ortalama	**164,852**	**154,835**	**162,974**	**154,053**	**163,110**	**153,751**
30 Kasım 24	Tekerrür 1	168,109	157,707	164,911	157,147	165,453	156,881
	Tekerrür 2	167,338	157,613	164,194	157,662	165,706	157,438
	Tekerrür 3	167,718	157,379	164,473	157,804	164,965	157,347
	Ortalama	**167,722**	**157,566**	**164,526**	**157,538**	**165,375**	**157,222**
15 Aralık 24	Tekerrür 1	171,671	162,164	167,341	161,897	168,315	162,487
	Tekerrür 2	170,196	161,988	167,363	161,91	168,142	162,605
	Tekerrür 3	170,165	161,706	168,179	162,303	167,943	163,045
	Ortalama	**170,677**	**161,953**	**167,628**	**162,037**	**168,133**	**162,712**

Çizelge 4.3 devamı

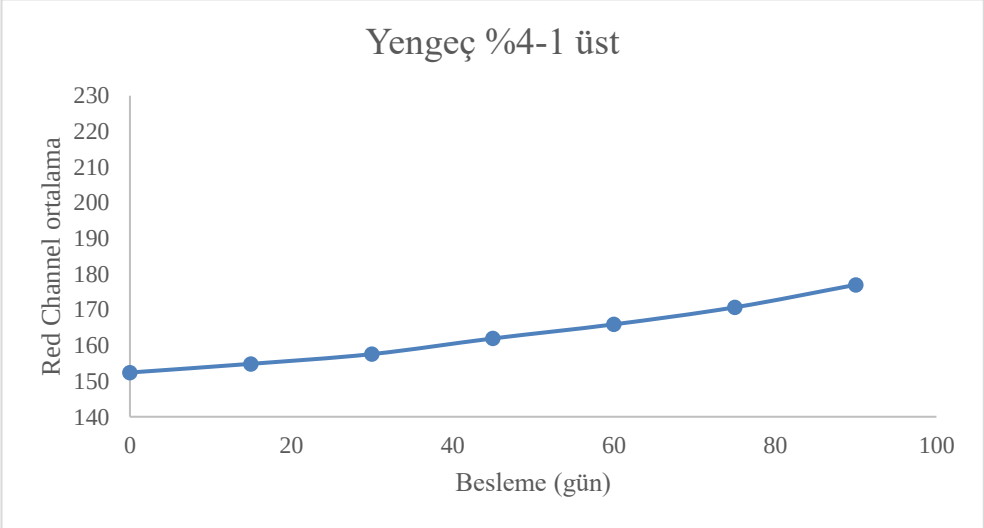
30 Aralık 24	Tekerrür 1	174,094	166,741	171,967	166,841	172,315	167,499
	Tekerrür 2	174,169	165,783	173,178	166,354	171,628	167,306
	Tekerrür 3	174,695	165,182	172,878	166,482	172,402	167,384
	Ortalama	**174,319**	**165,902**	**172,674**	**166,559**	**172,115**	**167,396**
15 Ocak 25	Tekerrür 1	178,197	170,248	176,489	169,741	177,943	171,411
	Tekerrür 2	179,871	170,627	176,384	170,318	178,199	171,348
	Tekerrür 3	178,414	171,149	175,473	170,183	177,364	171,822
	Ortalama	**178,827**	**170,675**	**176,115**	**170,081**	**177,835**	**171,527**
30 Ocak 25	Tekerrür 1	184,917	176,928	179,982	176,906	181,641	178,913
	Tekerrür 2	184,651	177,339	180,342	177,481	181,793	178,709
	Tekerrür 3	183,67	176,703	180,783	177,344	182,122	179,338
	Ortalama	**184,413**	**176,990**	**180,369**	**177,244**	**181,852**	**178,987**

4.1.2.1. %4 Yengeç Unu Rasyon Grupları Renk Gelişim Grafikleri



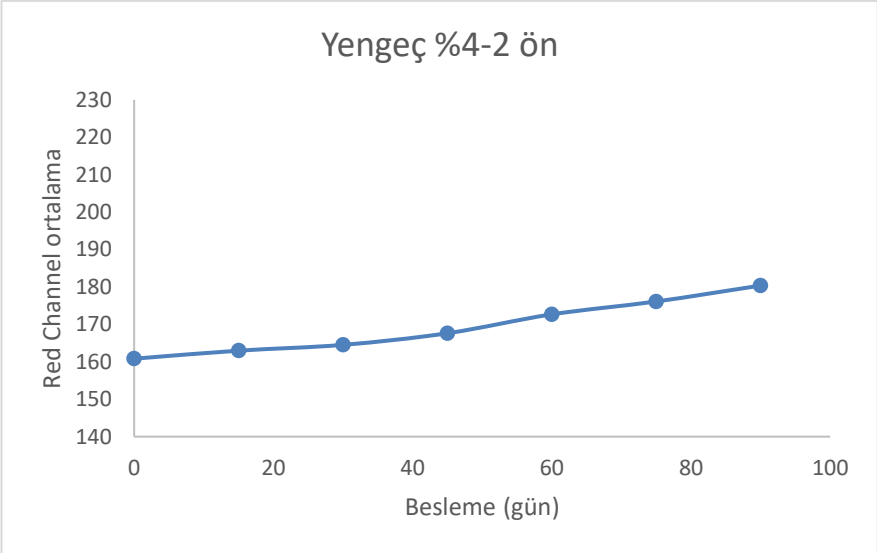
Şekil 4.7. %4 Yengeç akvaryum 1 grubu ön görünüş renk değişim grafiği

%4 Yengeç akvaryum 1 grubu ön görünüş fotoğraflarının analizi sonucunda ilk başlangıç kırmızılık ortalaması 163,033 iken 90 günlük besleme periyodu ardından kırmızılık ortalaması 184,413 değerine yükselmiştir. Bu değerler neticesinde kontrol grubu renk değerinin %13,1 gelişim gösterdiği hesaplanmıştır.



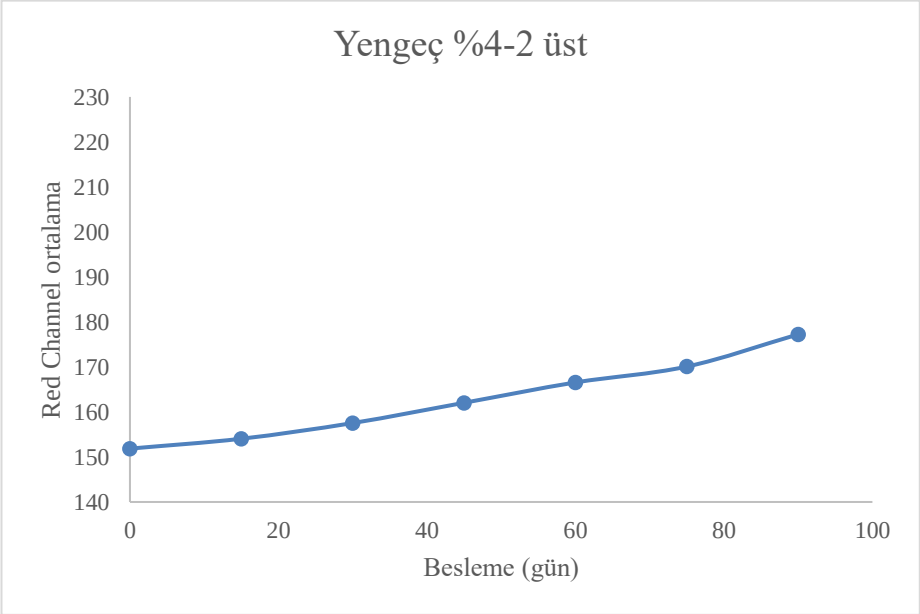
Şekil 4.8. %4 Yengeç akvaryum 1 grubu üst görünüş renk değişim grafiği

%4 Yengeç akvaryum 1 grubu üst görünüş fotoğraflarının analizi sonucunda ilk başlangıç kırmızılık ortalaması 152,398 iken 90 günlük besleme periyodu ardından kırmızılık ortalaması 176,990 değerine yükselmiştir. Bu değerler neticesinde kontrol grubu renk değerinin %16,1 gelişim gösterdiği hesaplanmıştır.



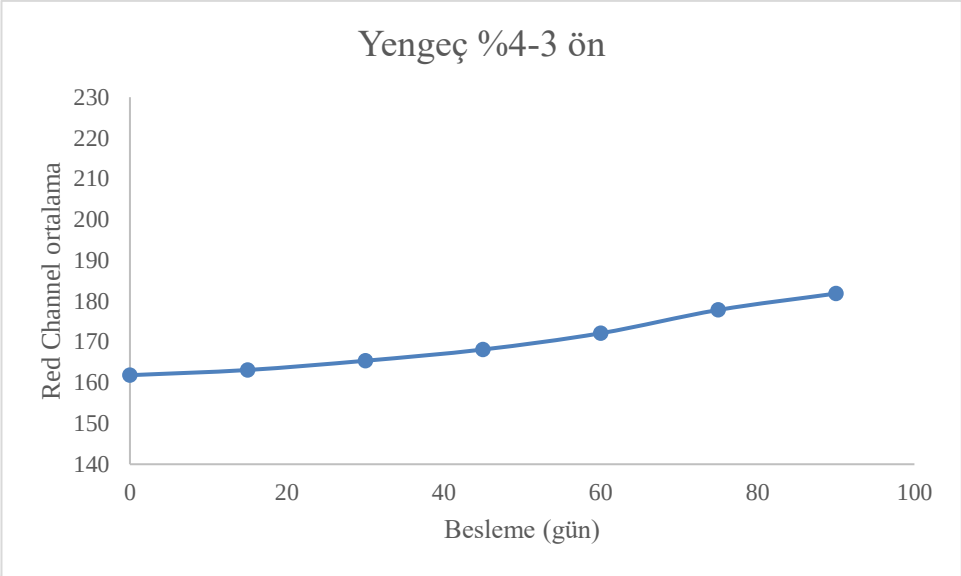
Şekil 4.9. %4 Yengeç akvaryum 2 grubu ön görünüş renk değişim grafiği

%4 Yengeç akvaryum 2 grubu ön görünüş fotoğraflarının analizi sonucunda ilk başlangıç kırmızılık ortalaması 160,828 iken 90 günlük besleme periyodu ardından kırmızılık ortalaması 180,369 değerine yükselmiştir. Bu değerler neticesinde kontrol grubu renk değerinin %12,2 gelişim gösterdiği hesaplanmıştır.



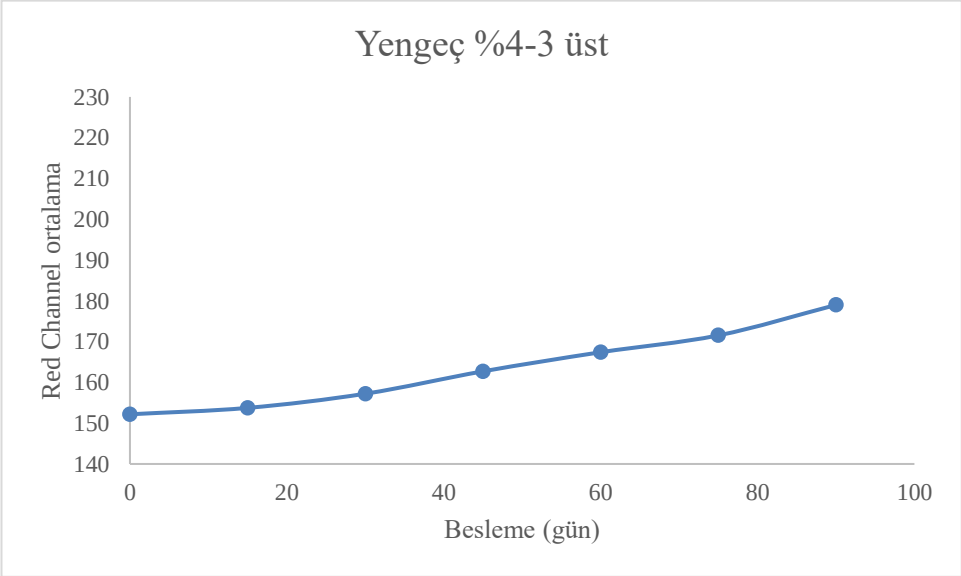
Şekil 4. 10. %4 Yengeç akvaryum 2 grubu üst görünüş renk değişim grafiği

%4 Yengeç akvaryum 2 grubu üst görünüş fotoğraflarının analizi sonucunda ilk başlangıç kırmızılık ortalaması 151,857 iken 90 günlük besleme periyodu ardından kırmızılık ortalaması 177,244 değerine yükselmiştir. Bu değerler neticesinde kontrol grubu renk değerinin %16,7 gelişim gösterdiği hesaplanmıştır.



Şekil 4.11. %4 Yengeç akvaryum 3 grubu ön görünüş renk değişim grafiği

%4 Yengeç akvaryum 3 grubu ön görünüş fotoğraflarının analizi sonucunda ilk başlangıç kırmızılık ortalaması 161,833 iken 90 günlük besleme periyodu ardından kırmızılık ortalaması 181,852 değerine yükselmiştir. Bu değerler neticesinde kontrol grubu renk değerinin %12,4 gelişim gösterdiği hesaplanmıştır.



Şekil 4. 12. %4 Yengeç akvaryum 3 grubu üst görünüş renk değişim grafiği

%4 Yengeç akvaryum 3 grubu üst görünüş fotoğraflarının analizi sonucunda ilk başlangıç kırmızılık ortalaması 152,176 iken 90 günlük besleme periyodu ardından kırmızılık ortalaması 178,987 değerine yükselmiştir. Bu değerler neticesinde kontrol grubu renk değerinin %17,6 gelişim gösterdiği hesaplanmıştır.

Çizelge 4.4. %4 Yengeç Unu grupları ön ve üst görünüş değerleri ortalamaları

Besleme gün	%4 Yengeç ön ortalama	%4 Yengeç üst ortalama
0	161,898	152,144
15	163,645	154,213
30	165,874	157,442
45	168,813	162,234
60	173,036	166,619
75	177,593	170,761
90	182,211	177,740

4.1.3. %8 Yengeç Unu Rasyon Grupları

90 gün süre boyunca ilk besleme gününden son güne kadar her 15 günde 1 tekrarlanan fotoğraf çekimlerinde, %8 Yengeç Unu içeren rasyon ile beslenen akvaryumların önden ve üstten görüntüleri 3 tekerrürlü çekilmiş olup. ImageJ programı vasıtasıyla RGB renk kanallarına ayrılan görüntülerin "Red Channel" daki kırmızılık değer gelişimleri aşağıdaki çizelgede verilmiştir.

