



EGE ÜNİVERSİTESİ



YÜKSEK LİSANS TEZİ

**PAMUKLU KUMAŞLARA UYGULANAN İNK-JET
BASKI İŞLEMİNDE RENK VERİMİNE ETKİ EDEN
FAKTÖRLERİN İNCELENMESİ**

Burçin ÜTEBAY

Tez Danışmanı : Yrd. Doç. Dr. Arif Taner ÖZGÜNEY

Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı

**Bilim Dalı Kodu : 621.01.00
Sunuş Tarihi : 20.01.2010**

EGE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

(YÜKSEK LİSANS TEZİ)

**PAMUKLU KUMAŞLARA UYGULANAN
İNK-JET BASKI İŞLEMİNDE RENK VERİMİNE ETKİ
EDEN FAKTÖRLERİN İNCELENMESİ**

Burçin ÜTEBAY

Tez Danışmanı : Yrd. Doç. Dr. Arif Taner ÖZGÜNEY

Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı

Bilim Dalı Kodu : 621.01.00

Sunuş Tarihi : 20.01.2010

**Bornova-İZMİR
2010**

Burçin ÜTEBAY tarafından yüksek lisans tezi olarak sunulan “Pamuklu Kumaşlara Uygulanan İnk-Jet Baskı İşleminde Renk Verimine Etki Eden Faktörlerin İncelenmesi” başlıklı bu çalışma E.Ü. Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği ile E.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Eğitim ve Öğretim Yönergesi’nin ilgili hükümleri uyarınca tarafımızdan değerlendirilerek savunmaya değer bulunmuş ve 20.01.2010 tarihinde yapılan tez savunma sınavında aday oybirliği/oyçokluğu ile başarılı bulunmuştur.

Jüri Üyeleri:

İmza

Jüri Başkanı	: Prof. Dr. Kerim DURAN	
Raportör Üye	: Yrd. Doç. Dr. Arzu YAVAŞ	
Üye	: Yrd. Doç. Dr. Arif Taner ÖZGÜNEY	

ÖZET**PAMUKLU KUMAŞLARA UYGULANAN İNK-JET BASKI
İŞLEMİNDE RENK VERİMİNE ETKİ EDEN FAKTÖRLERİN
İNCELENMESİ**

ÜTEBAY, Burçin

Yüksek Lisans Tezi, Tekstil Mühendisliği Bölümü

Tez Yöneticisi: Yrd. Doç. Dr. Arif Taner ÖZGÜNEY

Ocak 2010, 96 sayfa

Bu tezde, reaktif boyarmadde esaslı mürekkeplerle pamuklu kumaşlara uygulanan ink-jet baskı işleminde, renk verimi, kontür netliği ve haslık özellikleri açısından en iyi sonuçların elde edilebileceği proses koşulları araştırılmıştır.

Çalışma kapsamında gerçekleştirilen denemeler genel olarak; önişlem patına ilişkin parametrelerin baskıların renk verimi üzerindeki etkilerinin incelenmesi, optimum önişlem patı reçetesinin belirlenmesi ve optimum fiksaj şartlarının belirlenmesi amaçlarını taşıyan üç grup altında toplanmıştır.

Yapılan denemeler sonrasında en ekonomik ve ekolojik baskıların gerçekleştirilmesi açısından uygun önişlem reçeteleri ve ard işlem koşulları belirlenmiştir.

Anahtar sözcükler: İnk-jet baskı, önişlem, ardışlem, reaktif boyarmadde esaslı mürekkepler, pamuklu kumaşlar.

ABSTRACT

INVESTIGATION OF THE FACTORS AFFECTING THE COLOR YIELD IN INK-JET PRINTING ON COTTON FABRICS

ÜTEBAY, Burçin

MSc in Textile Eng.

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Arif Taner ÖZGÜNEY

January 2010, 96 pages

In this thesis, the process parameters that give the best results in terms of color yield, sharpness properties and fastness properties, in ink-jet printing with reactive based dyes on the cotton fabrics were investigated.

The experiments carried out were grouped in terms of three objects; investigation of the effect of pre-treatment paste parameters on the color yield of the prints, determining the optimum pre-treatment paste recipe and determining the optimum post-treatment conditions.

With the results obtained from the experiments, the most economic and ecologic pre- and post-treatment conditions were introduced.

Keywords: Ink-jet printing, pre-treatment, post-treatment, reactive dye based inks, cotton fabrics.

TEŞEKKÜR

Bu çalışmada bana yol gösteren değerli hocam Yrd. Doç. Dr. Arif Taner Özgüney'e, desteğini esirgemeyen sevgili hocam Yrd. Doç. Dr. Arzu ÖZERDEM YAVAŞ'a, her zaman yanımda olan arkadaşlarım Arş. Gör. Candan AKCA CAN, Arş. Gör. Seher KANAT, Arş. Gör. Ebru BOZACI ve Arş. Gör. Burcu KARACA'ya, üzerimdeki emeklerinin hakkını asla ödeyemeyeceğim canım aileme ve mutluluk kaynağım, hayat arkadaşım Mert ESER'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Bu çalışmada kullanılan Mimaki TX3 1600 ink-jet baskı makinesi 07-DPT-001 nolu Ege Üniversitesi Tekstil ve Deri Sanayi Doktora Programı Projesi ile bölümümüze kazandırılmıştır. Bundan dolayı Devlet Planlama Teşkilatı'na sağladıkları destekten ötürü teşekkürü borç bilirim.

Ayrıca, yüksek lisans öğrenimim süresince maddi olarak destek aldığım Bilim İnsanı Destekleme Daire Başkanlığı'na teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET	v
ABSTRACT	vii
TEŞEKKÜR	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ	xiv
ÇİZELGELER DİZİNİ	xix
1. GİRİŞ	1
2. İNK-JET TEKSTİL BASKICILIĞI	6
2.1 İnk-Jet Baskı Teknolojileri.....	7
2.1.1 Kontinü ink-jet.....	8
2.1.2 Drop-on-demand ink-jet.....	10
2.2 İnk-Jet Baskıda Damla ve Desen Oluşumu.....	13
2.3 İnk-Jet Baskıda Renk Yönetimi.....	16
2.4 İnk-Jet Tekstil Baskıcılığında Kullanılan Mürekkepler.....	18
2.4.1 Pigment esaslı mürekkepler.....	20
2.4.2 Boyarmadde esaslı mürekkepler.....	22
2.5 İnk-Jet Baskıda Önişlem ve Önemi	28

İÇİNDEKİLER (devam)

Sayfa

2.6 Reaktif Boyarmadde Esaslı Mürekkeplerle Pamuklu Kumaşlara Uygulanan İnk-Jet Baskı Prosesi.....	32
2.6.1 Önişlemler	34
2.6.2 Ard işlemler	43
2.7 İnk-Jet Tekstil Baskıcılığındaki Gelişmeler	45
3. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	50
4. MATERYAL METOD	54
4.1 Kullanılan Materyal ve Cihazlar.....	54
4.1.1 Kullanılan kumaş özellikleri.....	54
4.1.2 Kullanılan mürekkepler, kimyasallar ve yardımcı kimyasallar	54
4.1.3 Kullanılan cihazlar ve makineler	55
4.2.1 Metod	56
4.2.1 Önişlem patı içeriğine ilişkin parametrelerin, baskıların renk verimi üzerindeki etkilerinin incelenmesi.....	56
4.2.2 Optimum önişlem patı reçetesinin belirlenmesi	60
4.2.3 Optimum fiksaj şartlarının belirlenmesi.....	62

İÇİNDEKİLER (devam)

Sayfa

5. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	64
5.1 Önişlem Patı İçeriğine İlişkin Parametrelerin, Baskıların Renk Verimi Üzerindeki Etkilerinin İncelenmesi	64
5.2 Optimum Önişlem Patı Reçetesinin Belirlenmesi	66
5.2.1 Optimum sodyum bikarbonat miktarının belirlenmesi	67
5.2.2 Kıvamlaştırıcı türü ve üre miktarının renk verimi, kontür netlikleri ve renk haslıkları üzerindeki etkisi	69
5.2.3 Kıvamlaştırıcı türlerinin maliyetler açısından karşılaştırılması.....	79
5.3 Optimum Fiksaj Şartlarının Belirlenmesi	79
6. SONUÇLAR.....	84
KAYNAKLAR.....	90
ÖZGEÇMİŞ	96

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Sekil</u>	<u>Sayfa</u>
1.1 Şablon ve dijital baskıda maliyetler	3
1.2 Geleneksel ve dijital baskıda üretim akışları	4
2.1 Ink-jet baskıda mürekkep/baskı kafası/ortam etkileşimi	7
2.2 Tekstilde kullanılan ink-jet baskı teknolojilerinin sınıflandırılması	7
2.3 Kontinü ink-jet: Binary-yönlendirme sistemi	8
2.4 Kontinü ink-jet: Multiple(çoklu)-yönlendirme sistemi	9
2.5 Termal ink-jette damla oluşumu	11
2.6 Termal ink-jette damla oluşumu sırasında basınç, sıcaklık, kabarcık hacmi ve elektriksel uyarı değişimleri	12
2.7 Piezoelektrik DOD ink-jet kafasının çalışma prensibi	13
2.8 DOD ink-jet baskı kafasından çıkan mürekkep damlaları	14
2.9 Binary ve multi (çoklu) seviyeli, 4x4 süper piksel yarım ton matrisleri	15
2.10 Hexachrome® ve klasik CMYK sistemlerinde renk gamları	18
2.11 Ink-jet tekstil baskıcılığında kullanılan mürekkeplerin sınıflandırılması	18
2.12 Heteroçiklik halka esaslı bir reaktif boyarmadde modeli	24
2.13 Monoklor triazin (MCT) tipinde bir reaktif boyarmaddenin yapısı	25
2.14 Nükleofil substitüsyon reaksiyonu	26

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)

<u>Sekil</u>	<u>Sayfa</u>
2.15 Nükleofil adisyon reaksiyonu	26
2.16 Monoklortriazin tipi reaktif boyarmadde ile gerçekleşen reaksiyonlar .	27
2.17 Kenar düzgünsüzlüğü, gerçek kontür ve en uygun düz çizgi arasındaki farklılıkların (di) standart sapması.....	28
2.18 Non-contact (temassız) baskıda mürekkep transferinin mekanizması...	29
2.19 Ön işlemin çalışma prensibi	30
2.20 Dispers boyarmadde esaslı mürekkeplerle basılan poliestер kumaşta önişlemin etkisi.....	30
2.21 Pamuklu kumaşa uygulanan önişlemin inkjet baskı sonrası boyarmadde penetrasyonu üzerindeki etkisi	31
2.22 Selüloz molekülünün şematik diyagramı	33
2.23 Pamuğun yüzey diagramı	33
2.24 Reaktif boyarmadde esaslı mürekkeplerle ink-jet baskıda proses adımları	34
2.25 Sodyum aljinatın molekül yapısı	38
2.26 Karboksimetil nişastanın molekül yapısı	39
2.27 Karboksimetil selülozun molekül yapısı	40
2.28 Guar molekülünün yapısı	40

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)

<u>Sekil</u>	<u>Sayfa</u>
2.29 Poliakrilik asidin alkali ilavesi ile zincirlerinde meydana gelen düzelme	41
2.30 Alkali ortamda selülozun nükleofilik yapısı.....	42
4.1 Mimaki TX3 – 1600 ink-jet baskı makinesi.....	56
4.2 İkinci gruptaki denemelerde basılan desen	61
5.1 Bikarbonat miktarının K/S değerleri üzerindeki etkisi	68
5.2a Üre miktarının K/S değerleri üzerindeki etkisi - Ön yüzde ölçülen K/S değerleri	70
5.2b Üre miktarının K/S değerleri üzerindeki etkisi - Arka yüzde ölçülen K/S değerleri	70
5.3a Kıvamlaştırıcı türü ve üre miktarının kontür netliği üzerindeki etkisi - Çözümlü yönündeki çizgi genişlikleri	72
5.3b Kıvamlaştırıcı türü ve üre miktarının kontür netliği üzerindeki etkisi - Atkı yönündeki çizgi genişlikleri	73
5.4a Kıvamlaştırıcı türü ve üre miktarının kontür netliği üzerindeki etkisinin kumaşlardaki görüntüleri - Turkuaz renkteki değişim.....	73
5.4b Kıvamlaştırıcı türü ve üre miktarının kontür netliği üzerindeki etkisinin kumaşlardaki görüntüleri - Mavi renkteki değişim	74

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)

<u>Sekil</u>	<u>Sayfa</u>
5.4c Kıvamlaştırıcı türü ve üre miktarının kontür netliği üzerindeki etkisinin kumaşlardaki görüntüleri - Siyah renkteki değişim.....	74
5.4d Kıvamlaştırıcı türü ve üre miktarının kontür netliği üzerindeki etkisinin kumaşlardaki görüntüleri - Kırmızı renkteki değişim	75
5.4e Kıvamlaştırıcı türü ve üre miktarının kontür netliği üzerindeki etkisinin kumaşlardaki görüntüleri - Sarı renkteki değişim	75
5.5 1 kg önişlem patı için gerekli kıvamlaştırıcı maliyetlerinin karşılaştırması.....	79
5.6a Fiksaj koşullarının renk verimi üzerindeki etkisi - Kırmızı renk için K/S değerleri	80
5.6b Fiksaj koşullarının renk verimi üzerindeki etkisi - Sarı renk için K/S değerleri	80
5.6c Fiksaj koşullarının renk verimi üzerindeki etkisi - Siyah renk için K/S değerleri	81
5.6d Fiksaj koşullarının renk verimi üzerindeki etkisi - Turkuaz renk için K/S değerleri	81
5.6e Fiksaj koşullarının renk verimi üzerindeki etkisi - Mavi renk için K/S değerleri	82
6.1 Kıvamlaştırıcı olarak sodyum karboksimetil selülozun kullanıldığı proses ve önişlem reçetesi.....	88
6.2 Kıvamlaştırıcı olarak yüksek viskoz sodyum aljinatın kullanıldığı proses ve önişlem reçetesi.....	88

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)

<u>Sekil</u>	<u>Sayfa</u>
6.3 Kıvamlaştırıcı olarak poliakrilik asit türevinin kullanıldığı proses ve önişlem reçetesi	89

ÇİZELGELER DİZİNİ

<u>Çizelge</u>	<u>Sayfa</u>
2.1 Su bazlı mürekkeplerin genel formülasyonu	19
2.2 Reaktif boyarmaddelerdeki önemli reaktif gruplar ve reaktiflikleri	24
4.1 Çalışmada kullanılan kumaşın özellikleri	54
4.2 Ortogonal deneme deseninde kullanılan faktörler ve seviyeleri.....	57
4.3 Kıvamlaştırıcı cinslerine bağlı kıvamlaştırıcı miktarı seviyeleri.....	57
4.4 Kıvamlaştırıcı türleri ve hazırlandıkları konsantrasyonlar	58
4.5 Ortogonal desen yardımı ile hazırlanan deneme planı.....	59
4.6 Önişlem patında kullanılan kıvamlaştırıcı miktarları.....	60
4.7 Optimum fiksaj koşullarının belirlenmesi amacıyla gerçekleştirilen denemelerde uygulanan fiksaj koşulları.....	63
5.1 Birinci grup denemelere ait baskılı numunelerin K/S değerleri	64
5.2 Çok değişkenli varyans analizi sonuçları	65
5.3 Baskıların haslık değerleri.....	77

1. GİRİŞ

Tekstil baskıcılığı, bir desendeki renklerin bölgesel olarak tekstil materyallerine aktarılması işlemidir (Moser, 2003). Başka bir deyişle ise tekstil baskıcılığı, bir kumaş renkli desenler ve tasarımlar ile dekore etme sanatı ve bilimi olarak tanımlanabilir (Tippett, 2009).

Stork (2002)'un verilerine göre dünyada tekstil baskıcılığı ticari hacmi yılda 165 milyar \$'ın, üretimi ise 30 milyar metre karenin üzerinde olup, bu üretimin yarısından fazlası Uzakdoğu'da gerçekleştirilmektedir.

Baskılı bir kumaş farklı yöntemlere göre elde edilebilmektedir. Günümüzde tekstil baskı üretiminin tamamına yakını konvansiyonel yöntemlere göre gerçekleştirilmektedir. Rotasyon şablon baskıcılığı ise konvansiyonel yöntemler içerisinde en çok kullanılan yöntem olup, üretimde %70 gibi bir paya sahiptir. Şablon baskının, yüksek hızlarda çalışması ve uzun partilerde ekonomik üretim gerçekleştirmesi gibi çok önemli avantajları bulunmaktadır (Kim, 2006). Ancak son yıllarda tekstilde meydana gelen değişimler, şablon baskının sahip olduğu üstünlükleri kaybetmesine neden olmaktadır. Özellikle 1980'lerin sonlarından itibaren tekstil endüstrisinde, üretim miktarlarının küçülmesi, varyant ve desen uzunluklarının azalması, modanın çok hızlı değişmesi, daha renkli ve karmaşık desenlere olan talebin artması, kalite beklentilerinin yükselmesi, çevre yaptırımlarının artması, teslim sürelerinin kısalması, Uzakdoğu'nun baskısı ve düşük fiyat beklentileri gibi köklü değişimler meydana gelmektedir (Kanık, 2008).

Bu değişimler karşısında firmaların ayakta kalması ancak yüksek derecede uyum yeteneği, esnek stratejiler ve yeni düşünce yolları ile mümkün olacaktır. Tekstil endüstrisindeki büyük ilerlemeler sonucu, günümüz ve gelecek kitlesel özel üretim ihtiyaçlarını karşılayabilecek bir tekstil baskı sisteminin geliştirilmesi giderek daha önemli olmaktadır. Yeni dijital baskı teknolojisi, kişiye özgü ürünler sunabilecek bir araç olma özelliği ile önemli bir rekabet avantajına sahiptir (Parys and Garez, 2002).

Geleneksel tekstil baskıcılığı açısından, dijital baskı şablon baskısının kitlesel üretim özellikleri ile karşılaştırıldığında çok yavaş ve pahalı bir teknolojidir (Kim, 2006). Bunun temelinde, şablon baskının sanayi çağında geliştirilmiş bir teknoloji olması ve yüksek miktarlarda, kitlesel üretim esasına

dayanması bulunmaktadır. Dijital baskı ise bu modelle örtüşmemektedir (Ross, 2001).

Tekstillerin basılması için dijital teknoloji, kitlesel özel üretim (mass customization), tüketici tarafından tasarlanan ürünler ve inovativ estetik tasarım olanaklarına erişmeyi mümkün kılmaktadır. Dijital tekstil baskıcılığı, tekstil ve konfeksiyon endüstrisinde numune hazırlama ve küçük miktarlardaki üretimlerde kendine yer edinmiştir (May-Plumlee and Bae, 2005).

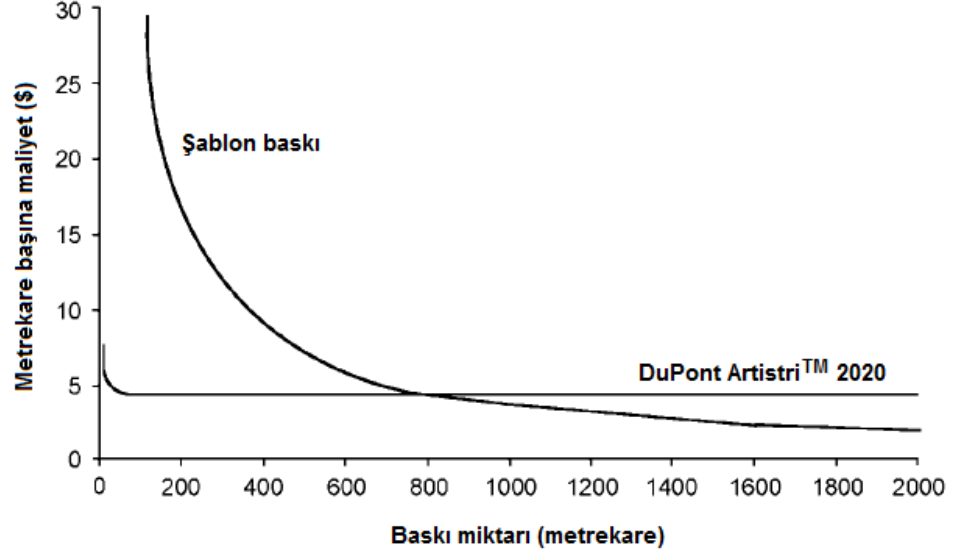
Dijital tekstil baskıcılığı için pazarlar numune hazırlamanın dışında, halıların, afişlerin, bina kaplamalarının, kravat ve eşarpların, hazır giyim ürünlerinin, tiyatro dekorlarının, otomotiv kumaşlarının, bayrak ve flamaların ve diğer küçük partilerdeki malların basılması şeklinde belirtilebilir (Partridge, 2001).

IT Strategies'in hesaplamalarına göre 2005 yılında 2300 dijital tekstil baskı makinesi tarafından 85 milyon metre karenin üzerinde baskılı kumaş üretildiği belirtilmektedir. 2010 yılında ise IT Strategies dijital basılan tekstillerin %19'luk yıllık bileşik büyüme oranı ile 186 milyon metre karenin üzerine çıkmasını ve bunun 5000'in üzerinde baskı makinesi tarafından gerçekleştirilmesini beklemektedir (Scrimshaw, 2008).

Dijital ink-jet baskının tekstillerin basılması üzerinde çok büyük ekonomik etkileri söz konusudur. Örnek olarak, yüksek sermaye yatırımlı rotasyon baskı tesislerinin, ekonomik olabilmek için büyük miktarlarda baskı üretimi gerçekleştirmesi gerekmektedir. Bunun yerine dijital baskı ile, çok düşük miktarlarda üretim gerçekleştirebilen ve tam zamanında üretim ihtiyaçlarına cevap verebilen daha küçük ve esnek birimler kurulabilmektedir (Dehghani, 2004).

Dijital tekstil baskıcılığının en büyük avantajlarından biri, dijital bir dosyadan bir hazırlık işlemi gerektirmeden derhal baskı gerçekleştirilebilmesidir. Böylelikle küçük partiler düşük maliyetle basılabilmektedir. Dijital baskıda metre kare başına maliyet nispeten sabit olup, parti hacmine göre fazla değişmemektedir. Şablon baskıda ise bir baskıya hazırlık işlemi söz konusu olmakta ve şablonlardan kaynaklanan maliyetin basılacak parti boyunca amortize edilmesi gerekmektedir. Gerçekleştirilen baskı yaklaşık 1000 metre karenin üzerinde olduğunda, şablon baskı ekonomik olmaktadır. Bu miktarın altında ise dijital baskının ekonomik açıdan daha uygun olduğu söylenebilir. Şekil 1.1'de

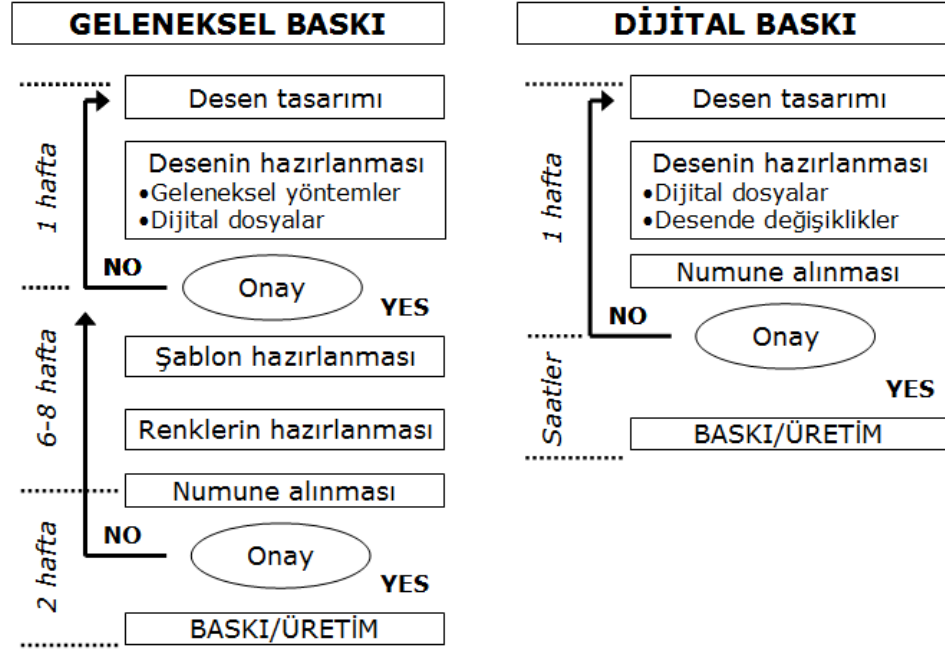
şablon ve dijital baskı proseslerine ilişkin maliyetler verilmektedir. (Raymond, 2006).



Şekil 1.1 Şablon ve dijital baskıda maliyetler.

Desenlerin kolaylıkla hazırlanabilmesi ve değişikliklerin hızla gerçekleştirilebilmesi gibi nedenlerle, dijital baskı tasarım aşamasında kullanım için çok uygundur. Konvansiyonel baskıda numune hazırlama işlemi özellikle şablonların hazırlanması nedeniyle oldukça pahalı bir işlemdir. Her farklı renk için ayrı bir şablon gerekmektedir. Numune hazırlama aynı zamanda çok fazla zaman kaybına neden olmaktadır. Çünkü toplam üretimin yarısı desenlerin ve şablonların hazırlanması ile geçmektedir (Prášil, 2002a).

Hazırlanan desenlerin ise %60'ının üretim aşamasında kullanılmadığı belirtilmektedir. Numunelerin dijital baskı ile hazırlanması yalnızca müşterilere hızlı bir şekilde cevap verilmesini sağlamamakta, aynı zamanda maliyetlerde de düşüş yaratmaktadır. Çünkü bu yolla başlangıç çıktıları için hazırlanan şablonlardan tasarruf edilmektedir (Dawson, 2003). Şekil 1.2'de geleneksel ve dijital baskıdaki üretim akışları görülmektedir.



Şekil 1.2 Geleneksel ve dijital baskıda üretim akışları (Tippett, 2003).

Konvansiyonel baskı ile kıyaslandığında dijital baskı birçok avantaj daha sunmaktadır. Dijital baskı ile kısa sürede yeni tasarımlar yaratılabilmekte ve bilgisayar yardımı ile doğrudan substrata aktarılabilmektedir (Prášil, 2002a). Numuneler ve siparişler ihtiyaç duyulduğu anda üretilebilmekte, böylelikle müşteriler için stoklama yapılmasına gerek kalmamaktadır (Dehghani, 2004). Dijital baskıda sonsuz desen yapabilme imkanı söz konusu olup, şablon kullanılmadığından rapora da gereksinim duyulmamaktadır. Siparişlerde asgari bir miktar istenmemekte, tek bir desen için dahi makine çalıştırılabilmekte, özel siparişler yerine getirilebilmektedir. Dijital baskıda kumaş firesi verilmemektedir. Kesilmiş ve dikişe hazır model parçaları rahatça basılabilmekte, kumaş üzerinde kesilen parçalar çizilip, istenen şekilde basıldıktan sonra dikişe verilebilmektedir. Çevresel açılardan da dijital baskı daha avantajlı olup, daha az atık yaratmaktadır. Enerji ve su tüketimi de konvansiyonel baskıya oranla daha azdır (Başar, 2008). Dijital baskıda düşük işçilik ihtiyacı dolayısıyla işçilik maliyetleri daha düşük olmaktadır (Kanık, 2008). İnkjet baskı teknolojisi, katma değeri yüksek bileşenler (örneğin fotokromik ve termokromik boyarmaddeler) içeren mürekkepler için özellikle uygun bir teknolojidir (Lin, 2003). İnkjet baskının non-impact (vuruşsuz) bir proses olması nedeniyle, basılabilir substratların çeşitliliği çok fazla olmaktadır (Daplyn and Lin, 2003).

