

Kâğıdın Yüzey Pürüzlülüğünün, Baskı Renk değişimi, Işık Haslığı ve Baskı Parlaklığına Etkisi

Cem AYDEMİR¹

¹Marmara Üniversitesi, Uygulamalı Bilimler Yüksekokulu, Basım Teknolojileri Bölümü,
34722, Göztepe, İstanbul, Türkiye

Özet

Mürekkebin baskı yüzeyini ıslatması, yayılması ve yerleşmesi farklı şekillerde olmaktadır. Kâğıt yüzeyi ne kadar kaba ve ne kadar makro gözenekli bir yapıya sahipse, basılı mürekkep o derece fazla yayılır ve kâğıt içine nüfuz eder. Basılmış mürekkebin kâğıt yüzeyine yerleşme ve penetre olma sürecinde kâğıdın yüzey topografisi son derece belirleyicidir. Kâğıdın yüzey özellikleri basılabilirlik açısından, basılı bir ürünün optik kalitesini etkileyen başlıca niteliklerdir .

Bu çalışmada, kâğıdın yüzey yapısının baskıda renk sapması, baskı yoğunluğu ve baskı parlaklığı gibi basılabilirlik parametrelerine etkisi tespit edilmeye çalışılmıştır. Bu amaçla farklı yüzey kabalığına sahip kaplanmamış kâğıt yüzeylerine standart baskı şartlarında DIN ISO 2846-1 standartlarına uygun mineral yağ bazlı tabaka cyan renk ofset mürekkebi ile test baskıları yapılmıştır. Baskı odası şartlarında serbest kurumaya bırakılan test baskılarının zemin ton yoğunluğu ve parlaklık ölçümleri tam kuruma gerçekleşene kadar periyodik olarak tekrarlanmış ve kayıt altına alınmıştır. Çalışmada özellikle kâğıt yüzeyi pürüzlülüğünün mürekkep renk değişikliği-ışık haslığı ve baskı parlaklığına etkileri deneysel olarak incelenmiş ve sonuçları basılabilirlik ve baskı kalitesi açısından tartışılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Yüzey Kabalığı, Renk Değişimi, Delta E, Işık Haslığı, Baskı Parlaklığı, Basılabilirlik.

The Effect of Paper Roughness on Print Color Deviation, Lightfastness and Print Gloss

Abstract

The ink is wetting the surface, spreading and setting in different ways. The rougher and macro porous the paper surface, the more the printed ink spreads and penetrates into the paper. Surface topography is extremely determinative in the process of printed ink settlement and penetration into the paper. The properties of paper surface in terms of printability is the main characteristics that affect the optical quality of a printed product [1].

In this study, the effect of the surface structure of the paper on print color shifting, print density and print gloss was studied to determine its impact on printability parameters. For this purpose, printing test was performed with a standard sheet-fed mineral oil based process cyan ink on uncoated papers that have different surface roughness according to DIN ISO 2846-1 standard printing conditions. Test prints were left to dry under the conditions of print room and print density, brightness measurements of the test prints were repeated and recorded periodically until they are fully dry. In this study, in particular the effects of paper surface roughness on color change, light fastness and print gloss were investigated experimentally and the results are discussed in terms of printability and print quality

Keywords: Surface Roughness, Print Colour Deviation, Delta E, Lightfastness, Print Gloss, Printability.

1. Giriş

Kâğıt, selüloz liflerinin rastgele yerleşmesiyle farklı gözeneklilik oranlarında tabaka halinde oluşturulan kompozit bir yapıdır [2]. Bu değişken gözenekli kompozit yapı, hem sıvılar hem de gazlar için son derece önemlidir [3, 4]. Baskı sistemlerinde baskı sonucunun görsel kalitesi büyük oranda kâğıt ile mürekkebin optimum düzeyde birleşmesine, özellikle mürekkebin baskı altı malzemesi üzerinde sabitleşme sürecine bağlıdır. Akışkan haldeki mürekkebin kâğıt yüzeyine yerleşme ve emilme sürecinde, kâğıdın yüzey karakteristiği son derece önem taşımaktadır. Baskı kalitesi kâğıdın yüzey özelliklerinden etkilenmektedir. Kâğıdın en önemli yüzey özelliği; yüzey düzgünlüğü veya kabalığı olarak ifade edilen kâğıdın pürüzlülüğüdür. Pürüzlülük, kâğıt yüzeyinin engebe ve topoğrafyasını niteler. Profil yükselmeleri ve düşüşleri ne kadar fazla olursa, kâğıt da o kadar pürüzlü olur. Yüzey pürüzlülüğü kâğıdın serbest yüzey enerjisini etkilediğinden kapiler absorpsiyonunda farklılıklara neden olmaktadır [5, 6, 7].

