

MÜREKKEPLERİN YAPISAL ÖZELLİKLERİNDEN DOLAYI BASKIDA OLUŞAN RENK VE TON HATALARI

Mustafa KISA¹

¹Konya Teknik Üniversitesi, Görsel, İşitsel Teknikler ve Medya Yapımcılığı Bölümü,
Konya Türkiye
mkisa@selcuk.edu.tr

Özet

Baskı teknolojilerinde ve ofset baskı makinelerinde kullanılan mürekkepler ve rengini veren kimyasalların orjinaline uygun renk ve ton değerlerinin oluşumunda önemli bir etkisi vardır. Kullanılan mürekkeplerin yapısı baskı kalitesi ile üretim performansını etkileyen önemli faktörlerdendir. Çalışmada her ne kadar renk serileri aynı olsa da farklı markalarda mürekkepler kullanılmıştır. Bu çalışmanın amacı baskı teknolojilerinde kullanılan farklı markalara sahip mürekkeplerin baskıda elde edilen renk ve ton değerlerine ve sonuca ne kadar etkili olduğunu bulma adına yapılmıştır. Yapılan deneysel çalışmalar sonucunda elde edilen farklı mürekkeplerle yapılmış baskı sonuçlarının baskı kalitesine ve renk ton değerlerine etkisi incelenmiştir. Baskısı yapılmış çalışmaların densitometrik ölçümleri yapılmıştır. Densitometrik incelenmelerde ve bilgisayar ortamında yapılan renk analizlerinde mürekkeplerin renk kodları aynı olmasına rağmen mürekkeplerin kimyasal yapı farklılıklarından dolayı renk ve ton değerleri, baskı örneklerinde farklı çıktığı görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Mürekkep, Densitometre, Ofset Baskı, Lab değeri

COLOR AND TONE ERRORS IN PRINTING DUE TO THE STRUCTURAL PROPERTIES OF INKS

Abstract

The inks and chemicals used in printing technologies and offset printing machines have a significant effect on the formation of color and tone values appropriate to the original. The structure of the inks used is one of the important factors affecting print quality and production performance. Different brands of inks were used in the study,

although the color series was the same. The aim of this study was to find out how effective inks with different brands used in printing technologies are to the color and tone values and results obtained in printing. As a result of the experimental studies, the effect of printing results made with different inks on the print quality and color tone values were examined. Densitometric measurements of the printed studies were made. Although the color codes of the inks were the same in the densitometric investigations and color analyzes carried out in the computer environment, it was observed that the color and tone values of the inks were different due to the chemical structure differences.

Keywords: Ink, Densitometer, Offset Printing, Lab value

1. Giriş

Günümüzde baskının ve baskı makinelerinin geçmişi; insanların kendi aralarında iletişim kurmaya başlaması ve bilgiyi paylaşma ihtiyacı hissetmesine dayanmaktadır. İnsanlar bilgiyi paylaşmak için çeşitli evrelerden geçmişlerdir. Bu geçişlerde yakın geçmişe kadar işitsel teknikler ve interaktif medyanın ortaya çıkması sürecine kadar basılı görsel teknikler insanlığın iletişimde sık kullandığı bir yöntem şeklini oluşturmuştur. Basılı görsel teknikler önce resimlerle ve figürlerle arkasından yazının icadıyla yoğun bir şekilde kullanılmıştır. İlk çağlarda baskı işlemi görseller ve figürler şeklinde kazıma yöntemiyle çeşitli taşıyıcılar üzerine aktararak gerçekleştirilmiştir. Mürekkebin ve renklendiricilerin bulunmasıyla basılı görsel teknikler çeşitli baskı tekniklerine dönüşerek günümüze kadar gelişim göstermiştir. Her türlü taşıyıcıda basılı görsel tekniklerin kullanılma ihtiyacının oluşması farklı baskı tekniklerinin geliştirilmesine sebep olmuştur. Tüm baskı tekniklerinde taşıyıcılar çok farklı yapılarda olabilmektedir. Baskı tekniklerinde baskı kalitesini etkileyen en büyük etkenlerden birisi ve ortak paydası mürekkeplerdir. Baskı tekniklerinde uzman kişilerin bilgi becerilerinin ve uygulamalarının baskı sonucuna doğrudan etkileri bulunmaktadır. Bu çalışmada günümüzde en yoğun şekilde kullanılan baskı tekniği olarak ofset baskı makinesi mürekkeplerinin kaliteye etkisi incelenmiştir.

1.1. Mürekkebin yapısı

Matbaa mürekkepleri genel olarak; pigmentler, bağlayıcılar, çözücüler ve kimyasal yardımcı maddelerden meydana gelmektedir.

Pigment mürekkebin temel renk unsuruve öz kısmıdır. Mürekkepte olması gereken ana iki özellik mürekkebe pigment tarafından verilmektedir. Bunlar; dayanıklılık ve örtücülüktür.

Bağlayıcılar, mürekkebin parlaklığını tayin etmekle beraber pigment zerrelerini baskı materyaline tutunmasını sağlamaktadır.

Örtücülük, mürekkep tarafından verilen rengin taşıyıcının zeminini kapatmasını sağlamaktadır.

Çözücüler, pigment ve bağlayıcılara matbaa makinelerinin gösterdikleri özelliğe göre baskı materyallerine baskı yapılabilmesi gereken akıcılık kabiliyetini kazandırmaktadır [1].

Baskı tekniklerine göre kullanılan mürekkeplerin genel yapısı özellik kazandırıcı yardımcı maddeler dışında aynı kimyasal yapıdan oluşmaktadır. Bununla beraber taşıyıcının yapısına göre, mürekkebe yardımcı kimyasal maddeler katılarak farklı özellikler kazandırılmaktadır. Mürekkeplerin yeni özellikler kazanması baskı tekniklerine göre sınıflandırılmalarını gerektirmiştir. Baskı teknikleri ve mürekkebin yapısı taşıyıcının yapısına ve kullanılan sektöre göre değişmektedir [2].

Her ne kadar baskı tekniklerine göre de farklı mürekkep çeşitleri olsa da, aynı baskı türüne sahip sistemlerde de mürekkep çeşitleri ve serileri değişebilmektedir.

Çalışmada, ofset baskı tekniklerinde kullanılan CMYK serisine sahip üç ayrı mürekkep markasının baskı sonrası kalite özelliklerinin incelemesi gerçekleştirilmiştir.