Dijital baskının birçok faydalı özelliğine karşı, halen ciddi sınırlandırmaları vardır. Tekstil inkjet baskıcılığı, henüz rotasyon baskı ile sağlanabilen hızlara yaklaşamamıştır. Endüstrinin daha yüksek hızlarda çalışan dijital baskı makinelerine ihtiyacı vardır. Piyasadaki mevcut dijital baskı makineleri saatte 2 ila 150 metrekare hızlarla çalışmakta iken, rotasyon baskı makineleri kolaylıkla saatte 1000 metrekarenin üzerindeki hızlarda çalışabilmektedir (Raymond, 2006).

Jet baskı makinelerinin üretim hızlarındaki kısıtlamaya bir yaklaşım olarak, çok sayıda baskı makinesinden yararlanmak öne sürülebilir. Bu yatırımın toplam maliyeti, yüksek hızlarda çalışan bir şablon baskı makinesinden daha düşük olacaktır (Dawson, 2003).

Dijital baskıda kullanılan mürekkeplerin çok pahalı olmaları sebebiyle üretim maliyetleri özellikle büyük miktarların basılmasında konvansiyonel baskıya göre çok yüksek olmaktadır. Bazı durumlarda kumaşların dijital baskı öncesinde özel işlem görmesi gerekebilmektedir. Dijital baskıda renk gamı konvansiyonel baskıdakine oranla daha kısıtlı olup, konvansiyonel baskı ile uyumda bu durumdan kaynaklı sıkıntılar yaşanabilmektedir. Dijital baskıda flok, devore, varak, glitter gibi özel baskıların yapılma olanağı bulunmamaktadır. Dijital baskının yeni bir teknoloji olması dolayısıyla ekipman yanında eğitime de yatırım yapılması gerekmektedir.

Diğer bir sorun ise, mürekkeplerin kumaşa nüfus kabiliyetleridir. Dijital baskı makinelerinde kullanılan mürekkepler akmama özelliğine göre formüle edilmektedir. Çünkü, kumaşa damlatılan mürekkep, eğer kumaş üzerinde damlatılan yerde kalmaz ise, basılan desen bozulmaktadır. Ancak mürekkeplerin sahip olduğu bu özellik, kadife ve halı gibi zeminlerde problem olabilmekte veya kumaşın hem ön, hem de arka yüzünde aynı motifin istendiği bazı özel durumlarda arzu edilen etkilerin sağlanmasına engel olmaktadır (Başar, 2008).

Bir numune hazırlama aracı olarak dijital tekstil baskı makineleri değerini kanıtlamıştır. Ancak, bu teknolojiyi bir üretim aracına dönüştürmek hala bir sorundur (Dehghani, 2004). Açıkça belirtmek gerekir ki, dijital baskı, rotasyon baskı veya diğer yığın üretim tekniklerine rakip olarak görülmemelidir. Dijital tekstil baskıcılığı için esas pazar fırsatları, yenilikçi tasarımlar ve özelleştirilmiş ürünler alanında olacak gibi görünmektedir (Tyler, 2005).

2. İNK-JET TEKSTİL BASKICILIĞI

İnk-jet baskı mekanizması ilk defa 1878’de Lord Rayleigh tarafından tarif edilmiştir. Lord Rayleigh, püskürtülen bir sıvının değişken ve küçük damlacıklara ayrılma eğilimi içerisinde olduğunu gözlemlemiştir. Bunun anlamı, bir ağızlıktan püskürtülen kontinü jet halindeki mürekkebin çok kısa bir süre içerisinde damlacıklar seli haline dönüşeceği (Rayleigh, 1878).

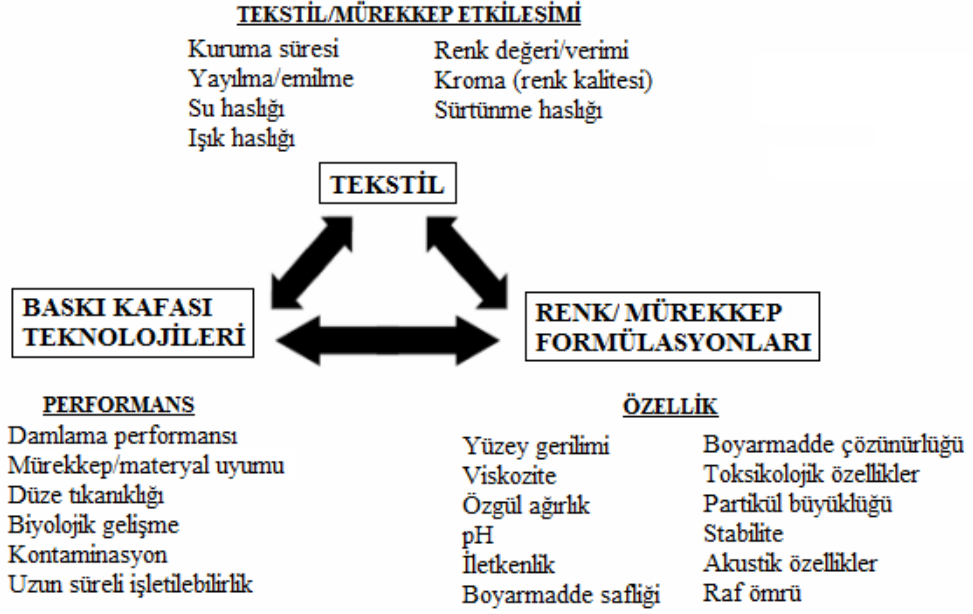
İnkjet baskı teknolojilerine ait ilk uygulamalar halılar üzerinde gerçekleştirilmiştir ve Milliken’e ait patentli bir teknolojidir. Bu uygulamaya 1970’lerde başlanmış ve mürekkebi halı yüzeyine taşımak amacıyla kesikli hava jetleri kullanılmıştır. Bu yöntemle belirli müşteriler ve özel odalar için tasarlanan büyük ölçekli desenler üretilebilmiştir (Tyler, 2005). Ancak, ink-jet baskı teknolojisinin ticarileşmesi 1984 senesinde Hewlett-Packard’ın masaüstü yazıcısı olan Thinkjet’i piyasaya sunmasına kadar mümkün olmamıştır (Lin and Bai, 2004).

Kağıt ve diğer pürüzsüz yüzeyler ile geliştirilen teknolojiler ilerledikçe, bunları çok çeşitli substratlar üzerinde uygulamaya ilişkin fırsatlar ortaya çıkmaya başlamıştır. İlk tekstil dijital baskı makineleri, doğrudan kağıt baskıcılığı uygulamalarından gelmekte olup Tekstik baskıcılığı için tasarlanan ilk ticari makine, 1991’de Stork (Hollanda) tarafından piyasaya sürülen TruColor TCP Jetprinter’dır (Tyler, 2005).

İnk-jet baskı, farklı renklerdeki çok küçük mürekkep (özel boya çözeltileri) damlacıklarının önceden belirlenen mikrodiziler (pikseller) halinde, substrat yüzeyine püskürtülmesi ile istenilen desenin oluşturulması işlemi olarak tarif edilebilir (Dawson, 2003). Bu esnada yalnızca mürekkep damlacıkları yüzey ile temas ettiğinden, ink-jet baskı darbesiz baskı yöntemi olarak kabul edilmektedir (Freire, 2006).

İnkjet baskıya ilişkin üç temel bileşen mevcuttur. Bunlar baskı kafası, mürekkep ve substrattır (Freire, 2006). Baskı kafasının görevi, farklı renklerin doğru oranlarda ve kumaş üzerinde doğru bölgeye aktarılmasını sağlamaktır (Prášil, 2002a). Çok farklı çeşitlerdeki baskı kafaları için boyarmadde ve mürekkep sistemleri geliştirirken dikkate alınması gereken pek çok faktör mevcuttur. Şekil 2.1’de spesifik baskı kafası ve substrat kombinasyonları için

gerçekleştirilen mürekkep tasarımında dikkate alınması gereken bazı faktörler vurgulanmıştır.

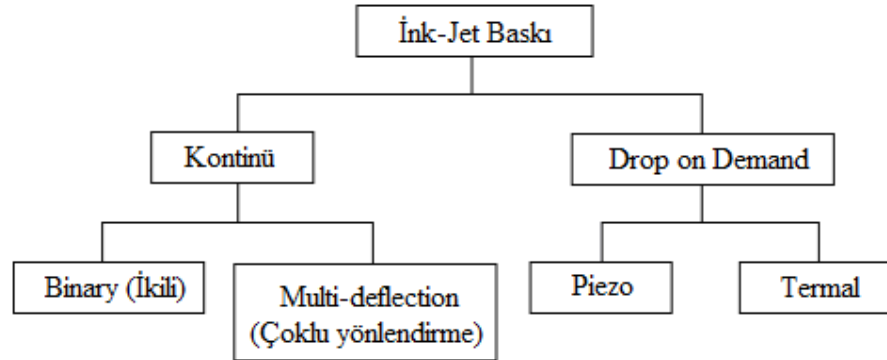


Şekil 2.1 Ink-jet baskıda mürekkep/baskı kafası/ortam etkileşimi (Provost, 2009).

2.1 İnk-Jet Baskı Teknolojileri

Dijital baskıda istenilen rengin, çözünürlüğün, kalitenin ve verimin sağlanabilmesi için, mürekkebin ağızlıklarda püskürtülmesini gerçekleştiren teknolojilerinin iyi bir şekilde anlaşılması ve bunların avantaj ve dezavantajlarının bilinmesi gerekmektedir (Bae, 2007).

Şekil 2.2’de tekstilde kullanılan inkjet baskı teknolojilerinin genel bir sınıflandırması verilmektedir.



Şekil 2.2 Tekstilde kullanılan ink-jet baskı teknolojilerinin sınıflandırılması (Gregory, 2004).

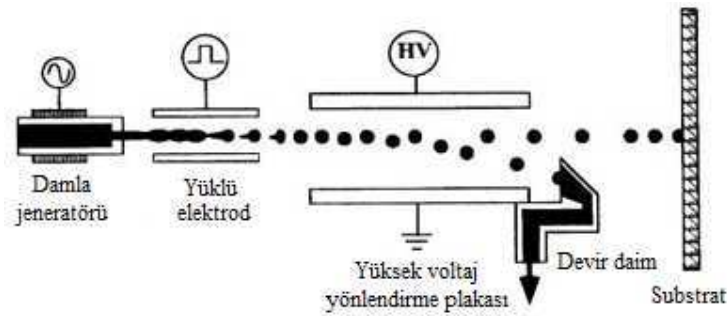
2.1.1 Kontinü ink-jet

Kontinü ink-jette (CIJ) mürekkep sabit bir basınç uygulanarak, sabit bir hızla ağızlıklardan püskürtülmektedir. Püskürtülen mürekkep stabil olmayıp ağızlığı terk etmesinin hemen ardından küçük damlacıklara ayrılmaktadır. Başka hiçbir müdahale olmaması halinde, ayrışma rastgele olacak ve çeşitli büyüklüklerde damlacıklar meydana gelecektir. Bu durumu düzeltmek amacıyla, ağızlıklara periyodik şekilde uyarı gönderilmektedir. Püskürtme hızı ve uyarının frekansı, damlacık büyüklüğünü belirlemektedir. Klasik CIJ’de, periyodik uyarıları sağlamak amacıyla baskı kafasında piezoelektrik transdüser bulunmaktadır. Bu nedenle osilasyonlar mekanikseldir (Freire, 2006).

CIJ teknolojisinde damlaların hareketi elektrostatik olarak kontrol edilmektedir. Damlalar, elektrostatik yüklemeye tabi tutularak, bir elektrik alan yardımı ile substrata veya devirdaim sistemine yönlendirilmektedir (Tyler, 2005).

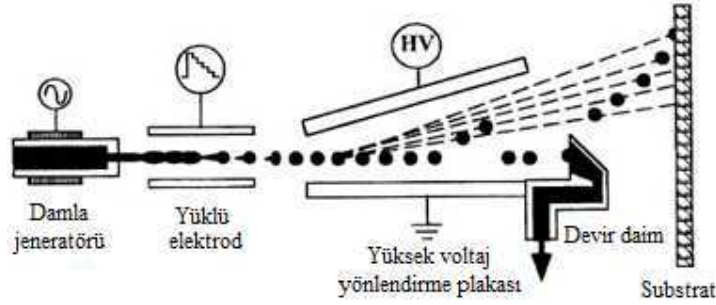
Damlacıkların yönlendirilme metoduna göre CIJ sistemler binary ve çoklu (multiple) olarak gruplandırılabilir (Le, 1998).

Binary yönlendirme sisteminde, damlalar ağızlık ile yükleme plakası arasında yüklenmekte veya yüklenmemektedir (Şekil 2.3). Yüklenmeyen damlalar substrat üzerine düşerken, yüklü damlalar devir daim için bir oluğa yönlendirilmektedir (Le, 1998). Substrat üzerine düşen damlacıklar tek bir piksel bölgesinde konumlanmaktadır (Freire, 2006). Bu CIJ teknolojisi basit bir yapıya sahiptir ancak baskı hızları düşük olmaktadır (Bae, 2007).



Şekil 2.3 Kontinü ink-jet: Binary-yönlendirme sistemi (Le, 1998).

Çoklu (multiple) yönlendirme sisteminde ise damlalar yüklenmekte ve substrata 30 kadar farklı seviyede yönlendirilmektedir (Şekil 2.4). Damlacıklar substrat üzerinde farklı pixellerde konumlanabilmektedir. Yüklenmeyen damlacıklar ise doğrudan devirdaim oluşuna gitmektedir (Le, 1998; Freire, 2006). Bu CIJ sisteminin bir avantajı çözgenin buharlaşmasına bağlı olarak ağızlıklarda daha az tıkanma meydana gelmesidir. Ayrıca, daha büyük ve daha fazla damlacık üretilmektedir. Bu sayede baskı hızları daha yüksek olmaktadır (Bae, 2007).



Şekil 2.4 Kontinü ink-jet: Multiple(çoklu)-yönlendirme sistemi (Le, 1998).

Tekstiller için olan CIJ kafaları, 10-15 mikron çapında ağızlıklara sahip olup, hızla 15 mikron çapında damlalara ayrışan bir mürekkep jeti üretmektedir. Damlalar oluşmadan önceki jetin uzunluğu; ağızlığın çapı, sıvı parametreleri (yoğunluk, viskozite ve yüzey gerilimi), püskürtme hızı ve jette bozulma yaratacak yüksek frekansta titreşimlerin miktarı ile tespit edilmektedir (Tyler, 2005).

Bu parametrelerin sonuncusu, tasarım mühendislerine prosesi kontrol etme olanağı vermektedir. Ağızlık, bir piezo transdüser tarafından yüksek frekansta (0,5-1,0 MHz) titreşime maruz kalmaktadır. Damlacıklar, ağızlık ve yükleme plakası (jetin girip damlacıkların çıktığı) arasında binlerce voltluk gerilim ile yüklenmektedir. Damlajarı, 50 mikron civarında özel bir değere sahiptir. Sonraki işlem, damlacık üzerinde elektrostatik kuvvet yaratan ve düşüşüne yön veren, bir çift metal plaka tarafından kontrol edilmektedir. Uygulanan voltajın değişmesiyle damlaların sapma mesafesi değişmektedir. Bu dizayn çoklu yönlendirme (multi-deflection) (MD) kafası olarak bilinmektedir. Bu kafalar yüksek mürekkep akışı ve substratın hızla örtülmesi amacıyla tasarlanmıştır. Saniyede 50.000–100.000 damladan bahsedilmektedir. Damlajayutlarının ve dolayısıyla baskının daha iyi kontrol edilebilmesi için tasarım anlamında yoğun çaba sarf edilmektedir. Burada dikkati çeken bazı sorunlar şunlardır: Sapma mesafesi, damlanın öncü (rahatsız edilmeyen havada ilerleyen) veya takip eden

(diğer damlaların peşinden ileyleyen ve daha az sürüklemeye maruz kalan) damla özelliğinde olmasına bağlıdır, ayrıca yüklü damlacıklar birbirini itme eğilimindedir ve bu da substrat üzerine düştükleri yeri etkilemektedir. Bunlarla birlikte, tasarım mühendisleri bir damlacık üzerindeki yük miktarını değiştirebilmeyi mümkün kılarak, damlaların, yönlendirme plakaları tarafından seçici olarak yönlendirilebilmesini sağlamışlardır (Tyler, 2005).

Bu teknoloji tekstil baskıcılığında halıların basılması gibi yüksek mürekkep hacimlerine ihtiyaç duyulan uygulamalarda kullanılabilmektedir (Bae, 2007). Ancak Klasik CIJ'e ilişkin karmaşıklıklar (yükleme ve yönlendirme, mürekkep devirdaimi, basınç altında tutma) nedeniyle bu tür baskı kafaları maliyetli olmaktadır. Bu nedenle CIJ sistemleri genellikle endüstriyel uygulamalarda kullanılmaktadır (Freire, 2006).

Tekstilde ink jet baskı üzerine yapılan ilk çalışmalarda CIJ teknolojisi kullanılmış, ancak ticari anlamda kullanımı DOD'a göre daha yavaş olmuştur. Bununla birlikte, daha yüksek baskı hızlarına olan arayış devam etmektedir ve CIJ teknolojisinin şablon baskı ile rekabet edebilecek yüksek hızlar sağlama potansiyeline sahip olduğuna dair yaygın bir görüş bulunmaktadır (Tyler, 2005).

2.1.2 Drop-on-demand ink-jet

İnkjet baskıcılığında bugün çoğunlukla DOD teknolojisi kullanılmaktadır. Bu geniş teknoloji çeşidi, ihtiyaç duyulduğunda bir mürekkep damlasını serbest bırakacak şekilde mekanizmalar sunmaktadır. İhtiyaç, baskı yazılımı tarafından oluşturulmaktadır. Her piksel için, bir damlayı harekete geçirecek yada geçirmeyecek şekilde komut verilir. Ardından, mürekkep damlası yer çekimi etkisiyle substrata düşer ve yüzeyde bir nokta şeklinde görünür (Tyler, 2005).

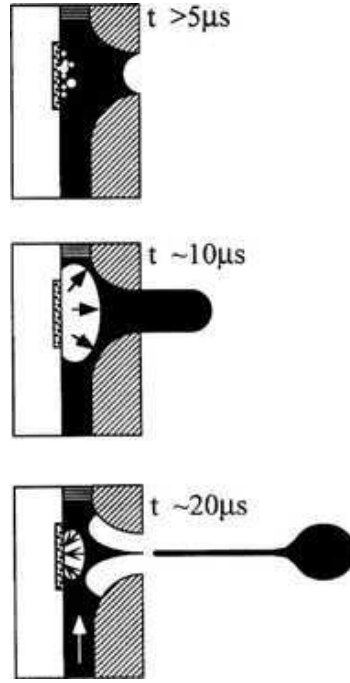
Damla büyüklükleri pikolitre (1 pikolitre 10-12 litredir) biriminden ölçülmektedir. DOD ink-jette genel olarak damla büyüklükleri 20-30 pl olmakla beraber, kafalarda 10 pl'nin altında damla üretmeye yönelik bir eğilim vardır. Damla büyüklüklerindeki bu küçülmenin daha iyi çözünürlükler sağladığı ve pikselasyon problemlerini azalttığı belirtilse de, mürekkebin substrata akış hızı da azalmaktadır (Tyler, 2005).

DOD ink jette damlacıkların üretilmesinde kullanılan iki temel mekanizma piezoelektrik ink jet (PIJ) ve termal ink jettir (TIJ) (Freire, 2006).

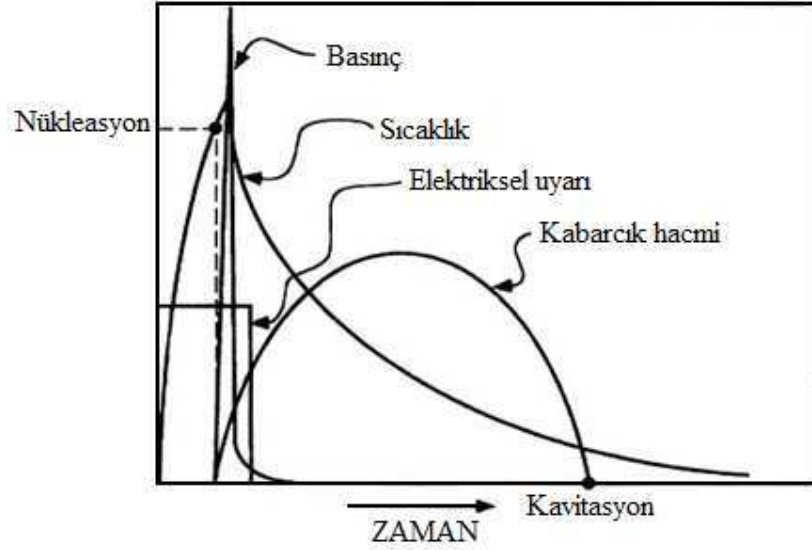
2.1.2.1 Termal ink-jet

Termal inkjet, içerisinde ısıtıcı ve bunun yanında ağızlık olan bir mürekkep haznesinden meydana gelmektedir. Isıtıcının birkaç mikrosaniyeden kısa süreyle uyarılması ile, ısı ısıtıcının yüzeyinden mürekkebe transfer olmaktadır. Mürekkep, kabarcık nükleasyonu meydana gelecek kritik sıcaklığa kadar ısınmaktadır (Le, 1998). Su bazlı mürekkepler için bu sıcaklık yaklaşık 300°C'tur. Su, diğer çözümlere oranla daha çok genişterek patlama eğilimindedir. Bu nedenle TIJ için en uygunu su bazlı mürekkeplerdir (Freire, 2006).

Nükleasyon meydana geldiğinde, su buharı kabarcığı genişmekte ve mürekkebi ağızlıktan dışarı atılacak şekilde zorlamaktadır. Mürekkepteki bütün ısı kullanıldığında, kabarcık ısıtıcının yüzeyinde sönmektedir. Kabarcık söndüğünde, mürekkep damlacığı kopmakta ve substrata doğru yönelmektedir. Tüm bu proses 10 μ s'den kısa bir sürede gerçekleşmektedir. Daha sonra hazneye kapılar etki ile tekrar mürekkep dolmakta ve proses yeniden başlamaya hazır hale gelmektedir. Haznenin geometrisine ve mürekkebin fiziksel özelliklerine bağlı olarak mürekkebin dolum süresi 80 ila 200 μ s arasında değişmektedir. Bu proses Şekil 2.5'te görülmektedir. Şekil 2.6'da ise aynı prosese ilişkin elektriksel uyarı, sıcaklık, basınç ve kabarcık hacmi gibi parametrelerin zamanla değişimi görülmektedir (Le, 1998).



Şekil 2.5 Termal ink-jette damla oluşumu (Le, 1998).



Şekil 2.6 Termal ink-jette damla oluşumu sırasında basınç, sıcaklık, kabarcık hacmi ve elektriksel uyarı değişimleri (Le, 1998).

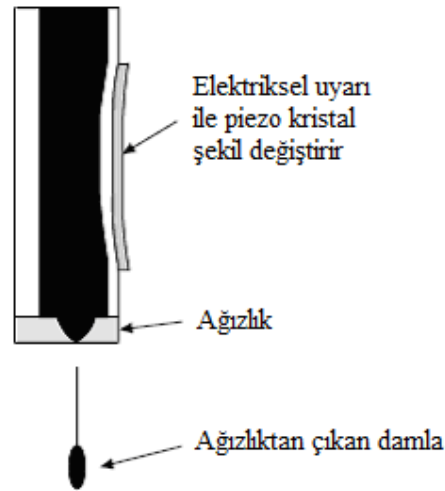
Bu teknolojiye, ısıtıcı elemanın kavitasyon kuvvetinden zarar görmesi, ısıtma çevriminin mürekkebin sıcaklığını artırarak tutarsız renklere yol açması, mürekkebin ısıdan zarar görmesi sonucu ağızlığın tıkanması, mürekkepteki patlamalar nedeniyle sıçramaların oluşması ve bu durumun baskı kalitesini düşürmesi gibi sakıncalar da söz konusudur. İnk jet kafaları kısıtlı bir ömre

sahiptir, ancak üretimleri kolay olduğundan tek kullanımlık kartuşlarla çalışmak da mümkündür. Bu kafalardan tekstillerde yararlanılsa da, esas kullanımı masaüstü kağıt yazıcılarıdır (Tyler, 2005).

2.1.2.2 Piezoelektrik ink-jet

Bir piezo materyal elektrik alan etkisi altında biçim değiştirmekte, ya da tam tersi olarak biçim değiştirdiğinde bir elektrik alan meydana getirmektedir. Piezo kelimesi, mekaniksel davranışına dikkati çekecek şekilde, Yunancadaki ‘sıkmak’ kelimesinden gelmektedir (Tyler, 2005).

Piezoelektrik DOD inkjetten mürekkep haznesinin bir kısmında genellikle kurşun zirkonat titanattan (PZT) yapılmış bir piezo-elektrik eleman kullanılmakta olup, haznenin hacmi piezoelektrik elemanın elektrodlarına voltaj uygulanması durumunda değişmektedir (Freire, 2006). Termal ink jet kafalarında olduğu gibi, etkiye maruz kalma süresi mikrosaniyelerle ifade edilmektedir. Haznenin hacmi azaldığında, ağızlıktan dışarıya bir damla mürekkep verilmekte, elektrik alan kalktığında ise haznenin şekli normal haline dönmekte ve mürekkep besleme kanalından geri çekilmektedir. Bu eylem Şekil 2.7’de gösterilmektedir (Tyler, 2005).



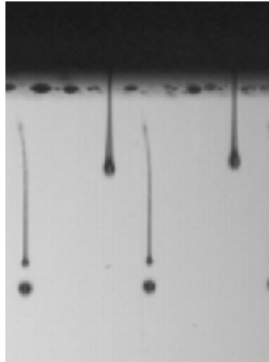
Şekil 2.7 Piezoelektrik DOD ink-jet kafasının çalışma prensibi.