Baskı kalitesi, kullanılan baskı çeşidi veya kâğıt cinsine bağlı olarak birçok şekilde tanımlanabilir. Ofset baskıda kaplanmamış kâğıtlar için, yüzey topoğrafyası ve sıkıştırılabilirlik önemli rol oynar. Kâğıdın yüzey yapısı, mürekkebin kâğıda yerleşmesi ve baskı kalitesi üzerinde baskı parlaklığı veya beneklenme gibi parametreleri etkileyebilmektedir [8].

Kâğıdın topoğrafyasından kâğıt yüzeyinin geometrik yapısı anlaşılır. Bu durum, kâğıdın görsel etkisini, dokusunu ve basılabilirliğini belirler [9]. Yüzey düzgünlüğü, imalat esnasında tabakanın oluşumu ile ilgilidir ve yüzeydeki girinti ve çıkıntıların miktarına bağlı olarak değişim gösterir. Kâğıt üretimi sırasında liflerin elek üzerindeki dağılımı, kısa-uzun lif yapısı, dolgu maddesi miktarı ve kalenderleme derecesinin, kâğıdın yüzey düzgünlüğüne etkisi büyüktür. Yüzey pürüzlülüğü, kâğıt yüzeyinin düz bir yüzeyden sapma derecesinin bir ölçüsüdür. Kâğıt yüzeyindeki bu derinlik ve genişlik farklılıkları mürekkebin kâğıt yüzeyine yerleşmesini ve basılı mürekkep filminin özelliklerini etkiler.

Kâğıdın yüzey yapısı bazı basılabilirlik özelliklerine ve baskı kalitesine etki eder. Yüzey düzgünlüğü, “perdah” olarak bilinir. Perdah iyileştikçe, yeterli örtücülük için gerekli baskı mürekkebi ihtiyacı azalmakta, baskı kalitesi artmaktadır. Mürekkep yoğunluğu ve baskı kontrastlığını etkileyen kâğıdın yüzey düzgünlüğü, mürekkep absorpsiyon derecesine bağlı olarak baskı parlaklığı ve rengini de etkiler.

Yüzey düzgünlüğünün kontrol edilmesi ve ölçülmesinin en önemli sebeplerinden biri, baskı kalitesidir. Temaslı baskı süreçlerinde, mürekkep tabakası kâğıt yüzeyine fiziksel temas ile aktarılır. Kâğıt yüzeyindeki gözenekler teması engelleyecek kadar derin olduğunda, mürekkep bu düşük bölgelere aktarılamayacak ve düzgün olmayan mürekkep aktarımı düşük baskı kalitesine neden olacaktır. Kâğıt üzerindeki bu zorlu alanlarda tatmin edici bir baskı yoğunluğu sağlayacak şekilde mürekkep film tabakası ayarlandığında, bu sefer aynı mürekkep kalınlığı kâğıdın düzgün yapılı kısımlarında optimum baskı kalitesi için fazla gelebilir, beneklenme ve diğer problemlere neden olabilir [10].

