

TARAMA SAYISININ TARAYICININ RENK DOĞRULUĞUNA OLAN ETKİSİ

İbrahim YILMAZ, Fatih TAKTAK, İbrahim TİRYAKİOĞLU

Afyon Kocatepe Üniversitesi, Ahmet Necdet Sezer Kampüsü, Mühendislik
Fakültesi, Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği Bölümü, 03200,
AFYONKARAHİSAR

ÖZET

Tarayıcı, bir objenin görüntüsünü yakalayan ve görüntüyü bilgisayar işlemleri için sayısal ışık-yoğunluk haritasına dönüştüren bir araçtır. Tarayıcı, renkli görüntüleme ile ilgili bir çok alanda kullanılmaktadır. Tarayıcıdan elde edilen görüntünün kalitesi, tarayıcının ve buna bağlı yazılım ve donanımların özellikleriyle doğrudan ilişkilidir. Tarayıcılar zamanla bazı özelliklerini kaybederler. Kaybedilen bu özelliklerden birisi de tarayıcının renk doğruluğudur.

Bu çalışmada, aynı zamanda kullanılmaya başlayan aynı model dört tarayıcı, tarama sayılarının farklı olma özelliği bakımından karşılaştırılmıştır. Tarama sayısının fazla olması, tarayıcının renk doğruluğunu aynı oranda etkilemektedir. Buna bağlı olarak, tarama sayısı kriter olarak kabul edilip, tarayıcının renksel özelliklerinin ne kadar sürede bozulduğu ve yaklaşık hangi sürelerde bir düzeltmeye (kalibrasyon) gerek duyulacağı konusunda bilgiler verilmiştir.

Anahtar kelimeler: Tarayıcı, renk doğruluğu, kalibrasyon

EFFECTS OF THE NUMBER OF SCAN ON COLOR ACCURACY OF SCANNER

ABSTRACT

Scanner is an electronic device that captures the image of any object and converts it into a computer format. Scanners are mostly used in many fields concerned with color imaging. Scanner's image quality is interested with the specifications of scanner and scanner's software and hardware. In the course

of time scanners lost some of their specifications. One of these specifications is the color accuracy.

In this study same brand four scanners which is beginning to use at the same time is compared with in view of different specifications at the number of scan. The excess of the number of scan have a direct effect on the color accuracy of scanner. Depending on this the number of scans are accepted as a criteria and information about changing time of scanner color properties and when it needs to be calibrated.

Key words: Scanner, color accuracy, calibration

1. GİRİŞ

Bilgisayar teknolojisindeki gelişmelere paralel olarak ortaya çıkan renkli görüntü işleme alanındaki ilerlemelerin amacı insanoğlunun isteklerini karşılamaya yöneliktir. İnsanların renk konusundaki kaliteye olan ihtiyacı, renkli görüntüleme alanındaki cihazlarda gelişmeye yol açmıştır. Bu cihazlardan birisi de objenin görüntüsünü elde etmekte ve bu görüntüyü sayısal bilgilere dönüştürmekte kullanılan tarayıcılardır. Elde edilen obje görüntüsünün kalitesi, kullanılan tarayıcının kalitesine ve renk doğruluğuna bağlıdır.

2. TARAYICI

Tarayıcı, bir objenin görüntüsünü yakalayan ve görüntüyü bilgisayar işlemleri için sayısal ışık-yoğunluk haritasına dönüştüren araçtır. Objeler, yazılı bir döküman, fotoğraf veya slayt olabilir. Tarayıcılar, sürücü yazılımlarına ve kendisini yöneten uygulama programlarına ve donanımlara sahiptir [1].

Tarayıcılar, taranan objeden gelen ışınları yakalayan bir dizi ışığa duyarlı hücre içerir. Bu hücreler, CCD (Charge Coupled Devices: Yük Bağlamalı Aletler) denilen ve gelen ışığın yoğunluğunu ölçerek bunu elektriksel sinyallere dönüştüren bir dedektöre bağlıdır. Objeye üzerine yansıtılan ışık, optik sistem yardımıyla dedektör üzerine izdüşürülür. Işığın dedektöre çarpmasıyla oluşan elektriksel yük analog-sayısal çeviriciler yardımıyla sayısal formata dönüştürülür. Dönüştürülen her bir sayısal bilgi bir pikseldir ve bilgisayardaki karşılığı her piksel için depolanan bit sayısını gösteren bir sayıdır. Pikseldeki bit sayısı arttıkça, görüntünün kalitesi de artar.

