



# Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi

*Araştırma Makalesi*

## Renkli Görüntüler İçin Tek Boyutlu Histogram

Mahmut KILIÇASLAN <sup>a,\*</sup>, Ufuk TANYERİ <sup>a</sup>, Recep DEMİRCİ <sup>b</sup>

<sup>a</sup> Bilgisayar Teknolojileri Bölümü, Nallıhan Meslek Yüksekokulu, Ankara Üniversitesi, Ankara, TÜRKİYE

<sup>b</sup> Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, Teknoloji Fakültesi, Gazi Üniversitesi, Ankara, TÜRKİYE

\* Sorumlu yazarın e-posta adresi: m.kilicaslan@ankara.edu.tr

### ÖZET

Histogram sayısal görüntülerdeki piksellerin dağılımını gösteren önemli bir bilgi temsil yöntemidir. Gri seviyeli görüntülerde tek boyutlu dizi işlenirken, renkli görüntülerde üç boyutlu dizinin analizinin yapılması gereklidir. Dolayısıyla renkli görüntülerde histogram işleminin hesapsal maliyeti yüksektir. Her kanaldan alınan tek boyutlu histogram bilgisinin birleştirilmesi ise ayrıca bir problemdir. Bu çalışmada renkli görüntülerde Kırmızı-Yeşil-Mavi (KYM) renk uzayı kullanılarak tek boyutlu histogram üreten yeni bir teknik geliştirilmiştir. Önerilen yaklaşımda, öncelikle her kanal için Otsu ve Kapur eşikleme yöntemleri kullanılarak eşikler elde edilmiş, akabinde renk uzayı söz konusu eşikler yardımıyla 8 adet prizmaya bölünmüştür. Oluşturulan prizma içerisinde kalan pikseller aynı sınıfa atanarak kümeleme yapılmıştır. İlave olarak aynı sınıfa dâhil olan piksellerin ortalama değeri kullanılarak renk indirgemesi yapılmıştır. Böylece elde edilen görüntülerdeki bilgi kaybı tepe sinyal gürültü oranı (Peak Signal Noise Ratio: PSNR) ölçütü ile değerlendirilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** KYM Renk Uzayı, Histogram, Eşikleme, Renk İndirgeme

## One-Dimensional Histogram for Color Images

### ABSTRACT

Histogram is an important information representation method which shows the distribution of the pixels in digital images. In this context, one-dimensional array is processed in gray level images whereas it is necessary to analyze three-dimensional array in color images. Therefore, the computational cost of histogram processing in color images is high. Combining the one-dimensional histogram information from each channel is also a problem. In this study, a new technique was developed to produce a one-dimensional histogram by using the Red-Green-Blue (RGB) color space for color images. In the proposed approach, thresholds are first obtained for each channel using Otsu and Kapur thresholding methods, and then the color space is divided into 8 prisms by means of the thresholds. The remaining pixels in the generated prism are clustered by assigning into the same class. In addition, the color reduction is done by using the average value of the pixels included in the same class. The loss of information in the images reduced is evaluated by the Peak Signal Noise Ratio (PSNR) criterion.

**Keywords:** RGB Color Space, Histogram, Thresholding, Color Reduction

## I. GİRİŞ

Günümüzdeki teknolojik gelişmelere paralel olarak görüntü işleme süreçleri birçok yerde kullanılmaktadır. Söz konusu işlemler görüntü iyileştirme, filtreleme, bölütleme, sorgu görüntüler ile görsel eşleştirme gibi uygulamaları içermektedir. Yapılan işlemler, temelde görüntülerden çıkarılacak anlamlı bilginin işlenmesi esasına dayanmaktadır. Bu kapsamda sıklıkla kullanılan histogram ise görüntülerin renk dağılım bilgisini temsil eden özellik olup, görüntü iyileştirme, bölütleme, sınıflandırma gibi birçok aşamasında kullanılmaktadır. Ayrıca farklı boyutlara sahip görüntülerin benzerlik karşılaştırılmasında çok bilinen ortalama kareler hatası (Mean Square Error: MSE) ve PSNR kullanılmamaktadır [1]. Bununla birlikte farklı çözünürlükteki görüntülerden aynı boyutlu özellik vektörleri tek boyutlu histogramlar ile elde edilmekte ve benzerlik ölçümleri vektör operatörleri ile yapılmaktadır.

Sayısal görüntülerin elde edilmesinde kullanılan cihazlar çıktılarını gri seviyeli ya da renkli olarak kaydetmektedir. Ancak çıktı görüntüler renkli olduklarında, KYM renk modelinde  $2^{24}$  renk bilgisi işlenmekte ve geliştirilecek tekniklerin hesapsal karmaşıklığı artmaktadır. Dolayısıyla söz konusu renk uzayında görüntü işleme algoritmalarının hızlandırılması amacıyla renk indirgeme yaklaşımlarına ihtiyaç duyulmaktadır. Renk indirgeme süreci birbirine yakın renklerin aynı grup altında toplanması olarak tanımlanabilir[2]. Bu amaçla renk uzayını değiştirmek farklı bir yaklaşım olsa da yüksek performanslı bir çözüme henüz ulaşılamamıştır [3-5]. K-ortamalar, Median Cut, Octree algoritmaları günümüze kadar kullanılan en yaygın yaklaşımlardır. Diğer taraftan K-ortalamar yaklaşımının kullanıcı bağımlı ve iteratif olması, renk indirgemedeki kullanılmasını dezavantajlı bir hale getirmektedir[6]. 1982 yılında Hebert tarafından önerilen Median cut algoritması renk gruplarının ortancasını esas almıştır ve söz konusu teknik Kruger (1994) tarafından JFIF isimli bir veri tabanında test edilmiştir[7-8]. Diğer taraftan hiyerarşik bir kümeleme yöntemi olan Octree algoritması ağaç veri yapısını temel almaktadır ve performansı düşük kalmıştır [9]. Sonuçta her üç yöntemin kullanıcı bağımlı, iteratif ve performanslarının düşük olması çözülmesi gereken problem olarak kalmıştır.