Mürekkep film tabakasının kâğıt yüzeyine yerleşme derecesi mürekkep ile kâğıt arasında oluşturulan kontrasttan dolayı baskıda önem taşır. Eğer mürekkep kâğıt üzerinde ise sadece ışığı etkin olarak absorbe eder. Kâğıda yerleşen mürekkep ne kadar fazla ise, ışığı absorbe edecek daha az mürekkep yüzeyde kalır. Böylece mürekkep parlaklığını kaybeder ve renk olarak farklı algılanır. Aynı beyazlıklara sahip olan farklı yüzey özelliğine sahip olan kâğıtlar üzerine basılan aynı mürekkep filmi renk bakımından farklı olarak açığa çıkacaktır. Bu nedenle kâğıdın mürekkebi tutma kabiliyeti, çok önemli bir özelliktir. Mürekkep film

tabakasının kalınlığının bir ölçümü, onun optik yoğunluğu ile yapılır. Bir mürekkebin tabaka boyunca lateral olarak yayılma kabiliyeti baskı yoğunluğu üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Baskı densitesi değişimi mürekkep filminin rengini ve parlaklığını belirleyen önemli bir parametredir.

Bu çalışmanın amacı, kâğıtların yüzey pürüzlülüğünün basılabilirlik parametrelerine etkilerini deneysel olarak incelemek ve tartışmaktır.

Kâğıtların yüzey pürüzlülüğünün baskı kalitesine etkisi aşağıdaki 3 kritere göre değerlendirilmiştir;

- Baskı Renk Değişimi (Delta E)
- Işık Haslığı
- Baskı Parlaklığı

2. Materyal Ve Metod

Bu çalışmada öncelikle farklı yüzey yapısına sahip kâğıtların yüzey özelliklerini belirleyen yüzey pürüzlülüğü, serbest yüzey enerjisi, su temas açısı parametreleri ölçümlendi ve kayıt altına alındı. Daha sonra yüzeysel farklılığa sahip bu kâğıtlara DIN ISO 2846-1 standardına uygun tabaka ofset mürekkebi ile ISO 12647-2:2004(E) standardına uygun olarak baskılar yapıldı. Baskı sürecinde standart baskı koşulları korundu. Daha sonra baskının kalitesini belirleyen baskı renk değişimi, ışık haslığı ve baskı parlaklığı özellikleri standartlara uygun olarak ölçümlenmiş ve kayıt altına alındı.

Basılı mürekkep filmlerin " $L^*a^*b^*$ " ölçümleri, X-Rite eXact™ Spektrofotometre ile belirli süre aralıklarında kâğıt yüzeyindeki kuruma tamamen gerçekleşene kadar tekrarlandı. Baskı altlığının basılı mürekkep filmindeki solmaya etkisinin tespit edilmesi amacıyla, standart aynı mürekkeple aynı baskı şartlarında basılan numuneler Solarbox 1500 KFG-2400, Xenon Arc Light Fastness Testers'da 192 saat süreyle solmaya maruz bırakıldı. Soldurma öncesi ve sonrası X-Rite eXact Spektrofotometre ile " $L^*a^*b^*$ " ölçümleri tamamlanan numunelerin renk değişimleri (ΔE^*_{ab}) tekrar hesaplandı. Test numunelerinin baskı parlaklığı ölçümleri ise BYK Gardner, Sheen Instrument, U.K. Glossmetre ile 60° ölçüm açısında baskı anında gerçekleştirildi. Elde edilen tüm veriler doğrultusunda, kâğıtların pürüzlülük özelliğinin baskı renk değişimleri (delta E), ışık haslığı ve baskı parlaklığı etkileri değerlendirildi ve tartışıldı.

2.1. Kâğıt Yüzeyinin Karakterizasyonu

Bu çalışmada baskı altlığı olarak farklı yüzey pürüzlülüğüne sahip 80 g/m² kaplanmamış 1. Hamur kâğıtlar kullanıldı. Kâğıtların yüzey özellikleri Tappi standart test metodlarına göre belirlendi. Pürüzlülük SCAN-P 21 TAPPI UM 535 standart test metodunda belirtildiği gibi değişmez basınçlı hava uygulayan (98 kPa) Lorentzen&Wettr Bendtsen Tester ile Bentsen yöntemi kullanılarak ölçüldü.