Piezoelektrik baskı kafaları, damla üretilmesinde termal kafalara göre daha fazla kontrol sağlamakta, örneğin farklı büyüklüklerde damlalar elde edilebilmekte ve daha yüksek üretim hızlarında çalışılabilmektedir. Bununla birlikte mürekkeplerin ısınma sorunu olmamasından dolayı, renk

formülasyonlarını etkileyen kısıtlamalar daha az olmaktadır (Tyler, 2005). Piezoelektrik baskı kafalarının diğer bir avantajı ise kullanılabilen mürekkep çeşitliliğidir. Termal kafalarda su bazlı mürekkepler kullanılırken, piezoelektrik baskı kafaları farklı viskozite ve yüzey gerilimlerine sahip her türlü sıvıyı püskürtme kabiliyetine sahiptir. Bu nedenle birçok konvansiyel olmayan uygulamada piezoelektrik ink-jet teknolojisi kullanılmaktadır. Örneğin UV mürekkepler, faz değiştirici mürekkepler ve çözgen bazlı mürekkepler piezoelektrik baskı kafaları ile püskürtülmektedir (Freire, 2006). Piezoelektrik kafalar, termal kafalara göre damlacık püskürtme ömrü bakımından daha uzun süre dayanmakta olup, bütün bu sebeplerden dolayı dijital tekstil baskıcılığı için en popüler grubu oluşturmaktadır (Tyler, 2005).

2.2 İnk-Jet Baskıda Damla ve Desen Oluşumu

Hem piezoelektrik hem termal ink-jet baskı kafalarına sahip baskı makinelerinde, jetlerin ağız kısmında damlacıkların oluşumu büyük ölçüde benzer bir yol izlemektedir. Mürekkep damlacıkları substrat üzerinde neredeyse dairesel noktacıkların meydana getirecek şekilde konumlanmaktadır. Püskürtülen mürekkep ağızlığı terk edeceği sırada bir kuyruk meydana getirmektedir (Şekil 2.8) Bu kuyruk, ideal koşullarda damlanın kafasına dahil olmakta ve substrat yüzeyine çarpmadan önce küresel bir şekil almaktadır (Dawson 2000,2001). Ancak kuyruk, yüzey gerilimi etkisi ile tekrar damla tarafından emilmek yerine daha küçük damlacıklara ayrışır, oluşan mikrodamlalar baskı kalitesine zarar verecek şekilde substrat üzerine düşebilmektedirler (Tyler, 2005). Özellikle termal ink-jet baskı kafalarında kuyruk çok uzun olmakta ve çok daha küçük damlacıklara parçalanmaktadır (Dawson, 2003).



Şekil 2.8 DOD ink-jet baskı kafasından çıkan mürekkep damlaları (Tyler, 2005).

Tek bir damlanın hacmi, makinenin tipine ve uygulanan voltajın süresine bağlı olarak önemli ölçüde (50 ila 1000 pl arasında) değişmektedir. Renk derinliği arttıkça, renkli noktacıklar substrat yüzeyi üzerinde birbirine karışmaktadır. Bir desenin basılan her pikseli mikroskop altında incelenecek olursa, bu pikselin farklı renklerdeki ayrı ayrı mürekkep damlacıklarından oluştuğu görülecektir. Toplamda görünen renk ise bu renklerin (CMYK) oranlarına, substratın yapısına ve uygulanan önileme bağlıdır (Dawson, 2001).

Baskı makinesi yüklenen desenin verilerini yorumlayabilecek yazılıma ve donanıma sahiptir. Orijinal desene ait her bir piksel, genellikle 4x4, 6x6 veya 8x8'lik bir matriksten oluşan bir süperpiksel içerisinde düzenlenmiş belli sayıdaki renkli noktacıklar şeklinde basılmaktadır. Bazı baskı makinelerinde hegzagonal matrisler de kullanılabilir. Cyan, magenta ve sarı mürekkep noktacıkları ile oluşturulan süperpiksellerle elde edilebilecek renk sayısı bu matrisin büyüklüğüne göre değişmektedir. Matris 4x4'ten 6x6 veya 8x8'e genişletildiğinde elde edilebilecek renk tonlarının sayısı da artmaktadır (Dawson 2000, 2003, 2006).

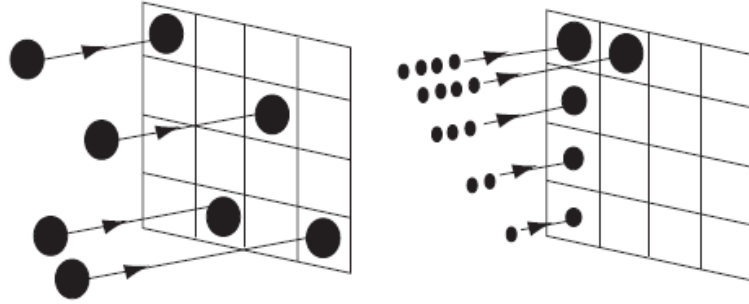
Tekstiller için kullanılan çoğu jet baskı makinesi 300/360 veya 600/720 dpi (inç başına düşen nokta sayısı) çözünürlüktedir. 1200 dpi ve üzerinde çözünürlüğe sahip ve çok küçük hacimli (5-10 pl) damlacıkları basma kapasitesine sahip, yüksek çözünürlükte baskı makineleri ise daha çok reprografik endüstrisinde kullanılmaktadır (Dawson 2000, 2001).

Desenin çözünürlüğü ppi (inç başına düşen piksel sayısı) ile ifade edilmektedir. Bu nedenle biri 360 dpi'de 4x4 matris, diğeri 720 dpi'de 8x8 matris kullanan iki makine aynı kontur çözünürlüğünü (90 ppi) vermektedir (Dawson, 2001).

Baskı makinesi yazılımının bir diğer fonksiyonu ise titreme (dither)'dir. Titreme, bir mürekkep damlasının tek bir piksel içerisinde yer değiştirmesidir. Böylelikle istenmeyen muare ve şevron efektleri önlenmektedir (Dawson 2000, 2001).

Çoğu jet baskı makinesinde, matris bölgelerine bir renge ait yalnızca tek bir damla yönlendirilmektedir. Buna binary sistem denilmektedir. Özellikle kontinü inkjet türündeki daha ileri bazı baskı makinelerinde ise, süperpiksel matrisi içerisindeki bir bölgede konumlanacak toplam mürekkep miktarı, birden fazla sayıda damlacığın yönlendirilmesi ile ayarlanabilmektedir. Bazı modern termal ve

piezo tipteki baskı makinelerinde ise her bir süperpiksel bölgesinde çok sayıda mürekkep damlasının konumlandırılması ile yarım ton efektleri elde edilebilmektedir. Şekil 2.9’da binary ve çoklu-seviyeli yarım tonlama gösterilmektedir. Bunun sonucu olarak CMY mürekkepler ve 8x8 matris kullanan bir DOD baskı makinesi ile 275.000 kadar renk tonu üretilebilirken, çoklu (multilevel) kontinü inkjet baskı makinesi ile teorik olarak 16.7 milyon renk üretilebilmektedir (Dawson 2000, 2003).



Şekil 2.9 Binary ve multi (çoklu) seviyeli, 4x4 süper piksel yarım ton matrisleri (Dawson, 2000).

2.3 İnk-Jet Baskıda Renk Yönetimi

İnsanlar renkleri, ışık kaynakları tarafından (güneş, bilgisayar ekranı gibi) ve ışık absorbanları tarafından (kumaş, deri, saç gibi) olmak üzere iki şekilde görebilmektedir (Tyler, 2005).

Güneş, görünür ışığın tüm spektrumunu (prizmadan bakıldığında ya da gökkuşağındaki gibi) vermektedir. Diğer ışık kaynakları ise daha çok yaydıkları renkle sınırlıdır. Renkli ekranlar, kullanıcıların üç primer rengi (kırmızı, yeşil ve mavi) kombine ederek milyonlarca rengi algılamalarını sağlayacak şekilde tasarlanmışlardır. İnsan gözünde bu üç renge duyarlı üç reseptör hücre bulunmakta ve beyin bu hücrelerden gelen sinyalleri kombine ederek gökkuşağındaki bütün renklerin algılanmasını sağlamaktadır. Işık absorbanlarında ise daha farklı bir durum söz konusudur. Bir materyal içerisindeki pigmentler belirli frekanstaki ışığı absorbe ederken, kalanları yansıtmaktadır. İnsan gözü yansıtılan frekansları algılayarak cismin rengini belirlemektedir. Görünen renk düşen ışığın selektif absorpsiyonunun bir sonucu olup, substraktif renk olarak adlandırılmaktadır. İnsanın görme sistemi, primer renkleri yeniden yapılandırmak için, CMY (cyan, macenta, sarı) renklerini kombine edebilmektedir. Bu nedenle, CAD ekranında mevcut olan renkleri yeniden elde edebilmek için baskıda CMY

renkleri ve buna ilave olarak, iyi bir siyah elde edebilmek için, CMY renklerinin kombinasyonu yerine siyah (K) mürekkep kullanılmaktadır. Bu nedenle, standart baskı makinelerinde CMYK olmak üzere dört renk kullanılmakta ve bunlar proses renkleri olarak adlandırılmaktadır (Tyler, 2005).

Şablon baskıda ise spot renkleri kullanılmakta olup, son rengin elde edilmesi için farklı renkleri karıştırılmaktadır. Bu işlem bir renk mutfağında gerçekleştirilmektedir. Tipik bir rotasyon baskı makinesinde 1 ila 12 adet spot renk ve 1 ila 12 adet şablon bulunmaktadır. Her renk tek tek karıştırılarak elde edilmekte ve buna renk yolu denilmektedir. Bir renk yolunu değiştirmek için, bir veya daha fazla spot renk değiştirilmekte ve tekrar aynı desen basılmaktadır. Renk gamı çok fazla sayıda temel renk bulunmasından ötürü oldukça geniştir (Raymond, 2006).

İnkjet baskıda ise konvansiyonel baskıda olduğunun aksine, farklı renkteki mürekkepler substrata aktarılmadan önce karışmamaktadır. İstenilen renk mürekkeplerin substrat üzerinde karıştırılması ile sağlanmaktadır (Prášil, 2002a). Renk bilgisi dijital bir dosyada olup, makinedeki renklerin karıştırılması ile doğru renge dönüştürülmelidir (Raymond, 2006).

Dijital tekstil baskıda renk yönetimi yazılımları üç anahtar konuya cevap vermelidir. Bunlardan birincisi sistemin renk gamının (basılabilir renk aralığının) ne olacağıdır. Burada baskı makinesi, mürekkepler ve kullanılacak kumaş da hesaba katılmalıdır. İkincisi, istenilen renklerin dijital baskı makinesinin renk gamı içerisinde olup olmadığıdır. Ve sonuncusu sistemin renk gamı içerisindeki bütün bu renkleri nasıl üreteceğidir (Gordon, 2001).

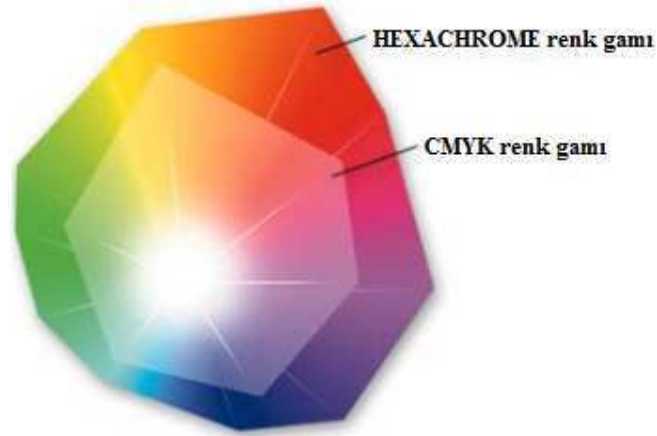
Baskı makinesi ve mürekkeplerin kısıtlamaları dahilinde hangi renklerin elde edilebilir olduğunu anlamak çok önemlidir. Çünkü bir baskı makinesi istenilen bir rengin eldesine olanak vermiyorsa, hiçbir renk yönetimi bunu mümkün kılamamaktadır. Bununla birlikte, RGB ekranında görülebilen ancak CMYK ile basılması mümkün olmayan bazı renkleri bulunmaktadır (Gordon, 2001).

En büyük sıkıntılardan biri, dijital baskıda kullanılan proses renkleri ile klasik baskıdaki spot renklerin uyumudur. Dijital baskı makineleri numune hazırlama veya düşük partilerin basılması için uygun olup, büyük miktarda bir üretim gerçekleştirilecekse bunun rotasyon baskı ile gerçekleştirilmesi doğru

olmaktadır. Ancak dijital baskı makinesinin renk gamı spot renklerin dışındaysa, renk tutturma oldukça zorlaşmaktadır (Raymond, 2006).

CMYK ile söz konusu olan renk kısıtlarının temelinde tekstiller için gerekli birçok rengin yanında parlak kırmızı, yeşil ve mavi gibi renklerin elde edilmesindeki zorluk yatmaktadır. Bu nedenle mürekkepler arasına CMYK renklerinin karışımı ile elde edilemeyecek ekstra renkler dahil edilmekte ve baskıda 6 ya da 8 renkli sistemler kullanılmaktadır (Gordon, 2001).

Hexachrome®, Pantone tarafından bu amaçla geliştirilmiş 6 renkli bir baskı sistemidir. CMYK renklerini modifiye etmek amacıyla sisteme turuncu ve yeşil renkler ilave edilmiştir. Bu ilave renkler daha parlak tonda görüntülerin elde edilmesini sağlamaktadır. Şekil 2.10'da Klasik CMYK mürekkepleri ve Hexachrome® sistemi ile elde edilen renk gamları arasındaki fark görülmektedir (Gordon, 2001).

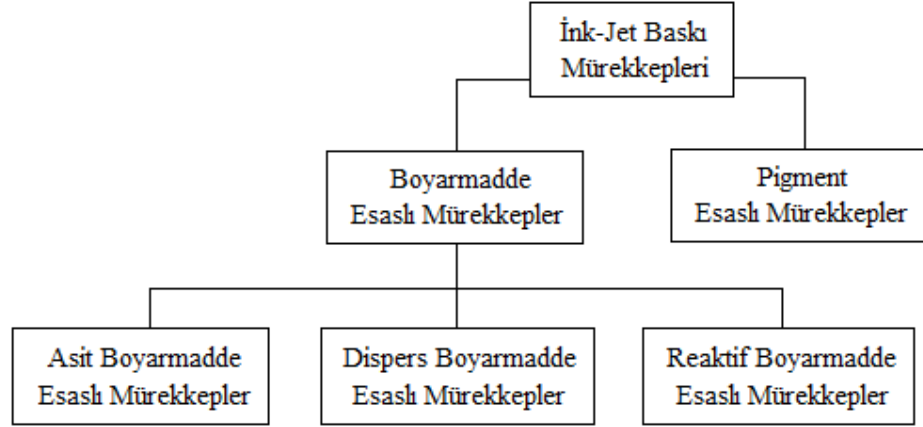


Şekil 2.10 Hexachrome® ve klasik CMYK sistemlerinde renk gamları.

2.4 İnk-Jet Tekstil Baskıcılığında Kullanılan Mürekkepler

İnk-jet tekstil baskıcılığında, uygun reolojiye (yüzey gerilimi, viskozite, yoğunluk) ve fiksaj koşullarına sahip mürekkeplerin geliştirilmesi çok önemlidir. İnkjet baskı mürekkeplerinin temelinde geleneksel boya ve baskıda kullanılan renklendiriciler bulunmakta olup, bunlar ink-jet baskıda kullanım için uyarlanmışlardır.

Şekil 2.11'de ink-jet baskıda kullanılan mürekkeplerin sınıflandırılması verilmektedir.



Şekil 2.11 İnk-jet tekstil baskıcılığında kullanılan mürekkeplerin sınıflandırılması.

Mürekkepler, renklendiriciden, taşıyıcı zeminden ve çeşitli katkı maddelerinden oluşmaktadır. Taşıyıcı zemin mürekkebin %80'ini oluşturmakta olup, su, çözügen, yağ, faz değiştirici sıvı (hot melt) ya da UV-curable sıvı olabilmektedir. Ancak, tekstil baskıcılığı için olan mürekkeplerin neredeyse tamamı su bazlıdır. Çünkü su bazlı mürekkebin kullanımını gerektiren baskı kafaları için tasarlanmışlardır (Tyler, 2005). Çizelge 2.1'de su bazlı bir mürekkebin genel formülasyonu görülmektedir.

Çizelge 2.1 Su bazlı mürekkeplerin genel formülasyonu (Le, 1998).

Bileşen	Görevi	Konsantrasyon(%)
Deiyonize su	Sıvı taşıyıcı ortam	60 - 90
Suda çözünebilen çözügen	Higroskopik viskozite kontrolü	5 - 30
Boyarmadde veya pigment	Renklendirici	1 - 10
Sürfaktan	Islatma, penetrasyon	0.1 - 10
Biyosit	Biyolojik gelişimi önleme	0.05 - 1
Tampon çözelti	pH kontrolü	0.1 - 0.5
Diğer katkı maddeleri	Köpük kesici, çözügen, vs.	> 1

Taşıyıcı zeminin faydası herşeyden önce mürekkebin substrat üzerinde tutulmasında görülmektedir. Su, kolay buharlaştığı ve toksik olmaması nedeniyle idealdir. Diğer taşıyıcı sıvıların kontrollü bir şekilde buharlaştırılması ve ortaya çıkan dumanın çekilmesi veya yeniden işlenmesi gerekebilmektedir (Tyler, 2005).

Buharlaşma, boyarmadde substrat üzerinde olduğunda istenen bir durumken, ağızlıkta istenmemektedir. Tüm baskı makinelerinin, kafalar pasif konumdayken ve hava ile temas ettiklerinde, ağızlıklarda kolaylıkla oluşan tıkanmaları görüp düzeltmesi gerekmektedir (Tyler, 2005).

Blank ve ark. dijital tekstil baskıda kullanılan mürekkeplerden beklenen koşulları şu şekilde sıralamışlardır (Blank et al., 2004).

- Saflık (ağızlıkların tıkanmasını önlemek için)
- Partikül büyüklüğü (dispers ve pigment mürekkepler için)
- Viskozite
- Yüzey gerilimi
- İletkenlik (kontinü ink-jet uygulamaları için)
- Stabilite
- pH değeri
- Köpük zellikleri

İstenmeyen damla oluşumuna ve havanın ağızlık içerisine girmesine engel olmak amacıyla, ağızlıklara yeterli besleme yapılması, bunun için de akışın yüksek olması gerekirken, ağızlık dışına sızıntının olmaması da sağlanmalıdır. Bu nedenle viskozite oldukça sınırlı bir aralıktadır. Bu kısıtlamalar sağlandığında dahi, baskı kalitesini olumsuz etkileyecek bir kuyruk bulundurmayan, doğru büyüklükte bir damlaya ihtiyaç duyulmaktadır. Viskozite aynı zamanda damla hızını da etkilemektedir. Yüksek viskoziteler, damla hızını düşürmektedir. Damlanın substrata ulaşması uzadığında, hava akımlarının damlanın yönünü değiştirme şansı artmakta ve bu da baskı kalitesini düşürmektedir. Yüzey gerilimi tamamlayıcı bir değişkendir. Bunun, mürekkebin kapılar kanalları ıslatacak, ağızlıktan geçecek ve doğru bir şekilde damla oluşturacak seviyede olması gerekmektedir (Tyler, 2005).

Kontinü ink jet baskı kafalarında ise damlaların elektrostatik olarak yönlendirilmesi açısından mürekkebin elektrik özellikleri de önem taşımaktadır. Damlacıkların yüklenememesi durumunda, düşüşleri esnasında kontrol edilememe problemleri olacaktır. Bunlarla birlikte, mürekkep substrata uygun olmalı ve son kullanım gereksinimlerini sağlamalıdır. Mürekkep geliştiricileri, tekstil substratını, buna uygulanan ön işlemleri, seçilen baskı kafası teknolojisini, ard işlemleri ve kullanım performansını dikkate almalıdırlar (Tyler, 2005).

2.4.1 Pigment esaslı mürekkepler

Düşük maliyetli ve tüm lif tipleri için uygun olması sebebi ile pigmentler konvansiyonel baskıda en yaygın olarak kullanılan renklendirici türüdür. Dünyadaki tekstil baskı pazarının yarısından fazlası pigmentlerle basılmaktadır.

Pigmentler suda çözünmemekte olup ve tekstillere dispers boyarmaddelerde olduğu gibi çok küçük dispersiyonlar halinde aktarılmaktadır. Bunların tekstil substratlara afinitesi bulunmamakta ve kumaş yüzeyine çapraz bağ oluşturabilen polimerik bir binder yoluyla yapıştırılmaktadır (Hawkyard, 2006).

Pigment sistemler tekstil inkjet baskıcılığına tam olarak adapte olmamış durumdadır. İyi performans özellikleri sergileyen pigment esaslı mürekkep formülasyonları geliştirmek oldukça güçtür. Günümüzde tekstillerin ink-jet ile basılmasında kullanılan mürekkepler üzerine yapılan araştırmaların çoğu pigmentlerle ilgilidir. Pigment mürekkeplerin sağladığı iyi haslık özellikleri ve hiçbir ön işlem gerektirmeksizin tüm tekstil yüzeylerine baskı yapılabilme olanağı bu durumun başlıca sebepleridir (Dawson, 2003). Ayrıca pigment esaslı mürekkepler beyaz ve metalik renklerin basılmasına da olanak vermektedir (Tyler, 2005).

Inkjet uygulamaları için pigment partiküllerinin büyüklüğü (yaklaşık 0.1 μm çapında) konvansiyonel pigment baskıcılığındakinden çok daha küçüktür. Bazı sistemlerde binder mürekkep formülasyonuna dahil edilirken, bazılarında bir ard işlemle uygulanmaktadır (Dawson, 2003).

Pigment mürekkepler için taşıyıcı zemin; su bazlı, solvent bazlı ya da yağ bazlı olabilmektedir. Su düşük viskozite ile başlama avantajı sunmakta, ancak mürekkep formulatorleri substratla bağ yapabilmesi ve pigmentlerin süspansiyon dışına çıkmaması için yüksek viskoziteli maddeler ilave etmektedirler. Su aynı

zamanda, çoğu substratı kolaylıkla ıslatabilmekte, bu da reçine ve substrat arasında iyi bir bağ oluşmasını sağlamaktadır (Tyler, 2005).

Pigment içeren mürekkeplerle jet baskıda, partiküllerin agregat oluşturması ve ağızlıkları tıkanmasına ilişkin sıkıntılar söz konusudur. Binderin mürekkep içerisine dahil edilmesi ise bu sorunu artırmakta, aynı zamanda viskoziteyi bazı makineler için uygun olmayacak seviyelere yükseltmektedir (Hawkyard, 2006).

Mevcut baskı kafalarının çoğunda tekstil binderlerine ve pigment esaslı mürekkeplere ilişkin fiziksel ve kimyasal kısıtlamalar bulunmaktadır. Taşıyıcı sıvıya çapraz bağ yapabilen reçinelerin ilavesi, viskoziteyi önemli ölçüde artırmaktadır. Bazı piezo baskı kafaları 10 mPas'ın üzerindeki viskoziteleri tolere edebilse de, çoğu 5 mPas'ın altında mürekkep viskozitesine gereksinim duymaktadır (Freche et al., 2004).

Bu nedenle, düşük viskoziteli baskı kafalarında, haslıkların artırılması amacıyla ayrı bir ard işlem ile binder uygulanması gerekmektedir. Hees vd., bu çıkmazın ancak bağ oluşumuna yeni bir kimyasal yaklaşımla aşılabileceğini belirtmişlerdir. Bu da 'yeni çok fonksiyonlu polimerik dispergir maddeler' olarak tanımlanmaktadır. Bu maddeler dispergir ve stabilize edici özellikleri, pigmentler ve lifler arasında bağ yapma yeteneği ile kombine etmektedir. Bu maddelerle çalışıldığında, renk ve sürtme haslıklarının konvansiyonel pigment baskı ile uyduğu, renk kuvvetinin ise konvansiyonel ink jet baskıdan çok daha fazla olduğu belirtilmektedir. Ancak, çapraz bağ yapan reçinelerin pigment baskıda kullanımının, kumaşın tutumunu değiştirebileceğini ve arzu edilmeyen yan etkilere neden olabileceğini belirtmek gerekmektedir (Hees et al. 2003, 2004).

Sapchokul vd., ise polimer dispersiyonu, sürfaktan dispersiyonu, mikrokapsülleme ve hidrofilik fonksiyonel gruplarla yüzey modifikasyonunun gerçekleştirildiği dört farklı pigment dispersiyonu ile kapsamlı bir çalışma yapmıştır. Tüm mürekkepler içerisinde binder bulunmakta olup, optimum pigment-binder oranı 1:2 olarak belirlenmiştir. Sürfaktan dispersiyonu ile gerçekleştirilen mürekkepler iyi basılabilirlik özellikleri sergilemiş ve tekstil özellikleri açısından iyi sonuçlar vermiştir (Sapchokul et al., 2003).

2.4.2 Boyarmadde esaslı mürekkepler

2.4.2.1 Dispers boyarmadde esaslı mürekkepler

Dispers boyarmaddeler sentetik kumaşlar için kullanılmakta olup, sudaki çözünürlüklerinin çok kısıtlı olması dolayısıyla kumaşa çok küçük disperse olmuş partiküller halinde aktarılmaktadır. Bu boyarmaddeleri içeren mürekkepler, stabil dispersiyonlar elde etmede yaşanan güçlükler nedeniyle suda çözünebilen boyarmaddeleri içeren mürekkeplerden daha sonra geliştirilmiştir. Mürekkep üreticileri biri poliester üzerine direkt baskıda, diğeri ise transfer baskıda kullanılmak amacıyla iki türde dispers boyarmadde esaslı mürekkep üretmektedir. Transfer baskıda kullanılacak mürekkepler düşük molekül ağırlıklı, daha uçucu boyarmaddeler içermektedir. Haslık gereksinimleri nedeniyle bazı uygulamalarda yüksek molekül ağırlıklı boyarmaddelerin kullanımı uygun olmaktadır. Transfer baskı mürekkepleri kağıt yerine doğrudan poliester kumaş üzerine de basılabilmektedir. Bu durum daha az zaman harcanmasını sağlamakta bununla birlikte büyük molekül ağırlıklı boyarmaddelerin kullanımına göre fiksaj sırasında daha düşük sıcaklıklarda çalışılabilmesi gibi avantajlar sunmaktadır. Ayrıca kağıt ve ikinci bir baskı işleminin neden olacağı maliyet de ortadan kalkmaktadır (Hawkyard, 2006).

Baskıların fiksajı 170-180°C'ta yüksek sıcaklıkta (HT) buharlama veya 190-200°C'ta kuru ısı ile gerçekleştirilmekte, ardından yıkama ve indirgeme yapılmaktadır.

2.4.2.2 Asit boyarmadde esaslı mürekkepler

Suda çözünebilen bu anyonik boyarmaddeler, yün, ipek ve naylon liflerinin basılmasında tercih edilmektedir. Bunlar liflerle kovalent bağ oluşturacak şekilde reaksiyona girmemekte, bunun yerine lifteki pozitif yüklü kısımlara tutunmaktadır. Renkler reaktif boyarmaddelerle elde edilenlere göre genellikle daha koyu ve parlak olmaktadır. Mürekkeplerde yaygın olarak gliserin, dietilenglikol ve trietilenglikol gibi higroskopik maddeler ve bir sürfaktan kullanılmaktadır (Hawkyard, 2006).