2. Materyal ve Metot

Çalışmada mürekkep yapılarının renk oluşumlarına etkisi ve taşıyıcı üzerindeki örtücü etkileri incelenmiştir. Deneysel çalışmada kağıt olarak (ISO WHITENESS) standardına göre 102 beyazlık ve (TS ISO 2471) standardına göre 90 opaklık değerine sahip 135 gram parlak kuşe kağıt kullanılmıştır. Baskı kalitesine etkisi incelenmek üzere sektörde en çok kullanılan, CMYK serisinden üç ayrı mürekkep markası kullanılmıştır. İnceleme işlemi laboratuvar şartlarında gerçekleştirilmiş olup density ve Lab değerlerine bakılmıştır. Baskı işleminde bilgisayarlı kontrol sistemine sahip “MAN Roland” marka 4 renkli ofset baskı makinesi kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan baskı makinesi, gerçekleştirilen her baskı sonrası kullanılan mürekkep ayarlarını yapılacak yeni bir baskıda aynı baskı sonuçlarını elde edebilmek için hafızaya alma ve tekrar aynı ayarları

bozmadan kullanabilme kabiliyetine sahip bir makinedir. Makinenin bu özelliği 3 ayrı mürekkep serisi içinde aynı ayarların kullanılması ve doğru bir değerlendirme yapma imkânını sunmuştur.

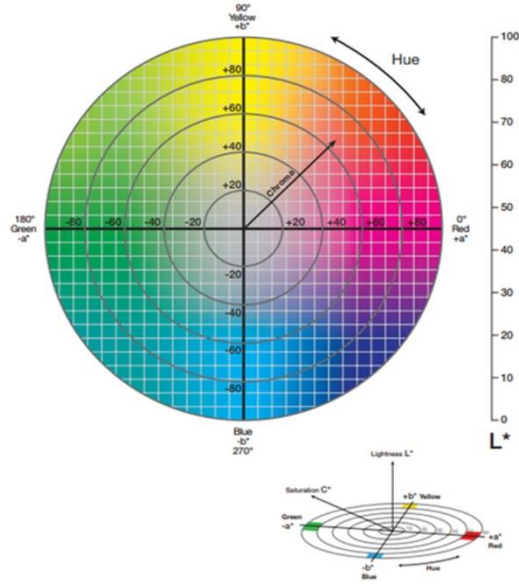
Densitometrik spektral ölçümlerde renk ve yoğunluk ölçümü yapılmaktadır. Elde edilen görüntünün taşıyıcı üzerinde ince bir flim tabakası halinde bulunmasına, mürekkebin yoğunluğuna ve örtücülüğüne density değeri denilmektedir. Densitometrik ölçüm işlemleri baskının density ve Lab değerlerini incelemektedir. Densitometre ile yapılan yoğunluk ölçümünde, yeşil, kırmızı ve mavi filtreler kullanılmaktadır [3]. Spektral bir ölçümde görülebilen tüm ışık dalgaları dikkate alınarak renk ölçümü yapılmaktadır. Yapılan ölçümde CMYK renklerinin aydınlığına ve renk tonuna ait bilgiler elde edilmektedir. Bu bilgiler ile bir rengi tam olarak belirtmek mümkündür. Renk tonu bir koordinat sistemi olan CIE renk diyagramında gösterilmektedir. Ancak renk farklılıkları bu sistemde görülemez. CPC ünitesinde, bu renk farklılıklarını ayırt edebilmek için CIE renk diyagramının bazında yeni bir renk sistemi yaratılır. Lab renk sistemi: Bu sistemde, görülebilen tüm renkler mevcuttur (Şekil 1). Bunlar “L, a ve b” değerleri ile tespit edilmiştir. Bu değerler sistemin koordinatları olup şu anlamları taşımaktadır.

-L = Bir rengin aydınlığı

-a = Bir rengin kırmızı / yeşil eksenindeki konumu

-b = Bir rengin sarı / mavi eksenindeki konumu

Elde edilen “Lab” değerleri renkler hakkında değerlendirme yapmamızı sağlamaktadır. “Lab” yöntemi matbaacılıkta kullanılan spektral renk koordinat sistemidir ve a ve b sayısal olarak 50 ile +50 arasında değerler almaktadır. L ise 0 ile 100 arasında değerler ile ölçülmektedir. Sıfır karanlık, yüz ise aydınlık değerlerini ifade etmektedir [4].



Şekil 1. Lab değerleri grafiksel renk gösterimi [5]

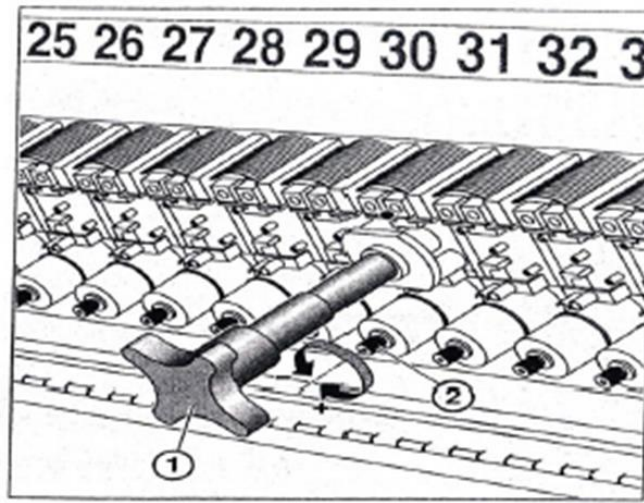
2.1 Deneysel Çalışma

Deneysel çalışmada 4 üniteden oluşan aynı anda 4 renk baskı yapabilen bilgisayar kontrollü “MAN Roland” baskı makinesi kullanılmıştır. Kullanılan makine, bilgisayar kontrollü olmasından dolayı baskısı gerçekleştirilen tüm işlerin tekrar baskı yapılması göz önünde bulundurularak kullanılan tüm sayısal baskı değerlerini hafızaya alması sağlanmıştır. Böyle bir baskı makinesinin kullanılmasındaki amaç, farklı markadaki mürekkeplerin baskı makinesine kullanılması ve temizlenmesi esnasında baskı değerlerinin bozulması ihtimali bulunmaktadır. Bundan dolayı baskıda kullanılan sayısal baskı değerlerinin korunmasını ve tekrar uygulamasını sağlamak için bu özelliklere sahip bir makine seçilmiştir(Şekil 3). Çalışmada baskı makinesi 3 farklı marka seri mürekkep ile 3 ayrı CMYK baskısı gerçekleştirmiştir. Sırasıyla baskısı gerçekleşen her mürekkep, mürekkep haznesine yerleştirilmeden önce baskı aşamasının başında ve baskı sonunda makinenin mürekkep haznesi ve baskı silindirleri petrokimya ürünleriyle temizlenmiştir. Temizleme işlemi mürekkep merdaneleri ve kalıp silindirleri üzerinde tam temizlik elde edilinceye kadar devam ettirilmiştir.

Çalışmada kullanılan mürekkepler ofset baskıda, sektörde en çok tercih edilen mürekkeplerden seçilmiştir. Mürekkeplerin trigromi baskının gereği olarak “CMYK” mürekkep serileri kullanılmıştır.

Baskıda, densitometrik değerlerin doğru bir şekilde ölçülebilmesi için kalıp üzerine renk cetvelleri dışında başka bir görsel aktarılmamıştır.

