

## Görüntü İşleme ve Enstrümental Metot Kullanarak *Carassius gibelio*'da Meydana Gelen Fiziksel Kalite Değişimlerinin Belirlenmesi

**İsmail Yüksel GENÇ<sup>\*1</sup>**, **Abdullah DİLER<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi, Avlama ve İşleme Teknolojisi Bölümü, Isparta, Türkiye

**Öz:** Bu çalışmada soğuk şartlar altında depolanan *Carassius gibelio*'da meydana gelen fiziksel ve duyuşsal değişimler belirlenmiş ve görüntü işleme ve enstrümental olarak incelenen örneklerin kalite değişimleri saptanmıştır. Duyusal olarak uzman panelistler tarafından değerlendirilen örneklerde renk, koku, tekstür, genel beğeni ve duyuşsal puan incelenmiş ve depolama zamanına göre en yüksek korelasyonu ( $r=-0.95$ ) renk parametresi göstermiştir. Bununla birlikte yüksek çözünürlüğe sahip kamera ile fotoğraflama yapılan örnekler görüntü işleme programında analiz edilerek kırmızı (R), yeşil (G) ve mavi (B) değerleri elde edilmiştir. Örnekler eş zamanlı olarak enstrümental açıdan renk cihazı ile analiz edilmiş ve CIELAB diyagramına göre L, a ve b değerleri elde edilmiştir. Araştırma sonuçlarına göre renk bileşenlerinin (L, a, b ve R, G, B) tek başına *C. gibelio*'da meydana gelen kalite değişimlerini tam olarak açıklamadığı ancak toplam renk değişimlerinin ( $\Delta E$  ve  $\Delta RGB$ ) *C. gibelio*'da depolama zamanının belirlenmesinde kullanılmasının korelasyon ( $r=0.53$  ve  $r=0.38$ ) ve regresyon katsayılarından ( $R^2=0.35$  ve  $R^2=0.43$ ) dolayı daha uygun olduğu kanaatine varılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Görüntü işleme, kalite değişimleri, *Carassius gibelio*, depolama

**Determination of Physical Quality changes in *C. gibelio* by Using Image Processing and Instrumental Method**

**Abstract:** In this study, physical and sensory changes of *C. gibelio* were determined during chilled storage and quality changes were assigned by using image processing and instrumental method. Sensory evaluations of specimens were performed by trained panelists in terms of their colour, odour, texture, general acceptability and sensory score and the highest correlation ( $r=-0.95$ ) between storage time were found in colour parameter. In addition to this specimens were photographed by using high definition camera and analysed in image processing programme to obtain red (R), green (G) and blue (B) parameters. Specimens were analysed simultaneously by colour meter and L, a and b values were obtained according to CIELAB diagram. In accordance with the results of this study, colour components (L, a, b and R, G, B) were not suitable alone to determine the quality changes of *C. gibelio* however, it is concluded that total colour changes ( $\Delta E$  and  $\Delta RGB$ ) are more accurate to assign the storage time in terms of correlation ( $r=0.53$  and  $r=0.38$ ) and regression ( $R^2=0.35$  and  $R^2=0.43$ ) coefficients.

**Keywords:** Image processing, quality changes, *Carassius gibelio*, storage

### GİRİŞ

Su ürünleri besin kompozisyonu açısından değerlendirildiğinde içerdiği esansiyel amino asitler açısından kasaplık hayvan ve kanatlı etleriyle birlikte protein kaynakları arasında sağlıklı gıdalar kategorisinde yer almaktadır (Valfré ve ark., 2003). *C. gibelio* Türkiye'de iç pazarda tüketim ve Avrupa ve Asya ülkelerine ihracat açısından önemli bir yere sahiptir. Sazangiller familyasına ait olan *C. gibelio* Türkiye'de 2012 yılından günümüze kadar olan dönemde artan bir üretim miktarına sahip olmuştur. İstatistiki verilere göre 2012 yılında 5.090 ton olan üretim miktarı 2017 yılında 7.095 ton olarak bildirilmiştir (TÜİK, 2019). Günümüzde gelişen yaşam şartlarının etkisinde insanların protein kaynaklarına olan ihtiyaçları artarak devam etmektedir. Bununla birlikte güvenli ve sağlıklı gıdaya olan talep ve ihtiyaçta doğru orantılı olarak artmaktadır. Ancak, su ürünleri pH değerleri, yüksek su içeriği ve zayıf bağ dokusu gibi bozulmayı hızlandıran faktörlerden dolayı çabuk bozulabilir gıdalar içerisinde sınıflandırılmaktadır (Schröder, 2008). Su ürünlerinde bozulma mikrobiyolojik (spesifik bozulma bakterileri), kimyasal (toplam uçucu bazik azot (TVBN), trimetilamin