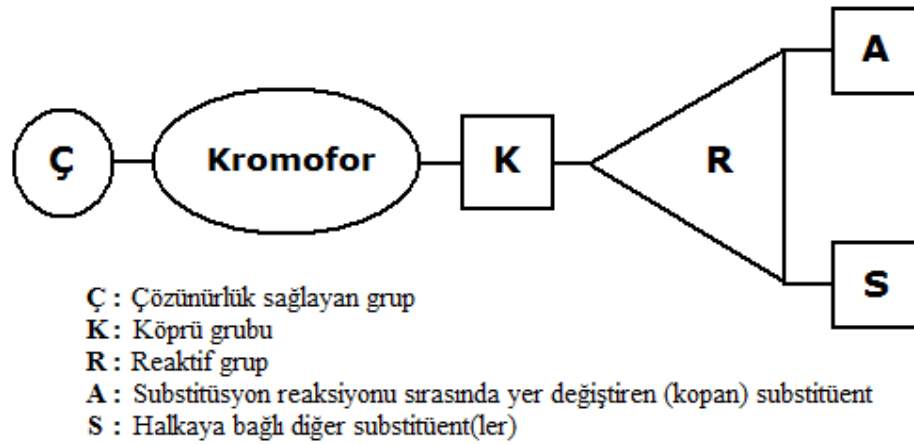
Baskıların fiksajı atmosferik buharlama ile 101-103°C'ta 30-40 dakika süre ile gerçekleştirilmekte, ardından yıkama ve kurutma yapılmaktadır.

2.4.2.3 Reaktif boyarmadde esaslı mürekkepler

Reaktif boyarmaddeler ilk defa 1956 yılında Procion ticari markası ile ICI tarafından piyasaya sunulmuştur. O tarihten itibaren bu boyarmaddeler daha da

gelişmiş olup, bugün selülozik liflerin basılmasında en önemli grubu oluşturmaktadır (Prášil, 2002b). Bu boyarmaddelerle yün, ipek ve poliamid kumaşlar da basılabilmektedir (Hawkyard, 2006).

Reaktif boyarmadde molekülü, çözünürlük sağlayan gruplar içeren ve asıl boyarmadde molekülü ile buna köprü bağları üzerinden bağlanan reaktif grup veya gruplardan oluşmaktadır. Şekil 2.12’te bir reaktif boyarmadde molekülünün şematik gösterimi verilmektedir (Tarakçıoğlu vd., 2002).



Şekil 2.12 Heteroçiklik halka esaslı bir reaktif boyarmadde modeli.

Reaktif grup ile bağ oluşturabilecek fonksiyonel grup; selüloz lifleri için hidroksil; yün ve ipek için amino, karboksil, hidroksil ve tiyoalkol; poliamidler için ise amino ve karboksil gruplarıdır (Tarakçıoğlu vd., 2002).

Günümüze kadar, asit ve direkt boyarmaddelere reaktif kısımlar eklenmesi ile bir çok reaktif boyarmadde elde edilmiştir. Ancak bunların hepsi baskıda kullanıma uygun değildir. Buradaki faktörler reaktivlik ve substantivitedir (Noguchi and Shirota, 2006).

Çizelge 2.2 Reaktif boyarmaddelerdeki önemli reaktif gruplar ve reaktivlikleri.

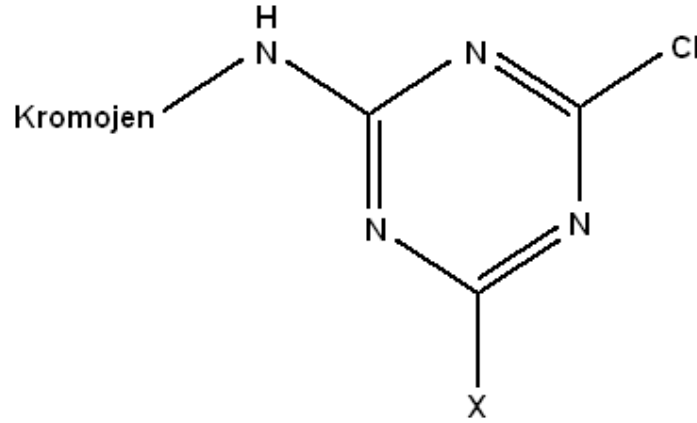
Reaktif grup	Reaktivlik*
Diklortriazin	1
Diflormonoklorprimidin	2
Diklorkinoksalin	3
Monoflortriazin	3
Vinil sülfon	4

Monoklortriazin	5
Diklorprimidin	6
Triklorprimidin	6

*1 – En fazla reaktif, 6 – En az reaktif

Reaktiflik boyarmaddenin reaksiyona girme yeteneğini ifade etmektedir. Çizelge 2.2’de bazı önemli reaktif gruplar ve bunların reaktiflikleri verilmektedir. Baskıda kullanılacak boyarmaddelerin düşük reaktifliğe sahip olması istenmektedir. Çünkü reaktifliği yüksek olan boyarmaddelerin mürekkep veya baskı patı içerisindeki bekleme dayanımları (stabiliteleri) çok düşüktür. Ayrıca baskıda kullanılacak boyarmaddeler substrata karşı düşük substantifliğe sahip olmalıdır (Hawkyard, 2006).

Diklortriazinler (DCT) en reaktif grup olup, baskıda kullanılamamaktadır. Monoklortriazin (MCT) türündeki boyarmaddeler ise en az reaktif olan gruptur ve hem konvansiyonel baskıda hem de inkjet baskı mürekkeplerinde en fazla tercih edilirler (Hawkyard, 2006). Şekil 2.13’te monoklor triazin tipinde bir reaktif boyarmaddenin yapısı görülmektedir.

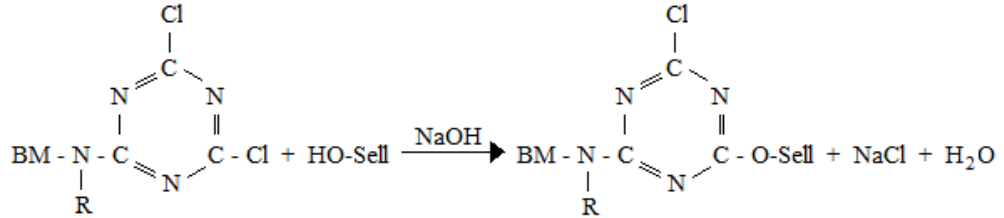


Şekil 2.13 Monoklor triazin (MCT) tipinde bir reaktif boyarmaddenin yapısı (Brian, 2005).

Reaktif boyarmaddeleri life bağlanma mekanizmasına göre iki gruba ayırmak mümkündür:

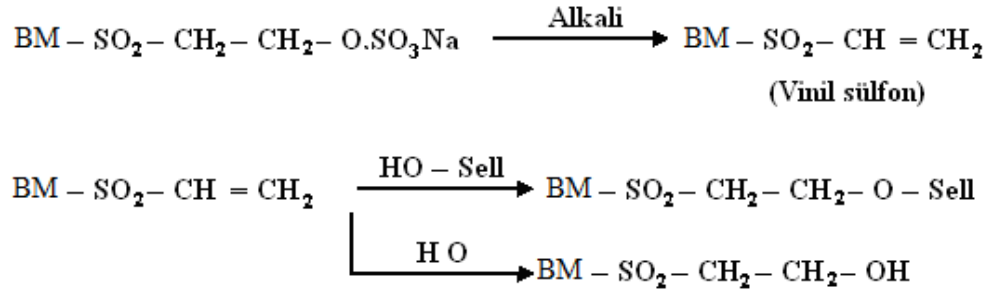
- Heteroçiklik halka esaslı reaktif boyarmaddeler
- Vinilsülfon esaslı reaktif boyarmaddeler

Reaktif boyarmaddelerin yaklaşık 2/3'ü heteroçiklik halka, 1/3'ü de korunmuş vinilsülfon esaslı reaktif grup içermektedir. Heteroçiklik halka esaslı reaktif grupların, selüloz makromoleküllerindeki -OH gruplarıyla reaksiyonu bir nükleofil substitüsyon (yer degistirme) reaksiyonu olarak tanımlanabilir (Şekil 2.14).



Şekil 2.14 Nükleofil substitüsyon reaksiyonu.

Vinilsülfon esaslı reaktif boyarmaddelerin selüloz makromoleküllerindeki -OH gruplarıyla reaksiyonu 2 adımda meydana gelmektedir. Önce alkalinin etkisiyle vinilsülfon grubu oluşmakta, ikinci adımda da, nükleofil adisyon (katılma) reaksiyonu ile selüloz makromoleküllerindeki, -OH gruplarından biri bu vinil grubuna bağlanmaktadır (Şekil 2.15).

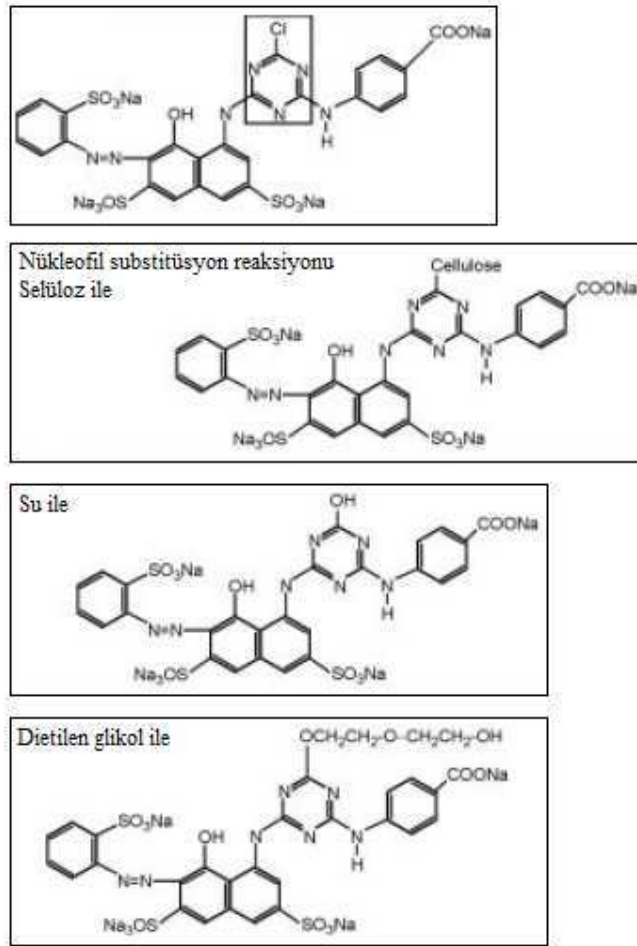


Şekil 2.15 Nükleofil adisyon reaksiyonu

Reaktif boyarmaddelerde hidroliz sorunu söz konusudur. Reaktif boyarmaddeler sadece lif nükleofili ile değil aynı zamanda mürekkep ve önilem içeriğindeki amino kısımlar ve hidroksil gruplar gibi nükleofillerle de reaksiyona girmektedir. Bu reaksiyonlar renklendirmenin verimliliğini düşürmekte ve boyarmadde sarfiyatına neden olmaktadır. Bu nedenle mürekkebin uzun süreli bir stabiliteye sahip olması için pH aralığının kontrol edilmesi ve asidik ve bazik yapıda bileşenler seçilmesi önemlidir. Reaktif boyarmaddeler hidroliz ile Na^+Cl^- , SO_4^{2-} gibi ürünler açığa çıkarmaktadır. İstenilen kalitenin sağlanabilmesi için

inorganik ve serbest organik bileşenlerin iyi bir yıkama işlemi ile uzaklaştırılması çok önemlidir (Noguchi and Shirota, 2006).

Şekil 2.16'da tipik bir monoklortriazin tipi reaktif boyarmaddenin beklemesi, basılması ve selüloza fiksajı sırasında meydana gelebilecek bazı reaksiyonlar verilmektedir.



Şekil 2.16 Monoklortriazin tipi reaktif boyarmadde ile gerçekleşen reaksiyonlar (Noguchi and Shiota, 2006).

Konvansiyonel şablon baskıda kullanılan sıvı haldeki reaktif boyarmaddeler inkjet baskı için uygun değildir. Ticari boyarmaddeler yüksek miktarlarda tuz (sodyum sülfat veya sodyum klorür) içermekte olup, bu durum ağızlıklarda korozyona sebep olmaktadır. Ayrıca boyarmaddenin sudaki çözünürlüğü de düşmektedir. Bu nedenle, reaktif boyarmadde esaslı mürekkeplerde, tuz miktarı büyük ölçüde düşürülmektedir (Hawkyard, 2006).

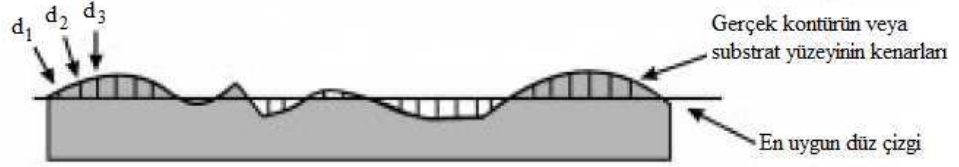
Düşük miktardaki tuz seviyelerinde dahi, mürekkeplerdeki boyarmadde çözünürlüğü problem olabilmektedir. Bunun sonucu olarak, üreticiler anyonik, sülfonlanmış boyarmaddelerde sodyum yerine lityum kullanmaya yönelmişlerdir. Mürekkepler boyarmadde dışında, ağızlıklarda meydana gelebilecek kurumayı önlemek amacıyla dietilen glikol, propilen glikol ve dietilen glikol monobütül eter gibi higroskopik (veya hidrotropik) maddeler, sürfaktanlar ve fosforik asit bazlı tamponlar içermektedir. Bu modifikasyonlar, mürekkeplerin neden bu kadar pahalı olduğunu kısmen açıklamaktadır (Hawkyard, 2006).

2.5 İnk-Jet Baskıda Önişlem ve Önemi

Tekstil materyalleri üç boyutlu substratlardır ve düşük viskoziteli mürekkepler iplikler ve lifler arasındaki makro-kapılar boşluklara yayılabildiği gibi, lifler içerisindeki mikro-kapılar boşluklara da difunde olabilmektedir. Yayılma ve difüzyon hızları, mürekkebin yüzey gerilimi, viskozitesi, iplik ve kumaş yapısı ve polimer morfolojisi gibi faktörlerle kontrol edilmektedir. Sonunda, mürekkep damlacıkları içerisindeki boyarmadde moleküllerinin net ve parlak renkli görüntüler elde edilebilmesi için tekstil substratının yüzeyinde fikse olmaları gerekmektedir. Fiksaj mekanizması boyarmadde/lif kombinasyonuna bağlıdır (Kim, 2006).

Bir kumaş üzerine püskürtülen mürekkep damlası, yüzeyi ıslatmakta ve ardından sıçramaktadır. Islatma ve sıçrama mürekkebin yüzey gerilimi ve viskozitesi ile kontrol edilmektedir. Mürekkep ve substrat arasındaki bu başlangıç etkileşimi, sonrasında nokta kazancını belirlemektedir. Ardından gerçekleşen yayılma (lifler ve iplikler içerisinde boyarmadde sıvısının kapılar akışı) şeklindeki etkileşimler ve difüzyon, nokta kalitesini, çizgi (kontür) kalitesini, renkler arası dağılmayı ve lekelemeyi (benekleme) belirlemektedir. Son olarak, su bazlı mürekkep sistemlerindeki çözgen (yani su) buharlaşma ve absorpsiyon ile kaybolmaktadır (Kim, 2006).

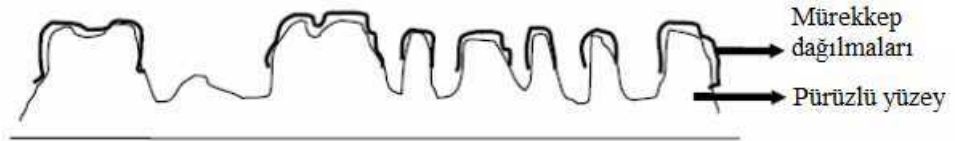
Mürekkep ve tekstil substratı arasındaki etkileşim çizgi kalitesini de etkilemektedir. Kapılar boşluklar ve mikro gözenekler içeren lifli substrat, çizgi enine ek olarak kenarlarda düzgünsüz efektler oluşturmaktadır. ISO 13360'a göre, bu kenar düzgünsüzlüğü gerçek kontür ve en uygun düz çizgi arasındaki farklılıkların standart sapması (di) olarak ifade edilmektedir (Şekil 2.17) (Kim, 2006).



Şekil 2.17 Kenar düzgünsüzlüğü, gerçek kontür ve en uygun düz çizgi arasındaki farklılıkların (d_i) standart sapması.

Renkler arası yayılma, en çok bir rengin komşu alana göç etmesi ile gerçekleşmektedir. Bunun sebebi, mürekkebin substrata olan penetrasyon hızının düşük olması ve ikinci mürekkepteki renklendiricinin ilk mürekkepte bulunan katkı maddeleri nedeniyle çökmesidir. Bu durumu azaltmak için tekstil substratlar yüksek derecede mürekkep absorblama yeteneğine sahip gözenekli partikül veya polimerlerle önileşim görmelidir (Kim, 2006).

İnk jet baskı sistemlerinde, yüzey pürüzlülüğü fiziksel baskı aşamasında olduğu kadar, optik ve algısal aşamalarda da görüntü oluşumunu etkilemektedir. Baskı yoğunluğu ve renk yüzey pürüzlülüğünden, mürekkep dağılımı ve mürekkep kalınlığındaki değişimler sonucunda etkilenmektedir. Yüzey pürüzlülüğüne bağlı optik varyasyonlar, renk görünümünde değişimlere yol açabilmektedir. Pürüzlülüğün kağıtların ink jet baskısındaki etkilerine ilişkin temel prensipler Oittinen ve Saarelma (1993) tarafından incelenmiştir. Oittinen ve Saarelma non-contact (temassız) baskıda mürekkebin pürüzsüz bölgelerden yan kısımlara akma eğiliminde olduğunu ve bu durumun ilk temas bölgesindeki mürekkebin azalmasına neden olduğunu belirtmişlerdir. Şekil 2.18’de non-contact baskıda mürekkep dağılımı görülmektedir.



Şekil 2.18 Non-contact (temassız) baskıda mürekkep transferinin mekanizması (Oittinen and Saarelma, 1993).

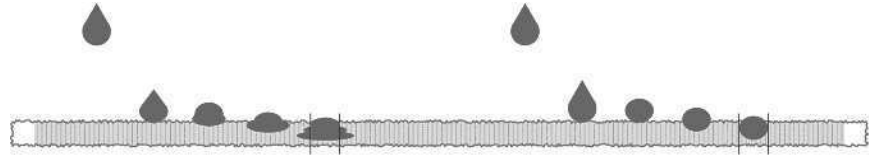
Baskı sırasında genellikle düşük viskoziteli mürekkepler gerekmede, ancak mürekkep substrat üzerinde konumlandığında yayılmaları önlemek amacıyla yüksek viskoziteye ihtiyaç duyulmaktadır (Hawkyard, 2006).

Dijital baskı mürekkepleri düşük viskoziteye sahip olup, baskı kafalarından akıp geçecek şekilde tasarlanmıştır. Oysa şablon baskı için olan patlar 5000 mPas

civarında viskoziteye sahiptir. İnk jette ise bu değer 3-15 mPas'dır. Bu düşük viskozite, mürekkep substrata ulaştığında dağıldığından dolayı problem yaratmaktadır (Bu durum kağıt baskıcılığında daha az sorun olmaktadır, çünkü kağıt emicidir ve serbest haldeki sıvı yüzeyden hızla alınır.) Bu nedenle, yaygın bir uygulama olarak tekstil substratları bir kıvamlaştırıcı ile emdirilerek baskıya hazırlanmaktadır. Bu da emiciliği artırarak dağılmayı önlemektedir (Tyler, 2005).

Baskıların renk verimi üzerinde önışlemin etkisi çok büyüktür. Optimum renk verimini sağlamak için, süperpikseller içerisindeki mürekkep noktacıklarının lif yüzeyinde belirgin bir şekilde görülmesi (mikroskop altında bakıldığında) gerekmektedir. Çünkü beyaz substrat yüzeyi boyanmamış lif kalmayacak şekilde mürekkep noktacıkları ile tamamen kapatıldığında, baskının renk derinliğinde daha fazla artış sağlanamamaktadır. Bu nedenle mürekkep damlacıklarının lif yüzeyinde konumlandıktan sonra yayılması (kumaşın atkı ve çözgü iplikleri boyunca kapılar hareketi ile) istenmemekte, ancak mürekkebin lif yüzeyinde yeterli derecede absorbe edilmesi gerekmektedir. Ardından mürekkep kurumakta ve böylece bulaşma, lekeleme gibi sorunlara neden olmamaktadır (Dawson, 2003).

Şekil 2.19'da ön işlem görmemiş bir substrat üzerinde damlanın dağılması ve ön işlem görmüş substratta sağlanabilen kontrol görülmektedir. Şekil 2.20'de ise önışlemin poliestere kumaşların dispers boyarmadde esaslı mürekkeplerle basılmasında yarattığı etki görülmektedir.

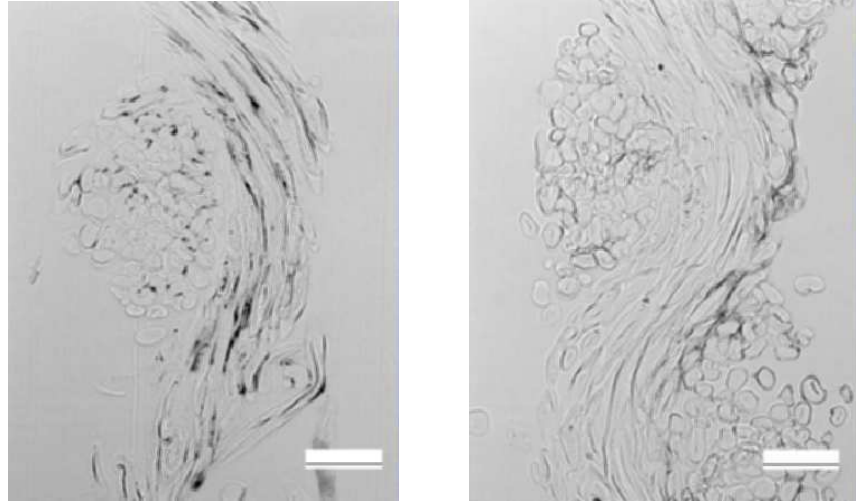


Şekil 2.19 Ön işlemin çalışma prensibi. Solda – ön işlem görmemiş substrat, sağda – ön işlem görmüş substrat (Provost et al., 2004).



Şekil 2.20 Dispers boyarmadde esaslı mürekkeplerle basılan poliester kumaşta önışlemin etkisi . Sol kısım: önışlem görmemiş, sağ kısım: önışlem görmüş (Provost et al., 2004).

Ön işlemler, tekstil materyalinin yüzeyindeki renk derinliğini maksimize etmek için kullanılabilir. Bu durum Hees vd. (2002) tarafından şu şekilde açıklanmaktadır: Ön işlem, sıvı haldeki mürekkep ortamını absorbe ederek, pigmentleri kumaş yüzeyinde tutan bir filtre gibi davranmaktadır. Tekstil materyali içerisine nüfuz eden pigmentler göze görünmemekte ve renk şiddetine katkıda bulunmamaktadır. Bu durum Şekil 2.21’de görülmektedir.



Şekil 2.21 Pamuklu kumaşa uygulanan önışlemin inkjet baskı sonrası boyarmadde penetrasyonu üzerindeki etkisi (ölçek 50µm). Solda: ön işlem görmemiş kumaşta boyarmadde penetrasyonu. Sağda: LupreJet® HN ile ön işlem görmüş kumaşta yüzeydeki boyarmadde (Hees et al., 2002).

Boyarmaddelerin kullanıldığı tekstil ink-jet baskı sistemlerinde, kıvamlaştırıcılar, boyarmaddenin fiksajı için gerekli kimyasallar ve yardımcı kimyasallar ink-jet baskı öncesinde bir emdirme veya kaplama işlemi ile kumaşa uygulanmaktadır (Provost, 2009).

Konvansiyonel baskıda gerekli tüm boyarmadde, kıvamlaştırıcı ve kimyasallar baskı patı içerisinde bulunmakta iken, inkjet baskıda gerekli kimyasallar baskı öncesinde önışlem ile ya da baskı sonrasında verilmektedir (Hawkyard, 2006).

Mürekkepler içerisinde kıvamlaştırıcı ve kimyasal maddelerin bulunmamasının ve bunların kumaşa ayrı bir yolla aktarılmasının sebepleri şunlardır (Hawkyard, 2006):

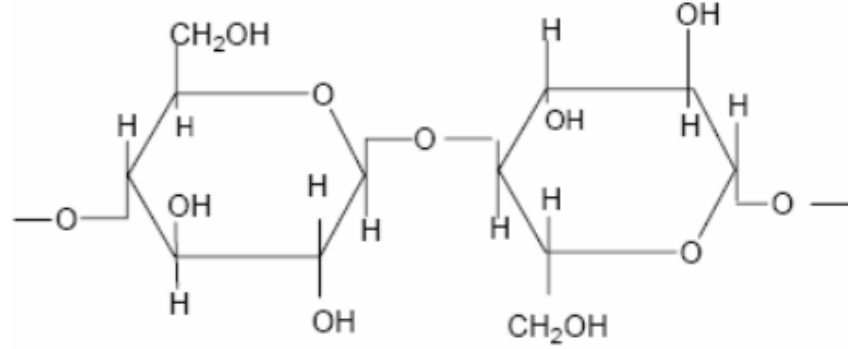
- Herşey dahil (all-in) mürekkepler daha az stabildir ve bekleme dayanımları düşüktür. Örneğin reaktif boyarmaddeler mürekkep içerisinde alkali bulunuyorsa daha fazla hidrolize uğrama eğilimindedir.
- Mürekkep içerisindeki kimyasallar ağızlıklarda korozyona neden olmaktadır.
- Mürekkep içerisindeki kıvamlaştırıcılar istenilen reolojik özellikleri sağlayamamaktadır.
- Sıvı haldeki mürekkeplerin yüksek miktarlarda tuz içermesi boyarmaddenin çözünürlüğünü düşürmektedir. Konsantre haldeki mürekkepler küçük damlacık büyüklükleri nedeniyle jet baskıcılığında gerekli olmaktadır.

İnkjet baskıda renk verimi konvansiyonel baskıda elde edilen renk verimiyle rekabet edebilir nitelikte değildir. Bunun nedeni çok az miktarda mürekkebin baskı kafası ile uygulanmasıdır. Farklı baskı kafası teknolojileri ile farklı miktarlarda mürekkebin aktarıldığını da belirtmek gerekmektedir. Bu durum uygulanan baskı patının kumaşın m^2 ağırlığına bağlı olarak 200 g/ m^2 veya üzerinde olduğu konvansiyonel baskı ile tezat oluşturmaktadır. İnkjet baskıda ise uygulanan mürekkep miktarı 20 ml/ m^2 'ye kadar düşmektedir. (Provost, 2009).