Renkli histogram ve renk indirgeme görüntü işlemenin birçok alanında sıklıkla kullanılmaktadır [10-13]. Lu-yu ve Chun-yan (2017) çalışmalarında öncelikle her bir kanalın histogramını k-ortalamar tekniği ile sınıflara ayırmışlar ve akabinde KYM uzayında 9 alt blok elde etmişlerdir. Böylece elde ettikleri renk indirgeme algoritması yardımıyla görüntü erişimi yapmışlardır [10]. Bazı çalışmalarda ise renk ve doku özellikleri HSV (Hue, Saturation, Value) renk uzayına aktarılmıştır. Örneğin Shrivastava ve Tyagi (2015) KYM den HSV uzayına dönüşüm yaparak  $9 \times 3 \times 3$  tane alt küme oluşturmuşlardır. Geliştirdikleri yöntem ve indirgedikleri görüntülerin histogramları ile indeksleme yapmışlardır [11]. Benzer şekilde Varish vd. de (2017) KYM de histogram işleminin hesapsal karmaşıklığının yüksek olmasından dolayı renk uzayı dönüşümü yapmayı tercih etmişlerdir. İndirgeme işleminden sonra histogramın standart sapması, çarpıklık ve basıklık bilgilerini kullanarak doku özelliklerini çıkarmışlardır [12]. Söz konusu araştırmalara ilave olarak, görüntü üzerindeki blokların minimum ve maksimum değerleri yardımıyla renk indirgemesi ve indeksleme yapan çalışmalar da mevcuttur[13]. Yukarıda bahsi geçen yöntemlerin ortak özelliği hepsinin renkli histograma ihtiyaç duymalarıdır. Diğer taraftan renkli görsellerde dağılım, üç boyutlu bir matrisin çözümlenmesini gerektirdiğinden algoritmanın hesapsal karmaşıklığı yüksektir. Ayrıca her kanaldan alınan histogram bilgisinin birleştirilmesi de ayrı bir problemdir.

Bu çalışmada renkli görüntülerin sınıflandırmasını temel alan yeni bir renk indirgeme algoritması önerilmiştir. Öncelikle Otsu [14] ve Kapur [15] eşikleme yöntemleri ile her bir kanala ait eşikler

bulunmuş ve müteakiben KYM uzayı 8 adet prizmaya bölünmüştür. Her bir prizma ya da alt küp içerisinde kalan pikseller aynı sınıfa atanmıştır. Aynı küp içerisinde kalan piksellerin ortalamaları ise renk indirgemede ya da indirgenmiş görüntülerde kullanılmıştır. Ayrıca her bir prizmaya bir indis atanarak ilgili prizma içerisindeki piksel sayıları yardımıyla tek boyutlu histogram oluşturulmuştur.

## II. EŞİKLEME YÖNTEMLERİ

Eşikleme işlemi genelde görüntüdeki nesnelere ve arka planı ayırmak için kullanılan bir yaklaşımdır. Yaygın olarak kullanılan histogram tabanlı eşikleme teknikleri Otsu ve Kapur algoritmalarıdır [14, 15]. Otsu yönteminde sınıflar arası varyansı maksimum yapan değerler dikkate alınır iken, Kapur tekniğinde her bir sınıfa ait yerel entropiler toplamını maksimum yapan değer,  $t$  eşik olarak atanmaktadır. Kapur tarafından önerilen amaç fonksiyonu

$$J(t) = H_0 + H_1 \quad (1)$$

şeklinde tanımlanmıştır. Eşit. 1'de verilen  $H_0$  ve  $H_1$  değişkenleri, histogramın entropilerini temsil etmekte olup açık ifadeleri

$$H_0 = -\sum_{i=0}^{t-1} \frac{p_i}{\omega_0} \ln \frac{p_i}{\omega_0}, \quad \omega_0 = \sum_{i=0}^{t-1} p_i \quad (2)$$

$$H_1 = -\sum_{i=t}^{L-1} \frac{p_i}{\omega_1} \ln \frac{p_i}{\omega_1}, \quad \omega_1 = \sum_{i=t}^{L-1} p_i \quad (3)$$

$$p_i = \frac{n_i}{M \times N} \quad (4)$$

dir. Burada  $n_i$ ,  $i$ . seviyedeki piksel sayısını ve  $M \times N$  ise görüntünün toplam piksel sayısını temsil etmektedir.  $p_i$  ise herhangi bir pikselin  $i$ . seviyede bulunma olasılığıdır.  $L$  ise 255 olup, maksimum gri seviye değerini ifade etmektedir. Diğer taraftan Otsu yaklaşımının amaç fonksiyonu

$$J(t) = \sigma_0 + \sigma_1 \quad (5)$$

şeklinde tanımlanmıştır. İlgili eşitlikte verilen  $\sigma_0$  ve  $\sigma_1$  parametreleri sınıflar arası varyansı temsil etmekte olup;

$$\sigma_0 = \omega_0 (\mu_0 - \mu_T)^2 \text{ ve } \sigma_1 = \omega_1 (\mu_1 - \mu_T)^2 \quad (6)$$

şeklinde ifade edilir. Kümelerin istatistik bilgileri ise

$$\omega_0 = \sum_{i=0}^{t-1} p_i, \quad \mu_0 = \sum_{i=0}^{t-1} \frac{ip_i}{\omega_0}, \quad (7)$$

$$\omega_1 = \sum_{i=t}^{L-1} p_i, \quad \mu_1 = \sum_{i=t}^{L-1} \frac{ip_i}{\omega_1}$$

