

# Renk Ölçüm Cihazı ile Bilgisayarlı Görü Sistemleri ile Yapılan Renk Ölçümlerinin Karşılaştırılması

ÖMER CENGİZ

Fırat Üniversitesi Lisans Öğrencisi

[16260056@firat.edu.tr](mailto:16260056@firat.edu.tr)

Türkiye, Elâzığ

**Özet—** Bu yazıda , renk ölçüm cihazları ve bilgisayarlı görü sistemleri ile gıdalar üzerinde yapılan renk ölçüm değerlerinden karşılaştırılmasını hedefledim. Ele aldığımız bilgisayarlı görü sistemi dijital kamera, aydınlatma ve gerçekçi bir görüntü elde etmek için kapalı bir ortam, görüntüden gelen verileri işleyen bir yazılımdan oluşmaktadır. Burada CIELab sistemi ile çalışıldı bunun sebebi ise bir görüntüden güvenilir veri edebilmek için diğer renk uzaylarında daha çok parametreye sahip olmasıdır. Burada yapılan karşılaştırma çiğ et ve ekmeğ üzerinden yapıldı. Bu karşılaştırmada kullanılan veriler renk ölçer ve bilgisayarlı görü sistemleri üzerinden elde edildi. Bu yazıda ise bu iki sistem üzerinden  $L^*$ ,  $a^*$  ve  $b^*$  değerleri kullanılarak karşılaştırma yapıldı.

**Anahtar Kelimeler:** Renk Hesaplama, Bilgisayarlı Görü Sistemi, Görüntü İşleme, Renk Ölçer Cihazı (CVS), CIELab Renk Uzayı

## 1. GİRİŞ

Daha önce de bahsettiğim gibi bir gıdada ki renk parametresi o gıda için yenilebilirlik, lezzetlilik, satılabilirlik gibi bir çok özelliği için bilgi veren ilk parametredir. Renk kavramı bir gıda için bu kadar önemli olması doğal olarak bu alandaki akademik çalışmaları, renk ölçme tekniklerini renk uzaylarını oldukça geliştirdi. Bu kadar çok renk ölçme tekniği olması bir gıda için yada bir tekstil ürünü için

renk ölçüm değerlerini doğru bir şekilde elde etmek için doğru bir renk ölçüm tekniğini uygulamak gerekir. Bu bilgilendirmede ise bu kıyaslamayı ve tercihi doğru bir şekilde yapmamızı hedeflemekteyim.

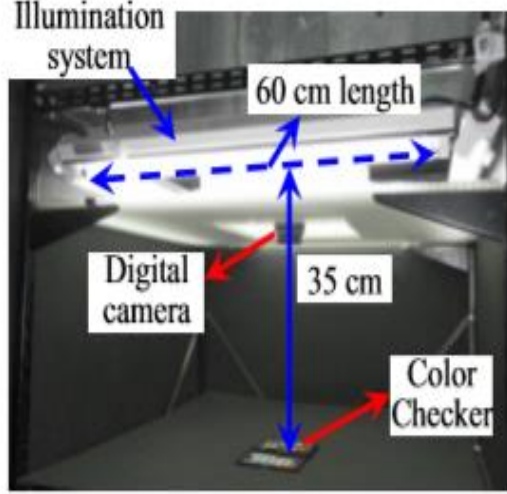
Alışılmış renk ölçüm cihazları kullanılması kolay olmasına rağmen ölçüm alanı oldukça küçüktür, ayrıca gıda ile temas edilmesi yoğun bir şekilde yaşanır, gıda ile bir insanın teması gıda sektöründe istenmez. Kullanışlı olması ise oldukça pahalı olmasına sebep olur. Dijital görüntülerin gıda analizi için bilgisayarlı görü sistemleriyle işlenmesi ise son yıllarda artmıştır. Özellikle CIELab görüntü uzayı ile çalışan bilgisayarlı görü sistemleri bir çok sektörde kullanılmaktadır. Bilgisayarlı görü sistemleri ile gıda renk ölçümü için çalışmak alışılmış renk ölçüm cihazlarından daha avantajlıdır. Bunun sebepleri ise gıdaya temas gerektirmez, maliyet açısından daha ucuz olmasıdır.