Çeşitli baskı teknolojileri ile aktarılan mürekkep miktarları, baskı kafasının prensibine, düze büyüklüğüne (damlacık hacmi), damlacıkların sıklığına (saniyedeki damlacık sayısı) bağlı olarak değişmektedir. Tekstillerin ink-jet baskı ile basılmasında aktarılan mürekkep miktarı belirli bir baskı kafası teknolojisi için sabit olmaktadır. Bu kısıtlamalar karşısında, başarılı bir inkjet baskı sistemi için gerekli unsur ön işlem teknolojisi olmaktadır (Provost, 2009).

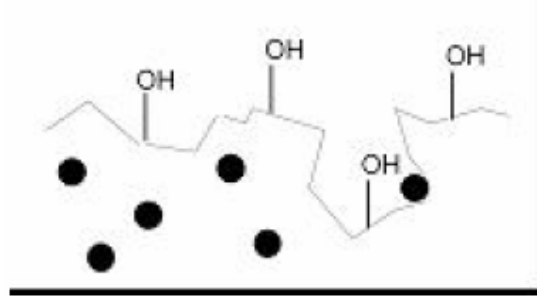
2.6 Reaktif Boyarmadde Esaslı Mürekkeplerle Pamuklu Kumaşlara Uygulanan İnk-Jet Baskı Prosesi

Pamuk en yaygın kullanılan selülozik lif olma özelliği ile birçok araştırma için önem arz etmektedir. Selüloz, sellobioz ünitelerinden oluşan bir polisakkarittir (Şekil 2.22) (George et al., 2003).



Şekil 2.22 Selüloz molekülünün şematik diyagramı.

Pamuğun basit yüzey diyagramı olan Şekil 2.23'te hidroksil (OH) grupları açıkça belirtilmiştir. Bu gruplar birçok nedenden ötürü çok önemli olmakla birlikte, en önemlisi selüloz liflerinin suda çözünebilen boyarmaddeleri ve kimyasalları absorbe etmesi ile doğrudan ilişkili olmasıdır (George et al., 2003).

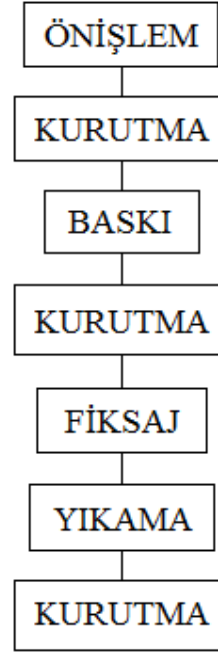


Şekil 2.23 Pamuğun yüzey diyagramı.

Reaktif boyarmaddeler, suda çözünebilen anyonik boyarmaddeler olup, selülozdaki hidroksil grupları ile etkileşime girerek, selüloz liflerine kovalent bağlanırlar. Oluşan kovalent bağlar, iyi yıkama haslığı özellikleri sağlamakta olup, reaktif boyarmaddeler pamuk lifleri için en çok tercih edilen boyarmadde grubu olmasını sağlamaktadır (George et al., 2003).

Pamuklu kumaşların reaktif boyarmaddeler ile inkjet basılması, konvansiyonel baskıdan oldukça farklıdır (Yuen et al., 2004). Şekil 2.24'te

pamuklu kumaşlara reaktif boyarmadde esaslı mürekkeplerle uygulanan ink-jet baskıda proses adımları görülmektedir.



Şekil 2.24 Reaktif boyarmadde esaslı mürekkeplerle ink-jet baskıda proses adımları.

2.6.1 Önışlemler

Konvansiyonel tekstil baskıcılığında reaktif boyarmadde kumaşa, kıvamlaştırıcı, alkali ve diğer gerekli kimyasalları da içeren bir baskı patı içerisinde aktarılmaktadır (Provost, 2009).

Ancak, inkjet baskıdaki özel saflık ve iletkenlik gereksinimleri dolayısıyla alkali, üre ve kıvamlaştırıcı gibi konvansiyonel baskı kimyasalları, doğrudan mürekkep formülasyonuna dahil edilememektedir. Bunun sonucu olarak, pamuklu kumaşlar inkjet baskı öncesinde bu kimyasallar ile önışlem görmektedir (Yuen et al., 2004).

Önışlem çözeltisi genellikle emdirme yoluyla kumaşa aktarılmakta olup, şablon baskı da uygulanabilmektedir. Her iki durumda da kumaş baskı öncesinde %5-7 nem içeriğine kadar kurutulmalıdır. Ardından kumaşlar reaktif boyarmadde içeren mürekkeplerle basılmaktadır (Hawkyard, 2006).

Piyasada inkjet baskı için satılan pamuklu kumaşlar önişlem patları ile emdirilerek baskıya hazır hale getirilmektedir. Çoğu firma baskılarını satın aldıkları bu kumaşlar ile gerçekleştirmektedir. Oysa firmaların kumaşlara kendi bünyelerinde ön işlem uygulaması maliyetlerini önemli ölçüde düşürmektedir. Ancak ticari nedenlerden ötürü bu kumaşların gördüğü önişlem patlarının içerikleri belirtilmemekte ve bu kumaşların fiyatları oldukça yüksektir.

Pamuklu kumaşların reaktif boyarmaddeler ile inkjet baskısında önişlem patının içeriği (kıvamlaştırıcı, alkali, üre) ve fiksaj koşulları (fiksaj türü, sıcaklığı, süresi) baskıların renk veriminde önemli rol oynamaktadır. Maksimum renk verimi sağlayabilmek amacıyla bu faktörlerin kombinasyonunun derinlemesine incelenmesi gerekmektedir (Yuen et al., 2004).

Pamuklu kumaşlara reaktif boyarmaddelerle gerçekleştirilen inkjet baskılar için önişlem baskı patında bulunan kimyasallar şunlardır:

- Kıvamlaştırıcı
- Alkali
- Üre
- Anti-redüksüyon (indirgenmeyi önleyici) maddesi

2.6.1.1 Kıvamlaştırıcı

Kıvamlaştırıcılar, suda çözünebilen veya dispers olarak, viskoz, koloidal çözelti meydana getiren, genellikle yüksek molekül ağırlıklı doğal veya sentetik polimerlerdir (Mathur and Paras, 2006).

Kıvamlaştırıcılar tüm baskı prosesindeki en önemli husus olup, yanlış bir kıvamlaştırıcı seçimi diğer bütün faktörler mükemmel olsa dahi kabul edilemez baskılara neden olabilmektedir (Prášil, 2002c).

Kıvamlaştırıcıların baskı patında kullanılmasının sebepleri şu şekilde özetlenebilir (Hawkyard, 2006):

- Substratın emiciliğinin önüne geçerek kontur netliği sağlamak

- Nem tutucu özellikleri ile buharlama sırasında boyarmadde ve kimyasalların çözünerek liflerin içerisine girmesini sağlamak

- Mürekkebin veya baskı patının akış özelliklerini (reolojisini) modifiye etmek.

Kıvamlaştırıcı seçiminin temelinde birçok kriter bulunmaktadır. Bunlardan bazıları (Prášil, 2002c):

- Viskozite: kıvamlaştırıcı maddenin akış özellikleri

- Kuru film tabakasının özellikleri: kıvamlaştırıcı filminin fiziksel performansı

- Renk verimi: kıvamlaştırıcının renk verimi üzerindeki etkisi

- Hazırlama: süre ve sıcaklık bakımından kıvamlaştırıcının hazırlanmasındaki kolaylık. Soğukta çözünen ve ekstra şişme süresi gerektirmeyen kıvamlaştırıcılar tercih edilmektedir.

- Yıkama: kıvamlaştırıcının fiksaj sonrasında kolaylıkla uzaklaştırılması, yumuşak bir tutum sağlamak açısından önemlidir.

- Maliyet: kıvamlaştırıcının performansı ve fiyatı arasında iyi bir denge olmalıdır.

Tekstil baskıcılığında kullanılan iyi bir kıvamlaştırıcının sahip olması gereken bazı önemli fonksiyonel özellikler şu şekilde sıralanabilir (Mathur and Paras, 2006):

- Baskı patına istenilen miktarda yapışkanlık, elastikiyet ve viskoziteyi kazandırabilmelidir.

- Kıvamlaştırıcının basılacak kumaşa nazaran, boyarmaddeye karşı düşük affinitesi olmalıdır. Böylelikle boyarmadde baskı patından kumaşa daha fazla geçebilmektedir.

- Baskı patının kurutma sonrası kumaş üzerinde oluşturduğu film tabakası kırılmalı olmamalı ve kumaşta çöküp kalmamalıdır.

- Boyarmadde kumaşa transfer olduğunda, kıvamlaştırıcı boyarmaddenin fikse olana kadar kumaş üzerindeki diğer alanlara migrasyonunu ve difüzyonunu önlemelidir. Bu özellik baskılara istenilen netliği vermektedir.

- Boyarmaddenin kumaş üzerinde fikse olmasının ardından, kıvamlaştırıcı kolaylıkla ve tamamen yıkama ile uzaklaştırılabilmelidir. Aksi takdirde kumaş, kalan kıvamlaştırıcı atıkları nedeniyle sert bir tutum sergiler.

- Kıvamlaştırıcının baskı patında kullanılan boyarmadde dışındaki diğer kimyasallarla da uyumlu olması ve bunlarla reaksiyona girmemesi gerekmektedir. diğer kimyasallar ile reaksiyona girmemelidir. Aksi halde çözünmeyen ürünler ortaya çıkabilmektedir. Bunlar yıkama ile uzaklaşmamakta ve kumaşın tutumunu bozmaktadır (Hawkyard, 2006).

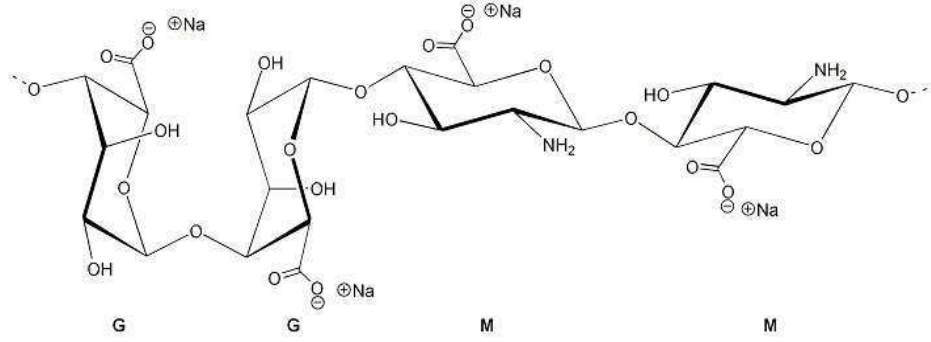
- Kıvamlaştırıcı, ucuz olmalı ve bol miktarda bulunabilmelidir.

Tekstil baskıcılığında kullanılan kıvamlaştırıcıların bazıları ve bunlara ilişkin özellikler aşağıda verilmektedir.

Sodyum aljinat

Sodyum aljinat bir dönem reaktif baskı için ideal kıvamlaştırıcı olarak görülse de günümüzde çok pahalı, daha az bulunan ve ekonomik olmayan bir hal almıştır (Mathur and Paras, 2006). Ancak yine de reaktif boyarmaddelerle gerçekleştirilen inkjet baskılar için önişlem patında kıvamlaştırıcı olarak genellikle sodyum aljinat kullanılmaktadır (Yuen and Kan, 2007).

Sodyum aljinat 1,4 bağlı β -D-mannuronik asit ve 1,4 bağlı β -L-gluronik asitten oluşan anyonik bir polisakkarittir (Şekil 2.25) (El-Molla and El-Sayad, 2001).



Şekil 2.25 Sodyum aljinatın molekül yapısı.

Sodyum aljinatlar, aljinik asidin ekstraksiyonu ve sodyum karbonat ile muamelesi sonucu elde edilmektedir. Birincil hidroksil gruplarının olmaması ve alkali ortamda iyonize olmuş karboksil gruplarının boyarmadde anyonlarını itmesi nedeniyle reaktif baskı için önem taşımaktadırlar (Prášil, 2002d).

Sodyum aljinatlar düşük molekül ağırlığından yüksek molekül ağırlığına kadar çeşitli derecelerde üretilmektedir. Düşük molekül ağırlıklı olanlarda kuru madde miktarı yüksek olmakta ve bunlar Newtonian akış özellikleri sergilemektedir. Yüksek molekül ağırlıklı olanlarda ise kuru madde miktarı düşük olmakta ve bunlar pseudoplastik akış özellikleri göstermektedir. Kıvamlaştırıcı madde kumaşa baskı öncesinde aktarılıyorsa, kuru madde miktarı akış özelliklerinden daha önemli olmaktadır. Kıvamlaştırıcının yüksek molekül ağırlıklı olması kurutma ve buharlama sırasında baskının kontur netliğinin korunmasına yardımcı olmaktadır (Hawkyard, 2006).

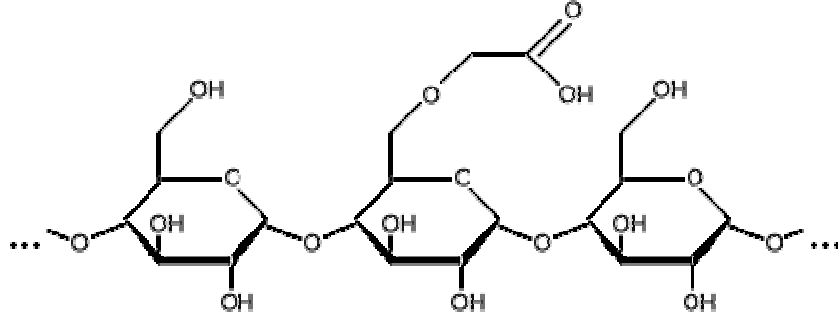
Sodyum aljinat kolay çözünebilmekte ve çok yüksek sıcaklıklardaki fiksaj koşullarında dahi iyi bir stabilite göstermektedir (Yuen and Kan, 2007).

Nişasta ve türevleri:

Doğal nişasta doğada bol miktarda bulunmakta ve birçok üründen elde edilebilmekte olup, tekstil baskıcılığında kıvamlaştırıcı olarak ilk incelenen polimerdir. Kullanım öncesinde kaynatma işlemi gerektirmesi ve uygun viskoziteye erişmek için gerekli miktar gibi nedenlerle, özel kimyasal bir muamele görmeden kullanımı yaygın değildir. Türevleri ise yaygın olarak kullanılmaktadır (Prášil, 2002d).

Nişastalardaki hidrojenin başka bir grup ile yer değiştirmesi yoluyla farklı moleküller elde edilebilmektedir. Örneğin karboksi metil grupları ile değişim,

karboksimetil nişastanın eldesini sağlamaktadır. Şekil 2.26'da karboksimetil nişastanın molekül yapısı görülmektedir.



Şekil 2.26 Karboksimetil nişastanın molekül yapısı.

Karboksimetil nişasta, nişasta eteri olarak da adlandırılmaktadır. Karboksimetil grupları nişastayı daha hidrofil bir hale getirmekte ve çapraz bağların oluşumuna yardımcı olmaktadır.

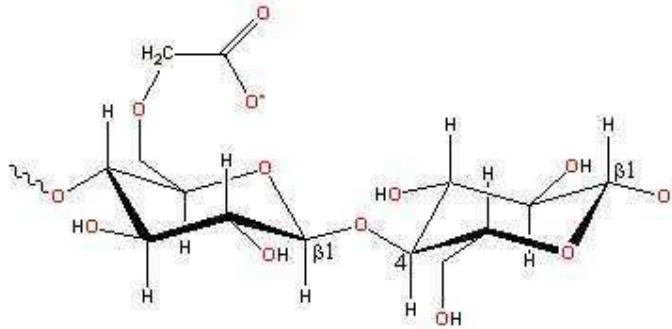
Karboksimetil nişasta kolaylıkla soğukta çözünmemekte ve iyi baskı özellikleri ile renk verimi sergilemektedir. Ancak özellikle H.T. buharlama veya kuru ısı ile fiksaj sonrasında tutum sertleşebilmektedir (Prášil, 2002d).

Sodyum karboksimetil selüloz

Karboksimetil selüloz ya da sodyum karboksimetil selüloz (CMC) selüloz zincirini oluşturan glukopiranoz monomerlerinin hidroksil gruplarına, karboksimetil gruplarının (-CH₂-COOH) bağlanması ile oluşan bir selüloz türevidir olup, anyonik ve suda çözünabilir bir polimerdir.

Beyaz ile sarımsı arası renkte ve lifli yapıda olan CMC sıcak ve soğuk suda çözünmemekte, organik çözücülerde çözünmemekte ve su/alkol sistemleriyle uyum göstermektedir. CMC'nin fonksiyonel özellikleri selülozun yapısal özelliklerine (örneğin; içerdiği hidroksil gruplarına) bağlı olup, kullanıldığı ürünlerde viskoziteyi jelleştirmeden artırmaktadır. CMC'nin doğal pH'ı 8.25 iken ticari olarak daha iyi çözünmesi amacıyla 7-7,5 pH'ta üretilmektedir. Ürünün pH'ı düşürüldükçe, çözünürlüğü de azalmakta, 4 ve altı pH'larda suda çözünmez hale gelmektedir. Karboksimetil selüloz koyulaştırıcı, su tutucu, sabitleyici, kolloid engelleyici, süspansiyon hali koruyucu, geciktirici, akıcılığı kontrol edici

özelliklere sahiptir. Şekil 2.27’de karboksimetil selülozun molekül yapısı görülmektedir.

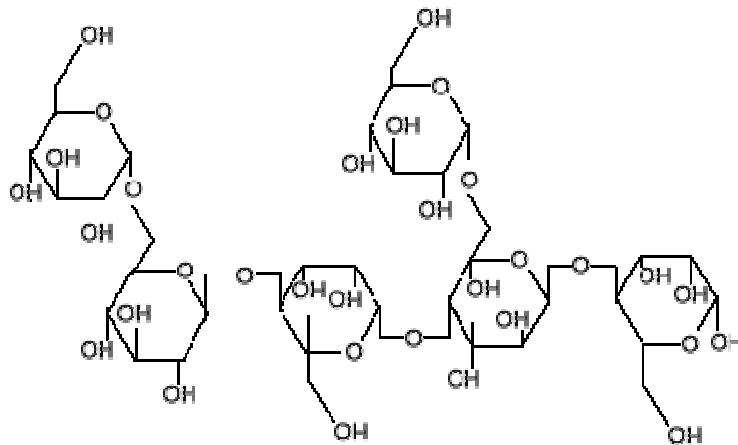


Şekil 2.27 Karboksimetil selülozun molekül yapısı.

Galaktomannanlar

Guar gum galaktomannan ürünler grubundaki en yaygın ürün olup mannoz ve galaktoz şekerlerinden oluşan bir polisakkarittir. Bu polimerlerin soğuk sudaki çözünürlükleri büyük bir avantaj olmakla birlikte, topaklanma oluşmasını önlemek amacıyla çözme tekniğine dikkat edilmesi gerekmektedir.

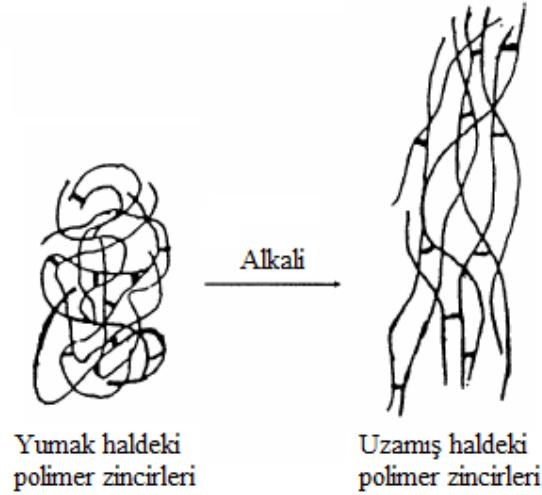
Guar Gum genellikle poliamid, protein lifleri ve halıların asit boyarmaddeleri ile basılmasında ve diğer kıvamlaştırıcılar ile karıştırılarak poliester basılmasında ve küp boyarmaddeleri ile baskıda kullanılmaktadır (Prášil, 2002b). Şekil 2.28’de guarın molekül yapısı görülmektedir.



Şekil 2.28 Guar molekülünün yapısı.

Sentetik kıvamlaştırıcılar

Bu kıvamlaştırıcılar genel olarak akrilik asit kopolimerleri (metakrilik asit, etilakrilat) esaslı olup, suda düşük viskoz dispersiyonlar oluşturmaktadır ve moleküller gelişigüzel sarılmıştır. Alkali ilavesi ile, karboksil asit grupları iyonize olmakta ve viskozitede artışa neden olacak şekilde polimer zincirleri birbirlerini iterek uzamaktadır (Şekil 2.29) (Prášil, 2002d).

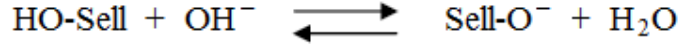


Şekil 2.29 Poliakrilik asidin alkali ilavesi ile zincirlerinde meydana gelen düzelme.

Poliakrilik asit türevi sentetik kıvamlaştırıcılar psödoplastik reoloji veya kayma incelmesi sergilemektedir, yani gerilim altında viskozite büyük oranda değişmekte ancak gerilim ortadan kalktığında viskozite neredeyse orijinal haline geri dönmektedir. Doğal kıvamlaştırıcıların baskı patında istenilen viskoziteyi sağlamak amacıyla %10'luk konsantrasyonlarda kullanılması gerekirken, sentetik kıvamlaştırıcıların sadece %1-3'lük konsantrasyonları yeterli olabilmektedir. Sentetik kıvamlaştırıcıların önemli bir avantajı hidrasyon için beklemeye gerek olmaması sayesinde hızla hazırlanmaları iken (Prášil, 2002d) elektrolitlere karşı çok duyarlı olmaları bu ürünlere ilişkin bir sakıncadır.

2.6.1.2 Alkali

Reaktif boyarmaddelerle baskı işlemi selülozun nükleofil karakterinin fazla olduğu bazik ortamda yapılmaktadır. Baskı patında alkalinin bulunması, selülozdaki hidroksil gruplarının iyonizasyonunu sağlamaktadır (Şekil 2.30).



Şekil 2.30 Alkali ortamda selülozun nükleofilik yapısı.

Birçok farklı türde reaktif boyarmadde bulunmakta olup, bunlar optimum fiksaj için farklı kuvvetlerde alkaliye ihtiyaç duymaktadır. Sodyum bikarbonat ucuz olması ve bir çok reaktif boyarmadde için baskı patında yeterli stabilite sergilemesi sebebiyle tercih edilen bir alkalidir. Buharlama sırasında sodyum bikarbonat karbondioksit açığa çıkarmakta ve selülozun iyonizasyonunu artırarak fiksaj süresince lif-boyarmadde etkileşimini sağlamaktadır (Choi et al., 2005).

Fiksajın temel prensibi boyarmadde ve selüloz arasında alkali ortamda gerçekleşen ve ortaya çıkan hidroklorik asidi nötralize eden kimyasal reaksiyona dayanmaktadır. Bu amaçla 20-30 g/kg soda veya sodyum bikarbonat kullanılmaktadır (Prášil, 2002b).

2.6.1.3 Üre

Üre yalnızca konvansiyonel baskıda gerekli olmayıp, inkjet baskıda da esastır. Ürenin baskı patında kullanımı, buharlama sırasında, özellikle kızgın buhar kullanılıyorsa, gerekli olmaktadır. Üre reaktif boyarmaddeler için bir çözgen görevi görmekte, boyarmaddenin çözünürlüğünü artırmakta ve boyarmadde agregatlarını parçalamaktadır. Üre pamuk liflerini şişirmekte ve böylelikle boyarmadde lifler içerisine hızla nüfuz edebilmektedir. Ayrıca baskı patı içerisinde nem çekici bir madde görevi görerek buharlama sırasında nem kazanımını artırmaktadır. Böylece, boyarmaddenin kıvamlaştırıcı film tabakasından pamuk liflerine olan migrasyonunu hızlandırmaktadır. Üre ayrıca pamuğun sıcak, kuru alkali koşullardaki sararmasını azaltmaktadır (Yuen et al., 2005; Choi et al., 2005; Mathur and Paras, 2006).

Üre baskı sırasında ve sonrasında kıvamlaştırıcının bir miktar su tutmasını ve boyarmadde moleküllerinin kaplama içerisinde fıkse olmasını sağlamaktır. Bölgesel olarak tutulan bu boyarmaddeler (mürekkep damlacıkları) buharla şişme aşamasında salınmakta ve tekstil liflerine doğru difüze etmektedir (Baffoun et al., 2005).

Buharlayıcıdan veya buhar kalitesinden kaynaklı farklı koşullar, üre ile optimize edilebilmekte, optimum üre miktarı buharlama şartlarına bağlı olarak

değişmektedir. Genel olarak buhar ne kadar fazla ise o kadar az üreye ihtiyaç duyulmaktadır. Bu nedenle buharlamada daha düşük üre miktarları yeterli gelirken, kuru hava veya kızgın buhar ile fiksajda yüksek üre miktarlarına ihtiyaç duyulmaktadır (Prášil, 2002b).

Önişlem patında kullanılan üre miktarının çok yüksek olması durumunda renk veriminde düşüş meydana gelmektedir. Bu düşüş, fazla miktarlardaki ürenin nem kazanımını artırması ve aynı zamanda reaktif boyarmaddenin buharlama esnasında hidrolizine neden olmasından kaynaklanmaktadır. Bunların dışında, Magenta, Sarı ve Siyah reaktif boyarmaddeler vinilsülfon yapıda olup, bu tip boyarmaddelerin üre varlığında deaktive olma eğilimleri bulunmaktadır. Bu nedenle renk verimindeki düşüşün sebebi, üre ve boyarmadde arasındaki doğrudan bir reaksiyondan ziyade, ürenin biüre ve amonyak bileşenlerine termal bozunması sonrasında vinilsülfon boyarmaddesinin inaktif aminoetilsülfon bileşenine dönüşmesi olarak da görülebilmektedir (Choi et al., 2005).

Ürenin atık sularda yüksek seviyede azot açığa çıkarması gibi çevreye zararlı etkileri söz konusu olmakla birlikte, yine de yaygın olarak kullanılmaktadır (Provost, 1992). Bu nedenle, baskı patı içerisindeki ürenin kullanılmaması ya da azaltılması yönünde çevresel yaptırımlar söz konusudur. Bu konuda çeşitli çalışmalar gerçekleştirilmekte ve bildirilmektedir (Ahmed et al., 2006).