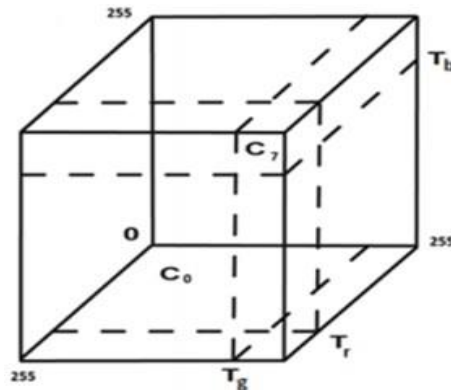
dir. Görüntünün gri seviye ortalaması,  $\mu_T$

$$\mu_T = \sum_{i=0}^{L-1} ip_i \quad (8)$$

olarak hesaplanır. Her iki yöntemde gri seviyeli görüntülerde başarılı sonuçlar vermekte ve yaygın olarak kullanılmaktadır [16-19].

### III. RENK UZAYI VE TEK BOYUTLU HİSTOGRAM

Önerilen yöntemde öncelikle, sayısal görüntünün her bir kanalına ait histogram oluşturulmuştur. Akabinde Otsu ve Kapur algoritmaları kullanılarak eşikler hesaplanmıştır. Elde edilen eşik değerleri Şekil 1 de gösterildiği gibi KYM renk uzayına aktarılarak kesitler oluşturulmuştur. Böylece renk uzayı 8 adet prizmaya veya başka bir deyişle alt sınıflara bölünmüştür. İki boyutlu uzaydaki her bir piksel veya piksel kümesi renk uzayında bir noktaya karşılık geleceğinden, sayısal görüntüdeki her bir piksel her hangi kümeye atanmış olacaktır. Her bir sınıfa atanan etiket bilgileri ve tasnif kuralları Tablo 1 de verilmiştir [20]. İlave olarak aynı sınıfa atanan piksellerin piksel sayıları ve ortalama değerleri kullanılarak renk indirgemesi yapılmıştır. Böylece herhangi bir renkli görüntünün maksimum 8 renkle temsil edilebileceği gösterilmiştir. Diğer taraftan renk indirgemede bilgi kaybı kaçınılmaz olduğundan, orijinal görüntü ile renk indirgemesi yapılmış görüntüler arasındaki benzerlik PSNR ölçütü ile değerlendirilmiştir.



Şekil 1. Kümelenmiş renk uzayı [20].

*Tablo 1. Renk uzayının bölümlenmesi.*

Sınıf Etiketi	Kurallar	Sınıf Piksel Sayısı
$c_0$	Eğer ( $K \leq T_k$ & $Y \leq T_y$ & $B \leq T_m$ )	$r_0$
$c_1$	Eğer ( $K \leq T_k$ & $Y \leq T_y$ & $B > T_m$ )	$r_1$
$c_2$	Eğer ( $K \leq T_k$ & $Y > T_y$ & $B \leq T_m$ )	$r_2$
$c_3$	Eğer ( $K \leq T_k$ & $Y > T_y$ & $B > T_m$ )	$r_3$
$c_4$	Eğer ( $K > T_k$ & $Y \leq T_y$ & $B \leq T_m$ )	$r_4$
$c_5$	Eğer ( $K > T_k$ & $Y \leq T_y$ & $B > T_m$ )	$r_5$
$c_6$	Eğer ( $K > T_k$ & $Y > T_y$ & $B \leq T_m$ )	$r_6$
$c_7$	Eğer ( $K > T_k$ & $Y > T_y$ & $B > T_m$ )	$r_7$

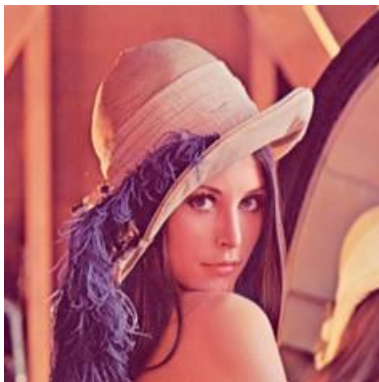
Tablo 1 her bir sınıfa ait piksel sayıları da verilmiş olup, görünün toplam piksel sayısı bütün sınıfların piksel sayısının toplamına eşit olduğundan

$$M \times N = \sum_{i=0}^7 r_i \quad (9)$$

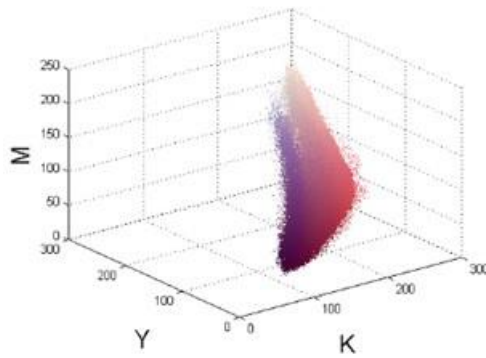
ifadesi yazılabilir ve her hangi bir pikselin  $i$  nolu sınıfta olma olasılığı

$$p_i = \frac{r_i}{M \times N} \quad (10)$$

şeklinde tanımlanabilir. Böylece elde edilen piksel dağılım fonksiyonu  $p_i$  tek boyutlu bir dağılım olup, üç farklı histograma ihtiyaç duyulmadan renkli görüntüleri temsil edilebilme imkânı sağlanmaktadır. Geliştirilen yaklaşımı test etmek için görüntü işleme alanındaki referans resimlerden üç tanesi seçilmiş ve deneyler yapılmıştır. Bu kapsamda orijinal hali Şekil 1 (a)'da verilen Lena'nın renk dağılımı Şekil 1 (b)'de, aynı şekilde orijinal hali Şekil 2 (a)'da verilen Peppers'ın renk dağılımı Şekil 2 (b)'de gösterilmiştir. Tipik bir örnek olan Mandrill'in orijinali Şekil 3 (a)'da, renk dağılımı ise Şekil 3 (b)'de gösterilmiştir.