(TMA), pH, tiyobarbitirik asit reaktif bileşenleri (TBARS)) ve duyuşsal kaynaklı olabilmektedir (Abelti, 2013; Genç ve ark., 2013; İkasari ve Suryaningrum, 2015; Sreelakshmi ve ark., 2019). Kalite kayıplarının belirlenmesinde en hızlı ve etkili yöntemlerden biri duyuşsal olarak örneklerin değerlendirilmesidir. Bu kapsamda ise raf ömrü ile duyuşsal değerlerin doğrusal bir eğilim gösterdiği kalite indeks metodu su ürünlerinde kullanılmaktadır (Diler ve Genç, 2018). Ancak bu metot için eğitilmiş bir panelist grubu gerekmektedir. Tüketiciler açısından su ürünlerinin kalite veya kabul edilebilirlik düzeyi genellikle genel beğeni, renk değişimleri gibi parametreler ile değerlendirilmektedir. Bu kapsamda endüstri ve akademi çalışmalarında görüntü işleme tekniği ile gıdaların ve özellikle su ürünlerinin depolamaya bağlı kalite değişimleri belirlenebilmektedir (Du ve Sun, 2004). Görüntü işleme tekniğinin avantajları

**\*Sorumlu Yazar:** [ismailgenc@isparta.edu.tr](mailto:ismailgenc@isparta.edu.tr)

**Geliş Tarihi:** 28 Kasım 2019

**Kabul Tarihi:** 24 Kasım 2020

arasında oldukça hassas olması, ürüne zarar vermeden analiz sonucu elde edilmesi ve hızlı ve tekrarlanabilir sonuçları sunması sayılabilmektedir. Bununla beraber görüntü işleme tekniğinin akademi ve endüstride kullanılması üretkenliğin artmasına ve ekonomik olarak daha düşük maliyet ile ürün çıkışına olanak sağlamaktadır (Brosnan ve Sun, 2004; Chen ve ark., 2002).

Bu kapsamda yapılan çalışmanın amacı *C. gibelio*'da depolama zamanına bağlı olarak meydana gelen renk değişimlerini görüntü işleme tekniği ve renk cihazı kullanarak belirlemek ve bu iki yöntem arasındaki ve depolama zamanı ile olan ilişkilerini ortaya koymaktır.

## MATERYAL VE YÖNTEM

### *C. gibelio* Temini

Bu çalışmada ortalama ağırlıkları  $342.54 \pm 18.12$  gr olan 20 adet *C. gibelio* kullanılmıştır. Eğirdir Gölü'nden avlanan örnekler ticari faaliyet gösteren işletmelerden temin edilmişlerdir. Zaman kaybı olmadan straför kutu içerisinde buz muhafazalı olarak laboratuvara getirilen örnekler üzerinde analizler gerçekleştirilmiştir.

### Depolama Şartları ve Örnekleme

*C. gibelio* örnekleri bütün olarak buzdolabı koşullarında ( $4^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ ) depolanmışlardır. Strafor kutu içerisinde aerobik olarak depolanan örneklerin kurumasını en aza indirmek için straför kutunun sıcaklığı depolama sıcaklığına geldikten sonra kapağı kapatılmıştır. Örnekler toplamda 13 gün boyunca (0, 2, 3, 6, 7, 10 ve 13) duyuşsal olarak reddedilene kadar depolanmıştır.

### Duyusal Analizler

Balık örneklerinde meydana gelen duyuşsal değişimler 3 ile 5 kişi arasında değişen uzman panelist (Diler ve Genç, 2018) tarafından değerlendirilmiştir. Panelistler her örnekleme gününde *C. gibelio*'ları koku, renk, tekstür ve genel beğeni açısından değerlendirmişlerdir. Örneklerin duyuşsal değerlendirmesinde 3 (1 en düşük (raf ömrü sonu) ve 3 en yüksek (raf ömrü başı)) puanlı hedonik ölçek kullanılmıştır. Depolama sonunda örneklerin değerlendirilmesi duyuşsal kalite değişimlerinin ortalaması  $\pm$  standart sapma olarak ifade edilmiştir.

