

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ



**KAFES VE TOPRAK HAVUZLARDA YETİŞTİRİLEN GRANYÖZÜN
(*Argyrosomus regius* Asso, 1801) RENGİNİN GÖRÜNTÜ ANALİZ YÖNTEMİ
İLE KARŞILAŞTIRILMASI**

Canan ÜNLÜ

**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
SU ÜRÜNLERİ YETİŞTİRİCİLİĞİ
ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

MAYIS 2025

ANTALYA

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

KAFES VE TOPRAK HAVUZLARDA YETİŞTİRİLEN GRANYÖZÜN
(*Argyrosomus regius* Asso, 1801) RENGİNİN GÖRÜNTÜ ANALİZ YÖNTEMİ
İLE KARŞILAŞTIRILMASI

Canan ÜNLÜ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
SU ÜRÜNLERİ YETİŞTİRİCİLİĞİ
ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

MAYIS 2025

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

KAFES VE TOPRAK HAVUZLARDA YETİŞTİRİLEN GRANYÖZÜN
(*Argyrosomus regius* Asso, 1801) RENGİNİN GÖRÜNTÜ ANALİZ YÖNTEMİ
İLE KARŞILAŞTIRILMASI

Canan ÜNLÜ
SU ÜRÜNLERİ YETİŞTİRİCİLİĞİ
ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

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

Prof. Dr. Erkan GÜMÜŞ (Danışman) [imza]

Prof. Dr. Süleyman AKHAN [imza]

Prof. Dr. Hüseyin SEVGİLİ [imza]

ÖZET

KAFES VE TOPRAK HAVUZLARDA YETİŞTİRİLEN GRANYÖZÜN (*Argyrosomus regius* Asso, 1801) RENGİNİN GÖRÜNTÜ ANALİZ YÖNTEMİ İLE KARŞILAŞTIRILMASI

Canan ÜNLÜ

Yüksek Lisans Tezi, Su Ürünleri Yetiştiriciliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Erkan GÜMÜŞ

Mayıs 2025; 54 sayfa

Hayvansal protein ihtiyacına artan talep, sağlıklı ve besleyici gıdalara olan ilgi ve bunları karşılama arzusu su ürünleri yetiştiriciliğinin artmasına ve gelişmesine katkı yapmıştır. Su ürünleri yetiştiriciliğinin gelişimine katkı sağlayan türlerden birisi de granyöz (*Argyrosomus regius* Asso, 1801) balığıdır. Farklı kültür koşullarında yetiştirilen balıkların beslenmeye bağlı olarak gerek görünüşü gerekse et kalitesinde farklılıklar meydana gelebilmektedir. Bu nedenle farklı kültür koşullarında yetiştirilen balıkların görsel ürün kalitesine yönelik verilerin ortaya konması önemlidir.

Bu tez çalışmasında, son yıllarda deniz kafeslerinde ve toprak havuzlarda yetiştiriciliği yapılmaya başlanan granyöz balığının görsel değerlerinin görüntü analiz yöntemi ile karşılaştırılması amaçlanmıştır. Bunun için toprak havuz (66 adet) ve ağ kafeslerde (53 adet) yetiştirilen granyöz balığı kullanılmıştır. Balıkların fotoğrafları dijital kamara ile ışık kutusunda çekilmiştir. Balıkların boy-ağırlık, alan-ağırlık ve deri renginin belirlenmesi için görüntü analizi kullanılmıştır. Ağ kafeslerde yetiştirilen balıkların ağırlıkları 253.2-950.4 g arasında değişirken, Toprak havuzda yetiştirilen balıkların ağırlıkları ise 311.9-1142.1 g arasında değişmiştir. Boy-ağırlık verileri, Ağırlık (W)= A (boy L)^B güç denklemi ile hesaplanmıştır. Kafes ve Toprak havuz balıkları için sırasıyla R² değeri 0,927-0,958 arasında değişmiştir. B değerine göre her iki ortamda yetiştirilen granyöz balıkları (2.848-2.951) negatif allometrik bir büyüme göstermiştir. Yüzey alan (V)-ağırlık ilişkisi güç denkleminde uyarlanmıştır. Bu eşitlik için R² değerleri kafes ve Toprak havuz balıkları için sırasıyla 0,976-0,983'dür. Toprak havuzda yetiştirilen balıkların aynı yüzey alanına göre kafeslerde yetiştirilenlerden daha az ağırlığa sahiptir.

Toprak havuz ortamda yetiştirilen granyöz balıklarının L*, a* ve b* değerleri kafeste yetiştirilen balıklarından istatistiksel olarak önemli derecede yüksek bulunmuştur. (p<0,05). Sağ ve sol deri renklerinin Delta E değerlerinin ortalaması kafes ve toprak havuz balıkları için sırasıyla 1.893 ve 1.781'dir. Araştırma grubu balıkları bireysel olarak değerlendirildiğinde 3'den büyük Delta E değerlerinin her iki yetiştiricilik ortamı arasında fark edilebilir renk farklılıklarının olduğunu göstermektedir. Kafes balıklarının Toprak havuz balıklarına göre daha yüksek Hue değerine sahip olduğu söylenebilir. Gruplar arasında renk değişim indeksi (CCI) ve Tekstür değişim indeksi (TCI) ile gri tonlama enerji ve entropi değerleri arasında bir korelasyonun bulunmazken, TCI ve CCI arasında bir korelasyonun olduğu tespit edilmiştir.

ANAHTAR KELİMELEER: *Argyrosomus regius*, Boy-ağırlık ilişkisi, Görüntü Analizi, Granyöz, Renk.

JÜRİ: Prof. Dr. Erkan GÜMÜŞ

Prof. Dr. Süleyman AKHAN

Prof. Dr. Hüseyin SEVGİLİ



ABSTRACT

COMPARISON BY IMAGE ANALYSIS OF COLOUR OF MEAGRE (*Argyrosomus regius* Asso, 1801) GROWN CAGE AND EARTH PONDS

Canan ÜNLÜ

MSc Thesis in Aquaculture

Supervisor: Prof. Dr. Erkan GÜMÜŞ

May 2025; 54 pages

The increasing demand for animal protein, interest in healthy and nutritious foods and the desire to meet these have enabled the increase and development of aquaculture. One of the species that contributes to the development of aquaculture is the meagre fish (*Argyrosomus regius* Asso, 1801). Depending on the nutrition, differences in both the appearance and meat quality of fish raised in different culture conditions may occur. Therefore, it is important to present data on the visual attributes of fish raised in different culture conditions.

In this thesis study, it was aimed to determine the skin colour and dimensions of meagre fish, which has been started to be raised in sea cages and earthen ponds, by image analysis method. For this purpose, 66 meagre fish raised in earthen ponds and 53 fish raised in net cages were used. The photographs of the fish were taken with a digital camera on a light box. Image analysis was used for the length-weight, area-weight and visual attributes of the fish. While the weights of the fish raised in earthen ponds varied between 311.9-1142.1 g, the weights of the fish raised in net cages varied between 253.2-950.4 g. Length-weight data were calculated with the power equation $Weight (W) = A (length L)^B$. The R^2 value for cage and earthen pond fish varied between 0.850-0.990, respectively. According to the B value, granny fish reared in both reared conditions showed (2.848-2.951) showed a negative allometric growth. For the view area (V)-weight relationship, the power equation was used. R^2 values varied between 0.890-0.995 for cage and earthen pond fish, respectively. Fish reared in earthen ponds weigh less than those reared in cages, according to the same view area. The L^* , a^* and b^* values of granny fish reared in earthen ponds were found to be statistically significantly higher than those of fish reared in net cages ($p < 0.05$). The average Delta E values of the differences between the right and left skin colors for net cage and earthen pond fishes were 1.893, and 1.781, respectively. When the research group fish are evaluated individually, Delta E values greater than 3 indicate that there are noticeable color differences between both culture conditions. The average Hue values of cage fish were higher than those of earthen pond fish. There was no correlation between the color change index (CCI), the texture change index (TCI) and the grayscale energy and grayscale entropy values. However, TCI and CCI values were highly correlated.

KEYWORDS: *Argyrosomus regius*, Colour, Image Analysis, Meagre, Weight-length relationship.

COMMITTEE: Prof. Dr. Erkan GÜMÜŞ

Prof. Dr. Süleyman AKHAN

Prof. Dr. Hüseyin SEVGİLİ



ÖNSÖZ

Bu tez, akademik yolculuğum boyunca kazandığım bilgi ve deneyimlerin bir ürünü olup, bana ilham veren birçok değerli insanın katkılarıyla şekillenmiştir. Çalışmamın her aşamasında beni yönlendiren ve engin bilgisiyle bana rehberlik eden değerli danışman hocam Prof. Dr. Erkan Gümüş’e içten teşekkürlerimi sunuyorum.

Deneme balıklarının ağırlık ölçümü, ı ışık kutusunda fotoğraflarının çekimi ve analizinde yardımlarını esirgemeyen değerli hocam Doç. Dr. Bahar Gümüş ile fotoğraf analizi, verilerin değerlendirilmesi ve yorumlanmasında bilgi ve tecrübesini paylaşan değerli bilim insanı Prof. Dr. Murat Ö. Balaban’a sonsuz teşekkürlerimi ve saygılarımı sunuyorum.

Hayatımın her anında yanımda olan, sevgisi ve sabrıyla bana güç veren, en zor zamanlarımda bile elimi tutup “yapabilirsin” diyen eşim Hakan Ünlü’ye en derin şükranlarımı sunmak istiyorum. Onun desteği, anlayışı ve sevgisi bu yolculukta en büyük dayanağım oldu. Çocuklarımız Toprak ve Deniz’in sevgisi ve neşesi de bana umut ve ilham verdi.

Ayrıca hayatım boyunca bana yol gösteren, her zaman yanımda olan ve bu sürecin en büyük manevi destekçileri olan aileme teşekkür etmek isterim. Annem Fatma Özkan, hiçbir zaman vazgeçmemi istemedi, sabrıyla ve dualarıyla bana güç verdi. Babam Hüseyin Özkan, her daim bana güvendi ve inancıyla cesaret verdi. Abim Mustafa Özkan ise, yapabileceğime yürekten inanarak beni hep destekledi. Onların sevgisi, desteği ve bana olan inançları, bu yolculuğun en kıymetli armağanı oldu.

Tezimin temel amacı, su ürünleri yetiştiriciliği alanında mevcut bilgiyi derinleştirerek sektöre katkıda bulunmaktır. Bu doğrultuda bana destek olan meslektaşlarıma, arkadaşlarıma ve Oceanfish ailesine teşekkür ederim. Ayrıca, tezimin şekillenmesinde değerli katkılarını esirgemeyen Nafiye Perker ve Kerim Zorlu’ya özel şükranlarımı sunarım.

İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
ABSTRACT	iii
ÖNSÖZ	v
AKADEMİK BEYAN	viii
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	x
ÇİZELGELER DİZİNİ	xiii
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK TARAMASI	3
2.1. Granyöz Balığının (<i>Argyrosomus regius</i> Asso 1801) Biyolojisi.....	3
2.2. Granyöz Balığının (<i>Argyrosomus regius</i> Asso, 1801) Yetiştiriciliği	4
2.3. Granyöz ile İlgili Yapılan Bilimsel Yetiştiricilik Çalışmaları.....	6
2.4. Görüntü Analiz Yöntemi	7
2.5. Görüntü Analiz Yöntemi Üzerine Yapılan Çalışmalar	9
3. MATERYAL VE METOT	13
3.1. Materyal.....	13
3.1.1. Çalışmanın yürütüldüğü alan	13
3.1.2. Balık materyali ve yetiştirme koşulları	13
3.2. Metot	15
3.2.1 Balık materyallerinin ölçüme hazırlanması.....	15
3.2.2. Balıkların ağırlığının belirlenmesi	15
3.2.3. Balık materyali fotoğraflaması.....	15
3.2.4. Fotoğraf analizleri	18
3.2.7. Renk analizleri.....	19
3.2.8. Delta E değeri.....	19
3.2.9. Hue değeri	20
3.2.10. Tekstür değişim indeksi (TCI)	20
3.2.11. Renk değişim indeksi (CCI).....	20
3.2.12. Gri tonlamalı enerji ve entropi değeri	21
3.2.13. İstatistiksel analizler	21
4. BULGULAR.....	22

4.1. Boy-Ağırlık ve Görüş Alanı- Ağırlık İlişkisi	22
4.2. Renk.....	26
4.3. Delta E Değeri	28
4.4. Görsel Doku Değerleri	33
5. TARTIŞMA	42
6. SONUÇLAR	46
7. KAYNAKLAR	47
ÖZGEÇMİŞ	



AKADEMİK BEYAN

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “**Kafes ve Toprak Havuzlarda Yetiştirilen Granyözün (*Argyrosomus regius* Asso, 1801) Renginin Görüntü Analiz Yöntemi ile Karşılaştırılması**” adlı bu çalışmanın, akademik kurallar ve etik değerlere uygun olarak yazıldığını belirtir, bu tez çalışmasında bana ait olmayan tüm bilgilerin kaynağını gösterdiğimi beyan ederim.

09/05/2025

Canan ÜNLÜ



SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

g	: Gram
mg/l	: Mili gram/ litre
mm	: Milimetre
pH	: Çözeltinin asitlik veya bazlık derecesini tarif eden ölçü birimi
µg	: Mikrogram
ppm	: Milyonda bir birim
°C	: Derece
%	: Yüzde
s	: saniye
cm	: santimetre
SS	: Sum of square error

Kısaltmalar

BSGM	: Balıkçılık ve Su Ürünleri Genel Müdürlüğü
CCI	: Renk Değişim İndeksi
EUMOFA	: The European Market Observatory for fisheries and Aquaculture Products
FAO	: Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü
TCI	: Tekstür Değişim İndeksi
TÜİK	: Türkiye İstatistik Kurumu

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. Granyöz balığı, <i>Argyrosomus regius</i> (Asso, 1801) (https://akvatek.com.tr/tr/product/granyoz/)	3
Şekil 2.2. Granyöz balığının <i>Argyrosomus regius</i> (Asso 1801) doğal yaşam alanları (Değirmenci 2014; Fishbase 2024)	4
Şekil 2.3. Bilgisayarlı resim analiz sisteminin genel görünümü (Hong vd. 2014, modifiye edilmiştir)	8
Şekil 3.1. Granyöz balığının (<i>Argyrosomus regius</i> (Asso 1801)) temin edildiği toprak havuz işletmesi (37°16'07''K;27°38'09''D)	14
Şekil 3.2. Granyöz balığının (<i>Argyrosomus regius</i> (Asso 1801)) temin edildiği ağ kafes işletmesi (38°44'921'' K; 26°49'200'' D)	14
Şekil 3.3. Ağırlık ölçümünde kullanılan DENSİ TP-2 hassas tartı (http://www.densi.com.tr/urundetay.123.HZQ%20Serisi%20%200.1%20g.html)	15
Şekil 3.4. Fotoğrafların çekiminde kullanılan Işık Kutusu	16
Şekil 3.5. Kafes balığının sağ ve sol ikili resim analiz metodu örneği. a) Alttan aydınlatmalı resim b) Temizlenmiş alttan aydınlatmalı resim c) Üstten aydınlatmalı resim	17
Şekil 3.6. Toprak havuz balığının sağ ve sol ikili resim analiz metodu örneği. a) Alttan aydınlatmalı resim b) Temizlenmiş alttan aydınlatmalı resim c) Üstten aydınlatmalı resim.....	17
Şekil 4.1. Kafes ve Toprak havuz balıklarının sağ ve sol boy dağılımları	23
Şekil 4.2. Kafes ve Toprak havuz balıklarının sağ ve sol sırt yükseklik dağılımları	23
Şekil 4.3. Kafes ve Toprak havuz balıklarının sağ ve sol görüş alanı dağılımları	24
Şekil 4.4. Kafes ve Toprak havuz balıklarının boy ve deneysel ağırlığa ilişkin deneysel veri karşılaştırması.....	25
Şekil 4.5. Kafes ve Toprak havuz balıklarının boy ve tahmini ağırlığa ilişkin güç uyumu karşılaştırması.....	25
Şekil 4.6. Kafes ve Toprak havuz balıklarının görüş alanı ve deneysel ağırlığa ilişkin deneysel veri karşılaştırması.....	26
Şekil 4.7. Kafes ve Toprak havuz balıklarının görüş alanı ve tahmini ağırlığa ilişkin güç uyumu karşılaştırması.....	26

Şekil 4.8. Kafes ve Toprak havuz balıklarının sağ ve sol L^* histogramı	27
Şekil 4.9. Kafes ve Toprak havuz balıklarının sağ ve sol a^* histogramı	28
Şekil 4.10. Kafes ve Toprak havuz balıklarının sağ ve sol b^* histogramı	28
Şekil 4.11. Kafes ve Toprak havuz balıklarının Delta E değerlerinin normalleştirilmemiş histogramı	29
Şekil 4.12. En büyük Delta E'ye sahip Kafes balığı 10'a ait L^* , a^* , b^* ve Hue değerleri histogramlarının normalleştirilmiş dağılımları	30
Şekil 4.13. En küçük Delta E'ye sahip Kafes balığı 48'e ait L^* , a^* , b^* ve Hue değerleri histogramlarının normalleştirilmiş dağılımlar.....	31
Şekil 4.14. En büyük Delta E'ye sahip Toprak havuz balığı 42'ye ait L^* , a^* , b^* ve Hue değerleri histogramlarının normalleştirilmiş dağılımları	32
Şekil 4.15. En küçük Delta E'ye sahip Toprak havuz balığı 52'ye ait L^* , a^* , b^* ve Hue değerleri histogramlarının normalleştirilmiş dağılımları	33
Şekil 4.16. Kafes balıklarının Renk Değişim İndeksine (CCI) göre Gri Tonlama Enerji değerleri.....	34
Şekil 4.17. Toprak havuz balıklarının Renk Değişim İndeksine (CCI) göre Gri Tonlama Enerji değerleri.....	34
Şekil 4.18. Kafes balıklarının Renk Değişim İndeksine (CCI) göre Gri Tonlama Entropi değerleri.....	35
Şekil 4.19. Toprak Havuz balıklarının Renk Değişim İndeksine (CCI) göre Gri Tonlama Entropi değerleri.....	35
Şekil 4.20. Kafes balıklarının Tekstür Değişim İndeksine (TCI) göre Gri Tonlama Enerji değerleri.....	36
Şekil 4.21. Toprak Havuz balıklarının Tekstür Değişim İndeksine (TCI) göre Gri Tonlama Enerji değerleri.....	36
Şekil 4.22. Kafes balıklarının Tekstür Değişim İndeksine (TCI) göre Gri Tonlama Entropi değerleri.....	37
Şekil 4.23. Toprak Havuz balıklarının Tekstür Değişim İndeksine (TCI) göre Gri Tonlama Entropi değerleri.....	37
Şekil 4.24. Kafes ve Toprak havuz balıklarının Tekstür Değişim İndeksinin (TCI) normalleştirilmiş frekans dağılımları.....	38

Şekil 4.25. Kafes ve Toprak havuz balıklarının Renk Değişim İndeksinin (CCI) normalleştirilmiş frekans dağılımları.....	39
Şekil 4.26. Kafes ve Toprak havuz balıklarının Gri Tonlamalı Enerjinin normalleştirilmiş frekans dağılımları.....	39
Şekil 4.27. Kafes ve Toprak havuz balıklarının Gri Tonlamalı Entropinin normalleştirilmiş frekans dağılımları.....	40
Şekil 4.28. Kafes balıklarının Tekstür Değişim İndeksine (TCI) göre Renk Değişim İndeksi (CCI) değerleri.....	40
Şekil 4.29. Toprak Havuz balıklarının Tekstür Değişim İndeksine (TCI) göre Renk Değişim İndeksi (CCI) değerleri.....	41



ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1. Granyöz balığının dünyadaki ve Ülkemizdeki yetiştiricilikten elde edilen üretim miktarları (Ton, FAO 2010)	5
Çizelge 2.2. Granyöz balığının ülkemizdeki yetiştiricilikten elde edilen üretim miktarları (Ton, TÜİK 2023)	5
Çizelge 3.1. Resmin ön ve arka aydınlatmalı çekimleri için kullanılan Nikon D610 kameranin ayarları (Gümüş 2021b)	18
Çizelge 4.1. Kafes ve Toprak havuz balıkların sağ ve sol boy, yükseklik ve görüş alanı ortalama değerleri (Ort. $\pm$ SD, nkafes=53, ntoprak=66)	22
Çizelge 4.2. Kafes ve Toprak havuz balıklarının Boy-Ağırlık ve Görüş alanı-Ağırlık güç uyumuna ilişkin verileri	24
Çizelge 4.3. Kafes ve Toprak havuz balıkların sağ ve sol renk parametrelerine ilişkin ortalama değerleri (Ort. $\pm$ SD, nkafes=53, ntoprak=66)	27
Çizelge 4.4. Kafes ve Toprak havuz balıklarının en büyük ve en küçük sağ ve sol $L^*a^*b^*$, renk ve Delta E değerleri	29
Çizelge 4.5. Kafes ve Toprak havuz balıklarının sağ ve sol tekstür değişim indeksi (TCI), renk değişim indeksi (CCI), gri tonlama enerjisi ve entropisi değerleri (Ort. $\pm$ SD, nkafes=53, ntoprak=66)	33

1. GİRİŞ

Su ürünleri yetiştiriciliği, sağlıklı ve besleyici gıdaya olan talebin bir sonucu olarak sürekli artış göstermektedir. Özellikle doğal balıkçılık alanındaki küresel doygunluk yetiştiricilik sektörünün önemli ölçüde büyümesini teşvik etmektedir. Su ürünleri sektörü global olarak büyük artış gösteren bir tarım sektörü olup, yılda %5,6 ila %7,8 arasında artış göstermektedir. 2032 yılına kadar su ürünleri üretiminin %10 dolaylarında artış göstererek toplam üretimin 205 milyon tona ulaşacağı ve bu üretimin 111 milyon tonunun yetiştiricilik yoluyla elde edileceği beklenmektedir. Su ürünleri üretimi küresel bağlamda 2022 yılında 185,4 milyon tona ulaşmıştır. Bu toplam değer içerisindeki 94,4 milyon tonluk payı su ürünleri yetiştiriciliği oluşturmuştur. Su ürünleri alanında dünya geneli üretimde avcılık yoluyla elde edilen üretim miktarı 1980’li yıllardan itibaren 86 milyon ton ile 94 milyon ton arasında durağanlığa yakın bir seyir gösterirken yetiştiriciliğin payı ise her geçen yıl artış göstermeye devam etmiştir. 2021 yılı için Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) 2030 yılında doğal balık avcılığının 90 milyon ton dolaylarında sabit kalacağını bildirirken su ürünleri yetiştiriciliği için öngörülen üretimin 110 milyon ton dolaylarına yükseleceğini bildirmektedir (FAO 2024).

Ülkemiz su ürünleri üretiminde dünyada üst sıralara doğru tırmanmaya devam ederken 2023 yılında toplam su ürünleri üretiminde 1,010 milyon tona ulaşmıştır. Bu üretimin 556,2 tonunu yetiştiricilik yoluyla elde etmiş olup, dünya sıralamasında 21. sıralara kadar yükselmiştir. Dünya üzerinde ülkemizin 2023 yılında gerçekleştirdiği 272,2 bin tonluk ihracat ile 1,7 milyar dolarlık ekonomik değere ulaşmıştır (BSGM 2024).

Türkiye üretiminin 399,5 tonu deniz ve 156,7 bin tonu ise içsulardan sağlanmıştır. Gökkuşluğu alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) 222,4 bin ton ile içsu ve denizde yetiştiriciliği yapılırken, levrek (*Dicentrarchus labrax*) 160,8 bin ton ve çipura (*Sparus aurata*) 154,01 bin tonluk üretimle denizde yetiştiriciliği gerçekleştirilen türlerdir (TÜİK 2024). Gerek dünyada gerekse ülkemizde su ürünleri yetiştiriciliği artış yönünde hızla ivme kazanmış olsa da yüksek üretim seviyelerini sürdürmek için yetiştiriciliği yapılacak tür çeşitliliğinin artırılarak yetiştiricilik uygulamalarının çeşitlendirilmesine ve yoğunlaştırılmasına ihtiyaç vardır. Bu nedenle dünyada ve ülkemizde her geçen gün içsu ve denizlerde yeni türlerin yetiştiriciliğinin üretime kazandırılması çalışmaları devam etmektedir. Denizlerde yetiştiriciliğe kazandırılan türlerden birisi de granyöz (*Argyrosomus regius*) balığıdır. Granyöz balığı Avrupa ve Türkiye’deki deniz balığı kafes işletmelerinde ve toprak havuzlarda yetiştiriciliği yapılan bir türdür. Hızlı büyümesi, yem dönüşüm oranının yüksek olması, geniş tuzluluk aralığında yaşayabilmesi ve kaliteli et yapısı ile yetiştiricilik için büyük potansiyele sahip aday bir tür olarak kabul edilmektedir (Tokşen vd. 2007).

2013 yılında granyöz (sarıağız) balığı üretiminde özellikle Avrupa’da düşüş görülmüş olup üretim miktarı 2730 ton olarak bildirilmiştir. 2011 verilerine göre (3770 ton) % 27.6 oranında bir azalma meydana gelmiştir. 2013 yılında Avrupa’daki asıl üretici ülkelerden birincisi İspanya (1640 ton) diğerleri Fransa ve İtalya’dır. Dünyada granyöz yetiştiriciliğinde öncü ülke olan Mısır’ın 2012 yılı üretim miktarı 12.100 ton civarında gerçekleşmiştir (Anonim 2014). Türkiye İstatistik Kurumu 2012 verilerine göre granyöz-sarıağız balığının üretim miktarı toplam 56 tondur. Satış fiyatının 12 TL/kg olduğu bildirilmiştir (Değirmenci 2014). 2017 yıllarında bu tutar 50 TL/kg dolaylarında olmuştur. 2020 yılında 7.428 ton/yıl ile rekor seviyeye ulaşan granyöz balığının ülkemizdeki üretimi, 2021, 2022 ve 2023 yılları üretimlerinde sırayla 5.913, 4.771, 6.149 ton/yıl olarak gerçekleşmiştir (TÜİK 2023). Ülkemizde bu türün yetiştiriciliği 2005 yılından beri başarı ile yapılmaktadır (Değirmenci 2014). Kültür koşullarında yetiştirilen granyözün ürün kalitesi ve besin değeri üzerine yapılan araştırmaların nispeten az olduğu söylenebilir (Grikorakis vd. 2011; Martelli vd. 2013). Su ürünleri yetiştiriciliği için umut verici olarak kabul gören bu türün kültür koşullarındaki görsel ürün kalitesine yönelik verilerin ortaya konması önemlidir. Çalışmalar gerek doğal balıkların gerekse farklı kültür koşullarında yetiştirilen balıkların görünüşü ve et kalitesinde farklılıklar olduğunu ortaya koymuştur. Bu farklılıkların en önemli nedenlerinden birisinin beslenme olduğu ifade edilmektedir (Sinanoglou vd. 2014). Saavedra vd. (2017), genel olarak doğal balıkların kültür balıklarına göre daha sıkı bir dokuya sahip olduğunu, bu durumun farklı balık beslenmesi ve yetiştirme koşulları ile doğal koşullar arasındaki farkın bir sonucu olabileceğini ifade etmişlerdir. Granyöz balığı için genellikle pazarlanabilir ağırlığın 1-2 kg olmasına karşın son yıllara 300-400 g’dan başlayan daha küçük boyutlu balıkların da pazarlanabildiği ifade edilmektedir (Giorgios vd. 2013; Saavedra vd. 2015).