(a)

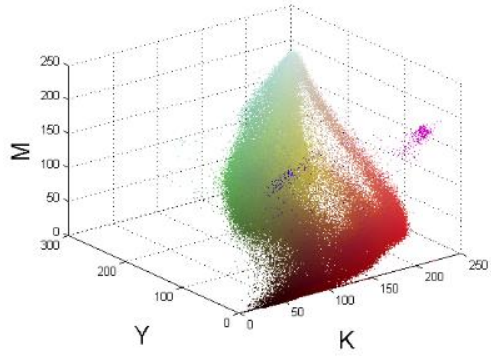


(b)

*Şekil 2. Lena (a) Orijinal (b) Renk dağılımı.*

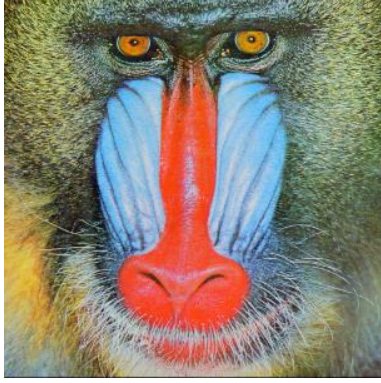


(a)

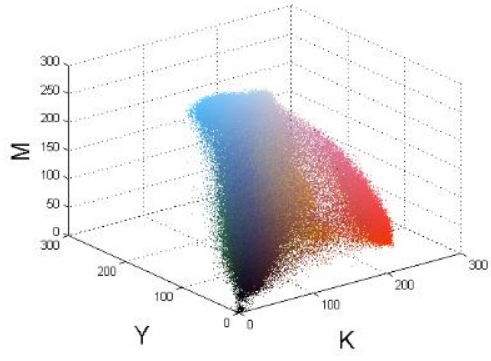


(b)

Şekil 3. Peppers (a) Orijinal (b) Renk dağılımı.



(a)



(b)

Şekil 4. Mandrill (a) Orijinal (b) Renk dağılımı.

## IV. DENEYSEL SONUÇLAR VE YORUMLAR

Deneyisel çalışmalarda önerilen algoritmayı test etmek amacıyla seçilen referans görüntüler için öncelikle Otsu ve Kapur metotları ile eşikler tespit edilmiştir. Her iki yöntem yardımıyla her bir kanal için bulunan eşik bilgileri Tablo 2’de verilmiştir. Tablo 2 incelendiğinde aynı görüntü için farklı eşikleme yöntemlerinin farklı eşikler ürettiği açıktır. Kapur yönteminin sonuçlarının Otsu metodunun çıktılarından genelde büyük olduğu gözlenmiştir. Bu durum, Şekil 1’de gösterilen her bir sınıfa ( $c_i$ ) dâhil olacak piksel sayılarının da farklı olacağına açık göstergesidir.

**Tablo 2.** Eşik değerleri.

	<b>Otsu</b>			<b>Kapur</b>		
	<b>T<sub>k</sub></b>	<b>T<sub>y</sub></b>	<b>T<sub>m</sub></b>	<b>T<sub>k</sub></b>	<b>T<sub>y</sub></b>	<b>T<sub>m</sub></b>
<b>Lena</b>	162	102	112	171	140	131
<b>Peppers</b>	145	110	72	98	129	116
<b>Mandrill</b>	144	128	130	145	120	132

Bu çalışmada önerilen algoritma ile sadece sınıflandırma yapılmamış, aynı zamanda renk indirgemesi yapılmıştır. Bilgi kayıplarını nicel değerlendirmek için

$$MSE = \frac{1}{MN} \sum_{i=0}^{M-1} \sum_{j=0}^{N-1} (I(x_i, y_j) - q(x_i, y_j))^2 \quad (11)$$

şeklinde tanımlanan MSE ölçütü ve

$$PSNR = 10 \log \left( \frac{255 \times 255}{MSE} \right) \quad (12)$$

olarak ifade edilen PSNR kriteri kullanılmıştır. Burada  $I$  orijinal görüntüyü,  $q$  renk indirgemesi yapılmış görüntüyü temsil etmektedir. İndirgeme sonucunda elde edilen benzerlik sonuçları Tablo 3’de verilmiştir.

**Tablo 3.** PSNR sonuçları.

<b>Kullanılan Yöntem</b>		<b>Lena</b>	<b>Peppers</b>	<b>Mandrill</b>
<b>OTSU</b>	<b>K</b>	22,45	21,31	20,85
	<b>Y</b>	21,40	20,96	21,38
	<b>M</b>	23,62	20,35	18,86
<b>KAPUR</b>	<b>K</b>	21,90	18,30	21,16
	<b>Y</b>	21,62	19,86	21,63
	<b>M</b>	24,00	23,57	18,95

Önerilen stratejide, sınıflandırma, renk indirgeme ve tek boyutlu histogram aynı anda gerçekleştirilmektedir. Ayrıca söz konusu süreçler iki ayrı algoritma ile yürütülmüştür. Öncelikle Otsu

yöntemi ile daha sonra ise Kapur yöntemi ile sonuçlar alınmıştır. Otsu metodu ile sınıflandırmış ve renk indirgemesi yapılmış Lena görüntüsü Şekil 5 (a)'da, renk dağılımı ise Şekil 5 (b)'de görülmektedir. İndirgenmiş Peppers görüntüsü ve renk dağılımı sırasıyla, Şekil 6 (a) ve Şekil 6 (b)'de verilmiştir. Görsel olarak dikkate değer bir sonuç ise Mandrill de alınmış olup, indirgeme sonucu Şekil 7 (a) ve renk dağılımı Şekil 7 (b)'de gösterilmiştir. İlgili deneyler Kapur yöntemi ile de tekrarlanmış olup, Şekil 8 (a) indirgenmiş Lena görüntüsü, Şekil 8 (b) ise renk dağılımını göstermektedir. Peppers görüntüsü ile ilgili çıktılardan olan indirgeme sonucu Şekil 9 (a) ve renk dağılımı da Şekil 9 (b)'de verilmiştir. Son olarak indirgenmiş Mandrill Şekil 10 (a) ve renk dağılımı Şekil 10 (b)'de gösterilmiştir.