Çizelge 4.5. %8 Yengeç Unu içeren rasyon ile beslenen akvaryum grupları renk gelişim değerleri

		%8 Yengeç-akv1 ön	%8 Yengeç - akv1 üst	%8 Yengeç - akv2 ön	%8 Yengeç - akv2 üst	%8 Yengeç - akv3 ön	%8 Yengeç - akv3 üst
30 Ekim 24	Tekerrür 1	163,294	152,486	161,341	152,318	162,637	152,64
	Tekerrür 2	162,772	151,801	161,707	152,819	161,844	152,808
	Tekerrür 3	162,838	152,108	161,913	152,616	162,271	152,763
	Ortalama	**162,968**	**152,132**	**161,654**	**152,584**	**162,251**	**152,737**
15 Kasım 24	Tekerrür 1	167,165	155,942	165,674	155,371	165,415	154,941
	Tekerrür 2	167,713	155,113	165,738	156,094	165,794	155,164
	Tekerrür 3	168,341	156,428	166,094	155,937	166,451	155,292
	Ortalama	**167,740**	**155,828**	**165,835**	**155,801**	**165,887**	**155,132**
30 Kasım 24	Tekerrür 1	175,042	160,343	172,168	160,19	173,637	159,88
	Tekerrür 2	175,934	161,224	172,338	160,664	174,481	159,967
	Tekerrür 3	175,121	160,841	172,949	160,381	173,797	160,376
	Ortalama	**175,366**	**160,803**	**172,485**	**160,412**	**173,972**	**160,074**
15 Aralık 24	Tekerrür 1	184,194	168,813	183,793	167,204	181,362	167,251
	Tekerrür 2	185,712	168,341	182,905	168,177	181,408	167,943
	Tekerrür 3	185,374	167,994	183,492	167,721	182,269	168,118
	Ortalama	**185,093**	**168,383**	**183,397**	**167,701**	**181,680**	**167,771**
30 Aralık 24	Tekerrür 1	195,945	177,51	195,306	177,671	194,115	176,722
	Tekerrür 2	195,712	177,615	194,833	177,428	193,997	176,941
	Tekerrür 3	197,035	177,342	195,341	178,104	194,328	177,423
	Ortalama	**196,231**	**177,489**	**195,16**	**177,734**	**194,147**	**177,029**
15 Ocak 25	Tekerrür 1	213,477	184,428	211,668	183,973	210,733	183,489
	Tekerrür 2	213,641	185,905	211,711	184,338	210,842	182,977

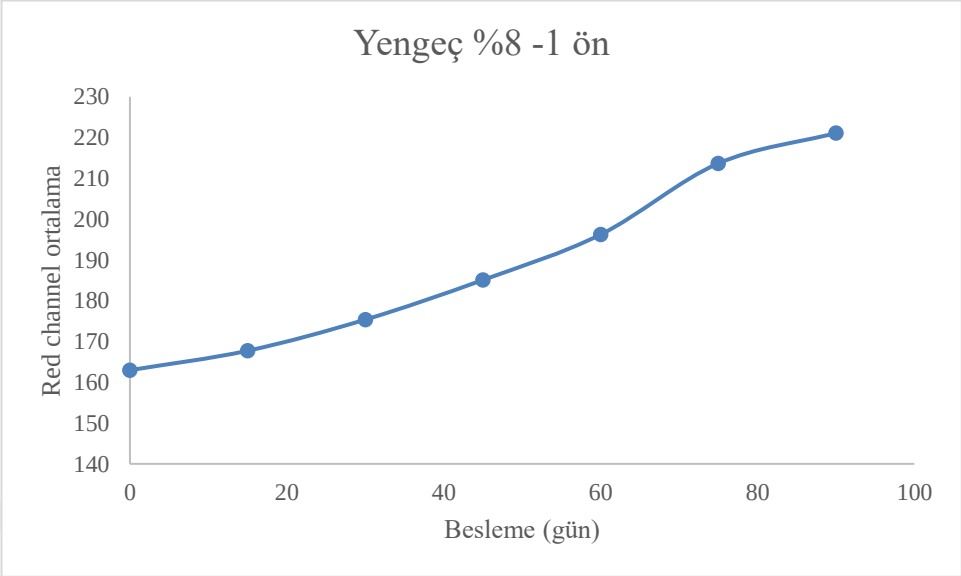
Çizelge 4.5 devamı

	Tekerrür 3	213,881	184,727	212,192	184,286	211,451	183,247
	Ortalama	**213,666**	**185,02**	**211,857**	**184,199**	**211,009**	**183,238**
30 Ocak 25	Tekerrür 1	221,066	199,361	219,724	197,834	220,344	198,341
	Tekerrür 2	220,713	199,405	220,361	198,472	221,183	198,219
	Tekerrür 3	221,554	199,714	219,944	198,379	221,866	197,815
	Ortalama	**221,111**	**199,493**	**220,010**	**198,228**	**221,131**	**198,125**

Çizelge 4.6. %8 Yengeç Unu grupları ön ve üst görünüş değerleri ortalamaları

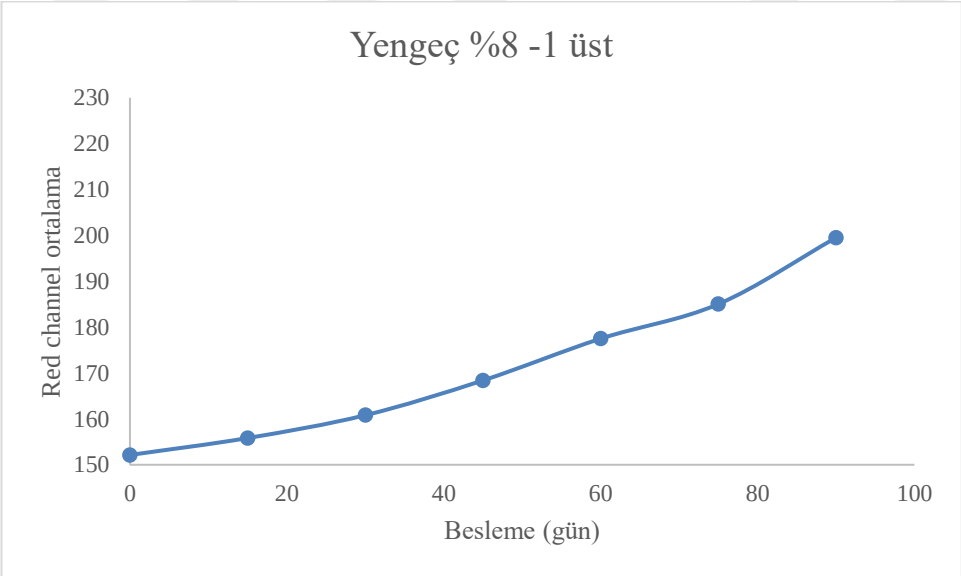
Besleme günü	%8 Yengeç ön ortalama	%8 Yengeç üst ortalama
0	162,291	152,484
15	166,487	155,587
30	173,941	160,430
45	183,390	167,951
60	195,179	177,417
75	212,177	184,152
90	220,751	198,616

4.1.3.1. %8 Yengeç Unu Rasyon Grupları Renk Gelişim Grafikleri



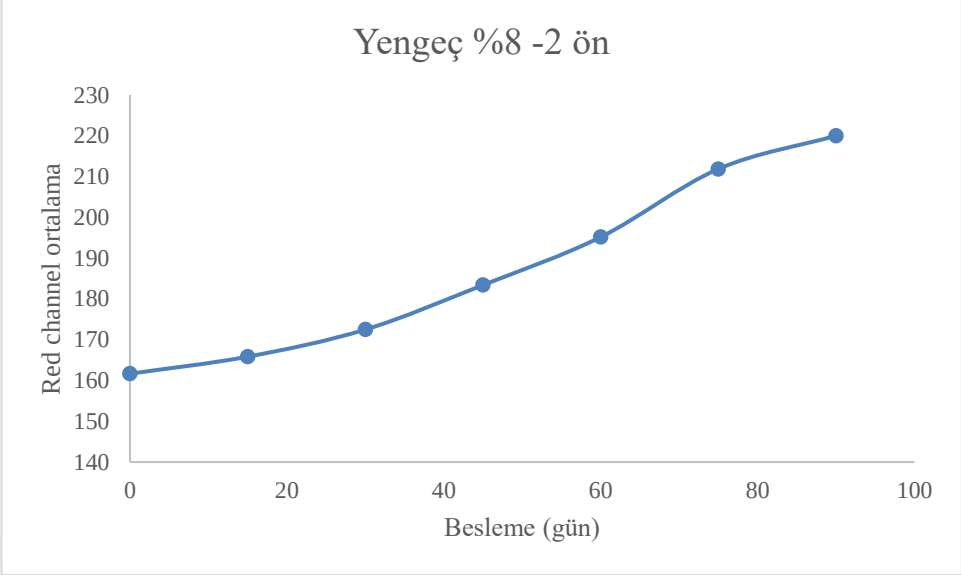
Şekil 4.13. %8 Yengeç akvaryum 1 grubu ön görünüş renk değişim grafiği

%8 Yengeç akvaryum 1 grubu ön görünüş fotoğraflarının analizi sonucunda ilk başlangıç kırmızılık ortalaması 162,968 iken 90 günlük besleme periyodu ardından kırmızılık ortalaması 221,111 değerine yükselmiştir. Bu değerler neticesinde kontrol grubu renk değerinin %35,7 gelişim gösterdiği hesaplanmıştır.



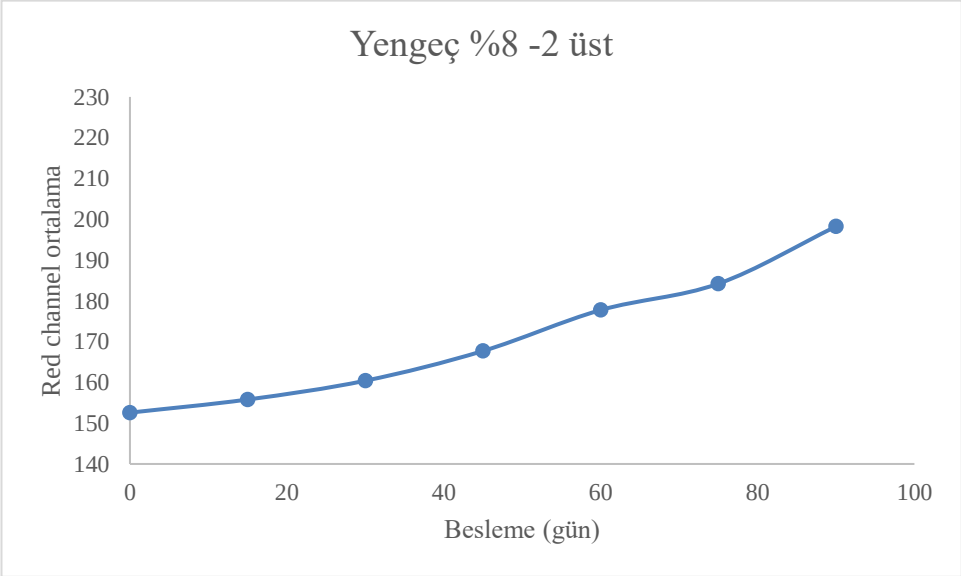
Şekil 4.14. %8 Yengeç akvaryum 1 grubu üst görünüş renk değişim grafiği

%8 Yengeç akvaryum 1 grubu ön görünüş fotoğraflarının analizi sonucunda ilk başlangıç kırmızılık ortalaması 152,132 iken 90 günlük besleme periyodu ardından kırmızılık ortalaması 199,493 değerine yükselmiştir. Bu değerler neticesinde kontrol grubu renk değerinin %31,1 gelişim gösterdiği hesaplanmıştır.



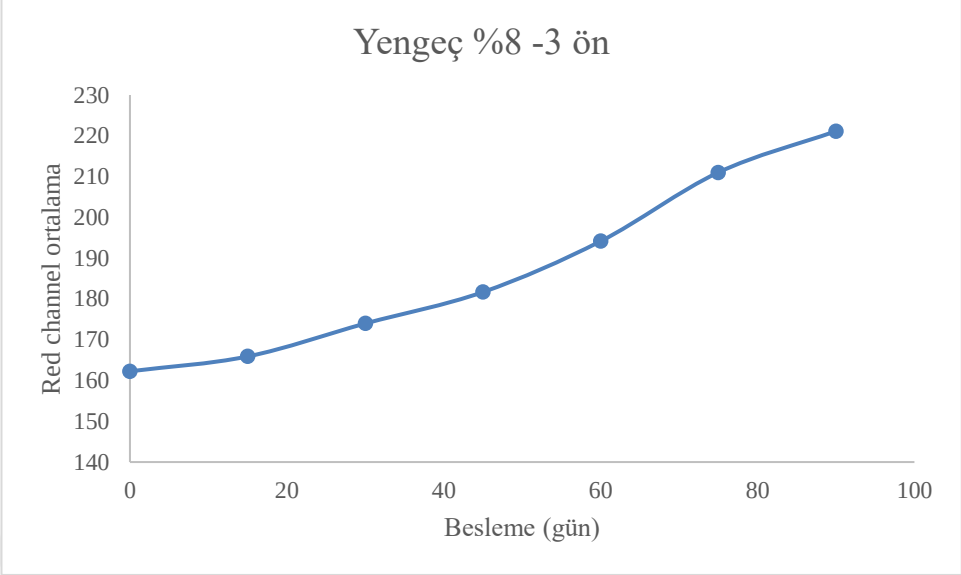
Şekil 4.15. %8 Yengeç akvaryum 2 grubu ön görünüş renk değişim grafiği

%8 Yengeç akvaryum 2 grubu ön görünüş fotoğraflarının analizi sonucunda ilk başlangıç kırmızılık ortalaması 161,654 iken 90 günlük besleme periyodu ardından kırmızılık ortalaması 220,010 değerine yükselmiştir. Bu değerler neticesinde kontrol grubu renk değerinin %36,1 gelişim gösterdiği hesaplanmıştır.



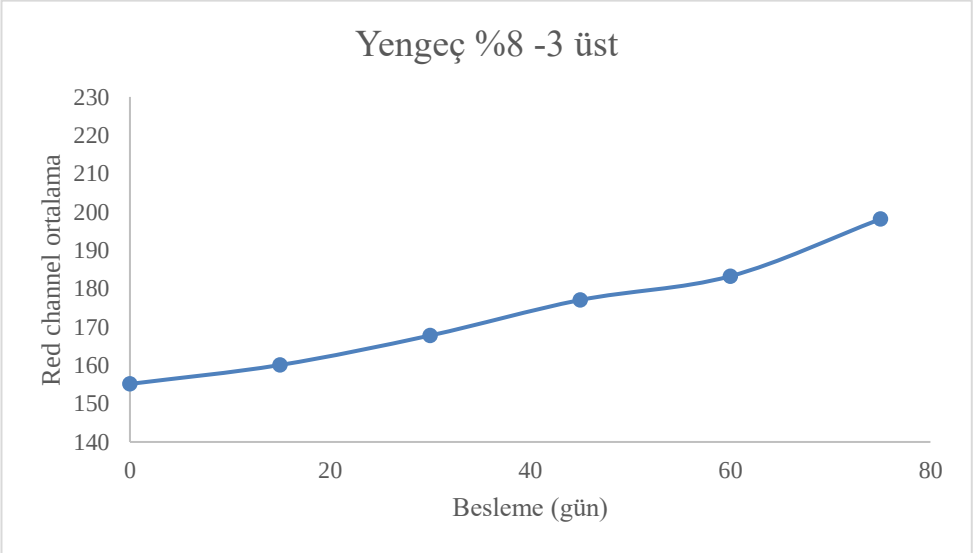
Şekil 4.16. %8 Yengeç akvaryum 2 grubu üst görünüş renk değişim grafiği

%8 Yengeç akvaryum 2 grubu üst görünüş fotoğraflarının analizi sonucunda ilk başlangıç kırmızılık ortalaması 152,584 iken 90 günlük besleme periyodu ardından kırmızılık ortalaması 198,228 değerine yükselmiştir. Bu değerler neticesinde kontrol grubu renk değerinin %29,9 gelişim gösterdiği hesaplanmıştır.



Şekil 4.17. %8 Yengeç akvaryum 3 grubu ön görünüş renk değişim grafiği

%8 Yengeç akvaryum 3 grubu ön görünüş fotoğraflarının analizi sonucunda ilk başlangıç kırmızılık ortalaması 162,251 iken 90 günlük besleme periyodu ardından kırmızılık ortalaması 221,131 değerine yükselmiştir. Bu değerler neticesinde kontrol grubu renk değerinin %36,3 gelişim gösterdiği hesaplanmıştır.