Ekonomik değeri olan türler üzerine yapılan bilimsel araştırmaların çoğunluğu ürün görünüşü, fileto besin özellikleri üzerine olup bu türlerin pazar payının arttırılmasına yönelik yürütülen çalışmalardır. Bu tez çalışmasında son yıllarda toprak havuz ve deniz kafesleri olmak üzere iki farklı yetiştiricilik ortamında yetiştiriciliği yapılmaya başlanan, kültür balıkçılığında başarılı bir aday tür olarak öne çıkan granyöz (*A. regius*, Asso, 1801) balığının görsel değerlerinin görüntü analiz yöntemi ile belirlenmesi amaçlanmıştır.

2. KAYNAK TARAMASI

2.1. Granyöz Balığının (*Argyrosomus regius* Asso 1801) Biyolojisi

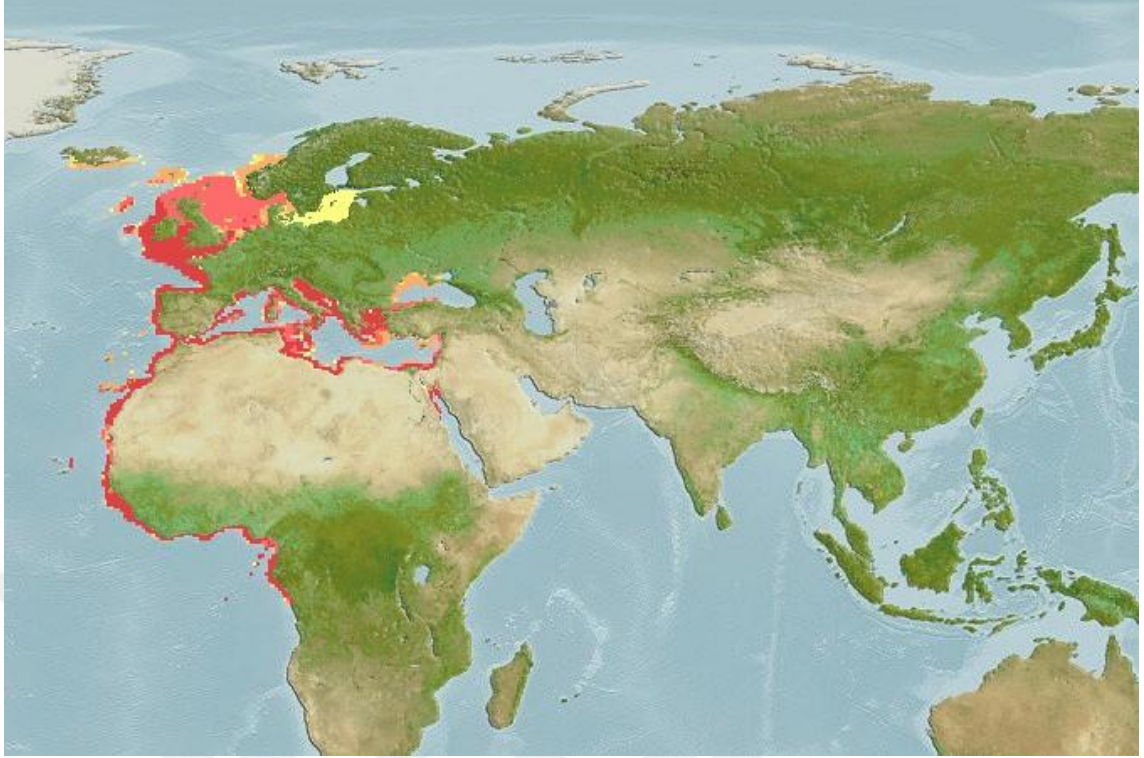
Bölgelere göre sariağız balığı, granyüz veya muskar olarak farklı isimler verilen *Argyrosomus regius* (Asso, 1801) türü Sciaenidae familyasına ait olup sistematikteki yeri aşağıdaki gibidir.

Alem: Animalia
Şube : Chordata
Sınıf : Actinopterygii
Takım : Acanthuriformes
Aile : Sciaenidae
Cins : *Argyrosomus*
Tür : *Argyrosomus regius* (Asso, 1801)



Şekil 2.1. Granyöz balığı, *Argyrosomus regius* (Asso, 1801) (<https://akvatek.com.tr/tr/product/granyoz/>)

Sciaenidae familyasının bir türü olan *Argyrosomus regius* Akdeniz, Marmara Denizi, Karadeniz'in batı kıyıları dahil, Norveç'ten Kongo'ya kadar uzanan subtropikal bölgelerde, Kızıldeniz'de ve az da olsa Hint Okyanusu'nda yayılış göstermektedir (Quero and Vayne 1987; Quemener 2002). Sariağız balığı doğal yaşam alanları Şekil 2.2 de verilmiştir.



Şekil 2.2. Granyöz balığının *Argyrosomus regius* (Asso, 1801) doğal yaşam alanları (Değirmenci 2014; Fishbase 2024)

A. regius türü nehir ağzı ve yüksek tuzluluktaki lagünlerde yaşamlarını sürdürebilirler. Balık ve omurgasız canlılarla beslenirler (Golani vd. 2006). Boyları genelde 15 cm ile 70 cm arasında olup maksimum 1,5 m boya hatta 2 m boy ve 55 kg ağırlığa kadar büyüebildikleri bildirilmiştir (Morales-Nin vd. 2012).

Demersal bir tür olmasına karşın 15 m’den 200 m derinliğe kadar olan su sathında bulunabilir. Karnivor bir tür olup çoğunlukla küçük balıkçıklar, kabuklular, yumuşakçalar, poliketler, ekinodermiler ve dekapotlar ile beslenirler (Haffray vd. 2012; FAO, 2021). Atlantik-Akdenizel bir tür olan *A. regius* balığı bölge balıkçılığı için çok önemli ticari balık türü olup son 20-30 yılda popülasyonu dramatik bir şekilde azalmıştır (Golani vd. 2006). Yöresel olarak granyöz, sarıağız balığı gibi isimler ile bilinen bu balık türü hızlı büyümesi, yem dönüşüm oranının yüksek olması, geniş tuzluluk aralığında yaşayabilmesi ve kaliteli et yapısı ile yetiştiricilik için büyük potansiyele sahip bir tür olarak kabul edilmektedir (Poli vd. 2001; Tokşen vd. 2006). *A. regius* balık türünün üretimi ile ilgili denemeler İtalya ve Fransa’nın yanı sıra (Stipa ve Angelini 2005), ülkemizde de gerçekleştirilerek, 2005 yılı itibari ile ticari olarak üretimi ülkemizde başarılmıştır.

2.2. Granyöz Balığının (*Argyrosomus regius* Asso, 1801) Yetiştiriciliği

Avrupa ve ülkemizde son yıllarda yetiştiriciliği yapılmaya başlanan granyöz balığının etinin lezzetli, yağ içeriğinin düşük, et tekstürünün sıkı oluşu, yüksek ticari

değeri, hızlı büyümesi ve çevresel koşullara yüksek toleransı nedeniyle yetiştiricilikte ümit vadeden bir tür olarak görülmektedir (Monfort 2010; Grigorakis vd. 2011; Abou Shabana vd. 2012; Fountoulaki vd. 2017; Saavedra vd. 2015; Saavedra vd. 2018). Granyöz-sarı ağız balığının (*A. Asso* 1801) dünyada ve ülkemizde yetiştiricilik miktarları Çizelge 2.1’de verilmiştir.

Çizelge 2.1. Granyöz balığının dünyadaki ve Ülkemizdeki yetiştiricilikten elde edilen üretim miktarları (Ton, FAO 2010)

Ülkeler	Yıllar			
	2000	2003	2006	2008
Fransa	33	100	282	300
İtalya	-	-	172	300
İspanya	-	3	489	1374
Portekiz	-	-	-	15
Yunanistan	-	-	-	240
Türkiye	-	-	-	512
Malta	-	-	28	12
Mısır	-	-	-	2031

Çizelge 2.2. Granyöz balığının ülkemizdeki yetiştiricilikten elde edilen üretim miktarları (Ton, TÜİK 2023)

Yıllar	2014	2016	2018	2020	2021	2022	2023
Üretim Miktarı	3281	2463	1486	7428	5913	4771	6149

Granyözün Akdeniz Ülkelerinde ticari olarak yetiştiriciliği karasal havuzlar ve deniz kafeslerinde gerçekleştirilmektedir (Lozano vd. 2017). Granyöz üretimi 1990’lı yıllarda Fransa’da başlamış ve birçok Akdeniz ülkesine yayılmıştır (Duncan vd. 2018). İlk ticari üretimine Fransa’da 1997 yılında 30 ton üretim miktarı ile başlanan granyözün 2009 yılında Mısır’da 2.200 ton, İspanya’da 1.348 ton ve Fransa’da 418 ton üretim miktarına ulaşmıştır. 2016 yılı FAO verilerine göre granyözün dünyadaki yıllık üretimi 23.000 ton’dan fazla olduğu bildirilmiştir (FAO 2016; Nousias vd. 2020). 2019 verilerine göre dünyadaki 55.560 ton granyöz üretiminin 37.536 tonu (%68’i) yetiştiricilik yoluyla elde edilmiştir. En önemli üretici ülkeler Mısır, İspanya Türkiye ve Yunanistan’dır. Ülkemizin 2005 yılı granyöz üretim miktarı 836 ton/yıl iken, 2023 yılı üretim miktarı 6149 ton/yıl olarak gerçekleşmiştir. Bu üretimin %98’i yetiştiricilik yoluyla elde edilmiştir (TÜİK 2020; FAO 2021; EUMOFA 2022). Avrupa ülkeleri içerisinde Türkiye 5 milyondan fazla yavru üretim miktarı ile en büyük granyöz üreticilerinden birisi olmuştur (Bodur 2018). Gerek ülkemiz gerekse Avrupa’da granyözün üretim miktarı dikkat çekici bir şekilde artış göstermektedir.

2.3. Granyöz ile İlgili Yapılan Bilimsel Yetiştiricilik Çalışmaları

Granyöz balığının yetiştiriciliğine yönelik olarak hormon uygulamaları (Grau vd. 2007; Duncan vd. 2012; Gil vd. 2013) larva yetiştiriciliğinde ışığın etkisi, yem tüketimi, rasyon optimizasyonu, besin gereksinimi (Roo vd. 2010, Suzer vd. 2013; Papadakis vd. 2013; Vallés ve Estévez 2013; Diken vd. 2018) yetiştiricilik ortamları ve gelişme parametreleri (Martínez-Llorens vd. 2011; Pastor vd. 2013; Velazco-Vargas vd. 2013; Fountoulaki vd. 2017) gibi konularında araştırmalar yürütülmüştür.

Toprak havuz ve doğal granyöz balıklarının et kalitesi ve fileto verimi üzerine yapılan çalışmada; besin içeriği, protein yapısı, fileto kalitesinin 3 kg'dan büyük olan balıklarda daha iyi olduğu bildirilmiştir (Saavedra vd. 2017). Özellikle toprak havuzlarda yetiştirilen balıkların tat ve renk olarak doğal balığınkine benzer olduğu bildirilmiştir (Ribeiro vd. 2013; Saavedra vd. 2017). Parlak gümüşü deri üzerindeki pembe ve mor renkli noktaların kafes ortamında yetiştirilen balıklara göre daha belirgin ve renginin daha açık olduğu bildirilmiştir.

Güroy vd. (2024), fonksiyonel bir aminoasit olan taurinin granyöz balığının (*A. regius* Asso, 1801) büyüme performansını, sağlık durumunu ve karaciğer histopatolojisine etkisini araştırmışlardır. Çalışmalarında %0, %0,5, %1 ve %2 oranlarında taurin takviyeli (T0, T0,5, T1 ve T2), yüksek balık unu (HFM) ve düşük balık unu (LFM) diyetleri içeren sekiz deneme yemi kullanılmıştır. T1 yemi ile beslenen granyöz balığının son ortalama ağırlığı ve spesifik büyüme oranı T0 ve LFM yemi ile beslenen gruplardan daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Rasyonlardaki taurinin, hepatosomatik indeksi, visserosomatik indeksi ve toplam amonyak-azot atılımını azalttığını ayrıca her iki balık unu seviyesinde de rasyona taurin eklenmesinin, kırmızı kan hücrelerinin ve tüm vücut amino asitlerinin düzeyini artırdığını bildirmişlerdir. Düşük balık unu diyetlerine %0,5 seviyesinde taurin eklenmesi önerilmiştir.

Jauralde vd. (2021) juvenil granyöz (*A. regius*) balıklarında protein ve enerji gereksinimlerini çalışmışlardır. Çalışmalarını besin ihtiyaçlarını inceleme kapsamında açlıktan belirgin tokluğa kadar değişen oranlarda 53 ve 188 g'lık farklı ağırlıklar için iki deneme şeklinde yürütmüşlerdir. İlk denemede, vücut ağırlığının yüzdesi olarak %0, 0,75, 1,5, 2,5, 3,5 ve 4,5'lik oranlarla beslemişlerdir. İkinci denemede ise, %0, 0,5, 1,5 ve 2,5'lik besleme oranlarıyla beslemişlerdir. Optimum termal büyüme katsayısı, 1. denemede %2,2 gün⁻¹ yem alımı ve 2. denemede %1,73 gün⁻¹ yem alımı olarak belirlemişlerdir.

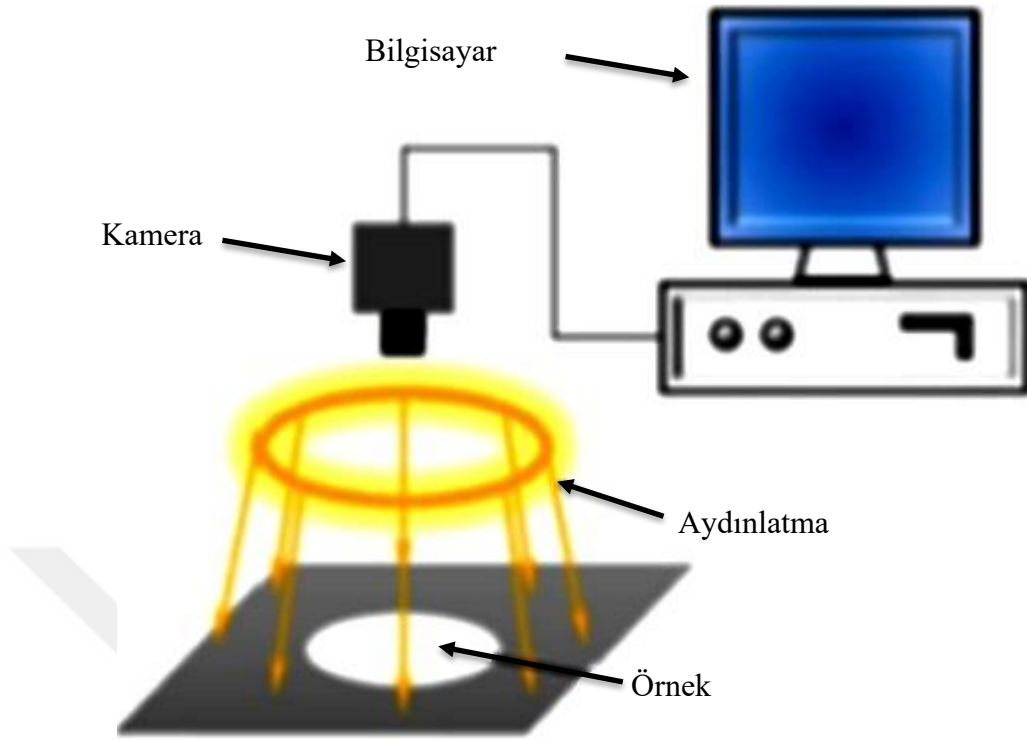
Hachero-Cruzado ve Manchado (2021) tarafından juvenil granyöz (*A. regius*) balıklarında diyet fosfolipid düzeylerinin büyüme ve soğuk toleransı üzerindeki etkisini araştırmışlardır. PL ile zenginleştirilmiş diyetle beslenen balıkların daha hızlı büyüdüğü ve ölüm riskinin önemli ölçüde azaldığını tespit etmişlerdir. Lipid profilleri açısından, düşük sıcaklığın karaciğerde genel bir yağ asidi birikimini teşvik ettiğini bildirmişlerdir.

Guerreiro vd. (2021) tarafından artan seviyelerde kara asker sineği unu (*Hermetia illucens*) ile beslenen *A. regius* larvalarında sindirim enzimi aktivitesi ve besin sindirilebilirliğini araştırmışlardır. Asker sineği unu (HM) içermeyen bir kontrol diyeti ve sırasıyla %17, %35 ve %52 balık unu yerine 100, 200 ve 300 g/kg HM içeren yemlerle beslemişlerdir. Diyetle HM katılımıyla toplam alkali proteaz aktivitesi artarken tripsin aktivitesinin azaldığını, ayrıca bağırsak kitinolitik aktivitesinin tespit edilmediğini, kuru madde, enerji, protein ve aminoasitlerin sindirilebilirlik katsayılarının diyetle HM artışıyla azalan bir durum gösterdiğini tespit etmişlerdir. Genel olarak, %17'ye kadar FM'nin HM ile değiştirilmesinin (100 g/kg HM dahil etme seviyesi) diyet sindirilebilirliği ve sindirim enzimi aktivitesinde olumsuz bir etkiye sahip olmadığı sonucuna varmışlardır.

Diken vd. (2018) tarafından yapılan çalışmada, kuluçkadan çıktıktan 3 ila 32 gün sonra (DAH) rutin besleme protokollerinde kullanılan canlı yemlerin, zayıf *A. regius* (Asso, 1801) larvalarının proteaz aktiviteleri üzerindeki potansiyel inhibitör etkileri ve katkıları hakkında *in vitro* teknikler ile ön verileri toplamayı amaçlamışlardır. Zenginleştirilmiş rotifer, *Artemia nauplii* ve *Artemia metanauplii* bu çalışmada test edilmiştir. Yetersiz larvaların proteaz aktivitelerinin en yüksek değerleri 2013 ve 2014 yıllarında 7 DAH ile tespit etmişlerdir. En düşük değerler 2013 yılında 15 DAH ile 2014 yılında 20 DAH gözlemlediklerini bildirmişlerdir. Zenginleştirilmiş rotifer, *Artemia nauplii* ve *Artemia metanauplii*'nin proteaz aktiviteleri sırasıyla $21,76 \pm 0,31$, $36,00 \pm 1,48$ – $9,33 \pm 0,93$ ve $416,44 \pm 19,7$ – $403,53 \pm 11,85$ U/mg protein olarak bildirilmiştir ($p < 0,05$). Canlı yemlerde en yüksek inhibisyonlar 7 DAH'da gözlemlenmiştir. Canlı yem *Artemia metanauplii*'nin yetersiz larvaların proteaz aktivitelerine olumlu katkıları önemli bulunmuştur ($p < 0,05$). Engelleyici etkiler ve olumlu canlı gıdaların yetersiz larvaların hayatta kalma ve büyüme oranlarına olan katkıları dikkate alınması gerektiği, yetersiz ve diğer deniz balıkları larvalarının gelecekteki çalışmalarında dikkat edilmesini belirtmişlerdir. *Artemia* sp.'nin sistein proteaz aktiviteleri ve deniz balıkları larvalarında kullanılan besleme protokollerinden daha yüksek büyüme ile hayatta kalma oranının sağlanması araştırılması gerektiğine vurgu yapmışlardır.

2.4. Görüntü Analiz Yöntemi

Bilgisayarlı resim analiz (BRA) yöntemi; dijital fotoğraftan objenin tanımlanması, temizlenmesi ve analizinden oluşan yeni bir teknolojidir. Fotoğraf çekim sisteminin temel kısımları: kamera, ışıklandırma, çerçeveleme ve bilgisayar donanımı ve yazılımından oluşmaktadır (Gümüş vd. 2011; Hong vd. 2014) (Şekil 2.3).



Şekil 2.3. Bilgisayarlı resim analiz sisteminin genel görünümü (Hong vd. 2014, modifiye edilmiştir)

Tipik bir bilgisayarlı resim analiz sistemi genellikle bir görüntü yakalama sistemi, görüntü işleme ve istatistiksel analiz işlemlerinden oluşur.

Bilgisayarlı analizin temel basamakları:

- Fotoğrafın uygun ışıklandırma ve polarizasyon ile çekilmesi ve dijital olarak elde edilen fotoğrafın muhafazası,
- Ön işlemle fotoğrafın iyileştirilmesi,
- Segmentasyon işlemiyle çakışmayan bölgeleri ayırmak için dijital fotoğrafın bölümlendirilmesi,
- Obje ölçüm işlemleriyle objelerin karakteristiğinin elde edilmesi ve
- Objeleri tanımlamak için sınıflandırmanın yapılmasından oluşmaktadır (Du ve Sun 2004)

Son yıllarda çeşitli özelliklerde hem bilimsel alanda hem endüstriyel alanda pek çok gıda ürününün renk, tekstür, ağırlık, hacim, form ve defo gibi çeşitli kalite özelliklerinin tespitinde kullanılmaktadır. Bu sistemin yaygın kullanımının en önemli nedenlerinin başında hızlı, güvenilir ve etkili sonuçlar vermesi gelmektedir. Analiz süreci; gıda ürününün belirli özelliklere sahip resminin çekilmesi, resmin LensEye™ gibi çok özel donanımlara sahip yazılımlar tarafından analiz edilmesi için hazırlanması ve

analiz sonuçlarının değerlendirilmesi şeklinde üç ana basamaktan oluşmaktadır. Ancak sistem tüm bu vazgeçilmez özelliklerinin yanı sıra çeşitli zorluklarla baş etmek zorundadır. Bu zorlukların başında özellikle su ürünleri gibi yarısaydam kısımlara sahip olan gıda ürünlerinden elde edilen resimlerin analizi gelmektedir. Bu tür resimler hem analize hazırlanma hem de analiz sonuçlarının doğru şekilde yorumlanması basamaklarında yüksek deneyim ve hata ayırma becerisi gerektirmektedir. Her ne kadar bu analizler için resmi analiz edilecek ürünün arka planına ürünün yüzeyinde bulunmayan bir renge ait parlak olmayan materyaller kullanılsa da bu materyallere ait renk, yarısaydam kısımların rengini değiştirerek yanlış sonuçlar elde edilmesine neden olur (Alçıçek ve Balaban 2012).

Bilgisayarlı resim analiz (görüntü analiz) yöntemi günümüzde farklı endüstrilerde kalite belirlemesi amacıyla yaygın bir şekilde kullanılmakla birlikte su ürünleri endüstrisinde de kullanılmaya başlanmıştır (Gümüş vd. 2011). Avcılık ve yetiştiricilik yoluyla elde edilen su ürünlerinin görünüş (renk, defolar, zedelenmeler, kanlı noktalar, parazitler, doku ayrılması, vb.), ağırlık ve hacmine göre sıralama, su ürünleri kompozisyonunun belirlenmesi, porsiyonlama gibi parametrelerin bilgisayarlı resim analizi ile kontrol edilmesi güvenli, hızlı, tekrar edilebilir, etkili, nicel ve objektif bir ölçüm sunmaktadır (Gümüş vd. 2011).

Bilgisayarlı resim analiz tekniği balık üretim ve işleme endüstrisinde bilgisayar kapasitesinin artışı ile birlikte balıkların kompozisyon, renk, şekil, büyüklük ve türlerinin belirlenmesinde önemli bir unsur olarak karşımıza çıkmaktadır. Kamera teknolojisinin gelişimi, ışıklandırma sistemi, ışık kutusunun tasarımı ve resim analiz metodunun iyileştirilmesiyle BRA tekniği hızlı bir gelişim kaydetmiştir. Bilgisayarlı resim tekniği otomasyondaki gelişimden dolayı resimlerde hızlı tanımlama yapabilmektedir. Su ürünlerinin kalite belirlenmesinde kullanılan bilgisayarlı analiz sisteminin temel hedefi ürünlerin ekonomik değerlerini doğru olarak belirlemek, kaliteyi tekrarlanabilir ve nicel olarak garanti etmek ve böylece hem üreticiye hem tüketiciye faydalı olmaktır.

2.5. Görüntü Analiz Yöntemi Üzerine Yapılan Çalışmalar

Su ürünlerinde, boy-ağırlık ilişkisi gibi morfolojik karakterlerin belirlenmesi yanı sıra deri renk ölçümlerinde de bilgisayarlı resim analiz yönteminin uygulanmasına yönelik pek çok çalışmalar bulunmaktadır (Balaban vd. 2014; Şengör vd. 2018).

Balaban vd. (2010a) pembe (*Oncorhynchus garbuscha*), kırmızı (*O. nerka*), gümüş (*O. kisutch*) ve Chum (*O. keta*) Alaska salmonlarının boy ve ağırlık ilişkilerini bilgisayarlı analiz yöntemi ile çalışmışlar ve yüksek bir korelasyon değeri elde etmişlerdir.

Misimi vd. (2008) Atlantik salmonlarının (*Salmo salar*) kalite sınıflandırmasında bilgisayarlı analiz yöntemini kullanmışlardır. İnsanların gerçekleştirdiği kalite

sınıflandırmalarına göre bilgisayarlı resim analiz yöntemiyle salmonlarda %90 daha doğru bir sınıflandırma gerçekleştirmişlerdir.

Gümüş vd. (2023) gökkuşağı alabalıklarının fileto rengini görüntü analiz yöntemi ile belirlemişler ve Salmofan ile karşılaştırmasını yapmışlardır. Görüntü analizi ile elde edilen sonuçların Salmofan'a göre doğruluğunun daha yüksek olduğunu belirlemişlerdir.

Gümüş vd. (2022a) sazanın deri renginin belirlenmesinde, *Parupeneus forskali*'nin renginin belirlenmesinde (Gümüş vd. 2022b) ve yetiştiriciliği yapılan Avrupa ve Afrika yayın balığının renginin belirlenmesinde (Gümüş vd. 2021) görsel analiz yönteminden yararlanmışlardır.

Karakatsouli vd. (2024) yetiştiriciliği yapılan çipuranın (*S. aurata*) ağırlık tahmini için görüntü analiz yöntemiyle tahmin modeli kurmayı amaçlamışlardır. Çalışmalarında 3312 balığı ayrı ayrı tartarak fotoğraflamışlardır. Görüntülerden balıkların boy-ağırlık ilişkilerini belirlenmeye çalışmışlardır. Fotoğraflı veri kümesinden elde ettikleri vücut ağırlık tahmini, her bir vücut ağırlık alt grubundan elde edilenden daha doğru olduğu ve en yüksek belirleme katsayısının (R^2) görüntü analiz yöntemi ile ($R^2 = \%99,0$) belirlendiğini bildirmişlerdir.

Gümüş (2021a) tarafından aynalı ve pullu sazan derisine uygulanan görüntü analizi ile görsel tekstür hesaplama yöntemlerinin karşılaştırılması yapılmıştır. Aynalı sazan (*Cyprinus carpio carpio*) ve pullu sazan (*Cyprinus carpio*) görüntülerinin görsel tekstürü temsil eden ilgili bölgelerini (ROI) değerlendirmiştir. Bu ROI'lerin kırmızı, yeşil, mavi ve gri (R, G, B, GS) histogramlarını hesaplamıştır. ROI'lere histogramlara dayalı görüntü enerjisi, histogramlara dayalı görüntü entropisi, eşdizimlilik matrislerine dayalı görüntü enerjisi, eşdizimlilik matrislerine dayalı görüntü entropisi, fraktal boyutlara dayalı tekstür, tekstür pirimitif yöntemine dayalı tekstür görsel doku hesaplama yöntemleri uygulamıştır. Hesaplamaları renkli ve gri tonlamalı resimler için yapmıştır. En düz ve en kaba ROI'lerin tanımlanmasının kullanılan yöntemle bağlı olduğunu bildirmiştir. Minimum ve maksimum değerler arasındaki en büyük aralığın, entropi hesaplamasına bağlı eşdizimlilik matrisinde olduğunu ikinci büyük aralık tekstür değişim indeksi (TCI) yöntemiyle tespit ettiğini bildirmiştir.

