

RENK UZAYLARI VE RENK DÖNÜŞÜM PROGRAMI (RDP)

İbrahim YILMAZ, Mevlüt GÜLLÜ, Tamer BAYBURA,
A. Okan ERDOĞAN

Afyon Kocatepe Üniversitesi, Afyon Mühendislik Fakültesi Jeodezi
ve Fotogrametri Mühendisliği Bölümü, 03000, Afyon

ÖZET

Renğin kullanımı her alanda hızla artmaktadır. En hızlı artış renkli görüntü işleme alanındadır. Bugün pek çok insan işyerlerinde bilgisayarlar, yazıcılar, tarayıcılar, dijital kameralar; evlerinde televizyon, video gibi yaygın renkli görüntüleme cihazlarından yararlanmaktadır. Bu cihazların her biri farklı bir renk tanımlamasına dayalı renk uzayları kullanmaktadır. Dolayısıyla bu cihazlar arasında renk farklılığı oluşmaktadır. Renk farklılığın giderilmesi için bu cihazların aynı renk uzayını kullanmaları gerekir. Şu anki teknoloji ile bu mümkün değildir. Bu nedendir ki uygulamada ancak renk farklılığının minimum olmasına çalışılmaktadır. Bunun içinde renk uzayları ve aralarındaki dönüşüm bağıntılarının bilinmesi gerekir. Bu çalışmada rengin tanımı yapılacak, renk uzayları tanıtılacak ve renk uzayları arasındaki dönüşüm bağıntılarına örnekler verilecektir. Ayrıca yaygın olarak kullanılan renk uzayları arasındaki dönüşümü yapan ve elde edilen rengi görsel olarak veren Renk Dönüşüm Programı (RDP) tanıtılacaktır.

Anahtar Kelimeler: Renk, Renk Uzayı, Renk Uzayları arasındaki dönüşüm, Renk Dönüşüm Programı (RDP)

COLOR SPACES AND COLOR CONVERSION PROGRAMME (CCP)

ABSTRACT

Usage of the color increases rapidly at every area. The most increase is in the colored image processing. Today many people use colored image devices such as computers, printers, scanners, digital cameras, television, video etc. in their offices and houses. Each of these devices

use different color spaces based on different color descriptions. As a result of there has been color differences between these devices. To eliminate the differences between these devices it must be used the same color spaces. It isn't possible with today's technology. So that in practice it must be considered that the differences between colors have to be minimum. Because of this, the conversion algorithms between color spaces must be known. In this study, color concept and color spaces will explained and will shown conversion algorithm's examples between color spaces. On the other hand, the Color Conversion Programme (CCP) that is used for conversion between common color spaces will explained.

Key Words: Color, Color Space, Conversion Between Color Spaces, Color Conversion Programme (CCP)

1. GİRİŞ

Günlük hayatta sıklıkla görülen ve hakkında konuşulan renk kavramı genellikle belirsiz ve yanlış anlamalarla doludur. Renkler, kişiye ve hatta kişinin eğitimine bağlı olarak anlaşılırlar. Renk ve özelliklerinin belirlenmesine yönelik olarak 15. yüzyılda başlayan çalışmalar son 20 yılda yerini dijital renk ile ilgili araştırmalara bırakmıştır. Bu süre içinde yapılan çalışmalarda rengin, ışığın taşıdığı bilgilerden biri, yani ışığın bir özelliği olduğu sonucuna varılmıştır. Ancak renk ile ilgili yapılan çalışmalardaki ilerlemelere rağmen renk ile ilgili bilgiler bir yere kadardır. Örneğin renkler ölçülebilmekte ama tanımlanamamaktadır. Algılama yönünden renkler kişiye göre değişir. Rengin kişisellikten kurtarılması ve tanımlanması "Renkmetri" olarak adlandırılan Renk Bilimi'nin oluşturulması ile mümkündür.

2. RENK

Renk, rengin oluşumunu sağlayan ışığın bir özelliğidir. Rengi algılama ise görsel algılamanın bir parçasıdır. Işık, bir ışık kaynağından doğrudan yada bir yüzeyden yansarak yada bir nesneden geçerek göze gelir. Önemli olan, ışığın taşıdığı renksel özelliklerin algılanması, algılanma süreci ve doğurduğu renk duyulanmalarıdır. Renk kısaca, öznel olarak görsel algılamanın belli ayrımlara dönük bir niteliği, yada nesnel olarak görünen ışınların, gözlemciye belli nitel ayrımlar yapma imkanı sağlayan özelliği biçiminde açıklanabilir. Renk ile ilgili yapılan ve yaygın olarak kabul gören teknik tanım 1940 yılında Amerika Optik Derneği Renkmetri Komitesi'nin yaptığı tanımdır.