## Renk Ölçümleri ve Görüntü İşleme

Örnekleme günlerinde *C. gibelio*'lardan Konica Minolta CR-400 renk ölçüm cihazı ile balığın farklı noktalarından en az 8 ölçüm yapılmıştır. Görüntü işleme için her örnekleme gününde 3 balıktan yüksek çözünürlüğe sahip bir fotoğraf makinesi (Canon D90) ile aynı ışık altında aynı açıdan ve aynı kişi tarafından çekim yapılmıştır. Elde edilen JPEG formatındaki görüntüler bir görüntü işleme programına ImageJ (National Institute of Health, Bethesda, MD, USA) yüklenerek kırmızı (R), yeşil (G) ve mavi (B) değerleri elde edilmiştir (Wang ve ark., 2018).

## İstatistik Analizler

Depolama süresince boyunca elde edilen mikrobiyolojik, kimyasal ve duyuşsal analizler Tek-Yönlü Varyans (ANOVA) analizine tabi tutulmuştur. Ortalamalar arasındaki farklar Tukey testi ile belirlenmiştir. Ortalamaların çoklu karşılaştırmaları istatistik paket programı (SPSS, 17.0, IBM) kullanılarak gerçekleştirilmiştir (Esteves, 2011).

## BULGULAR VE TARTIŞMA

### Duyusal Değişimler

Toplamda 13 günlük depolama süresince *C. gibelio*'da meydana gelen duyuşsal değişimler Çizelge 1'de sunulmuştur. Örnekler 3 puanlı hedonik skala kullanılarak değerlendirilmiş ve depolama zamanı arttıkça renk, koku, tekstür, genel beğeni ve duyuşsal puan değerlerinde istatistik olarak önemli derecede ( $p < 0.05$ ) azalma meydana gelmiş ve depolama zamanının sonunda (13. gün) renk, koku, tekstür, genel beğeni ve duyuşsal puan değerleri sırasıyla  $1.00 \pm 0.00$ ;  $1.00 \pm 0.00$ ;  $1.66 \pm 0.57$ ;  $1.00 \pm 0.00$  ve  $1.16 \pm 0.14$  olarak bulunmuştur.

Depolama süresince *C. gibelio*'da meydana gelen duyuşsal değişimlerin korelasyon katsayıları Çizelge 2'de sunulmuştur. Bu kapsamda depolama zamanı ile en yüksek korelasyon renk parametresinde -0.95 olarak ve en düşük korelasyon ise -0.87 ile tekstür parametresinde rapor edilmiştir. Duyusal değişimlerde incelenen parametreler depolama zamanı ile doğrusal bir ilişki içerisinde (Sant'Ana ve ark., 2011). *C. gibelio*'da duyuşsal değişimlerin belirlenmesi için incelenen bütün parametrelerin negatif doğrusal bir eğilim içerisinde olduğu gözükmektedir.

Çizelge 1. *C. gibelio*'da depolama süresince meydana gelen duyuşsal değişimler

Depolama zamanı (gün)	Renk	Koku	Tekstür	Genel beğeni	Duyusal puan
0	$3.00 \pm 0.00^a$	$3.00 \pm 0.00^a$	$3.00 \pm 0.00^a$	$3.00 \pm 0.00^a$	$3.00 \pm 0.00^a$
2	$2.50 \pm 0.57^{ab}$	$3.00 \pm 0.00^a$	$3.00 \pm 0.00^a$	$2.25 \pm 0.50^{ab}$	$2.68 \pm 0.23^{ab}$
3	$3.00 \pm 0.00^a$	$3.00 \pm 0.00^a$	$3.00 \pm 0.00^a$	$2.33 \pm 0.57^{ab}$	$2.83 \pm 0.14^{ab}$
6	$2.33 \pm 0.57^{ab}$	$3.00 \pm 0.00^a$	$3.00 \pm 0.00^a$	$2.33 \pm 0.57^{ab}$	$2.66 \pm 0.28^{ab}$
7	$2.00 \pm 0.00^{abc}$	$2.66 \pm 0.57^a$	$2.66 \pm 0.57^{ab}$	$2.00 \pm 0.00^{abc}$	$2.33 \pm 0.14^{bc}$
10	$1.75 \pm 0.50^{bc}$	$2.00 \pm 0.00^b$	$2.50 \pm 0.57^{ab}$	$1.75 \pm 0.50^{bc}$	$2.00 \pm 0.20^c$
13	$1.00 \pm 0.00^c$	$1.00 \pm 0.00^c$	$1.66 \pm 0.57^c$	$1.00 \pm 0.00^c$	$1.16 \pm 0.14^d$

<sup>1</sup> Aynı sütundaki farklı harfler ortalamalar arasında bulunan istatistik olarak önemli farkları göstermektedir