Jacob (2024) vücut ağırlığı ve fileto veriminin fenotipik tahmini için Nil tilapyasının geçici görüntülerinde derin öğrenme poz tespitini çalışmıştır. Kafeslerde havuzlara göre daha yüksek büyüme oranı vücut ağırlığı (BW) tahmin hatası gözlemlemiş olsalar da yine de aynı doğrusal modellemelerinde tahmin edilen BW'yi bağımlı değişken olarak değiştirmenin gerektiğini bildirmişlerdir. BW için kullanılan regresyon modeli, çevreye göre gerilim karşılaştırması için benzer sonuçlar verdiğini tespit etmişlerdir.

Taparhudee ve Jongjaraunsuk (2023) Nil tilapyasının (*Oreochromis niloticus* Linn.) ağırlık tahminini yüzgeçler ve kuyruk varken ve yokken görüntü analizi kullanarak

belirlemeye çalışmışlardır. Çalışmalarında 150 adet 3 farklı grup ((0,5–1 g, 20–30 g ve 40–60 g balık⁻¹) balık toplamışlardır. Her balık serbestçe yüzerken yukarıdan beş kez fotoğraflanmış ve ardından tartılmıştır. Veri 1.500 görüntüden (her balığın 10 görüntüsü analiz edilmiştir: 5'i tüm vücut için ve 5'i yüzgeçleri ve kuyruğu olmadan) görünüm alanını (V) çıkarmak için manuel olarak bölümlere ayrılmıştır. 80-20 bölme testine dayanarak veriler iki gruba ayrılmıştır. Eğitim verileri (120 balık; 1.200 görüntü) ve doğrulama verileri (30 balık; 300 görüntü) olarak bildirilmiştir. Çalışmalarının sonucunda, yüzgeçleri ve kuyruğu olmayan V ile donatılmış balık vücut ağırlığının (W) daha yüksek bir değere ulaştığını tespit etmişlerdir.

Mathiassen vd. (2011) yapılan çalışmada 3D makine görüşü kullanılarak, bütün ringa balığının (*Clupea harengus*) yüksek hızda ağırlık tahmini için 3 boyutlu bir makine görme sisteminin geliştirmiştir. Sistem, 1000 mm/s hızla hareket eden bir konveyör bandının üzerinde 3 boyutlu lazer üçgenleme sistemini kullanmaktadır. Çeşitli özellik kümeleri için ağırlık tahmin modelleri geliştirmişlerdir ve çeşitli 2 boyutlu (2B) ve 3B özellikleri kullanan doğrusal bir regresyon modeli, yalnızca 3B hacmi kullanmaya kıyasla daha doğru ağırlık tahminine olanak sağladığını bildirmişlerdir. Birleştirilmiş 2D ve 3D özellikleri kullanıldığında, taze bir numune (n = 179) için çapraz doğrulamanın kök ortalama kare hatası 5,6 g ve çapraz doğrulama ile değerlendirilen en kötü durum tahmin hatası ± 14 g şeklinde belirlemişlerdir. Önerilen sistem, ringa balığının tamamının yüksek hızlı ve doğru ağırlık tahminini sağlama potansiyeline sahip olduğunu tespit etmişlerdir.

Şengör vd. (2018) tarafından çipura (*S. aurata*)'nın soğuk depolama sırasında farklı tekniklerle renk değerlendirmesi yaprak tazelik parametresi çalışılmıştır. Tazeliği iki geleneksel yöntemle (yani Minolta renk ölçüm yöntemi) belirlemişler ve yeni bir makine görme teknolojisiyle (yani görüntü renk analiz yöntemi) karşılaştırmışlardır. Taze balığın tazeliğine ilişkin kalite özelliklerinin geleneksel olarak Minolta renk ölçüm yöntemi kullanılarak bütün balığın renk ölçümlerine dayandığını bildirmişlerdir. Yapılan analizin çipuranın gözleri, solungaçları ve derisindeki renk değişimlerine dayanarak tazelik değerlendirmesinde daha kesin ve güvenilir sonuçlar elde edilmesini sağladığını tespit etmişlerdir.

Dowlati vd. (2013) çalışmalarında çipuranın (*S. aurata*) solungaç ve göz rengi değişikliklerine dayalı olarak makine görüşüyle tazeliğinin değerlendirilmesini araştırmışlardır. Çiftlik ve yabani çipura balıklarının buzda depolanması sırasında açıklık (L), kırmızılık (a), sarılık (b), kroma (c) ve toplam renk farkı (DE) parametrelerinden yararlanmışlardır. Gözlerin ve solungaçların görsel özelliklerini kaydetmek için doğru CIELAB renk ölçümleri sağlayacak şekilde kalibre edilmiş bir dijital renkli görüntüleme sistemi tercih etmişlerdir. İlgilenilen bölge MATLAB yazılımında geliştirilen bir bilgisayar programı kullanılarak otomatik olarak seçmişlerdir. L Depolama süresi arttıkça gözlerin, b ve DE'si artarken c azaldığı ayrıca balık gözü a parametresi depolama süresiyle net bir eğilim göstermediğini bildirmişlerdir. L Balık solungaçlarının, b ve DE'si depolama süresiyle arttığını, ancak a ve c azaldığını tespit etmişlerdir. Göz ve solungaç

renk parametrelerini depolama süresiyle ilişkilendirmek için regresyon analizi ve yapay sinir ağları yaklaşımları kullanılmış ve renk parametreleri ile depolama günü arasında güçlü bir korelasyon belirlemişlerdir. Balık gözünün renk parametreleri yeşil, düşük maliyetli ve kolay bir yöntem olarak hızlı ve kolay bir şekilde kullanılabilir olduğu tespit etmişlerdir.

Bondø vd. (2011) makine görüşü ile otomatik alabalık kesim hattını çalışmışlardır. Kesim hattının balıkların %85-95 ini kesebilecek şekilde olduğunu %5-15 inin elle kesilmesinin birçok soruna sebep olduğunu bildirmişlerdir. Çalışmalarının alabalık kesiminde el emeği ihtiyacını azaltan yeni ve eksiksiz bir balık kesim hattı sunduğunu bildirmişlerdir.

Balaban vd. (2010b) tarafından yapılan çalışmada Alaska mezgiti (*Theragra chalcogramma*)'nin ağırlığını görüntü analiz yöntemi ile belirlemeye çalışmışlardır. Bütün Alaska mezgiti (*Theragra chalcogramma*)'nin ağırlığını tahmin etmek için matematiksel korelasyonları geliştirmeye çalışmışlardır. 160 bireyi taze olarak çalışmalarında kullanmışlardır. Balıklar tartım işlemi sonrası, Nikon D200 dijital kamera ile donatılmış bir ışık kutusuna yerleştirilmiştir. Balık tarafından bilinen yüzey alanına sahip bir referans karesi yerleştirmişlerdir. Elde ettikleri görüntüyü analiz etmişlerdir. Her balığın görüş alanını hesaplamak için ağırlığa kıyasla görüş alanını (X) sıgdırmak için denklemler kullanmışlardır. (Y) verileri: doğrusal, kuvvet ve 2. dereceden polinom ve güç uyumu ($Y = A \cdot XB$), uyum için en yüksek R^2 'yi (0,99) tespit ettiklerini bildirmişlerdir. Yüzgeçlerin ve kuyruğun görüş alanını kullanarak yaptıkları ağırlık tahmininin doğruluğu üzerindeki etkisini belirlemişlerdir. Yüzgeçlerin ve kuyrukların çıkarılmasının tahmin doğruluğunu iyileştirmedeğini ayrıca görüntü analiz yönteminin alaska mezgiti ağırlığını doğru bir şekilde tahmin edebileceğini tespit etmişlerdir.

Wallat vd. (2002) çalışmalarında canlı japon balıklarında deri rengi gelişim analizini bir renk makine görüş sistemi kullanarak belirlemeye çalışmışlardır. Renkli makine görüş sisteminin (CMVS), japon balıklarında deri rengi gelişimini etkili bir şekilde analiz edebildiğini ve diğer canlı süs balığı türlerinin ten rengini objektif olarak ölçmenin bir yolu olarak potansiyel uygulamaya sahip olduğunu bildirmişlerdir.

3. MATERYAL VE METOT

3.1. Materyal

3.1.1. Çalışmanın yürütüldüğü alan

Bu tez çalışması; Olivka Tarım Ürünleri San. ve Tic. A.Ş. toprak havuz işletmesi ile Yılmaz Su Ürünleri Balık Üretim Tur. Tic. ve San. Tic. Ltd. Şti. Ağ Kafes işletmesinde yetiştirilen balık örnekleri Akdeniz Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesine getirilmiş ve Araştırma Laboratuvarında gerçekleştirilmiştir.

3.1.2. Balık materyali ve yetiştirme koşulları

Çalışmada, özel bir işletme olan Olivka Tarım Ürünleri San. ve Tic. A.Ş. Alçova Mevkii, Ekinanbarı Mah. Milas/Muğla'da faaliyet gösteren toprak havuz işletmesi (37°16'07''K;27°38'09''D) ile Yılmaz Su Ürünleri Balık Üretim Tur. Tic. ve San. Tic. Ltd. Şti. Yalı Mah. 0248 Sok. No 17 Güzelbahçe/İzmir'de faaliyet gösteren kafes işletmesi (38°44'921'' K; 26°49'200'' D) olmak üzere iki farklı yetiştiricilik ortamında yetiştirilen balıklar kullanılmıştır.

Kafes işletmesinde yetiştirilen granyöz balıkları 60-80 g ağırlığında kafeslere konulmuş ve 18 ay süreyle balıklar taze yaş yem ile beslenmişlerdir. Taze yaş yem olarak Kuppes, sardalya, kolyoz, izmarit, gümüş balığı gibi yem balıkları kullanılmış ve balıklar günde bir kez elle beslenmiştir. Ortalama 800-1000 g ağırlığa ulaşan balıklar 03.02.2025 tarihinde hasat edilmiştir. Toprak havuzda yetiştirilen granyöz balıkları 03.04.2023 tarihinde ortalama 4,9 g olarak işletmeye getirilmiş ve 18-24 ay süreyle 800-1000 g ağırlığa 12.01.2025 hasat tarihine gelinceye kadar Gümüşdoğa Su Ürünleri Üretim İhr. ve İth. A.Ş. (Milas/Muğla) tarafından üretilen ve besin değerleri %45 ham protein, %20 yağ, %9 ham kül, %1,8 ham selüloz, %2,3 kalsiyum, %1,5 fosfor ve %0,3 sodyum içeren Çipura-Levrek ticari yemi ile günde üç öğün elle beslenmişlerdir. Ekstrüder yem teknolojisi ile imal edilen ticari yem; balık unu, genetik yapısı değiştirilmiş soya küspesi, balık yağı, mısır gluteni, buğday ve yan ürünleri, vitamin ve mineral premiksleri gibi hammaddelerden imal edilmiştir.

Kafes işletmesinden 53 adet ve toprak havuz işletmesinden 66 adet yeni hasat edilmiş balıklar alınarak strafor köpüklere yerleştirilmiş ve soğuk zincirde en kısa sürede Akdeniz Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesine nakledilmiştir. Materyal temini yapılan toprak havuz ve kafes işletmelerinin fotoğrafları Şekil 3.1 ve Şekil 3.2'de verilmiştir.



Şekil 3.1. Granyöz balığının (*Argyrosomus regius* (Asso 1801)) temin edildiği toprak havuz işletmesi (37°16'07''K;27°38'09''D)



Şekil 3.2. Granyöz balığının (*Argyrosomus regius* (Asso 1801)) temin edildiği ağ kafes işletmesi (38°44'921'' K; 26°49'200'' D)

3.2. Metot

3.2.1 Balık materyallerinin ölçüme hazırlanması

Uygun şartlarda taşınarak Su Ürünleri Fakültesine getirilen balıkların fotoğraf çekimleri yapılmaya kadar +4 °C’de muhafaza edilmiştir. Balıkların ağırlık ve fotoğraf çekimlerinin yapılacağı alan çalışma için hazır hale getirilmiştir.

3.2.2. Balıkların ağırlığının belirlenmesi

Fotoğraf çekiminden önce her bir balığın ağırlığı elektronik terazide (max. 30 kg, 0,01g hassasiyetli, HZQ model, Densi) ölçülerek kaydedilmiştir (Şekil 3.3). Balıklar plastik bir kap içerisinde tartılmış ve her tartımda plastik kabın darası alınmıştır. Ağırlık ölçümleri daha sonra değerlendirilmek üzere kayıt altına alınmıştır.



Şekil 3.3. Ağırlık ölçümünde kullanılan DENSİ TP-2 hassas tartı (<http://www.densi.com.tr/urunetay.123.HZQ%20Serisi%20%200.1%20g.html>)

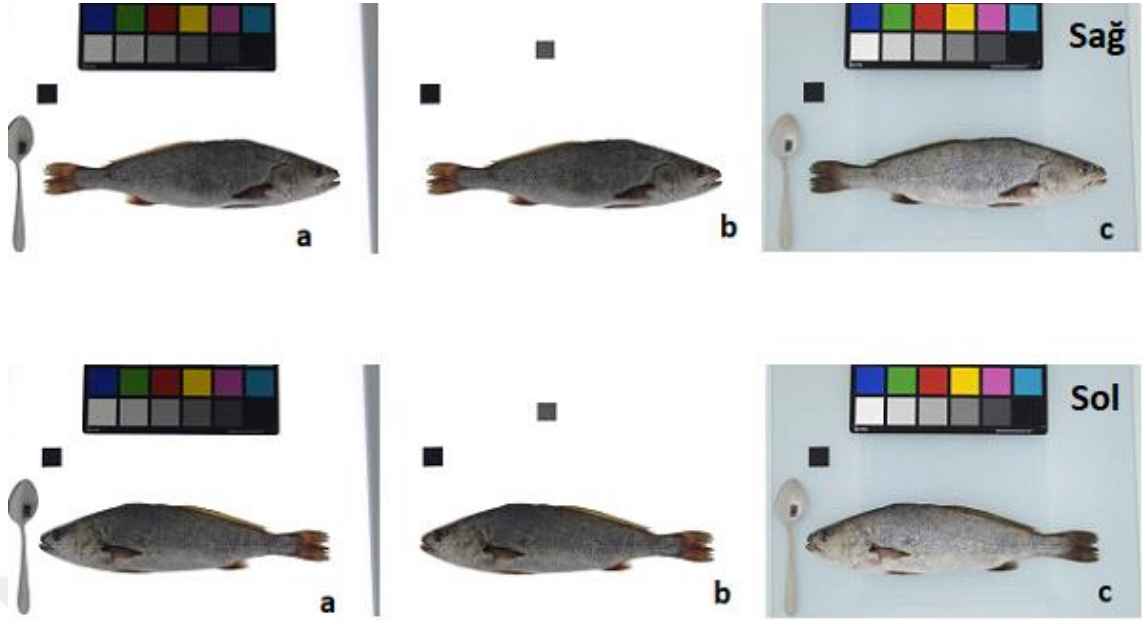
3.2.3. Balık materyali fotoğraflaması

Balık materyallerinin fotoğraflanmasında Luzuriaga vd. (1997) tarafından tasarlanan ve araştırmacılarla geliştirilen genişliği 60 cm, derinliği 60 cm ve yüksekliği 90 cm ebatlarında olan bir ışık kutusu kullanılmıştır (Şekil 3.1.). Nikon D610 dijital kameraya (Nikon Corp., Tokyo, Japonya) bir 24-300 mm zoom Nikkor lens ve 72 mm çapında polarize filtre bağlanarak, bu kamera sistemi ışık kutusunun içine yerleştirilmiştir. Kamera üstten alt zemine doğru bakar pozisyonda ayarlanmıştır. Işık kutusu LED ışık paneli kullanılarak D65 ışıklandırmayı sağlanmıştır. Üstteki ışık kutusunun iç yüzeyi polarize sayfa ile kaplanmıştır (Rosco, Stamford, CT, USA). Bir renk referansı (Color Checker Classic, X-Rite Inc., Grand Rapids, MI) görüntü analizi sırasında fotoğraf renklerini düzeltmek için her resim çekiminde referans olarak kullanılmıştır (Şekil 3.1).

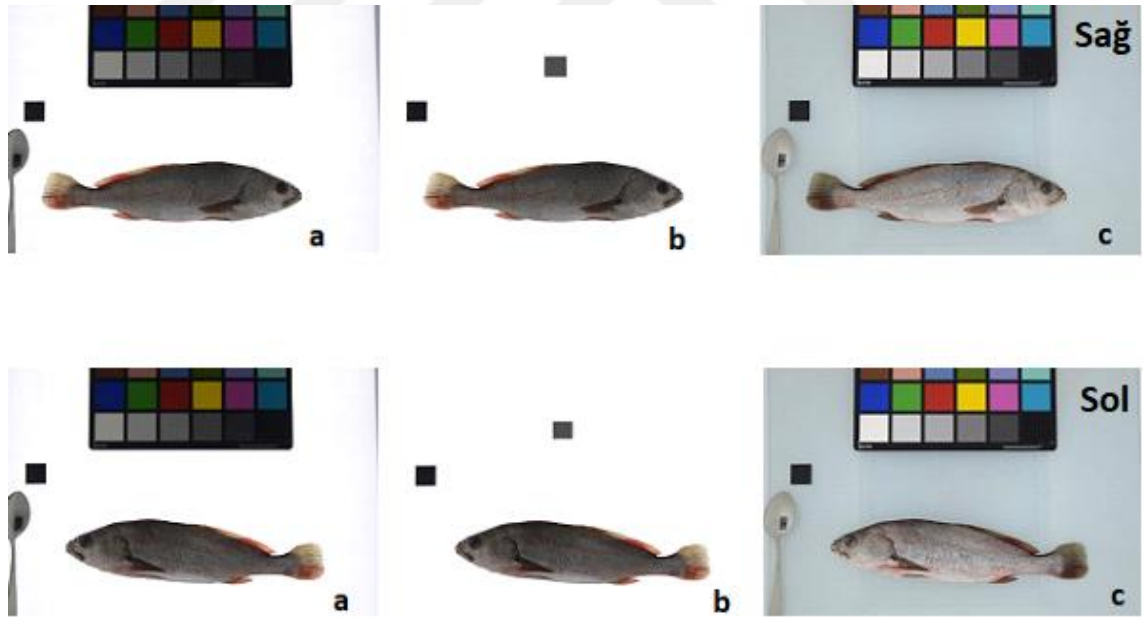


Şekil 3.4. Fotoğrafların çekiminde kullanılan Işık Kutusu

Gümüş (2021b) tarafından verilen kamera kurulumu özellikleri sağlanarak balık materyalinin fotoğraflaması gerçekleştirilmiştir (Çizelge 3.1.). Materyaller ışık kutusunun içerisine yerleştirildikten sonra ışık kutusuna monte edilmiş dijital bir kamera ile resim alınırken ışık kutusunun kapısı kapatılmıştır. Fotoğrafların çekiminde Alçiçek ve Balaban (2012) tarafından bildirilen “two-image” metodundan yararlanılmıştır. Kısaca ışık kutusunun üstündeki ışık açık olarak üstten fotoğraf çekilmiştir. Daha sonra üst ışık kapatılarak tabandaki ışık açılmış ve fotoğraf alt aydınlatmalı olarak çekilmiştir. Alttan aydınlatmalı çekim objenin silüetini verir (Şekil 3.2). Silüet resmi kullanarak görüntüleri segmentlere ayırmak için LensEye-NET yazılımı (ECS, Gainseville, FL, USA) kullanılmıştır. Tüm resmin rengi referans renginin bilinen rengi kullanılarak düzeltilmiştir. Bunun için fotoğraf çekimlerinden önce referans renk nesnesinin rengi elde tutulan bir Minolta CR-400 Kroma Ölçer (Minolta Camera Co., Japonya) kullanılarak ölçülmüştür. Resimdeki 3 cm x 3 cm boyutundaki bir referans (ince mika referans kare), piksel mesafelerinin ve alanların gerçek cm ve cm² birimlerine dönüştürülmesinde kullanılmıştır. Polarize görüntüler, dairesel polarize filtre ayarlaması yapılarak yansımayla ilgili parlaklık (speküler yansıma) ve ortaya çıkan renk sapmaları ortadan kaldırarak gerçek rengin ölçülmesi sağlanmıştır.



Şekil 3.5. Kafes balığının sağ ve sol ikili resim analiz metodu örneği. **a)** Alttan aydınlatmalı resim **b)** Temizlenmiş alttan aydınlatmalı resim **c)** Üstten aydınlatmalı resim



Şekil 3.6. Toprak havuz balığının sağ ve sol ikili resim analiz metodu örneği. **a)** Alttan aydınlatmalı resim **b)** Temizlenmiş alttan aydınlatmalı resim **c)** Üstten aydınlatmalı resim

Çizelge 3.1. Resmin ön ve arka aydınlatmalı çekimleri için kullanılan Nikon D610 kameranın ayarları (Gümüş 2021b)

Kamera ayarı	Ön aydınlatma	Arka aydınlatma
Pozlama modu	Manual	manual
Perde hızı	1/2.5sec	1/10 sec
Diyafram	f/9	f/9
Pozlama telafisi	0 EV	0 EV
ISO duyarlılığı	200	200
Beyaz dengesi	Preset 1	Preset 1
Resim boyutu (piksel) küçük	3008*2008	3008*2008

3.2.4. Fotoğraf analizleri

Çekilen jpg fotoğraflardaki renk referansını izole etmek için Corel PhotoPaint (Corel Corp., Ottawa, Ontario, Kanada) kullanılmıştır. Temizleme işlemi yapıldıktan sonra (zeminin rengi ile örnek renginin farklı olması) elde edilen resmin eşik RGB değeri, renk kalibrasyonu kullanılarak LensEye (Engineering and CyberSolutions, Gainesville, FL, USA) yazılım programı ile analizleri yapılmıştır.

Referans karesinin renk ölçümleri ile elde edilen ortalama renk (L^* , a^* , b^*) değerleri ve esas renk (Minoltadan) kıyaslanarak renk düzeltmesi değerleri belirlenmiştir. Bunlar fotoğrafın her pikseline uygulanmıştır.

Ayrıca her balığın görüntü alanı piksel sayısının cm^2 'ye dönüştürülmesiyle hesaplanmıştır Işık kutusu içerisine 3 cm x 3 cm boyutlarında bir referans karesi yerleştirilmiştir. Bu kare, analiz sırasında balığın boyutlarını kalibre etmek için referans olarak kullanılmıştır. Lens-Eye yazılımı, resimleri alınan granyözlerin, referans karesi ile kalibre edilen her granyözün görüş alanını hesaplamak için kullanılmıştır. Referans karesinin piksel sayısı bilinen gerçek yüzey alanı 9 cm^2 olarak belirlenmiş ve granyöz görüş hesabı aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır.

$$\text{Granyöz görüş alanı (cm}^2\text{)} = \text{Granyöz pikseli} / \text{Referans karesi pikseli} \times 9 \quad (3.1)$$

3.2.5. Boy-ağırlık ilişkisi

Boy-ağırlık ilişkisinin belirlenmesinde aşağıdaki güç denkleminde yararlanılmıştır:

$$W = A L^B \quad (3.2)$$

W: ağırlık (g), L: boy (cm), A ve B regresyonla elde edilen parametrelerdir. (Gümüş ve Balaban 2010; Balaban vd. 2010b).

3.2.6. Görüş alanı- ağırlık ilişkisi

Görüş alanı- ağırlık arasında aşağıdaki denklem kullanılmıştır (Balaban vd. 2010b):

$$\text{Güç denklemini: } W = A V^B \quad (3.3)$$

Yukarıdaki denklemlerde W = ağırlık (kg), V = görüş alanı (cm²), A ve B katsayılarıdır.

3.2.7. Renk analizleri

Renk değerleri L*, a* ve b* renk uzayındaki 3 boyutlu noktalardır. Burada L* rengin açıklığını farkını / parlaklığı, a* rengin kırmızılık yeşillik boyutunu, ve b* ise rengin mavilik-sarılık boyutunu temsil eder. L*, 0'ın %0 yansıma veya geçirgenlikle mükemmel bir siyahı temsil eder. %50'lik bir derecelendirme, orta griyi gösterirken, 100'lük bir derecelendirme, mükemmel bir beyazı gösterir. Bu, %100 yansıma ve mükemmel berraklığı gösterir. a* rengin kırmızı-yeşilliğini temsil eder. a*'nın pozitif değerleri kırmızı, negatif değerleri ise yeşildir. 0 seviyesi nötrdür. b* rengin sarı-maviliğini belirtir. b*'nin pozitif değerleri sarı, negatif değerleri ise mavidir. 0 nötrlüğü belirtir (<https://www.hunterlab.com/blog/what-is-cielab-color-space/>).

Balığın görüntüsündeki her piksel, LensEye-NET ile L*, a* ve b* değerleri açısından analiz edilmiş ve her balık için ortalama olarak hesaplanmıştır. Fotoğraftaki her pikselin L*, a* ve b* değerleri hesaplandıktan sonra referans renk ile doğrulaması gerçekleştirilmiştir. Ayrıca, L*, a* ve b* değerlerinin histogramları kaydedilmiştir.

3.2.8. Delta E değeri

Delta E renk doğruluğunu değerlendirmede kullanılan önemli bir ölçüdür. İki renk arasındaki farkı ölçen standart bir ölçümdür. Delta E seviyeleri görüntülenen renk ile orijinal renk arasındaki farktır. Düşük Delta E değerleri daha fazla benzerlik gösterirken, yüksek Delta E değerleri önemli bir uyumsuzluğu gösterir. 1'den düşük bir Delta E genellikle insan gözüyle algılanamaz olarak kabul edilirken, 1 ile 2 arasındaki Delta E yakından bakıldığında fark edilebilir. 3'den büyük bir Delta E genellikle fark edilebilir olarak kabul edilir (Schuessler 2020). Delta E değeri her balığın ortalama L*, a*, ve b* değerlerinden yararlanılarak hesaplanmıştır (Gümüş 2021c):

$\Delta E_{12}^* = \sqrt{(L_2^* - L_1^*)^2 + (a_2^* - a_1^*)^2 + (b_2^* - b_1^*)^2}$	3.4
--	-----

3.2.9. Hue değeri

Hue (ton) değeri, genel olarak bir objenin algıladığımız rengini ifade eder, en basit anlamda rengin kendisidir. HSL renk uzayında H renk çarkında veya renk çemberinde kırmızıdan mora kadar 0-360 arasında değişir ve doğrudan bir rengi temsil eder. Örneğin, Hue = 60 sarı'yı, Hue = 100 yeşil'i gösterir (Wikipedia 2025).

3.2.10. Tekstür değişim indeksi (TCI)

TCI, görüntünün görsel olarak ne kadar dokulu olduğunun bir göstergesidir. Görüntü arasındaki yoğunluk farkları ne kadar fazlaysa, TCI o kadar yüksektir. Görüntü arasındaki mesafeler ne kadar küçükse, TCI o kadar yüksektir. Görüntünün piksel cinsinden alanı hesaplanır. Aynı alanın eşdeğer bir daire hesaplanır. Bu dairenin merkezi görüntünün ağırlık merkezinde olacak şekilde çizilir. Görüntünün ortalama rengi hesaplanır. Bu renk, temsili dairenin rengi olur. Yoğunluk eşiği arttıkça daha az ancak daha büyük daireler olduğunu ve TCI değerinin azaldığını gösterir. Tekstür değişim indeksi Balaban vd. (2022) ve Gümüş (2021d)'in bildirdiği yöntemle göre belirlenmiştir.