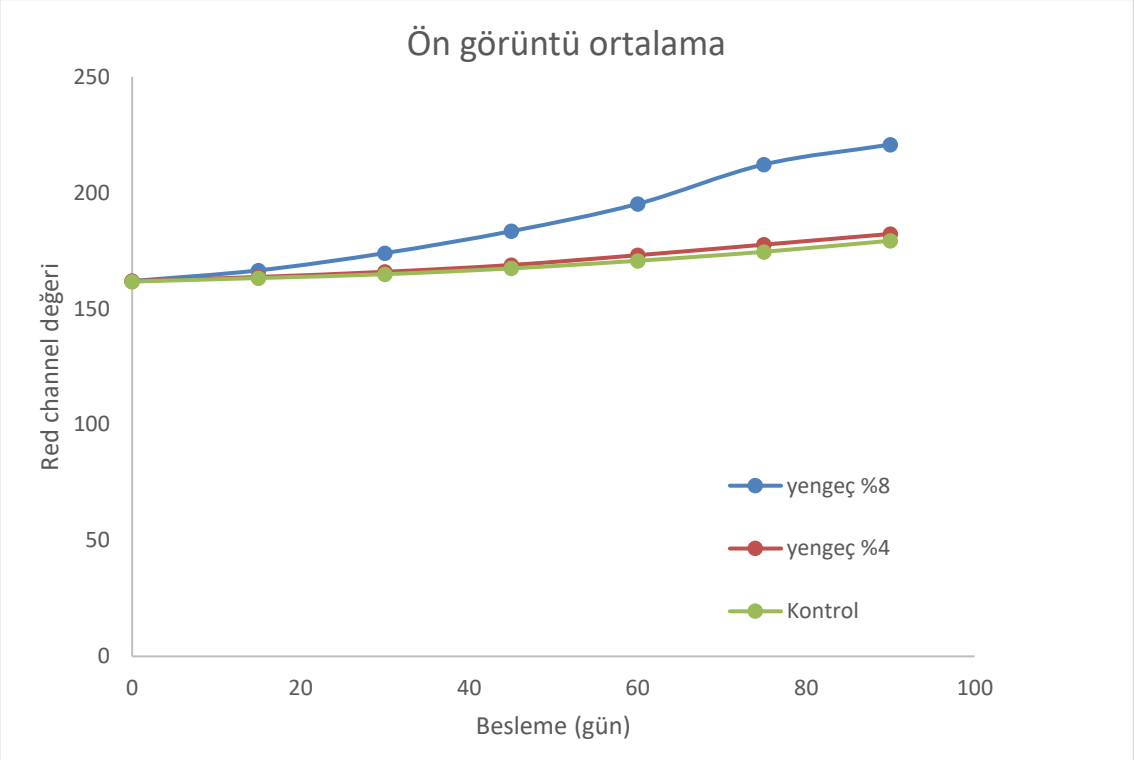
Şekil 4. 18. %8 Yengeç akvaryum 3 grubu üst görünüş renk değişim grafiği

%8 Yengeç akvaryum 3 grubu ön görünüş fotoğraflarının analizi sonucunda ilk başlangıç kırmızılık ortalaması 152,737 iken 90 günlük besleme periyodu ardından kırmızılık ortalaması 198,125 değerine yükselmiştir. Bu değerler neticesinde kontrol grubu renk değerinin %29,7 gelişim gösterdiği hesaplanmıştır.

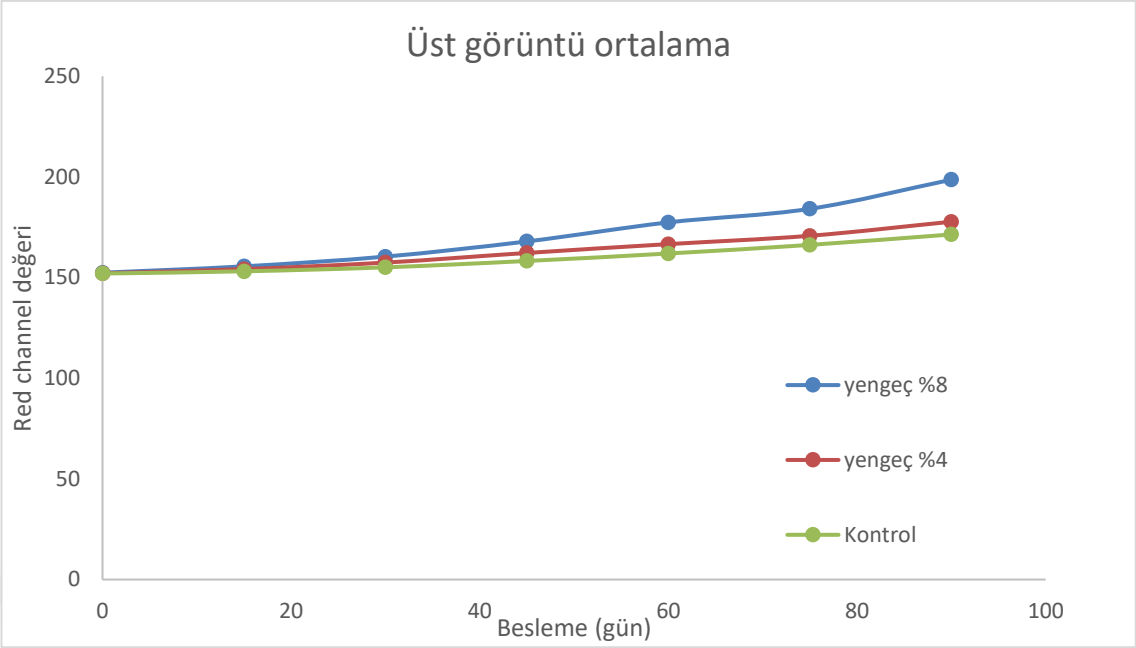
Çalışma boyunca elde edilen ön ve üst görüntülere ait renk değişim değerleri tek bir tabloda verilerek toplam gelişim yüzde (%) olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 4.7. Her bir grubun ortalama renk gelişimleri ve hesaplanan gelişim yüzdesi

Besleme gün	Yengeç %8 ön ortalama	Yengeç %8 üst ortalama	Yengeç %4 ön ortalama	Yengeç %4 üst ortalama	Kontrol ön ortalama	Kontrol üst ortalama
0	161,898	152,408	161,898	152,144	161,673	152,017
15	166,487	155,587	163,645	154,213	163,183	153,110
30	173,941	160,430	165,874	157,442	164,839	155,087
45	183,390	167,951	168,813	162,234	167,356	158,252
60	195,179	177,417	173,036	166,619	170,631	161,966
75	212,177	184,152	177,593	170,761	174,519	166,241
90	220,751	198,616	182,211	177,740	179,285	171,417
Gelişim	%36,35	%30,31	%12,54	%16,82	%10,89	%12,76



Şekil 4.19. Çalışma gruplanın ortalama ön görünüş renk değişim grafiği



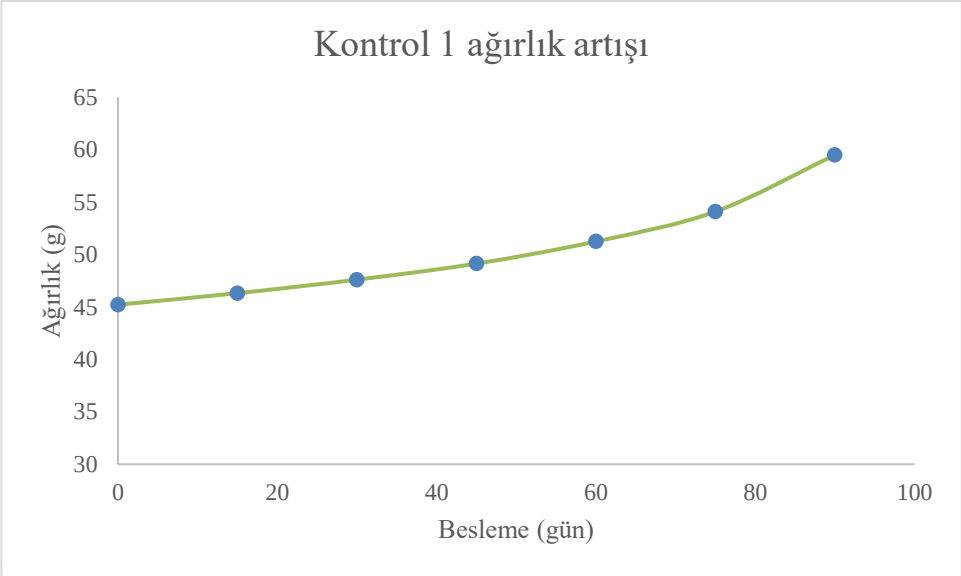
Şekil 4.20. Çalışma gruplanın ortalama üst görünüş renk değişim grafiği

4.2. Ağırlık Gelişimleri

4.2.1. Kontrol Grupları

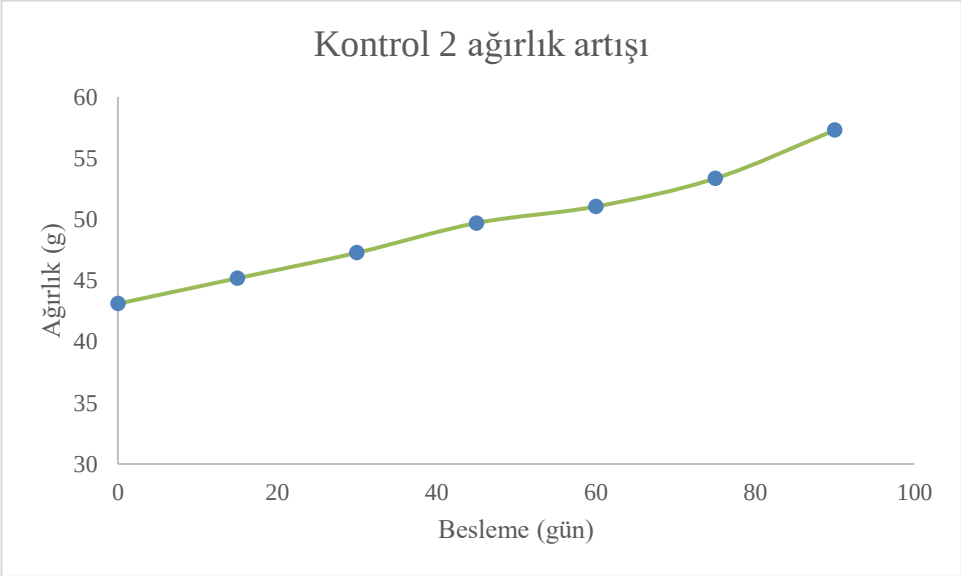
Çizelge 4.8. Kontrol grupları toplam ağırlık gelişimleri

	Ağırlık (g)		
Besleme (gün)	Kontrol 1	Kontrol 2	Kontrol 3
0	45,22	43,1	44,71
15	46,31	45,18	45,87
30	47,6	47,26	47,62
45	49,13	49,69	49,36
60	51,24	51,04	51,15
75	54,09	53,34	54,57
90	59,48	57,28	58,31



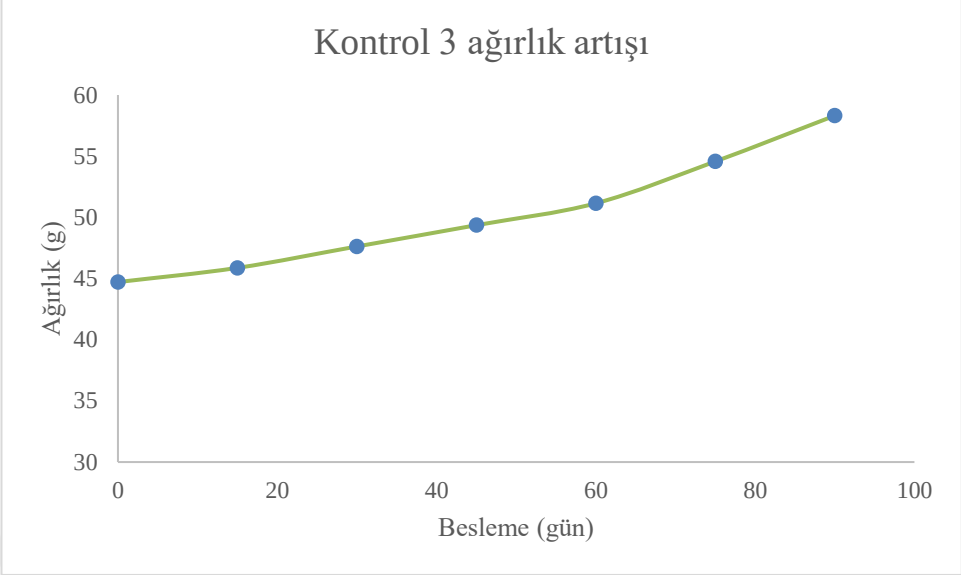
Şekil 4. 21. Kontrol 1 grubu toplam ağırlık artışı

Toplam 90 gün boyunca Kontrol grubu rasyonu ile beslenen Konrol-1 grubuna ait ağırlık değişimi her 15 günde bir toplam ağırlık alınarak hesaplanmıştır. Bu neticede besleme çalışmasına başlanmadan akvaryum balık grubunun toplam ağırlığı 45,22 g iken 90 günlük çalışma sonunda toplam ağırlık 59,48 g olmuş ve toplam ağırlık değişimi %31,53 olarak hesaplanmıştır.



Şekil 4. 22. Kontrol 2 grubu toplam ağırlık artışı

Toplam 90 gün boyunca Kontrol grubu rasyonu ile beslenen Konrol-2 grubuna ait ağırlık değişimi her 15 günde bir toplam ağırlık alınarak hesaplanmıştır. Bu neticede besleme çalışmasına başlanmadan akvaryum balık grubunun toplam ağırlığı 43,1 g iken 90 günlük çalışma sonunda toplam ağırlık 57,28 g olmuş ve toplam ağırlık değişimi %32,90 olarak hesaplanmıştır.



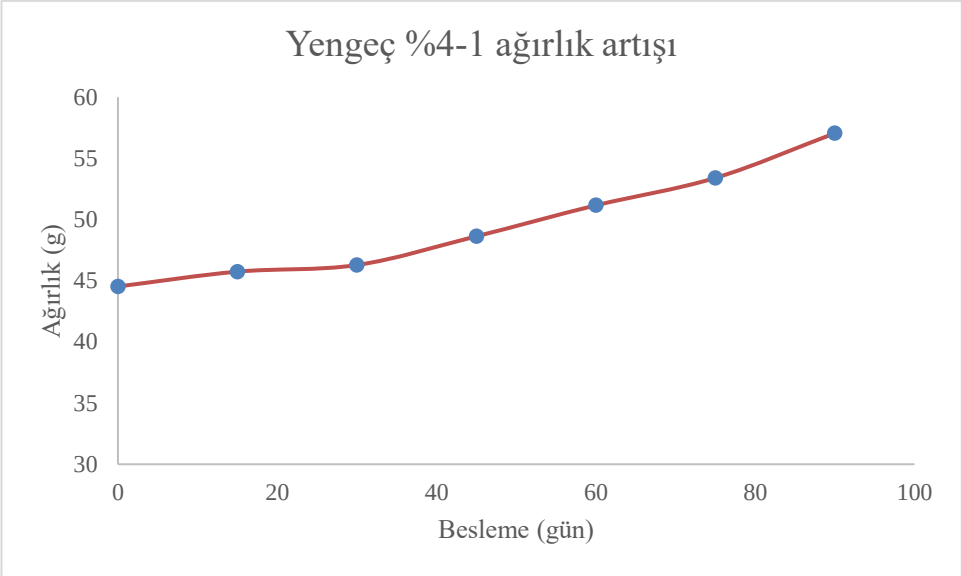
Şekil 4. 23. Kontrol 3 grubu toplam ağırlık artışı

Toplam 90 gün boyunca Kontrol grubu rasyonu ile beslenen Konrol-3 grubuna ait ağırlık değişimi her 15 günde bir toplam ağırlık alınarak hesaplanmıştır. Bu neticede besleme çalışmasına başlanmadan akvaryum balık grubunun toplam ağırlığı 44,71 g iken 90 günlük çalışma sonunda toplam ağırlık 58,31 g olmuş ve toplam ağırlık değişimi %30,41 olarak hesaplanmıştır.