Çizelge 2. *C. gibelio*'da depolama süresince meydana gelen duyuşal değişimlerin korelasyon katsayıları

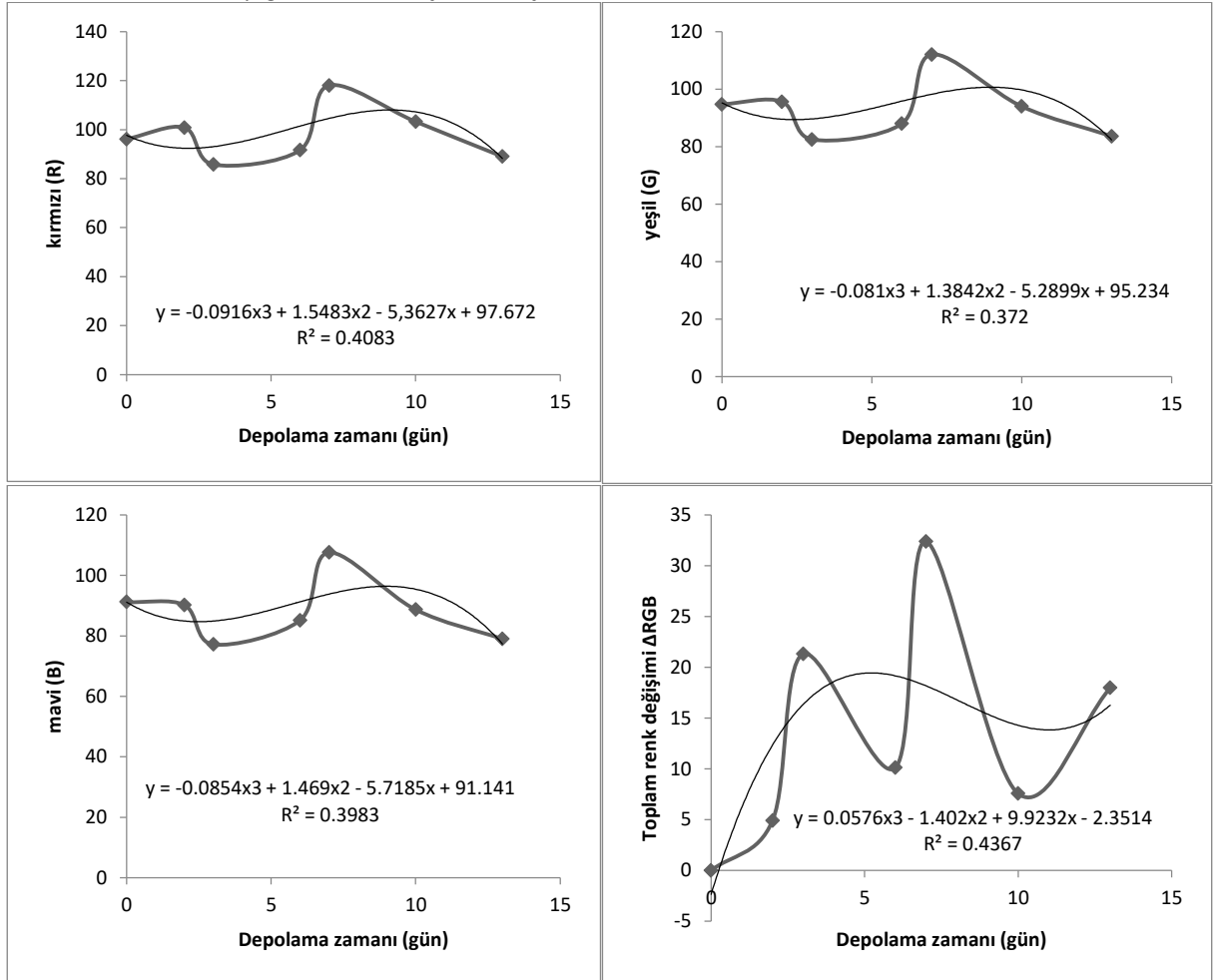
	Depolama zamanı (gün)	Renk	Koku	Tekstür	Genel beğeni	Duyusal puan
Depolama zamanı (gün)	1					
Renk	-0.95	1				
Koku	-0.88	0.91	1			
Tekstür	-0.87	0.91	0.98	1		
Genel beğeni	-0.93	0.93	0.90	0.90	1	
Duyusal puan	-0.94	0.96	0.97	0.97	0.96	1