2.6.1.4 Anti-redüksiyon (indirgenmevi önleyici) madde

Önişlem çözeltilisinde yaygın olarak kullanılan diğer bir bileşen ise zayıf karakterli bir yükseltgen madde olan sodyum meta nitrobenzen sülfonattır (Ludigol, BASF) (Hawkyard, 2006). Bilindiği gibi reaktif boyarmaddeler indirgen tesirlere karşı hassas olup, bu etki sonucunda boyarmaddenin renk verimi azalabilmekte ve renk tonu değişikliğe uğrayabilmektedir. Bu nedenle baskı patına bir miktar sodyum meta nitrobenzen sülfonat ilave edilmekte ve bu madde fiksaj koşullarında selüloz/alkali sisteminin gösterdiği redüksiyon tesirine karşı reaktif boyarmaddeyi korumaktadır (Yurdakul ve Atav, 2006).

2.6.2 Ard işlemler

Önişlem görmüş bir kumaş kurutulup inkjet baskı ile basıldığında, genellikle baskı işlemi çok yavaş olduğundan baskıların kuruması için ayrı bir kurutma bölümüne gerek duyulmamaktadır. Kumaşın silindire sarılması sırasında

odadaki atmosfer etkisi ile kurumaktadır. Eğer gerekli ise ek bir kurutma bölümü eklenebilmektedir (Hawkyard, 2006).

Bazı durumlarda basılan kumaş yalnızca kataloglarda kullanılabilmektedir. Bu durumda baskıların fikse edilmesine gerek duyulmamaktadır. Ancak, çoğunlukla baskı sonrasında fiksaj ve yıkama adımı gerekli olmaktadır. Bu şekilde yalnızca istenilen haslık özellikleri sağlanmamakta, aynı zamanda boyarmaddeler gerçek parlak ve canlı renklerini verebilmektedir (Hawkyard, 2006).

2.6.2.1 Fiksaj

Baskılı tekstillerin fiksaj işlemi genellikle buharlama ile gerçekleştirilmektedir. Reaktif boyarmaddeler atmosferik basınçta 100°C'un hemen üzerindeki sıcaklıklarda buharlanmaktadır. Proses sırasında buhar kumaş üzerinde kondense olmakta ve basılan bölgedeki kıvamlaştırıcı ve higroskopik maddeler tarafından absorbe edilmektedir. Kıvamlaştırıcı film tabakası içerisinde boyarmadde ve kimyasallar çözünerek çok yüksek konsantrasyonda bir boya banyosu oluşturmaktadır. Çok düşük sıvı oranının (yaklaşık olarak 1:1) bir sonucu olarak fiksaj çektirme yöntemiyle boyamaya göre çok hızlı gerçekleşmektedir (Hawkyard, 2006).

Buhar, inkjet baskılı pamuklu kumaş yüzeyinde, kolaylıkla ve uniform şekilde iletilebilen su ve ısı kaynağıdır (Dawson, 2003). Buharlama, boyarmaddelerin lifler içerisine penetrasyonunu ve orada fikse olmalarını sağlamaktadır. Fiksaj ile boyarmadde ve lif molekülleri minimum enerji seviyesine erişecek şekilde etkileşime girmektedir. Buharlama ile reaktif boyarmaddelerin liflerle kovalent bağ oluşturması için gerekli termal enerji sağlanmaktadır (Yang and Naarani, 2004).

2.6.2.2 Yıkama

Fiksaj sonrasında yapılan yıkama işlemi ile, baskı öncesinde kumaşa aktarılan kimyasallar, fikse olmamış boyarmaddeler ve tutum, görünüm ve renk haslıklarını geliştirmek amacıyla mürekkebin yapısında bulunan bazı yardımcı maddeler uzaklaştırılmaktadır (Yang and Naarani, 2004).

Eğer etkili bir yıkama işlemi yapılmazsa, elde edilecek baskıların haslıkları düşük olmaktadır. Yıkama işlemini etkileyen en önemli parametre ise boyarmaddenin substantivitesidir. Bu husus özellikle beyaz fon içeren desenlerde çok önemlidir, çünkü substantifliği yüksek boyarmaddeler yıkama sırasında beyaz fonu kirleterek sorun yaratabilmektedirler (Yurdakul ve Atay, 2006).

Yıkama işlemi birkaç aşamadan oluşmaktadır. İlk aşamada soğuk durulama yapılmaktadır. Bunun sebebi kıvamlaştırıcı, yardımcı maddeler ve kayıp boyarmaddeler uzaklaştırılırken, beyaz veya baskısız bölgelerde boyarmaddelerin kirlenmeye neden olmamasını sağlamaktır. Bu risk, fikse olmamış boyarmaddeleri tutacak bir reaktanın yıkama banyosuna ilave edilmesi ile de azaltılabilmektedir (Hawkyard, 2006).

Reaktif boyarmaddelerle baskıların yıkamasında, ilk soğuk durulamanın ardından en az 95°C'ta sıcak yıkama yapılması gerekmektedir. Aksi halde hidrolize olmuş boyarmaddeler uzaklaşmayabilmektedir (Hawkyard, 2006).

2.7 İnk-Jet Tekstil Baskıcılığındaki Gelişmeler

Dijital baskı piyasası sürekli gelişmelerin meydana geldiği dinamik bir piyasadır. Bu gelişmeler gerek baskı makinesi ve baskı kafalarına, gerekse mürekkeplere ve baskı prosesine ilişkin olabilmektedir.

Günümüz mevcut sistemleri içerisinde, Epson'un mikro piezo drop-on-demand teknolojisi, tekstil uygulamalarında önemli bir yere sahiptir. Epson teknolojisi, Mimaki (TX serisi), Mutoh (ViperTX serisi), Stork (Ruby 5), Robustelli (Mona Lisa serisi), La Meccanica (Qualijet), DigiFab (StampaJet), ATP Color (T serisi), MS Macchine (MS serisi), Hollanders (ColorBooster), Yuhan Kimberly (UJET MC3 serisi) ve Splash of Color (Heatwave DFP modeli) satıcıları tarafından kullanılmaktadır (King, 2009).

Günümüzde, sistem geliştiricileri her baskı kafasındaki ağız sayısının artırılması yoluyla daha yüksek verimliliğe sahip olan yeni jenerasyon Epson teknolojilerine yönelmektedir. Mimaki'nin JV5'i ve Mutoh'un Valuejet serisindeki bazı modeller için olan Epson baskı kafaları her birinde 180 ağızlık bulunan 8 sıra ile düzenlenmiştir. Mimaki'nin TX2 modelindekiler gibi, daha eski jenerasyon baskı kafaları ise her birinde 180 ağızlık olan 2 sıra bulunmaktadır. Gelecekteki değişimler öngörülecek olursa, baskı kafasındaki devam eden

gelişmelerin ağızlık yoğunluğunda (bir sıradaki ağızlık sayısı) artışa yol açacağı, bu durumun ise ileride baskı kapasitesinde büyüme sağlayacağı söylenebilir (King, 2009).

Epson temelli sistemlerin popülaritesine rağmen, geliştiriciler daha endüstriyel tipte baskı kafası teknolojileri de kullanmaktadır. Bunun amacı, daha dayanıklı baskı sistemleri üretmek ve daha yüksek baskı hızları elde etmektir. Konika Minolta'nın Nassenger V makinesi ve baskı kafası teknolojisi, otomatikleştirilmiş ağızlık kontrolü sunmakta ve 70 m²/saat hızlara çıkabilmektedir. Yeni jenerasyon Nassenger 7TX ise 24 Konika Minolta baskı kafası ile düzenlenmiş olup, bu makinenin 250 m²/saat baskı hızına ulaştığı belirtilmektedir. Drop Digital'in Aiona makinesi, Fujifilm Dimatix Spectra Nova baskı kafalarını kullanmakta ve 8 renkli modda saatte 70 m², 4 renkli modda ise saatte 140 m² baskı yapabilmektedir. Regianni'nin DreAM baskı makinesi HP-Scitex Vision'ın Aprion baskı kafalarını kullanmakta olup, 250 m²/saat hızda baskı yapabilmektedir (King, 2009).

Endüstriyel baskı kafası teknolojileri, yüksek viskozitelerde mürekkeplerin ve daha önceki sistemler için uygun olmayan mürekkep formülasyonlarının iletimini de gerçekleştirmektedir. DFX towel baskı makinesinde (Studio FX) Videojet mikro valf teknolojisi, reaktif boyarmadde esaslı mürekkepleri havluluk kumaşa, havlı yüzeyi renklendirmeye yetecek hacimlerde aktarmaktadır. Bu sistemdeki baskı kafası teknolojisi, Zimmer (Chromojet) veya Soltex gibi firmaların dijital halı ve havlu baskı makinelerindekine benzemektedir (King, 2009).

Baskı hızında en önemli artış, baskı kafalarının daha geniş bir kumaş şeridini kaplayacak diziler oluşturmak üzere birlikte kümelenmesi ile sağlanmaktadır. Böylece baskı kafaları makinenin eni boyunca ileri geri hareket etmektedir. Osiris'in ISIS makinesinde, Markem-Image S.A. USA/France tarafından geliştirilen kontinü inkjet baskı kafası, basılan bölgedeki tüm eni kaplayacak sabit diziler meydana getirmektedir. Bu şekilde bir düzenleme ile, mürekkep tüm kumaş enine tatbik edilmektedir (King, 2009).

Canon, geniş bantlar (yaklaşık 100 mm ve 360 dpi'de) halinde baskı yaparak daha yüksek üretim hızlarında çalışan TPU0020 termal inkjet baskı makinesini piyasaya sürmüştür. Ancak bu makine yüksek yatırım maliyetleri dolayısıyla geniş çaplı bir başarı sağlayamamıştır (Dawson, 2003).

Yüksek verimlilik için daha düşük maliyetli bir çözüm Macdermid ColorSpan Fabrijet XII baskı makinesi ile sunulmuştur. Bu makine 25 mm genişliğinde bantlar halinde baskı yapmakta olup, 12 kartuşun kullanıldığı aşamalı bir düzenlemeden yararlanmaktadır (Dawson, 2003).

Aprion (İsrail) ve Spectra (ABD) tarafından yüksek hızlarda çalışan piezo baskı kafaları geliştirilmiştir. Stork piyasaya, 16 baskı kafasının (2x8 renk) ve her kafada 180 ağızlığın bulunduğu, 0.1 ila 0.3 m/dak hızda çalışan Sapphire baskı makinesini sunmuştur. Zimmer bir İsrail firması olan Jemtex ile birlikte Chromatex kontinü baskı makinesini geliştirmiştir. Bu sistemde üretilen damlacık büyüklüğü diğer makinelere oranla 10 kat daha fazladır. Baskı çözünürlüğü düşük olduğundan (100–120 dpi) mürekkepler desendeki renkleri sağlamak amacıyla konvansiyonel baskıdaki gibi önceden karıştırılmaktadır (Dawson, 2003).

Baskı kafası imalatçıları, daha küçük damlalar elde etmek için çalışmaktadırlar. 4 pl'nin altındaki damla büyüklüklerinin, pikselasyon engellendiği için baskı kalitesi üzerinde pek bir etkisi olmamaktadır. Yine de daha küçük damla büyüklükleri için olan çalışmalar devam etmektedir. 2004'te Canon, 1 pl'lik damla kafasını duyurmuştur. Bunun önemi, baskı mürekkepleri açısından küçük olmakla birlikte, mikro ve nanoteknoloji uygulamalarına yeni yollar açacak olması bakımından oldukça büyüktür. Ink jet baskı yaparken, çok küçük damlaların türbülans problemlerine yol açma riski bulunmaktadır. Çünkü hava hareketleri düşen damlaların seyrini değiştirmektedir (Tyler, 2005).

Yeni kafa tasarımları damla büyüklüğünün seçilmesine olanak vermektedir. Bunun anlamı, kaplamanın öncelikli olduğu baskılarda daha büyük damlaların, hassasiyetin öncelikli olduğu ve pikselasyondan kaçınılması gereken baskılarda ise küçük damlaların kullanılabileceğidir. Damla hacmi ayarlaması ile çözünürlükle ilgili geleneksel düşünceler ortadan kalmıştır. Damla büyüklükleri dalga şekli (waveform) ile değiştirilebilmekte ve istenilen çözünürlük elde edilebilmektedir. 6 renk yolu olan birçok durumda, 20 pl civarında damla büyüklükleri kabul edilmektedir. Çözünürlükle ilgili kararlarda, substrat, kurutma süresi, yansıma oranı gibi parametreler de dikkate alınmalıdır (Tyler, 2005).

Baskı kafası teknolojisindeki modern gelişmeler, mürekkebin depozite edilmesi konusunda seçme şansı sunmaktadır. Seçenekler ya ikili mod (binary mode) (damlar ya da damlamaz) ya da gri skala modu (değişken damla büyüklükleri) şeklindedir. Bu da çok fonksiyonlu kafaları mümkün kılmaktadır.

Örneğin, Xaar OmniDot baskı kafası 3 pl'den 80 pl'ye kadar damlalar sunmakta olup, doğal 360 dpi çözünürlük, 720 ya da 1440 dpi çözünürlüğe çıkarılabilmektedir (Tyler, 2005).

Kumaş iletimi için, eski teknolojilerde sıkıştırma silindirleri kullanılmakta olup, bunlar kumaşı baskı işlemi ile koordineli olarak iletmekteydi. Genel olarak, bu iletim şekli stabil, dokuma kumaşlarda iyi sonuç vermekte olup, örme ve hafif ağırlıklı kumaşlarda sıkıntıya neden olmaktaydı. Teknoloji geliştiricileri bu durumun farkına varmış ve farklı çözümler sunmuşlardır (King, 2009).

Günümüzde mevcut ekipmanlar roll-to-roll (rulodan-rulo) baskı için düzenlenmiş olup, blanket veya silindir besleme sistemlerinden yararlanmaktadır. Kayış sisteminde, kumaş baskı kafası altında hareket ettiği zaman beslenmekte ve yapışkan kayışa yapışmaktadır. Kumaş basıldığında kayıştan kurtulmakta ve iletim silindirine beslenmektedir. Blanket, üzerine geçmiş mürekkeplerin temizlenmesi amacıyla baskı esnasında yıkanabilmektedir. Blanket sistemi özellikle örme ve naylon/spandex veya poliester/spandex karışımları gibi esnek substratların basılmasında önem taşımaktadır. Baskı kafası altındaki kumaş hareketini sabitleyebilmek amacıyla silindir besleme sistemleri de tasarlanmıştır. Silindir besleme, Yuhan-Kimberly'nin UJET MC3 sisteminde bulunmaktadır (King, 2009).

Bunların dışında, dijital baskı işlemini sürekli bir proses haline getirecek gelişmeler de mevcuttur. Rimslow, önilem uygulaması ve sürekli buharlama ve yıkama işlemleri için ekipmanlar sunmaktadır. Dijital baskı donanımı ve mürekkepleri sağlayıcısı olan Hollanders ise non-kontakt fiksaj için infrared bir sistem, yıkama için modüler bir sistem ve poliester baskılar için bir slitting makinesi geliştirmiştir. Hollanda'da bulunan bir firma olan SETeMa ise modüler, sürekli bir buharlama ekipmanı ve modüler yıkama ünitesi, emdirme ünitesi ve kurutucu geliştirmiştir (King, 2009).

Tekstiller için inkjet kimyasındaki ilk gelişmeler, boyarmadde esaslı renklendirici formülasyonları üzerine gerçekleştirilmiştir. Bununla birlikte, dispers boyarmadde kimyası da ilk gelişmelere konu olmuştur. Süblime olabilen mürekkepler inkjet çevresinde en çok kullanılan dispers boyarmadde türüdür (King, 2009).

Bu renklendirici türüne ilişkin eğilimler, süblime olabilen mürekkeplerin direkt kullanımı yönündedir. Transfer ve direkt olarak uygulamada baskı özellikleri bakımından farklılıklar olmakla birlikte, direkt uygulamanın, transfer kağıdı tüketimini ortadan kaldırması dolayısıyla daha sürdürülebilir bir baskı prosesi olduğu düşünülmektedir (King, 2009).

Boyarmadde esaslı mürekkeplere ek olarak tekstiller için pigment esaslı mürekkepler ortaya çıkmıştır. Bu gelişme, pigment baskının işlem kolaylığı nedeniyle hem üretici hem de tüketiciler tarafından büyük ilgi görmüştür. Pigment esaslı mürekkeplerle ilgili gelişmeler sürekli devam etmekte olup, bu gelişmelerin tekstil baskıcılığında dijital yöntemin daha çok benimsenmesine yol açacağı düşünülmektedir (King, 2009).

Dijital baskı için mürekkep geliştirme maliyetlerinin çok yüksek olmasından dolayı, mürekkep fiyatları önemli bir sorun teşkil etmektedir. Ancak reçete belirlendikten sonra, bunun üretimi daha düşük maliyetli olmaktadır. Teknolojinin hızla değiştiği bir durumda, mürekkep fiyatlarının da yüksek olması kaçınılmazdır. Şu anda, üretimin düşük hacimlerde gerçekleştirilmesi nedeniyle fiyatlar yüksek olmaktadır. Ink jetin diğer baskı alanlarına sıçraması ile, daha fazla mürekkep ihtiyacı ve tüketimi söz konusu olacak, bunun sonucunda mürekkep fiyatları düşecektir. Bununla birlikte, önümüzdeki yıllarda Çinli mürekkep tedarikçilerinin piyasaya girmesi ile büyük değişimler olacak gibi görünmektedir (Tyler, 2005).

İnkjet baskıda mürekkep türünün değiştirilmesi zaman kaybına neden olmaktadır. Bu nedenle tüm kumaşlarda baskı gerçekleştirebilen tek bir mürekkep türünün geliştirilmesi üzerine çalışmalar hızla sürmektedir (Raymond, 2006).

3. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Literatürde, pamuklu kumaşların reaktif boyarmadde esaslı mürekkeplerle ink-jet basılmasına ilişkin bazı çalışmalar şunlardır:

Yuen vd. (2004) yaptığı bir çalışmada, pamuklu kumaşlara reaktif boyarmadde esaslı mürekkeplerle uygulanan inkjet baskı işleminde, ön işlem patı içeriğinin (sodyum aljinat, üre ve sodyum bikarbonat miktarlarının) ve baskı sonrası yapılan buharlama süresinin, renk verimi üzerindeki etkileri incelenmiştir. Sonuçlar, renk veriminin bütün bu faktörlerin birbirleri ile olan etkileşimlerine bağlı olduğunu ve bu nedenle standart prosedürlerden oluşan bir renk yönetiminin önemli olduğunu göstermiştir.

Yine Yuen vd. (2005) gerçekleştirdiği bir başka çalışmada ise, pamuklu kumaşların ink jet basılmasında renk verimine etki eden faktörler araştırılmıştır. Bu amaçla baskı patı içeriği (sodyum aljinat, sodyum bikarbonat ve üre miktarı) ile buharlama süresi incelenmiştir. Çalışma sonucunda üre miktarının, renk verimini belirlemede en önemli faktör olduğu görülmüş, alkali ve aljinat miktarları üre ile kıyaslandığında ikinci planda kalmıştır. Bununla birlikte tüm bu faktörlerin yalnızca tek başlarına renk verimini etkilemediği, aynı zamanda birbirleri ile olan etkileşimlerinin de renk verimi üzerinde etkisi olduğu görülmüştür.

Yang ve Naarani (2004), reaktif boyarmaddeler ile pamuklu kumaşlara uygulanan ink jet baskı işleminde, buharlama süresi, sıcaklığı, kumaşın buharlayıcıdaki konumu ve wrap kağıdı kullanımı gibi parametrelerin, renk tonu ve verimi üzerindeki etkilerini incelemişlerdir. Bu amaçla yaygın şekilde kullanılan iki tür olan yüksek sıcaklık (HT) ve atmosferik buharlayıcılar kullanmış, kumaşlar tek katmanlı ve çok katmanlı (30 kat) olarak incelenmiştir. Tek katmanlı kumaşlarda en yüksek renk verimi için, HT buharlayıcıda 110 ya da 104,5°C'da 2-4 dakika yeterli gelirken, atmosferik buharlayıcıda renk tonunda en az miktarda varyasyon olması açısından kaynama sıcaklığında 15-25 dakika gerekmektedir. Çok katmanlı kumaşlarda ise en yüksek renk verimi ve renk tonunda en az değişim için, HT buharlayıcıda 104,5°C'da 15-20 dakika ve atmosferik buharlayıcıda kaynama sıcaklığında 20 dakika tavsiye edilmektedir. Her iki buharlayıcıda, daha yüksek sürelerde çalışılması renk verimini düşürmekte ve kumaş katmanları arasında renk farkının artmasına sebep olmaktadır. Bununla birlikte kumaşların buharlayıcıdaki konumunun ton farkına neden olmadığı

görülmüştür. Ayrıca kumaşların sarıldığı silindirin ve kumaşın en üst kısmının wrap kağıdı ile sarılmasının ton farkı oluşumunu azaltacağı düşünülmektedir.

Tse vd. (1998) inkjet basılan pamuklu kumaşlarda baskı kalitesinin nicel olarak değerlendirilebilmesi üzerinde çalışmışlar ve baskı kalitesini etkileyen faktörleri ortaya koymuşlardır. Çalışmalarında kullandıkları pamuklu kumaşlar önceden işlem görmüş (merserize edilmiş veya ağartılmış) olup, bitim işlemi uygulanmamıştır. Baskı için ticari bir inkjet baskı makinesi kullanılmış ve baskı kalitesi (PQ) çizgi kalınlığı, görüntü parazitleri, optik yoğunluk, ton tekrarlanabilirliği, ve CIELab değerleri bakımından nicel olarak ifade edilebilmek amacıyla bir otomatikleştirilmiş baskı kalitesi analiz sistemi kullanılarak analiz edilmiştir. Sonuçlar, baskı kalitesi üzerindeki en önemli etkenlerin kumaş yapısı, iplik boyutları ve kumaşın hidrofil/hidrofob yapısı olduğunu ortaya koymuştur (Park et al., 2006).

Fan vd. (2002) önişlemin dijital tekstil baskı kalitesi üzerindeki etkisini renkle ilişkili birimler (L^* , a^* , ve b^*) ve görünümle ilişkili birimler (netlik ve kontur) yönünden araştırmıştır. Bu çalışmada dokuma ve örme pamuklu kumaşlar kullanmıştır. Önişlem patı aljinat, silikon bazlı tekstil yumuşatıcısı ve silika tozu içermektedir. Silikon bileşikler kıvamlaştırıcıdan kaynaklanan sert tutumu dengelemekte ve yüzeyin hidrofil özelliğini kontrol etmektedir. Silika tozu mürekkebi tatbik edildiği bölgede tutmaktadır. Yazarlar çalışma sonucunda, %2 aljinat, %2 silikon yumuşatıcı ve %1 silika içeren önişlemin boyarmadde alınması (retansiyonu) ve çizgi genişliği (kalınlığı) kontrolü arasında iyi bir denge sağladığı değerlendirmesini yapmışlardır.

Choi vd. (2005), pamuklu kumaşlara inkjet baskı öncesinde uygulanan ön işleminde kitosanın kıvamlaştırıcı olarak kullanılabilirliğini araştırmışlardır. Çalışma sonucunda kitosanın ön işlem baskı patında aljinata bir alternatif olabileceği görülmüştür. Renk verimi sodyum aljinat kullanıldığındaki kadar iyi olmamakla birlikte, renk haslıkları ve kontur netlikleri kitosan kullanımı ile geliştirilebilmektedir.

Habeish vd. (2006), baskı verimini artırmak amacıyla, farklı konsantrasyonlardaki reaktif siklodekstrinler ile pamuklu kumaşlarda kimyasal modifikasyonlar meydana getirmiştir. Reaktif siklodekstrinlerin, reaktif ve doğal boyarmaddeler ile baskı öncesi kumaşların modifikasyonunda kullanılmasının yanında, baskı patı içerisinde kullanılmasının yaratacağı etkiler de incelenmiştir.

Çalışma sonucunda, reaktif siklodekstrinlerle modifiye edilen kumaşlara ait baskılarda renk veriminin daha yüksek olduğu, reaktif siklodekstrinin baskı patı içerisinde kullanılmasının ise viskozitenin artması ve boyarmaddenin siklodekstrinin hidroksil grupları ile bağ yapması nedenlerinden ötürü renk verimini düşürdüğü görülmüştür.

Yuen ve Kan (2007)'ın yaptığı bir çalışmada, pamuklu kumaşlara düşük sıcaklıkta uygulanan plazma işleminin, reaktif boyarmaddelerle gerçekleştirilen inkjet baskılar üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Pamuklu kumaşlar ön işlem patı ile emdirilmenin öncesinde, farklı sürelerde, oksijen gazı ile düşük sıcaklıkta plazma işlemine tabi tutulmuştur. Bu işlemin pamuklu kumaş yüzeyinde meydana getirdiği modifikasyonun, ön işlem sırasında oluşturulan film tabakasını geliştirerek, baskıların renk verimini ve kontur netliğini iyileştirdiği görülmüştür. En yüksek renk veriminin 2 dakikalık işlem süresi ile alındığı, bu sürenin üzerinde ise renk veriminin düştüğü görülmüştür. SEM görüntüleri, plazma işlemi sonucunda, ön işlem patının lifler arasındaki boşlukları doldurarak kumaş yüzeyinde daha düzgün bir kaplama oluşturduğunu ortaya koymuştur. Bu düzgün yüzey sayesinde daha fazla boyarmadde ön işlem patı ile temas etmekte böylece alınan boyarmadde miktarı artmaktadır. Bununla birlikte 2 ve 5 dakika süre ile uygulanan plazma işleminin sürtünme, yıkama ve ışık haslıklarını da artırdığı görülmüştür.

Chen vd. (2004), pamuklu kumaşların poliepiklorohidrin-dimetilamin (PECH-amin) ile katyonikleştirmesinin, reaktif boyarmaddeler ile inkjet baskı performansları üzerindeki etkilerini incelemiştir. Katyonikleştirme işleminin pamuklu kumaşlarda renk verimini artırdığı, sürtme haslıklarında düşüşe neden olduğu ve yıkama haslıklarını iyileştirdiği görülmüştür.

Kanık ve Hauser (2003)'ün gerçekleştirdiği çalışmada, 2,3-epoksipropil trimetilamonyumklorür ile yapılan katyonikleştirme işleminin pamuklu kumaşların reaktif mürekkepler ile inkjet basılması üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Bu amaçla, farklı renklerde mürekkepler kullanılmış ve katyonik madde konsantrasyonu, buharlama süresi, baskı çözünürlüğü gibi parametrelerin, baskı kalitesi ve haslık özelliklerinde meydana getirdiği etkiler incelenmiştir. Çalışma sonucunda, katyonikleştirilmiş kumaşlarda, işlem görmemiş kumaşlara göre kontur netliğinin geliştiği, penetrasyon özelliğinin azalmasına bağlı olarak renk veriminin arttığı, beyaz alanlarda oluşan kirlenmenin azaldığı ve buharlama süresi ile yıkama işlemlerinin kısaldığı görülmüştür. Ancak katyonikleştirme

işlemi sonucu yıkama haslıklarında bir değişme olmazken, sürtünme haslıklarında 0,5 - 1,0 puan gibi bir düşüş meydana gelmektedir.