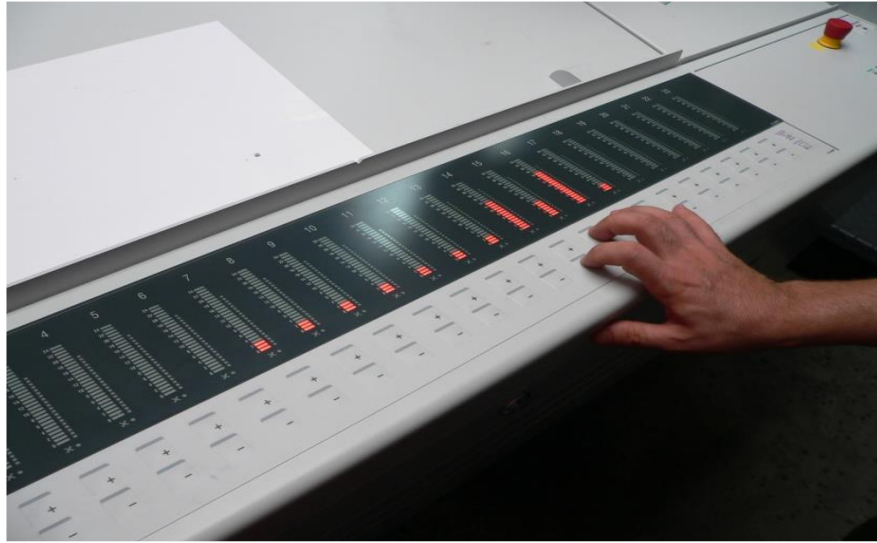
Baskı esnasında mürekkep ayarları, operatör marifeti dışında bilgisayar kontrol ünitesi tarafından gerçekleştirilmiştir. Mürekkep ayarı, bilgisayar kontrollü ofset baskı makinelerinde kalıp üzerinde görüntüyü oluşturan bölgenin alanının, tüm baskı alanına oranıyla (İş olan Alan / Tüm Baskı alanı) ortaya çıkan sayısal verilerle yapılmaktadır. Görüntünün olduğu bölgelere mürekkep, servo motorlarla kontrol edilen vanalar aracılığıyla aktarılmaktadır(Şekil 2).



Şekil 2. Servo motor vanaları[6]

2.1.1.Kâğıt Yüzeyine Mürekkep Transferi

Çalışmada, baskı makinesinin bilgisayar kontrolü özelliği görüntünün yoğunluğuna göre mürekkep transferi gerçekleştirdiği için baskısı yapılan üç ayrı mürekkebin aynı mürekkep değerlerinde taşıyıcı üzerine basılmasını sağlanmıştır. Üç ayrı baskıda da mürekkep, taşıyıcı üzerine eşit değerlerde transfer edilmiştir. Transferi gerçekleştirilen mürekkep, yapılan ölçümler sonucunda üç ayrı baskı içinde taşıyıcı üzerinde aynı kalınlığa sahip bir film tabakası oluşturmuştur. Elde edilen baskı numuneleri "X-rite Exact Spectrophotometre" isimli densitometre ve renk ölçüm cihazı ile değerlendirme işlemine tabi tutulmuştur.



Şekil 3. Mürekkep Kontrol Ünitesi

Tablo 1 “ISO 12647-2” standartlarına göre kabul gören kağıt çeşitlerine göre referans alınan densite (Zemin Yoğunluğu) değerleri aşağıdaki tabloda verilmiştir [3].

Tablo 1.“ISO 12647-2” standartlarına göre kabul gören kağıt çeşitleri [3].

Kağıt Cinsi	CMYK	Zemin Yoğunl.	NK %40	Tol.±	NK %80	Tol.±	Kontrast	K-Tol.±
Parlak Kuşe	K	1,85	16	%4	13	%3	0,42	0,07
	C	1,55	13	%4	11	%3	0,40	0,06
	M	1,50	13	%4	11	%3	0,38	0,06
	Y	1,45	13	%4	11	%3	0,37	0,06
Mat Kuşe	K	1,75	16	%4	13	%3	0,39	0,07
	C	1,45	13	%4	11	%3	0,37	0,06
	M	1,40	13	%4	11	%3	0,37	0,06
	Y	1,25	13	%4	11	%3	0,32	0,06
LWC Rotasyon	K	1,75	19	%4	13	%3	0,37	0,07
	C	1,43	16	%4	11	%3	0,37	0,06
	M	1,33	16	%4	11	%3	0,37	0,06
	Y	1,26	16	%4	11	%3	0,32	0,06
1. Hamur	K	1,55	22	%4	14	%3	0,24	0,08
	C	1,20	19	%4	12	%3	0,24	0,06
	M	1,15	19	%4	12	%3	0,22	0,06
	Y	1,20	19	%4	12	%3	0,22	0,06
3. Hamur	K	1,25	25	%4	14	%3	0,23	0,08
	C	1,00	19	%4	12	%3	0,24	0,06
	M	0,95	19	%4	12	%3	0,22	0,06
	Y	0,95	19	%4	12	%3	0,22	0,06

Çalışmada, baskının istenilen değerlerde olduğunun kontrolü için “ISO 12647-2” standartlarına uygunluk kontrolü yapılmıştır. Kontrol işlemi, baskısı gerçekleştirilen renk cetvellerinin ölçüm işlemleri yapılarak gerçekleştirilmiştir (Şekil 4).

-Density

- L = Bir rengin aydınlığı-parlaklığı

-a = Bir rengin kırmızı / yeşil eksenindeki konumu

-b = Bir rengin sarı / mavi eksenindeki konumu

- ΔE Toplam renk farkını (Numune ile – ölçülen malzemelerin renkleri arasındaki)



Şekil 4. Gerçekleştirilen baskıların densitometrik Spectrophotometrik ölçümü

Numune ile ölçülen malzemelerin renkleri arasındaki fark - ΔE Toplam renk farkını vermektedir. Aşağıda Tablo 2’de verilen aralıklar ΔE Toplam renk farkına göre kabul edilen ve edilemeyen aralıkları göstermektedir [4].

Tablo 2. Renk karşılaştırma değerlendirme tablosu [7].

Renk karşılaştırma aralığı değeri	Renk karşılaştırma değerlendirmesi
0.0 – 0.25 ΔE	Çok mükemmel eşleme.
0.25–0.50 ΔE	Kabul edilebilir eşleme (az fark)
0.50–1.0 ΔE	Kabul edilebilir eşleme (orta fark)
1.0 – 2.0 ΔE	Bazı sektörlerde kabul edilebilir eşleme
2.0 – 4.0 ΔE	Özel uygulamalarda kabul edilebilir
4.0 ΔE	Uygulamalarda kabul edilemez eşleme

Tablo 3. “X” Marka Baskı Mürekkebi Densitometre ve Lab Renk Ölçüm Değerleri Tablosu

DENSITY	ISO 12647-2	Gerçekleşen Değer			Standart Değer			ΔE^*ab
		L	a	b	L	a	b	
1,80	Black	15,28	0,47	1,45	16	0	0	1,69
1,40	Cyan	56,08	-33,12	-52,77	55	-37	-50	4,89
1,45	Magenta	48,76	75,22	-3,39	48	74	-3	1,49
1,30	Yellow	88,92	-6,23	93,66	89	-5	93	1,40