Bununla birlikte renk parametresinin depolama zamanı ile daha yüksek bir korelasyona sahip olması toplam duyuşal puan gibi tek başına kullanılabilceğini göstermektedir. Su ürünlerinde renk verici maddeler (karotenoid vb.) ile beslenen veya depolama süresince meydana gelen renk değişimlerinin incelendiği çalışmalarda benzer sonuçlar elde edilmiştir. Yeşilayer vd. (2008) yapmış oldukları çalışmada karotenoid içeren yemlerle beslenen gökkuşaağı alabalıklarında (*Oncorhynchus mykiss*) renk dönüşümünü enstrümental ve renk kartı yöntemi ile incelemiştir. Araştırmacılar gökkuşaağı alabalıklarında enstrümental olarak CIE L, a, b renk diyagramını kullanmışlar ve araştırma

sonuçlarına göre alabalıklarda meydana gelen renk değişimlerinde a değerinin renk kartı ile belirlenen değerler ile yüksek bir korelasyona ( $r=0.97$ ) sahip olduğunu bildirmişlerdir.

#### Renk Değişimleri

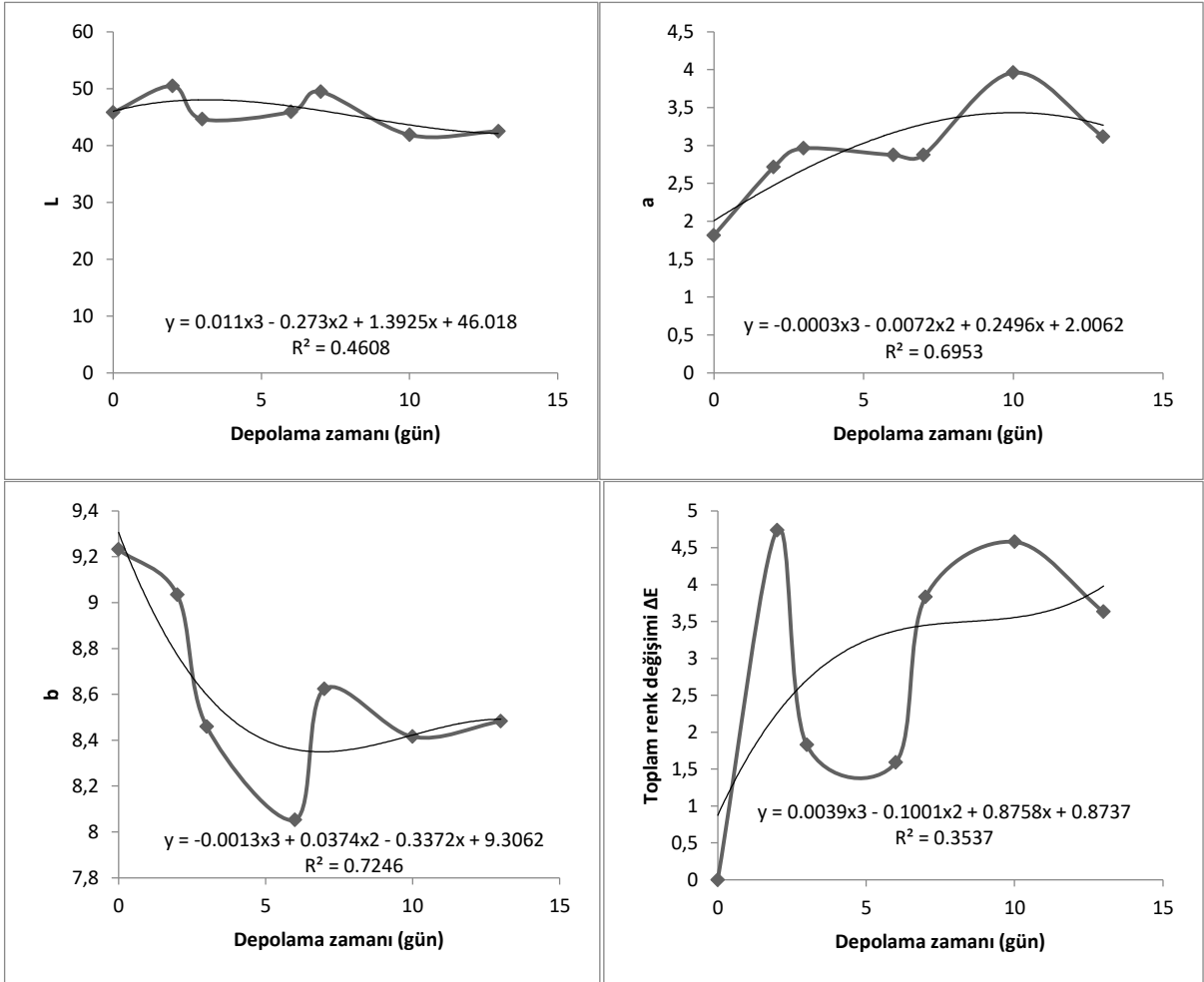
Depolama süresince *C. gibelio*'da renk ölçümleri 2 farklı şekilde i) fotoğraflama yapıldıktan sonra ImageJ programında işlenerek ve ii) Konica Minolta CR-400 renk ölçüm cihazı ile gerçekleştirilmiştir. ImageJ programından elde edilen RGB ve toplam renk değişimi ( $\Delta$ RGB) değerleri Şekil 1'de sunulmuştur.