Patent literatüründe, aljinat kıvamlaştırıcıların yerine, polioksietilen diisopropileter, etilenoksit/propilenoksit kopolimerleri veya polioksietilen lauril eter gibi hidrofil noniyonik polimerlerin veya hidroksialkil imin türevlerinin kullanılmasına ilişkin çalışmalar bulunmaktadır. Bununla birlikte flor içeren su itici maddelerin renk verimini arttırdığı belirtilmektedir. Kağıt üzerine inkjet baskıda kullanılan kaplama formülasyonları genellikle silika jel gibi maddeler içermekte olup, bunların selüloz liflerine aplikasyonunun renk verimini artırdığı ve yayılma etkisini azalttığı da mevcut bildiriler arasındadır (Hawkyard, 2006).

Literatürde, ön işlem patı içerisinde polivinil pirolidon türevleri gibi katyonik maddelerin kullanımına ilişkin çalışmalardan da bahsedilmektedir. Ancak burada dikkatli olunması gerekmektedir. Çünkü bazı maddeler reaktif baskıların renk verimini artırırken, aynı zamanda yıkama sırasında fıkse olmamış veya hidrolize olmuş boyarmaddelerin baskısız kısımları kirletmesine neden olabilmektedir (Hawkyard, 2006).

4. MATERYAL METOD

4.1 Kullanılan Materyal ve Cihazlar

4.1.1 Kullanılan kumaş özellikleri

Tez kapsamında yapılan tüm denemelerde Çizelge 4.1’de özellikleri verilen kumaş kullanılmıştır.

Çizelge 4.1 Çalışmada kullanılan kumaşın özellikleri

Lif cinsi		%100 Pamuk
Doku tipi		Bezayağı
İplik numarası	Çözü	Ne 22/1
	Atkı	Ne 22/1
İplik sıklığı (TSE 250 EN 1049-2)	Çözü	25 tel/cm
	Atkı	23 tel/cm
Gramajı (TS 251)		140 g/m ²
Hidrofillik derecesi (DIN 54924)	Çözü yönü	18 mm (10 sn) 23 mm (30 sn) 28 mm (60 sn)
	Atkı yönü	18 mm (10 sn) 24 mm (30 sn) 28 mm (60 sn)
Beyazlık derecesi (Stensby)		70,880

4.1.2 Kullanılan mürekkepler, kimyasallar ve yardımcı kimyasallar

Çalışmada gerçekleştirilen ink-jet baskı işlemlerinde Aleph S.r.l. firmasından temin edilen reaktif boyarmadde esaslı mürekkepler kullanılmıştır.

Çalışmada kullanılan kimyasal ve yardımcı kimyasal maddeler ile bunlara ilişkin bilgiler ise şu şekildedir:

Kıvamlaştırıcılar

Düşük viskoz aljinat: Lamitex L10 (Prochem).

Yüksek viskoz aljinat: Lamitex S (Prochem).

Akrilik polimer dispersiyonu ve doğal kıvamlaştırıcı karışımı: Lyoprint RD HT (Huntsman).

Poliakrilik asit türevi sentetik kıvamlaştırıcı: Thermacol MP (Huntsman).

Sodyum karboksimetil nişasta: Solvitose C5 (Avebe).

Sodyum karboksimetil selüloz: Asel TD 60 (Acıselsan).

Guar gum türevi kıvamlaştırıcı: Drygum SP 91 (Fortex).

Diğer kimyasal maddeler

Sodyum bikarbonat: Toz (Smyras).

Sodyum meta-nitrobenzen sülfonat: Ludigol® (BASF).

Üre: Toz (Smyras).

4.1.3 Kullanılan cihazlar ve makineler

Karıştırıcı: Brookfield marka C1391 model mekanik karıştırıcı.

Fulard: Ernst Benz LFV.350/2 RFA model dikey fulard.

Ramöz: Ataç marka GK 40 model laboratuvar tipi kurutucu.

Buharlayıcı: Mathis marka DH 3671 model laboratuvar tipi buharlayıcı

Spektrofotometre: Hunter Lab ColorQuest II.

Stereomikroskop: Leica S8APO

Dijital baskı makinesi: Mimaki marka TX3 – 1600 model ink-jet baskı makinesi. Bu makinede piezoelektrik drop-on-demand baskı kafası kullanılmakta olup, 180 ağızlık bulunmaktadır. Makine 3-28 m²/saat hızda çalışabilmekte olup, baskı eni 20-165 cm arasında değişmektedir. Bununla birlikte sistemde CMYK renkleri olan turkuaz, magenta, sarı ve siyaha ek olarak açık siyah, turuncu, kırmızı ve mavi bulunmakta ve toplamda 8 renk kullanılmaktadır. Makine Şekil 4.1’de görülmektedir.



Şekil 4.1 Mimaki TX3 – 1600 ink-jet baskı makinesi.

4.2 Metod

Bu çalışma ile hedeflenen, reaktif boyarmadde esaslı mürekkeplerle pamuklu kumaşlara uygulanan ink-jet baskılarda en uygun şartlarla, gerek baskı kalitesi gerekse renk verimi açısından en iyi çıktıların elde edilebilmesidir. Bu amaçla gerçekleştirilen denemeleri genel olarak 3 grup altında toplamak mümkündür:

- Önişlem patına ilişkin parametrelerin baskıların renk verimi üzerindeki etkilerinin incelenmesi
- Optimum önişlem patı reçetesinin belirlenmesi
- Optimum fiksaj şartlarının belirlenmesi

4.2.1 Önişlem patı içeriğine ilişkin parametrelerin baskıların renk verimi üzerindeki etkilerinin incelenmesi

Bu gruptaki denemeler, ortogonal desen yardımı ile oluşturulan bir deneme planının uygulanması ile gerçekleştirilmiş olup, baskı patında bulunan kıvamlaştırıcı cinsi, miktarı, üre miktarı ve sodyum bikarbonat miktarı olmak üzere 4 faktörün farklı seviyelerinin renk verimi üzerindeki etkileri analiz edilmiştir.

Deneme deseninde kullanılan faktörler ve seviyeleri Çizelge 4.2’de verilmektedir. Burada görüldüğü üzere, üre miktarı altı, sodyum bikarbonat miktarı dört farklı seviyede kullanılmış olup, sekiz farklı kıvamlaştırıcı türü ise beş farklı miktar seviyelerinde incelenmiştir. Kıvamlaştırıcı miktar seviyelerindeki değerler kıvamlaştırıcı cinsine göre değişmekte olup, her kıvamlaştırıcı türü için üretici firmaları tarafından tavsiye edilen miktarların altındaki ve üzerindeki değerler olarak belirlenmiştir. (Çizelge 4.3).

Çizelge 4.2 Ortogonal deneme deseninde kullanılan faktörler ve seviyeleri.

SEVİYELER	FAKTÖRLER			
	Kıvamlaştırıcı Türü	Kıvamlaştırıcı Miktarı	Üre Miktarı (g/kg)	Sodyum Bikarbonat Miktarı (g/kg)
1	Yüksek viskoz sodyum aljinat	En az	0	10
2	Orta viskoz sodyum aljinat	Az	25	20
3	Düşük viskoz sodyum aljinat	Orta	50	30
4	Guar gum	Çok	100	40
5	Poliakrilik asit türevi	En çok	150	
6	Sodyum karboksimetil nişasta		200	
7	Sodyum karboksimetil selüloz			
8	Akrilik polimer dispersiyonu ve doğal kıvamlaştırıcı karışımı			

Çizelge 4.3 Kıvamlaştırıcı cinslerine bağlı kıvamlaştırıcı miktarı seviyeleri.

Kıvamlaştırıcı Türü	Kıvamlaştırıcı miktarı seviyelerindeki değerler (g/kg)				
	En az	Az	Orta	Çok	En çok
Yüksek viskoz aljinat	100	150	200	250	300
Orta viskoz aljinat	100	150	200	250	300
Düşük viskoz aljinat	100	150	200	250	300
Guar gum	100	150	200	250	300
Poliakrilik asit türevi	50	100	150	200	250
Sodyum karboksimetil nişasta	100	150	200	250	300
Sodyum karboksimetil selüloz	100	150	200	250	300
Akrilik polimer dispersiyonu ve doğal kıvamlaştırıcı karışımı	100	200	300	400	500

Denemelerde kullanılan poliakrilik asit türevi dışındaki kıvamlaştırıcılar, Çizelge 4.4’te belirtilen konsantrasyonlarda hazırlanarak 1 gün süre ile bekletilmiş ve bu viskoz çözeltilerden gerekli miktarlarda alınarak önişlem patında kullanılmıştır. Poliakrilik asit türevi kıvamlaştırıcı ise sentetik bir kıvamlaştırıcı olup, önişlem patında doğrudan kullanılmıştır. Bununla birlikte orta viskoz aljinat kıvamlaştırıcısı yüksek ve düşük viskoz aljinat kıvamlaştırıcılarının eşit miktarlarda karıştırılması ile hazırlanmıştır.

Çizelge 4.4 Kıvamlaştırıcı türleri ve hazırlandıkları konsantrasyonlar

Kıvamlaştırıcı Türü	Konsantrasyon
Yüksek viskoz aljinat	% 4
Orta viskoz aljinat	% 6
Düşük viskoz aljinat	% 8
Guar gum	% 10
Sodyum karboksimetil nişasta	% 8
Sodyum karboksimetil selüloz	% 10
Akrilik polimer dispersiyonu ve doğal kıvamlaştırıcı karışımı	% 4

Önişlem patları, Çizelge 4.5'te verilen deneme planına uygun olarak hazırlanmış olup, burada belirtilen miktarlarda kıvamlaştırıcı, üre ve sodyum bikarbonat haricinde 10 g/kg Ludigol® ve geri kalan miktarda su içermektedir. Her pat, toplam ağırlığı 300 g olacak şekilde hazırlanmış ve mekanik karıştırıcı ile iyi bir homojenlik elde edilinceye dek karıştırılmıştır. Hazırlanan önişlem patları kumaşlara dikey fulardda 3 rpm hızda %80 AF ile emdirilmiş ve hemen ardından kumaşlar ramözde 100°C'ta 2 dakika süreyle kurutulmuştur.

Baskıların kurumasının ardından kumaşlara, işletme koşullarında, 102°C'ta 10 dakika süre ile buharlama yöntemine göre fiksaj uygulanmıştır. Son olarak kumaşlar, fikse olmamış boyarmaddelerin ve diğer kimyasal atıklarının uzaklaştırılması amacıyla yıkama işlemine tabi tutulmuştur. Yıkamalar, soğuk durulama (10 dk), kaynar durulama (10 dk), sıcak durulama (5 dk), sıcak durulama (5 dk) ve soğuk durulama (5 dk) şeklinde gerçekleştirilmiş olup, yıkamaları yapılan baskılı numuneler, asılarak kurutulmuştur.

Basılı numunelerde spektrofotometre ile renk verimini ifade eden K/S değerleri ölçülmüştür. Her numunede 3 ölçüm gerçekleştirilmiş ve sonuçların değerlendirilmesinde bu ölçüm değerlerinin ortalaması dikkate alınmıştır.

Deneme planında belirtilen reçetelere göre önişlem görmüş kumaşlara, ink-jet baskı makinesinde reaktif esaslı boyarmadde içeren mürekkeplerle 360x360 dpi çözünürlükte baskı yapılmıştır. Basılan desen, 5x20 cm ebatlarında yanyana dikdörtgenlerden oluşmakta olup, dikdörtgenler kırmızı (RGB: 255,0,0), mavi (RGB: 0,0,255), sarı (RGB: 255,255,0), turkuaz (RGB: 0,255,255) ve siyah (RGB: 0,0,0) olmak üzere beş farklı renktedir. Baskı sonrasında kumaşlara ayrıca bir kurutma işlemi uygulanmamış, baskıların kendiliğinden kuruması beklenmiştir.

Çizelge 4.5 Ortogonal desen yardımı ile hazırlanan deneme planı

Deney	FAKTÖRLER *				Deney	FAKTÖRLER *			
No	A	B	C	D	No	A	B	C	D
1	3	1	4	4	36	4	4	4	4
2	2	5	6	3	37	2	2	2	2
3	6	4	6	1	38	4	1	1	2
4	6	1	1	3	39	2	3	3	4
5	4	2	3	3	40	3	3	1	2
6	2	1	2	2	41	5	1	2	3
7	3	2	6	4	42	1	3	6	3
8	7	1	3	1	43	7	2	6	2
9	6	1	3	2	44	6	2	5	2
10	2	1	4	3	45	4	3	2	1
11	6	3	4	1	46	2	4	1	1
12	5	4	1	4	47	1	1	1	1
13	7	1	1	4	48	5	2	3	1
14	8	3	1	3	49	2	3	1	1
15	4	5	1	2	50	1	2	1	1
16	6	5	1	3	51	7	5	5	1
17	7	3	2	3	52	4	3	6	4
18	3	1	2	1	53	2	2	5	4
19	1	3	2	2	54	3	2	1	2
20	6	2	2	4	55	8	1	6	1
21	3	4	5	3	56	6	3	2	4
22	8	4	3	2	57	1	5	3	4
23	7	2	1	4	58	5	3	1	4
24	3	5	2	1	59	8	2	4	1
25	5	1	6	2	60	3	3	3	3
26	1	1	5	4	61	1	2	4	3
27	5	3	5	1	62	5	2	2	3
28	8	5	2	4	63	7	3	4	2
29	8	2	1	3	64	4	1	5	3
30	8	3	5	2	65	8	2	6	4
31	5	5	4	2	66	7	2	5	4
32	7	4	2	3	67	2	5	3	4
33	4	2	2	1	68	1	3	5	2
34	8	1	2	4	69	5	4	1	1
35	1	4	2	2					

* A: Kıvamlaştırıcı türü
 B: Kıvamlaştırıcı miktarı
 D: Üre miktarı
 E: Sodyum bikarbonat miktarı

Sonuçların değerlendirilmesinde SPSS 15.0 (SPSS Inc., Chicago, IL) istatistik paket programından yararlanılmış ve multivariate varyans analizi yapılarak kıvamlaştırıcı cinsinin, kıvamlaştırıcı miktarının, üre miktarının ve sodyum bikarbonat miktarının renk verimi üzerindeki etkileri incelenmiştir. Varyans analizi $\alpha=0,05$ önem seviyesinde yapılmıştır.

4.2.2 Optimum önişlem patı reçetesinin belirlenmesi

Birinci gruptaki çalışmalardan elde edilen sonuçlar ışığında, bu gruptaki denemelerde 3 kıvamlaştırıcı türü üzerinde yoğunlaşmış ve bunlarla yapılacak önişlemler için en uygun sodyum bikarbonat ve üre miktarları belirlenmeye ve optimum reçeteler geliştirilmeye çalışılmıştır.

Denemelerde sodyum karboksimetil selüloz, yüksek viskoz sodyum aljinat ve poliakrilik asit türevi sentetik kıvamlaştırıcılar kullanılmış olup, ilk denemelerde olduğu gibi poliakrilik asit türevi kıvamlaştırıcı direkt olarak, diğer kıvamlaştırıcılar ise belirli konsantrasyonlarda hazırlanan çözeltilerinin bir gün süre ile bekletilmesinin ardından önişlem patında kullanılmıştır. Kıvamlaştırıcıların önişlem patında kullanıldığı miktarlar Çizelge 4.6'da verilmektedir.

Çizelge 4.6 Önişlem patında kullanılan kıvamlaştırıcı miktarları

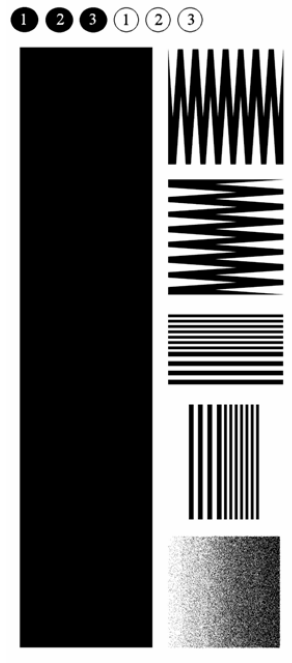
Kıvamlaştırıcı türü	Kıvamlaştırıcı miktarı (g/kg)
Yüksek viskoz sodyum aljinat (%4'lük çözeltiden)	300
Sodyum karboksimetil selüloz (%10'luk çözeltiden)	300
Poliakrilik asit türevi	150

Bu gruptaki denemelerde öncelikli olarak optimum sodyum bikarbonat miktarı belirlenmeye çalışılmış ve bu amaçla üre miktarı 100 g/kg olarak sabit bir değerde tutularak, kumaşlar 10, 20, 30 ve 40 g/kg olmak üzere 4 farklı sodyum bikarbonat miktarı ile önişlem görmüştür. Buradan en iyi renk veriminin elde edildiği sodyum bikarbonat miktarı, farklı kıvamlaştırıcı cinsi ve üre miktarlarına ilişkin yapılan sonraki denemelerde kullanılmıştır.

Optimum sodyum bikarbonat miktarının belirlenmesinin ardından, farklı kıvamlaştırıcı türleri için optimum üre miktarlarının belirlenmesi için denemelere başlanmıştır. Burada önişlem patı içerisindeki üre miktarı 0 ila 125 g/kg arasında 25 g'lık artan miktarlar halinde denenmiştir. Her önişlem patı, birinci gruptaki denemelerde olduğu gibi burada da kıvamlaştırıcı, üre ve sodyum bikarbonat haricinde, Ludigol® ve su içermektedir. Ön işlemler patları 250 g olacak şekilde hazırlanmış ve tam bir homojenlik elde edilinceye dek mekanik karıştırıcıda karıştırılmıştır. Hazırlanan önişlem patları kumaşlara dikey fulardda 3 rpm

hızda %80 AF ile emdirilmiş ve hemen ardından kumaşlar ramözde 100°C'ta 2 dakika süreyle kurutulmuştur.

Önişlem görmüş kumaşlar, ink-jet baskı makinesinde reaktif esaslı boyarmaddeler içeren mürekkeplerle 360x360 dpi çözünürlükte basılmıştır. Hem renk veriminin, hem de kontür netliklerinin değerlendirilebilmesi amacıyla baskı için özel bir desen hazırlanmış (Şekil 4.2) ve kırmızı (RGB: 255,0,0), mavi (RGB: 0,0,255), sarı (RGB: 255,255,0), turkuaz (RGB: 0,255,255) ve siyah (RGB: 0,0,0) olmak üzere beş farklı renkte baskı işlemi gerçekleştirilmiştir. Baskı sonrasında kumaşlara ayrıca bir kurutma işlemi uygulanmamış, baskıların kendiliğinden kuruması beklenmiştir.



Şekil 4.2 İkinci gruptaki denemelerde basılan desen.

Baskıların kurumasının ardından kumaşların fiksajı 102°C'ta 10 dakika süre ile buharlama yöntemine göre gerçekleştirilmiştir. Son olarak kumaşlar, fikse olmamış boyarmaddelerin ve diğer kimyasal atıklarının uzaklaştırılması amacıyla yıkama işlemine tabi tutulmuştur. Yıkamalar, soğuk durulama (10 dk), kaynar durulama (10 dk), sıcak durulama (5 dk), sıcak durulama (5 dk) ve soğuk durulama (5 dk) şeklinde gerçekleştirilmiş olup, yıkamaları yapılan baskılı numuneler, asılarak kurutulmuştur.

Basılı numunelerde spektrofotometre ile renk verimini ifade eden K/S değerleri ölçülmüştür. Her numunede hem ön yüzde hem arka yüzde 4 ölçüm gerçekleştirilmiş ve sonuçların değerlendirilmesinde bu ölçüm değerlerinin ortalaması dikkate alınmıştır. Baskıların kontür netliklerinin sayısal olarak değerlendirilebilmesi için, orijinal desende 1 mm genişliğinde olan atkı ve çözgü yönlerindeki çizgilerin son genişlikleri stereomikroskop ile 100 kat büyütülerek ölçülmüştür.

Son olarak baskılı numunelerin ISO 105-X12 standardına göre yaş ve kuru sürtünme haslıkları ile ISO 105-C06 standardına göre yıkama haslıkları test edilmiştir.

4.2.3 Optimum fiksaj şartlarının belirlenmesi

Bu gruptaki denemelerde kumaşlar, ikinci gruptaki çalışmalar sonucunda elde edilen optimum reçetelerle önişlem görmüş ve farklı koşullarda fiksaj işlemlerine tabi tutulmuştur.

Denemelerde sodyum karboksimetil selüloz, yüksek viskoz aljinat ve poliakrilik asit türevi sentetik kıvamlaştırıcılar kullanılmış olup, ilk ve ikinci denemelerde olduğu gibi poliakrilik asit türevi kıvamlaştırıcı direkt olarak, diğer kıvamlaştırıcılar ise belirli konsantrasyonlarda hazırlanan çözeltilerinin bir gün süre ile bekletilmesinin ardından önişlem patında kullanılmıştır. Kullanılan kıvamlaştırıcı miktarları ikinci gruptaki denemelerle aynıdır (bkz. Çizelge 4.6).

Her kıvamlaştırıcı türü için önişlem patı 20 g/kg sodyum bikarbonat ve 10 g/kg Ludigol® içermekte olup, kullanılan üre miktarları sodyum karboksimetil selülozun kullanıldığı önişlem patı için 25 g/kg, yüksek viskoz sodyum aljinatın kullanıldığı önişlem patı için 50 g/kg ve poliakrilik asit türevi sentetik kıvamlaştırıcının kullanıldığı önişlem patı için 75 g/kg'dır.

Ön işlem patları 500 g olacak şekilde hazırlanmış ve tam bir homojenlik elde edilinceye dek mekanik karıştırıcıda karıştırılmıştır. Hazırlanan önişlem patları kumaşlara dikey fulardda 3 rpm hızda %80 AF ile emdirilmiş ve hemen ardından kumaşlar ramözde 100°C'ta 2 dakika süreyle kurutulmuştur.

Önişlem görmüş kumaşlara, ink-jet baskı makinesinde reaktif esaslı boyarmaddeler içeren mürekkeplerle 360x360 dpi çözünürlükte baskı yapılmıştır.

Basılan desen, birinci gruptaki denemelerdeki gibi 5x20 cm ebatlarında yanyana dikdörtgenlerden oluşmakta olup, dikdörtgenler kırmızı (RGB: 255,0,0), mavi (RGB: 0,0,255), sarı (RGB: 255,255,0), turkuaz (RGB: 0,255,255) ve siyah (RGB: 0,0,0) olmak üzere beş farklı renktedir. Baskı sonrasında kumaşlara ayrıca bir kurutma işlemi uygulanmamış, baskıların kendiliğinden kuruması beklenmiştir.

Baskıların kurumasının ardından kumaşlar farklı yöntem, sıcaklık ve sürelerde fiksaj işlemi görmüşlerdir. Bu farklı fiksaj koşulları Çizelge 4.7’de verilmektedir.

Çizelge 4.7 Optimum fiksaj koşullarının belirlenmesi amacıyla gerçekleştirilen denemelerde uygulanan fiksaj koşulları

Fiksaj türü	Sıcaklıklar (°C)	Süreler (dakika)
Buharlama	102	5
	105	10
	110	15
	115	
Termofiksaj	130	2
	140	5
	150	8
	160	

Son olarak kumaşlar, fikse olmamış boyarmaddelerin ve diğer kimyasal atıklarının uzaklaştırılması amacıyla yıkama işlemine tabi tutulmuştur. Yıkamalar, soğuk durulama (10 dk), kaynar durulama (10 dk), sıcak durulama (5 dk), sıcak durulama (5 dk) ve soğuk durulama (5 dk) şeklinde gerçekleştirilmiş olup, yıkamaları yapılan baskılı numuneler, asılarak kurutulmuştur.

Basılı numunelerde spektrofotometre ile renk verimini ifade eden K/S değerleri ölçülmüştür. Her numunede 4 ölçüm gerçekleştirilmiş ve sonuçların değerlendirilmesinde bu ölçüm değerlerinin ortalaması dikkate alınmıştır.

5. BULGULAR VE TARTIŞMA

5.1 Önişlem Patı İçeriğine İlişkin Parametrelerin, Baskıların Renk Verimi Üzerindeki Etkilerinin İncelenmesi

Bu gruptaki denemeler, ortogonal desen yardımı ile oluşturulan bir deneme planının uygulanması ile gerçekleştirilmiş olup, baskı patında bulunan kıvamlaştırıcı cinsi, miktarı, üre miktarı ve sodyum bikarbonat miktarı olmak üzere 4 faktörün farklı seviyelerinin, kırmızı, mavi, sarı, siyah ve turkuaz renklerdeki baskıların renk verimleri üzerindeki etkileri istatistiksel olarak analiz edilmiştir.

Yapılan baskılara ait renk verimini ifade eden K/S değerleri, deneme planındaki (bkz. Çizelge 4.5) sıraya göre Çizelge 5.1’de verilmektedir. Yapılan varyans analizinde bu değerler bağımsız değişken olarak kabul edilmiştir.

Çizelge 5.1 Birinci grup denemelere ait baskılı numunelerin K/S değerleri

Deney No	K/S Değerleri					Deney No	K/S Değerleri				
	Kırmızı 530nm	Mavi 630nm	Sarı 410nm	Siyah 620nm	Turkuaz 670nm		Kırmızı 530nm	Mavi 630nm	Sarı 410nm	Siyah 620nm	Turkuaz 670nm
1	12,68	6,16	12,20	16,44	13,82	36	9,56	3,66	9,36	14,18	10,21
2	10,59	3,80	8,58	10,87	12,52	37	10,69	4,67	9,58	13,87	6,54
3	9,29	3,55	8,15	9,59	10,07	38	7,59	3,66	6,89	12,03	6,85
4	9,39	4,47	8,90	13,73	7,36	39	11,58	5,52	11,46	15,74	9,92
5	9,29	3,96	9,15	13,04	7,15	40	8,42	2,93	6,77	11,08	3,81
6	10,67	5,11	10,85	14,56	6,78	41	7,03	3,24	6,39	8,97	4,80
7	9,25	3,71	7,69	10,27	13,99	42	10,63	3,93	8,91	11,69	15,27
8	12,60	5,95	9,36	13,91	9,13	43	11,77	4,67	9,82	13,56	15,96
9	11,47	5,42	10,70	15,52	9,40	44	11,96	5,05	11,98	14,95	15,78
10	13,40	6,44	12,56	16,18	15,04	45	7,96	3,67	6,91	11,36	7,09
11	13,08	6,30	11,95	15,75	11,93	46	7,46	1,86	4,21	7,73	3,47
12	5,03	3,41	6,76	9,53	5,03	47	9,79	3,95	6,81	12,10	5,79
13	10,08	4,39	8,30	12,39	6,16	48	9,21	4,45	8,18	13,12	6,22
14	6,82	2,79	5,63	9,11	4,06	49	10,99	4,70	9,76	14,84	6,21
15	7,76	2,81	6,86	10,86	7,00	50	10,57	4,82	9,63	14,47	7,69
16	8,62	3,57	7,10	11,11	5,86	51	12,93	5,30	11,15	14,06	16,20
17	8,92	4,34	7,64	11,49	5,88	52	9,38	3,07	7,50	10,03	13,64
18	9,90	4,22	7,36	11,34	5,54	53	12,86	5,17	11,41	14,09	18,17
19	10,38	4,05	9,06	12,46	5,18	54	10,06	4,55	9,92	12,93	6,21
20	9,05	4,22	8,10	12,35	6,40	55	10,49	3,39	7,70	9,27	9,81
21	13,71	6,43	12,39	16,12	17,05	56	10,85	4,88	9,76	15,11	8,48
22	9,92	4,26	9,01	14,86	4,65	57	12,36	6,12	11,87	16,50	11,27
23	7,88	4,18	7,12	12,30	6,33	58	4,99	2,89	5,87	8,41	4,08
24	11,69	4,95	9,99	13,94	7,81	59	13,57	6,03	11,44	14,78	11,19
25	11,83	5,36	10,05	13,87	17,81	60	12,87	5,80	12,10	15,87	10,14
26	12,53	5,25	10,05	14,61	17,11	61	12,09	5,93	11,35	16,06	12,91
27	15,17	6,78	13,08	16,14	16,59	62	6,29	2,64	6,29	9,14	3,61
28	10,22	4,79	9,92	15,32	5,90	63	14,53	7,42	12,49	17,74	13,23
29	8,60	3,56	7,57	11,85	4,79	64	12,22	4,80	10,66	14,53	14,82
30	12,49	5,38	11,56	14,79	18,02	65	10,21	3,64	8,44	10,56	12,99
31	10,20	5,65	11,36	16,46	9,94	66	12,52	5,62	10,82	14,88	17,60
32	10,68	5,03	8,96	13,13	7,76	67	10,83	5,57	10,40	14,86	8,74
33	10,06	4,01	8,56	12,15	7,15	68	12,02	5,92	10,70	15,23	16,26
34	9,63	4,10	9,17	13,05	6,28	69	2,70	1,66	2,88	4,73	2,46
35	11,22	5,19	11,14	14,64	8,08						

İstatistiksel analiz çok değişkenli varyans analizi (multivariate analysis of variance) ile gerçekleştirilmiş ve incelenen faktör için “signification” değerinin $p < 0.05$ olması istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir. Çizelge 5.2’de çok değişkenli varyans analizi sonuçları verilmektedir.