“Renk, mekansal veya geçici ışık özelliklerini içerir. Işık, gözün retinasının uyarılmasından kaynaklanan ve görsel algılamalar aracılığıyla bir gözlemcinin farkına vardığı ışıksal enerjidir” [1].

Renk, fiziksel ve fizyolojik olarak iki konu başlığı altında incelenebilir [2]. Fiziksel anlamda renk: Elektromanyetik dalgaların insan gözü tarafından algılanabilen bölümüne “görülebilir ışık” denir. Görülebilir ışığın en küçük dalga boyu 380 nm (mor) ve en büyük dalga boyu 780 nm (kırmızı) dir. $1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$ dir. Genelleştirmek gerekirse görülebilir ışık mor ötesi (ultraviyole) ve kızıl ötesi (infrared) ışınları arasındadır. Göz bu aralıktaki elektromanyetik dalgaları, dalga boyuna ve enerjilerine göre ayırt etmektedir. Değişik dalga boyu ve enerjiye sahip ışıkların gözde farklı etkiler bırakmaları değişik renk duyularının oluşmasına neden olmaktadır.

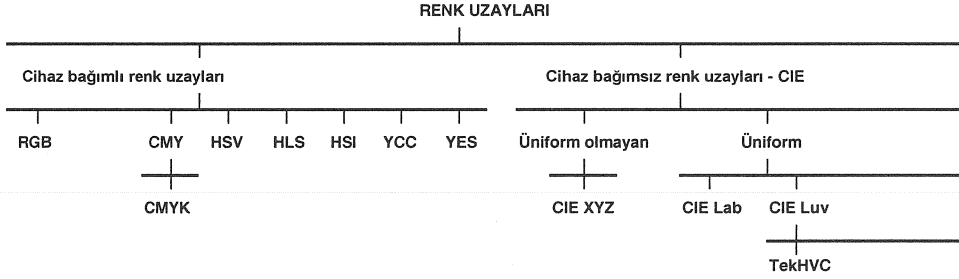
Fizyolojik anlamda renk: Görme olayı, elektromanyetik dalgaların göz retinasına etki eden belirli sınırlardaki dalga boylarıyla gerçekleşmektedir. Retinada oluşan görüntü, sinir sistemi ile beynin görme merkezine ulaştırılmakta ve psikolojik görme algılaması sağlanmaktadır. Yani bir obje insan gözünde göz sinirleri yardımıyla retina üzerine odaklanmaktadır. Retinaya ters görüntüler yansır. Retina, çubuk ve koni olarak adlandırılan iki çeşit ışık algılayıcısına sahiptir. Çubuk algılayıcılar renge karşı hassas değildir. Sadece ışık şiddetine karşı duyarlıdır. Yani karanlıkta görmeden sorumludur. Koniler ise renkli görmeden sorumludur.

3. RENK UZAYLARI

Renk uzayları renkleri tanımlamak için kullanılan matematiksel modellerdir. Renk uzayları, bütün renkleri temsil edecek şekilde oluşturulur. Renk uzayları 3D olarak tasarlanır. Çünkü Renkmetri biliminin temelini oluşturan Grassmann’ın birinci kanununa göre bir rengi belirlemek için birbirinden bağımsız üç değişkene gerek vardır. Renklerin renk uzayındaki yerleri bu değişkenlere göre belirlenir. Her renk uzayının kendine özgü biçimde renk oluşturma için bazı standartları vardır. Renk uzayları oluşturulurken bir başka renk uzayına doğrusal yada doğrusal olmayan yöntemlerle dönüşüm yapılabilmelidir [3].

Farklı renkli görüntüleme ve işleme cihazları farklı renk uzayları kullanır. Renk uzayları genel olarak cihaz bağımlı ve cihaz bağımsız renk uzayları olarak iki gruba ayrılır. Cihaz bağımlı renk uzaylarında renkler cihazın özelliklerine bağlıdır. Cihaz bağımsız renk uzayları ise CIE (*Commission Internationale de L’Eclairage: Uluslararası Aydınlatma Komisyonu*) tarafından geliştirilen ve bütün renkler için renk ölçümünü sağlayan yani renkmetride kullanılan uzaylardır. CIE tarafından geliştirilen bu renk

uzaylarında renk ile ilgili ortaya konulan ve önerilen tanımlamalar (standart gözlemci ve standart aydınlatıcı gibi) kullanılmıştır [4]. Şekil 1. de yaygın olarak kullanılan renk uzayları görülmektedir.