Tarama işlemi, taramanın siyah-beyaz görüntü şeklinde yapıldığı tarayıcılarda oldukça kolaydır. Tarayıcı, objeyi bir yatay satır boyunca tarayıp verileri kaydeder ve diğer satıra geçer. İlk renkli tarayıcılar ya siyah-beyaz bir CCD ve üç ayrı renkte (kırmızı, yeşil, mavi) ışık veren lamba ya da beyaz ışık veren lamba ve CCD için üç ayrı renkte filtre vardır. Bu tür tarayıcılarla tarama işlemi bir objeyi her renk için bir kez taramak ve toplam üç taramayı birleştirip görüntüyü elde etmek şeklindedir. Bu yöntemden, yavaş olması ve tarama sırasında objenin hareket etmesiyle oluşan istenilmeyen renk bilgileri nedeniyle ve tek geçişte tarama yapabilen renkli tarayıcıların üretilmesiyle vazgeçilmiştir.

Tarayıcılar kullanım alanlarına göre,

- Fotogrametrik tarayıcılar
 - Masa-üstü yayıncılık tarayıcıları
 - Mikrodensitometreler
 - Büyük doküman tarayıcıları,
 - Diğer tarayıcılar (slide tarayıcıları, yazılı doküman)
- şeklinde sınıflandırılır [2].

3. TARAYICILARDA DOĞRULUK

Tarayıcıların kullanılabilirliği, doğruluğu hakkında yapılan testlere bağlıdır. Bu testler dört grupta incelenir [1].

1- Geometrik doğruluk testi: Tarama sonucunda elde edilen sayısal görüntünün geometrik bozuklukları araştırılır. Bunu için koordinatları hassas (en fazla 2-3 mikron) olarak ölçülmüş test plakalarına gerek vardır.

2- Geometrik çözünürlük testi: Tarayıcıların optik tarama sisteminin test edilmesidir. Çünkü bir tarayıcının yüksek kalitede çözümüleme yaparak taraması bu sisteme bağlıdır. Geometrik çözünürlük testinde çeşitli test plakalarından yararlanır.

3- Radyometrik doğruluk testi: Tarayıcının gri tonlarına olan tepkisi test edilir. Bunun için gri seviyesi eşit oranda artan test plakaları kullanılır.

4- Renk doğruluk testi: Taranan renkli bir objenin orijinal renkleri ile, bilgisayar ortamına aktarıldıktan sonraki renklerinin test edilmesidir. Bu işlem için çeşitli firmalarca üretilen ve renk değerleri bir standart olarak kabul edilen test kartları kullanılır.

Bu testlerin sonucuna göre, tarayıcının, istenilen kullanım amacına uyup uymadığına ve kalibrasyonuna gerek olup olmadığına karar verilir.

4. RENK KALİBRASYON KARTLARI

Tarayıcıların kalibrasyonunda ve renk doğruluğunun test edilmesinde kullanılan renk kalibrasyon kartları genel olarak Q-60 renk kalibrasyon kartları olarak bilinirler. Q-60 renk kalibrasyon kartları matbaacılıkta, fotoğrafçılıkta, monitörlerin, yazıcıların ve tarayıcıların kalibrasyon işlemlerinde ve özellikle tarama işlemlerinde geçirgen ve yansıtıcı materyallerden en iyi çıktı almayı amaçlayan işlerde kullanılmak üzere özel olarak üretilmiş malzemelerdir. Q-60 renk kalibrasyon kartları cihazların kalibrasyonunda renk standardını sağlamakta kullanılır. Şu an kullanılan renk kalibrasyon kartları hem ANSI hem de ISO standartlarına uygun olarak üretilmektedir. Üretilen renk kalibrasyon kartlarının tümü Kodak Q-60 renk kalibrasyon kartlarını (Şekil 1) temel almışlardır [3].