4.2.2. %4 Yengeç Unu Rasyon Grupları

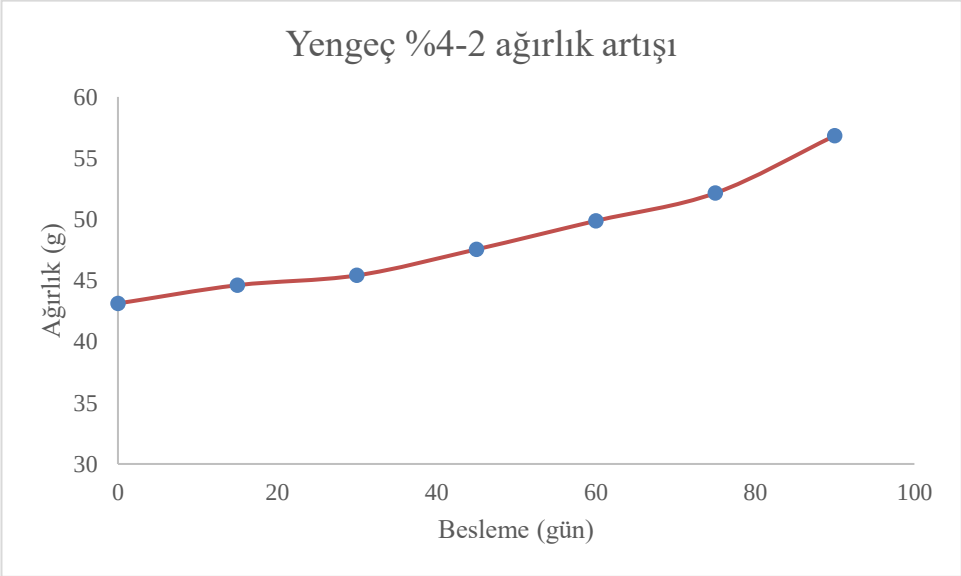
Çizelge 4.9. %4 Yengeç Unu grupları toplam ağırlık gelişimleri

	Ağırlık (g)		
Besleme (gün)	Yengeç %4-1	Yengeç %4-2	Yengeç %4-3
0	44,53	43,12	44,89
15	45,74	44,61	45,77
30	46,28	45,41	47,68
45	48,63	47,54	49,05
60	51,16	49,87	51,93
75	53,4	52,14	55,37
90	57,05	56,83	60,14



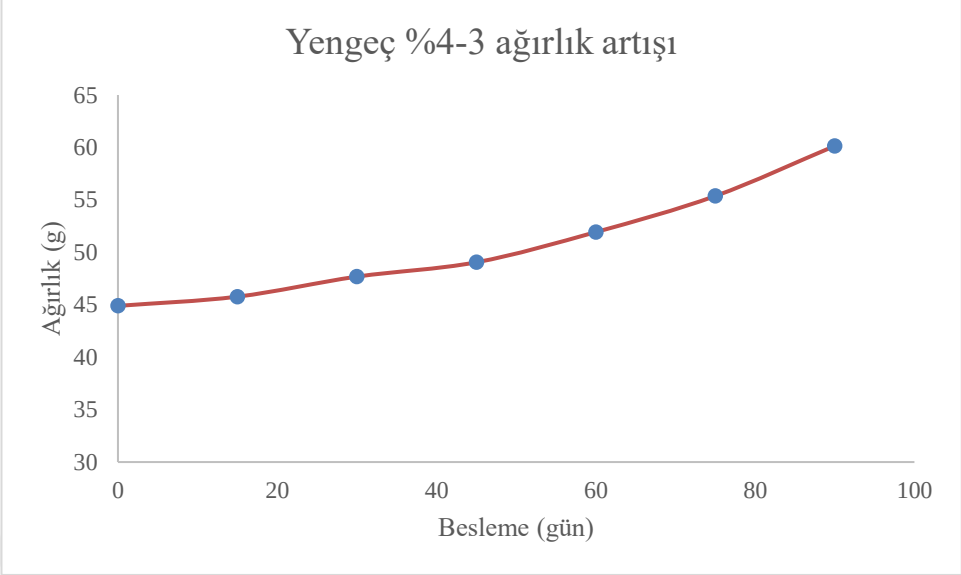
Şekil 4. 24. Yengeç %4 akvaryum-1 grubu toplam ağırlık artışı

Toplam 90 gün boyunca %4 Yengeç unu içeren rasyonu ile beslenen Yengeç %4 akvaryum-1 grubuna ait ağırlık değişimi her 15 günde bir toplam ağırlık alınarak hesaplanmıştır. Bu neticede besleme çalışmasına başlanmadan akvaryum balık grubunun toplam ağırlığı 44,53 g iken 90 günlük çalışma sonunda toplam ağırlık 57,05 g olmuş ve toplam ağırlık değişimi %28,11 olarak hesaplanmıştır.



Şekil 4. 25. Yengeç %4 akvaryum-2 grubu toplam ağırlık artışı

Toplam 90 gün boyunca %4 Yengeç unu içeren rasyonu ile beslenen Yengeç %4 akvaryum-2 grubuna ait ağırlık değişimi her 15 günde bir toplam ağırlık alınarak hesaplanmıştır. Bu neticede besleme çalışmasına başlanmadan akvaryum balık grubunun toplam ağırlığı 43,12 g iken 90 günlük çalışma sonunda toplam ağırlık 56,83 g olmuş ve toplam ağırlık değişimi %31,79 olarak hesaplanmıştır.



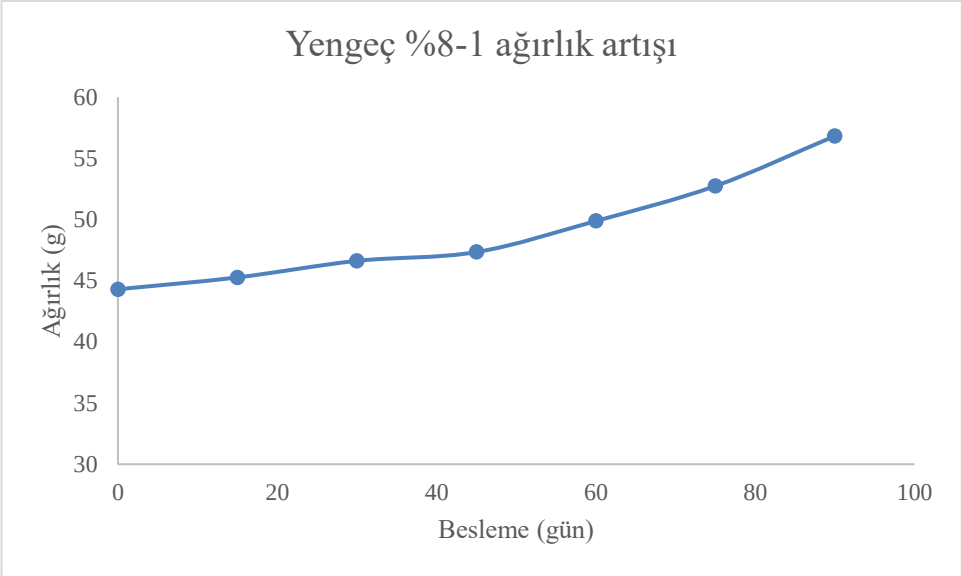
Şekil 4. 26. Yengeç %4 akvaryum-3 grubu toplam ağırlık artışı

Toplam 90 gün boyunca %4 Yengeç unu içeren rasyonu ile beslenen Yengeç %4 akvaryum-3 grubuna ait ağırlık değişimi her 15 günde bir toplam ağırlık alınarak hesaplanmıştır. Bu neticede besleme çalışmasına başlanmadan akvaryum balık grubunun toplam ağırlığı 44,89 g iken 90 günlük çalışma sonunda toplam ağırlık 60,14 g olmuş ve toplam ağırlık değişimi %33,97 olarak hesaplanmıştır.

4.2.3. %8 Yengeç Unu Rasyon Grupları

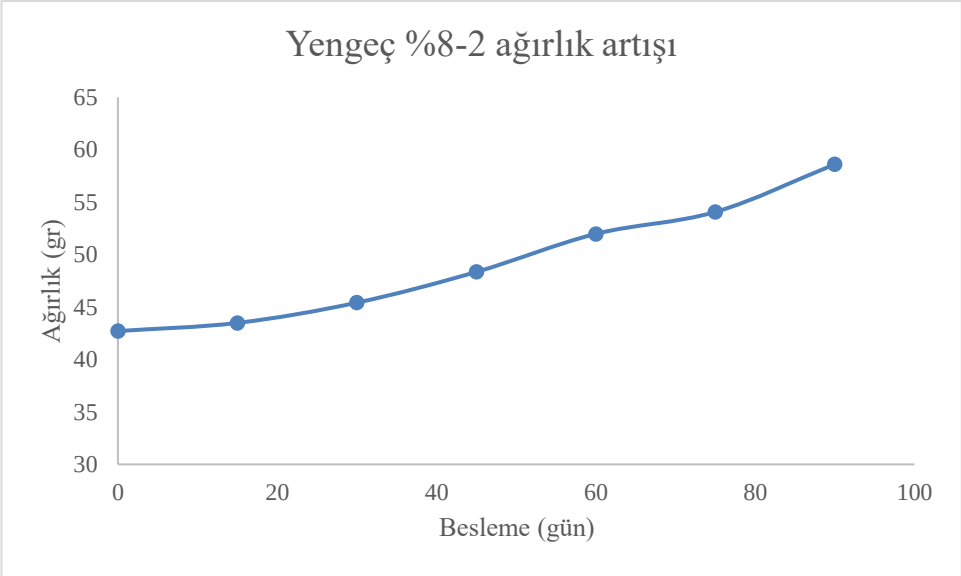
Çizelge 4.10. %8 Yengeç Unu grupları toplam ağırlık gelişimleri

	Ağırlık (g)		
Besleme (gün)	Yengeç %8-1	Yengeç %8-2	Yengeç %8-3
0	44,3	42,71	42,04
15	45,27	43,49	43,7
30	46,62	45,42	44,54
45	47,34	48,35	45,76
60	49,88	51,98	48,37
75	52,74	54,07	51,39
90	56,82	58,61	54,18



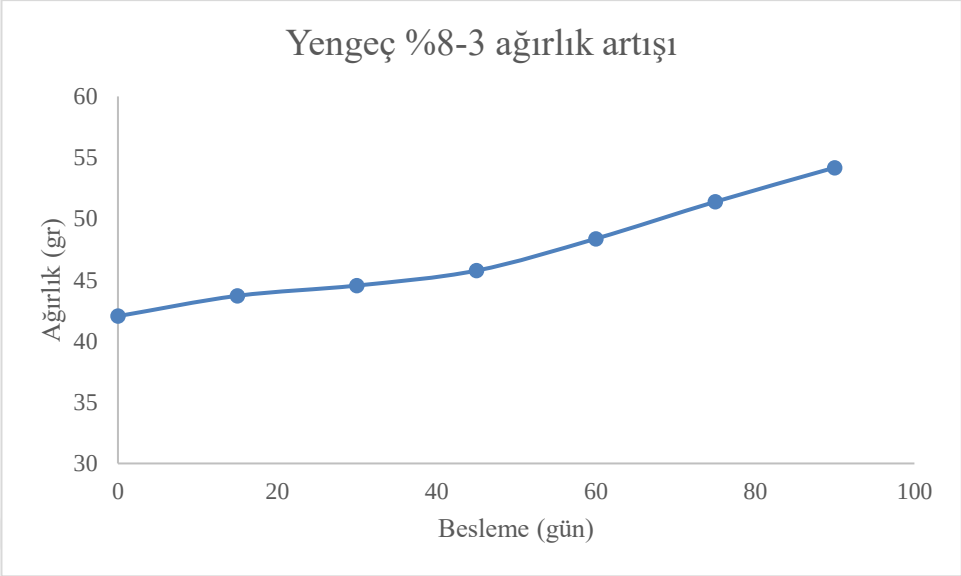
Şekil 4.27. Yengeç %8 akvaryum-1 grubu toplam ağırlık artışı

Toplam 90 gün boyunca %8 Yengeç unu içeren rasyonu ile beslenen Yengeç %8 akvaryum-1 grubuna ait ağırlık değişimi her 15 günde bir toplam ağırlık alınarak hesaplanmıştır. Bu neticede besleme çalışmasına başlanmadan akvaryum balık grubunun toplam ağırlığı 44,3 g iken 90 günlük çalışma sonunda toplam ağırlık 56,82 g olmuş ve toplam ağırlık değişimi %28,26 olarak hesaplanmıştır.



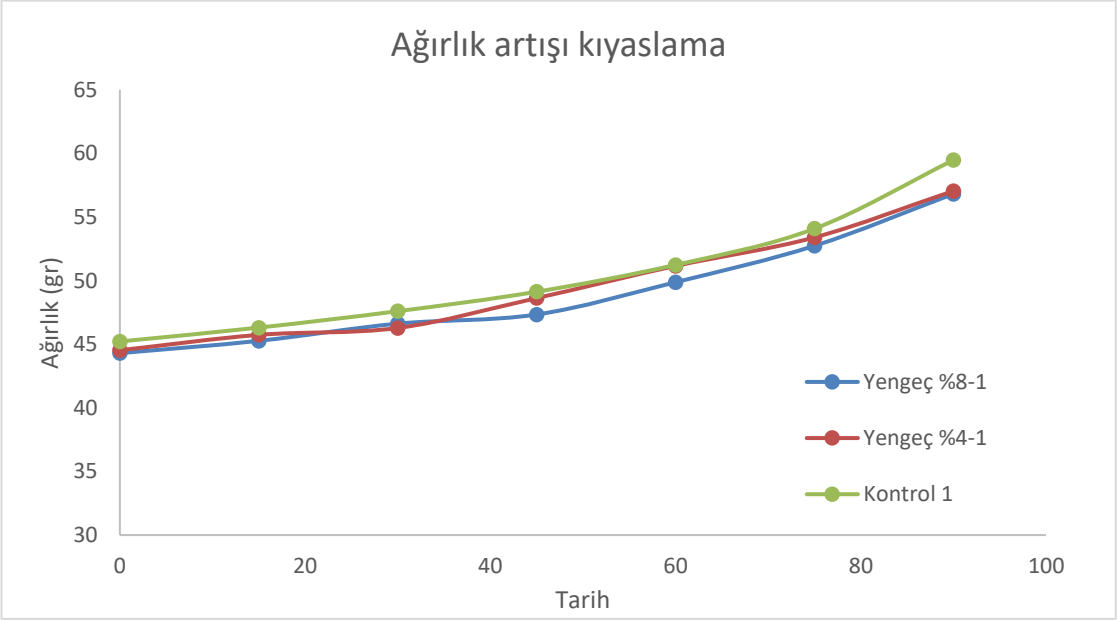
Şekil 4.28. Yengeç %8 akvaryum-2 grubu toplam ağırlık artışı

Toplam 90 gün boyunca %8 Yengeç unu içeren rasyonu ile beslenen Yengeç %8 akvaryum-2 grubuna ait ağırlık değişimi her 15 günde bir toplam ağırlık alınarak hesaplanmıştır. Bu neticede besleme çalışmasına başlanmadan akvaryum balık grubunun toplam ağırlığı 42,71 g iken 90 günlük çalışma sonunda toplam ağırlık 58,61 g olmuş ve toplam ağırlık değişimi %37,22 olarak hesaplanmıştır.