Şekil 1. ImageJ programında işlenen görüntülerden elde edilen RGB ve  $\Delta$ RGB değerlerinin zamana göre değişimi

Başlangıç R, G ve B değerleri sırasıyla  $96.13 \pm 4.73$ ;  $94.72 \pm 6.32$  ve  $91.16 \pm 6.65$  olarak rapor edilmiş ve depolama zamanına bağlı olarak azalma göstererek 13. günde sırasıyla  $89.01 \pm 6.62$ ;  $83.62 \pm 6.13$  ve  $78.97 \pm 3.84$  olarak bulunmuştur. Depolamanın başında R, G ve B değerleri birbirlerine yakın değerler gösterirken depolamanın sonunda R değerinin G ve B değerine göre daha yüksek olduğu gözlenmiştir. Ancak depolama süresince R, G ve B değerlerinin değişimleri her üç renk bileşeninde de polinomik bir seyir izleyerek benzerlik göstermektedir. Depolama süresince zamana bağlı olarak değişen ve birincil renk parametrelerinin bütününe değerlendiren bir parametre olan toplam renk değişimi ( $\Delta RGB$ ) *C. gibelio*'da meydana gelen renk değişimlerini göstermektedir. Toplam renk değişimi depolama süresince istatistiksel olarak önemli derecede ( $p < 0.05$ ) farklılık göstermiş ve depolamanın sonunda 17.96 olarak rapor edilmiştir. Yapılan bu çalışma ile R, G ve B değerlerinin *C. gibelio*'da kalite değerlendirilmesi yaparken tek başına kullanılamayacağı gösterilmiştir. Ancak, toplam renk değişim değerinin zamana göre önemli derecede farklılık

gösterdiği ( $p < 0.05$ ) ve varyanslarının R, G ve B değerlerine göre daha fazla oranda açıklandığı ( $R^2 = 0.43$ ) göz önüne alındığında  $\Delta RGB$  değerinin *C. gibelio*'da kalite değişimlerinin açıklanması açısından tek başına kullanılabilir olduğu düşünülmektedir.

Depolama süresince *C. gibelio*'da meydana gelen Konica Minolta CR-400 renk cihazı ile analiz edilen renk değişimleri Şekil 2'de gösterilmiştir. Renk değişimleri L (parlaklık), a (kırmızı-yeşil), b (sarı-mavi) ve  $\Delta E$  (toplam renk değişimi) açısından incelenmiştir. Başlangıç L, a ve b değerleri sırasıyla  $45.81 \pm 14.69$ ;  $1.81 \pm 1.43$  ve  $9.23 \pm 3.50$  olarak rapor edilmiştir. Depolama süresince L ve b değerleri düşüş göstermiş ve depolamanın son günü olan 13. günde sırasıyla  $42.50 \pm 9.71$  ve  $9.23 \pm 8.48$  olarak bulunmuştur. Sadece a değeri depolama süresince bir miktar artış göstermiş ve depolama sonunda  $3.11 \pm 2.28$  olarak bildirilmiştir (Şekil 2). *C. gibelio*'da meydana gelen renk değişimleri incelendiğinde depolama sonunda örneklerin daha az parlak ve yeşile yakın olduğu görülmüştür. Toplam renk değişimi açısından ise



Şekil 2. Renk cihazı ile alınan L, a, b ve  $\Delta E$  değerlerinin zamana göre değişimi

örneklerin depolamanın 2. gününde 4.73 ve 13. gününde ise 3.63 değerini aldığı gözlenmiştir (Şekil 2). Depolama süresince toplam renk değişimlerinin önemli derecede ( $p<0.05$ ) farklılık gösterdiği gözlenmiştir.