## 2. RENK ÖLÇÜM TEKNİKLERİ

### 2.1. Bilgisayarlı Görü Sistemi

Bilgisayarlı Görü Sistemi bir görüntü alma odası, aydınlatma sistemi, bir dijital kameradan oluşmaktadır. Görüntü alma odası içeride ışık yansımalarını azaltmak için genellikle ahşaptan ve siyaha boyanmış olur. Aydınlatma şiddetine göre belirli uzunlukta genellikle dört adet floresan tüpten oluşur ve görüntü alma odasında üstte yer alır. Son olarak ise görüntü almak için dijital kamera görüntü alma odasının üst kısmına monte edilmiş olur. Burada dijital kameranın görüntü alma özellikleri önemlidir bunu sebebi ise ne kadar

çok yüksek çözünürlüklü bir dijital görüntü üzerinde çalışılırsa o kadar iyi ve güvenilir bir sonuç alınır. Aşağıdaki şekilde bir bilgisayarlı görü sistemi örneği verilmiştir.



Şekil 1. Bilgisayarlı Görü Sistemi Örneği

## 1.2. Görüntü İşleme

Görüntü işleme tekniği Bilgisayarlı Görü Sistemleri ile renk analizi yapmak için oldukça önemlidir. Daha önce bahsettiğim gibi bir dijital görüntü aslında matrislerden oluşur. Bu sebepten dolayı genelde renk analizi için kullanılan görüntü işleme teknikleri matlab platformu üzerinden yapılır çünkü matlab matris tabanlı bir programlama dilidir. Bundan dolayı matris işlemlerini yapmak, bu verileri analiz etmek hatta CIELab'tan RGB uzayına, RGB'den CIELab uzayına dönüşüm yapmak oldukça basitleşir. MATLAB'ın yanı sıra OPENCV gibi bir çok görüntü işleme algoritmalarını çalıştırabileceğimiz platformlar vardır fakat MATLAB kadar performanslı olmazlar. Görüntü işleme adına yazılımsal olarak bahsettiğimiz çözümlere değindikten sonra donanımsal olarak bahsetmemiz gerekenlere değinmek mantıklı olacaktır. Burada görüntü işleme performansına ve doğru sonuçlara gitmek için en önemli etki eden donanım elemanı sistemde kullanılacak dijital kameradır. Aşağıda iyi bir kameranın parametreleri ve bu parametrelerin değerleri verilmiştir.

	Digital camera	
	NIKON D3100	Samsung ST60
Mode	Manual	Program, Macro on
Maximum image size	4608 × 3072	4000 × 3000
Image size used in the experiments	2304 × 1536	2048 × 1536
ISO sensitivity	100	100
Flash	Off	Off
Diaphragm aperture	f/5.6	Automatic
Exposure time	1/8	Automatic
Focus	Automatic	Automatic
White balance	Daylight	White fluorescent lighting
Zoom	Manual	Manual
Image format	jpeg	jpeg

Şekil 2. NIKON D3100 Kamera Parametre Değerleri

## 3. RENK UZAYI DÖNÜŞÜMÜ (RGB-CIELab)

Basit bir şekilde RGB renk uzayından CIELab renk uzayına dönüşümden bahsedecek olursak burada temel renkleri yani kırmızı, mavi ve yeşil renklerden CIELab uzayındaki L\*, a\* ve b\* parametrelerine ulaşmak hedeflenmektedir. Aşağıdaki işlem adımları sırasıyla basit bir şekilde işletelim.

1. Görüntüye göre n bitlik bir renkli görüntü olsun burada RGBs görüntünün kırmızı, mavi, yeşil (temel renkleri) renk değerlerini temsil etsin.

$$RGB_s = \frac{RGB_o}{2^n}$$

2. Görüntüde ki renk değerleri g fonksiyonuna girerek XYZ değerine dönüştürülür.

$$XYZ = \begin{pmatrix} 0.4124 & 0.3575 & 0.1804 \\ 0.2126 & 0.7151 & 0.0721 \\ 0.0193 & 0.1191 & 0.9504 \end{pmatrix} g(RGB_S)$$

$$g(x) = 100 \begin{cases} \left( \frac{x+0.055}{1.055} \right)^{2.4}, & x > 0.04045 \\ \frac{x}{12.92}, & x \leq 0.04045 \end{cases}$$