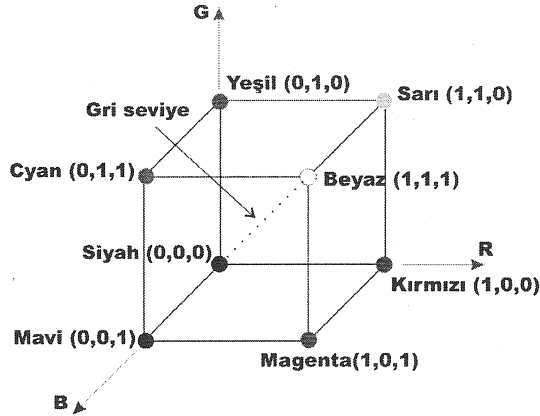


Şekil 1. Renk uzayları

4. RENK UZAYLARINA AİT ÖRNEKLER

4.1. RGB Renk Uzayı

RGB renk uzayı toplamalı renk karışımı yöntemiyle bir birim küpün içinde renkleri tanımlayacak şekilde tasarlanmıştır (Şekil 2.). RGB renk uzayı bilgisayar monitörleri, tarayıcılar ve katodik televizyon tüpleri gibi cihazlarda kullanılır.



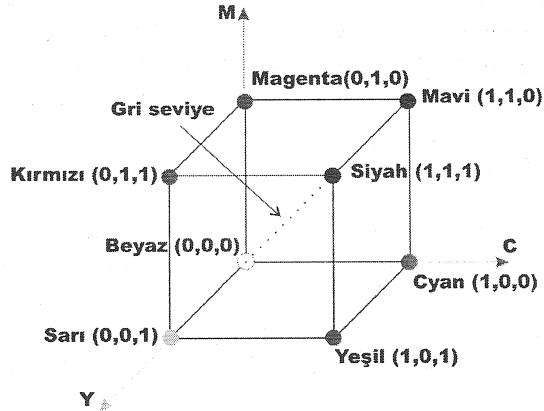
Şekil 2. RGB renk uzayı

Herhangi bir rengi bilgisayarda görüntülemek için bu üç renk belirli yoğunluklarda karıştırılır. RGB renk uzayı koordinat eksenleri kırmızı, yeşil

ve mavi olan 3D bir uzay olarak düşünülebilir. Oluşturulmak istenilen renkler bu üç ana rengin koordinatları cinsinden ifade edilebilir.

4.2. CMY Renk Uzayı

CMY renk uzayı çıkarmalı renk karışım yöntemi yardımıyla birim küpte renklerin tanımlanmasıdır (Şekil 3.). Cyan, magenta ve sarı CMY renk uzayının eksenleridir. Bu sistem toplamalı renk karışımı yönteminin yani RGB renk uzayının tamamlayıcısıdır. Bunun anlamı CMY renk uzayını oluşturan iki bileşenin karışımıyla RGB renk uzayını oluşturan bir bileşenin elde edilmesidir. Örneğin cyan ve magenta karıştırılıncsa, cyanın emilmesiyle magenta kırmızıyı, magenta'nın emilmesiyle cyan yeşili yansıtır. Böylece sadece emilme olmayan bölgede mavi kalır. Benzer olarak cyan ve sarı karışımı yeşili ve magenta ve sarı karışımı kırmızıyı verir. CMY renk uzayı küpünün (1,1,1) noktası siyahı gösterir. Küpün orijini beyaz (0,0,0) dır. Teorik olarak küpün beyaz ve siyah noktalarını birleştiren diagonal çizgi boyunca ana renklerin eşit oranlarda katılmasıyla gri renkler oluşur.

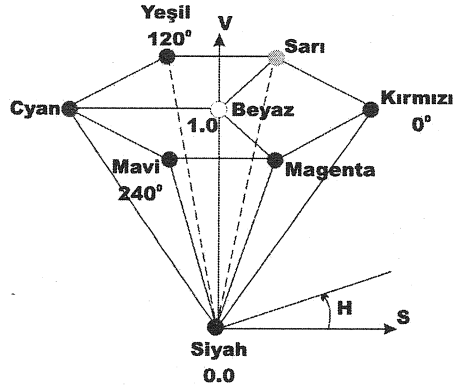


Şekil 3. CMY renk uzayı

CMY renk uzayı özellikle renkli baskı ve çoğaltma alanlarında, renkli yazıcılarda ve çizicilerde kullanılır.

4.3. HSV Renk Uzayı

HSV renk uzayının bileşenleri renk adı (H: hue), doygunluk (S: saturation) ve değer (V: Value) dir [5].