Işık yoğunluğu farkı ΔI iki piksel arasında belirlenir:

$\Delta I = \sqrt{(R_i - R_j)^2 + (G_i - G_j)^2 + (B_i - B_j)^2}$	3.5
---	-----

Burada i ve j iki pikseli, R G B kırmızı yeşil ve mavi renkleri gösterir. Bir i pikselini sabit tutarak onun komşu pikselleri j arasında ΔI belirli bir eşikten az ise j pikseli bir devamlı alana (primitif) katılır. Eğer ΔI eşikten büyükse yeni bir primitif başlatılır.

TCI metodunda yukarıdaki i pikseli sabit değildir, eğer j pikseli ile arasındaki ΔI eşikten küçükse j pikseli yeni i pikseli olur. Böylece belirtilen primitifler alınarak:

$TCI = \frac{(\text{primitiflerin toplam } \Delta I)(\text{primitiflerin sayısı})}{(\text{primitifler arası mesafenin toplamı})(\text{Cismin alanı})}$	3.6
--	-----

3.2.11. Renk değişim indeksi (CCI)

Renk değişim indeksi (CCI), genellikle bir görüntünün renginin ne kadar değiştiğini belirlemek için kullanılır. Görüntülerin mantığı, niceleme yöntemi ve ortaya çıkan renk değişim indeksi Balaban (2008) tarafından ayrıntılı olarak açıklanmıştır. Kısaca, iki görüntü arasındaki yoğunluk farkı ne kadar büyükse, CCI değeri o kadar yüksek olur ve bu da renklerin ne kadar homojen olmadığını gösterir. Görüntüler

arasındaki mesafeler ne kadar kısaysa, CCI o kadar yüksek olur. Ayrıca renk değişiminin alanı ne kadar küçükse, CCI değeri o kadar yüksek olur (Gümüş 2021c).

3.2.12. Gri tonlamalı enerji ve entropi değeri

Görsel dokusallık alanında resim genellikle gri skalada analiz edilir. Gri skala her piksel için $k = 0-255$ değerleri arasında değişir. Resmin histogramı alınınca her değer frekansı toplam piksel sayısına bölünür. Böylece frekanslar olasılığa dönüşür. Burada p_k bir piksel değerinin resimde olma olasılığıdır. Olasılıkların toplamı 1'e eşittir.

Enerji, bir görüntünün dokusal tekdüzeliğinin bir göstergesidir ve entropinin zıttıdır. Enerjiye ayrıca tekdüzelik, enerjinin tekdüzeliği veya açısız ikinci an da denir. Bir görüntüde, düzensiz görsel dokular daha düşükse enerji daha düşüktür. Başka bir deyişle, görüntü ne kadar pürüzsüzse, enerji o kadar düşüktür.

$E = \sum_{k=0}^{255} (p_k)^2$	3.7
--------------------------------	-----

Entropi, bir görüntünün piksellerinin gri tonlama seviyeleri arasındaki çeşitliliği veya karmaşıklığı tanımlar. Diğer bir ifadeyle bir görüntüdeki düzensizlik veya rastgelelik olarak tanımlanır. Daha yüksek bir gri tonlama entropisi, daha fazla çeşitlilik veya karmaşıklık olduğunu gösterir. Görüntü ne kadar karmaşıksa, entropi değeri o kadar yüksektir. Bu ölçüm, bir görüntünün ne kadar detaylı veya karmaşık olduğunu belirlemek için kullanılır (Arzate-Vazquez vd. 2012). Gri tonlamalı enerji ve entropi değerleri Balaban vd. (2022) ve Gümüş (2021d) bildirdiği yöntemle göre belirlenmiştir.

$H = - \sum_{k=0}^{255} p_k \log_2 (p_k)$	3.8
---	-----

3.2.13. İstatistiksel analizler

Renk analizi için, elde edilen verilerin analizi SPSS v.23 programında ANOVA testi ile değerlendirilmiştir (IBM-SPSS, Armonk, NY, ABD). Sonuçlar ortalama ve standart sapma ($\pm SD$) olarak sunulmuştur. Verilerin normal dağılımı için Kolmogorov-Smirnov normallik testi ve varyansların homojenliği için ise Levene testi uygulanmıştır. Farklılıklar tek yönlü ANOVA testi ile değerlendirilmiştir. Gruplar arası görüş alanı, boy ve yükseklik verilerinin analizinde ağırlığın olası etkisini kontrol etmek için ANCOVA testi kullanılmıştır. Verilerin önem derecelerini karşılaştırırken Duncan's çoklu karşılaştırma testi kullanılmış ve önem düzeyi $P=0,05$ olarak seçilmiştir (Duncan 1955).

4. BULGULAR

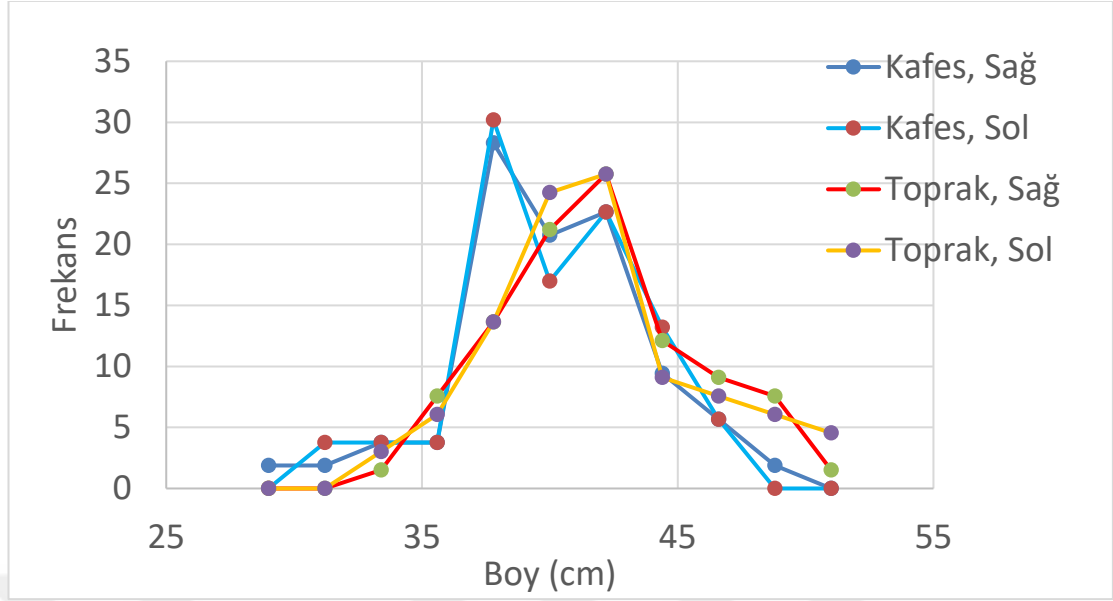
4.1. Boy-Ağırlık ve Görüş Alanı- Ağırlık İlişkisi

Kafes ve Toprak havuz Granyöz balıklarının sağ ve sol boy, yükseklik ve görüş alanına ilişkin ortalama değerleri Çizelge 4.1’de verilmiştir. Çizelge 4.1’e göre farklı yetiştirme ortamlarındaki balıkların sırt yükseklikleri arasındaki farklar istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur ($P>0.05$). Kafes ve toprak havuz balıklarının kendi içerisindeki boy ve görüş alanı sağ ve sol ortalamaları arasındaki farkların istatistiksel olarak önemsiz olduğu ($P>0.05$), ancak farklı yetiştirme ortamları arasındaki farkların ise önemli olduğu saptanmıştır ($P<0.05$). Buna göre Toprak havuzdaki balıkların görüş alanı ve boylarının Kafeste yetiştirilen granyöz balıklarından daha büyük ve istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmektedir ($P<0.05$). Kafes ve Toprak havuz Granyöz balıklarının sağ ve sol boy, yükseklik ve görüş alanı frekans dağılımları sırasıyla şekil 4.1, 4.2 ve 4.3’de verilmiştir. Toprak Havuzda yetiştirilen balıkların boy frekans dağılımlarının Kafeste yetiştirilen balıklarınkinden daha büyük değerlerde toplanma eğiliminde olduğunu söylemek mümkündür. Şekil 4.3’de görüldüğü gibi Kafes Granyöz balıklarının sağ ve sol görüş alanı dağılımları görüş alanı ölçeğinin alt ucuna doğru kümelenmiştir.

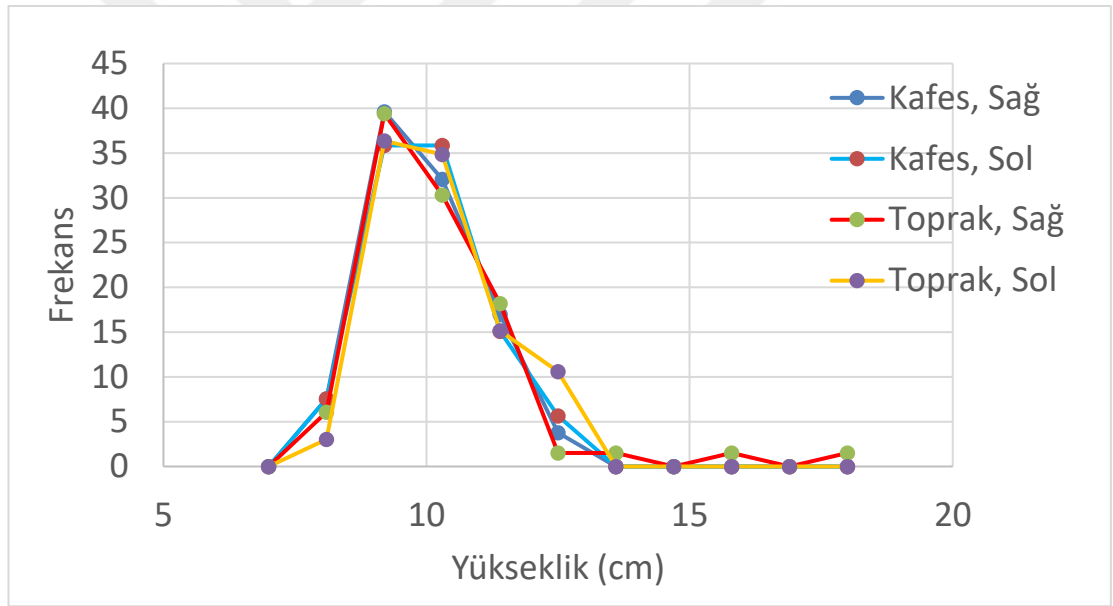
Çizelge 4.1. Kafes ve Toprak havuz balıkların sağ ve sol boy, yükseklik ve görüş alanı ortalama değerleri (Ort. $\pm$ SD, $n_{\text{kafes}}=53$, $n_{\text{toprak}}=66$)

		Boy (cm)	Yükseklik (cm)	Görüş alanı (cm ²)
Kafes	Sağ	38,848 $\pm$ 3,710 ^b	9,463 $\pm$ 0,951	254,013 $\pm$ 47,289 ^b
	Sol	38,867 $\pm$ 3,610 ^b	9,502 $\pm$ 0,953	253,960 $\pm$ 47,685 ^b
Toprak Havuz	Sağ	40,681 $\pm$ 3,921 ^a	9,662 $\pm$ 1,069	277,194 $\pm$ 55,002 ^a
	Sol	40,681 $\pm$ 3,921 ^a	9,662 $\pm$ 1,069	277,194 $\pm$ 55,002 ^a

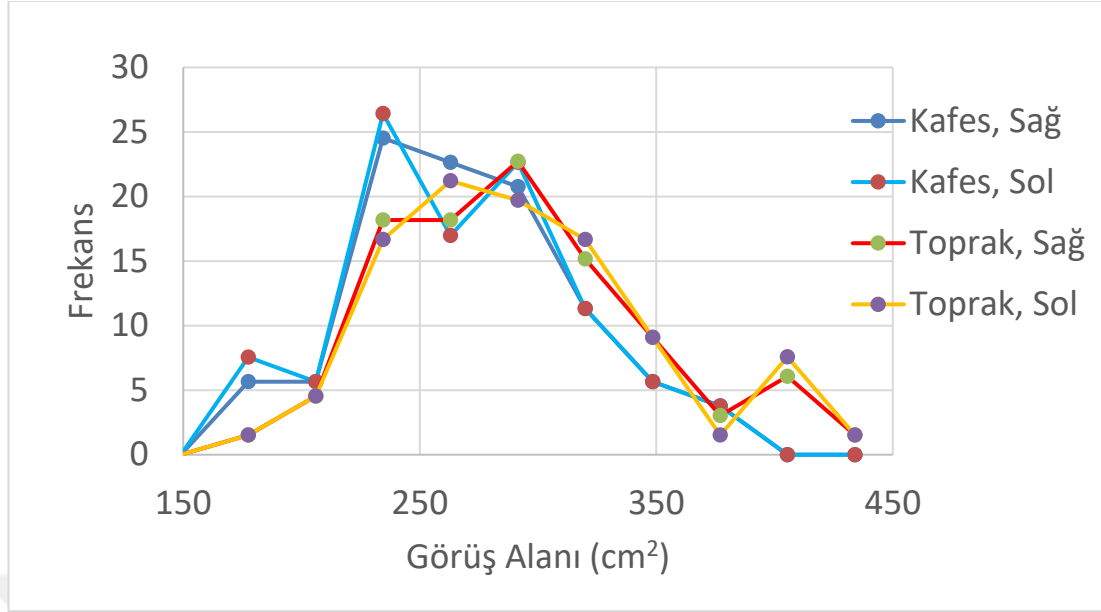
^{a-b}Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen değerler arasındaki farklar istatistiksel olarak önemlidir ($P<0,05$)



Şekil 4.1. Kafes ve Toprak havuz balıklarının sağ ve sol boy dağılımları



Şekil 4.2. Kafes ve Toprak havuz balıklarının sağ ve sol sırt yükseklik dağılımları



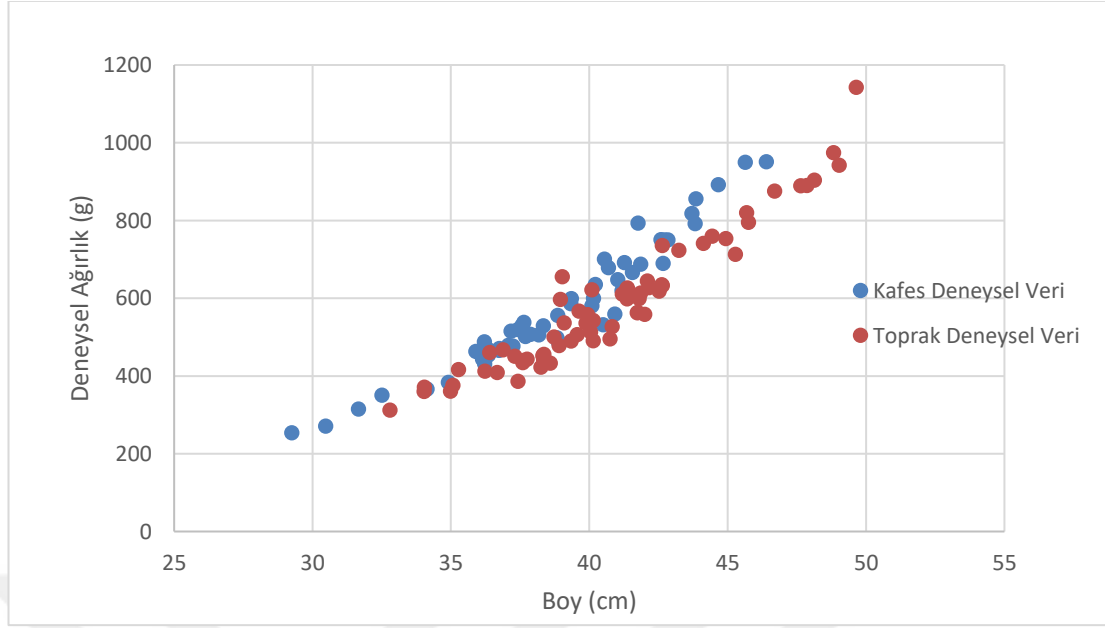
Şekil 4.3. Kafes ve Toprak havuz balıklarının sağ ve sol görüş alanı dağılımları

Boy-ağırlık ve görüş alanı-ağırlık verilerine güç denkleminin uygulanmasının sonuçları çizelge 4.2’de verilmiştir. Ayrıca Kafes ve Toprak havuz Granyöz balıklarının deneysel ağırlık-boy ve tahmini ağırlık ve boya ilişkin güç uyumu karşılaştırması Şekil 4.4 ve 4.5’de verilmiştir.

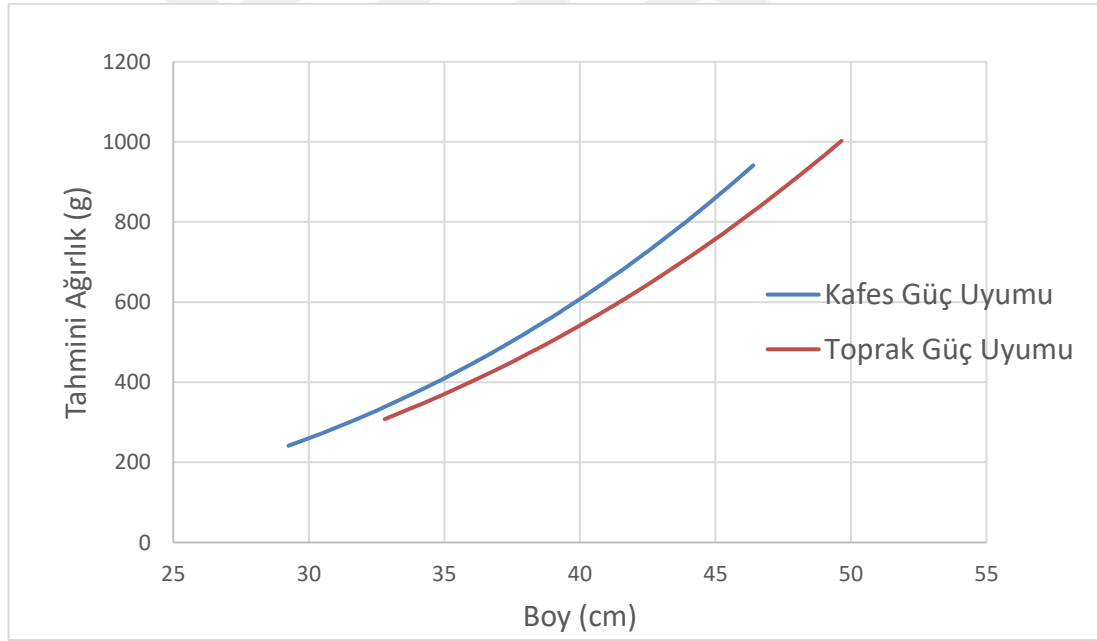
Her iki yetiştirme ortamındaki granyöz balığı için görüş alanı verilerini kullanarak tahmini ağırlığa deneysel ve güç uyumu denklemlerin uyarlanması sonuçları Şekil 4.6. ve 4.7’de verilmiştir.

Çizelge 4.2. Kafes ve Toprak havuz balıklarının Boy-Ağırlık ve Görüş alanı-Ağırlık güç uyumuna ilişkin verileri

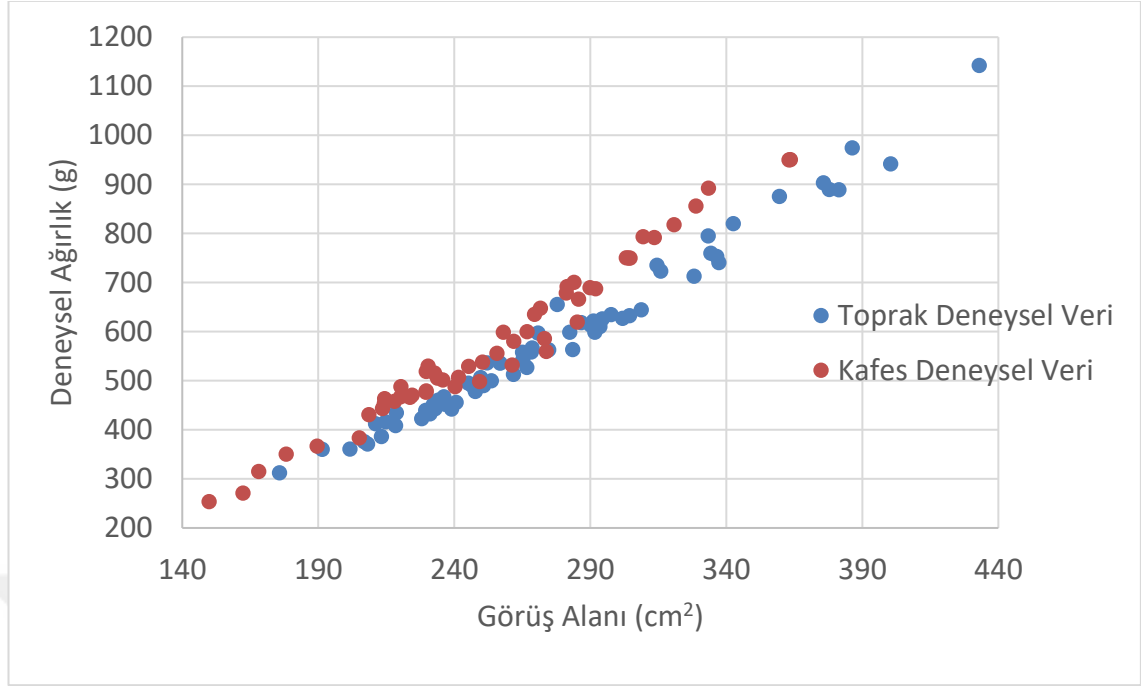
Güç Uyumu	Boy-Ağırlık			Görüş Alanı-Ağırlık		
	A	B	R ²	A	B	R ²
Kafes	0,011	2,951	0,958	0,144	1,494	0,976
Toprak Havuz	0,015	2,848	0,927	0,185	1,431	0,983



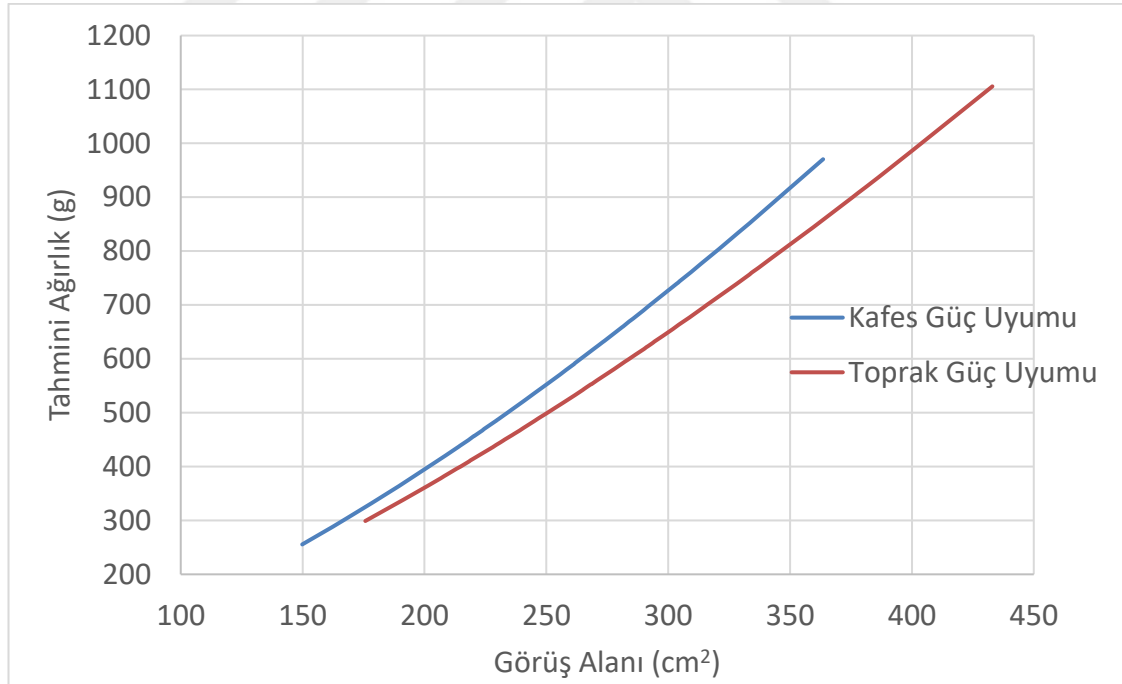
Şekil 4.4. Kafes ve Toprak havuz balıklarının boy ve deneysel ağırlığa ilişkin deneysel veri karşılaştırması



Şekil 4.5. Kafes ve Toprak havuz balıklarının boy ve tahmini ağırlığa ilişkin güç uyumu karşılaştırması



Şekil 4.6. Kafes ve Toprak havuz balıklarının görüş alanı ve deneysel ağırlığa ilişkin deneysel veri karşılaştırması



Şekil 4.7. Kafes ve Toprak havuz balıklarının görüş alanı ve tahmini ağırlığa ilişkin güç uyumu karşılaştırması

4.2. Renk

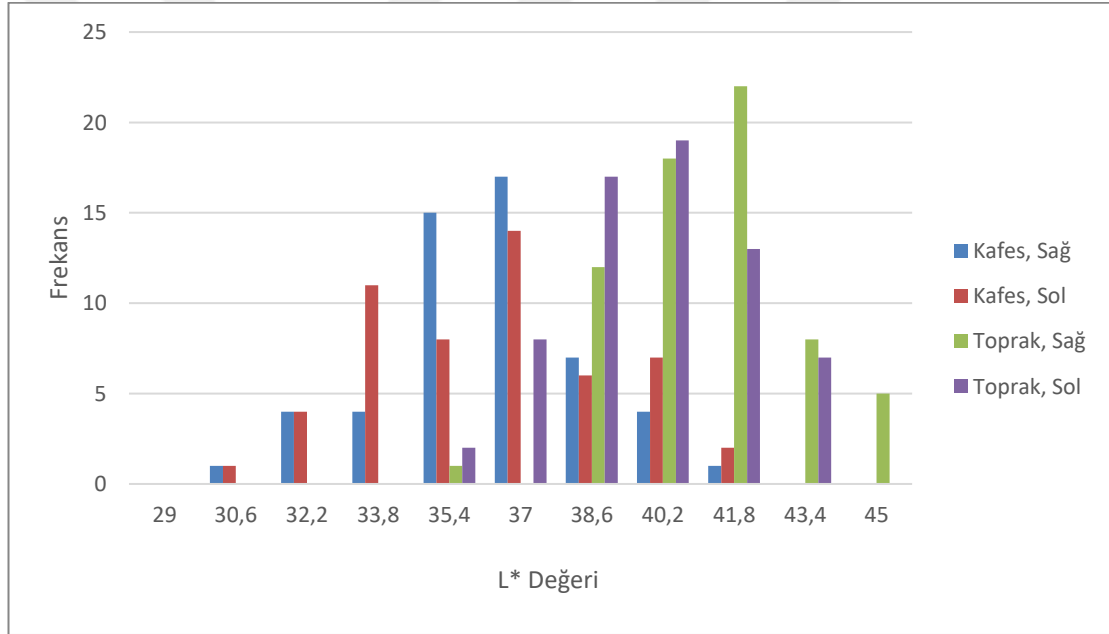
İki farklı yetiştirme ortamında yetiştirilen granyöz balıkları arasındaki sağ ve sol renk karşılaştırmasına ait ortalama L*, a*, b*, Hue ve Delta E değerleri Çizelge 4.3’de,

histogramları (dağılımı) ise Şekil 4.8, 9 ve 10’da verilmiştir.