3. XYZ değerlerini h fonksiyonu kullanarak  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  değerlerini elde edilmesi.

$$\begin{cases} L^* = 116h\left(\frac{Y}{Y_R}\right) - 16 \\ a^* = 500\left(h\left(\frac{X}{X_R}\right) - h\left(\frac{Y}{Y_R}\right)\right) \\ b^* = 200\left(h\left(\frac{Y}{Y_R}\right) - h\left(\frac{Z}{Z_R}\right)\right) \end{cases}$$

$$h(x) = \begin{cases} x^{\frac{1}{3}}, & x > \left(\frac{6}{29}\right)^3 \\ \frac{1}{3}\left(\frac{29}{6}\right)^2 x + \frac{4}{29}, & x \leq \left(\frac{6}{29}\right)^3 \end{cases}$$

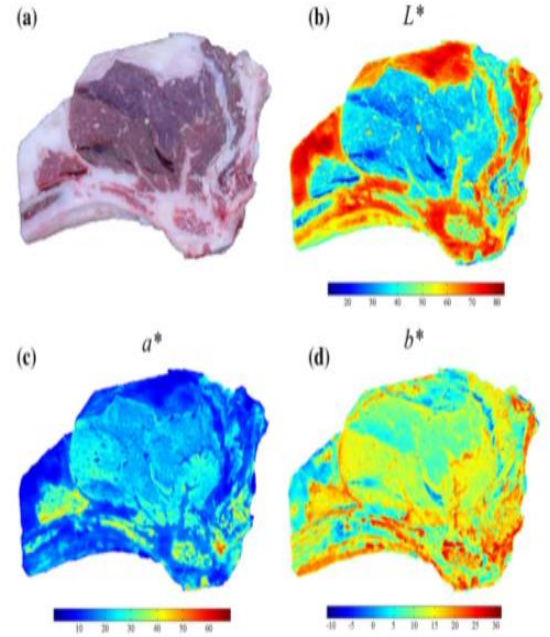
$X_R$ ,  $Y_R$ ,  $Z_R$  aydınlatıcı parametreleridir. Beyaz trikomatik değerleri  $X_R = 0.3127$ ,  $Y_R = 0.3290$  ve parlaklık değeri  $Y_R = 100$  seçilmiş olsun.  $Z_R$ 'nin hesabı ise  $Z_R = 1 - X_R - Y_R$  ile yapılır. Buna göre denklemi inceleyelim.

$$\begin{cases} X_R = \frac{x_R}{y_R} Y_R \\ Z_R = \frac{z_R}{y_R} Y_R \end{cases}$$

$$|\Delta c^*| = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m |c_{Exp,i}^* - c_{Pred,i}^*|$$

$$\Delta E = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \sqrt{(L_{Exp,i}^* - L_{Pred,i}^*)^2 + (a_{Exp,i}^* - a_{Pred,i}^*)^2 + (b_{Exp,i}^* - b_{Pred,i}^*)^2}$$

Şimdi ise bu denklemler ile oluşturulan algoritmaların donanımla entegresinden daha önce bilgisayarlı görü sistemi tarafından ölçülmüş CIELab renk uzayı parametre değerlerini görüyorsunuz.