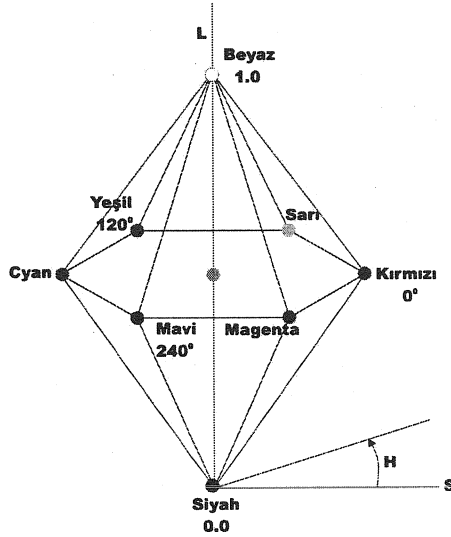


Şekil 4. HSV renk uzayı

Renk adı, bir rengi ötekilerden ayırt eden niteliklerdir. Bu ayırım rengin çeşidine veya tonuna göre yapılır. Doygunluk, bir rengin, aynı değerdeki bir renkten ayırım derecesidir. Renksel duymuşlukta denir. Değer, açık bir rengi koyu bir renkten ayırt etmekte kullanılır. HSV renk uzayının geometrik şekli altıgen konidir (Şekil 4.). RGB renk küpünün diagonal çizgi boyunca iki boyutlu projeksiyonudur. Toplamalı (kırmızı, yeşil, mavi) ve çıkarmalı (cyan, magenta, sarı) ana renkler altıgenin köşelerinde yer alır.

4.4. HLS Renk Uzayı

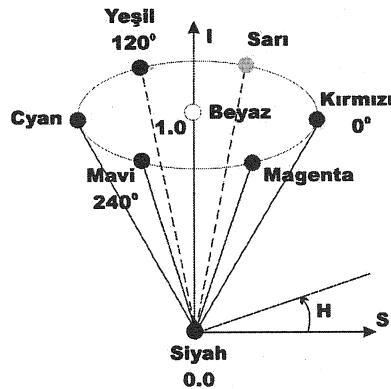
Renk uzayının bileşenleri renk adı (H: hue), değer (L: lightness) ve doymuluk (S: saturation) dur. Tektronix Şirketi tarafından geliştirilmiştir. HSV renk uzayına benzer. Renk adı ve doymuluk bileşenleri HSV renk uzayındakiyle aynı anlamdadır. Değer, bir renk türünün açıklık-koyuluk ayırmalarını belirlemekte kullanılır. HLS renk uzayının şekli ikili altıgen koni şeklindedir (Şekil 5.).



Şekil 5. HLS renk uzayı

4.5. HSI Renk Uzayı

HSV renk uzayına alternatif olarak geliştirilmiştir. HSV renk uzayının bileşenleri renk adı (H: hue), doygunluk (S: saturation) ve yoğunluk (I: intensity) dir. Yoğunluk, bir renk için gözdeki etkisi en zor tanımlanabilen konudur. Şekil 6. da HSI renk uzayının geometrik şekli verilmiştir. Yoğunluk değeri, koninin tepesi olarak düşünülen siyahtan olan vektörel uzaklıktır.



Şekil 6. HSI renk uzayı

Yoğunluk (I) değeri bilgisayar monitöründeki bir pikselin parlaklığı olarak düşünüldüğünde bu değeri görüntüdeki renk bilgilerinden yani, kırmızı, yeşil ve mavi değerlerinden edilir. Renkli görüntü işleme tekniklerinde bunun en basit hesaplaması $I = (R + G + B)/3$ şeklindedir.

4.6. CIE XYZ Renk Uzayı

X, Y ve Z değerleri üç ana rengin (kırmızı, yeşil, mavi) algılanmasını sağlayan sınırların beyne yolladıkları uyarıların toplamıdır. Her üç uyarımın ayrı ayrı toplam uyarı miktarına olan oranı rengi tanımlar. Beyin bu üç büyüklüğün bileşimini yaparken, oranlamalar ile de renk duyulanmasını gerçekleştirir. X, Y ve Z değerlerinin toplamı rengin görsel duyulanma toplamına eşittir. Bu toplam içinde kırmızının algılanma oranı,

$$x = \frac{X}{X + Y + Z} \quad (1)$$

yeşilin algılanma oranı,

$$y = \frac{Y}{X + Y + Z} \quad (2)$$

mavinin algılanma oranı,

$$z = \frac{Z}{X + Y + Z} \quad (3)$$

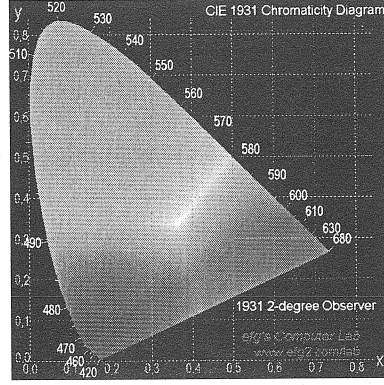
ve

$$x + y + z = 1 \quad (4)$$

dir. x, y ve z değerleri 0 ile 1 arasındadır.