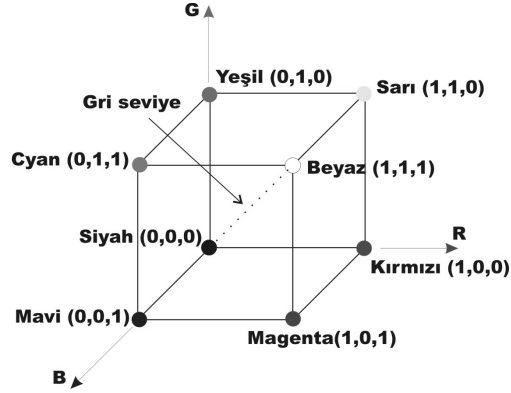
Şekil 1. Kodak Q-60 renk kalibrasyon kartı.

4. RENK UZAYLARI

Renk uzayları, renkleri tanımlamak için kullanılan matematiksel modellerdir. Renk uzayları bütün renkleri temsil edecek şekilde oluşturulmalıdır [3]. Renk uzayları üç boyutludur. Renk uzayları genel olarak cihaz bağımlı ve cihaz bağımsız renk uzayları olarak ikiye ayrılır.

4.1. RGB Renk Uzayı

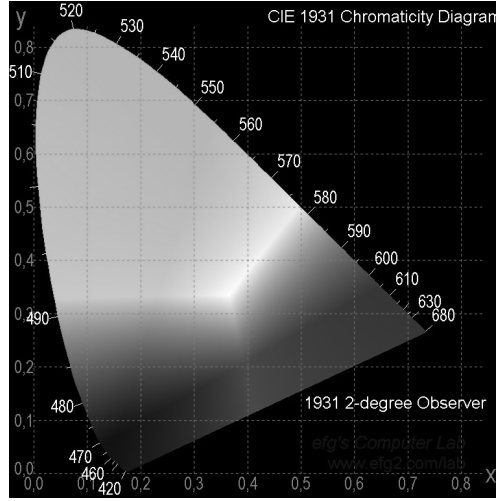
RGB renk uzayı, toplamalı renk karışımı yöntemiyle bir birim küpün içinde renkleri tanımlayacak şekilde tasarlanmıştır. Tarayıcılarda ve bilgisayar monitörlerinde RGB renk uzayı kullanılır (Şekil 2).



Şekil 2. RGB renk uzayı

4.2. CIE XYZ Renk Uzayı

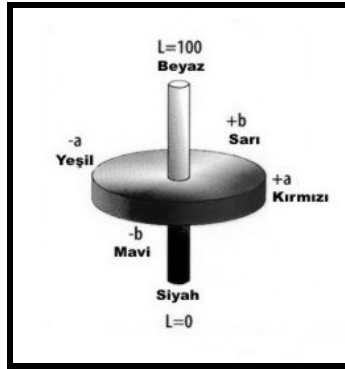
CIE XYZ renk uzayı, CIE (Commission Internationale de l'Eclairage: Uluslararası Aydınlatma Komisyonu) tarafından renk eşleme deneyleri sonucunda elde edilen ve insan gözünün üç ana renge olan duyarlılıkları esas alınarak oluşturulmuştur. Renk eşleme fonksiyonunca belli bir ışığın, belirli bir dalga boyu ile çarpılmasıyla her üç ana rengin hangi oranlarda etkilendiği bulunur. Bu oranlar CIE XYZ renk uzayının eksenleridir (Şekil 3).



Şekil 3. CIE XYZ renk uzayı.

4.3. CIE Lab Renk Uzayı

CIE XYZ renk uzayı, renkli ışığın spektral güç dağılımıyla lineer ilişkilidir. Bu nedenle bir renk uyarımı değiştiği zaman, gözlemci bir süre sonra renkte bir farklılık algılar. CIE Lab renk uzayının (Şekil 4) en belirgin özelliği renk uzayının algılama yönünden düzgün değişim göstermesidir. Günümüzde CIE Lab renk uzayı çeşitli alanlar için standart renk uzayı olarak kabul edilmiştir. Ayrıca renk farklılığı olan ΔE değeride CIE Lab renk uzayı değerlerinden hesaplanır [4].