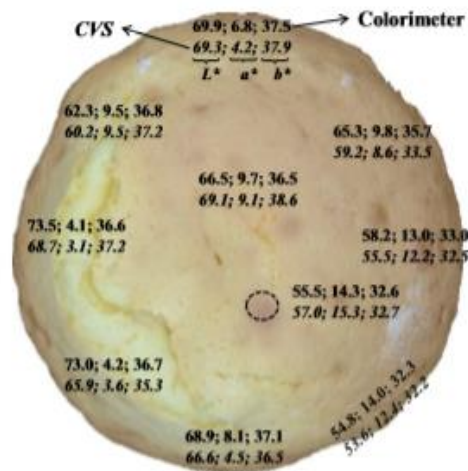


#### 4.BİLGİSAYARLI GÖRÜ SİSTEMİNİN KALİBRASYONU

Anlatıldığı gibi Bilgisayarlı Görü Sisteminde CIELab uzayının kullanılması büyük alternatifler sağlıyor. Bu alternatifleri sağlamanın en büyük sebebi CIELab Uzayının bir çok parametre ile çalışması bu kadar fazla parametre olması bizim çok daha detay ayarları yapmamızı sağlıyor. Bunun yanı sıra gerçekçi rakamlara ulaşmamızı oldukça fazla destekliyor. Bunun la birlikte bu kalibrasyonu sağlamak için oldukça fazla örnek üzerinde çalışmak ortalama değerlerle çalışmak çok daha faydalı olacaktır. Kalibrasyona yazılımın etkisi olduğu kadar donanımında etkisi oldukça fazladır. Doğru ve güvenilir bir veriye ulaşabilmek için Bilgisayarlı Görü Sistemlerinin en büyük

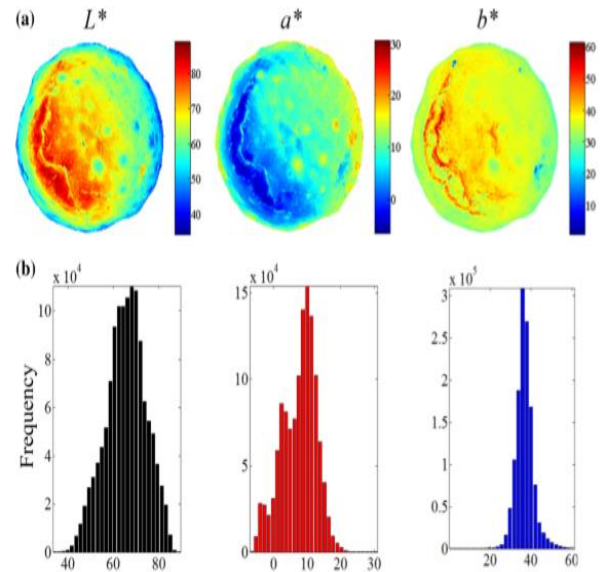
CVS			Colorimeter
$L^*$ : 59.15 $a^*$ : 11.87 $b^*$ : 8.16			$L^*$ : 49.27 $a^*$ : 3.04 $b^*$ : 5.72
$L^*$ : 52.35 $a^*$ : -13.91 $b^*$ : 30.18			$L^*$ : 44.16 $a^*$ : -18.86 $b^*$ : 34.15
$L^*$ : 34.60 $a^*$ : 20.90 $b^*$ : 10.87			$L^*$ : 34.51 $a^*$ : 22.01 $b^*$ : 11.74
$L^*$ : 55.06 $a^*$ : 30.56 $b^*$ : 42.28			$L^*$ : 54.16 $a^*$ : 32.82 $b^*$ : 47.69
$L^*$ : 71.40 $a^*$ : 11.34 $b^*$ : 17.38			$L^*$ : 62.24 $a^*$ : 17.14 $b^*$ : 18.77

ihtiyacı yüksek çözünürlüklü dijital verilerdir. Bu verileri elde edecek ise kuşkusuz iyi bir dijital kameradır. Burada anlatmak istediğim ne kadar iyi bir donanımınız varsa ve bu donanıma ne kadar çok iyi entegre edilmiş bir yazılımı sahipsenez o kadar çok iyi ve güvenilir bir kalibrasyona ulaşacaksınız demektir. Aşağıda daha önce Bilgisayarlı Görü Sistemi ile çiğ et ve ekmekten elde edilmiş  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  parametreleri vardır.



Bilgisayarlı Görü Sistemi (CVS) ile renk ölçüm cihazından (Colorimeter) ekmek ve

çeşitli gıda ürünleri üzerinden elde edilmiş  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  değerlerini görüyoruz.