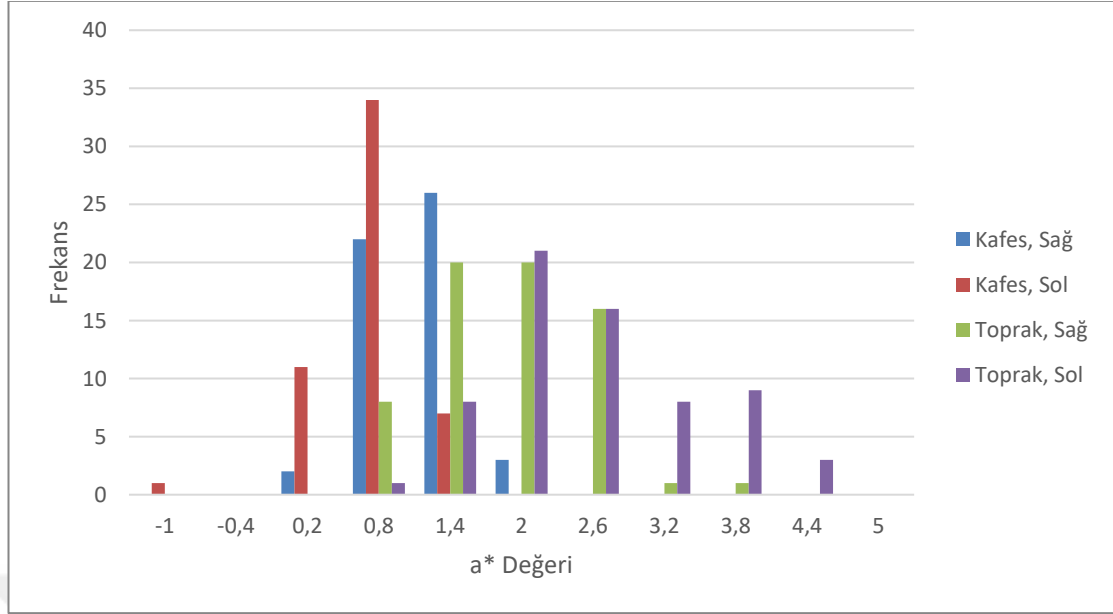
Çizelge 4.3. Kafes ve Toprak havuz balıkların sağ ve sol renk parametrelerine ilişkin ortalama değerleri (Ort. $\pm$ SD, $n_{\text{kafes}}=53$, $n_{\text{toprak}}=66$)

		L*	a*	b*	Hue	Delta E
Kafes	Sağ	35,414 $\pm$ 2,195 ^c	0,845 $\pm$ 0,427 ^c	4,156 $\pm$ 0,928 ^b	76,519 $\pm$ 13,924 ^a	1,893 $\pm$ 0,994
	Sol	35,636 $\pm$ 2,631 ^c	0,448 $\pm$ 0,370 ^d	4,125 $\pm$ 0,863 ^b	77,566 $\pm$ 16,100 ^a	
Toprak Havuz	Sağ	40,329 $\pm$ 1,897 ^a	1,572 $\pm$ 0,648 ^b	4,982 $\pm$ 0,713 ^a	49,348 $\pm$ 9,819 ^c	1,781 $\pm$ 1,016
	Sol	39,123 $\pm$ 1,902 ^b	2,261 $\pm$ 0,851 ^a	4,738 $\pm$ 0,739 ^a	60,787 $\pm$ 13,610 ^b	

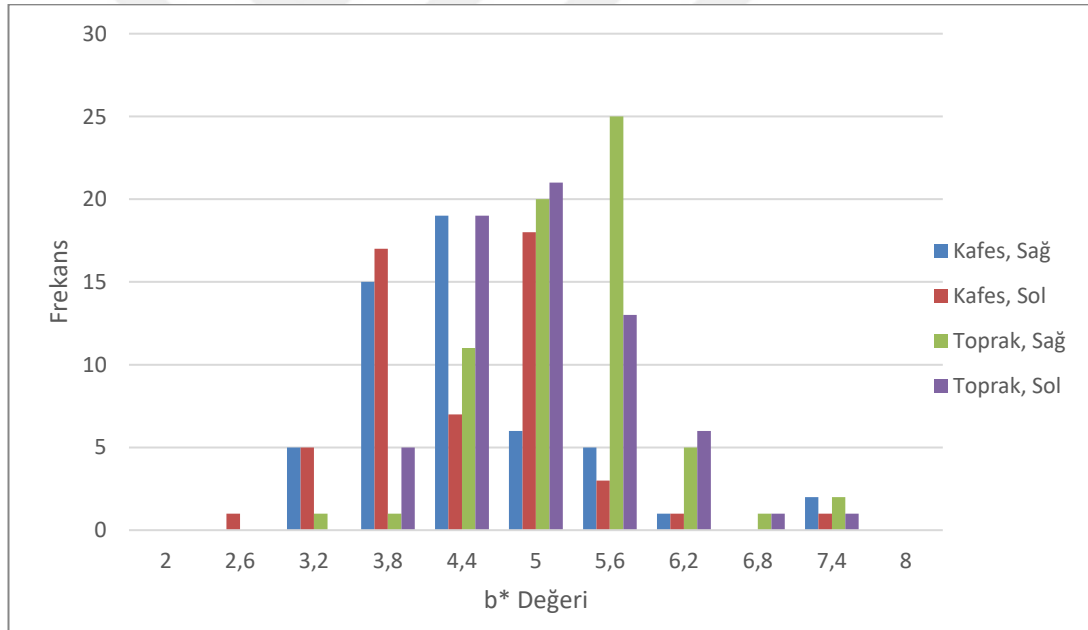
^{a-c} Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen değerler arasındaki farklar istatistiksel olarak önemlidir (P<0,05)



Şekil 4.8. Kafes ve Toprak havuz balıklarının sağ ve sol L* histogramı



Şekil 4.9. Kafes ve Toprak havuz balıklarının sağ ve sol a* histogramı



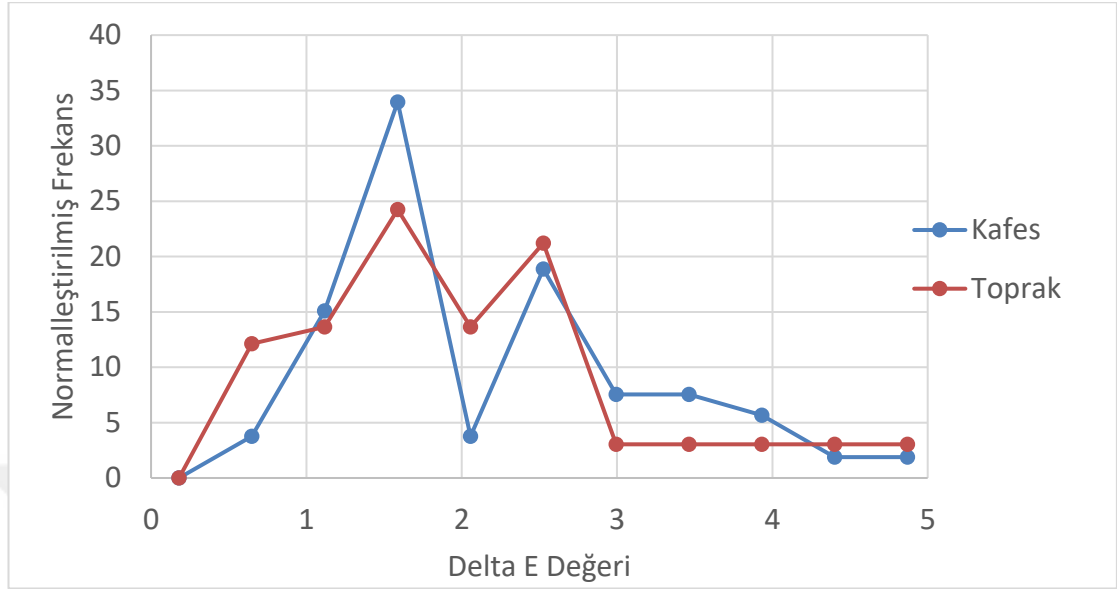
Şekil 4.10. Kafes ve Toprak havuz balıklarının sağ ve sol b* histogramı

Kafes ve Toprak havuz ortamında yetiştirilen balıkların ortalama renk parametreleri arasında istatistiksel olarak önemli farklılıklar bulunmuştur ($P < 0,05$).

4.3. Delta E Değeri

Kafes ve Toprak havuz balıklarının hesaplanan Delta E değerleri Çizelge 4.3’de verilmiştir. Her iki ortamdan örneklenen balıkların sayılarının farklı olması nedeniyle (kafeste 53 balık, Toprakta ise 66 balık) normalleştirilmiş bir histogram hesaplaması

yapılmıştır. Kafes ve Toprak havuz balıklarının Delta E değerlerinin normalleştirilmiş histogramı hesaplanarak Şekil 4.11’de verilmiştir.



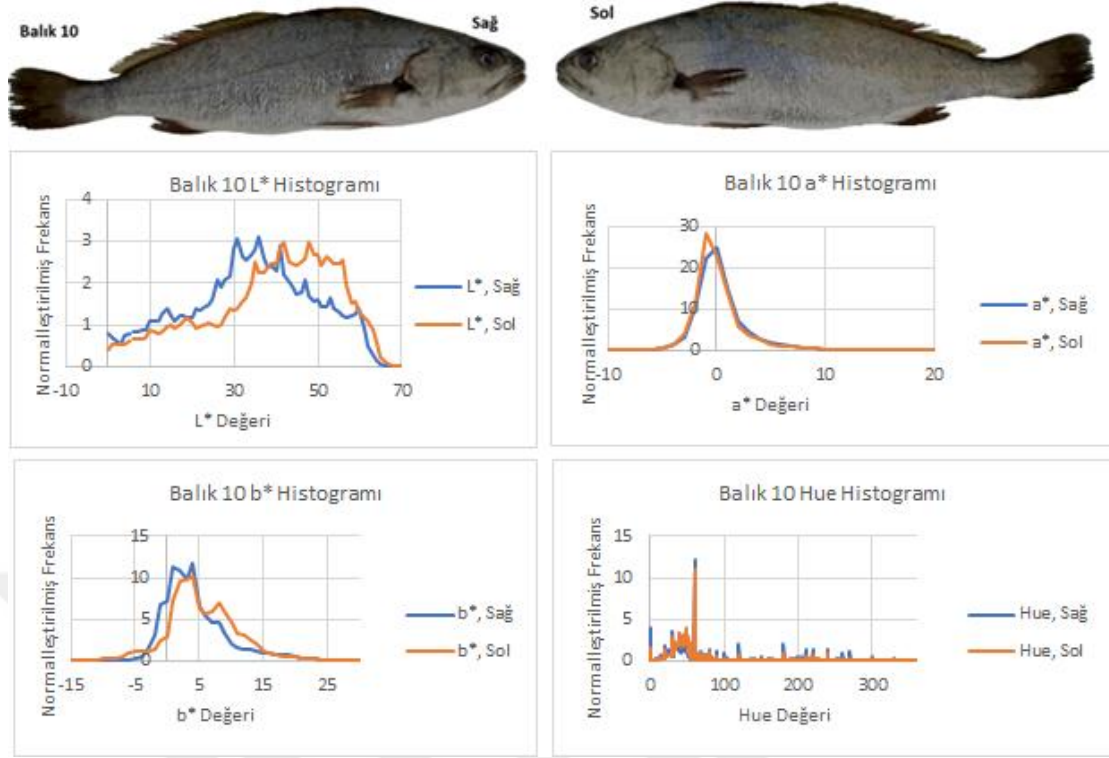
Şekil 4.11. Kafes ve Toprak havuz balıklarının Delta E değerlerinin normalleştirilmiş histogramı

Delta E'nin kriterlerine göre, 3'ten büyük Delta E değerleri iki taraf arasında fark edilebilir renk farklılıkları olduğunu göstermektedir. Bu kritere göre, $4+4+3+1+1 = 13$ kafes balığının iki tarafı arasında fark edilebilir renk farklılıkları vardır. Benzer şekilde, $2+2+2+2+2=10$ toprak havuz balığının fark edilebilir yan renk farklılıkları vardır.

Bu farklılıklardan hareketle, Kafes ve toprak havuz balıklarının en büyük ve en küçük Delta E, ortalama L^* a^* ve b^* değerleri Çizelge 4.4'te verilmiştir. En büyük ve en küçük Delta E değerine sahip kafes balığı 10 ve 48'in renk histogramları Şekil 4.12 ve 4.13'te gösterilmiştir. Aynı şekilde, en büyük ve en küçük Delta E değerine sahip toprak havuz balığı 42 ve 52'nin renk histogramları değerlendirilmiştir (Şekil 4.14 ve 4.15).

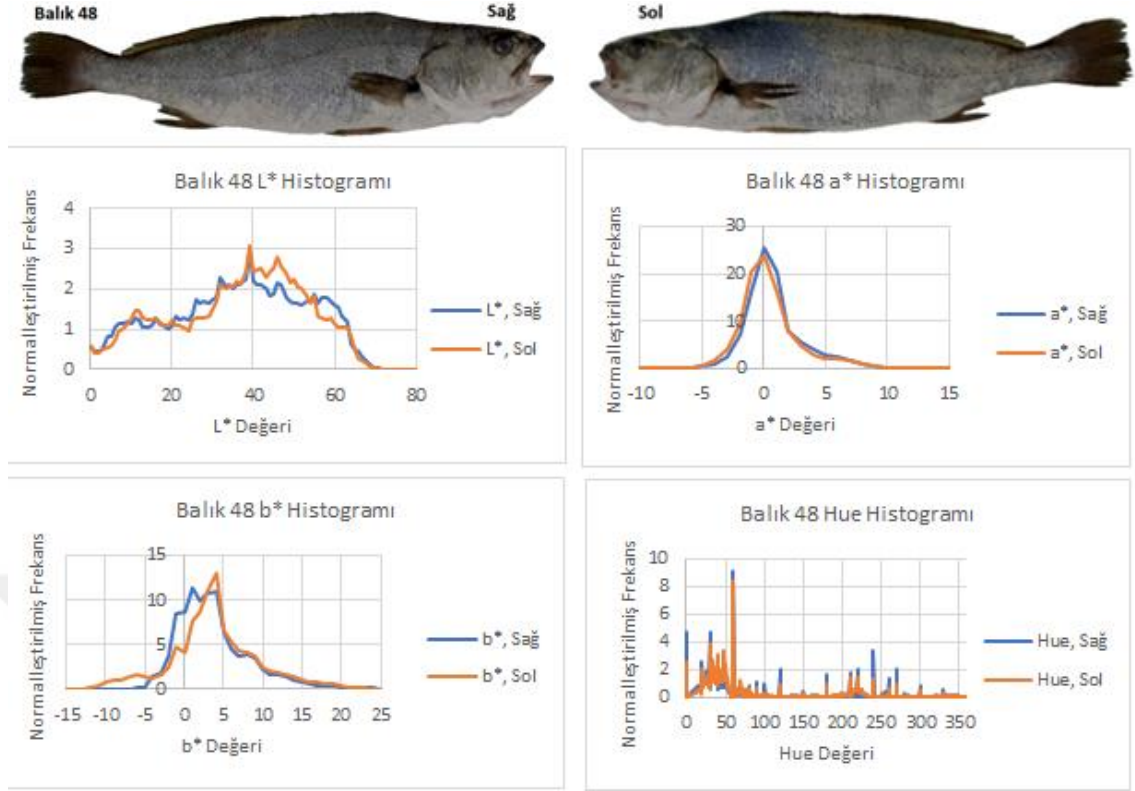
Çizelge 4.4. Kafes ve Toprak havuz balıklarının en büyük ve en küçük sağ ve sol L^* a^* b^* , renk ve Delta E değerleri

			L^*	a^*	b^*	Delta E
Kafes	Balık 10	Sağ	33,81±15,18	0,42±2,53	4,31±4,91	4,87
		Sol	38,54±15,60	0,11±2,34	5,42±5,39	
	Balık 48	Sağ	36,16±16,82	0,82±2,45	3,66±4,54	0,43
		Sol	36,41±16,22	0,48±2,56	3,75±5,66	
Toprak Havuz	Balık 42	Sağ	39,58±15,68	2,47±3,33	5,35±3,88	4,87
		Sol	35,01±15,60	4,04±5,30	5,92±4,32	
	Balık 52	Sağ	35,26±15,07	2,38±3,22	4,56±3,95	0,18
		Sol	35,36±15,02	2,35±4,01	4,41±4,58	



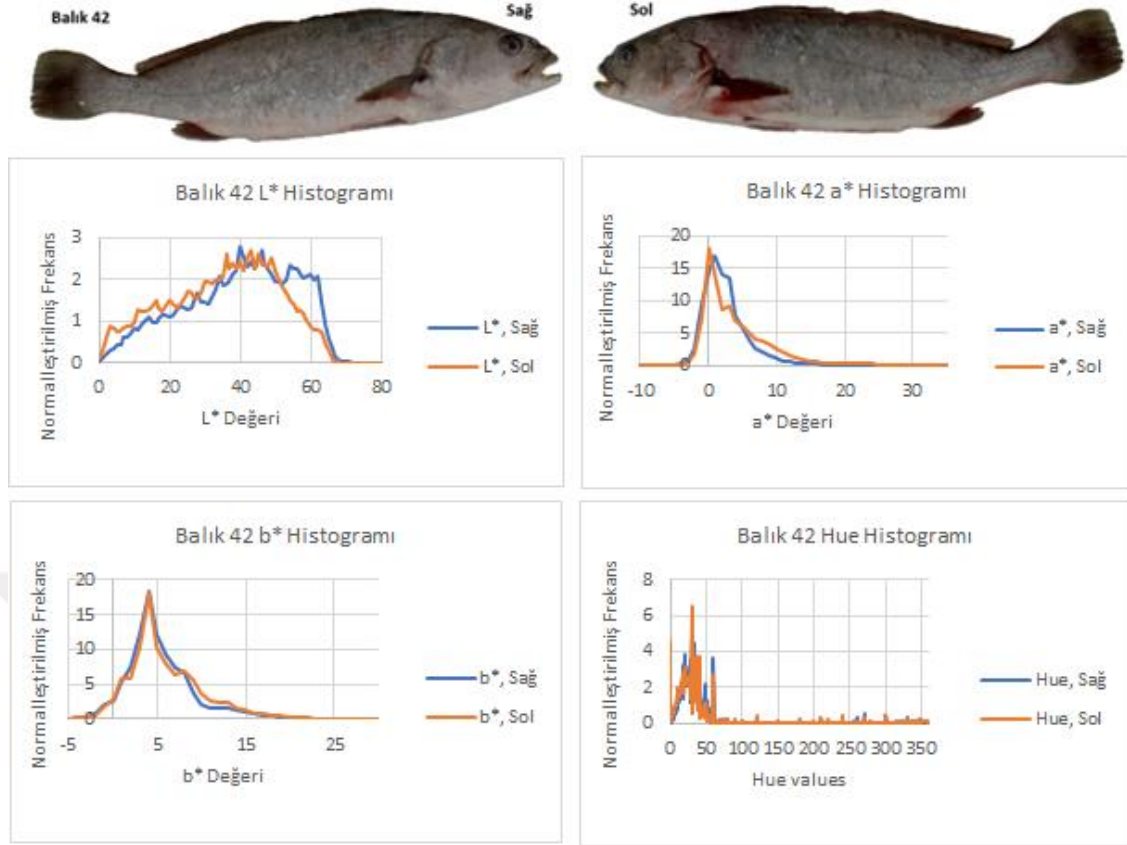
Şekil 4.12. En büyük Delta E'ye sahip Kafes balığı 10'a ait L*, a*, b* ve Hue değeri histogramlarının normalleştirilmiş dağılımları

Sağ ve sol renk dağılımları arasındaki kare hata (SS) hesaplanabilir. Bu durumda, Balık 10'un L* için $SS = 29,93$, a* için $SS = 45,98$ ve b* için $SS = 94,74$ 'tür. Bu, L* değerlerinde en az değişimin (sağ L* değerleri ölçeğin alt tarafında daha fazladır) ve b* değerlerinde en fazla değişimin (sağ b* değerleri ölçeğin alt tarafına doğru) olduğunu gösterir.



Şekil 4.13. En küçük Delta E'ye sahip Kafes balığı 48'e ait L*, a*, b* ve Hue değeri histogramlarının normalleştirilmiş dağılımları

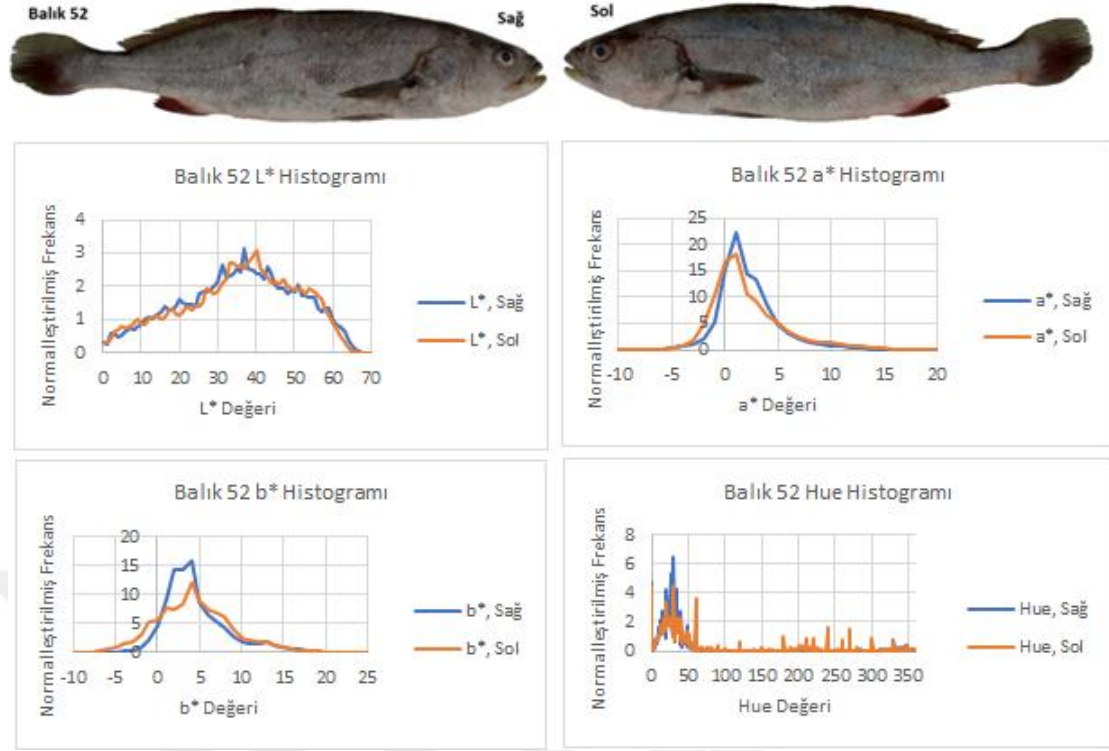
Balık 48'in L* için $SS = 6,07$, a* için $SS = 48,27$ ve b* için $SS = 64,85$ 'dir. Delta E değeri küçük olduğundan, renk parametreleri açısından balığın sağ ve sol tarafı arasında minimum fark olması beklenir.



Şekil 4.14. En büyük Delta E'ye sahip Toprak havuz balığı 42'ye ait L*, a*, b* ve Hue değeri histogramlarının normalleştirilmiş dağılımları

Balık 42'nin L* için SS = 15,88, a* için SS = 90,8 ve b* için SS = 22,5'dir. Balık 42 için, sağ ve sol tarafların L* değerleri arasında gözlemlenebilir bir fark vardır. Sağ tarafın ortalama L* değeri daha yüksektir ve bu, sağ histogramın daha yüksek L* değerlerine doğru olduğu L* histogramında da yansıtılmaktadır. Balık 42'nin L* histogramında L* sağ'da daha "açık" görünür. Bir diğer fark ise, sağ a*'nın daha yüksek a* değerlerine doğru olduğu ve a* sağ'ın daha "kırmızımsı" olduğu değerlendirilebilir.

Balık 52'nin (en düşük Delta E) L* için SS = 3,88, a* için SS = 88,98 ve b* için SS = 212,23'dür. Şekil 4.15'de, Balık 52'nin sağ ve sol taraflarının "açıklığında" gözlemlenebilir bir fark görülmemektedir. Balığın sağ ve sol taraflarındaki L* dağılımları da oldukça yakındır. Ayrıca, sağ ve sol taraflar arasında "kırmızılık" açısından gözlemlenebilir bir fark yoktur ve a* dağılımları birbirine yakındır.



Şekil 4.15. En küçük Delta E'ye sahip Toprak havuz balığı 52'ye ait L*, a*, b* ve Hue değeri histogramlarının normalleştirilmiş dağılımları

4.4. Görsel Doku Değerleri

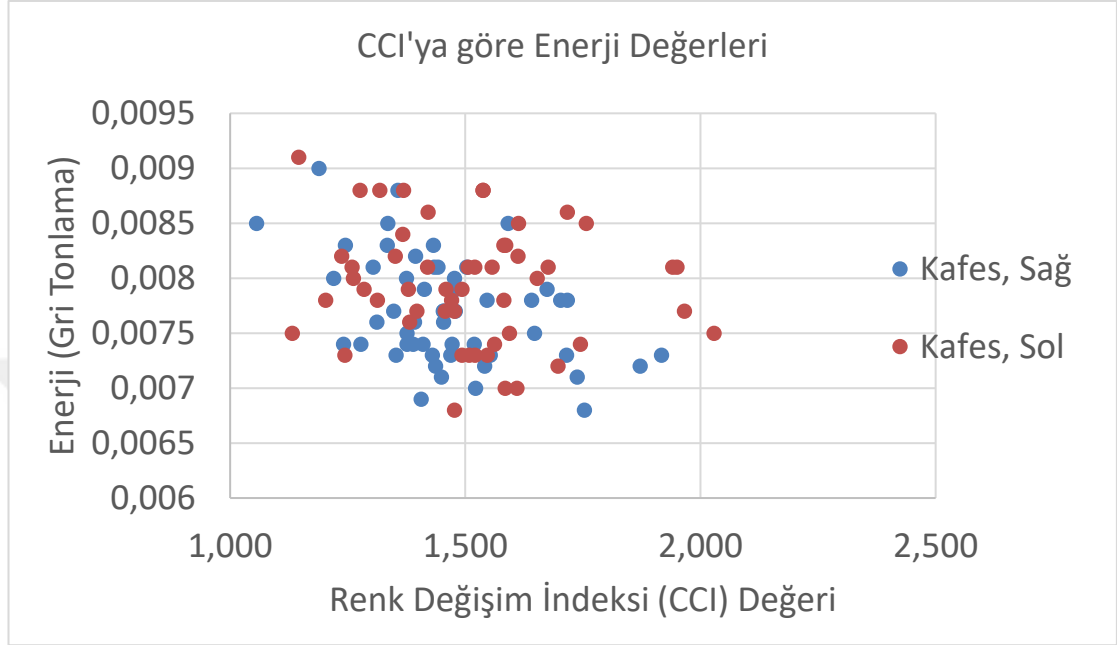
Görsel dokuda gri tonlama enerjisi, gri tonlama entropisi, renk değişim indeksi (CCI) ve Tekstür değişim indeksi (TCI) hesaplanmıştır (Çizelge 4.5). Bu çalışmada, öncelikle her balığın sağ ve sol gri tonlama enerjisi, entropisi, tekstür değişim indeksi (TCI) ve renk değişim indeksi (CCI) değerleri hesaplandıktan sonra korelasyon olup olmadığını görmek için TCI ve CCI değerleri ayrı ayrı gri tonlamalı enerji ve entropi değerleriyle karşılaştırılmıştır (Şekil 4.16,17,18, 19, 20, 21, 22, ve 23).