Şekil 4.29. Yengeç %8 akvaryum-3 grubu toplam ağırlık artışı

Toplam 90 gün boyunca %8 Yengeç unu içeren rasyonu ile beslenen Yengeç %8 akvaryum-3 grubuna ait ağırlık değişimi her 15 günde bir toplam ağırlık alınarak hesaplanmıştır. Bu neticede besleme çalışmasına başlanmadan akvaryum balık grubunun toplam ağırlığı 42,04 g iken 90 günlük çalışma sonunda toplam ağırlık 54,18 g olmuş ve toplam ağırlık değişimi %28,87 olarak hesaplanmıştır.



Şekil 4.30. Her bir rasyonun gruplar üzerindeki ağırlık gelişimlerinin kıyaslanması

4.2.4. Büyüme Parametreleri

90 günlük besleme periyodu sonunda her bir gruba ait Yem Dönüşüm Oranları (FCR) aşağıda belirtilmiştir.

Tüketilen Yem Miktarı = FCR x Canlı Ağırlık Artışı

4.2.4.1. Kontrol Grubu

90 gün sonunda tüketilen yem miktarı = 168,75 gr

90 gün sonundaki toplam ağırlık artışı (90 balık için) = 42,04 gr

168,75 = FCR x 42,04

FCR = 4,01

4.2.4.2. %4 Yengeç Unu Grubu

90 gün sonunda tüketilen yem miktarı = 194,32 gr

90 gün sonundaki toplam ağırlık artışı (90 balık için) = 41,48 gr

194,32 = FCR x 41,48

FCR = 4,68

4.2.4.3. %8 Yengeç Unu Grubu

90 gün sonunda tüketilen yem miktarı = 177,04 gr

90 gün sonundaki toplam ağırlık artışı (90 balık için) = 40,56 gr

177,04 = FCR x 40,56

FCR = 4,36

4.3. Renk Eşleşmeleri

90 Günlük besleme periyodu sonunda elde edilen Red Channel değerleri Japon Balıklarında görülen Sarı-Turuncu renk aralıklarında görülebilen en yakın RAL kodları ile eşleştirilmiştir.



Şekil 4.31. Besleme sonucu elde edilen ortalama renk değerleri ve karşılık RAL kodları

4.4.İstatistiksel Analizler

4.4.1. Üst Görünüş Analizleri

IBM SPSS programı kullanılarak analiz edilen Üst Görünüş değerlerinin ilk önce normal dağılım gösterip göstermediği analiz edilmiştir.

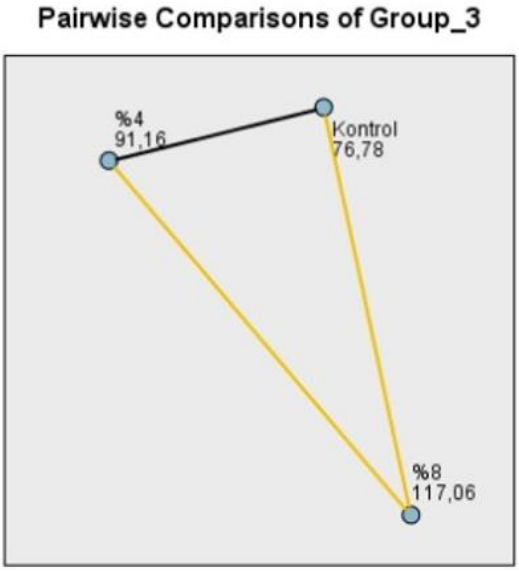
Tests of Normality

	Kolmogorov-Smirnov[a]			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Pixel	,121	189	,000	,887	189	,000

a. Lilliefors Significance Correction

Şekil 4.32. Üst Görünüş değerleri normal dağılım analiz sonuçları

Normal dağılım testlerinden Kolmogorov-Smirnov ve Shapiro-Wilk testleri uygulanmış olup, Üst görünüş değerlerinin normal dağılmadığı (Sig <0.05) tespit edilmiştir. Sonrasında ise gruplar arasında herhangi bir fark olup olmadığının tespiti için Kruskal-Wallis analizi (Sig <0.05) uygulanmıştır.

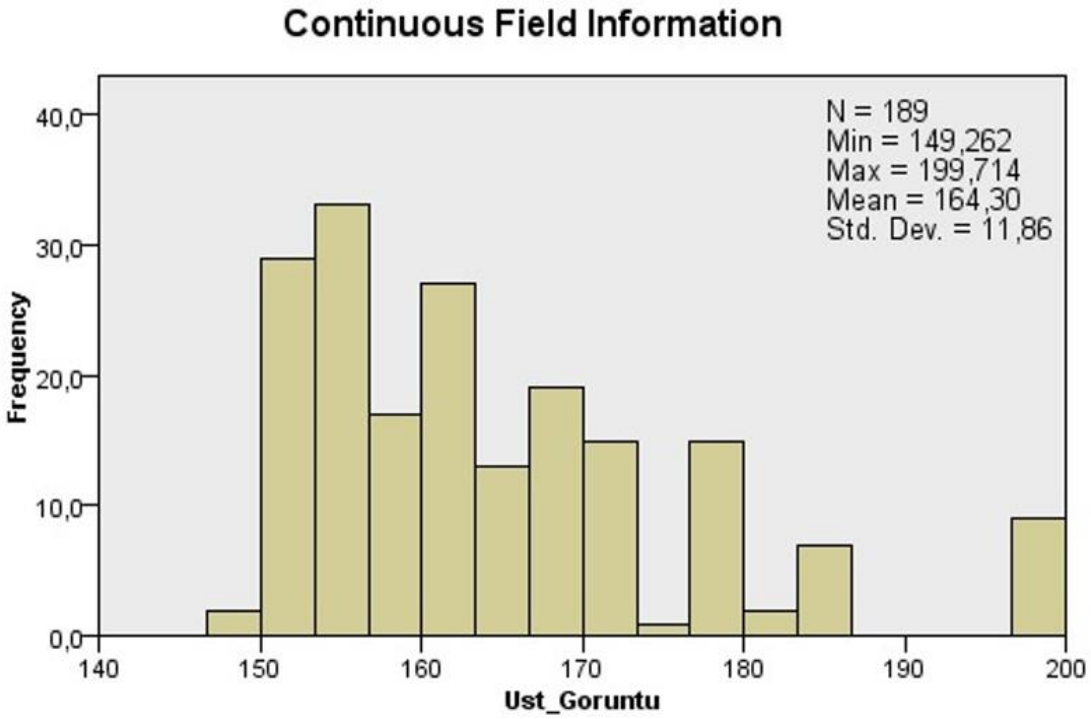


Each node shows the sample average rank of Group_3.

Sample1-Sample2	Test Statistic	Std. Error	Std. Test Statistic	Sig.	Adj.Sig.
Kontrol-%4	-14,381	9,747	-1,475	,140	,420
Kontrol-%8	-40,286	9,747	-4,133	,000	,000
%4-%8	-25,905	9,747	-2,658	,008	,024

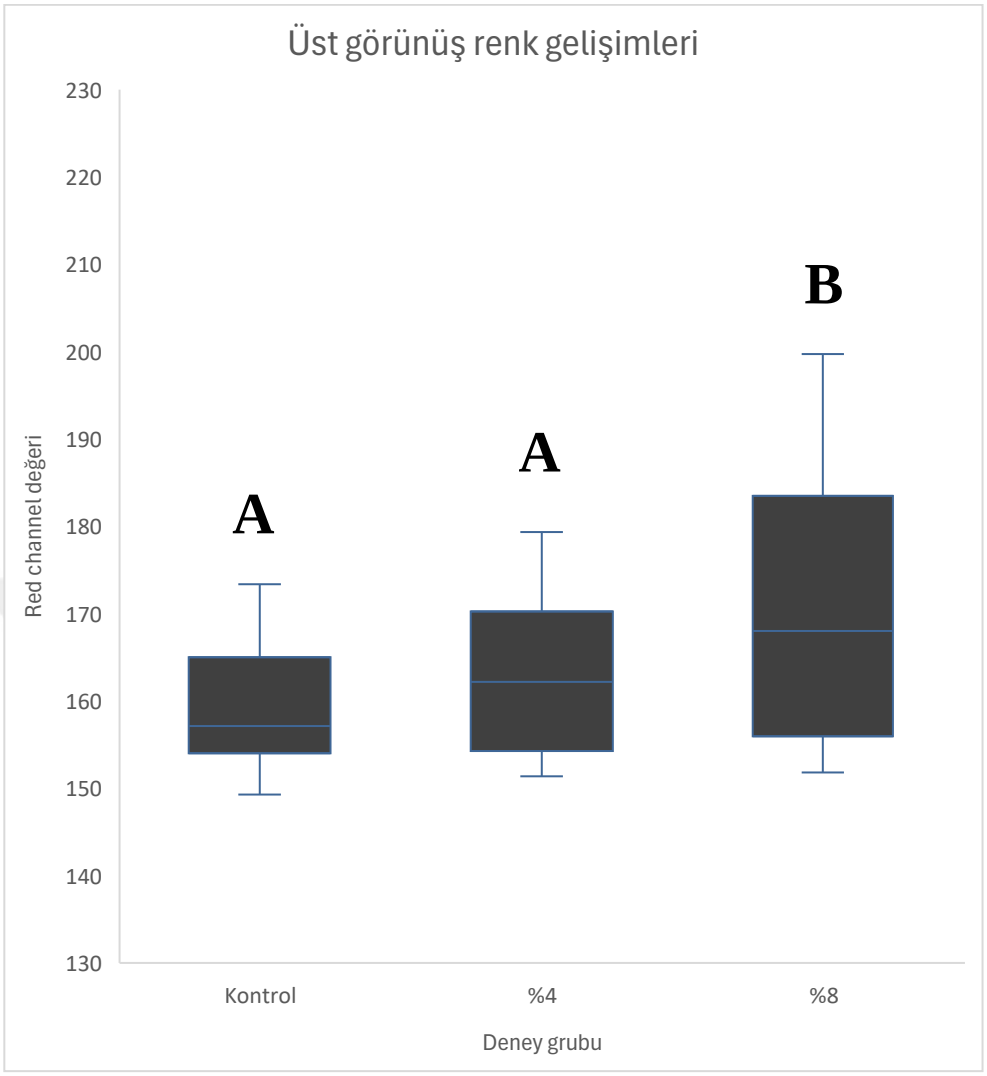
Each row tests the null hypothesis that the Sample 1 and Sample 2 distributions are the same.
Asymptotic significances (2-sided tests) are displayed. The significance level is ,05.

Şekil 4.33. Üst görünüş grupları Kruskall-Wallis analiz sonuçları



Şekil 4.34. Üst görünüş veri dağılım histogramı

Yapılan Kruskal-Wallis analizi sonucunda %8 Yengeç Unu rasyonuyla beslenen grup ile Kontrol ve %4 Yengeç Unu Grupları arasında Pozitif (+) yönde bir farklılığının olduğu tespit edilmiştir (Sig <0.05). Bu analiz sonucunda %8 Yengeç Unu rasyonunun renk gelişimine Üst Görünüş itibariyle pozitif bir katkısının olduğu istatistiksel olarak ortaya konmuştur.



Şekil 4.35.Üst Görünüş renk gelişimleri box-plot grafiği (uppercase letter ile)

4.4.2. Ön Görünüş Analizleri

IBM SPSS programı kullanılarak analiz edilen Ön Görünüş değerlerinin ilk önce normal dağılım gösterip göstermediği analiz edilmiştir

Tests of Normality

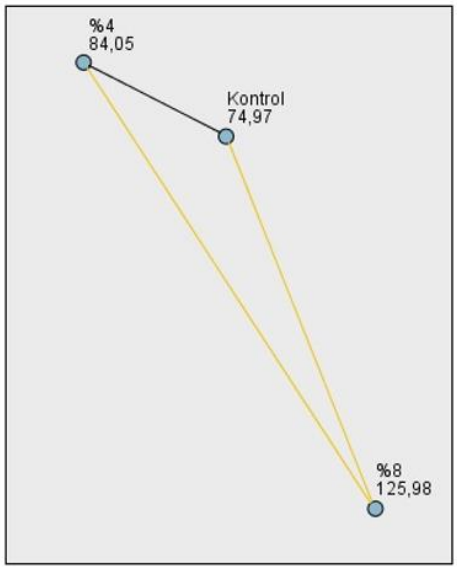
	Kolmogorov-Smirnov[a]			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
On_Goruntu	,165	189	,000	,787	189	,000

a. Lilliefors Significance Correction

Şekil 4.36. Ön Görünüş değerleri normal dağılım analiz sonuçları

Normal dağılım testlerinden Kolmogorov-Smirnov ve Shapiro-Wilk testleri uygulanmış olup, Ön görünüş değerlerinin normal dağılmadığı (Sig <0.05) tespit edilmiştir. Sonrasında ise gruplar arasında herhangi bir fark olup olmadığının tespiti için Kruskal-Wallis analizi (Sig <0.05) uygulanmıştır.

Pairwise Comparisons of Group_3

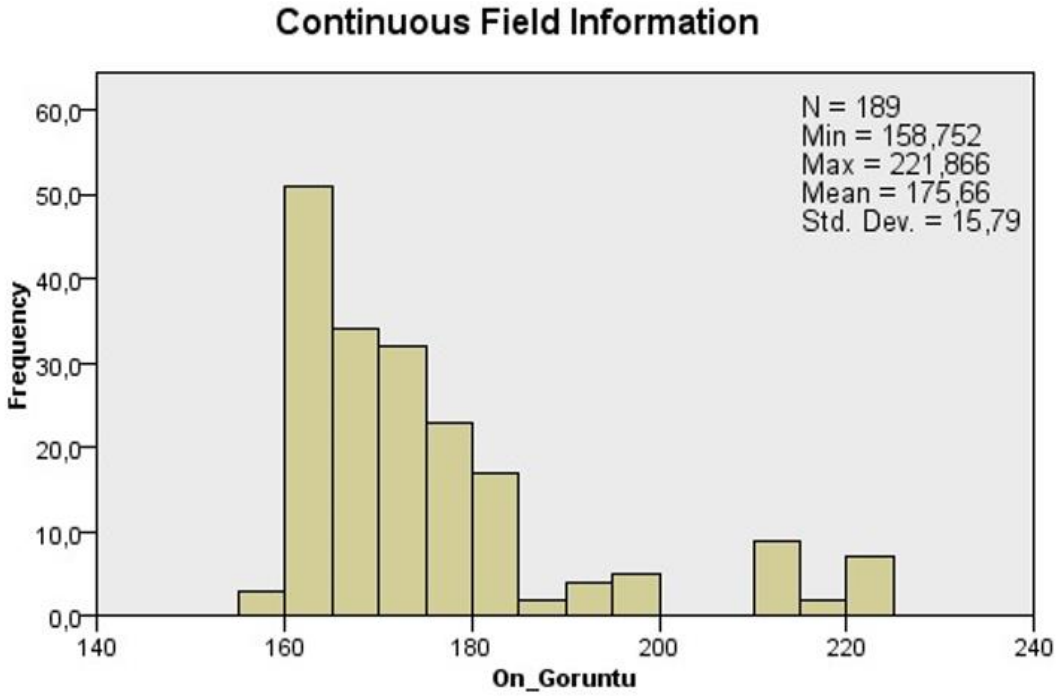


Each node shows the sample average rank of Group_3.