$x = y = z = (1/3)$ noktası teorik olarak beyazdır. Bu noktadan uzaklaştıkça renklerin doymuşluğu artar. CIE tarafından 1931 yılında standart aydınlatıcı (A, B, C, D₅₀, D₆₅, E, F) ve standart gözlemci (2°, 10°) tanımları üzerine kurulan CIE XYZ renk uzayının iki boyutlu gösterimi bu esasa dayanır (Şekil 7).

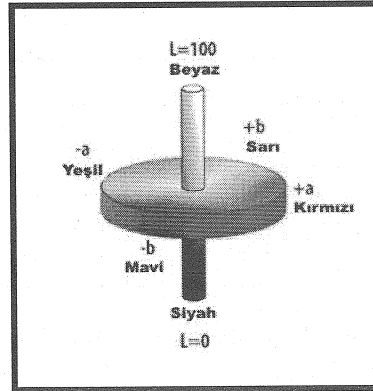
Şekil 7 deki at nalına benzeyen bu şekile “gamut” denir. Renk biliminde gamut renkli görüntü işleme cihazlarının sahip olduğu renk yelpazesi olarak tanımlanır [6].



Şekil 7. CIE XYZ renk uzayı (türsellik diyagramı)

4.7. CIE Lab Renk Uzayı

Bir rengin uyarımı değiştiği zaman, gözlemci bir süre sonra renkte bir farklılık algılayacaktır. CIE Lab renk uzayının en belirgin özelliği renk uzayının algılama yönünden düzgün değişim göstermesidir. CIE Lab renk uzayı Munsell renk sistemi üzerine kuruludur. CIE Lab renk uzayı 1976 yılında görsel medya için tasarlanıp oluşturulmuştur. Günümüzde CIE Lab renk uzayı çeşitli alanlar için standart renk uzayı olarak seçilmiştir ve bugün pek çok uygulamada kullanılmaktadır.



Şekil 8. CIE Lab renk uzayı

CIE Lab renk uzayının bileşenleri değer (L: lightness), tonlama ve doygunluk (a, b) dir. L, bir rengin açıklığını, a ve b ise rengi oluşturmaktadır (Şekil 8). Bu değerler CIE XYZ renk uzayına bağımlı olarak hesaplanır. Bu

hesaplama için gerekli ilişki beyazın CIE XYZ uzayındaki değerleriyle sağlanır. Dolayısıyla bu değerlerin hesaplanması için yani X, Y ve Z değerlerinden L, a ve b değerlerinin hesaplanması için standart aydınlatıcının ve standart gözlemcinin hangisi olacağına karar verilmelidir.

5. RENK UZAYLARI ARASINDA DÖNÜŞÜM

5.1. CIE XYZ Renk Uzayından RGB Renk Uzayına Dönüşüm

CIE XYZ renk uzayında Y bileşeni, insan gözünün parlaklığa olan duyarlılığına karşı gelir. Y değeri ideal bir beyaz için 100 olarak alınır. Bunun anlamı her standart aydınlatıcıda ve her standart gözlemcide beyaz için $Y=100$ dür. Örneğin D_{65} standart aydınlatıcısı ve 2^0 lik standart gözlemci için standart beyazın CIE XYZ renk uzayındaki değerleri, Tablo 1. deki x, y ve z değerleri için,

$$\begin{aligned} X_w &= \frac{x}{y} Y = \frac{0.3127}{0.3290} 100 = 95.046 \\ Y_w &= Y = 100 \\ Z_w &= \frac{z}{y} Y = \frac{(1-x-y)}{y} Y = \frac{0.3583}{0.3290} 100 = 108.906 \end{aligned} \quad (5)$$

olarak bulunur.

Tablo 1. ITU-R BT.709-2 ye göre standart renk değerleri

Renk	x	y	Z
Kırmızı (R)	0.64	0.33	0.03
Yeşil (G)	0.30	0.60	0.10
Mavi (B)	0.15	0.06	0.79
Beyaz (W)	0.312713	0.329016	0.358271

(5) bağıntısı x, y ve z değerleri bilinen bütün renkler için kullanılabilir. Bu uygulamada mümkün değildir. Ancak standart aydınlatıcı ve standart gözlemciye bağlı olarak beyaz gibi kırmızı, yeşil ve mavinin de ideal yani saf renk olduğu x, y ve z değerleri ($x_R, y_R, z_R \dots$) bilinmelidir. Bu değerler genellikle üreticileri tarafından verilir.