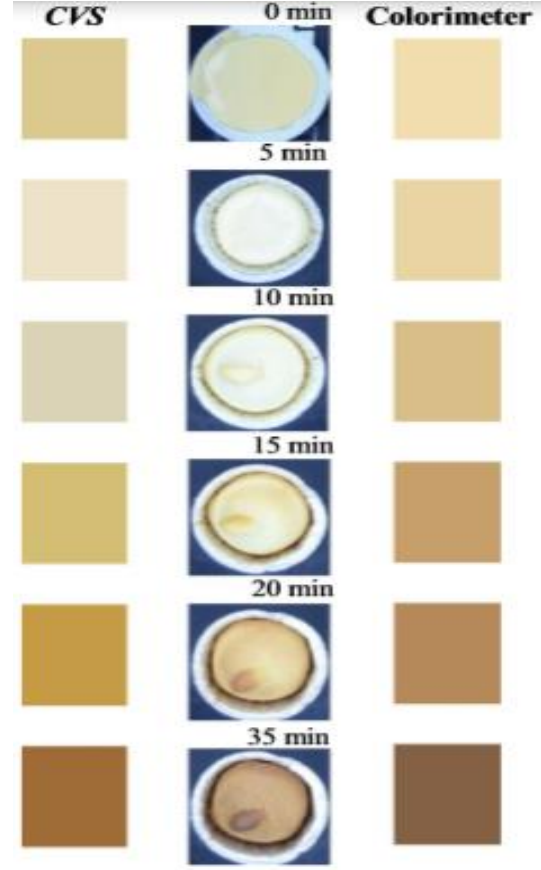
Bu alınan renk değerleri daha önce Sandro M. Goñi ve Viviana O. Salvadori tarafından geliştirilmiş bir Bilgisayarlı Görü Sistemi ve geliştirilmiş bir renk ölçer tarafından yapılmıştır. Kaynakçada detaylı bilgi mevcuttur. Bu çalışmada sadece örnek teşkil etmesi için kullanılmıştır.



## 5.Bilgisayarlı Görü Sistemi ile Renk Ölçerlerin Karşılaştırılması

Bu bölümde Bilgisayarlı Görü Sistemleri ve Renk Ölçerlerin ortaya koyduğu değerler üzerinden ve çalışma mantıklarında bahsederek kabaca bir karşılaştırmaya gideceğim. Yukarıda gördüğümüz  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  değerleri Bilgisayarlı Görü Sistemi ve Renk ölçerlerden elde edilmiştir. Gördüğümüz gibi değerler bir birine yakındır. Bunun en büyük sebebi ise Bilgisayarlı Görü Sisteminin yazılımı müdahale edilecek bir çok parametre taşıması aynı zamanda bir çok entegre edilmesi kolay donanım barındırmasından kaynaklanmaktadır. Burada demek istediğim ölçümün yapılacağı ürüne göre değişim özelliği göstermesidir. En büyük sebeplerden biride CIELab uzayının kullanılmasıdır fakat her daim bu kadar iyi bahsedemeyiz çünkü ölçümlere göre donanım eksikliği yaşanabilir. Renk ölçer cihazlarından bahsedecek olursak çok kullanışlı olması göze çarpan ilk avantajlarındandır fakat bu gibi küçük sistemlere hem yazılımsal olarak hemde donanımsal müdahale etmek oldukça zordur.

Kısaca bahsetmek gerekirse Bilgisayarlı Görü Sistemlerinin müdahale edilebilir olması oldukça önemlidir. Her ürüne göre kendini güncelleyebilir. Pratik bir şekilde kullanılabilir olmaması renk ölçer cihazları karşısında dejavantaj sahibi olmasına sebep olur. Aşağıdaki görüntüde gerçek dijital görüntü referans alınarak Bilgisayarlı Görü Sistemi ile Renk Ölçüm Cihazı' nın karşılaştırılması hedeflenmiştir.



### REFERANSLAR

[1]. Yalçın YEŞİL, MELANJ ELYAF KARIŞIMLARINDA RENK DEĞERLERİNİN YENİ BİR ALGORİTMA GELİŞTİRİLEREK TAHMİN EDİLMESİ

[2]. Goñi, S.M., Salvadori, V.O. Color measurement: comparison of colorimeter vs. computer vision system. *Food Measure* 11, 538–547 (2017)

[3]. C.J. Du, D.-W. Sun Learning techniques used in computer vision for food quality evaluation: a review *Journal of Food Engineering*, 72 (1) (2006)

[4]. Gary Moynihan, *Colorimetry and Image Processing*