Çizelge 4.5. Kafes ve Toprak havuz balıklarının sağ ve sol tekstür değişim indeksi (TCI), renk değişim indeksi (CCI), gri tonlama enerjisi ve entropisi değerleri (Ort. $\pm$ SD, $n_{\text{kafes}}=53$, $n_{\text{toprak}}=66$)

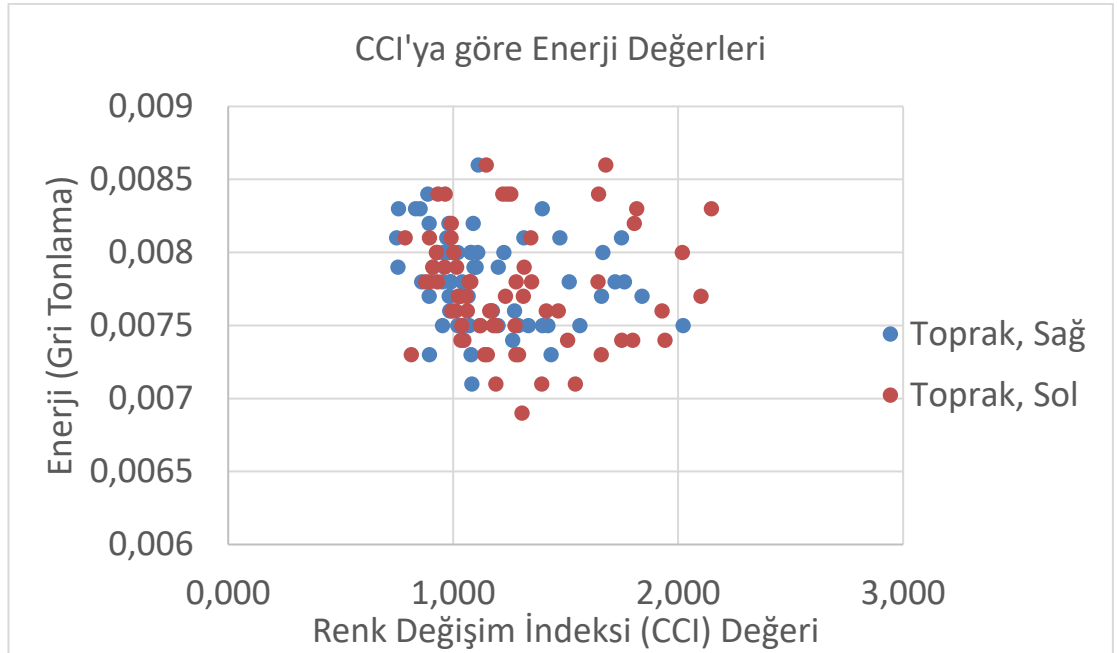
		Tekstür değişim indeksi (TCI)	Renk Değişim İndeksi (CCI)	Gri Tonlama Enerjisi	Gri Tonlama Entropisi
Kafes	Sağ	4,568 $\pm$ 0,690 ^a	1,465 $\pm$ 0,169 ^a	0,0077 $\pm$ 0,000	7,136 $\pm$ 0,072
	Sol	4,794 $\pm$ 0,764 ^a	1,505 $\pm$ 0,202 ^a	0,0079 $\pm$ 0,001	7,114 $\pm$ 0,073
Toprak Havuz	Sağ	3,313 $\pm$ 1,062 ^c	1,152 $\pm$ 0,284 ^b	0,0078 $\pm$ 0,000	7,112 $\pm$ 0,048
	Sol	3,736 $\pm$ 1,140 ^b	1,269 $\pm$ 0,336 ^c	0,0077 $\pm$ 0,000	7,119 $\pm$ 0,060

^{a-c} Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen değerler arasındaki farklar istatistiksel olarak önemlidir ($P<0,05$)

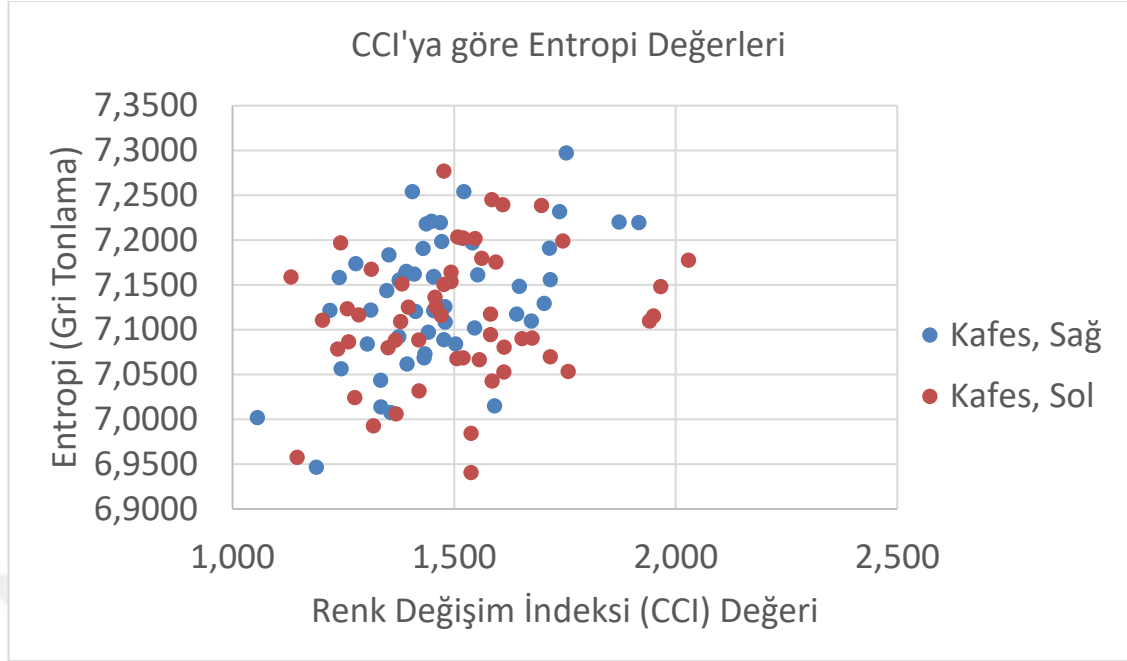
Şekil 4.16 ve 17'ye göre Kafes ve Toprak havuz balıklarının Gri Tonlama Enerjisi ve CCI değerleri arasında bir korelasyon bulunmamıştır. Aynı sonuç entropi değerleri için de ortaya konmuştur (Şekil 4.18 ve 19). Diğer taraftan Kafes ve Toprak havuz balıklarının Gri Tonlama Enerjisi ve TCI değerleri arasında da bir korelasyon olmadığı açıktır. Aynı sonuç entropi değerleri için de geçerlidir (Şekil 4.20,21, 22 ve 23).



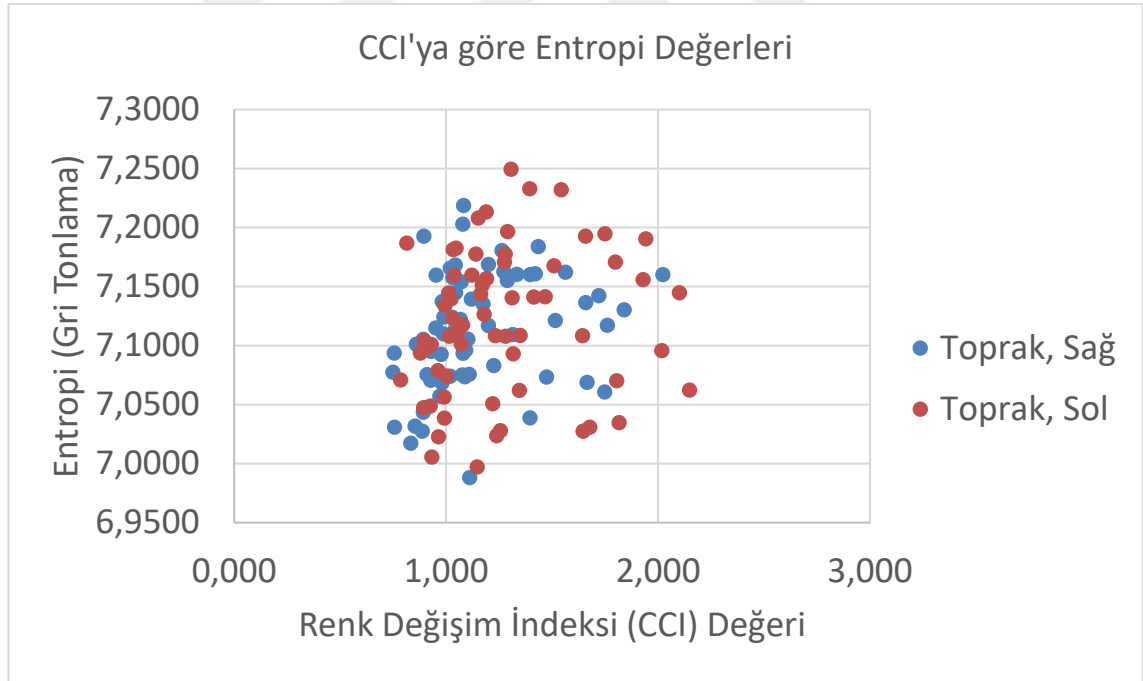
Şekil 4.16. Kafes balıklarının Renk Değişim İndeksine (CCI) göre Gri Tonlama Enerji değerleri



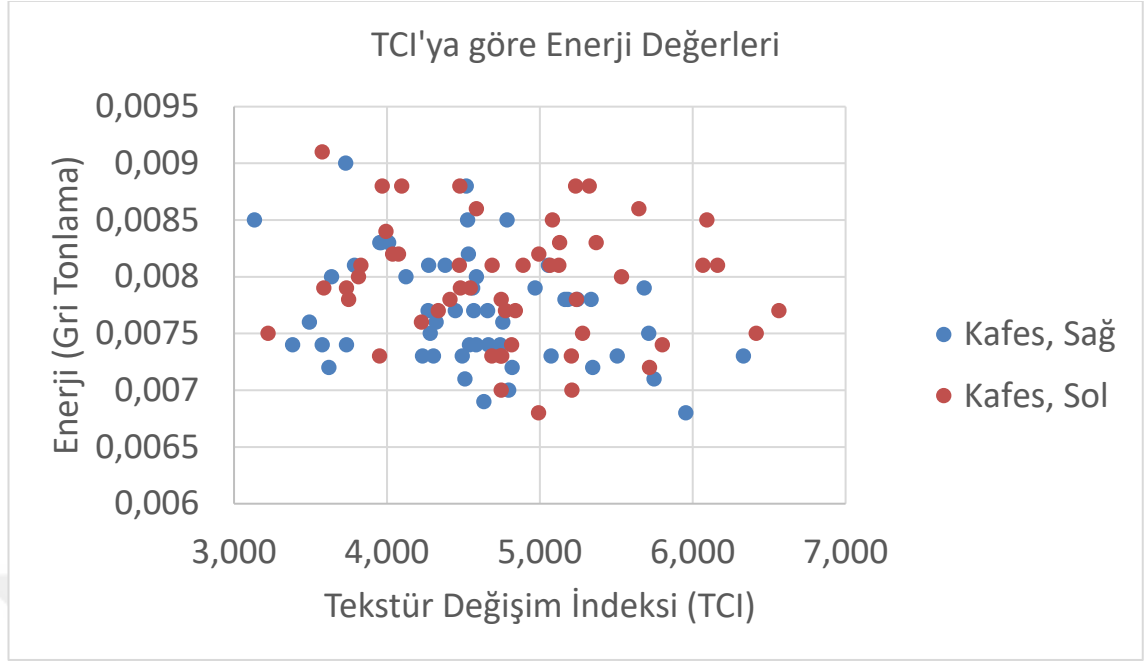
Şekil 4.17. Toprak havuz balıklarının Renk Değişim İndeksine (CCI) göre Gri Tonlama Enerji değerleri



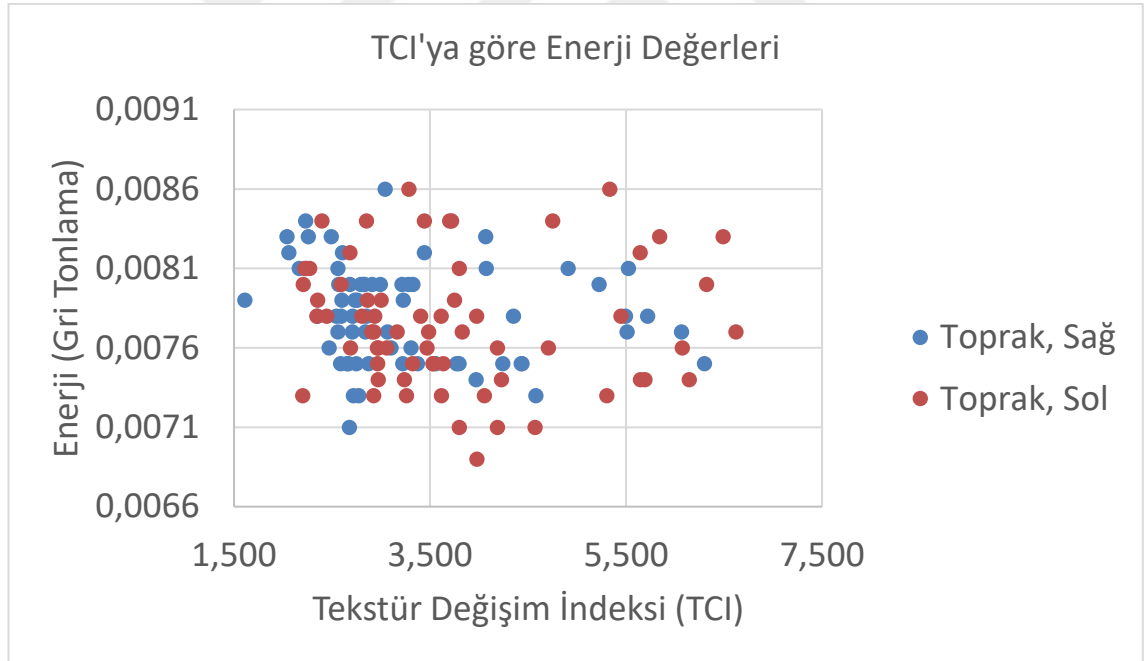
Şekil 4.18. Kafes balıklarının Renk Değişim İndeksine (CCI) göre Gri Tonlama Entropi değerleri



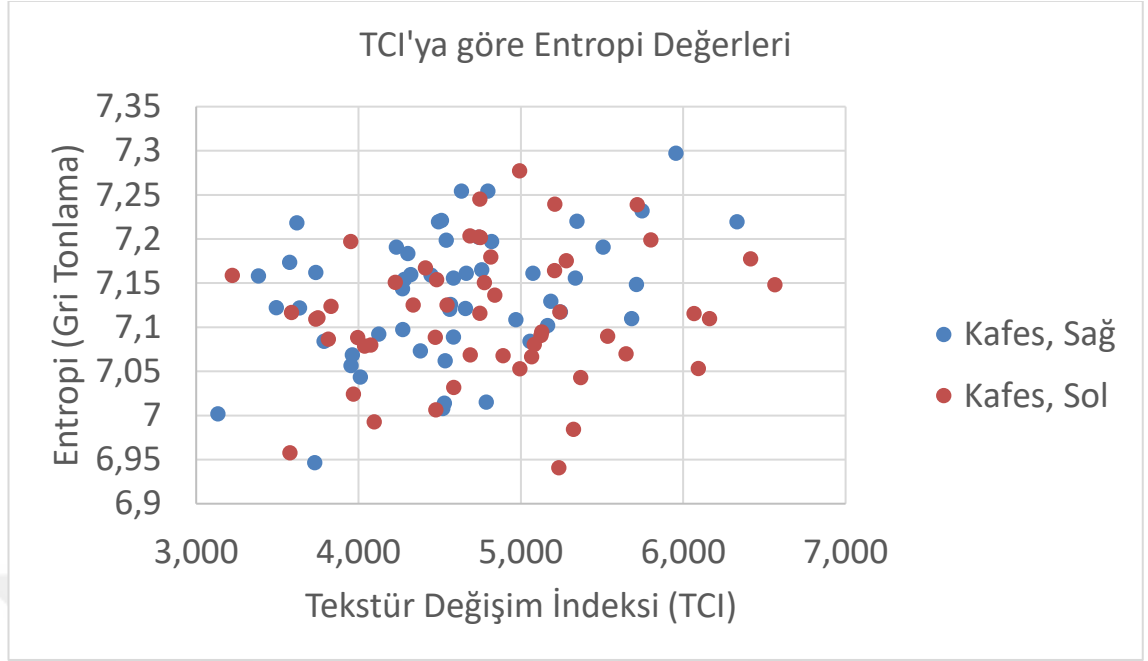
Şekil 4.19. Toprak Havuz balıklarının Renk Değişim İndeksine (CCI) göre Gri Tonlama Entropi değerleri



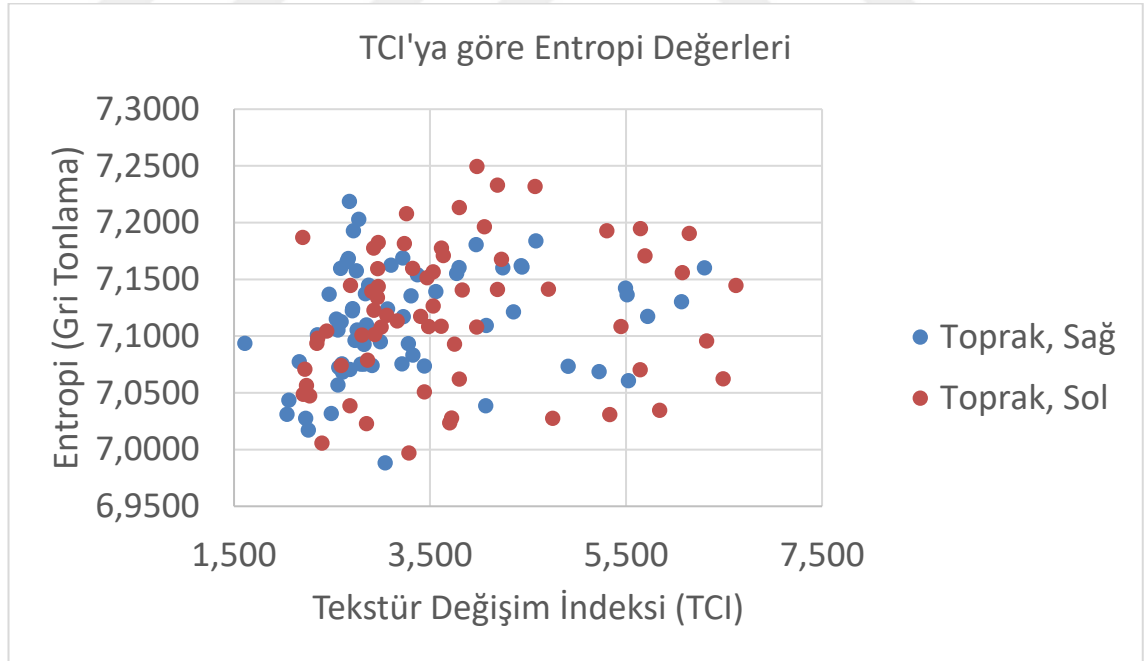
Şekil 4.20. Kafes balıklarının Tekstür Değişim İndeksine (TCI) göre Gri Tonlama Enerji değerleri



Şekil 4.21. Toprak Havuz balıklarının Tekstür Değişim İndeksine (TCI) göre Gri Tonlama Enerji değerleri



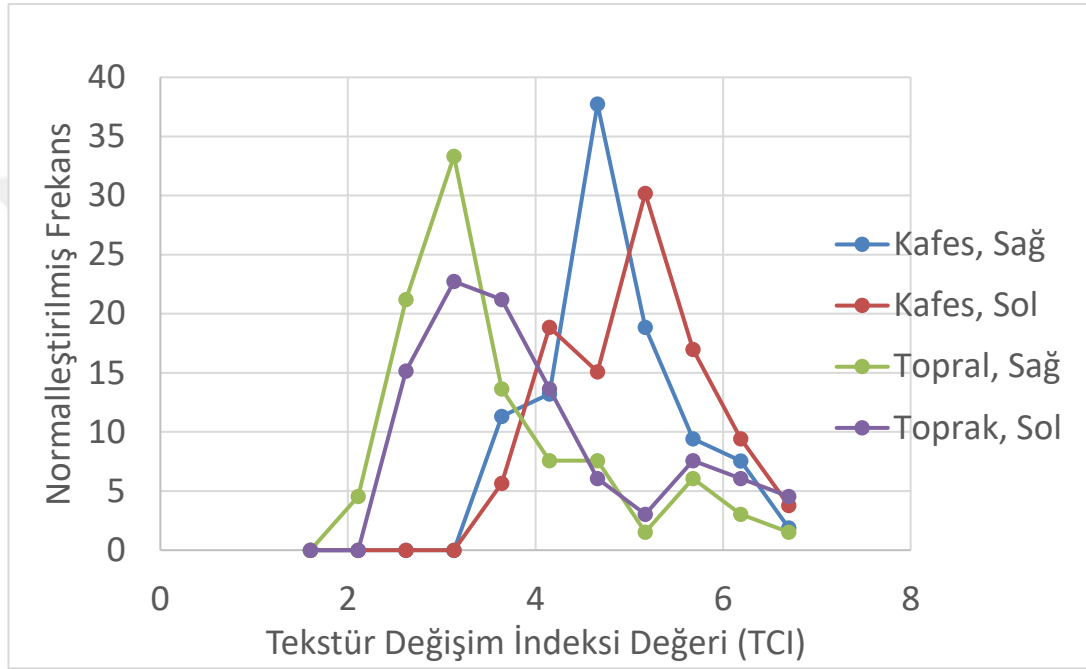
Şekil 4.22. Kafes balıklarının Tekstür Değişim İndeksine (TCI) göre Gri Tonlama Entropi değerleri



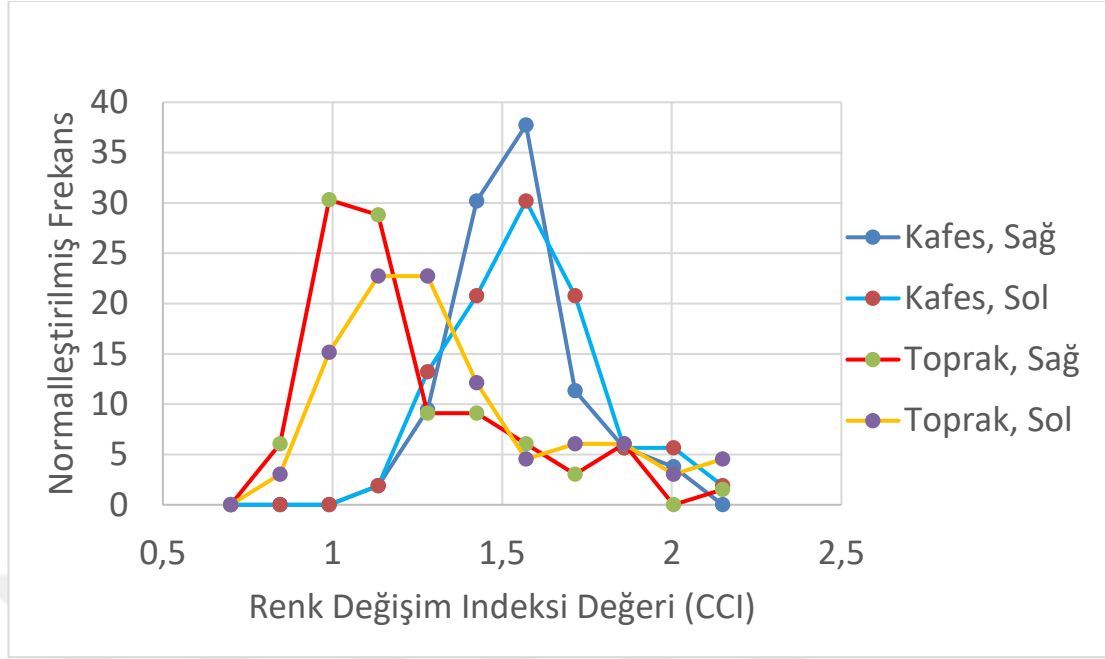
Şekil 4.23. Toprak Havuz balıklarının Tekstür Değişim İndeksine (TCI) göre Gri Tonlama Entropi değerleri

Ayrıca, Kafes ve Toprak havuz balıklarının sağ ve sol TCI, CCI, Gri Tonlama Enerji ve Entropi, değerleri arasında fark olup olmadığını görmek için TCI, CCI, gri

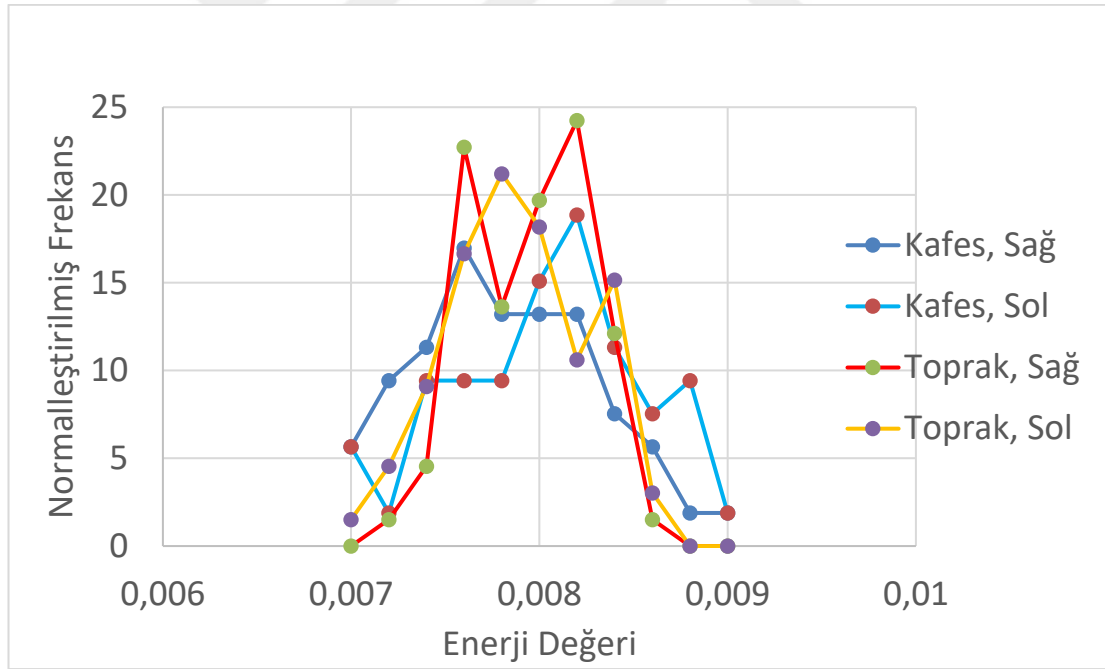
tonlama enerji ve entropi değerlerinin normalleştirilmiş frekans dağılımları değerlendirilmiştir (Şekil 4.24, 25, 26, ve 27). Histogramlara dayalı olarak enerji ve entropi hesaplamalarının önemli ölçüde değişmediği görülmektedir. Bu gerçekten de toprak havuz ve kafes için Çizelge 4.5’de gözlenmiştir. Enerji ve entropi değerlerinin standart sapmaları ortalamalara kıyasla küçük olup, ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemsizdir ($P>0,05$). Diğer taraftan, TCI ve CCI değerlerinin Kafes ve Toprak havuz balıklarının ve kendi içlerinde sağ ve sol tarafları arasında farklılaştığı ve istatistiksel olarak önemli ($P<0,05$) olduğu Çizelge 4.5’de görülmektedir. Şekil 4.28 ve 29’a göre Kafes ve Toprak havuz balıklarının TCI ve CCI değerleri arasında belirgin bir korelasyon olduğu görülmektedir.