Kâğıt numunelerinin Su Temas Açısı ölçümü için TAPPI T558 om-97'e uygun olarak Sessile Drop yöntemi ile ölçüm yapabilen Pocket Goniometer Model PG-X ve program versiyon 3.4. kullanıldı. Ölçümler kapalı sistemde CCD kamera kayıt altına alındı. Kâğıtların serbest yüzey enerjileri ise, temas açısına bağlı olarak ASTM D5946 standart test metoduna göre hesaplanmıştır.

Bu farklı yüze yapılarına sahip kâğıtların yüze yürüzlülüğü, yüze enerjisi ve su temas açısı özellikleri Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1. Test baskılarında kullanılan kaplanmamış kâğıtların özellikleri

Kâğıt Tipi	Yüze Yürüzlülüğü Bendtsen (ml/min) (ISO 8791-2)	Yüze Enerjisi (mJ/m ²) (ASTM D5946)	Temas Açısı (Derece)	Gramaj (g/m ²) (ISO 536)
Seri 1	95	39,8	79	80
Seri 2	120	38,1	83,2	80
Seri 3	250	36,9	93,7	80
Seri 4	260	31,4	95,9	80

2.2. Kâğıt Yüzeine Mürekkep Transferi

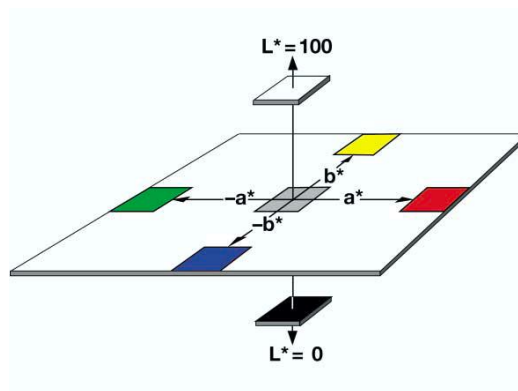
Bu çalışmadaki test baskıları aynı gramaj, farklı yüze yürüzlülüğü değerinde 80 g/m² kaplanmamış kâğıtlara optimum ve stabil şartlarda yapıldı. Kullanılan kâğıtlar baskı öncesinde baskı ortamında DIN EN 20187 standardına uygun olarak 23 ± 1°C sıcaklık ve %50 ± 3% bağıl nemde 24 saat şartlandırıldı.

Test baskıları IGT - C1 test baskı makinesinde 350 Newton baskı basıncında ve 0.3 m/s baskı hızında, 35 mm baskı genişliğinde, ISO 12647-2 standardına uygun olarak optimum baskı odası şartlarında yapıldı. IGT - C1 test baskı makinesi ile kontrollü laboratuvar şartlarında ofset baskı simülasyonu yapılmaktadır. Kontrollü şartlar altında yapılan test baskılarında DIN ISO 2846-1 standartlarına uygun mineral yağ içerikli tek tip Cyan renk tabaka ofset mürekkebi kullanıldı. Baskı sonrası ölçümlerde de aynı standart koşullar (23°C sıcaklık ve %50 bağıl nem) korundu.

3. Bulgular ve Tartışma

3.1. CIELAB Renk Farkları (ΔE^*ab)

CIELAB renk evreni, “L*”, “a*” ve “b*” eksenleriyle dikdörtgen veya Kartezyen koordinat alanı oluşturan üç boyutlu zıt renkli bir evren olarak kurulmuştur. L*, eksen parlaklığı, a* ve b* eksenleri, sırasıyla kırmızı-yeşil ve sarı-mavi zıt renkleri temsil etmektedir [11].



Şekil 1. CIELAB L*, a*, b* eksenleri şematik diyagramı

Renk farkı, renk evreni üzerinde iki renk arasındaki uzaklık ölçümüdür (örneğin orjinal ve basılı tabaka arasındaki fark) [12]. Baskı kalitesi veya proses kontrolü bağlamında renkleri ölçmek ve karşılaştırmak gereklidir. İki renk arasındaki renk farkı, koordinatlarının üç boyutlu CIELAB Renk evrenine yerleştirilmesiyle hesaplanabilir [13].