Şekil 2'de verilen orijinal Lena görüntüsünün omuzunun sağ tarafında kalan bölgesindeki ayrıntılarının, Şekil 5'de verilen Otsu eşikli halinde kayb olduğu görülmektedir. Benzer biçimde Şekil 8'deki Kapur halinde ise, şapka ve yüz bölgelerinin arka plan ile birleştiği söylenebilir. Şekil 3'de verilen Peppers görüntüsü ile indirgenmiş halleri karşılaştırıldığında, Otsu yöntemi ile elde edilen görüntüde, Kapur yöntemine göre ayrıntıların daha fazla korunduğu açıktır. Mandrill görüntüsünde ise her iki yöntemde de renk dağılımlarına bakıldığında renklerin ve ağırlıklarının birbirine yakın olduğu gözlenmektedir. Her iki yöntemin birbirinden farklı eşik ve renk değerleri oluşturduğu, indirgenmiş görüntülere bakıldığında da açıkça görülmektedir.

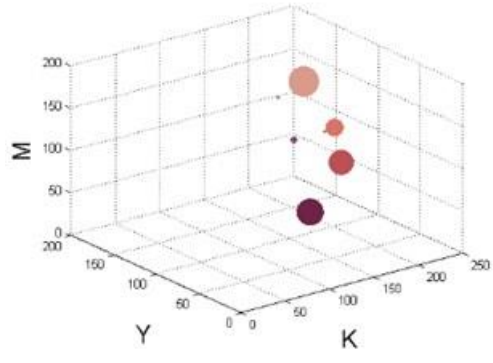
Her iki yöntemle elde edilen renk indirgeme sonuçlarının görsel olarak orijinaline oldukça yakın olduğu açık olup, Tablo 3'de verilen PSNR bilgileri görsel sonuçlarla uyumludur. Tablo 3 incelendiğinde, her renk kanalından gelen PSNR ortalamalarına göre 22,49 dB ile Lena ve 20,36 dB ile Mandrill görüntülerinde Otsu yönteminde daha az bilgi kaybı olurken, Peppers'da 20,57 dB ile Kapur tekniğinin daha başarılı olduğu görülmektedir. Her bir sınıfa atanan piksel sayılarının miktarını temsil etmek için renk dağılımlarında kullanılan küreciklerin çapları orantılı seçilmiştir. Renk dağılımında en fazla 8 adet kürecik oluşması muhtemeldir fakat zorunlu değildir. Nitekim bazı kürenin çapı oldukça küçük veya sıfırdır. Sıfır olması ilgili sınıfa herhangi bir pikselin atanmadığının göstergesidir. Bu durum Eşt. 10'da verilen tanım ile de uyumludur. Eğer herhangi bir sınıfa atanan piksel yoksa olasılığı da sıfır olmalıdır. Tek boyutlu histogram olarak adlandırılan Eşt. 10'daki dağılım fonksiyonları da Otsu ve Kapur yöntemi ile elde edilmiş ve görsel hale getirilmiştir.

Lena görüntüsünün Otsu metodu ile sınıflandırılması sonucunda elde edilen dağılım fonksiyonu Şekil 11'de, Peppers görüntüsünün dağılımı ise Şekil 12'de görülmektedir. Şekil 13 de Mandrill görüntüsünün dağılımını temsil etmektedir. İlave olarak deneylerde kullanılan referans görüntülerin dağılımları Kapur metodu ile de elde edilmiştir. Kapur yaklaşımı ile Lena görüntüsüne ait tek boyutlu histogram Şekil 14'de verilmiştir. Aynı şekilde Peppers ve Mandrill resimlerinin tek boyutlu histogramları sırasıyla Şekil 15 ve Şekil 16'da gösterilmiştir. Her iki yöntemle elde edilen tek boyutlu histogramlar incelendiğinde, bazı sınıfların piksel sayısının sıfır ya da sıfıra çok yakın olduğu gözlemlenmiştir. Piksel sayısının sıfır olması, ilgili indirgenmiş görüntülerin renk dağılımları ile uyumludur. Böylece sınıflandırma, renk indirgeme benzerliği ve önerilen tek boyutlu histogram yaklaşımının birbirleri ile uyumlu olduğu açıktır. Sonuç olarak önerilen tek boyutlu histogramın herhangi bir renkli görüntüyü temsil etme kapasitesinin olduğu söylenebilir.





(a)

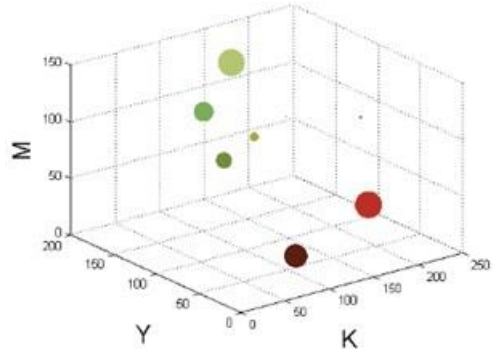


(b)

Şekil 5. Lena: Otsu (a) İndirgenmiş (b) İndirgenmiş Renk Dağılımı.