3. Sonuçlar

“X” Marka CMYK baskı mürekkebi densitometre ve Lab Renk ölçüm değerleri, “ISO 12647-2” standartlarında kabul gören kağıt çeşitlerine göre referans alınan densite (Zemin Yoğunluğu) değerleri ile karşılaştırıldığında (Tablo 3):

“Black-K” değerleri, density değeri olarak “1.80” ölçülmüştür. “Black-K” density değeri “ISO 12647-2” standartlarına göre “1.85” değerinde olmalıdır. Elde edilen değer ile standart değer arasında “0.05” lik sapma bulunmaktadır. “ISO 12647-2” standartlarına göre kabul edilebilir sapma oranı “0.03” olarak belirlenmiştir [23]. Elde edilen değer ile kabul edilebilir sapma oranı arasındaki fark “0.02” aralığında olup neredeyse kabul edilebilir oranın iki katına yakın bir sapmayla renk değeri oluşmuştur(Tablo 1). “Black-K” density değeri kabul edilebilir sapma oranına göre elde edilen değer ile “% 66.7” oranında bir sapmayla yüzdesel fazlalık oluşturmuştur. Baskı mürekkeplerinde %3 olması gereken sapma % 5 olarak gerçekleşmesi gözle görülebilir şekilde renk ton değişikliklerine sebebiyet vermektedir.

“Black-K” değerleri, Lab değeri olarak “L” için “15.28”, “a” için “0,47”, “b” için “1.45” olarak gerçekleşen değerler ölçülmüştür. “ISO 12647-2” standartlarına göre “Black-K” için kabul edilebilir “Lab” değerleri, “L” için “16”, “a” için “0”, “b” için “0” olarak belirlenmiştir. Elde edilen değerler olması gereken değerlerle karşılaştırıldığında “L” için % 4.5, “a” için % 4.7, “b” için % 1.45 oranında sapma gerçekleşmiştir. ΔE oranında 1,69 olarak bulunmuştur. Bu oran yukarıdaki tabloya göre “1.0 – 2.0” aralığına girmektedir(Tablo 2). Bu aralığın karşılığı tabloda “bazı sektörlerde kabul edilebilir eşleme” olarak ifade edilmiştir. Yukarıdaki tabloya göre kabul edilebilir aralık “0.0 -1.0” olarak kabul edilmiştir. “Black-K” mürekkebi için ΔE değeri istenilen aralıkların dışına 0.45 kadar çıkmıştır.

“Cyan-C“ değerleri, density değeri olarak “1.40” ölçülmüştür. “Cyan-C“ density değeri “ISO 12647-2” standartlarına göre “1.55” değerinde olmalıdır. “Cyan-C“ değerinde elde edilen değer ile standart değer arasında “0.15” lik sapma bulunmaktadır. “ISO 12647-2” standartlarına göre kabul edilebilir sapma oranı “%3 (0.03)” olarak belirlenmiştir(Tablo 1). Elde edilen değer ile kabul edilebilir sapma oranı arasındaki fark “0.12” aralığında olup kabul edilebilir oranın dört katı bir sapmayla renk değeri oluşmuştur. Baskı mürekkeplerinde %3 olması gereken sapma % 15 olarak gerçekleşmesi gözle görülebilir şekilde renk ton değişikliklerine sebebiyet vermektedir.

“Cyan-C“ değerleri, Lab değeri olarak “L” için “56.08”, “a” için “-33.12”, “b” için “-52.77” olarak gerçekleşen değerler ölçülmüştür. “ISO 12647-2” standartlarına göre “Cyan-C“ için kabul edilebilir “Lab” değerleri, “L” için “55”, “a” için “-37”, “b” için “-50” olarak belirlenmiştir. Elde edilen değerler olması gereken değerlerle karşılaştırıldığında “L” için % 1.96 “a” için % 10.5 “b” için % 5.5 oranında sapma gerçekleşmiştir. ΔE oranında 4.89 olarak bulunmuştur. Bu oran yukarıdaki tabloya göre “4.0 ve üstü ” aralığına girmektedir(Tablo 2). Bu aralığın karşılığı tabloda “Uygulamalarda kabul edilemez” olarak ifade edilmiştir. Yukarıdaki tabloya göre kabul edilebilir aralık “0.0-1.0” olarak kabul edilmiştir(Tablo 2). “Cyan-C” mürekkebi için ΔE değeri istenilen aralıkların dışında kaldığı görülmüştür.

“Magenta-M” değerleri, density değeri olarak “1.45” ölçülmüştür. “Magenta-M” density değeri “ISO 12647-2” standartlarına göre “1.50” değerinde olmalıdır. Elde edilen değer ile standart değer arasında “0.05” lik sapma bulunmaktadır. “ISO 12647-2” standartlarına göre kabul edilebilir sapma oranı “%3 (0.03)” olarak belirlenmiştir(Tablo 1). Elde edilen değer ile kabul edilebilir sapma oranı arasındaki fark “0.02” aralığında olup kabul edilebilir oranın iki katına yakın bir sapmayla renk değeri oluşmuştur. “Magenta-M” density değeri kabul edilebilir sapma oranına göre elde edilen değer ile “% 66.7” oranında bir sapmayla yüzdesel fazlalık oluşturmuştur. Baskı mürekkeplerinde %3 olması gereken sapma % 5 olarak gerçekleşmesi gözle görülebilir şekilde renk ton değişikliklerine sebebiyet vermektedir.

“Magenta-M” değerleri, Lab değeri olarak “L” için “48.76”, “a” için “75.22”, “b” için “-3.39” olarak gerçekleşen değerler ölçülmüştür. “ISO 12647-2” standartlarına göre “Magenta-M” için kabul edilebilir “Lab” değerleri, “L” için “48”, “a” için “74”, “b” için “-3” olarak belirlenmiştir. Elde edilen değerler olması gereken değerlerle karşılaştırıldığında “L” için % 1.58, “a” için % 1.64, “b” için % 13 oranında sapma gerçekleşmiştir. ΔE oranında 1.49 olarak bulunmuştur. Bu oran yukarıdaki tabloya göre “1.0 – 2.0” aralığına girmektedir(Tablo 2). Bu aralığın karşılığı tabloda “bazı sektörlerde kabul edilebilir” olarak ifade edilmiştir. Yukarıdaki tabloya göre genel olarak kabul edilebilir aralık “0.0-1.0” olarak belirtilmiştir(Tablo 2). “Magenta-M” mürekkebi için ΔE değeri 0.49 kadar istenilen aralıkların dışında çıkmıştır.