Renk farkları aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanır;

$$\Delta L^* = L^*_{act} - L^*_{ref}$$

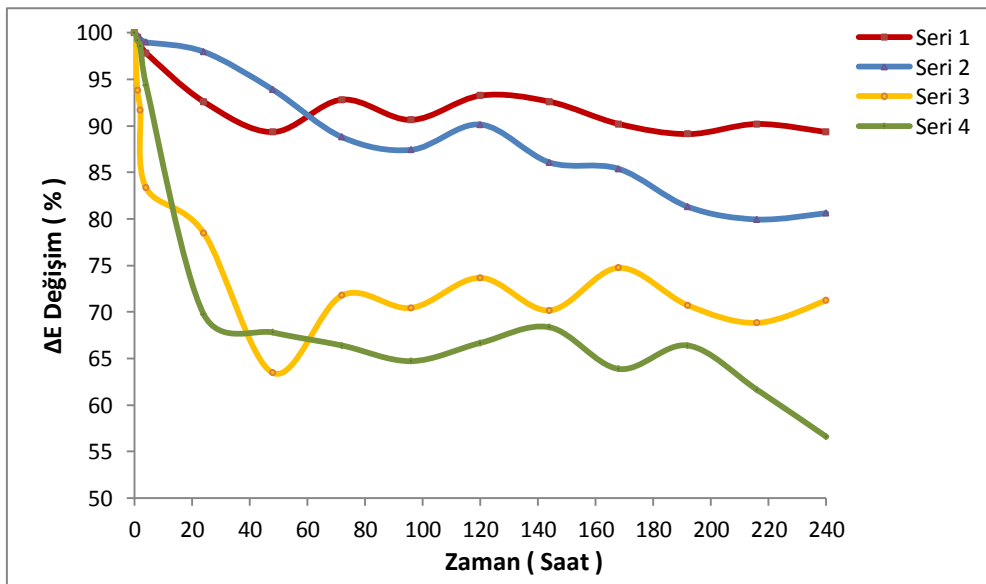
$$\Delta a^* = a^*_{act} - a^*_{ref}$$

$$\Delta b^* = b^*_{act} - b^*_{ref}$$

$$\Delta E^*_{ab} = \sqrt{\Delta L^{*2} + \Delta a^{*2} + \Delta b^{*2}}$$

Delta E, iki rengin “ $L^*a^*b^*$ ” renk evreni üzerinde aralarındaki fark olarak tanımlanmaktadır. Belirlenen değerler, matematiksel bir formüle bağlı olduğundan, değerler karşılaştırılırken hangi formül türünün dikkate alındığı önemlidir. Prova baskılarda kullanılan CIE $L^*a^*b^*$ formülü, Öklid mesafeyi hesaplamaktadır. Yani bu formülle üç boyutlu renk evrenindeki iki nokta arasındaki uzaklık farkı hesaplanabilir. Noktaların gerçek konumları kendilerinden bağımsızdır. [13, 14].

Bu çalışmada kolorimetrik ($L^*a^*b^*$ CIE renk spektrumu) ölçümler X-Rite eXact™ Spektrofotometre ile M0 ölçüm koşullarında (ölçüm koşulları: D50 aydınlatma, 2° gözlemci açısı, 0/45 geometri, filtresiz, UV içeren beyaz fon üzerinde gerçekleştirildi ve kayıt altına alındı. $L^*a^*b^*$ değerlerinin değişmediği durumda ölçümler tamamlandı. Baskının gerçekleştiği ilk zamana göre renkteki değişimin belirlenmesi amacıyla Delta E değişimleri hesap edildi ve kâğıt yüzeyinin renk değişimine etkisi tartışıldı.



Şekil 2. Farklı yüzey özellikli kâğıtlarda zamana bağlı baskı renk değişimi

Test baskılarının ölçümleri sonucunda kâğıdın yüzey düzgünlüğü azaldıkça baskı rengindeki sapmanın da arttığı tespit edilmiştir. Diğer bir ifade ile basılı renk, yüzeyi düzgün

olan kâğıtta, yüzeyi kaba olan kâğıda oranla zamana bağlı olarak daha az değişim göstermiştir.