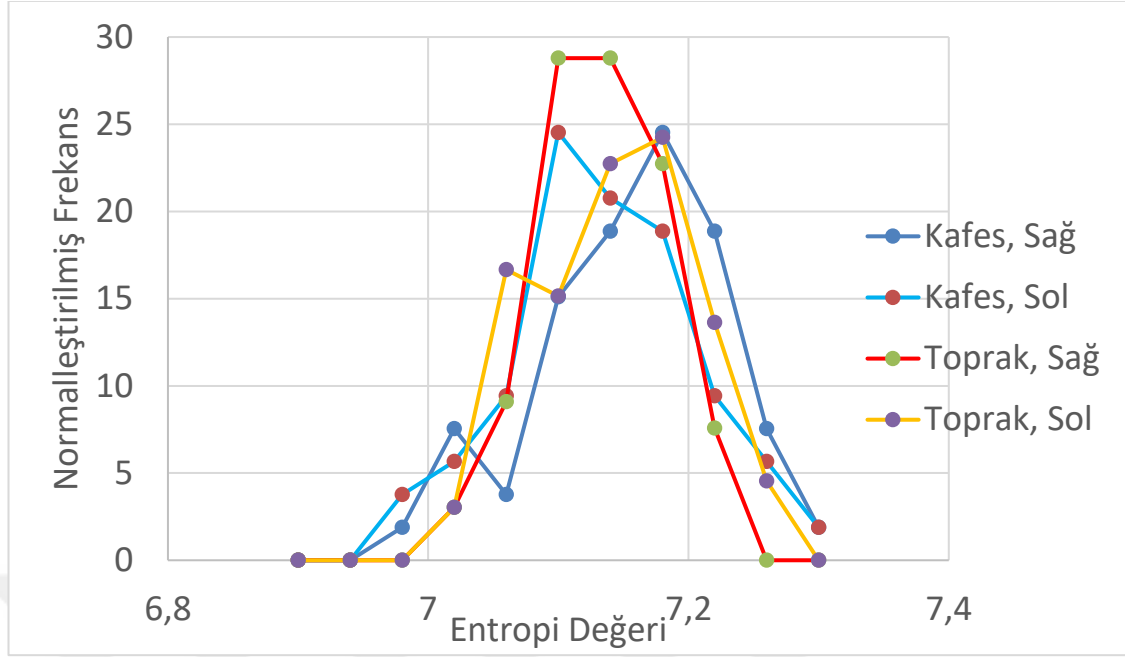
Şekil 4.24. Kafes ve Toprak havuz balıklarının Tekstür Değişim İndeksinin (TCI) normalleştirilmiş frekans dağılımları



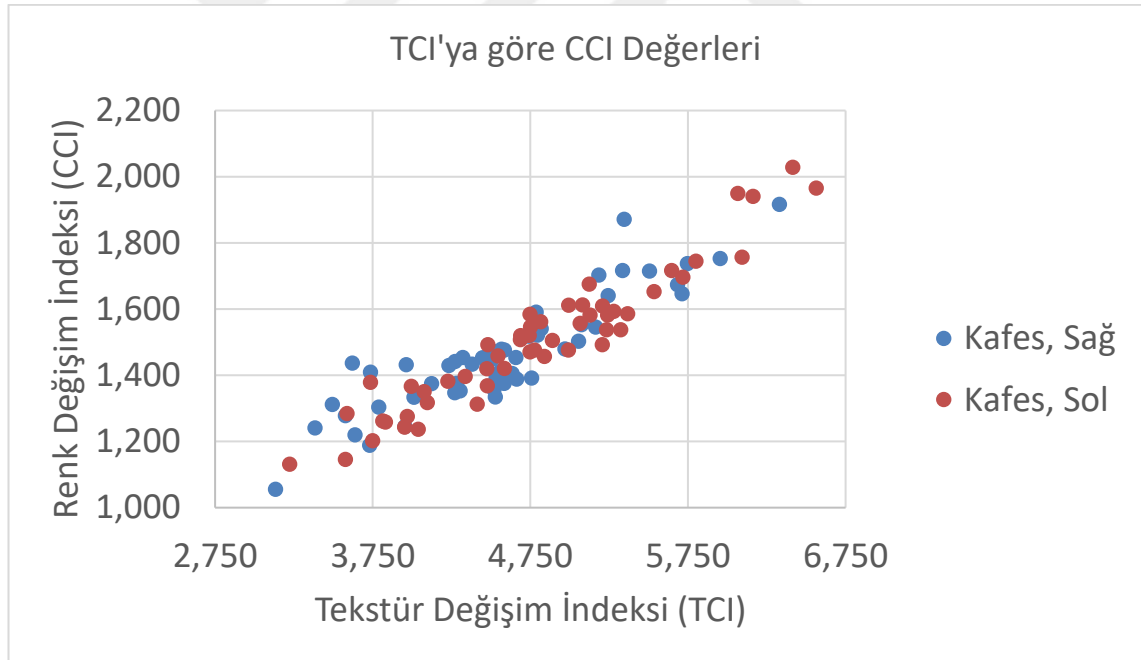
Şekil 4.25. Kafes ve Toprak havuz balıklarının Renk Değişim İndeksinin (CCI) normalleştirilmiş frekans dağılımları



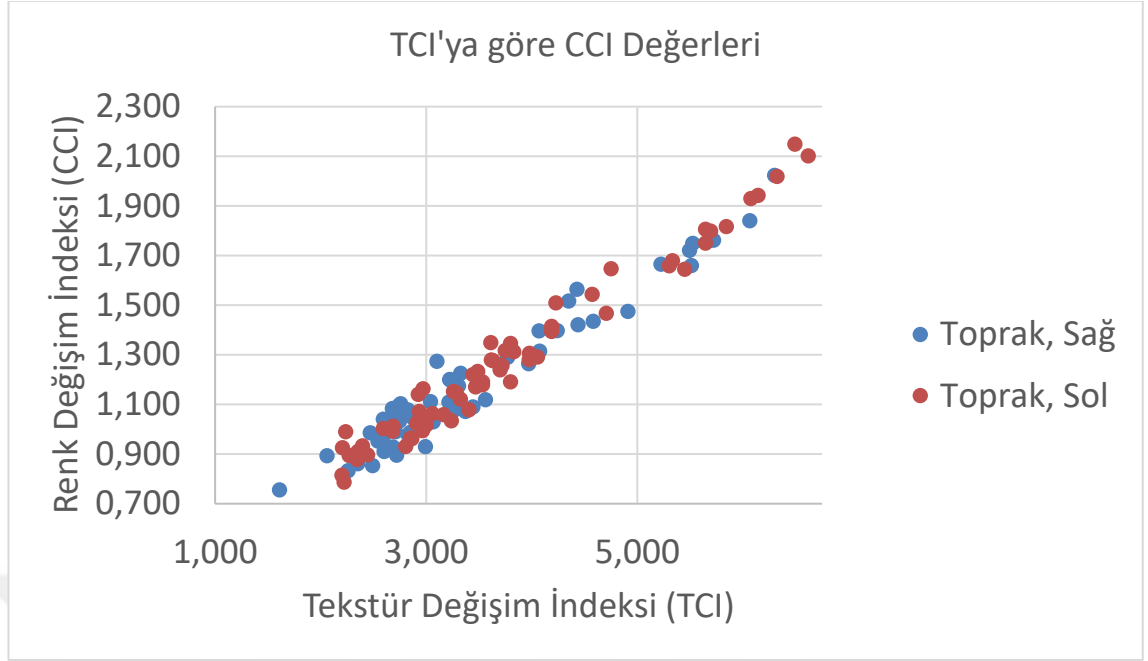
Şekil 4.26. Kafes ve Toprak havuz balıklarının Gri Tonlamalı Enerjinin normalleştirilmiş frekans dağılımları



Şekil 4.27. Kafe ve Toprak havuz balıklarının Gri Tonlamalı Entropinin normalleştirilmiş frekans dağılımları



Şekil 4.28. Kafe balıklarının Tektür Değişim İndeksine (TCI) göre Renk Değişim İndeksi (CCI) değerleri



Şekil 4.29. Toprak Havuz balıklarının Tekstür Değişim İndeksine (TCI) göre Renk Değişim İndeksi (CCI) değerleri

5. TARTIŞMA

Balıklarda güç uyumu denklemindeki "A" değeri, balığın birim uzunluk başına ağırlığını gösterirken, "B" değeri izometrik durumunu gösterir. Farklı balık türlerinde, "B" değeri 2,5-3,5 arasında değişir. Balık popülasyon dinamiklerinde, büyüme $B = 3$ ise izometrik, $B > 3$ ise pozitif allometrik ve $B < 3$ ise negatif allometrik olarak adlandırılır (Froese 2006; Khristenko ve Kotovska 2017). Bu çalışmada genel olarak B parametresinin 3'e yakın olduğu görülebilir. Bu mantıklıdır, çünkü ağırlık hacimle, hacim de uzunluk boyutunun küpüyle ilişkilidir. Çizelge 4.2'de, B değerleri toprak havuz balığı için 2,848 ve kafes balığı için 2,951'dir. Kafes ve Toprak havuz balıkları için bu B değerleri 3'e yakın değerler olup, pozitif izometrik büyüme gösterdiğini söylemek mümkündür. Bu beklenen bir durum olup, ağırlık hacimle ilişkilidir ve hacim boyutu alan boyutunun $3/2$ kuvvetidir (Balaban vd. 2010a). R^2 değerleri sırasıyla toprak havuz ve kafes balığı için 0,927 ve 0,958'dir. Bu değerler uzunluk ve ağırlık arasında güçlü bir ilişki olduğunu göstermektedir (Çizelge 4.2). Gümüş (2021b), kafeste yetiştirilen Granyöz balıklarıyla yaptığı çalışmada boy-ağırlık ilişkisini güç (power fit) eşitlik (Ağırlık $W=A$ (Boy L)^B denkleminde belirlemiş ve R^2 değerini 0,84 olarak bulmuştur. B değerine (2,53) göre granyöz balığının negatif allometrik bir büyüme gösterdiğini bildirmiştir. Araştırmacı, kültür koşullarında yetiştirilen ve pazar ağırlığına gelmiş olan granyöz balığının negatif allometrik büyüme göstermesinin yetiştiricilik koşullarında balığın beslenmesiyle ilişkili olduğunu bildirmektedir. Bu sonuçlar bizim belirlediğimiz değerlerden biraz düşüktür. Gümüş vd. (2022c), pullu sazan (*C. carpio*) ve aynalı sazanın (*C. carpio*) farklı yetiştirme ortamlarında boy-ağırlık ilişkisi güç denkleminde uyarlanmış ve R^2 değerleri sırasıyla 0,838 ve 0,959 arasında bulmuşlardır. B değerine dayanarak fiberglas tankta yetiştirilen pullu ve aynalı sazanların negatif allometrik büyüme gösterirken, beton tanktaki balıklar için ise bu büyümenin pozitif olduğunu bildirmişlerdir. Gürkan vd. (2017), kültür şartlarında üretilen *A. regius* bireylerinin boy-ağırlık ilişkisini incelemişler ve R^2 değerini 0,99 olarak belirlemişler. Araştırmacılar, B değerine göre granyözün izometrik büyüme gösterdiğini tespit etmişlerdir.

Diğer taraftan alan ölçümü ile daha doğru sonuç elde etmek mümkündür. Görüş alanı-ağırlık ilişkisinde R^2 değerleri sırasıyla toprak havuz ve kafes balığı için 0,983 ve 0,976'dır. Bu değerler görüş alanı ve ağırlık arasında güçlü bir ilişki olduğunu göstermektedir (Çizelge 4.2). Görüntü analizi kullanılarak alan ölçümü hızlı, doğru ve nicel olarak belirlenebilir ve sonuç kavisli balıklardan etkilenmez. Ancak, varsa yüzgeçlerin, kuyruğun ve bıyıkların konumundan etkilenebileceği ifade edilmektedir (Balaban vd. 2010b). Örneğin, Afrika yayın balığının (*Clarias gariepinus*) bıyıkları, görünüm alanı için kullanılan korelasyonların ağırlık tahmini doğruluğunu artırmak için çıkarılmıştır (Gümüş vd. 2021). Balaban vd. (2010b) Alaska Pollock (*T. chalcogramma*) ve Konovalov vd. (2018) Asya Levreği (*L. calcarifer*) için görüntülerden balık yüzgeçlerini ve kuyruğunu silerek ağırlığı tahmin etmek için benzer yaklaşımları kullanmışlardır. Bu çalışmada böyle bir uygulamaya gereksinim duyulmadan görüş alanı ölçümü yapılabilmiştir.

Şekil 4.6'da, deneysel görüş alanı-ağırlık verilerini göstermektedir. Kafeste yetiştirilen granyözün, toprak havuzda yetiştirilen balıklara kıyasla aynı görüş alanı için daha az ağırlığa sahip olma eğiliminde olduğunu söylemek mümkündür. Şekil 4.7'de kafeste ve toprak havuzda yetiştirilen balıkların farklı güç eğrisi parametrelerine sahip oldukları görülmektedir. Bu iki yetiştirme ortamı için yetiştirme koşullarının önemli

olduğunu söyleyebiliriz. Bu çalışmada kullanılan balıklar iki farklı su ürünleri yetiştirme tesisinden gelmiştir. Bu tesislerin besleme protokolleri incelendiğinde elde edilen sonuçların farklı olduğu görülmektedir. Yetiştirme ortamlarında tesislerin tahmini balık ağırlığının yüzdeleri olarak farklı yem çeşidi (kafeslerde taze yaş yem ve toprak havuzlarda ticari yem kullanımı) ve farklı miktarlarda yem kullanıldığı bilinmektedir. Bir diğer olası fark ise, kafes veya toprak havuz yetiştiriciliğinde günlük yemleme oranı ve yetiştiricilik koşulları olabilir. Bu koşullar iki tesis için değerlendirildiğinde kafes yetiştiriciliğinde balıkların taze yaş yemle günde bir kez beslenirken toprak havuzda yetiştirilen balıkların günde üç öğün ticari yemle beslendikleri bildirilmiştir. Yem çeşidi ve yemleme sıklığının iki farklı ortamda yetiştirilen balıkların yem tüketimi ve büyüme hızını etkilediğini, mevcut yetiştirme ortamı ve su kalitesi parametrelerinin önemli olduğunu söyleyebiliriz. Bu tesislerdeki su kalite parametreleri ölçülmemiş ve düzenli olarak takip edilmemiştir. Farklı tesislerden gelen balıkların birim görüş alanı başına ağırlıkları arasındaki gözlemlenen farkın besleme rejimi, stok yoğunluğu, havuzların fiziki yapısı, ışık, yetiştirme ortamlarına giren suyun akış hızı ve miktarlarının sonucu olabilir.

Ağırlık ve görüş alanı korelasyonlarının tahmini konusunda benzer çalışmalar birçok araştırmacı tarafından bildirilmiştir. Gümüş (2021b), granyöz balığının görüş alanı-ağırlık ilişkisini incelendiğinde, R^2 değerini 0,94 olarak belirlemiştir. Gümüş vd. (2022c), pullu sazan (*C. carpio*) ve aynalı sazanın (*C. carpio*) farklı yetiştirme ortamlarında görüş alanı-ağırlık ilişkisi için R^2 değerlerini sırasıyla 0,916 ile 0,995 arasında belirlemişlerdir. Balaban vd. (2010a), görüntü analizi kullanılarak elde edilen görüş alanı ile Alaska Somonu için ağırlık arasında güçlü bir korelasyon olduğu sonucuna varmış ve R^2 değerini 0,987 olarak tespit etmiştir. Balaban vd. (2010b), görüntü analizini kullanarak Alaska Pollock'unun (*T. chalcogramma*) görüş alan-ağırlığını tahmin etmiş ve R^2 değerini 0,993 olarak belirlemiştir. Gümüş ve Balaban (2010), kültürü yapılan gökkuşağı alabalığının (*O. mykiss*) ağırlığını görüş alanına dayanarak güç uyumunu 0,98 R^2 değeriyle tahmin etmişlerdir. Costa vd. (2013), Avrupa levreğini (*D. labrax*) görüntü analizi kullanarak boyut, cinsiyet ve anormallikler açısından test etmiş ve ağırlık tahmininin 0,977 R^2 ile sonuçlandığını belirlemiştir. Lee vd. (2015) bilgisayarlı analiz yöntemiyle abalone (*Haliotis discus hannai*) için boy-ağırlık ve görüş alanı-ağırlık ilişkisini tahmin ederek 0,999'luk bir R^2 elde etmiştir. Liu vd. (2015) bilgisayarlı resim analiz yöntemiyle deniz hıyarı (*Apostichuopus japonicus*) ağırlığını değerlendirmiş ve 0,99'luk bir R^2 değeri elde etmiştir. Konovalov vd. (2018) görüntü analiziyle Asya levreği (*L. calcarifer*) vücut ağırlığını tahmin ederek 0,9819'luk bir R^2 değeri elde etmiştir. Fernandes vd. (2020) canlı Nil tilapyasının ağırlığını tahmin etmek için bir bilgisayarlı görüntü sisteminin uygulayarak vücut ağırlığı ve karkas ağırlığı için sırasıyla 0,96 ve 0,95'lik R^2 değerlerini yüksek doğrulukta tahmin etmiştir.

Çizelge 4.3'de, Toprak havuzda yetiştirilen balıkların renk L^* , a^* ve b^* değerlerinin kafes ortamında yetiştirilen balıklarınkine göre daha yüksek ve istatistiksel olarak önemli olduğu görülmektedir ($P<0.05$). Diğer taraftan kafes ve toprak havuz balıklarının sağ ve sol taraflarının L^* , a^* ve b^* histogramları Şekil 4.8, 4.9 ve 4.10'da verilmiştir. Toprak havuz ortamında yetiştirilen balıkların L^* değerlerine bakılarak

renklerinin daha açık renkli iken kafes ortamında yetiştirilen balıkların renginin koyu olduğunu söylemek mümkündür. a^* ve b^* 'nin pozitif değeriyle sırasıyla kırmızılık ve sarılığın göstergesidir.

Gümüş (2021b), Granyöz balığının deri rengi averaj L^* , a^* ve b^* değerleri sırasıyla 46,550, -0,450 ve 5,193 olarak ölçmüştür. Bu sonuçlardan L^* ve b^* değerlerinin bu çalışmada belirlenen değerlerden yüksek olup, a^* değerinin düşük olduğu görülmektedir. Kültür koşullarında yetiştirilen ve pazar ağırlığına gelmiş olan granyöz balığının renk farklılıklarının yetiştiricilik koşullarında balığın beslenmesiyle ilişkili olduğu söylenebilir. Gümüş ve Balaban (2010), Gökkuşluğu alabalığında farklı deri renginin ana nedeninin genetik farklılıklar ve stoktaki varyete farklılıkları olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca, beslenme, cinsiyet ve stok yoğunluğunun da etkileri olduğunu ifade etmektedirler. Rengin önemli bir görsel kalite özelliği olduğu, balıkları renklerine göre sıralamada görüntü analiz yönteminin kolayca kullanılarak başarılabileceği bildirilmektedir. Gümüş vd. (2022c), pullu sazan (*C. carpio*) ve aynalı sazanın (*C. carpio*) farklı yetiştirme ortamlarında L^* , a^* ve b^* değerlerini, beton tankta yetiştirilenlerin fiberglas tanklarda yetiştirilenlere göre anlamlı derecede yüksek bulmuşlardır ($P<0.05$). Gümüş vd. (2022a) bütün balığın deri rengi ile erkek ve dişi pullu ve aynalı sazanların (*C. carpio*) fileto et renkleri görüntü analizi ile değerlendirmişlerdir. Bütün pullu ve aynalı sazan için hem sol hem de sağ taraf için ortalama L^* , a^* ve b^* değerleri arasında fark bulunmamıştır ($P>0.05$). Ayrıca pullu ve aynalı sazan fileto et renkleri ile erkek ve dişi ortalama L^* , a^* ve b^* değerleri arasında fark tespit edilmemiştir ($P>0.05$).

Renk farkının insan gözüyle algılanabilir olup olmadığını belirlemenin bir başka yolu da Delta E değerini incelemektir. 1'in altındaki bir Delta E değerinin insanlar tarafından görsel olarak algılanamayacağı genel olarak kabul edilir: Delta E = 1, insan gözü için "zor farkedilebilir farktır" (Abeyta 2011). Çizelge 4.3'te her iki ortamdan örneklenen balıkların histogram hesaplaması yapılmıştır. Bu hesaplama göre Şekil 4.11'de normalleştirilmiş histogram dağılımları verilmiştir. Buna göre 3'den büyük Delta E değerlerinin her iki yetiştiricilik ortamında da fark edilebilir renk farklılıklarının olduğunu göstermektedir. Bu ifadeye uygun olarak Kafes ve Toprak havuz balıklarının en büyük ve en küçük Delta E değerlerine göre $L^*a^*b^*$ ve Hue değerleri kafes balığı için balık 10 ve 48 ile Toprak havuz için balık 42 ve 52'nin değerleri Çizelge 4.4'de ve Şekil 4.12, 4.13, 4.14, ve 4.15'deki histogramlarında gösterilmiştir. Çizelge ve histogramlar incelendiğinde balık 10 ve 48 ile balık 42 ve 52 arasındaki farklar belirgin olarak görülmektedir. Gümüş (2021c) üç ticari mullidae türü üzerinde yaptığı çalışmada, üç balık türünün soğuk depolama süresi boyunca ΔE değerlerinin artarak değiştiğini, 3. ve 4. günler arasında tüm türlerin 1. güne göre renk değişiminin insanlar tarafından ayırt edilebilir hale geldiğini bildirmiştir.

Hue, bir rengi tanımlamak için kullanılır ve en basit anlamda rengin kendisidir. Bu çalışmada kafes balıklarının sağ ve sol Hue değerlerinin Toprak havuz balıklarının sağ ve sol Hue değerlerinden daha yüksek olduğu söylenebilir. Buna göre kafes balıklarının rengi sarımsı-yeşil olma eğiliminde iken, toprak havuz balıklarının renginin sarıya daha yakın olduğunu söyleyebiliriz.

Görsel dokuda gri skalada gri tonlama enerjisi ve gri tonlama entropisi, renkli resimde ise CCI ve TCI değerleri hesaplanmıştır (Çizelge 4.5). Şekil 4.16 ve 17'ye göre Kafes ve Toprak havuz balıklarının Gri Tonlama Enerjisi ve CCI değerleri arasında bir

korelasyon yoktur. Aynı sonuç entropi değerleri için de geçerlidir (Şekil 4.18,19). CCI büyürken enerji ve entropinin tamamen rastgele olarak değiştiği görülmüştür. Benzer şekilde, TCI ile Gri Tonlamalı Enerji ve Entropi değerlerinin normalleştirilmiş frekans dağılımlarına göre (Şekil 4.20,21 ve 22) Kafes ve Toprak havuz balıklarının sağ ve sol Gri Tonlamalı Enerji, Entropi ve TCI değerleri arasında da farkın olmadığı görülmektedir. Şekiller incelendiğinde TCI artışına bağlı olarak enerji ve entropinin rastgele değiştiği görülmektedir. Diğer taraftan Şekil 4.28 ve 4.29 incelendiğinde TCI ile CCI arasında belirgin bir korelasyon olduğunu ve TCI'nın artışına bağlı olarak CCI değerlerinin birbiri ile uyumlu bir artış gösterdiğini söyleyebiliriz.

Görsel dokuyu ölçmenin bir yöntemi, doku görünümüne dayanan "Tekstür Değişim Endeksi (TCI)"dir. Yüzeyin görünümü ne kadar pürüzlüyse TCI değeri o kadar yüksektir (Balaban 2008). Gümüş vd. (2022a), aynalı sazanlarda TCI değeri düşük olduğundan görsel dokunun nispeten pürüzsüz olduğunu, pullu sazanlarda TCI değerinin yüksek olmasından dolayı yüzeyin görünümünün daha pürüzlü olduğunu ifade etmişlerdir. Gümüş (2021c), soğuk depolama sürecinde üç mullidae türünün renk değişim indeksinin (CCI) depolama süresi boyunca azaldığını ve buna bağlı olarak renk değişiminin yumuşadığını bildirmiştir. Gümüş vd. (2022b) *P. forsskali* ile yaptıkları soğuk depolama çalışmasında balığın görsel doku parametrelerinden entropi değerinin azaldığı, enerji değerinin arttığı, TCI değerinin depolama süresi ile azaldığı ve balığın görüntüsünün zamanla daha pürüzsüz hale geldiğini bildirmişlerdir.

Toprak havuz ve kafes balıklarının gri tonlamalı histogramlardan elde edilen entropi değerleri toprak havuzda daha düşüktür. Toprak havuz balıkları kafes balıklarına göre daha az entropiye sahiptir. Bu, zıt enerji ve entropi değerlerinin aynı eğilimini izler: enerji yüksekse, o zaman entropi düşüktür. Görüntü ne kadar pürüzsüzse, enerji o kadar düşüktür. Görüntü ne kadar karmaşıksa, entropi değeri o kadar yüksektir (Arzate-Vazquez vd. 2012). Enerji büyüdükçe resmin tekstürü azalmıştır. Entropi büyüdükçe resmin tekstürü artmıştır.

Çalışmalar, kültür ve doğal balıkların görünüş ve et kalitesinde farklılıklar olduğunu ortaya koymuştur ve bu farklılıkların temel nedeninin beslenme olduğu belirlenmiştir (Sinanoglou vd. 2014). Ayrıca, Martelli vd. (2013) kültür koşullarında yetiştirilen *A. regius*'un hasat zamanına bağlı olarak et kalitesinin önemli farklılıklar gösterdiğini bildirmişlerdir. Granyözün rengiyle ilgili olarak gerçekleştirilen geçmişteki tüketici duyusal/tercih çalışmalarından elde edilen herhangi bir bilgiye ulaşılammıştır. Ancak doğal renk görünüşüne yakın olduğu düşünülen daha sarı-gümüşü renkli balıkların tüketiciler tarafından tercih edildiği ve bu nedenle b* değeri kafes balıklarından istatistiki olarak büyük olan toprak havuzda yetiştirilen balıkların tercih bakımından daha iyi olduğu söylenebilir. Ayrıca, satıcılar balığın ağırlığına göre farklı kalibrede bireylerin tüketiciler tarafından daha fazla tercih edildiğini bildirmektedirler. Bu nedenle boy-ağırlık ve/veya görüş alanı-ağırlık ilişkisine göre bilgisayarlı resim analiz yönteminden yararlanarak balıkların kalibrasyonunun belirlenmesi gerek satıcılar açısından gerekse tüketiciler açısından güvenilir ürün tüketimine katkı sağlayacaktır. Gerek renk gerekse ağırlık bakımından sonuçların daha iyi ortaya konabilmesi için bu çalışmanın ardından bir tüketici tercihi çalışması yapılması önem arz etmektedir. Gelecekte bu tür tüketici çalışmalarının yapılmasıyla, görüntü analizi-renk-tüketici uygunluğunun kolayca ortaya konması mümkün olabilecektir.