“Yellow-Y” değerleri, density değeri “1.30” olarak ölçülmüştür. “Yellow-Y” density değeri “ISO 12647-2” standartlarına göre “1.45” değerinde olmalıdır. Elde edilen

değer ile standart değer arasında “0.15” lik sapma bulunmaktadır. “ISO 12647-2” standartlarına göre kabul edilebilir sapma oranı “%3 (0.03)” olarak belirlenmiştir. Elde edilen değer ile kabul edilebilir sapma oranı arasındaki fark “0.12” aralığında olup kabul edilebilir oranın dört katı bir sapmayla renk değeri oluşmuştur(Tablo 1). Baskı mürekkeplerinde %3 olması gereken sapma % 15 olarak gerçekleşmesi “Yellow-Y” mürekkebinde gözle görülebilir şekilde renk ton değişikliklerine sebebiyet vermektedir.

“Yellow-Y” değerleri, Lab değeri olarak “L” için “88.92”, “a” için “-6.23”, “b” için “93.66” olarak gerçekleşen değerler ölçülmüştür. “ISO 12647-2” standartlarına göre “Yellow-Y” için kabul edilebilir “Lab” değerleri, “L” için “89”, “a” için “-5”, “b” için “93” olarak belirlenmiştir. Elde edilen değerler olması gereken değerlerle karşılaştırıldığında “L” için % 1.04, “a” için % 24.6, “b” için % 7 oranında sapma gerçekleşmiştir. ΔE oranında 1.40 olarak bulunmuştur. Bu oran yukarıdaki tabloya göre “1.0 – 2.0” aralığına girmektedir(Tablo 2). Bu aralığın karşılığı tabloda “bazı sektörlerde kabul edilebilir” olarak ifade edilmiştir. Yukarıdaki tabloya göre genel olarak kabul edilebilir aralık “0.0-1.0” olarak belirtilmiştir(Tablo 2). “Yellow-Y” mürekkebi için ΔE değeri 0.40 kadar istenilen aralıkların dışına çıkmıştır.

Tablo 4. “Y” Marka Baskı Mürekkebi Densitometre ve Lab Renk Ölçüm Değerleri
Tablosu

DENSITY	ISO 12647-2	Gerçekleşen Değer			Standart Değer			ΔE^*ab
		L	a	b	L	a	b	
1,90	Black	16.87	0,57	1,40	16	0	0	1.74
1,45	Cyan	55.94	-33.65	-51.55	55	-37	-50	3.81
1,40	Magenta	47.23	75.26	-4.97	48	74	-3	2.46
1,40	Yellow	88.03	-6.35	93.39	89	-5	93	1.71

“Y” Marka CMYK baskı mürekkebi densitometre ve Lab Renk ölçüm değerleri, “ISO 12647-2” standartlarında kabul gören kağıt çeşitlerine göre referans alınan densite (Zemin Yoğunluğu) değerleri ile karşılaştırıldığında (Tablo 4):

“Black-K” değerleri, density değeri olarak “1.90” ölçülmüştür. “Black-K” density değeri “ISO 12647-2” standartlarına göre “1.85” değerinde olmalıdır. Elde edilen değer ile standart değer arasında “0.05” lik fazlayla sapma bulunmaktadır. “ISO 12647-2” standartlarına göre kabul edilebilir sapma oranı “%3 (0.03)” olarak belirlenmiştir(Tablo 1). Elde edilen değer ile kabul edilebilir sapma oranı arasındaki fark “0.02” aralığında

olup kabul edilebilir oranın iki katına yakın bir sapmayla renk değeri oluşmuştur. “Black-K” baskı mürekkeplerinde %3 olması gereken sapma % 5 olarak gerçekleşmesi gözle görülebilir şekilde renk ton değişikliklerine sebebiyet vermektedir.

“Black-K” değerleri, Lab değeri olarak “L” için “16.87”, “a” için “0,57”, “b” için “1.40” olarak gerçekleşen değerler ölçülmüştür. “ISO 12647-2” standartlarına göre “Black-K” için kabul edilebilir “Lab” değerleri, “L” için “16”, “a” için “0”, “b” için “0” olarak belirlenmiştir. Elde edilen değerler olması gereken değerlerle karşılaştırıldığında “L” için % 5.43, “a” için % 5.7, “b” için % 1.40 oranında sapma gerçekleşmiştir. ΔE oranında 1,74 olarak bulunmuştur. Bu oran yukarıdaki tabloya göre “1.0 – 2.0” aralığına girmektedir(Tablo 2). Bu aralığın karşılığı tabloda “bazı sektörlerde kabul edilebilir eşleme” olarak ifade edilmiştir. Yukarıdaki tabloya göre kabul edilebilir aralık “0.0-1.0” olarak kabul edilmiştir(Tablo 2). “Black-K” mürekkebi için ΔE değeri istenilen aralıkların dışına 0.40 kadar çıkmıştır.

“Cyan-C” değerleri, density değeri olarak “1.40” ölçülmüştür. “Cyan-C” density değeri “ISO 12647-2” standartlarına göre “1.55” değerinde olmalıdır. “Cyan-C” değerinde elde edilen değer ile standart değer arasında “0.15” lik sapma bulunmaktadır. “ISO 12647-2” standartlarına göre kabul edilebilir sapma oranı “%3 (0.03)” olarak belirlenmiştir(Tablo 1). Elde edilen değer ile kabul edilebilir sapma oranı arasındaki fark “0.12” aralığında olup kabul edilebilir oranın dört katı bir sapmayla renk değeri oluşmuştur. Baskı mürekkeplerinde %3 olması gereken sapma % 15 olarak gerçekleşmesi gözle görülebilir şekilde renk ton değişikliklerine sebebiyet vermektedir.

“Cyan-C” değerleri, Lab değeri olarak “L” için “55.94”, “a” için “-33.65”, “b” için “-51.55” olarak gerçekleşen değerler ölçülmüştür. “ISO 12647-2” standartlarına göre “Cyan-C” için kabul edilebilir “Lab” değerleri, “L” için “55”, “a” için “-37”, “b” için “-50” olarak belirlenmiştir. Elde edilen değerler olması gereken değerlerle karşılaştırıldığında “L” için % 1.70 “a” için % 9.05 “b” için % 3.1 oranında sapma gerçekleşmiştir. ΔE oranında 3.81 olarak bulunmuştur. Bu oran yukarıdaki tabloya göre “2.0-4.0” aralığına girmektedir(Tablo 2). Bu aralığın karşılığı tabloda “Özel uygulamalarda kabul edilebilir” olarak ifade edilmiştir. Yukarıdaki tabloya göre kabul edilebilir aralık esas olarak “0.0-1.0” kabul edilmiştir(Tablo 2). “Cyan-C” mürekkebi için ΔE değeri istenilen aralıkların dışında kaldığı görülmüştür.

“Magenta-M” değerleri, density değeri olarak “1.40” ölçülmüştür. “Magenta-M” density değeri “ISO 12647-2” standartlarına göre “1.45” değerinde olmalıdır. Elde edilen değer ile standart değer arasında “0.05” lik sapma bulunmaktadır. “ISO 12647-2” standartlarına göre kabul edilebilir sapma oranı %3 (0.03) olarak belirlenmiştir(Tablo 1). Elde edilen değer ile kabul edilebilir sapma oranı arasındaki fark “0.02” aralığında olup kabul edilebilir oranın iki katına yakın bir sapmayla renk değeri oluşmuştur. “Magenta-M” baskı mürekkeplerinde %3 olması gereken sapma % 5 olarak gerçekleşmesi gözle görülebilir şekilde renk ton değişikliklerine sebebiyet vermektedir.