3.2. Işık Haslığı

Işık, rengin kuvvetsizleşmesine veya tonunun değişmesine neden olur. Mürekkebin ışığa karşı direnci, renklendiricinin (pigment) ışık haslığıyla belirlenir. Ancak ışığa karşı direncin derecesi; mürekkebin ışığa maruz kalışının yanında uygulanan yüzeye de bağlıdır. Işık dayanıklılığı, sadece baskı yapılmış yüzeyde söz konusudur.

Tablo 2. Wool Scale'ya göre mürekkeplerin ışık haslığı derecesi

Işık Haslığı Derecesi	Yaz	Kış
WS 3	4 – 8 gün	2 – 4 hafta
WS 4	2 – 3 hafta	2 – 3 ay
WS 5	3 – 5 hafta	4 – 5 ay
WS 6	6 – 8 hafta	5 – 6 ay
WS 7	3 – 4 ay	7 – 9 ay
WS 8	18 ay üzeri	24 ay üzeri

Işık haslığı standart derecelendirmesi, 8 ışık haslığı adımıından oluşur ve bunlar şu şekilde sınıflandırılmışlardır;

1 = çok zayıf, 2 = zayıf, 3 = orta dereceli, 4 = iyice, 5 = iyi, 6 = çok iyi, 7 = mükemmel,

8 = maksimum ışık direnci [15].

Işık dayanıklılığı testi baskı örneklerinin gün ışığına en yakın şiddete sahip ışık kaynağı olan Xenon Arc lambasına sahip Solarbox 1500 KFG-2400, Light Fastness Testers ile kademeli olarak soldurma işlemine tabi tutularak gerçekleştirildi. British Standards (BS) 4321'e uygun olarak yapılan bu ölçümlerde sonuçlar Blue Wool Skala'ya göre değerlendirildi. Soldurulan baskı örneklerinin X-Rite eXact Spectrophotometer ile kolorimetrik ölçümleri tamamlandıktan sonra her bir farklı kâğıt yüzeyindeki baskı renk değişimi (ΔE^*_{ab}) hesaplandı.

Tablo 3. Farklı Kâğıtlarda Mürekkep Işık haslığı ve Soldurma sonrası renk değişimi

Kâğıt Tipi	Delta E	Işık Haslığı Derecesi
Seri 1	8,71	WS 3
Seri 2	5,85	WS 4
Seri 3	8,75	WS 3
Seri 4	8,37	WS 4

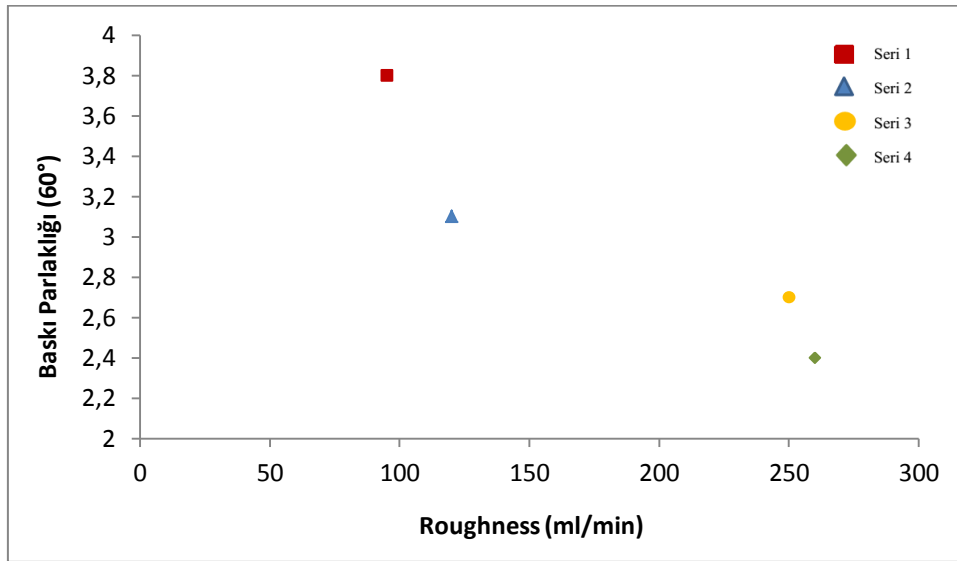
Tablo 3'de görüldüğü üzere aynı mürekkep ve aynı baskı koşullarında gerçekleştirilen baskı renklerindeki ışık haslığı derecesi ve soldurmaya bağlı Delta E farklılık göstermiştir.