6. SONUÇLAR

Bu çalışmada ortaya konan boy-ağırlık ilişkisi, literatürlerde verilen sonuçlarla benzerlik göstermektedir. Her iki yetiştirme ortamında yetiştirilen granyöz balıklarının güç uyumunun B değerleri 3'e yakın elde edilmiştir ve bu sonuçlar literatür değerlerine benzerdir. Boy-ağırlık ve görüş alanı-ağırlık ilişkisini kullanarak ağırlık tahmini daha yüksek R^2 değerleriyle sonuçlanmıştır. Bilgisayarlı resim analiz yöntemi kullanılarak görüntü alanının doğru ölçümü, balık görüntülerinden boyut, şekil ve renk bilgilerini çıkarmak için güçlü bir yöntemdir ve daha sonra duyuşal analizle ilişkilendirilebilecek birçok parametreyi nicelleştirir. Bu nedenle, görüntü analiz yöntemi granyöz balığının ağırlığını tahmin etmede ve duyuşal verilerin belirlenmesinde etkili bir yöntem olarak karşımıza çıkmaktadır.

Bu çalışmada, iki farklı kültür koşulunda yetiştirilen balıkların rengi önemli ölçüde farklılık göstermiştir. Bu nedenle, granyöz balığının rengiyle ilgili tüketici tercihi çalışmaları, hangi tür su ürünleri yetiştirme ortamının daha etkin kullanılacağına dair fikir verebilir.

7. KAYNAKLAR

- Abou Shabana, N.M., Abd El Rahma, S.H., Al Absawy, M.A. and Assem, S.S. 2012. Reproductive biology of *Argyrosomus regius* (Asso, 1801) inhabiting the south eastern Mediterraanean Sea, *Egyptian Journal of Aquatic Research*, 38: 147-156.
- Abeyta, R.N. 2011. The distance between colors; using DeltaE* to determine which colors are compatible. Embry-Riddle Aeronautical University, MSc thesis. Daytona, FL.
- Alçıçek, Z. ve Balaban, M.O. 2012. Development and application of “The Two Image” method for accurate object recognition and color analysis. *Journal of Food Engineering*, 111(1): 46-51.
- Anonim, 2014. The Global Marketplace. Eurofish Magazine 6-8 May, 2014.
- Arzate-Vazquez, I., Chanona-Perez, J., Calderon-Dominguez, G., Terres-Rojas, E., Garibay-Febles, V., Martinez-Rivas, A., Gutierrez-Lopez, G.V., 2012. Microstructural characterization of chitosan and alginate films by microscopy techniques and texture image analysis. *Carbohydrate Polymers*, 87:289-299.
- Balaban, M.O., 2008. Quantifying non-homogeneous colors in agricultural materials. Part I: Method development. *Journal of Food Science*, 73(9): 431-437.
- Balaban, M.O., Chombeau, M., Cırban, D., Gümüş, B. 2010b. Prediction of the weight of Alaskan Pollock using image analysis. *Journal of Food Science*, 75(8): E552-E556.
- Balaban, M.O., Şengör, G.F.Ü., Soriano, M.G., Ruiz E. G. 2010a. Using image analysis to predict the weight of Alaskan salmon of different species. *Journal of Food Science*, 75/3. E157-E162.
- Balaban, M.O., Stewart, K., Fletcher, G.C. ve Alcicek, Z. 2014. Change of the snapper (*Pagrus auratus*) and gurnard (*Chelidonichthys kumu*) Skin and Eyes During Storage: Effect of Light Polarization and Contact with Ice. *Journal of Food Science*, 79(12): E245-E246
- Balaban MO, Gümüş B and Gümüş E. 2022. Comparison of three image-analysis-based visual texture calculation methods: energy, entropy, and texture change index. *J Sci Food Agric* 2022; 102: 5984–5994. DOI 10.1002/jsfa.11951
- Bodur, T. 2018. Sariağz (*Argyrosomus regius*, Asso 1801) balığının toprak havuzlarda ticari yetiştiriciliğinde bazı büyüme parametrelerinin belirlenmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Dergisi*, 14(3):232- 240.
- Bondø, M.S., Mathiassen, J.R., Veberstad, P.A., Misimi, E., Bar, E.M.S., Toldnes, B. and Østvik, S.O. 2011. An automated salmonid slaughter line using machine vision. *Industrial Robot: An International Journal*, 38(4): 399-405.
- BSGM, 2024. Balıkçılık ve Su ürünleri Genel Müdürlüğü, Su Ürünleri İstatistikleri. <https://www.tarimorman.gov.tr/SGB/Belgeler/SagMenuVeriler/BSGM.pdf>
- Costa, C., Antonucci, F., Boglione, C., Menesatti, P., Vandeputte, M., Chatain, B., 2013. Automated sorting for size, sex and skeletal anomalies of cultured seabass using

- external shape analysis. *Aquac. Eng.* 52, 58–64. <https://doi.org/10.1016/J.AQUAENG.2012.09.001>.
- Değirmenci, A. 2014. Kültürü yapılan sarıağız balığı (*Argyrosomus regius* Asso,1801) 'nın sıcak dumanlanma teknolojisine uygunluğunun araştırılması. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Avlama ve İşleme Teknolojisi Anabilim Dalı, 89s.
- Diken, G., Demir, D. ve Naz, M. 2018. The inhibitory effects of different diets on the protease activities of *Argyrosomus regius* (Pisces, Scianidae) larvae as a potential candidate species. *Journal of Applied Animal Research*, 46(1): 94-99.
- Dowlati, M.; Mohtasebi, S.S.; Omid, M.; Razavi, S.H.; Jamzad, M. ve de la Guardia, M. 2013. Freshness assessment of gilthead sea bream (*Sparus aurata*) by machine vision based on gill and eye color changes. *Journal of Food Engineering*. 119: 277–287.
- Du C. J. ve Sun D.W. 2004. Recent developments in the applications of image processing techniques for food quality evaluation. *Trends in Food Science and Technology* 15(5): 230–249
- Duncan, N.J., Mylonas, C.C., Milton Sullon, E., Karamanlidis, D., França Nogueira, M.C., Ibarra-Zatarain, Z., Chiumento, M. and Aviles Carrillo, R.O. 2018. Paired spawning with male rotation of meagre *Argyrosomus regius* using GnRHa injections, as a method for producing multiple families for breeding selection programs. *Aquaculture*, 495: 506- 512.
- Duncan, N. J., Estévez, A., Porta, J., Carazo, I., Norambuena, F., Aguilera, C., Gairin, I., Bucci, F., Vallés, R. ve Mylonas, C.C. 2012. Reproductive development, GnRHa-induced spawning and egg quality of wild meagre (*Argyrosomus regius*) acclimatised to captivity. *Fish Physiology and Biochemistry*, 38: 1273-1286.
- Duncan D. 1955. Multiple range and multiple F tests. *Biometrics*. 11(1):1–42
- EUMOFA. 2022. European Market Observatory for Fisheries and Aquaculture Products. Meagre in the EU, Study Case. <https://www.eumofa.eu/documents/20178/495167/PTAT+Meagre+-+Final.pdf/d3482b31-c2c7-af25-69bd56afadca7fa4?t=164873183141>
- FAO. 2010. The State of World Fisheries and Aquaculture. <https://www.fao.org/4/i1820e/i1820e00.htm>. (Erişim Tarihi: 15.04.2025)
- FAO. 2016. The State of World Fisheries and Aquaculture. [penknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/20e618b3-93a1-488a-9697-798f6b6c6b35/content](https://www.fao.org/server/api/core/bitstreams/20e618b3-93a1-488a-9697-798f6b6c6b35/content). (Erişim Tarihi: 15.04.2025)
- FAO. 2021. Food and Agriculture Organisation of the United Nations. http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Argyrosomus_regius/en (Erişim Tarihi: 15.04.2025)
- FAO. 2024. The State of World Fisheries and Aquaculture 2024 – Blue Transformation in action. Rome. <https://doi.org/10.4060/cd0683en> (Erişim Tarihi: 15.04.2025)

- Fernandes, A.F.A., Turra, E.M., de Alvarenga, E.R., Passafaro, T.I., Lopes, F.B., Alves, G.F.O., Singh, V., & Rosa, G.J.M. (2020). Deep Learning image segmentation for extraction of fish body measurements and prediction of body weight and carcass traits in Nile tilapia. *Computers and Electronics Agriculture*, 170, 102274. DOI:10.1016/j.compag.2020.105274
- Fishbase, 2024. <https://www.fishbase.se/summary/418> (Erişim Tarihi: 26.12.2024)
- Fountoulaki, E., Grigorakis, K., Kounna, C., Rigos, G., Papandroulakis, N., Diakogeorgakis, J. and Kokou, F. 2017. Growth performance and product quality of meagre (*Argyrosomus regius*) fed diets of different protein/lipid levels at industrial scale. *Italian Journal of Animal Science*, 16(4): 685–694.
- Froese, R. 2006. Cube law, condition factor and weight-length relationships: history, metaanalysis and recommendations. *J Appl Ichthyol*. 22: 241-253
- Gil, M.M., Grau, A., Basilone, G., Ferreri, R. and Palmer, M. 2013. Reproductive strategy and fecundity of reared meagre *Argyrosomus regius* Asso, 1801 (Pisces: Sciaenidae): Implications for restocking programs. *Scientia Marina*, 77: 105–118.
- Giorgios, I., Grigorakis, K. and Kalogeropoulos, N. 2013. Organoleptic and chemical quality of farmed meagre (*Argyrosomus regius*) as affected by size. *Food Chemistry*, 141:3153–3159.
- Golani, D., Öztürk, B. and Başusta, N. 2006. Fishes of the Eastern Mediterranean. *Turkish Marine Research Foundation*, 24:266 pp.
- Grau, A., Rodríguez-Rúa, A., Massuti-Pascual, E., Jiménez, M.T., Durán, J., Jiménez Cantizano, R.M., Pastor, E. and Cárdenas, S. 2007. Spawning of meagre *Argyrosomus regius* (Asso, 1801) using GnRHa. *Aquaculture Europe* 25-27 October 2007 Turkey, 439-440.
- Grigorakis, K., Fountoulaki, E., Vasilaki, A., Mittakos, I. and Nathanailides, C. 2011. Lipid quality and filleting yield of reared meagre (*Argyrosomus regius*). *International Journal of Food Science & Technology*, 46: 711-716
- Guerreiro I, Serra CR, Coutinho F, Couto A, Castro C, Rangel F, Peres H, Pousão-Ferreira P, Matos E, Gasco L, Gai F, Oliva-Teles A, Enes P.2021. Digestive enzyme activity and nutrient digestibility in meagre (*Argyrosomus regius*) fed increasing levels of black soldier fly meal (*Hermetia illucens*). *Aquacult Nutr*, 27: 142–152. <https://doi.org/10.1111/anu.13172>
- Gümüş, B., Balaban, M.O. 2010. Prediction of the weight of aquacultured rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) by image analysis. *J. Aq. Food Prod. Technol*. 19: 227-237.
- Gümüş, B. 2021a. Comparison of the visual texture calculation methods by image analysis, applied to mirror and scaled carp skin. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 38(3): 383-391. DOI: 10.12714/egejfas.38.3.15
- Gümüş B. 2021b. Yetiştiriciliği Yapılan Granyöz (*Argyrosomus regius*, Asso 1801) Balığının Boy-Ağırlık, Alan-Ağırlık ve Renginin Bilgisayarlı Resim Analiz Yöntemi ile Belirlenmesi, Karadeniz Zirvesi 5. Uluslararası Uygulamalı Bilimler Kongresi, 170-175., (Tam metin bildirisi)

- Gümüş B. 2021c. Image Analysis to Quantify Weight-length, Weight-area, and Change of Color of Three Commercial Mullidae Species during Cold Storage, *Journal of Aquatic Food Product Technology*, 30:2, 205-216, DOI: 10.1080/10498850.2020.1869877
- Gümüş B (2021d). Kültürü Yapılan Granyöz (*Argyrosomus regius*, Asso 1801) Balığının Tekstür Değişim İndeksi, Enerji ve Entropi Değerlerinin Bilgisayarlı Resim Analiz Yöntemi ile Değerlendirilmesi, Uluslararası Mühendislik Bilimleri ve Multidisipliner Yaklaşımlar Kongresi, 348- 352., (Tam metin bildirisi)
- Gümüş, B., Balaban, M.O. and Ünlüsayın, M. 2011. Machine vision applications to aquatic foods: *A Review. Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 11: 173-183.
- Gümüş, E., Yılayaz, A., Kanyılmaz, M., Gümüş, B. and Balaban, M.O. 2021. Evaluation of body weight and color of cultured European catfish (*Silurus glanis*) and African catfish (*Clarias gariepinus*) using image analysis. *Aquacultural Engineering*, 93.
- Gümüş, B., Gümüş, E., & Balaban, M. O. (2022a). Weight and color evaluation of whole and filleted carp by image analysis. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 39(2), 125-134. DOI:10.12714/egejfas.39.2.06
- Gümüş, Bahar, Gümüş, Erkan, Odabaşı-Kırlı, Aslı and Balaban, Murat O. 2022b. "Image analysis-based quantification of the visual attributes of fish, with emphasis on color and visual texture" *International Journal of Food Engineering*, vol. 18, no. 5, pp. 411-423. <https://doi.org/10.1515/ijfe-2022-0014>
- Gümüş B, Gümüş E. and Balaban M.O. 2022c. Image analysis to determine length-weight and area-weight relationships, and color differences in scaled carp and mirror carp grown in fiberglass and concrete tanks. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 23 (1): 10.4194/TRJFAS21260.
- Gümüş, B., Gümüş, E. and Balaban, M.O. 2023. Color of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fillets by image and sensory analysis, and correlation with SalmoFan numbers. *Journal of Food Sciences*, 88: 430–446. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.16409>
- Gürkan, Ş., Gamsız, K., Karahan, B. & Özcan Gökçek, E. 2017. Some morphometric features and length - weight relationships of F1 hybrid juveniles (Umbrina cirrosa X *Argyrosomus regius*). *Ege J. Fish. Aquat. Sci.* 34(3): 287-291.
- Güroy, D. Karadal O, Güroy B , Emre Y, Emre N , Eraslan D, Yalım FB, Mantoğlu S, Demir A. 2024. Dietary taurine improves the growth performance, health status and liver histopathology of meagre (*Argyrosomus regius*) fed a reduced fish meal diet. *Annals of Animal Science*. 24(3):851-866.
- Hachero-Cruzado, I. and Manchado, M. 2021. Dietary phospholipids enhance growth performance and modulate cold tolerance in meagre (*Argyrosomus regius*) juveniles. *Animals* 11, 2750
- Haffray, P., Malha, R., Sidi, M.O.T., Prista, N., Hassan, M., Castelnaud, G., Karahan-Nomm, B., Gamsız, K., Sadek, S., Bruant, J-S., Balma, P. and Bonhomme, F. 2012. Very high genetic fragmentation in a large marine fish, the meagre *Argyrosomus regius* (Sciaenidae, Perciformes): Impact of reproductive migration,

- oceanographic barriers and ecological factors. *Aquatic Living Resources*, 25(2): 173-183.
- Hong, H., Yang, X., You, Z. and Cheng, F. 2014. Visual quality detection of aquatic products using machine vision. *Aquaculture Engineering*, 63(3): 62–71.
- Jacop, N. 2024. Deep learning pose detection in temporal images of Nile tilapia for the phenotypic prediction of body weight and fillet yield. Norwegian University of Life Sciences. Master's Thesis 58p.
- Jauralde, I., Velazco-Vargas, J., Tomás-Vidal, A., Jover Cerdá, M. and Martínez-Llorens, S. 2021. Protein and energy requirements for maintenance and growth in juvenile meagre *Argyrosomus regius* (Asso, 1801) (Sciaenidae). *Animals*, 11:77. <https://doi.org/10.3390/ani11010077>.
- Karakatsouli, N., Mavrommati, M., Karellou, E. vd. 2024. Görüntülerde ölçülen morfometrik özelliklerden yoğun olarak yetiştirilen çipura balığı *Sparus aurata*'nın ağırlık tahmini. *Aquaculture International*, 32: 3675–3687. <https://doi.org/10.1007/s10499-023-01343-w>
- Konovalov, D.A., Saleh, A., Domingos, J.A., White, R.D., & Jerry, D.R. (2018). Estimating mass of harvested Asian seabass *Lates calcarifer* from images, *World Journal of Engineering and Technology*, 6, 15-23.
- Khristenko, S.D., Kotovska, O.G., 2017. Length-weight relationship and condition factors of freshwater bream *Abramis brama* (Linnaeus, 1758) from the Kremenchug Reservoir, Middle Dnieper. *Turk. J. Fish. Aquat. Sci.* 17, 71–80. https://doi.org/10.4194/1303-2712-v17_1_09.
- Lee, D., Lee, K., Kim, S., Yang, Y., 2015. Design of an optimum computer vision-based automatic abalone (*Haliotis discus hannai*) grading algorithm. *J. Food Sci.* 80 (4), E729–E733. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.12799>.
- Liu, H., Xu, Q., Liu, S., Zhang, L., Yang, H., 2015. Evaluation of body weight of Sea cucumber *Apostichopus japonicus* by computer vision. *Chin. J. Oceanol. Limnol.* 33, 114–120. <https://doi.org/10.1007/s00343-015-4080-3>.
- Lozano, A.R., Borges, P., Robaina, L., Betancor, M., Hernandez-Cruz, C.M., Romero Garcia, J., Caballero, M.J., Vergara, J.M. and Izquierdo, M. 2017. Effect of different dietary vitamin E levels on growth, fish composition, fillet quality and liver histology of meagre (*Argyrosomus regius*). *Aquaculture*, 468: 175–183.
- Luzuriaga, D.A, Balaban, M.O., Yeralan, S., 1997. Analysis of visual quality attributes of white shrimp by machine vision. *Journal of Food Science*, 62(1):113-119.
- Mathiassen, J. R., Misimi, E., Toldnes, B., Bondø, M. and Østvik, O. S. 2011. High-speed weight estimation of whole herring (*Clupea harengus*) using 3D machine vision. *Journal of Food Science*. <https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2011.02226.x>
- Martelli, R., Zotte, A. D., Bonelli, A., Lupi, P., Franci, O. and Parisi, G. 2013. Macronutrient and fatty acid profiles of meagre (*Argyrosomus regius*) fillets as influenced by harvesting time and boiling. *Italian Journal of Animal Sciences*, 12e88:538–545.
- Martínez-Llorens, S., Espert, J., Moya, J., Cerdá M.J. and Tomás Vidal, A. 2011. Growth and nutrient efficiency of meagre (*Argyrosomus regius*, Asso1801) fed extruded

- diets with different protein and lipid levels. *International Journal of Fisheries and Aquaculture*, 3(10): 195 - 203.
- Misimi, E., Erikson, U. and Skavhaug, A. 2008. Quality grading of Atlantic salmon (*Salmo salar*) by computer vision. *Journal of Food Science*, 73(5): E211–E217
- Monfort, M.C. 2010. Present market situation and prospects of meagre (*Argyrosomus regius*), as an emerging species in Mediterranean aquaculture. Studies and Reviews. *General Fisheries Commission for the Mediterranean*. 89. Rome, 28p.
- Morales-Nin, B., Geffen, A.J., Perez-Mayol, S. and Palmer, M. 2012. Seasonal and ontogenic migrations of meagre (*Argyrosomus regius*) determined by otolith geochemical signatures. *Fisheries Research*, 127/128:154-165.
- Nousias, O., Tsakogiannis, A., Duncan, N., Villa, J., Tzokas, K., Estevez, A., Chatziplis, D. and Tsigenopoulos, C.S. 2020. Parentage assignment, estimates of heritability and genetic correlation for growth-related traits in meagre *Argyrosomus regius*, *Aquaculture*, 518:734663.
- Papadakis, I.E., Kentouri, M., Divanach, P. and Mylonas, C.C. 2013. Ontogeny of the digestive system of meagre *Argyrosomus regius* reared in a mesocosm, and quantitative changes of lipids in the liver from hatching to juvenile. *Aquaculture*, 388–391: 76–88.
- Pastor, E., Rodríguez-Rúa, A., Grau, A., Jiménez, M. T., Durán, J., Gil M.M. and Cárdenas, C. 2013. Hormonal spawning induction and larval rearing of meagre, *Argyrosomus regius* (Pisces: Sciaenidae). *Bolletí de la Societat d'Història Natural de les Balears*, 56: 111–127.
- Poli, B.M., Parisi, G., Mecatti, M., Lupi, P., Iurzan, F., Zampacavallo G. and Gilmozzi, M. 2001. The meagre (*Argyrosomus regius*), a new species for Mediterranean aquaculture. 1. Morphological, merchantable and nutritional traits in a commercial wide size-range. *European Aquaculture Society Special Publication*, 29: 209-210.
- Quemener, L. 2002. La maigre commun (*Argyrosomus regius*) Biologie, peche, marche et potential aquacole. Editions Ifremer, Plouzane, France.
- Quero, J.C. and Vayne, J.J. 1987. Le maigre, *Argyrosomus regius* (Asso, 1801) (Pisces, Perciformes, Sciaenidae) du golfe de Gascogne et des eaux plus septentrionales. *Revue des Travaux de l'Institut des Peches Maritimes*, 19 (1985): 35–66.
- Ribeiro, L., Soares, L., Quental-Ferreira, H., Gonçalves, A. and Pousão-Ferreira, P. 2013. Portuguese research studies meagre production in earthen ponds. *Global Aquaculture Advocate*, 16: 38-40.
- Roo, J., Hernández-Cruz, C.M., Borrero, C., Schuchardt, D. and Fernández-Palacios H. 2010. Effect of larval density and feeding sequence on meagre (*Argyrosomus regius* ; Asso, 1801) larval rearing. *Aquaculture*, 302: 82-88.
- Saavedra, M., Pereira, T.G., Carvalho, L.M., Pousão-Ferreira, P., Grade, A., Teixeira, B., Quental-Ferreira, H., Mendes, R., Bandarra, N. and Gonçalves, A. 2017. Wild and farmed meagre, *Argyrosomus regius*: A nutritional, sensory and histological assessment of quality differences. *Journal of Food Composition and Analysis*, 63: 8-14.

- Saavedra, M., Pereira, T.G., Grade, A., Barbeiro, M., Pousão-Ferreira, P., Quental-Ferreira, H., Nunes, M.L., Bandarra, N. and Gonçalves, A. 2015. Farmed meagre, *Argyrosomus regius* of three different sizes: what are the differences in flesh quality and muscle cellularity? *International Journal of Food Science and Technology*, 50: 1311-1316.
- Saavedra M, Pereira T.G, Carvalho L.M, Pousão-Ferreira P., Grade A, Teixeira B, Quental-Ferreira H, Mendes R, Bandarra N, Gonçalves A.2017. Wild and farmed meagre, *Argyrosomus regius*: A nutritional, sensory and histological assessment of quality differences. *Journal of Food Composition and Analysis*. Volume 63, 8-14.
- Saavedra, M., Pereira, T.G., Candeias, M.A., Carvalho, L., Pousão, F.P. and Conceição, L.E.C. 2018. Effect of increased dietary protein level in meagre (*Argyrosomus regius*) juvenile growth and muscle cellularity. *Aquaculture Nutrition*, 24: 1153–1159.
- Sinanoglou, V.J., Proestos, C., Lantzouraki, D.Z., Calokerinos, A.C. and Miniadis-Meimaroglou, S. 2014. Lipid evaluation of farmed and wild meagre (*Argyrosomus regius*). *European Journal of Lipid Science and Technology*, 116 (2): 134-143
- Stipa, P. and Angelini, M. 2005. Cultered aquatic species information programme *Argyrosomus regius*. Cultered Aquatic Species Fact Sheets, FAOFIGIS.2007. <www.fao.org/figis/servlet/static?dom=culturespecies&xml=Argyrosomus_regius.xml>
- Schuessler Z. 2020. Online: <https://zschuessler.github.io/DeltaE/learn>
- Süzer, C., Kamacı, H.O., Çoban, D., Yıldırım, Ş., Fırat, K. and Saka, S. 2013. Functional changes in digestive enzyme activities of meagre (*Argyrosomus regius*; Asso, 1801) during early ontogeny. *Fish Physiology and Biochemistry*, 39: 967–977.
- Şengör, Ü.G.F., Balaban, M., Topaloğlu, B., Ayvaz, Z., Ceylan, Z. and Doğruyol, H. 2018. Color assessment by different techniques of gilthead seabream (*Sparus aurata*) during cold storage. *Food Science and Technology*, 39(3): 696-703.
- Taparhudee W. and Jongjaraunsuk R. 2023. Weight estimation of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* Linn.) using image analysis with and without fins and tail. *Journal Of Fisheries And Environment*, 47 (2).
- Tokşen, E., Gamsız, K. ve Nemli, E. 2007. Yetiştiriciliği yapılan sarıağız (*Argyrosomus regius*, Asso,1801) balıklarında görülen *Benedenia sciaenae* van Beneden, 1856 (Monogenea: Capsalidae) Enfestasyonu. *Türkiye Parazitoloji Dergisi*, 31 (1):75-78.
- Tokşen, E., Gamsız, K. ve Nemli, E. 2006. Yetiştiriciliği yapılan sarı ağız *Argyrosomus regius* Asso, 1801 balıklarında görülen *Benedenia sciaenae* van beneden, 1856 (Monogenea: Capsalidae) enfestasyonuna hidrojen peroksidin (H₂O₂) etkisi. *E.U. Journal of Fisheries & Aquatic Sciences*, 23(3-4): 351–352.
- TÜİK, 2020. Republic of Turkey Ministry of Agriculture and Foresrty. General Directorate of Fisheries and Aquaculture. (Erişim Tarihi: 23.10.2023). <https://www.tarimorman.gov.tr/BSGM/Belgeler/Icerikler/Su%20%C3%9Cr%C3>

%BCnleri%20Veri%20ve%20D%C3%B6k%C3%B Cmanlar%C4%B1/Bsgm-
istatistik.pdf

TÜİK, 2023. <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Su-Urunleri-2023-53702>

TÜİK, 2024. <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Su-Urunleri-2023-53702>

Vallés, R. and Estévez, A. 2013. Light conditions for larval rearing of meagre (*Argyrosomus regius*). *Aquaculture*. 376–379:15–19.

Velazco Vargas, J.L., Martínez-Llorens, S., Jover Cerda, M. and Tomas-Vidal, A. 2013. Evaluation of soybean meal as protein source for *Argyrosomus regius* (Asso, 1801) (Sciaenidae). *International Journal of Fisheries and Aquaculture*, 5(3): 25-44.

Wikipedia, 2025.
https://en.wikipedia.org/wiki/HSL_and_HSV#:~:text=HSL%20stands%20for%20hue%2C%20saturation,hue%2C%20saturation%2C%20and%20intensity.

Wallat, Geoffrey K., et al. 2002. Analysis of skin color development in live goldfish using a color machine vision system. *North American Journal of Aquaculture*, 64 (1): 79–84.

<https://www.hunterlab.com/blog/what-is-cielab-color-space/>.

ÖZGEÇMİŞ

Canan ÜNLÜ

ÖĞRENİM BİLGİLERİ

Yüksek Lisans 2021-2025	Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Yetiştiriciliği Anabilim Dalı, Antalya
Lisans 2006-2020	Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi, Su Ürünleri Mühendisliği, Temel Bilimler, İzmir

MESLEKİ VE İDARİ GÖREVLER

İnsan Kaynakları Müdürü 2017-Devam Ediyor	Oceanfish Su Ürünleri, Antalya
--	--------------------------------

ESERLER

Uluslararası hakemli dergilerde yayımlanan makaleler

1- -

Ulusal bilimsel toplantılarda sunulan ve bildiri kitaplarında basılan bildiriler

1- -