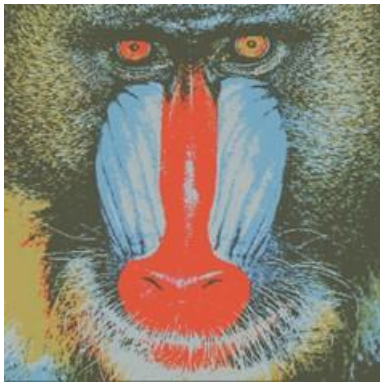


(a)

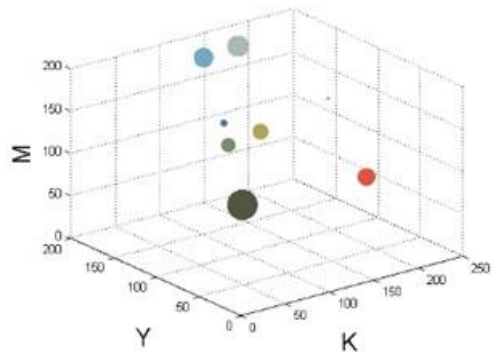


(b)

Şekil 6. Peppers: Otsu (a) İndirgenmiş (b) İndirgenmiş Renk Dağılımı.



(a)

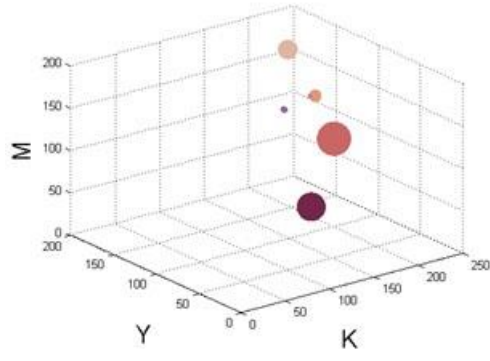


(b)

Şekil 7. Mandrill: Otsu (a) İndirgenmiş (b) İndirgenmiş Renk Dağılımı.



(a)

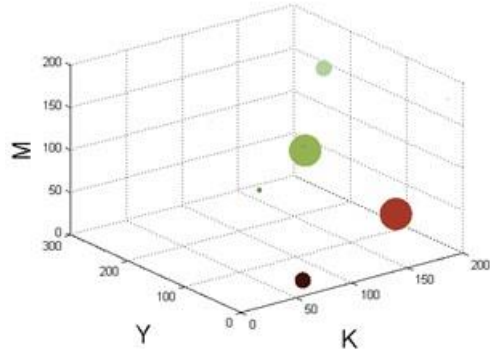


(b)

Şekil 8. Lena: Kapur (a) İndirgenmiş (b) İndirgenmiş Renk Dağılımı.

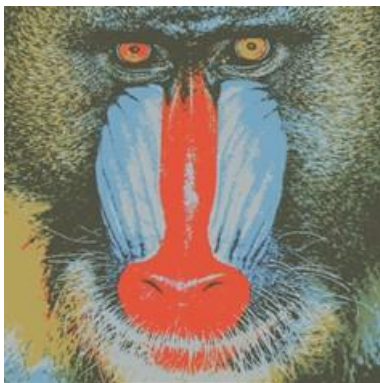


(a)

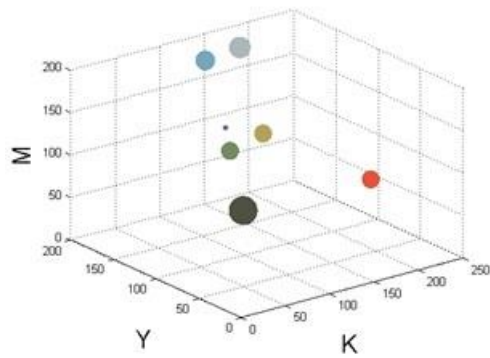


(b)

Şekil 9. Peppers: Kapur (a) İndirgenmiş (b) İndirgenmiş Renk Dağılımı.

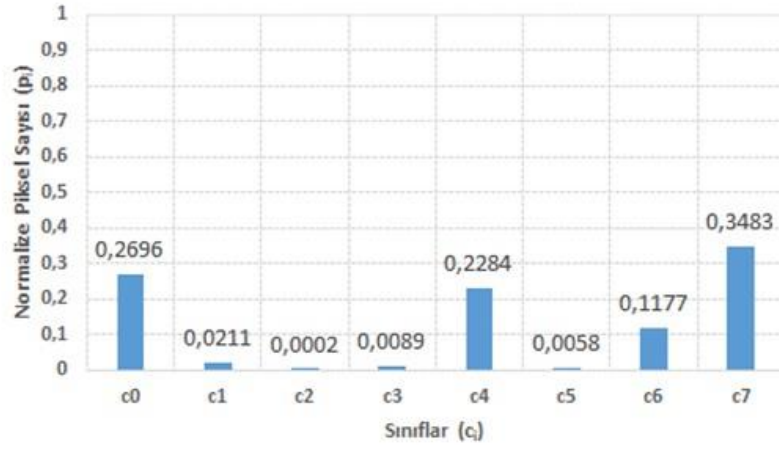


(a)