Baskı yapılan mürekkep aynı olduğu halde hem ışık haslığı derecesinde hem de soldurma sonrası renkte ilk baskı anına göre ortaya çıkan bu farklılıklar geriye kalan tek faktör olan kâğıda bağlıdır. Kâğıt yüzeyi heterojen bir yapıya sahiptir. Kâğıt topoğrafyasındaki farklılık bu süreçte etkilidir ancak yüzey pürüzlülüğü ışık haslığı derecesinde ve soldurma sonrasındaki renk değişiminde tek başına etkilidir denilemez. Zira Tablo 1'e bakıldığında kağıt yüzey pürüzlülüğü ile mürekkep ışık haslığı ve soldurma sonrası renk değişimi arasında doğrudan bir bağlantı kurulamaz.

3.3. Baskı Parlaklığı

Bir mürekkebin baskı altı malzemesine absorpsiyon derecesi mürekkep ile kâğıt arasında oluşturulan kontrasttan dolayı baskıda önem taşır. Eğer sadece mürekkep kâğıt üzerinde ise, ışığı etkin olarak absorbe eder. Kâğıda yerleşen mürekkep ne kadar fazla ise, ışığı absorbe edecek daha az mürekkep yüzeyde kalır. Böylece mürekkep parlaklığını kaybeder ve renk olarak farklı algılanır.

Parlaklık basılı ürünün en önemli özelliklerinden biridir. Baskı parlaklığı ve kâğıt yüzey özellikleri arasındaki ilişki baskı kalitesi açısından son derece önem taşır. Parlaklık ışık yansımalarının bir ölçümüdür ve büyük ölçüde kâğıt pürüzsüzlüğünden etkilenir [16]. Bu çalışmada baskı parlaklığı değeri ölçümleri BYK Gardner, Sheen Instrument, U.K. Glossmetre ile 60° ölçüm açısında gerçekleştirilmiştir.



Şekil 3. Kâğıtlarda Roughness-Baskı Parlaklığı ilişkisi

Test baskılarında kâğıdın pürüzlülüğü arttıkça basılı mürekkep filminin parlaklığı azalmıştır (Şekil 3). Test baskılarında en fazla parlaklık, pürüzlülük değeri en düşük olan en az pürüzlü kâğıtlarda elde edilmiştir. Bu sonuçtan yola çıkarak kâğıdın pürüzlülüğünün baskı mürekkebi parlaklığı üzerinde önemli derecede etkiye sahip olduğu söylenebilir.

4. Sonuçlar Ve Öneriler

- Kâğıdın yüzeyinin düzgünlüğü ile yüzey enerjisi doğru orantılıdır. Kâğıtta yüzey düzgünlüğü azaldıkça yüzey enerjisi de azalmaktadır.
- Baskının kayıpsız ve istenilen renk değerinde elde edilebilmesi büyük oranda kâğıdın yüzey yapısına bağlıdır. Baskı kâğıtlarının pürüzlülüğü, yüzey enerjisi ve temas açısı ile

baskı rengi değişimi arasında doğrudan bağlantı bulunmaktadır. Bu nedenle renk değişiminin önemli olduğu baskılarda yüzeyi daha az pürüzlü ve yüzey enerjisi yüksek kâğıtlar tercih edilmelidir.