Şekil 4. CIE Lab renk uzayı.

5. RENK UZAYLARI ARASINDA DÖNÜŞÜMLER VE RENK FARKLİLİĞİ

Renk uzayları arasındaki dönüşüm bağıntıları CIE XYZ renk uzayı değerlerinden türetilir. Çünkü CIE XYZ renk uzayının içerdiği renk sayısı diğer renk uzaylarından oldukça fazladır ve bu renk uzayı cihaza bağımlı değildir [5].

5.1. RGB Renk Uzayı İle CIE XYZ Renk Uzayı Arasındaki Bağntı

RGB (\cong sRGB) renk uzayı ile CIE XYZ renk uzayı arasında,

$$\begin{bmatrix} \mathbf{R} \\ \mathbf{G} \\ \mathbf{B} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 3.2410 & -1.5374 & -0.4986 \\ -0.9692 & 1.8760 & 0.0416 \\ 0.0556 & -0.2040 & 1.0570 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \mathbf{X} \\ \mathbf{Y} \\ \mathbf{Z} \end{bmatrix} \quad (1)$$

bağıntısı geçerlidir [6].

5.2. CIE XYZ Renk Uzayı İle CIE Lab Renk Uzayı Arasındaki Bağntı

CIE XYZ renk uzayı ile CIE Lab renk uzayı arasında,

$$\mathbf{L} = 116f\left(\frac{\mathbf{Y}}{100}\right) - 16 \quad (2a)$$

$$\mathbf{a} = 500 \left[f\left(\frac{\mathbf{X}}{95.046}\right) - f\left(\frac{\mathbf{Y}}{100}\right) \right] \quad (2b)$$

$$\mathbf{b} = 200 \left[f\left(\frac{\mathbf{Y}}{100}\right) - f\left(\frac{\mathbf{Z}}{108.906}\right) \right] \quad (2c)$$

bağıntısı vardır. Bu bağıntılar D65 standart aydınlatıcı değerlerine göre oluşturulmuştur. Burada,

$$f(\alpha) = \begin{cases} \alpha^{\frac{1}{3}} & \alpha \geq 0.008856 \\ 7.787\alpha + \frac{16}{116} & \alpha < 0.008856 \end{cases} \quad (2d) \text{ dir [7].}$$

5.3. Renk Farklılığının Hesaplanması

Renk farklılığı, CIE Lab renk uzayında hesaplanır. Çünkü CIE Lab renk uzayı üniformdur. Renk farklılığının hesaplanmasında,

L : hesaplanan veya ölçülen değer, t : test kartına ait değer olmak üzere,

$$\Delta L = L_h - L_t : \text{Açıklık farklılığı} \quad (3a)$$

$$\Delta a = a_h - a_t : \text{Kırmızı-yeşil farklılığı} \quad (3b)$$

$$\Delta b = b_h - b_t : \text{Sarı-mavi farklılığı} \quad (3c)$$

$$\Delta E = \sqrt{(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2} : \text{Renk farklılığı} \quad (4)$$

bağıntısıyla hesaplanır. ΔE değerine üç boyutlu uzaydaki Öklit mesafesi denir. ΔE değerinin çeşitli sınıflamalarına göre, tarayıcıların renk doğruluğu hakkında karar verilir [8].

6. UYGULAMA

6.1. Yöntem

Uygulama için aynı model dört tane tarayıcı kullanılmıştır. Bu tarayıcılar, değişik sayılarda tarama yapılan laboratuvarlarda kullanılmak üzere aynı tarihte kullanılmaya başlanmıştır. Her tarayıcı ile öncelikle renk kalibrasyon kartına ait A17-L19 arası bölüm (Kırmızı, Yeşil, Mavi) taranarak ScanTest programı yardımıyla RGB değerleri bulunmuş ve tarayıcının kalibrasyonunun tam olup olmadığı renk kalibrasyon kartına ait orijinal değerler ile karşılaştırılarak kontrol edilmiştir. Karşılaştırma sonucunda dört tarayıcının da renk doğruluğu bakımından mükemmel olduğu görülmüştür. Daha sonra 60 günlük bir periyot sonunda renk kalibrasyon kartının aynı bölümleri tekrar taranarak ilk değerleriyle karşılaştırılmıştır. Karşılaştırma ΔE değerlerine göre yapılmış ve tarama sayılarına göre tarayıcıların renk doğrulukları araştırılmıştır.