Sample1-Sample2	Test Statistic	Std. Error	Std. Test Statistic	Sig.	Adj.Sig.
Kontrol-%4	-9,079	9,747	-,932	,352	1,000
Kontrol-%8	-51,016	9,747	-5,234	,000	,000
%4-%8	-41,937	9,747	-4,303	,000	,000

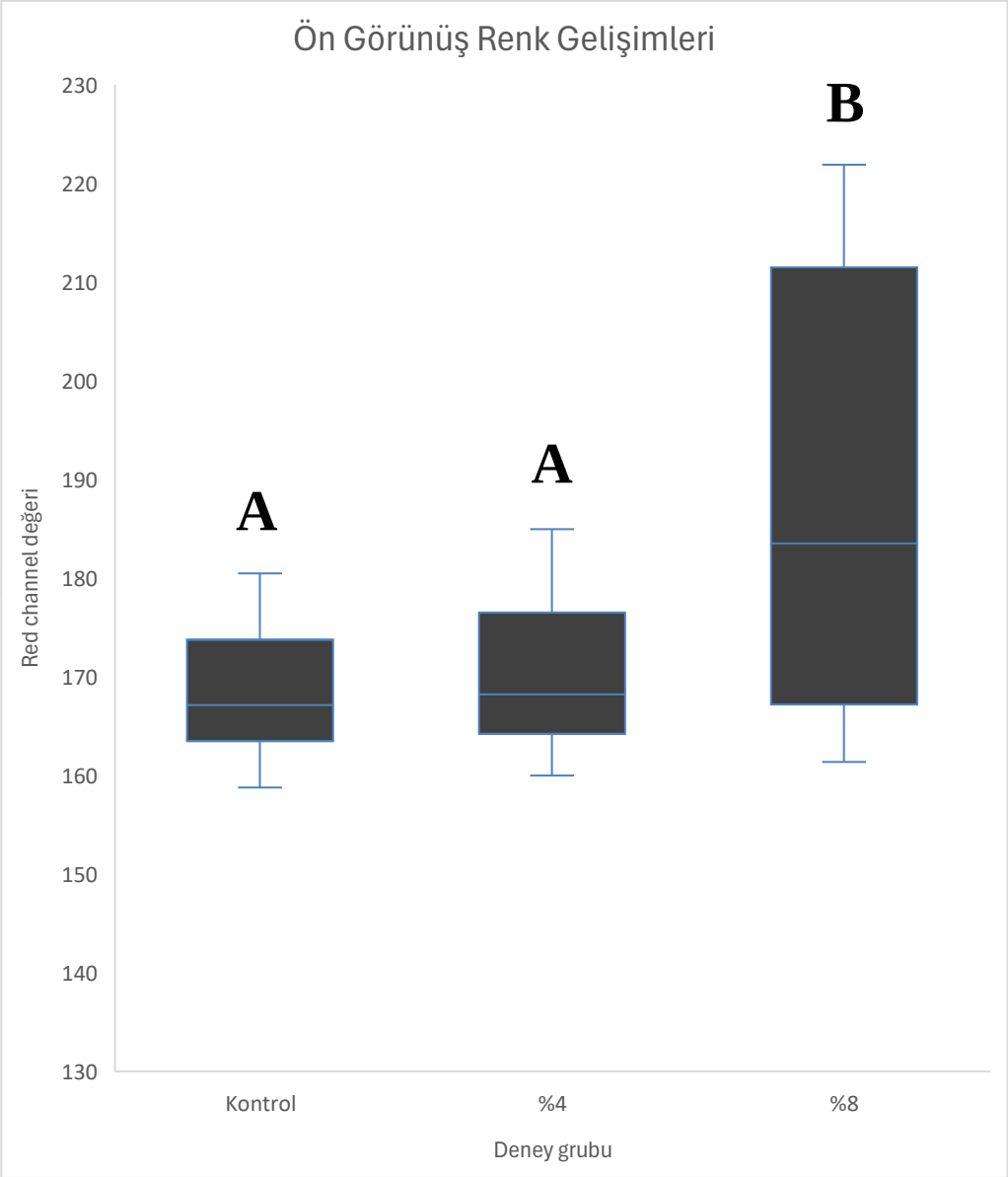
Each row tests the null hypothesis that the Sample 1 and Sample 2 distributions are the same.
Asymptotic significances (2-sided tests) are displayed. The significance level is ,05.

Şekil 4.37. Ön görünüş Kruskal-Wallis test sonuçları



Şekil 4.38. Ön görünüş veri dağılım histogramı

Yapılan Kruskal-Wallis testi sonucunda %8 Yengeç Unu rasyonuyla beslenen grup ile Kontrol ve %4 Yengeç Unu Grupları arasında Pozitif (+) yönde bir farklılığının olduğu tespit edilmiştir (Sig <0.05). Bu analiz sonucunda %8 Yengeç Unu rasyonunun renk gelişimine Ön Görünüş itibariyle pozitif bir katkısının olduğu istatistiksel olarak ortaya konmuştur.



Şekil 4.39. Üst Görünüş renk gelişimleri box-plot grafiği (uppercase letter ile)

4.4.3. Ağırlık Analizleri

IBM SPSS programı kullanılarak analiz edilen Ağırlık değerlerinin ilk önce normal dağılım gösterip göstermediği analiz edilmiştir.

Tests of Normality

	Kolmogorov-Smirnov[a]			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Ağırlık	,115	63	,036	,945	63	,007

a. Lilliefors Significance Correction

Şekil 4.40. Ağırlık değerleri normal dağılım sonuçları

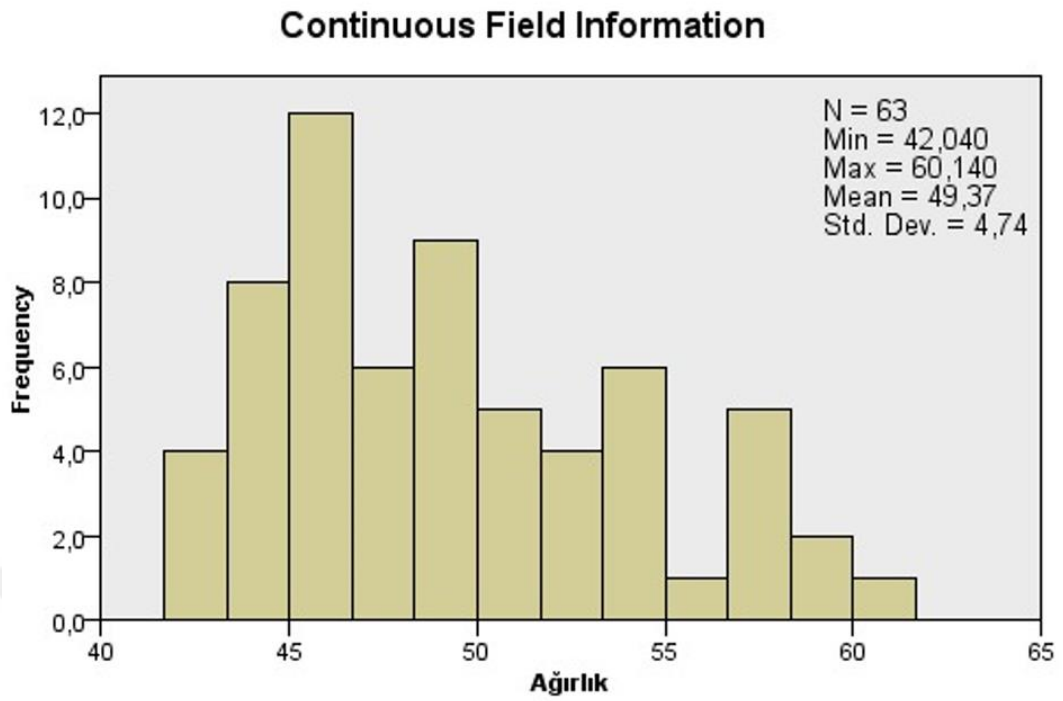
Normal dağılım testlerinden Kolmogorov-Smirnov ve Shapiro-Wilk testleri uygulanmış olup, Ağırlık değerlerinin normal dağılmadığı (Sig <0.05) tespit edilmiştir. Grupların arasında anlamlı bir fark olup olmadığı test etmek üzere Kruskal-Wallis testi uygulanmıştır (Sig > 0.05).

Hypothesis Test Summary

	Null Hypothesis	Test	Sig.	Decision
1	The distribution of Ağırlık is the same across categories of Grup_W.	Independent-Samples Kruskal-Wallis Test	,470	Retain the null hypothesis.

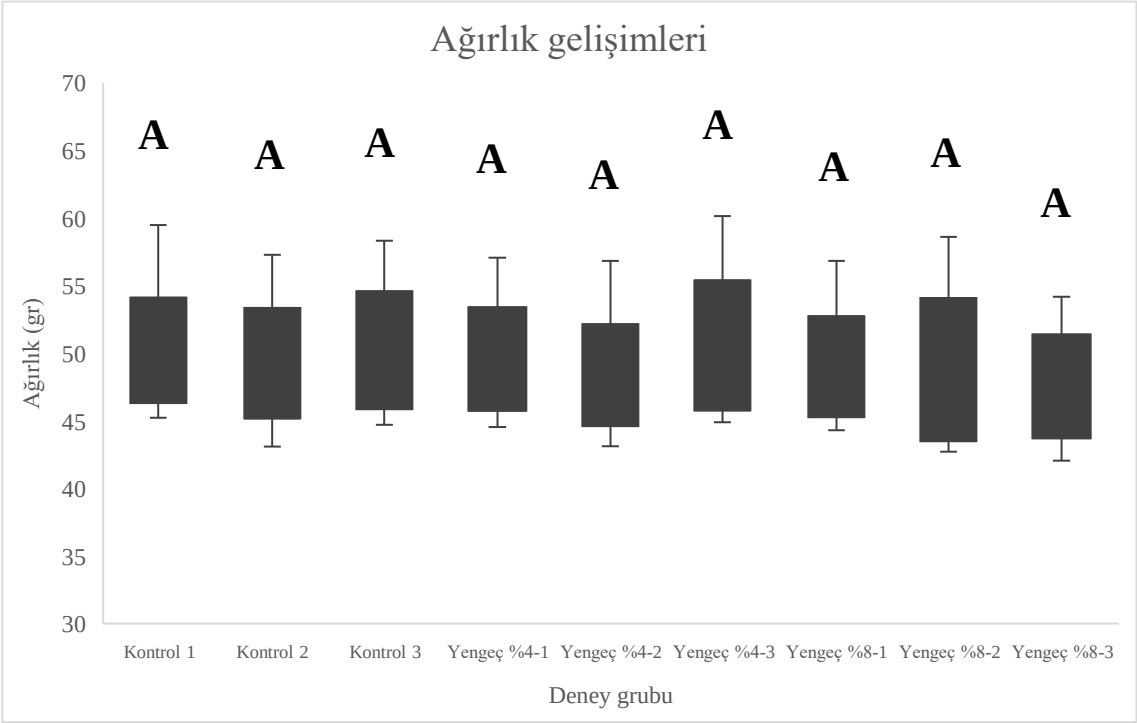
Asymptotic significances are displayed. The significance level is ,05.

Şekil 4.41. Ağırlık değerleri Kruskal-Wallis analiz sonucu



Şekil 4.42.Ağırlık değerleri veri dağılım histogramı

Yapılan Kruskal-Wallis testi sonucunda Kontrol Grupları, %8 Yengeç Unu Grupları ve %4 Yengeç Unu Grupları arasında ağırlık gelişimi yönünden istatistiksel açıdan anlamlı bir farklılığının bulunmadığı tespit edilmiştir (Sig. >0.05).



Şekil 4.43. Ağırlık gelişimleri box-plot grafiği (uppercase letter ile)

5.TARTIŞMA

Dünya toplam su ürünleri üretimine bakıldığında avcılık ve yetiştiricilik üretim miktarları arasındaki fark yıllar itibarıyla yetiştiriciliğin lehine sürekli artış göstermiştir. Dünya Gıda ve Tarım Örgütü (FAO)'nün 2024 "*Dünya Balıkçılık ve Su Ürünleri Yetiştiriciliğinin Durumu*" raporuna göre, 2022 yılında su ürünleri üretimi (186.735.827 ton) yeni bir dünya rekoruna ulaşırken ilk defa yetiştiricilik yoluyla (94.415.401 ton) elde edilen su ürünleri üretim miktarı avcılıktan elde edilen (92.320.427 ton) miktarın önüne geçmiştir (Çöteli 2024). Şu anda dünyada gıda olarak balık ihtiyacının %50'56'sı su ürünleri yetiştiriciliği ile karşılanmaktadır. Bu rakamın 2030 yılına kadar %60-70'lere kadar ulaşması beklenilmektedir (Hodar vd. 2020).

Küresel anlamda su ürünlerinden yetiştiricilik yoluyla üretim miktarının hızla büyümesi, diğer yandan su ürünleri yemlerine olan talebi de artırmaktadır. Yemler balıkların sağlıklı yaşamaları, daha hızlı büyümesi ve hayatta kalmaları için besin sağlar.

Balık unu ve balık yağı, su ürünleri yetiştiriciliği yemlerindeki ana protein ve lipit kaynaklarıdır (Hodar vd. 2020). Su ürünleri yetiştiriciliği yemlerinde balık unu, en pahalı protein kaynağı olarak kabul edilmektedir (Tacon, 1993). Yemlere balık unu eklenmesi, yem verimliliğini, kalitesini ve daha iyi bir gıda lezzeti vermesi, balığın yemi iştahla tüketmesi ve dolaylı olarak balığın daha hızlı büyümesini sağlar. Besin alımını, sindirimi ve emilimini geliştirir. Balık unu ve balık yağına olan talep artışı diğer yandan bu ürünlerin dolar bazında (1600 $ ve 900-1800 $) fiyatlarının önemli ölçüde artış göstermesine neden olmaktadır (Hodar vd. 2020).

Balık unu ve yağı bu gidişle balık yemlerinde birincil protein kaynakları olmaya devam ederse, su ürünleri yetiştiriciliği üretiminin büyümesi maliyetli ve sürdürülemez hale gelecektir. Bu nedenle, daha ucuz ancak besin açısından da zenginleştirici alternatif bir protein ve lipit kaynağı aramaya ihtiyaç vardır. Balık unu için alternatif olabilecek protein kaynaklarının temel kriterleri arasında besin profili, lezzet, sindirilebilirlik, antinutrisyonel faktörler, bulunabilirlik ve fiyatı yer almaktadır. Bu nedenle su ürünleri sektöründe balık ununa alternatif bir protein hammaddesi arama çalışmaları tüm hızıyla devam etmektedir (Rawski vd., 2020).

Balık unu için alternatif hayvansal kaynaklar olarak, kümes hayvanı yan ürün unu (PBM), et ve kemik unu, kan unu, krill unu, toprak solucanı unu, sinek larvaları ve ipek böceği pupaları, bitkisel protein kaynağı olarak ise soya unu, mısır ve buğday glüteni, makro ve mikro algler, diğer protein kaynağı olarak biofloc unları gibi hammaddeler (Hodar vd. 2020) protein yönünden zengin olsalar da bir su canlısının ihtiyaç duyduğu aminoasitler düzeyinde yetersiz kalabilmektedirler. Bunun en önemli nedenleri ise sucul canlıların ihtiyaç duyduğu esansiyel aminoasitlerin karasal kaynaklı hayvanlardan elde edilen hammaddelerde tam olarak karşılanamamasıdır (Tacon, 1995).

Son yıllarda doğu Akdeniz'de Kızıldeniz orijinli çok sayıda organizmanın kaydı yapılmıştır. Bu bölge, lesepsiyan türler açısından en sıcak bölge olarak bilinmektedir. Türkiye'nin de içinde yer aldığı Akdeniz'in bu bölgesinde yapılan son çalışmalarda yerleşik lesepsiyen balık tür sayısı 90 olarak bildirilmiştir (Bilecenoğlu, 2024). Süveyş kanalı yoluyla Akdenize'e geçiş yapan canlılar sadece balıklarla sınırlı değildir.

Balıkların dışında plaktonlar, gasrapoda, crustacea, algler, medüzler gibi çok sayıda denizel organizma bu geçişi yapmıştır (Hassan vd. 2003).