“Magenta-M” değerleri, Lab değeri olarak “L” için “47.23”, “a” için “75.26”, “b” için “-4.97” olarak gerçekleşen değerler ölçülmüştür. “ISO 12647-2” standartlarına göre “Magenta-M” için kabul edilebilir “Lab” değerleri, “L” için “48”, “a” için “74”, “b” için “-3” olarak belirlenmiştir. Elde edilen değerler olması gereken değerlerle karşılaştırıldığında “L” için % 1.60, “a” için % 1.70, “b” için % 65 oranında sapma gerçekleşmiştir. ΔE oranında 2.46 olarak bulunmuştur. Bu oran yukarıdaki tabloya göre “2.0 – 4.0” aralığına girmektedir(Tablo 2). Bu aralığın karşılığı tabloda “Özel uygulamalarda kabul edilebilir” olarak ifade edilmiştir. Yukarıdaki tabloya göre genel olarak kabul edilebilir aralık “0.0-1.0” olarak belirtilmiştir(Tablo 2). “Magenta-M” mürekkebi için ΔE değeri 1.46 kadar istenilen aralıkların dışında çıkmıştır.

“Yellow-Y” değerleri, density değeri “1.40” olarak ölçülmüştür. “Yellow-Y” density değeri “ISO 12647-2” standartlarına göre “1.45” değerinde olmalıdır. Elde edilen değer ile standart değer arasında “0.05” lik sapma bulunmaktadır. “ISO 12647-2” standartlarına göre kabul edilebilir sapma oranı “ (0.03)” olarak belirlenmiştir(Tablo 1). Elde edilen değer ile kabul edilebilir sapma oranı arasındaki fark “0.02” aralığında olup kabul edilebilir oranın iki katına yakın bir sapmayla renk değeri oluşmuştur. Baskı mürekkeplerinde %3 olması gereken sapma % 5 olarak gerçekleşmesi “Yellow-Y” mürekkebinde gözle görülebilir şekilde renk ton değişikliklerine sebebiyet vermektedir. “Yellow-Y” değerleri, Lab değeri olarak “L” için “88.03”, “a” için “-6.35”, “b” için “93.39” olarak gerçekleşen değerler ölçülmüştür. “ISO 12647-2” standartlarına göre “Yellow-Y” için kabul edilebilir “Lab” değerleri, “L” için “89”, “a” için “-5”, “b” için “93” olarak belirlenmiştir. Elde edilen değerler olması gereken değerlerle karşılaştırıldığında “L” için % 1.08, “a” için % 27, “b” için % 6.61 oranında sapma gerçekleşmiştir. ΔE oranında 1.71 olarak bulunmuştur. Bu oran yukarıdaki tabloya göre

“1.0 – 2.0” aralığına girmektedir(Tablo 2). Bu aralığın karşılığı tabloda “bazı sektörlerde kabul edilebilir” olarak ifade edilmiştir. Yukarıdaki tabloya göre genel olarak kabul edilebilir aralık “0.0-1.0” olarak belirtilmiştir(Tablo 2). “Yellow-Y” mürekkebi için ΔE değeri 0.71 kadar istenilen aralıkların dışına çıkmıştır.

Tablo 5. “Z” Marka Baskı Mürekkebi Densitometre ve Lab Renk Ölçüm Değerleri
Tablosu

DENSITY	ISO 12647-2	Gerçekleşen Değer			Standart Değer			ΔE^{*ab}
		L	a	b	L	a	b	
1,85	Black	17,12	-0,22	0,4	16	0	0	1,21
1,50	Cyan	55,34	-33,14	-52,04	55	-37	-50	4,38
1,45	Magenta	50,23	73,33	-3,8	48	74	-3	2,46
1,35	Yellow	88,06	-5,63	95,92	89	-5	93	3,13

“Z” Marka CMYK baskı mürekkebi densitometre ve Lab Renk ölçüm değerleri, “ISO 12647-2” standartlarında kabul gören kağıt çeşitlerine göre referans alınan densite (Zemin Yoğunluğu) değerleri ile karşılaştırıldığında(Tablo 5):

“Black-K” değerleri, density değeri olarak “1.85” ölçülmüştür. “Black-K” density değeri “ISO 12647-2” standartlarına göre “1.85” değerinde olmalıdır. Elde edilen değer ile standart değer aynı değere sahiptir. “ISO 12647-2” standartlarına göre kabul edilebilir mürekkep olarak belirlenmiştir.

“Black-K” değerleri, Lab değeri olarak “L” için “17.12”, “a” için “0,22”, “b” için “0.4” olarak gerçekleşen değerler ölçülmüştür. “ISO 12647-2” standartlarına göre “Black-K” için kabul edilebilir “Lab” değerleri, “L” için “16”, “a” için “0”, “b” için “0” olarak belirlenmiştir. Elde edilen değerler olması gereken değerlerle karşılaştırıldığında “L” için % 7, “a” için % 2.2, “b” için % 0.4 oranında sapma gerçekleşmiştir. ΔE oranında 1,21 olarak bulunmuştur. Bu oran yukarıdaki tabloya göre “1.0 – 2.0” aralığına girmektedir(Tablo 2). Bu aralığın karşılığı tabloda “bazı sektörlerde kabul edilebilir eşleme” olarak ifade edilmiştir. Yukarıdaki tabloya göre kabul edilebilir aralık “0.0-1.0” olarak kabul edilmiştir(Tablo 2). “Black-K” mürekkebi için ΔE değeri istenilen aralıkların dışına 0.21 kadar çıkmıştır. Şuana kadar elde edilen “Black-K” mürekkep değeridir.

“Cyan-C“ değerleri, density değeri olarak “1.50” ölçülmüştür. “Cyan-C“ density değeri “ISO 12647-2” standartlarına göre “1.55” değerinde olmalıdır. “Cyan-C“ değerinde elde edilen değer ile standart değer arasında “0.05” lik sapma bulunmaktadır. “ISO 12647-2” standartlarına göre kabul edilebilir sapma oranı “0.03” olarak belirlenmiştir(Tablo 1). Elde edilen değer ile kabul edilebilir sapma oranı arasındaki fark “0.02” aralığında olup kabul edilebilir oranın iki katına yakın bir sapmayla renk değeri oluşmuştur. Baskı mürekkeplerinde %3 olması gereken sapma % 5 olarak gerçekleşmesi “Cyan-C“ mürekkebinde gözle görülebilir şekilde renk ton değişikliklerine sebebiyet vermektedir.