Toplamda 13 günlük depolama süresince *C. gibelio*'da meydana gelen renk değişimleri değerlerinin korelasyon katsayıları Çizelge 3'de belirtilmiştir. Depolama zamanı ile renk değişim parametreleri arasında bulunan en yüksek korelasyon 0.73 ile a değeri ve en düşük korelasyon -0.04 ile R değeri olarak rapor edilmiştir. Ancak regresyon katsayıları incelendiğinde ise a değerinin  $R^2=0.69$  ve R değerinin ise  $R^2=0.40$  olduğu görülmektedir (Şekil 1 ve 2). Bu kapsamda *C. gibelio*'da kalite değişimlerinin belirlenmesinde renk ölçümü için yalnızca a veya R değerinin kullanılmasının uygun olmadığı düşünülmektedir. Buna karşılık olarak toplam renk değişimlerinin depolama zamanı ile olan korelasyonlarının  $\Delta E$  ve  $\Delta RGB$  için sırasıyla 0.53 ve 0.38 olduğu ve regresyon katsayılarının ise 0.35 ve 0.43 olduğu rapor edilmiştir. Bu kapsamda korelasyon ve regresyon katsayıları birbirlerini desteklediği için toplam renk değişimlerinin *C. gibelio*'da meydana gelen kalite değişimlerinin belirlenmesinde birlikte kullanılabilceği kanaatine varılmıştır. Yapılan bir çalışmada Atlantik salmonunun deri ve filetolarında meydana gelen renk değişimlerinin muamele stresi, rigor mortis ve buzda depolama kaynakları olarak etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Araştırmacılar belirtilen perimortem etkilerin deri ve filetolarında önemli derecede etkili olduğunu bildirmişler ve bununla birlikte renk değişimlerinin depolama süresince önemli değişimlerinden kaynaklı olarak bu parametrenin kalite belirlenmesinde kullanılabilceğini ifade etmişlerdir (Erikson ve Misimi, 2008).

Ünal Şengör vd. (2018) yapmış oldukları çalışmada çipura (*Sparus aurata*)'da soğuk depolama ( $3.7\pm 0.6^\circ\text{C}$ ) (Kontrol, sadece buz ve buz ve kâğıt koruması ile depolama) sırasında meydana gelen renk değişimlerini incelemişlerdir.

Çizelge 3. *C. gibelio*'da meydana gelen renk değişimleri değerlerinin korelasyon katsayıları

	L	a	b	R	G	B	$\Delta E$	$\Delta RGB$	Depolama zamanı (gün)
L	1								
a	-0.48	1							
b	0.42	-0.65	1						
R	0.51	0.09	0.22	1					
G	0.62	-0.11	0.32	0.97	1				
B	0.62	-0.16	0.30	0.95	0.99	1			
$\Delta E$	0.11	0.69	-0.12	0.45	0.28	0.21	1		
$\Delta RGB$	0.12	0.26	-0.39	0.32	0.30	0.28	0.25	1	
Depolama zamanı (gün)	-0.56	0.73	-0.60	0.04	-0.11	-0.12	0.53	0.38	1

#### KAYNAKLAR

Abelti AL (2013) Microbiological and Chemical Changes of Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus* L.) Fillet during Ice Storage: Effect of Age and Sex. Advance Journal of Food Science and Technology 5(10): 1260-65.

Araştırmacılar çipuralarda deri ölçümlerinden elde edilen başlangıç L, a ve b değerlerini sırasıyla  $74.73\pm 3.37$ ;  $-0.53\pm 0.24$  ve  $2.08\pm 0.71$  olarak bildirmişlerdir. *C. gibelio* ile yapılan bu çalışma ile karşılaştırıldığında çipura balıklarının L ve b değerlerinin daha yüksek a değerinin ise daha düşük olduğu gözlenmiştir. Depolama sonunda ise araştırmacılar kontrol (9 gün), sadece buz (18 gün) ve buz ve kâğıt koruması (18 gün) ile depolanan çipura balıklarının L, a ve b değerlerinin başlangıç değerlerine göre daha düşük olduğunu bildirmişlerdir. Yapılan diğer bir çalışmada soğuk şartlar altında depolanan çipura ve levrek balıklarının elektronik burun ve bilgisayarlı resim analizi kullanarak kalite takibi yapılması amaçlanmıştır. Toplamda 9 günlük depolama sonunda çipura ve levrek balıklarının L ve a değerlerinin önemli derecede değişmediği ( $p>0.05$ ) ancak b değerlerinin depolama sonunda depolamanın başlangıcına göre önemli oranda ( $p<0.05$ ) artış gösterdiğini bildirmişlerdir (Erdem ve Çaklı, 2018). Bu kapsamda *C. gibelio* ile elde edilen sonuçlar literatür ile benzerlik göstermekle birlikte balık türü ve av/hasat çeşidinin farklı olmasından kaynaklı olarak L, a ve b değerlerinin de farklı olduğu düşünülmektedir.