6.2. Uygulamada Kullanılan Test Kartı ve Tarayıcılar

Uygulamada, Kodak IT8 7.2-1993 2001:02 renk kalibrasyon kartı kullanılmıştır. Bu karta ait orijinal değerler (XYZ, Lab), üretici firma tarafından verilmektedir. Uygulamada kullanılan tarayıcı ise dört adet HP ScanJet 4070 Photosmart marka düz yataklı masa üstü tarayıcıdır.

Tarayıcılara ait özellikler ve renkli sayfa tarama sayısına göre adlandırılması aşağıda verilmiştir (Tablo 1, Tablo 2).

Tablo 1. Tarayıcı bilgileri.

Tarayıcı Adı	Tarama Yöntemi	Renk Modu	Gri Modu	Optik Çözünürlük	Tarama Alanı
HP ScanJet 4070	Tek geçiş	48 bit	16 bit	2400	A4

Tablo 2. Tarayıcı adları ve tarama sayıları.

Tarayıcı Adı	HP ScanJet 4070	A	B	C	D
Tarama Sayısı	Ortalama (Renkli): Gün/Sayfa	1	3	5	15

7. SONUÇ VE ÖNERİLER

Her dört tarayıcısında başlangıç değerleri, renk kalibrasyon kartı değerlerine çok yakın olduğu için ortalamaları alınarak, tarayıcılar için ortalama başlangıç RGB değerleri bulunmuştur. 60 günlük periyod sonunda yapılan taramalara ait RGB değerleri de bulunarak (1) ve (2) bağıntıları yardımıyla öncelikle CIE XYZ, daha sonra CIE Lab renk uzayı değerleri hesaplanmıştır. (3) ve (4) bağıntıları yardımıyla ise ortalama başlangıç ve periyod sonu değerleri arasındaki renk farklılıkları hesaplanmıştır. Bunlara ait değerler Tablo 3., Tablo 4., Tablo 5., Tablo 6. ve Tablo 7. de verilmiştir.

Tablo 3. Ortalama başlangıç değerlerine göre ΔE değerleri.

	ORTALAMA BAŞLANGIÇ		
	17. sütun	18. sütun	19. sütun
A	5,24	5,44	5,04
B	4,93	4,11	5,20
C	5,04	5,22	7,51
D	5,66	5,42	9,31
E	4,97	5,32	5,94
F	4,99	5,20	7,64
G	5,03	5,25	7,41
H	6,30	5,32	5,29
I	6,02	5,44	6,52
J	6,35	5,73	7,19
K	6,86	5,28	9,01
L	7,88	6,78	9,33

Tablo 4. 60 günlük periyot sonunda A tarayıcısından elde edilen ΔE değerleri.

	Tarayıcı - A		
	17. sütun	18. sütun	19. sütun
A	4,78	4,75	4,08
B	4,90	5,47	4,94
C	4,98	5,65	7,22
D	5,03	5,78	7,28
E	6,44	4,85	7,74
F	6,87	4,91	7,86
G	7,29	4,84	7,38
H	6,67	4,87	7,78
I	7,51	5,04	7,98
J	7,39	5,40	8,96
K	8,74	5,90	8,51
L	9,00	7,26	10,33

Tablo 5. 60 günlük periyot sonunda B tarayıcısından elde edilen ΔE değerleri.

	Tarayıcı - B		
	17. sütun	18. sütun	19. sütun
A	5,24	5,19	4,60
B	4,61	5,64	4,98
C	5,12	6,23	6,75
D	5,85	5,23	7,97
E	5,71	5,01	9,04
F	6,76	4,92	10,23
G	7,69	4,90	10,98
H	6,95	4,59	11,46
I	7,25	4,57	11,90
J	7,98	4,58	13,56
K	7,89	5,13	13,57
L	8,72	9,07	11,39

Tablo 6. 60 günlük periyot sonunda C tarayıcısından elde edilen ΔE değerleri.