C. longicollis'de Kızıldeniz'den Akdeniz'e göç eden yengeçlerden biridir (Lewihsohn & Holthuis 1964). İstilacı bir yengeç olan bu canlı Akdeniz'deki dağılımını hızla genişletmiştir. Türkiye'nin Akdeniz kıyılarında gece yapılan avcılıkta balıkçıların av kompozisyonlarında önemli bir hacme ulaşmaya başlamıştır. Özellikle yaz aylarında daha fazla görülmeye başlayan bu tür Akdeniz'de 25 ila 80 m derinliklerdeki kumlu-çamurlu zeminlerde yayılım göstermektedir.

C. longicollis ile yapılan araştırmalar incelendiğinde bu çalışmaların genellikle yengecin kayıtları, paraziti, dağılımı ve üremesi ile ilgili olduğu görülmektedir (Stasolla vd. 2016; Innocenti vd. 2017; Galil vd. 2020). Bu araştırmaların dışında kitosan eldesi (Doğdu vd., 2021) ve ağır metal birikimine (Fırat vd., 2008) ait birer çalışma mevcuttur. Ancak şu ana kadar bu türün gerek insan gıdası gerekse balık yeminde bir besin kaynağı ya da balık ununa takviye olarak kullanıldığına dair bir çalışma bulunmamaktadır.

Yapılan saha çalışmaları kapsamında özellikle küçük ölçekli balıkçıların yaz aylarında barbun, mercan ve karides için attıkları uzatma ağların bu yengeçler tarafından istila edilip, ağdaki ticari öneme sahip canlılara zarar vererek ekonomik kayıp yarattığı ağlarına zarar verdiği, ağlardan alınmaları sırasında ellerinde yaralanmalara sebep olduğu, ekstra zaman ve iş gücü kaybı yarattığı tarafımıza iletilmiştir. Bu yengeç gece yapılan trol çekimleri sırasında av kompozisyonunun büyük bir kısmını oluşturmaktadır. Bu nedenle av kompozisyonu içerisinde kıskaçlarıyla diğer avlara da zarar vermekte ve yaralanmalarına sebep olmaktadırlar. Örneğin barbun, karides gibi küçük canlıları kıskaçlarıyla bölme ve yaralamaları, hedef dışı avlanılan ve doğaya geri atılan vatoz ve köpek balıkları gibi canlıları yaralama ve yüzgeçlerine zarar vermeleridir.

İstilacı türlerle yapılacak en iyi mücadele bu canlıların insanlık yararına kullanılması ve ekonomiye kazandırılmasıdır. Bu şekilde yapılacak bir değerlendirme ile bir yandan istilacı türler ile mücadele ederek ekosistem korunurken diğer yandan da bu canlılar ekonomiye dönüştürülür. Bu araştırmamızda da balıkçıya, balıkçı ağına, ağlarda yakalanan avlara, ekosisteme, ekonomiye zararlar veren ve ağlarda büyük miktarlarda çıkan bir yengeç türünden yararlanma yolunun araştırılmasını amaçladık. Böylece bu yengecin akvaryum balıkları endüstrisinde balık yemi ve balıkların renklenmelerine katkısının olup olmadığını hedefledik.

Yapılan hammadde analizleri doğrultusunda %31,04 protein oranı ile alternatif bir protein kaynağı olarak kullanılma potansiyeli barındıran *C. longicollis* 'in kül tayin analiz sonucunun %51,50 olmasından ötürü balık ununa tam ikame olma konusunda yetersiz olmasına karşın bu yengeçlerden elde edilecek hammaddenin balıklarda renklendirme ve bir yem katkı maddesi olarak kullanılabileceği öngörülmüştür. Her ne kadar aynı familyaya ait bir başka tür olan *Charybdis smithii* hakkında yapılan bir besin içeriği çalışmasında kuru maddede ortalama %63 Protein %2,8 Karbonhidrat ve %7 oranında yağ içerdiği bildirilse de (Balasubramanian vd., 2001) bu çalışma sadece bir hammadde tayin çalışmasından öteye geçmediğinden ötürü besleme çalışmaları hakkında bir bilgi ortaya koyamamaktadır.

Japon balıklarını renklenmesi üzerine yaptığımız çalışmada %4 ve %8 oranında yengeç unu katkılı yem denemeleri yapılmıştır. Besleme süremiz 3 ay (90 gün) sürmüştür. Bu süre sonunda %8 oranında yengeç unu katkılı rasyon ile beslenmiş balıkların hem ön görüntüsünde hem de üstten görünüşlerinde kontrol gurubuna göre istatistiksel anlamda önemli bir renk farklılığı tespit edilmiştir.

Rasyona %4 oranında ikame edilen yengeç unu ile beslenen balıklarda da renk farklılığı tespit edilmiş ancak konrol grubu ile istatiksel anlamda kıyaslandığında önemli bir fark bulunamamıştır. Yanar ve Tekelioğlu (1997), Japon balıklarıyla yaptıkları bir çalışmada, pigmentasyonun balık büyüklüğüne bağlı olarak doğru orantılı arttığını bildirmişlerdir. Yapılan bu çalışmada kullanılan 4 farklı ağırlık grubunun en küçük ağırlık grubu bizim çalışmamızda kullandığımız bütün balıklar ile benzer ağırlık özellikleri göstermektelerdir.

Buna göre bu çalışmanın devamı olarak daha büyük bireylerden oluşan bir deney grubu ile aynı rasyon ile çalışılarak büyük boy Japon balıklarında yengeç ununun pigmentasyona etkisi araştırılabilir.

Besleme periyotları süresince çekilen fotoğrafların işlemesi için kullanılan program olan "ImageJ" yükselen teknoloji ile beraber birçok alanda yaygınlaşmaya başlamıştır. Canlı ve cansız hücrelerin ayırt edilmesi için kırmızı klorofil floresansı ve spesifik olmayan yeşil otofloresansı kullanan tek hücreli siyanobakteriler için yeni ve hızlı bir canlılık testi ImageJ'nin renk tayin özelliği sayesinde yapılmıştır (Schulze vd., 2011).

ImageJ kullanılarak yapılan bir meme kanseri immünohistokimyası çalışmasında RGB görüntü analizlerinde, her rengin kendine özgü bir kimliğinin olduğunu ve bu kimliğim, üç temel rengin (kırmızı, yeşil ve mavi) renk yoğunluğundan oluştuğu bildirilmiştir. Kırmızı rengin, 256 farklı tonla temsil edilebildiği, ancak insanların yüksek kırmızı yoğunluğuna sahip diğer renkleri de kırmızı olarak algıladığını ve bu ayrımın yeni teknolojiler ile kolaylıkla tespit edilebildiği bildirilmiştir (Vrekousis vd.,2009). ImageJ sayesinde RGB renk değerine sahip iki renkli doku örneklerinin renk kanallarına ayrılarak bu ayrılan kanallar sayesinde renk değerlerine ait ekstra dataların sağlandığı bildirilmiştir Hartig, 2013).

Çalışma esnasında çekilen hem ön hem de üstten görünüşlere ait fotoğraflar incelendiğinde önden görünüşlere ait Red Channel ortalamalarının üstten görünüşlere ait fotoğraflardaki Red Channel ortalama değerlerinden %-7 ila %10 arasında daha yüksek olduğu ortaya çıkmaktadır. Bunun sebebine ait kesin veriler bulunmamakla birlikte üstten görünüşte balıkların renklerinin daha stabil ve dar bir aralıkta iken önden görünüşlerde balıklar üzerinde karınlarındaki beyazlıklardan gözlerindeki siyahlıklara kadar farklı renk pigmentlerinin de fotoğraflarda bulunması olarak değerlendirilmektedir.

Farklı oranda yengeç unu içeren rasyonlarının renklenme etkisine bakıldığında elde edilen veri setinin normal dağılmadığı Kolmogorov-Smirnov ve Shapiro-Wilk testleri ile tespit edilmiş olup, buna bağlı olarak parametrik olmayan verilerin değerlendirildiği Kruskal-Wallis testleri yapılmış ve gruplar arasında anlamlı bir fark olduğu ortaya çıkmıştır. %8 Yengeç unu içeren rasyon ile beslenen Japon balıklarındaki renk gelişiminin hem ön görünüş hem de üst görünüş itibariyle, Kontrol grupları ve %4

Yengeç unu rasyonu ile beslenen balıkların ön ve üst görünüşlerinden pozitif yönde ayrıldığı tespit edilmiştir. Bunlara karşın %4 ve Kontrol grupları arasında ise renklenme açısından herhangi anlamlı bir farklılık bulunamamıştır.

Renk gelişimleri arasında anlamlı fark bulunan deney grupları arasında rasyonda kullanılan yengeç ununun büyümeyi negatif ya da pozitif etkileyip etkilemediği incelenmiştir. Çalışma boyunca düzenli olarak her akvaryumun toplam ağırlığı ölçülmüştür. Düzenli alınan ağırlık veri setleri istatiktiksel olarak Kolmogorov-Smirnov ve Shapiro-Wilk testlerine tabi tutulmuş ve normal dağılım göstermedikleri tespit edilmiştir. Normal dağılım göstermeyen ağırlık değişimlerine ait veri grupları arasında bir anlamlı bir fark olup olmadığının kontrolü için Kruskal-Wallis testleri yapılmış olup bu test sonucunda gruplar arasında anlamlı bir fark olmadığı ortaya konmuştur.

6. SONUÇLAR

Bu araştırma istilacı bir yengeç türü (*C. longicollis*) ununun balık yeminde katkı maddesi olarak kullanılması ve yengece ekonomik bir değer kazandırılarak balıkçıya ek gelir sağlanması, trol ağlarında küreklerle geri atılan yengeci baskı altında tutarak mücadele edilmesi hedeflenerek özgün bir çalışma ortaya konmaya çalışılmıştır.

Araştırmadan elde edilen sonuçlara göre %8 oranında yengeç unu kullanılarak hazırlanan rasyon ile beslenen Japon balıklarının, %4 Yengeç unu ve Kontrol grubu rasyonu ile beslenen Japon balıklarından renk gelişimi bakımından daha iyi bir şekilde renklendiği, parlaklık ve kırmızılık değerinin daha yüksek olduğu istatistiksel anlamda da ortaya konmuştur.

Yine %4 oranında yengeç unu katkılı rasyon kullanılarak beslenen Japon balıklarının renginde de bir gelişme olmuş ancak kontrol grubu ile yapılan istatistiksel değerlendirmede çok önemli bir fark tespit edilememiştir.

Balıklarda renk gelişimindeki bu olumlu farklılıkların yanı sıra balıkların ağırlıkça gelişimleri açısından da herhangi bir istatistiksel fark olmadığı ve ağırlık bakımından gurupların aynı oranda geliştikleri tespit edilmiştir.

İstilacı türlerin insan sağlığına, balıkçı için ekstra iş gücü harcanmasına, av araçlarına, ağlarda yakalanan avlara, operasyonlar sırasında yakıt tüketimine, ekosisteme, çevreye, turizme, ekonomilere sürekli zararlar verdiği görülmektedir. Akdeniz için hayati öneme sahip olan türlerin korunması adına istilacı türler ile mücadele edilmesi gerekliliği yadsınamaz bir gerçektir. Bu bağlamda tüketimi sakıncalı olan ya da tüketilmeyen istilacı türlere ticari bir değer kazandırmak, onları potansiyel bir gelir kaynağına dönüştüreceği için bu türlerin avcılığı teşvik edilmektedir.

Ekonomik çerçevede ise 2025 yılı itibari ile 1 kg balık unu fiyatı global piyasada toptan satışta 1,59 Amerikan dolarından işlem görmektedir. Kontrol grubu rasyonunda %19 oranında balık unu bulunmakta iken %8 Yengeç unu rasyonunda %12,50 balık unu bulunmaktadır. Bu da 1 ton yemde 103.35 Amerikan doları daha az bir maliyet ortaya koymaktadır.

Yapmış olduğumuz bu tez çalışmasının sonuçları şu an için herhangi bir ticari değere sahip olmayan istilacı bir yengeç olan *C. longicollis* türünden elde edilen unun balık unu yerine katkı maddesi olarak kullanılabileceği, özellikle süs balıkları beslenmesinde daha iyi bir renklenme sağladığı balıkların beslenmesinde herhangi bir ağırlık kaybına sebep olmadan renk gelişimlerinde pozitif bir katkı verdiği ortaya konmuştur.

7. KAYNAKLAR

Balasubramanian, C. P., & Suseelan, C. (2001). Biochemical composition of the deep-water crab *Charybdis smithii* (Brachyura: Portunidae).

Bilecenoğlu, M. (2024). Diversity of fishes along the coast of Türkiye. Turkish Journal of Zoology, 48(6), 589-616.

Boscolo, W. R., Hayashi, C., Meurer, F., & Soares, C. M. (2001). Fish, meat and bone, poultry by-products and silkworm meals as attractive in diets for Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) fingerlings. *Revista brasileira de zootecnia*, *30*, 1397-1402.

Chapman FA, Miles RD (2018) How ornamental fishes get their color. IFAS Extension, University of Florida. FA 192:1–6

Cho, S. H. (2010). Effect of fishmeal substitution with various animal and/or plant protein sources in the diet of the abalone *Haliotis discus* hannai Ino. *Aquaculture research*, *41*(10), e587-e593.

Chong A, Hashim R, bin Ali A (2003) Assessment of soybeanmeal in diets for discus (*Symphysodon aequifasciata* Heckel) farming through a fishmeal replacement study. AquacultureResearch 34: 913–922.

CIESM: https://www.ciesm.org/atlas/Charybdislongicollis.php (Erişim tarihi: Aralık 2024)

Çöteli, F.T. (2024). T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Tarım Reformu Genel Müdürlüğü Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü SU ÜRÜNLERİ ÜRÜN RAPORU 2024. TEPGE Yayın No: 403 p.24

Das AP, Biswas SP (2016) Carotenoids and Pigmentation in Ornamental Fish. J Aquac Mar Biol 4(4): 00093. DOI: 10.15406/jamb.2016.04.00093 (Erişim tarihi 21.02.2025).

Deng, Y., Xie, S., Zhan, W., Peng, H., Cao, H., Tang, Z., ... & Zhou, Q. (2024). Dietary Astaxanthin Can Promote the Growth and Motivate Lipid Metabolism by Improving Antioxidant Properties for Swimming Crab, *Portunus trituberculatus*. Antioxidants, 13(5), 522.

Doğdu, S. A., Turan, C., & Depci, T. (2021). Extraction and Characterization of Chitin and Chitosan from Invasive Alien Swimming Crab Charybdis longicollis. *Natural and Engineering Sciences*, *6*(2), 96-101.

Ferrari M, Folli C, Pincolini E, McClintock TS, Rössle M, Berni R, Cianci M (2012) Structural characterization of recombinant crustacyanin subunits from the lobster *Homarus americanus*. Acta Crystallogr Struct Biol Cryst Commun 68:846–853.

Firat, Ö., Gök, G., Çoğun, H. Y., Yüzereroğlu, T. A., & Kargin, F. (2008). Concentrations of Cr, Cd, Cu, Zn and Fe in crab *Charybdis longicollis* and shrimp Penaeus semisulcatus from the Iskenderun Bay, Turkey. *Environmental monitoring and assessment*, *147*(1), 117-123.

Galil, B. S., & Lützen, J. (1995). Biological observations on Heterosaccus dollfusi Boschma (Cirripedia: Rhizocephala), a parasite of Charybdis longicollis Leene (Decapoda: Brachyura), a lessepsian migrant to the Mediterranean. *Journal of Crustacean Biology*, *15*(4), 659-670.

Galil, B.S., Mienis,H.K., Hoffman, R. & Goren, M. (2020) Non-indigenous species along the Israeli Mediterranean coast: tally, policy, outlook. Hydrobiologia 848:9, pages 2011-2029.