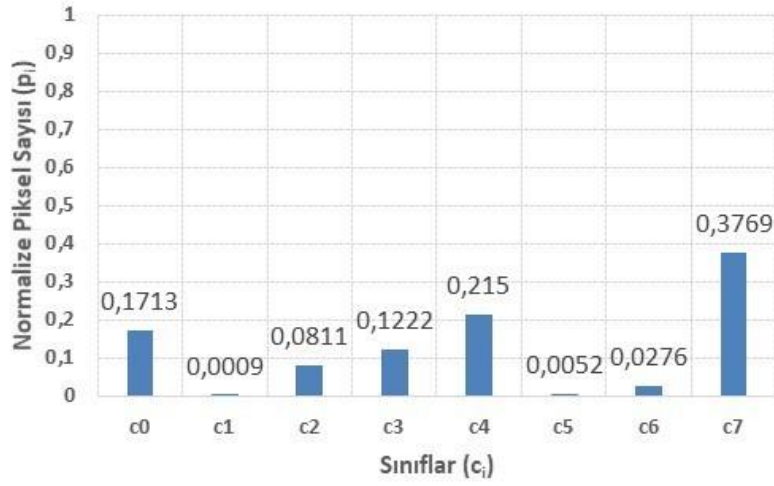


(b)

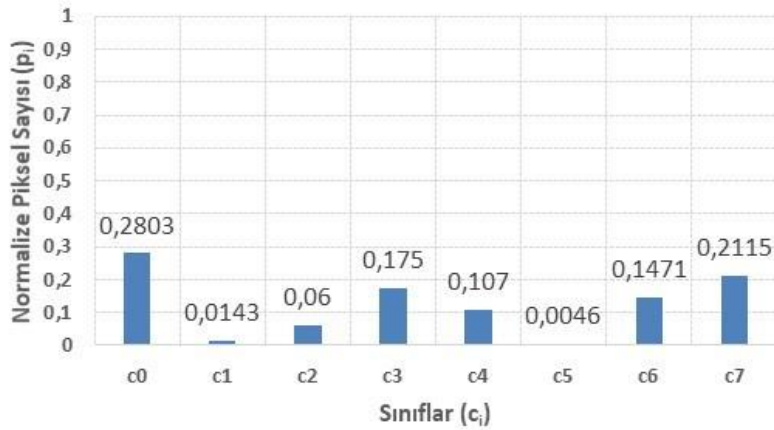
Şekil 10. Mandrill: Kapur (a) İndirgenmiş (b) İndirgenmiş Renk Dağılımı.



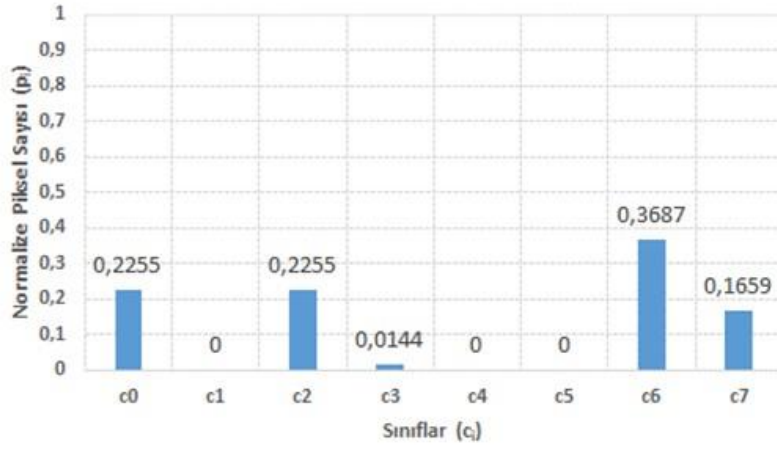
Şekil 11. Tek boyutlu histogram: Lena ve Otsu.



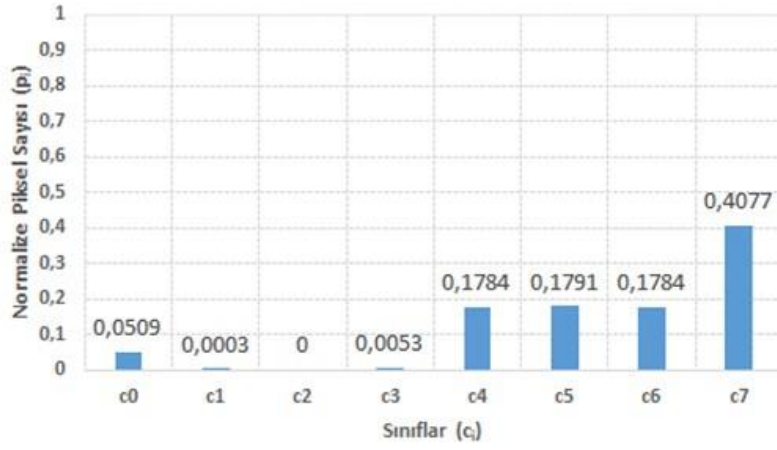
Şekil 12. Tek boyutlu histogram: Peppers ve Otsu.



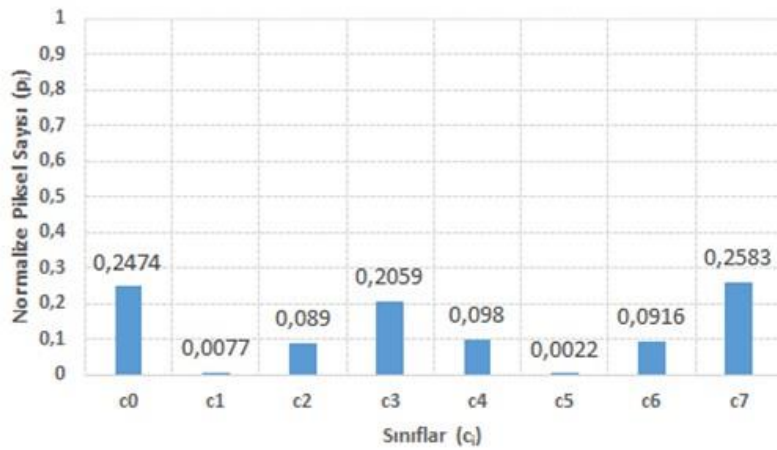
Şekil 13. Tek boyutlu histogram: Mandrill ve Otsu.