- (c) Kâğıdın pürüzlülüğü ve yüzey enerjisi ile baskı parlaklığı arasında da doğrudan bağlantı söz konusudur. Kâğıt yüzeyinde düzgün ve parlak bir mürekkep tabakası elde etmek için, basılan mürekkebin tabaka kalınlığı, kâğıdın yüzeyindeki pürüzlerden daha fazla olmalıdır. Ancak mürekkep kalınlığının artması hem diğer baskı kalite parametrelerini (renk sapması, nokta şişmesi vb.) olumsuz etkiler hem de özellikle konvansiyonel kuruma sistemli ofset baskı makinalarında mürekkebin kâğıda yerleşme zamanı uzar, kirletme, arkaya geçme ve nokta kazancı problemleri artar. Bu nedenle yüksek baskı parlaklığı arzu edilen baskı çalışmalarında mürekkep tabakası kalınlığını ya da yoğunluğunu arttırmaktan ziyade yüzeyi daha az pürüzlü kâğıtların tercih edilmesi ve optimum mürekkep yoğunluğu ile baskının gerçekleştirilmesi en doğru seçim olacaktır.
- (d) Son olarak bu çalışmada mürekkep haslığında renk pigmentinin dışında baskı altı malzemesi olan, kâğıdın da etkili olduğunu tespit etmiş olduk. Bu nedenle ışık haslığı hassasiyeti olan baskı çalışmalarında kâğıt faktörüne de dikkat edilmelidir.

Kaynaklar

- [1] Baskı Kâğıdı Test Yöntemleri, UPM-Kymmene Corporation, Teknik kılavuz, (2009) 25.
- [2] Thompson, B.: "Printing Materials: Science and Technology", 2nd edition, ISBN 1-85802-981-3, Pira International Ltd., United Kingdom, (2004).
- [3] Hoyland, R.W.: "Swelling during the penetration of aqueous liquids into paper", In: Fibre-Water Interactions in Paper-Making Tech. Div. BPBIF, London, (1978) 557-577.
- [4] Nguyen, H. V., Durso, D.F.: "Absorption of water by fiber webs: An illustration of diffusion transport", Tappi 66 (12) (1983) 76-79.
- [5] Bristow, J. A.: "Liquid absorption into paper during short time intervals" Svensk Papperstidn, 70 (19) (1967) 623-629.
- [6] Tas, N. R., Haneveld, J., Jansen, H. V., Elwenspoek, M., van den Berg, A.: 2004. "Capillary filling speed of water in nanochannels" Appl. Phys. Lett, 85 (15) 3274-3276.
- [7] Marmur, A., Cohen, R. D.: "Characterization of porous media by the kinetics of liquid penetration: the vertical capillaries model", journal of colloid and interface science, 189 (1997) 299-304.
- [8] <http://www.popularsocialscience.com/2013/01/31/how-to-reduce-costs-of-printing-paper/>, (22 Nisan 2014).
- [9] Aydemir, C., Özakhun, C.: "Matbaa Malzeme Bilimi", ISBN: 978-975-400-314-7, Marmara Üniversitesi Yayını, İstanbul-Turkey, (2014).
- [10] <http://www.technidynblog.com/2013/11/paper-roughness-smoothness-part-3.html>, (22 Nisan 2014).
- [11] Hunt, R.: "The reproduction of colour", 6 ed. Chichester, West Sussex PO19 8SQ, England: John Wiley & Sons Ltd, (2004).
- [12] Deshpande, M. S.: "Colour Gamut Comparison of Dampening Systems: Conventional vs Alcolor" E-ISSN 0976-7916. JERS (Journal of Engineering Research and Studies), 2 (3) (2011) 78-80.
- [13] 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 Gjøvik University College, Norway, (2010) 17-20.
- [14] http://w3.efi.com/en/services/fiery-wide-format-services/~media/Files/EFI/COM/Services/Delta%20E_H_T.pdf, (24 Nisan 2014).
- [15] Huber: "Lightfastness of offset and letterpress inks, Huber Technical Information", Sheet-fed offset Technical Report, 29.1.02 E / (01.1995).
- [16] Ashori A., Raverty, W. D.: "Printability of Sized Kenaf (Hibiscus cannabinus) Papers", Polymer-Plastics Technology and Engineering, 46 (2007) 683-687.