#### SONUÇ

Sonuç olarak, *C. gibelio*'da depolama süresince meydana gelen kalite değişimlerinin renk ile bağlantılı olduğu, duyu analizlerde kullanılan renk parametresinin depolama zamanı ile yüksek bir korelasyona ( $r=-0.95$ ) sahip olduğu ve görüntü işleme veya renk cihazları ile belirlenen renk değişimlerinin ise *C. gibelio*'nun depolama zamanının belirlenmesinde etkili bir şekilde kullanılabilceği kanaatine varılmıştır.

#### TEŞEKKÜR

Çalışma süresince duyu analizlerde yardımlarını ve tecrübelerini esirgemeyen Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi personeline teşekkürlerimizi sunarız.

Brosnan T, Sun DW (2004) Improving quality inspection of food products by computer vision—a review Journal of Food Engineering 61(1): 3-16.

Chen YR, Chao K, Kim MS (2002) Machine vision technology for agricultural applications. Computers and Electronics in Agriculture 36(2-3): 173-191.

- Diler A, Genç İY (2018) A practical quality index method (QIM) developed for aquacultured rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) International Journal of Food Properties 21(1), 857-66.
- Du CJ, Sun DW (2004) Recent developments in the applications of image processing techniques for food quality evaluation. Trends in Food Science and Technology 15(5): 230-249.
- Erdem ÖA, Çaklı Ş (2018) Soğuk Muhafaza Şartlarında Depolanan Kültür Çipura (*Sparus aurata*) ve Levrek (*Dicentrarchus labrax*) Balıklarında Elektronik Burun ve Bilgisayarlı Resim Analizi Kullanılarak Kalite Takibi. Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 15(2): 51-58.
- Erikson U, Misimi E (2008) Atlantic salmon skin and fillet color changes effected by perimortem handling stress, rigor mortis, and ice storage. Journal of Food Science 73(2): 50-9.
- Esteves E (2011) Statistical analysis in food science. R.M. Cruz (Ed.), Practical Food and Research, Nova Science Publishers Inc., NY, USA. 409-451.
- Genç İY, Esteves E, Anibal J, Diler A (2013) Effects of chilled storage on quality of vacuum packed meagre fillets Journal of Food Engineering 115(4): 486-94.
- Ikasari D, Suryaningrum TD (2015) Quality changes of pangasius fillets during ice storage. Squalen Bulletin of Marine and Fisheries Postharvest and Biotechnology, 10(3), 109-120.
- Sant'Ana LS, Soares S, Vaz-Pires P (2011) Development of a quality index method (QIM) sensory scheme and study of shelf-life of ice-stored blackspot seabream (*Pagellus bogaraveo*). LWT-Food Science and Technology 44(10): 2253-2259.
- Schröder U (2008) Challenges in the traceability of seafood. Journal fur Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit 3(1): 45-48.
- Sreelakshmi KR, Rehana R, Renjith RK, Sarika K, Greeshma SS, Minimol VA, Ashokkumar K. Ninan G (2019) Quality and Shelf Life Assessment of Puffer Fish (*Lagocephalus guentheri*) Fillets during Chilled Storage Journal of Aquatic Food Product Technology 28(1): 25-37.
- TÜİK (2019) Türkiye İstatistik Kurumu, Su ürünleri istatistikleri. Erişim tarihi 21.02.2019.
- Ünal Şengör GF, Balaban MO, Topaloğlu B, Ayvaz Z, Ceylan Z, Doğruyol, H (2018) Color assessment by different techniques of gilthead seabream (*Sparus aurata*) during cold storage Food Science and Technology in press.
- Valfré F, Caprino F, Turchini GM (2003) The health benefit of seafood. Veterinary Research Communications 27: 507-12.
- Wang J, Tang J, Rasco B, Sablani SS, Ovissipour M, Qu Z (2018) Kinetics of Quality Changes of Shrimp (*Litopenaeus setiferus*) During Pasteurization. Food Bioprocess Technology 11(5): 1027-38.
- Yeşilayer N, Erdem M, Aral O, Karslı Z (2008) Karotenoid içeren yemlerle beslenen Gökkuşluğu Alabalıklarında (*Oncorhynchus mykiss*) Renk Geri Dönüşümünün Enstrümental (Fiziksel) ve Renk Kartı Yöntemi ile incelenmesi. Journal of FisheriesSciences.com 2(3): 560-69.