“Cyan-C“ değerleri, Lab değeri olarak “L” için “55.34”, “a” için “-33.14”, “b” için “-52.04” olarak gerçekleşen değerler ölçülmüştür. “ISO 12647-2” standartlarına göre “Cyan-C“ için kabul edilebilir “Lab” değerleri, “L” için “55”, “a” için “-37”, “b” için “-50” olarak belirlenmiştir. Elde edilen değerler olması gereken değerlerle karşılaştırıldığında “L” için % 0.61 “a” için % 0.42 “b” için % 4.08 oranında sapma gerçekleşmiştir. ΔE oranında 4.38 olarak bulunmuştur. Bu oran yukarıdaki tabloya göre “4.0 ve üstü” aralığına girmektedir(Tablo 2). Bu aralığın karşılığı tabloda “Uygulamalarda kabul edilemez” olarak ifade edilmiştir.. Yukarıdaki tabloya göre kabul edilebilir aralık esas olarak “0.0-1.0” kabul edilmiştir(Tablo 2). “Cyan-C” mürekkebi için ΔE değeri istenilen aralıkların dışında kaldığı görülmüştür.

“Magenta-M” değerleri, density değeri olarak “1.45” ölçülmüştür. “Magenta-M” density değeri “ISO 12647-2” standartlarına göre “1.45” değerinde olmalıdır. Elde edilen değer ile standart değer aynı değere sahiptir. “ISO 12647-2” standartlarına göre kabul edilebilir mürekkep olarak belirlenmiştir(Tablo 1). Şuana kadar elde edilen “Magenta-M” mürekkebi değeridir.

“Magenta-M” değerleri, Lab değeri olarak “L” için “50.23”, “a” için “73.33”, “b” için “-3.8” olarak gerçekleşen değerler ölçülmüştür. “ISO 12647-2” standartlarına göre “Magenta-M” için kabul edilebilir “Lab” değerleri, “L” için “48”, “a” için “74”, “b” için “-3” olarak belirlenmiştir. Elde edilen değerler olması gereken değerlerle karşılaştırıldığında “L” için % 4.64, “a” için % 0.90, “b” için % 26 oranında sapma gerçekleşmiştir. ΔE oranında 2.46 olarak bulunmuştur. Bu oran yukarıdaki tabloya göre “2.0 – 4.0” aralığına girmektedir(Tablo 2). Bu aralığın karşılığı tabloda “Özel uygulamalarda kabul edilebilir” olarak ifade edilmiştir. Yukarıdaki tabloya göre genel

olarak kabul edilebilir aralık “0.0-1.0” olarak belirtilmiştir(Tablo 2). “Magenta-M” mürekkebi için ΔE değeri 0.46 kadar istenilen aralıkların dışında çıkmıştır.

“Yellow-Y” değerleri, density değeri “1.35” olarak ölçülmüştür. “Yellow-Y” density değeri “ISO 12647-2” standartlarına göre “1.45” değerinde olmalıdır. Elde edilen değer ile standart değer arasında “0.10” lik sapma bulunmaktadır. “ISO 12647-2” standartlarına göre kabul edilebilir sapma oranı “0.03” olarak belirlenmiştir(Tablo 1). Elde edilen değer ile kabul edilebilir sapma oranı arasındaki fark “0.07” aralığında olup kabul edilebilir oranın üç katına yakın bir sapmayla renk değeri oluşmuştur. Baskı mürekkeplerinde %3 olması gereken sapma % 10 olarak gerçekleşmesi “Yellow-Y” mürekkebinde gözle görülebilir şekilde renk ton değişikliklerine sebebiyet vermektedir. “Yellow-Y” değerleri, Lab değeri olarak “L” için “88.06”, “a” için “-5.63”, “b” için “95.92” olarak gerçekleşen değerler ölçülmüştür. “ISO 12647-2” standartlarına göre “Yellow-Y” için kabul edilebilir “Lab” değerleri, “L” için “89”, “a” için “-5”, “b” için “93” olarak belirlenmiştir. Elde edilen değerler olması gereken değerlerle karşılaştırıldığında “L” için % 1.05, “a” için % 12, “b” için % 3.13 oranında sapma gerçekleşmiştir. ΔE oranında 3.13 olarak bulunmuştur Bu oran yukarıdaki tabloya göre “2.0 – 4.0” aralığına girmektedir(Tablo 2). Bu aralığın karşılığı tabloda “Özel uygulamalarda kabul edilebilir” olarak ifade edilmiştir. Yukarıdaki tabloya göre genel olarak kabul edilebilir aralık “0.0-1.0” olarak belirtilmiştir(Tablo 2). “Yellow-Y” mürekkebi için ΔE değeri 1.13 kadar istenilen aralıkların dışına çıkmıştır.

4. Tartışma

Çalışma sonucunda elde edilen sayısal değerler neticesinde baskıda kullanılan mürekkepler ayrı ayrı analiz edilmiş ve “ISO 12647-2” standartlarına göre değerlendirmeleri yapılmıştır.

Çalışma her CMYK serisi mürekkep için densitometrik ve Lab değerleri incelenmiştir.

Çalışmadan da görüleceği üzere mürekkeplere ait densitometrik değerler “Z” Marka mürekkebin Black ve Magenta serileri dışında tüm değerler standart dışı çıkmıştır. Elde edilen değerler “ISO 12647-2” standartlarına göre kabul edilebilir sapma aralığında bulunmamaktadır.

Sapma aralıkları “0.03” olarak kabul edilirken elde edilen densitometrik değerlerin tamamı “0.03” ün üstünde çıkmıştır.

Çalışmada elde edilen Lab değerleri ise “ISO 12647-2” standartlarına göre, kullanılan mürekkeplerin hiç birisinde kabul edilebilir sapma aralığında olmamıştır.

Densitometrik değerlerin “Z” marka mürekkebin iki rengi hariç, tamamı istenilen değerlerin altında çıkmıştır.

Lab değerleri olarak tüm mürekkeplerin parlaklık ve renk geçişleri birbirinden farklı değerlerde ölçülmüştür.

Mürekkeplerin CMYK renk serilerinde aynı baskı değerlerini verecek bir standartta üretilmedikleri görülmüştür.

Bu sonuçlardan yola çıkarak sektörde en çok kullanılan üç ayrı mürekkep markasının “ISO 12647-2” standartlarına göre uygun olmadığı tespit edilmiştir. Yapılan baskıda aynı makine ayarları ile farklı renk ve ton değerlerde baskı sonuçları elde edilmiştir.

Çalışmada elde edilen verilerden yola çıkarak; Yapılacak baskıların standart renk ve ton değerlerini yakalayabilmesi için mürekkep ayarlarında eksik olan değerlerde artırma yapılarak istenilen renk ve ton değerleri yakalanmaya çalışılacaktır. Bu durum kullanılan mürekkebi artıracaktır. Taşıyıcı üzerinde artan mürekkep miktarı taşıyıcının kurumasını geciktirecektir. Mürekkebin taşıyıcı üzerinde yoğunlaşması baskı esnasında ve sonrasında sırt verme dediğimiz görüntünün üstte bulunan diğer taşıyıcıya görüntüyü aktarması durumu gerçekleşecektir. Tamamından önemlisi oluşan görüntünün çoğaltmak istediğimiz görüntüden yani orijinal görüntüden renk ve ton olarak uzak oluşacaktır.