CIEXYZ renk uzayından RGB renk uzayına dönüşümün genel bağıntısı,

$$\begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X_R & X_G & X_B \\ Y_R & Y_G & Y_B \\ Z_R & Z_G & Z_B \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} \quad (6)$$

dir. Burada dönüşüm matrisinin hesaplanması gerekmektedir. Dönüşüm matrisi,

$$\begin{bmatrix} X_R & X_G & X_B \\ Y_R & Y_G & Y_B \\ Z_R & Z_G & Z_B \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_R x_R & a_G x_G & a_B x_B \\ a_R y_R & a_G y_G & a_B y_B \\ a_R z_R & a_G z_G & a_B z_B \end{bmatrix} \quad (7)$$

yazılabilir. a_R, a_G, a_B değerleri standart beyaza göre hesaplanır. Çünkü standart beyazın X_w, Y_w, Z_w değerleri bilinmektedir. R, G ve B değerleri ise bu üç değer birbirine eşit olması halinde teorik olarak beyazın elde edileceği bilgisine dayanarak $R_w = G_w = B_w = 1$ alınabilir. Buradan,

$$\begin{bmatrix} X_w \\ Y_w \\ Z_w \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_R x_R & a_G x_G & a_B x_B \\ a_R y_R & a_G y_G & a_B y_B \\ a_R z_R & a_G z_G & a_B z_B \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix} \quad (8)$$

$$\begin{bmatrix} X_w \\ Y_w \\ Z_w \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x_R & x_G & x_B \\ y_R & y_G & y_B \\ z_R & z_G & z_B \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a_R \\ a_G \\ a_B \end{bmatrix} \quad (9)$$

$$\begin{bmatrix} a_R \\ a_G \\ a_B \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x_R & x_G & x_B \\ y_R & y_G & y_B \\ z_R & z_G & z_B \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} X_w \\ Y_w \\ Z_w \end{bmatrix} \quad (10)$$

yazılıp a_R, a_G, a_B değerleri bulunur. Bu değerler (7) de yerine yazılarak dönüşüm matrisi elemanları bulunmuş olur. Sonuç olarak CIE XYZ renk uzayından RGB renk uzayına dönüşüm,

$$\begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X_R & X_G & X_B \\ Y_R & Y_G & Y_B \\ Z_R & Z_G & Z_B \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} \quad (11)$$

bağıntısıyla yapılır [7].

5.2. CIE XYZ Renk Uzayından CIE Lab Renk Uzayına Dönüşüm

Dönüşüm için öncelikle standart aydınlatıcı ve standart gözlemciye göre beyazın hangi değerlerinin kullanılacağına karar verilmelidir. CIE Lab renk uzayının CIE XYZ renk uzayı değerlerinden elde edilmesini sağlayan bağıntılar,

$$L = 116 \left(\frac{Y}{Y_w} \right) - 16 \quad (12)$$

$$a = 500 \left[f \left(\frac{X}{X_w} \right) - f \left(\frac{Y}{Y_w} \right) \right] \quad (13)$$

$$b = 200 \left[f \left(\frac{Y}{Y_w} \right) - f \left(\frac{Z}{Z_w} \right) \right] \quad (14)$$

şeklindedir. Burada,

$$f(\alpha) = \begin{cases} \alpha^{\frac{1}{3}} & \alpha \geq 0.008856 \\ 7.787\alpha + \frac{16}{116} & \alpha < 0.008856 \end{cases} \quad (15)$$

dır [8].

5.3. RGB Renk Uzayından CMY Renk Uzayına Dönüşüm

Renk karışımı yöntemleri ve Şekil 2. ve Şekil 3. yardımıyla,

$$C = 1 - R \quad (16)$$

$$M = 1 - G \quad (17)$$

$$Y = 1 - B \quad (18)$$

bağıntıları yazılabilir. Çünkü RGB renk uzayı ve CMY renk uzayı birbirinin bütünüleridir.

5.4. RGB Renk Uzayından HSV Renk Uzayına Dönüşüm

Dönüşümde,

$$X = \max(R, G, B) \quad (19)$$

$$N = \min(R, G, B) \quad (20)$$

$$V = X \quad (21)$$

$$\text{Eğer } X \neq 0 \text{ ise } S = \frac{(X - N)}{X} \quad (22)$$

$$\text{Eğer } X = 0 \text{ ise } S = \infty \quad (23)$$

(R, G, B değerleri 0 ile 255 arasında ise $S = S * 255$ olarak alınır.)

$$D = X - N \quad (24)$$

$$\text{Eğer } X = R \text{ ise } H = \frac{(G - B)}{D} \quad (25)$$

$$\text{Eğer } X = G \text{ ise } H = 2 + \frac{(B - R)}{D} \quad (26)$$

$$\text{Eğer } X = B \text{ ise } H = 4 + \frac{(R - G)}{D} \quad (27)$$

$$H = H * 60 \quad (28)$$

$$\text{Eğer } H < 0 \text{ ise } H = H + 360 \quad (29)$$

Bağıntıları kullanılır [9].