Gómez-Requeni, P., Mingarro, M., Calduch-Giner, J. A., Médale, F., Martin, S. A. M., Houlihan, D. F., ... & Pérez-Sánchez, J. (2004). Protein growth performance, amino acid utilisation and somatotropic axis responsiveness to fish meal replacement by plant protein sources in gilthead sea bream (Sparus aurata). *Aquaculture*, *232*(1-4), 493-510.

Haetami, K. & Meidito, A.S. (2024). Exploration and Processing of Pigment Source Feed Materials for Ornamental Fish Feed. Journal of Fish Health Volume 4, Issue 4, 188-189

Hartig, S. M. (2013). Basic image analysis and manipulation in ImageJ. Current protocols in molecular biology, 102(1), 14-15.

Hassan, M., Harmelin- Vivien, M., Bonhomme, F., (2003). Lessepsian invasion without bottleneck: example of two rabbitfish species (*Siganus rivulatus* and *Siganus luridus*). *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. Vol 291, (2), p 219-232

Hodar, A. R., Vasava, R. J., Mahavadiya ,D. R. and Joshi N. H. (2020). Fısh Meal and Fısh Oıl Replacement For Aqua Feed Formulatıon By Usıng Alternatıve Sources : A Revıew. J. Exp. Zool. India Vol. 23, No. 1, pp. 13-21

Innocenti, G., Stasolla, G., Goren, M., Stern, N., Levitt-Barmats, Y., Diamant, A., & Galil, B. S. (2017). Going down together: invasive host, *Charybdis longicollis* (Decapoda: Brachyura: Portunidae) and invasive parasite, *Heterosaccus dollfusi* (Cirripedia: Rhizocephala: Sacculinidae) on the upper slope off the Mediterranean coast of Israel. Marine Biology Research, 13(2), 229–236. https://doi.org/10.1080/17451000.2016.1240873

Kong W, Huang S, Yang Z, Shi F, Feng Y, Khatoon Z (2020) Fish feed quality is a key factor in impacting aquaculture water environment: evidence from incubator experiments. Sci Rep 10:1–15.

Lee JSF, Britt LL, Cook MA, Wade TH, Berejikian BA, Goetz FW (2017) Effect of light intensity and feed density on feeding behaviour, growth and survival of larval sablefish *Anoplopoma fimbria*. Aquac Res 48:4438–4448

Lenihan-Geels, G., S. Bishop; K., Ferguson, L.R. (2013). Alternative Sources of Omega-3 Fats: Can We Find a Sustainable Substitute for Fish? Nutrients, Vol. 5, (4), 1301-1315

Lewihsohn, CH & Holthuis, L.B. (1964) Lewinsohn Ch, Holthuis LB. 1964. New records of decapod Crustacea from the Mediterranean coast of Israel and the Eastern Mediterranean. Zoologische Mededelingen 40(8):45–63.

Manikandan, D.B., Veeran, S., Seenivasan, S. et al.(2022) Exploration of marine red seaweed as a dietary fish meal replacement and its potentiality on growth, hematological, biochemical, and enzyme activity in freshwater fish Labeo rohita. Trop Anim Health Prod 54, 395 (2022). https://doi.org/10.1007/s11250-022-03392-4

Maoka T (2020) Carotenoids as natural functional pigments. J Nat Med 74:1–16.

Misund, B., Oglend, A., & Pincinato, R. B. M. (2017). The rise of fish oil: From feed to human nutritional supplement. Aquaculture Economics & Management, 21(2), 185–210. https://doi.org/10.1080/13657305.2017.1284942

Montoya, J. M., Mata, S. V., Acosta, J. L., Cabrera, B., López-Valdez, L., Reyes, C., & Barrales-Cureño, H. (2021). Obtaining of astaxanthin from crab exosqueletons and shrimp head shells. Biointerface Res. Appl. Chem, 11, 13516-13523.

Moorhead JA, Zeng C (2015) Development of captive breedingtechniques for marine ornamental fish: a review. Reviews in Fisheries Science 18: 315–343.

Naylor, RL, Hardy RW, Bureau DP, Chiu A, Elliott M. Farrell AP , Forster I., Gatlin DM, Goldburg RJ , Hua K., Nichols PD, (2009). Feeding aquaculture in an era of finite resources. Proc. Natl. Acad. Sci. , 106 (36), s. 15103 – 15110

Nyakeri, E. M., Ogola, H. J., Ayieko, M. A., & Amimo, F. A. (2017). An open system for farming black soldier fly larvae as a source of proteins for smallscale poultry and fish production. *Journal of Insects as Food and Feed*, *3*(1), 51-56.

Oliva-Teles, A., Enes, P., & Peres, H. (2015). Replacing fishmeal and fish oil in industrial aquafeeds for carnivorous fish. *Feed and feeding practices in aquaculture*, 203-233.

Oliva-Teles, A., Enes, P., Couto, A., Peres, H., (2022). Replacing fish meal and fish oil in industrial fish feeds. Feed Feed. Pract. Aquac. 2022, 231–268

Olson JA, Krinsky NI (1995) Giriş: Karotenoidlerin renkli, büyüleyici dünyası: Önemli fizyolojik düzenleyiciler. FASEB J 9:1547–1550.

Özcan T, Katağan T (2016) Prevalence of *Heterosaccus dollfusi* Boschma, 1960 (Rhizocephala: Sacculinidae) on *Charybdis longicollis* Leene, 1938 (Brachyura: Portunidae) from Iskenderun Bay, Turkey. J Black Sea/Medit Environ 22(2):128–136

Rawski, M., Mazurkiewicz, J., Kierończyk, B., & Józefiak, D. (2020). Black soldier fly full-fat larvae meal as an alternative to fish meal and fish oil in Siberian sturgeon nutrition: The effects on physical properties of the feed, animal growth performance, and feed acceptance and utilization. *Animals*, *10*(11), 2119.

Sales, J. and Janssens, G.P.J. (2003). Nutrient requirements of ornamental fish. Aquatic Living Resources. Vol.16, Issue 6. 533–540

Sathyaruban, s., Uluwaduge, D.I., Yohi, S. & Kuganathan, S. (2021) Potential natural carotenoid sources for the colouration of ornamental fish: a review. Aquaculture International 29:1507–1528

Schulze, K., López, D. A., Tillich, U. M., & Frohme, M. (2011). A simple viability analysis for unicellular cyanobacteria using a new autofluorescence assay, automated microscopy, and ImageJ. BMC biotechnology, 11, 1-8.

Sicuro, B., (2017). Nutrition in ornamental aquaculture: the raise of anthropocentrism in aquaculture? Reviews in Aquaculture 10, 791–799 doi: 10.1111/raq.12196

Stasolla, G., Innocenti, G., & Galil, B. S. (2015). On the diet of the invasive crab *Charybdis longicollis* Leene, 1938 (Brachyura: Portunidae) in the eastern Mediterranean Sea. Israel Journal of Ecology & Evolution, 61(3–4), 130–134. https://doi.org/10.1080/15659801.2015.1123362

Stasolla, G., Innocenti, G., Galil, BS. (2015). On the diet of the invasive crab *Charybdis longicollis* Leene, 1938 (Brachyura: Portunidae) in the eastern Mediterranean Sea. Israel J. Ecol. Evol., 61 (3–4), pp. 130-134, 10.1080/15659801.2015.1123362

Tacon A G J (1993) Feed ingredients for warm water fish. Fishmeal and other processed feedstuffs. FAO Fish. Circ. No. 856, FAO, Rome, Italy, 64.

Tacon, A. G. (1995). Feed ingredients for carnivorous fish species: alternatives to fishmeal and other fishery resources. *Sustainable fish farming*, 89-114.

Tacon, A. G. J. (1994). Dependence of intensive aquaculture systems on fishmeal and other fishery resources" trends and prospects". FAO Aquaculture Newsletter (FAO).

Tamaru CS, Cole B, Bailey R, Brown C, Ako H (2001) A Manualfor Commercial Production of the Swordtail, *Xiphophorus helleri*. University of Hawaii Sea Grant Extension Service, Hon-olulu, Hawaii, USA. CTSA Publication number 128.

Turan, H., Erkoyuncu, İ., & Kocatepe, D. (2013). Omega-6, omega-3 yağ asitleri ve balık. *Aquaculture Studies*, *2013*(2).

Velasco-Santamarıa Y, Corredor-Santamarıa W (2011) Nutri-tional requirements of freshwater ornamental fish: a review.Revista MVZ Cordoba 16: 2458–2469

Velichkova, K., Sirakov, I., Stoyanova, S., Simitchiev, A., Yovchev, D., Stamatova-Yovcheva, K., (2024). Effect of Replacing Fishmeal with Algal Meal on Growth Parameters and Meat Composition in Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss* W.), Fishes 2024, 9(7), 249; p. 2-12. https://doi.org/10.3390/fishes9070249

Vinkler M, Albrecht T (2010) Carotenoid maintenance handicap and the physiology of carotenoid-based signalisation of health. Naturwissenschaften 97:19–28

Vrekoussis, T., Chaniotis, V., Navrozoglou, I., Dousias, V., Pavlakis, K., Stathopoulos, E. N., & Zoras, O. (2009). Image analysis of breast cancer immunohistochemistry-stained sections using ImageJ: an RGB-based model. Anticancer research, 29(12), 4995-4998.

Watson CA, Hill JE, Pouder DB (2004) Species profile: Koi and Goldfish. SRAC Publication No. 7201 pp 5

Yanar, M., & Tekelioğlu, N. (1999). Balık büyüklüğünün japon balıklarında (*Carassius auratus*) pigmentasyon üzerine etkisi. Turkish Journal of Biology, 23(1), 101-105.

Yeşilayer, N., Kaymak, İ.E., Gören, H.M. ve Karslı, Z., 2013. Balık Yemlerinde Balık Ununa Alternatif Bitkisel Protein Kaynaklarının Kullanım Olanakları. Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen bilimleri Enstitüsü, Gaziosmanpaşa bilimsel araştırma dergisi. Sayı, 4, s.12

ÖZGEÇMİŞ

ALPER YILDIZ

ÖĞRENİM BİLGİLERİ

Doktora 2019-2025	Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Yetiştiriciliği Anabilim Dalı, Antalya
Yüksek Lisans 2016-2019	Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Mühendisliği Anabilim Dalı, Antalya
Lisans 2013-2016	Akdeniz Üniversitesi Su Ürünleri Mühendisliği Bölümü, Antalya

MESLEKİ VE İDARİ GÖREVLER

Araştırma Görevlisi 2017-	Akdeniz Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi, Su Ürünleri Yetiştiriciliği Anabilim Dalı, Antalya

Yaptığı Tezler

Yüksek Lisans, Dip Trol Ağında Hedef Dışı Vatoz Avcılığının Azaltılması, Akdeniz Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Mühendisliği, 2019

Araştırma Alanları

Tarımsal Bilimler, Su Ürünleri, Su Ürünleri Yetiştiriciliği, Su Ürünleri Avlama Teknolojileri, Balıkçılık, Hidrobiyoloji, Yaşam Bilimleri, Temel Bilimler

SCI, SSCI ve AHCI İndekslerine Giren Dergilerde Yayınlanan Makaleler

Yıldız, A., & Gökoğlu, M. (2024). Pomacanthidae Species in the Mediterranean and a New Location Record of the Emperor Angelfish *Pomacanthus imperator* (Bloch, 1787) from these Species. *Thalassas: An International Journal of Marine Sciences*, 1-5.

Diğer Dergilerde Yayınlanan Makaleler

Cagiltay, F., Gokoglu, M., Yilmaz, R., & Yildiz, A. (2022). Some fish species showing commensalism traits with Long-spined Sea Urchin (*Diadema setosum* Leske, 1778) in Gulf of Antalya. *Indonesian Fisheries Research Journal*, *28*(1), 33-39.

Yıldız, A., & Yılmaz, H. E. (2023). A study on egg number and morphology of common moon crab *Matuta victor* (Fabricius, 1781). *Journal of Biometry Studies*, *3*(1), 17-21.

Çağıltay, F., Biçer, E., Yıldız, A., & Gökoğlu, M. (2023). Occurrence of the Scalloped Ribbonfish *Zu cristatus* (Lampridiformes) in the Gulf of Antalya, Türkiye. *Natural and Engineering Sciences*, *8*(2), 82-85.

Gökoğlu, M., Biçer, E., Çağıltay, F., Korun, J., Yılmaz, M., & Yıldız, A. (2023). New Members of Decapod Fauna in Fınıke Bay, Turkey. *Jurnal Ilmu Perikanan dan Sumberdaya Perairan*, *12*(1).

Çağıltay, F., Gökoğlu, M., Balcı, B. A., & Yıldız, A. (2023). Occurrence of *Bregmaceros nectabanus* (Whıtley, 1941) In The Gulf Of Antalya. *Aquasains*, *12*(1), 1365-1369.

Gokoglu, M., Çağıltay, F., Gürdal, M., & Yıldız, A. (2023). The last observation of the long-spined exotic Sea Urchin (*Diadema setosum*) in the Gulf of Antalya. *Acta Aquatica: Aquatic Sciences Journal*, *10*(3), 275-278.

Gökoğlu, M., Çağıltay, F., & YILDIZ, A. (2024). Presence of the *Monoplex parthenopeus* (Salis Marschlins, 1793) in the Vicinity of Phaselis. *Phaselis*, *1*(x).

Gökoğlu, M., Turan, C., Yılmaz, M., & Yıldız, A. (2024). First Record of Wahoo *Acanthocybium solandri* Cuvier, 1832 in Turkish Marine Waters. *Tethys Environmental Science*, *1*(2).

Hakemli Kongre / Sempozyum Bildiri Kitaplarında Yer Alan Yayınlar

I. Juveniles of Scad (*Alepes djedaba*) Using the Umbrella of the Jellyfish *Rhopilema nomadica* as a Shelter
Gökoğlu M., Yıldız A.
Kongre: VI. International Agricultural, Biological & Life Science Conference
Yer: Edirne, Türkiye
Tarih: 18-20 Eylül 2024
Sayfa**:** 117-122

II. Abundance and Biometric Characteristics of *Rhopilema nomadica* (Galil, Spanier & Ferguson, 1990) Passing from Gulf of Antalya Towards the West
Gökoğlu M., Yılmaz M., Yıldız A.
Kongre: VI. International Agricultural, Biological & Life Science Conference
Yer: Edirne, Türkiye
Tarih: 18-20 Eylül 2024
Sayfa: 112-116

III. Antalya Körfezi'ndeki Lesepsiyen Türlerin Su Ürünleri Yetiştiriciliğine Olumsuz Etkileri
Gökoğlu M., Çağıltay F., Yıldız A.
Kongre: Ulusal Denizel İstilacı Yabancı Türlerin Etkileri Bilimsel Konferansı
Yer: Antalya, Türkiye
Tarih**:** 21 Kasım 2022

IV. Antalya Körfezi'ndeki Lesepsiyen Türlerin Balıkçılığa Olumsuz Etkileri
Çağıltay F., Gökoğlu M., Yıldız A.
Kongre**:** Ulusal Denizel İstilacı Yabancı Türlerin Etkileri Bilimsel Konferansı
Yer: Antalya, Türkiye
Tarih: 21 Kasım 2022

Desteklenen Projeler

I. Bugün Iskarta, Yarın Hedef Tür: Antalya Körfezi'nde Yeşilgöz Balığı (*Chlorophtalmus agassizi* Bonaparte, 1840)'nin Stok Değerlendirmesi
Proje Yürütücüleri: Deval M.C., Olguner M.T., Yıldız A.
Destekleyen Kurum: Yükseköğretim Kurumları Destekli Proje
Yıl: 2019-2022

II. Dip Trol Ağında Hedef Dışı Vatoz Avcılığının Azaltılması
Proje Yürütücüleri: Deval M.C., Yıldız A., Olguner M.T.
Destekleyen Kurum: Yükseköğretim Kurumları Destekli Proje
Yıl: 2018-2020