Tarayıcı - C			
	17. sütun	18. sütun	19. sütun
A	5,48	5,68	4,73
B	5,63	6,25	5,30
C	6,60	6,23	7,81
D	7,72	5,78	9,61
E	8,08	5,52	10,48
F	8,95	5,51	10,94
G	9,06	4,64	11,11
H	9,08	4,22	11,26
I	9,14	4,74	11,56
J	9,20	5,23	11,98
K	9,27	5,42	12,01
L	9,56	7,58	12,29

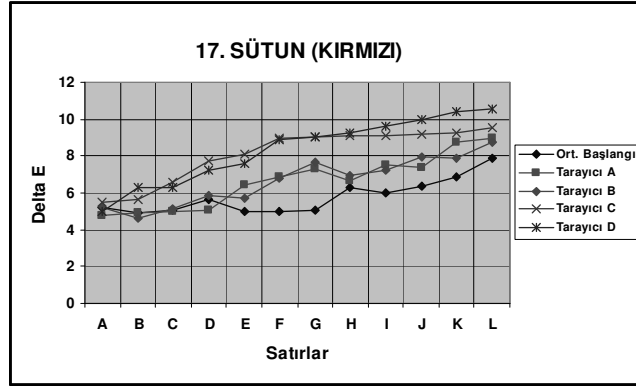
Tablo 7. 60 günlük periyot sonunda D tarayıcısından elde edilen ΔE değerleri.

Tarayıcı - D			
	17. sütun	18. sütun	19. sütun
A	4,99	5,30	4,25
B	6,26	6,04	4,86
C	6,27	6,25	6,41
D	7,24	4,91	7,67
E	7,58	5,18	9,02
F	8,90	4,67	10,85
G	9,06	4,23	12,65
H	9,22	4,16	13,77
I	9,60	5,85	14,17
J	9,98	5,95	15,44
K	10,40	6,35	17,13
L	10,54	8,55	11,32

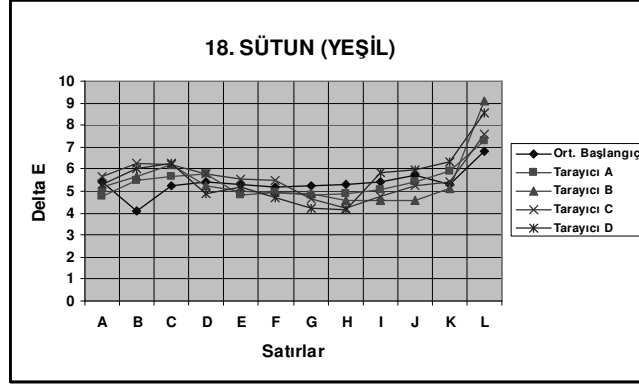
Tarayıcılarda renk doğruluğu elde edilen ΔE değerlerinin sıklığına göre yapılır. Çeşitli çalışmalar sonucunda,

$\Delta E \leq 3$	Mükemmel
$3 < \Delta E \leq 6$	İyi
$6 < \Delta E \leq 10$	Normal
$\Delta E > 10$	Kötü