5.5. RGB Renk Uzayından HLS Renk Uzayına Dönüşüm

RGB renk uzayından HLS renk uzayında kullanılan bağıntılar,

$$X = \max(R, G, B) \quad (30)$$

$$N = \min(R, G, B) \quad (31)$$

$$L = \frac{X + N}{2} \quad (32)$$

$$\text{Eğer } X = N \text{ ise } S = 0 \quad (33)$$

$$\text{Eğer } S = 0 \text{ ise } H = \infty \quad (34)$$

$$\text{Eğer } L \leq 0.5 \text{ ise } S = \frac{(X - N)}{(X + N)} \quad (35)$$

$$\text{değilse } S = \frac{(X - N)}{(2 - X - N)} \quad (36)$$

$$D = X - N \quad (37)$$

$$\text{Eğer } X = R \text{ ise } H = \frac{(G - B)}{D} \quad (38)$$

$$\text{Eğer } X = G \text{ ise } H = 2 + \frac{(B - R)}{D} \quad (39)$$

$$\text{Eğer } X = B \text{ ise } H = 4 + \frac{(R - G)}{D} \quad (40)$$

$$H = H * 60 \quad (41)$$

$$\text{Eğer } H < 0 \text{ ise } H = H + 360 \quad (42)$$

(R, G, B değerleri 0 ile 255 arasında ise $L = L * 255$, $S = S * 255$ olarak alınır.) şeklindedir [9].

5.6. RGB Renk Uzayından HSI Renk Uzayına Dönüşüm

$$a = \min(R, G, B) \quad (43)$$

$$I = \frac{R + G + B}{3} \quad (44)$$

$$S = 1 - \left(\frac{3}{(R + G + B)} \right) * a \quad (45)$$

$$H = \cos^{-1} \frac{(0.5 * (R - G) + (R - B))}{\sqrt{((R - G)^2 + (R - B)(G - B))}} \quad (46)$$

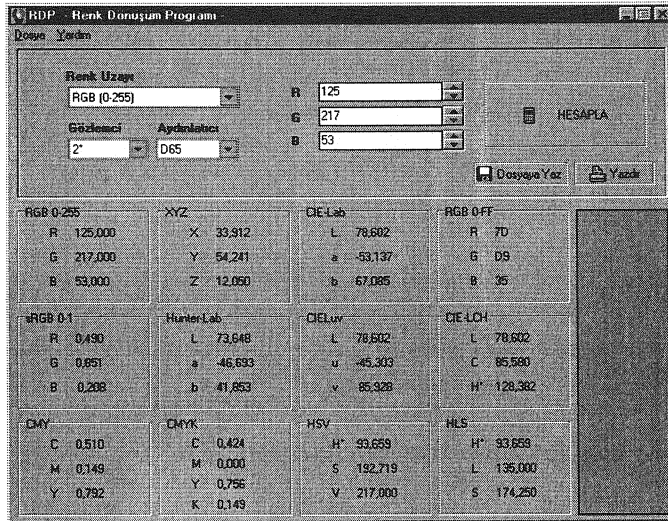
$$\text{Eğer } S = 0 \text{ ise } H = \infty \quad (47)$$

$$\text{Eğer } \left(\frac{B}{I} \right) > \left(\frac{G}{I} \right) \text{ ise } H = 360 - H \quad (48)$$

(R, G, B değerleri 0 ile 255 arasında ise $I = I * 255$, $S = S * 255$ olarak alınır.) bağıntıları kullanılır [10].

6. RENK DÖNÜŞÜM PROGRAMI (RDP)

Renk dönüşüm Programı (RDP) ile RGB, CIE XYZ, CMY, CMYK, CIE Lab, CIE LCH, HSV, HLS, CIE Luv, sRGB, Hunter Lab renk uzaylarının bileşen değerlerinin birbirine kolayca dönüşümü yapılmaktadır. Şekil 9 da RDP nin kullanıcı arayüzü görülmektedir.



Şekil 9. Renk Dönüşüm Programı kullanıcı arayüzü

RDP Delphi 5 programlama dilinde geliştirilmiştir. RDP de üç adet form yapı ve renk uzayları arasındaki dönüşüm bağıntılarının tutulduğu bir DLL (Dynamic Link Library) kullanılmıştır. RDP de **Renk Uzayı** bölümünde dönüştürülecek renk uzayı seçilir. Daha sonra standart **Gözlemci** ve standart **Aydınlatici** türleri seçilir. Dönüşümü yapılacak renk uzayı bileşenleri girilir.