Ülkemizde baskı ve renk değerleri ile ilgili standart olmasına rağmen Mürekkep üretiminde bir standardın uygulanmadığı deneysel çalışma sonucunda görülmüştür. Standartların takibi ve uygulanması açısından mesleki eğitim büyük önem arz etmektedir. Çalışma konusu, uzman kişilerin eğitimi ile standartlara daha uygun hale getirebilecektir.

Böyle bir standardın oluşması; zaman, kalite, hammadde israfını önleyecektir.

Kaynaklar

[1] Nussbaum, P., Colour Measurement and Print Quality Assessment in a Colour Managed Printing Workflow, ISSN 1501-7710, Doktora Tezi, The Norwegian Color

Research Laboratory Faculty of Computer Science and Media Technology Gjovik University College, Norway, 2010:17-20

[2] Dereli A., Mert H., Genel Matbaa, M.E. Basımevi, İstanbul, 1987.

[3] Rich, D. C., Okumura, Y., and Lovell, V., The Effect of Spectrocolorimeter Reproducibility on a Fully Color-Managed Print Production Workflow, in *4th European Conference on Color in Graphics, Imaging, and Vision (CGIV) 2008*, Barcelona, Spain pp. 77-79.

[4] Özcan, A., Kağıt Yüzey Pürüzlüğünün L*a*b* değerleri üzerine etkisinin belirlenmesi, İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 2008: Sayı:14 s.53-61.

[5] ASTM E308-08, Standard Practice for Computing the Colors of Objects by Using the CIE-System, American Society for Testing and Materials, West Conshohocken, PA, 2008.

[6] Kısa, M., Konvansiyonel Ofset Baskı Makinesinde Bilgisayar Destekli Renk Kontrolü Selçuk-Teknik Dergisi, ISSN 1302-6178 2014: cilt:13 sayı:3

[7] <https://www.mepteknik.com/> “Renk Ölçüm cihazı kullanma klavuzu” [Ziyaret Tarihi: 09 Temmuz 2019].

[8] <https://toyoink.com.tr/tr/veb-ofset-murekkepleri> [Ziyaret Tarihi: 04.Ağustos.2019].

[9] <http://www.technidyneblog.com>, 2013, 11 paper-roughness-smoothness-part-3.html, 17.06.2019[Ziyaret Tarihi: 17 Haziran 2019].

[10] ASLAN, B., KÖSE, E., ŞEKER, U., Ofset Baskı Merdanelerinde Meydana Gelen Değişim ve Bu Değişimin Densite Üzerine Etkisinin İncelenmesi, POLİTEKNİK DERGİSİ, Politeknik Dergisi 19 (2) 2016: 135-140,

[11] Aydemir, C., Özakhun, C., Matbaa Malzeme Bilimi, ISBN: 978-975-400-314-7, Marmara Üniversitesi Yayını, İstanbul-Turkey, 2014.

[12] Ofsette Çok Renkli Baskı-2, Matbaa Teknolojisi Megeb, 2013.

[13] Deshpande, M. S., Colour Gamut Comparison of Dampening Systems: Conventional vs Alcolor, E-ISSN 0976-7916. JERS (Journal of Engineering Research and Studies), 2011: 2 (3) 78-80.

[14] Ural E., Kaplanmış ve Kaplanmamış Kağıtlara Yapılan Ofset Baskıda; Baskı Basıncı, Mürekkep Miktarı ve Zemin Ton Densitesi İlişkisinin Uygulamalı İncelemesi, İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi Yıl: 9 Sayı: 17 Bahar 2010: s.61-71

- [15] Özomay, Z., IGT Test Baskı Makinesi ile Ofset Baskı Makinesi Arasındaki Renk Uyumu İçin Optimum Prosedürün Hazırlanması, Marmara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Matbaa Eğitimi Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul. 2009.
- [16] Baskı Kâğıdı Test Yöntemleri, UPM-Kymmene Corporation, Teknik kılavuz, 2009.
- [17] Kansu, N., KÖSE, E., Ofset Baskı Teknolojisi, İlke yayınevi; 2008.
- [18] ASTM E2214-08, Standard Practice for Specifying and Verifying the Performance of Color Measuring Instruments, American Society for the Testing of Materials, West Conshohocken, PA, 2008.
- [19] Rodgers, J., Wolf, K., Willis, N., Hamilton, D., Ledbetter, R., and Stewart, C., A comparative study of color measurement instrumentation, Color Research & Application, vol. 19, 2007: pp. 322-331.
- [20] ISO12647-7, Graphic technology Process control for the production of half-tone color separations, proof and production prints, Part 7: Proofing processes working directly from digital data, ISO, 2007
- [21] Gezgin, S., IGT Test Cihazlarının çalışma prensipleri, Marmara Üniversitesi İstanbul, Türkiye, 2007.
- [22] ASTM E1347-06, Standard Test Method for Color and Color-Difference Measurement by Tristimulus Colorimetry, American Society for the Testing of Materials, West Conshohocken, PA, 2006.
- [23] Lloyd P., Dejidas Jr., Sheetfed Offset Press Operating, USA, 225-277, 2005.
- [24] ISO12647-2, Graphic technology, Process control for the production of half-tone colour separations, proof and production prints, Part 2: Offset printing processes, ISO, 2004.
- [25] Thompson, B., Printing Materials Science and Technology, 2nd edition, ISBN 1-85802-981-3, Pira International Ltd., United Kingdom, 2004.
- [26] R. Bala, Device characterization, in Digital color imaging handbook, vol. CRC Press LLC, S. Gaurav. 2003.
- [27] G. Sharma, Digital color imaging handbook, CRC, Press, New York, 2003.
- [28] Simseker, O., Temel Baskı Sistemlerinde Kalite Kontrol Parametrelerinin Tesbiti ve Karşılaştırılması, Doktora Tezi, T.C. Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Türkiye, 2001.

- [29] J. Hardeberg, Acquisition and Reproduction of Color Images, Colorimetric and Multispectral Approaches Dissertation.com, ISBN 1-58112-135-0, 2001.
- [30] R. Berns, Billmeyer and Saltzman's principles of color technology, Wiley New York, 2000.
- [31] J. Briggs, D. Forrest, M. Tse, and I. QEA, Reliability Issues for Color Measurement in Quality Control Applications, in IS&Ts NIP 1998, 14 pp. 595-602.
- [32] Huber, Lightfastness of offset and letterpress inks, Huber Technical Information, Sheet-fed offset Technical Report, 29.1.02 E, 1995.
- [33] R. Berns and K. Petersen, Empirical modeling of systematic spectrophotometric errors, Color Research & Application, vol. 13, 1988: pp. 243-256.
- [34] C. McCamy, H. Marcus, and J. Davidson, A color-rendition chart, J. App. Photog. Eng ; now called, *The Society for Imaging Science and Technology (IS&T)*, 1976: vol. 2, pp. 95-99.