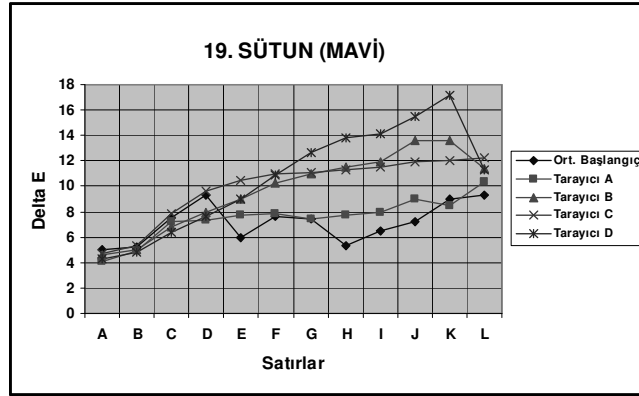
değerleri sınır değerler olarak benimsenmiştir [9]. Tablo 3 incelendiğinde ortalama başlangıç değerinin test kartından olan farklılıkları iyi kabul edilebilir. Tablo 4., Tablo 5., Tablo 6. ve Tablo 7. incelendiğinde ise tarama sayısı ile orantılı olarak tarayıcıların ortalama başlangıçtan olan farklılıkları iyiden kötüye doğru gitmektedir. Özellikle 19. sütunda yani mavi renge ait değerlerde tarama sayısına bağlı olarak çok miktarda değişme olduğu görülmektedir. Bu değişimler, 17. sütunda (kırmızı) biraz azalmaktadır. 18. sütunda (yeşil) ise değişimlerin çok daha az olduğu, tarama sayısının tarayıcının yeşile ait renksel özelliklerini çok az değiştirdiği görülmektedir. Şekil 5., Şekil 6. ve Şekil 7. de bu değişimlerin tarayıcılara göre durumları verilmiştir.



Şekil 5. Tarama sayılarının kırmızı renge olan etkisi.



Şekil 6. Tarama sayılarının yeşil renge olan etkisi.



Şekil 7. Tarama sayılarının mavi renge olan etkisi.

Tablo 7. ve Şekil 7. incelendiğinde günde ortalama 15 renkli tarama yapılan D tarayıcısında 60 günlük periyod sonunda özellikle mavi sütunun sınır değeri aştığı görülmektedir. Tablolardaki grafiklerin trendleri dikkate alınır tarama sayılarına göre yaklaşık kaç gün sonra tarayıcının renk doğruluğunun bozulabileceği ve kalibrasyonuna gerek olabileceği konusunda fikir edinilebilir. Örneğin, D tarayıcısı için ortalama aynı sayıda tarama yapılabileceği düşünülürse, kırmızı sütunun 72 gün sonunda, yeşil sütunun ise 908 gün sonunda renk doğruluğunun sınır değerleri aşabileceği bulunabilir. Bir objede bu üç ana renk ve karışımlarının olduğu ve obje görüntüsünü oluşturan piksellerin bu üç rengin değişik oranlarını içerdiği düşünülürse, kullanılan tarayıcının renk doğruluğu hakkında bir kanıya

varmak ve tarama sayılarının tarayıcıların renk doğruluğu üzerindeki etkisini anlamak daha kolay olacaktır.

8. KAYNAKLAR

1. Yakar, M., Fotogrametrik Amaçlı Kullanılan Tarayıcıların Radyometrik ve Geometrik Doğruluğunun Araştırılması, Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 178s, (2002).
2. Baltsavias, E. P., Scanners – A Survey of Current Technology and Future Needs. International Archives of Photogrammetry and Remote Sensing, Vol.30, Part 1. Como, Italy, 130-143, (1994).
3. Yılmaz, İ., Renk Uzayları ve Dönüşüm Algoritmaları, Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 138s, (2002).
4. Connolly, C., Fliess, T., A Study of Efficiency and Accuracy in the Transformation from RGB to CIELAB Color Space, IEEE Transactions on Image Processing, Vol. 6, No. 7, 1046-1048, (1997).
5. Robertson, C. A., A Data Flow Approach To Color Gamut Visualization, MSc Thesis, Graduate School of the University of Oregon, (1997).
6. Bourgin, D., Color Spaces FAQ, (1994), <http://www.cica.indiana.edu>
7. Agoston, G. A., Color Theory and Its Application in Art and Design, Second Completely Revised and Updated Edition, Springer-Verlag, Berlin, (1987).
8. Gann, R. G., Desktop Scanners: Image Quality Evaluation, Hewlett-Packard Professional Books, Prentice Hall PTR, (1999), <http://www.hp.com>
9. Abrardo, A., Cappellini, M., Mecocci, A., Art-Works Colour Calibration Using The VASARI Scanner, In Proceedings of IS&T and SID's 4th Color Imaging Conference: Color Science, Systems and Applications, Arizona, (1996).