Bu değerlerin, ondalık artış ve azalmalarının hangi incelikte olması isteniyorsa **Dosya** menüsündeki **Ayarlar** bölümünden bu yapılabilir. Daha sonra Hesapla butonuna basılarak diğer renk uzayındaki değerler görülebilir. Ayrıca ekranda dönüşümü yapılacak değerın renk olarak görünümü, hesaplama sonrası RGB (0-255) değerleri yardımıyla ekrana yansıtılmıştır. Bu, kullanıcılara renk uzayı değerleri ile oluşan rengi kıyaslama ve rengi seçme imkanı vermektedir. Ekran görüntüsünde renk uzayları değerlerinin yanısıra, görülen rengin 16 lık sistemdeki değeri (RGB 0-FF) de vardır. Bu değer özellikle programcılıkta fon ve yazı renklerinin seçiminde kodlama olarak kullanılır. Örneğin internet sayfası oluşturmak isteyen bir kişi, ekranda görünen rengi beğendiğinde, 16 lık sistemdeki değerlerini kullanarak internet sayfasındaki fon ve yazı renklerini seçebilir. RDP nin bu değerleri, **Dosyaya Yaz** ve **Yazdır** seçenekleri vardır. RDP de kullanılan bütün renk uzaylarının dönüşüm algoritmaları ve standart gözlemci ve standart aydınlatıcıya göre standart beyazın XYZ değerleri **Yardım** menüsünden (F1) alınabilir [3].

7. SONUÇ

Rengin kullanımının artmasıyla insanların renk kalitesine olan ihtiyacı da artmıştır. Bu artış rengi kişiselliğe itmektedir. Rengi kişisellikten kurtarmak “Renkmetri” biliminin oluşturulması, rengin fiziksel ve psikolojik tanımının yapılması ve belirli standart ve esaslara dayandırılması ile mümkündür. Bunun için renk ile ilgili her türlü çalışma ve üretimde Türkiye’nin de üyesi olduğu CIE nin belirlediği esaslara uyulmalıdır.

Renkli görüntü işleme cihazlarında değişik renk tanımlamalarını içeren renk uzaylarını kullanılmaktadır. Bu renk uzayları cihazı üreten firmalarca veya renk standardı oluşturmaya çalışan çeşitli kuruluşlarca tanımlanmaktadır. Değişik üreticilerin değişik cihazları arasında rengin çoğaltılması sırasında renk farklılığı oluşabilmektedir. Bu farklılığın giderilmesi için bütün renkli görüntü işleme cihazlarının aynı renk uzayını kullanması gerekir ki bu şu anki teknoloji ile mümkün değildir. Bu durumda yapılması gereken farklı renk uzayları arasında renk farkının olmamasını sağlayacak veya en aza indirecek algoritmaların oluşturulmasıdır. Literatürde bu konu ile ilgili bir çok çalışma mevcuttur. Bu çalışmalarda cihazdan bağımsız olarak tanımlanan bir renk uzayı ile cihaza bağımlı renk uzayı arasında matematiksel dönüşümler amaçlanmaktadır. Renk Dönüşüm Programı (RDP) ile renk uzayına ait rengi temsil eden matematiksel değerlerin bir başka renk uzayındaki karşılıkları matematiksel olarak kolayca bulunabilmekte ve ilgili renk kullanıcı arayüzünde görüntülenmektedir.

KAYNAKLAR

1. Hardeberg J.Y., Acquisition and Reproduction of Colour Images: Colorimetric and Multispectral Approaches, PhD Thesis, Ecole Nationale Superieure des Telecommunications, Paris, 238, (1999).
2. Yerci M., Fotoğraf Bilgisi ve Çoğaltma Tekniği, Selçuk Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Konya, 223., (1990)
3. Yılmaz İ., Renk Uzayları ve Dönüşüm Algoritmaları, Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya, 138, (2002).
4. Kang H.R., Color Technology for Electronic Imaging Devices, Xerox Corporation, SPIE Optical Engineering Press, Washington, 369, (1996).
5. Albayrak S., Renk Özelliği İle İçerik Tabanlı Görüntü Erişimi, Doktora Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 92, (2001).
6. Yılmaz İ., Renk Sistemleri, Renk Uzayları ve Dönüşümler, Selçuk Üniversitesi Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği Öğretiminde 30. Yıl Sempozyumu, Konya, 10, (2002).
7. Bourgin D., Color Spaces FAQ, <http://www.cica.indiana.edu>, 13, (1994).
8. Agoston G.A., Color Theory and Its Application in Art and Design, Second Completely Revised and Updated Edition, Springer-Verlag, Berlin, 286, (1987).
9. Watt A., Policarpo F., The Computer Image, Acm Press, Washington, 665-701, (1998).
10. Ford A., Roberts A., Colour Space Conversions, <http://www.inforamp.net>, 30, (1998).