Şekil 14. Tek boyutlu histogram: Lena ve Kapur.



Şekil 15. Tek boyutlu histogram: Peppers ve Kapur.



Şekil 16. Tek boyutlu histogram: Mandrill ve Kapur.

## IV. SONUÇ

Bu çalışmada renkli görüntüler için tek boyutlu histogram önerilmiştir. Böylece renkli görüntülerde üç farklı histogram işleme ihtiyacı ortadan kaldırılmıştır. Ayrıca sınıflandırma esasına dayalı yeni bir renk indirgeme metodu geliştirilmiştir. Başka bir ifade ile  $2^{24}$  tane bileşenden oluşan KYM renk uzayında tanımlı renkli görüntülerin  $2^3$  tane renkten oluşan başka bir uzayda tanımlanması mümkün olmuştur. İndirgeme sürecinde bilgi kayıpları olmakla birlikte, deneylerden elde edilen PSNR sonuçlarının mevcut yöntemlerden daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir. Görüntü sınıflandırmada kullanılan eşikleme teknikleri indirgeme sonuçlarını kısmen etkilemektedir. Kapur eşikleme yönteminde bilgi kaybı Otsu yöntemine göre daha az olmuştur.

## V. KAYNAKLAR

- [1] Z. Wang, A.C. Bovik, H.R. Sheikh, and E.P. Simoncelli, "Image quality assessment: from error visibility to structural similarity," *IEEE Transactions on Image Processing*, c. 13 s. 4, ss. 600-612, 2004.
- [2] S.O. Abter, and N.A. Abdullah, "An efficient color quantization using color histogram," *In New Trends in Information and Communications Technology Applications (NTICT), 2017 Annual Conference*, Baghdad, IRAQ, 2017, ss. 13-17.
- [3] F. Adrian, and R. Alan, *Color Space Conversions*, Westminster University, London, 1998, ss. 1-31.
- [4] G. H. Joblove, and D. Greenberg, "Color spaces for computer graphics," *In ACM siggraph computer graphics*, c. 12, s. 3, ss. 20-25, 1978.
- [5] S. Jennings, *Artist's color manual: The complete guide to working with color*, Chronicle Books LLC, United States, 2003, ss. 1-192.
- [6] D.S. Bloomberg, "Color quantization using octrees," *Leptonica*, ss. 1-10, 2008.
- [7] P.S. Heckbert, "Color image quantization for frame buffer display," *Comput. Graph*, c. 16, s. 3, ss. 297-307, 1982.
- [8] A. Kruger, "Median-cut color quantization," *Dr Dobb's Journal-Software Tools for the Professional Programmer*, c. 19, s. 10, ss. 46-55, 1994.
- [9] H.J. Park, K.B. Kim, and E.Y. Cha, "An effective color quantization method using octree-based self-organizing maps," *Computational intelligence and neuroscience*, c. 2016, ss. 22, 2016.
- [10] C. Lu-yu, and Z. Chun-yan, "Image retrieval algorithm based on block color histogram and GWLBP," *Chinese Journal of Liquid Crystals and Displays*, c. 32, s. 9, ss. 755-763, 2017.
- [11] N. Shrivastava, and V. Tyagi, "An efficient technique for retrieval of color images in large databases," *Computers & Electrical Engineering*, c. 46, ss. 314-327, 2015.

- [12] N. Varish, J. Pradhan, and A.K. Pal, "Image retrieval based on non-uniform bins of color histogram and dual tree complex wavelet transform," *Multimedia Tools and Applications*, c. 76, s. 14, ss. 15885-15921, 2017.
- [13] P. Liu, J.M. Guo, K. Chamnongthai, and H. Prasetyo, "Fusion of color histogram and LBP-based features for texture image retrieval and classification," *Information Sciences*, c. 390, ss. 95-111, 2017.
- [14] N. Otsu, "A threshold selection method from gray-level histograms," *IEEE transactions on systems, man, and cybernetics*, c. 9, s. 1, ss. 62-66, 1979.
- [15] J.N. Kapur, P.K. Sahoo, and A.K. Wong, "A new method for gray-level picture thresholding using the entropy of the histogram," *Computer vision, graphics, and image processing*, c. 29, s. 3, ss. 273-285, 1985.
- [16] M. Sezgin, and B. Sankur, "Survey over image thresholding techniques and quantitative performance evaluation," *Journal of Electronic imaging*, c. 13, s. 1, ss. 146-168, 2004.
- [17] M.O. İncetaş, U. Tanyeri, M. Kılıçaslan, B. Yakışır Girgin, R. Demirci, "Eşik Seçiminin Benzerliğe Dayalı Kenar Belirlemeye Etkisi," *1st International Symposium on Multidisciplinary Studies and Innovative Technologies (ISMSIT 2017)*, Tokat, Türkiye, 2017, ss.102-106.
- [18] M. Kılıçaslan, U. Tanyeri, M.O. İncetaş, B. Yakışır Girgin, R. Demirci, "Eşikleme Tekniklerinin Renk Uzayı Tabanlı Kümeleme Yönteminin Başarısına Etkisi," *1st International Symposium on Multidisciplinary Studies and Innovative Technologies (ISMSIT 2017)*, Tokat, Türkiye, 2017, ss. 107-110.
- [19] M.O. İncetaş, E. Veske, N. Emre, R. Demirci, "Automatic Cells Counting in Natt-Herrick Stained Fish Blood," *YUNUS Research Bulletin*, c. 2017, s. 3, ss. 283-294, 2017.
- [20] R. Demirci, U. Güvenç ve H.T. Kahraman, "Görüntülerin renk uzayı yardımıyla ayrıştırılması," *İleri Teknoloji Bilimleri Dergisi*, c. 3, s. 1, ss. 1-8, 2014.