Çizelge 5.2 Çok değişkenli varyans analizi sonuçları (Tests of between-subjects effects)

Source	Dependent Variable*	df	Mean Square	F	Sig.
Kıvamlaştırıcı türü	Kırmızı	7	8,738	5,447	,000
	Mavi	7	1,774	3,453	,004
	Sarı	7	3,532	2,038	,069
	Siyah	7	5,544	2,075	,064
	Turkuaz	7	5,056	2,080	,064
Kıvamlaştırıcı miktarı	Kırmızı	4	3,331	2,077	,098
	Mavi	4	,808	1,573	,196
	Sarı	4	1,502	,866	,491
	Siyah	4	3,075	1,151	,344
	Turkuaz	4	3,689	1,517	,212
Üre miktarı	Kırmızı	5	35,275	21,990	,000
	Mavi	5	9,394	18,287	,000
	Sarı	5	33,294	19,209	,000
	Siyah	5	41,064	15,373	,000
	Turkuaz	5	219,975	90,484	,000
Sodyum bikarbonat miktarı	Kırmızı	3	3,121	1,946	,134
	Mavi	3	,350	,682	,567
	Sarı	3	2,684	1,549	,214
	Siyah	3	6,382	2,389	,080
	Turkuaz	3	2,931	1,206	,318

* Dependent variable: Renk verimi (K/S) değerleri

Varyans analizi sonuçları göstermektedir ki, önişlem patındaki kıvamlaştırıcı miktarı ve sodyum bikarbonat miktarı, hiçbir renk için renk verimi üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir etkiye sahip değildir. Diğer yandan, kıvamlaştırıcı türü istatistiksel olarak kırmızı ve mavi renkler için anlamlı iken, diğer renkler için anlamlı değildir. Üre miktarı ise, tüm renkler için, renk verimi üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir etkiye sahiptir ve baskıların renk verimini etkileyen temel faktörün önişlem patı içerisinde kullanılan üre miktarı olduğu söylenebilmektedir.

Çizelge 5.1’deki sonuçlar, renk verimini ifade eden K/S değerlerinin, poliakrilik asit türevi kıvamlaştırıcı kullanılması durumunda geniş bir aralıkta değiştiğini ve tüm denemeler içerisindeki en düşük ve en yüksek değerlerin bir kısmı bu kıvamlaştırıcının kullanıldığı durumlarda elde edildiğini göstermektedir. Bununla birlikte, guar gum türündeki kıvamlaştırıcının kullanıldığı numunelerde ise K/S değerleri orta seviyede kalmış, ne yüksek ne de düşük değerlerle karşılaşmamıştır.

Reaktif boyarmaddelerle pamuklu kumaşların gerek konvansiyonel gerekse ink-jet basılmasında yaygın olarak kullanılan aljinat türevi kıvamlaştırıcıların ve reaktif boyarmadde esaslı mürekkeplerle ink-jet baskı için özel olarak geliştirilmiş poliakrilik asit türevi sentetik kıvamlaştırıcının yanında, sodyum karboksimetil selülozun kullanıldığı denemelerde de yüksek K/S değerlerinin elde edildiği görülmektedir. Öyle ki mavi ve siyah renkler için en yüksek K/S değerleri sodyum karboksimetil selüloz ile gerçekleştirilen denemelerde gözlemlenmiştir.

Üre, varyans analizi sonuçlarında da belirtildiği gibi renk verimi üzerinde çok etkili rol oynamaktadır. Üre miktarındaki artışın tüm renkler için renk verimini başlangıçta pozitif yönde etkilediğini söylemek mümkündür. Yani üre önişlem patında kullanılan üre miktarı arttıkça renk verimi artmaktadır. Ancak belli bir değerin üzerine çıkıldığında renk veriminde düşüş görülmektedir. Bu durum ürenin buharlama sırasındaki nem kazanımını çok fazla artırarak, reaktif boyarmaddelerin hidrolizine neden olması ile açıklanabilmektedir.

Bununla birlikte önişlem patında kullanılması gereken üre miktarı her renk için farklı olmaktadır. Kırmızı, sarı, siyah ve mavi renklerin basılmasında daha az üre miktarları yeterli gelirken ve özellikle 150 g/kg'ın üzerinde üre kullanılması renk verimi üzerinde olumsuz etki yaratırken, turkuaz renk için daha fazla üre kullanılması gerekmekte ve 150 hatta 200 g/kg üre miktarlarında dahi yüksek renk verimi değerleri elde edilebilmektedir.

Bu grupta yapılan denemeler sonucunda, reaktif boyarmadde esaslı mürekkeplerle pamuklu kumaşlara uygulanan ink-jet baskı işleminde, renk verimine etki eden temel faktörler belirlenmiştir. Bunlar üre miktarı ve kıvamlaştırıcı türüdür. Bundan sonraki aşamada gerçekleştirilen denemeler bu faktörlerin ne şekilde etki ettiğinin tespit edilmesi ve uygun kıvamlaştırıcı türü ile üre miktarlarının kullanıldığı optimum reçetelerin belirlenmesi üzerinde yoğunlaşmıştır.

5.2 Optimum Önişlem Patı Reçetesinin Belirlenmesi

Birinci grupta gerçekleştirilen denemelerde, pamuklu kumaşların reaktif boyarmadde esaslı mürekkeplerle ink-jet baskı ile basılması için yapılacak önişlemde renk verimini etkileyen temel faktörlerin neler olduğu ile birlikte çeşitli kıvamlaştırıcı türlerinin önişlem patında kullanılabilirliği de araştırılmıştır. Bu denemeler sonucunda yaygın olarak kullanılan aljinat türevi kıvamlaştırıcıların ve

ink-jet baskı için özel olarak geliştirilmiş poliakrilik asit türevi sentetik kıvamlaştırıcının yanında, sodyum karboksimetil selülozun da kıvamlaştırıcı olarak seçilmesi halinde yüksek renk verimi değerlerinin elde edilebildiği görülmüştür. Bu nedenle ikinci grupta gerçekleştirilen denemelerde, sodyum aljinat türü kıvamlaştırıcılardan, diğerlerine oranla bir miktar daha iyi renk verimi değerlerinin elde edildiği yüksek viskoz sodyum aljinat, poliakrilik asit türevi sentetik kıvamlaştırıcı ve sodyum karboksimetil selüloz kıvamlaştırıcıları kullanılmış ve bu kıvamlaştırıcılarla çalışılması durumunda renk verimi, kontür netlikleri ve haslıklar açısından iyi sonuçlar veren baskıların elde edileceği ve maliyetin de göz önünde bulundurulacağı optimum önileşlem patı reçeteleri belirlenmeye çalışılmıştır.

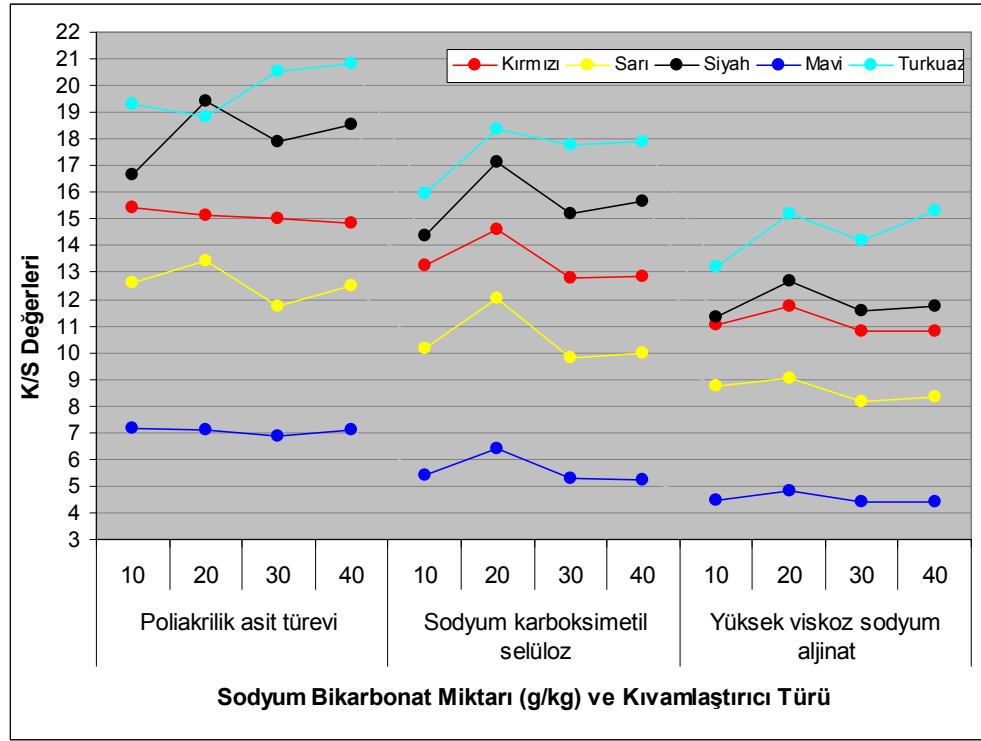
Bu grupta gerçekleştirilen çalışmaları şu başlıklar altında toplamak mümkündür:

- Optimum sodyum bikarbonat miktarının belirlenmesi
- Kıvamlaştırıcı türü ve üre miktarının,
 - Renk verimi üzerindeki etkisi
 - Kontür netlikleri üzerindeki etkisi
 - Renk haslıkları üzerindeki etkisi
- Kıvamlaştırıcı türlerinin maliyetler açısından karşılaştırılması

5.2.1 Optimum sodyum bikarbonat miktarının belirlenmesi

Birinci grupta gerçekleştirilen denemeler sonrasında, önileşlem patı içerisinde kullanılan sodyum bikarbonat miktarının renk verimi üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir etkisi bulunmadığı görülmüştür. Ancak, ikinci grupta gerçekleştirilecek denemeler boyunca önileşlem patlarında tek bir sodyum bikarbonat miktarının kullanılmasının doğru olacağı düşünülmüştür. Bu amaçla tüm kıvamlaştırıcı türleri için uygun kabul edilebilecek bir sodyum bikarbonat miktarı belirlenmeye çalışılmıştır.

Bu aşamada gerçekleştirilen denemelerde, tüm kıvamlaştırıcı türleri ile hazırlanan önişlem patlarının içerdiği üre miktarları 100 g/kg'da sabit tutulmuş, sodyum bikarbonat ise 10, 20, 30 ve 40 g/kg olmak üzere dört farklı miktarda kullanılmıştır. Farklı miktarlarda sodyum bikarbonat içeren patlarla önişlem gören ve ardından basılan numunelerde gerçekleştirilen renk ölçümü sonucunda elde edilen K/S değerleri ortalamaları Şekil 5.1'deki grafikte verilmektedir.



Şekil 5.1 Bikarbonat miktarının K/S değerleri üzerindeki etkisi

Grafikte de görüldüğü üzere önişlem patı içerisindeki sodyum bikarbonat miktarının renk verimi üzerinde çok belirgin bir etkisi bulunmamaktadır. Ancak sodyum karboksimetil selüloz türü kıvamlaştırıcının kullanıldığı denemelerde tüm renklerde en iyi renk verimi değerleri 20 g/kg sodyum bikarbonat kullanılması durumunda elde edilmiştir. Yüksek viskoz sodyum aljinat türü kıvamlaştırıcıda sarı, kırmızı, siyah ve mavi renklerde en iyi renk verimi değerleri 20 g/kg sodyum bikarbonat kullanılması durumunda sağlanmış, turkuaz renkte ise 20 g/kg ve 40 g/kg sodyum bikarbonat miktarları ile yaklaşık olarak aynı renk verimi değerleri elde edilmiştir. Poliakrilik asit türevi kıvamlaştırıcıda ise sodyum bikarbonat miktarının renk verimi üzerinde anlaşılabılır bir etki sağlamadığı söylenebilmektedir. Ancak sarı ve siyah renklerde en iyi renk verimi değerleri yine 20 g/kg sodyum bikarbonat kullanılması durumunda elde edilmiştir. Kırmızı

ve mavi renklerde tüm miktarlarda yaklaşık aynı değerler alınmış, turkuaz renkte ise 30-40 g/kg sodyum bikarbonat kullanılması en yüksek K/S değerlerini vermiştir.

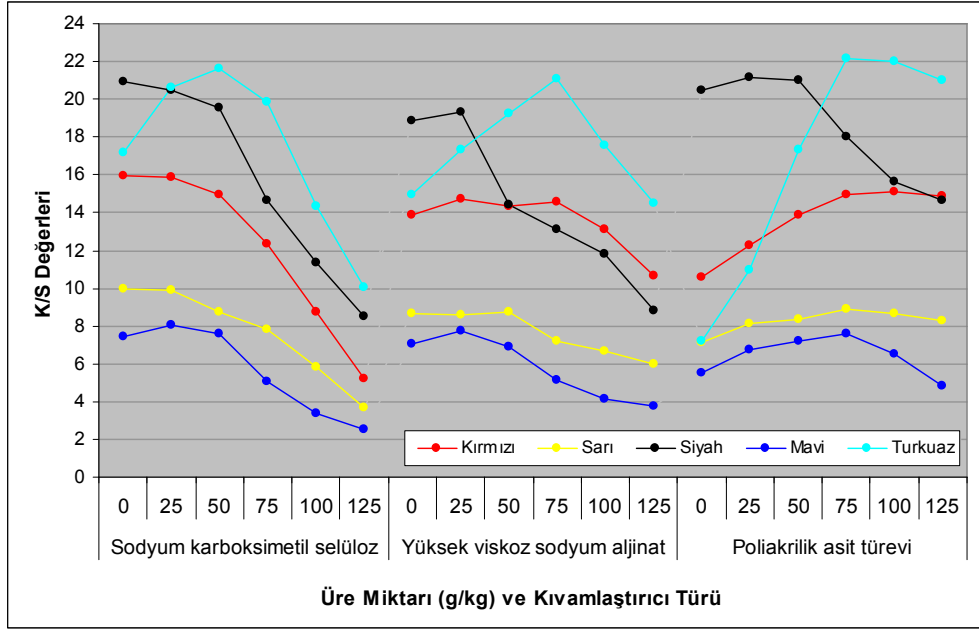
Bu sonuçlardan hareketle, pamuklu kumaşların reaktif boyarmadde esaslı mürekkeplerle ink-jet basılmasında renk verimini etkileyen temel faktör olan üre miktarına ilişkin gerçekleştirilecek denemelerde kullanılacak sodyum bikarbonat miktarı, tüm kıvamlaştırıcı türleri ve tüm renkler açısından genel anlamda en iyi sonuçların alındığı 20 g/kg olarak belirlenmiştir.

5.2.2 Kıvamlaştırıcı türü ve üre miktarının renk verimi, kontür netlikleri ve renk haslıkları üzerindeki etkisi

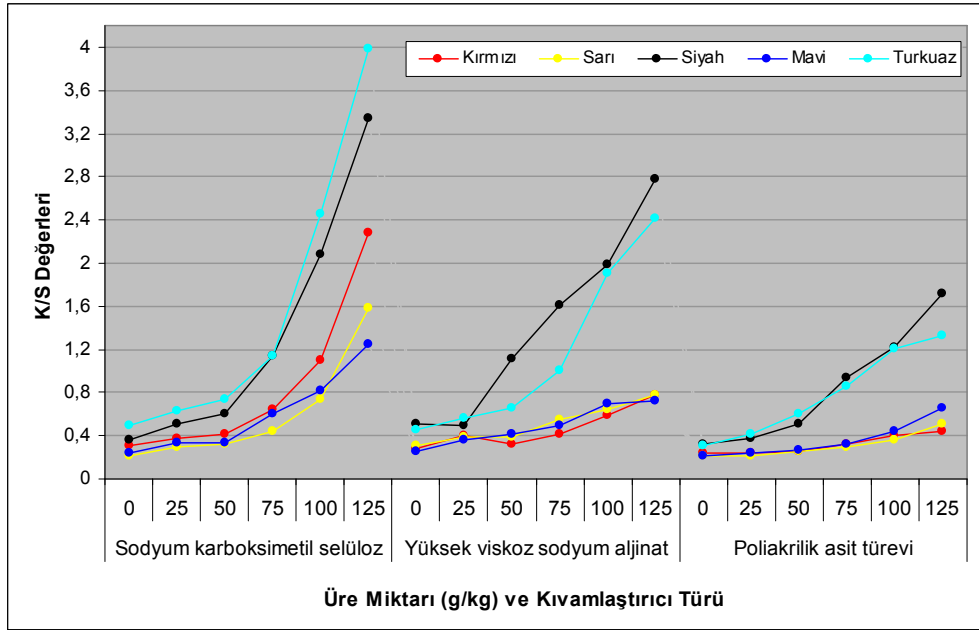
Bu aşamada kumaşlar, sodyum karboksimetil selüloz, yüksek viskoz sodyum aljinat ve poliakrilik asit türevi sentetik kıvamlaştırıcılarla hazırlanan, 20 g/kg sodyum bikarbonat içeren, ancak 0, 25, 50, 75, 100 ve 125 g/kg olmak üzere farklı üre miktarlarının kullanıldığı önilem patları ile emdirilmiş ve ardından bir önceki aşamalarda olduğu gibi ink-jet baskı işlemi, fiksaj ve gerekli ard işlemler uygulanmıştır.

5.2.2.1 Kıvamlaştırıcı türü ve üre miktarının renk verimi üzerindeki etkisi

Baskılı kumaşların hem ön hem de arka yüzünde gerçekleştirilen renk ölçümü sonucunda elde edilen K/S değerleri ortalamalarına ait grafik Şekil 5.2 (a) ve (b)'de verilmektedir.



(a)



(b)

Şekil 5.2 Üre miktarının K/S değerleri üzerindeki etkisi (a) Ön yüzde ölçülen K/S değerleri

(b) Arka yüzde ölçülen K/S değerleri

Şekil 5.2 (a) ve (b)'deki grafiklerde açık bir şekilde görüldüğü üzere, önışlem patındaki üre miktarı ink-jet baskılı kumaşlarda renk verimini etkileyen en önemli parametre olup, K/S değerleri üre miktarındaki değişimlerden büyük ölçüde etkilenmektedir. Bununla birlikte farklı kıvamlaştırıcı türlerinin

kullanılması durumunda K/S değerlerinin üre miktarındaki değişim karşısında gösterdiği eğilim değişmekte, yani farklı kıvamlaştırıcı türlerinde en yüksek renk verimi değerleri farklı miktarlarda üre kullanılması ile elde edilmektedir. Kıvamlaştırıcı olarak sodyum karboksimetil selüloz kullanıldığında en yüksek K/S değerleri kırmızı, sarı ve siyah renkler için 0-25 g/kg, mavi renk için 0-50 g/kg ve turkuaz renk için 25-50 g/kg üre kullanılması ile elde edilmektedir. Kıvamlaştırıcı olarak yüksek viskoz sodyum aljinat kullanıldığında en yüksek K/S değerleri sarı ve mavi renkler için 0-50 g/kg, kırmızı renk için 0-75 g/kg, siyah renk için 0-25 g/kg ve turkuaz renk için 50-75 g/kg üre kullanılması ile elde edilmektedir. Kıvamlaştırıcı olarak poliakrilik asit türevi kullanıldığında ise en yüksek K/S değerleri mavi renk için 50-75 g/kg, sarı renk için 25-125 g/kg, kırmızı renk için 75-125 g/kg, siyah renk için 25-50 g/kg ve turkuaz renk için 75-100 g/kg üre kullanılması ile elde edilmektedir. Bu değerlerin altındaki ve üzerindeki miktarlarda üre kullanılması durumunda ise renk verimi önemli ölçüde düşmektedir.

Tüm kıvamlaştırıcı türleri için turkuaz renkteki baskılarda iyi renk verimi sağlanabilmesi için, diğer renklere oranla daha fazla miktarda üre kullanılması gerekmektedir. Bununla birlikte, üre miktarı optimum seviyelerde kullanıldığında sodyum karboksimetil selüloz ve poliakrilik asit türevi kıvamlaştırıcı ile, yüksek viskoz sodyum aljinata göre bir miktar daha yüksek renk verimi değerleri elde edilebildiğini söylemek mümkündür.

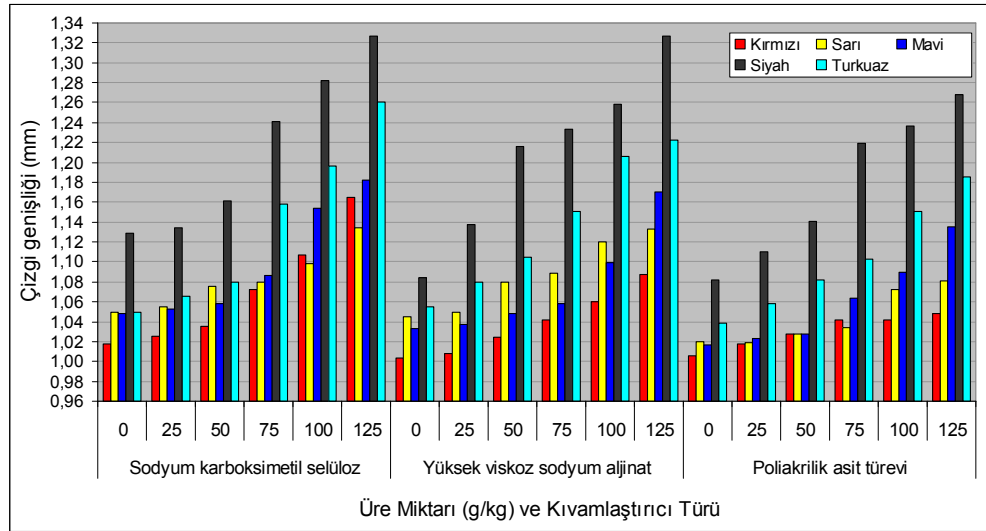
Genel olarak, önişlem patındaki üre miktarı arttığında, buna bağlı olarak kumaşın arka yüzüne boyarmadde penetrasyonu da artmaktadır. Penetrasyondaki bu artış özellikle sodyum karboksimetil selüloz ve yüksek viskoz sodyum aljinat kıvamlaştırıcılarının kullanılması durumunda belirgin olmaktadır. Boyarmaddenin kumaşların arka yüzüne penetrasyonu, üre miktarının artması ile ön yüzdeki renk verimi düşüşünün bir sebebi olarak gösterilebilirse de, bu durumun diğer bir önemli sebebi ürenin nem tutucu özelliğinden kaynaklanmaktadır. Yüksek miktarlarda üre kullanılması buharlama sırasında nem kazanımını fazlasıyla artırmakta, bu da reaktif boyarmaddenin hidrolizine neden olmaktadır.

Bu aşamadaki sonuçlardan hareketle, baskıda üre kullanımının ekolojik olmayan sonuçlar doğurduğu da göz önünde bulundurularak, yeterli renk verimi değerlerinin elde edilebilmesi için önişlem patında kullanılması gereken üre miktarları, kıvamlaştırıcı olarak sodyum karboksimetil selüloz kullanılması durumunda, basılacak desen turkuaz renk içermiyorsa 0 g/kg (üresiz baskı)

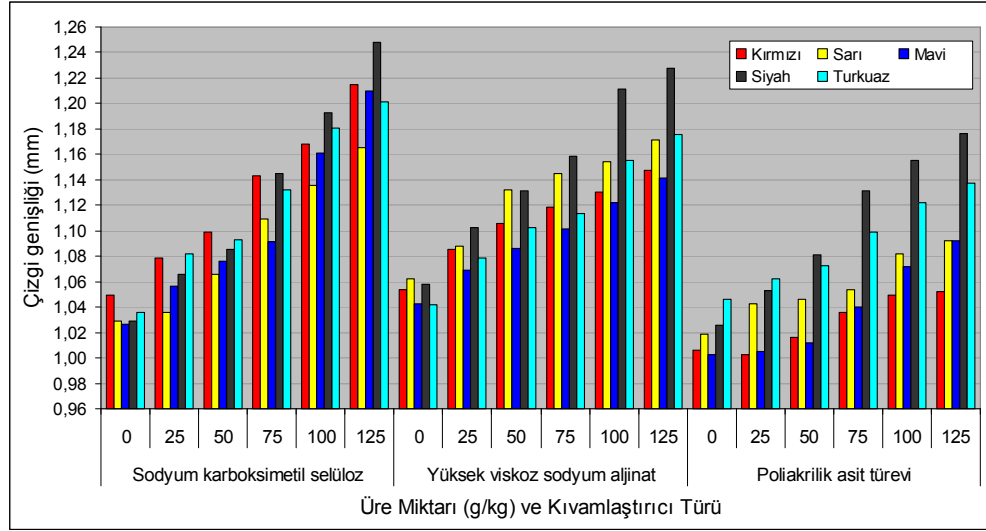
turkuaz içeriyorsa 25 g/kg, benzer şekilde kıvamlaştırıcı olarak yüksek viskoz sodyum aljinat kullanılması durumunda, basılacak desen turkuaz renk içermiyorsa 0-25 g/kg turkuaz içeriyorsa 25-50 g/kg, kıvamlaştırıcı olarak poliakrilik asit türevi kullanılması durumunda ise tüm renkler için 50-75 g/kg olarak belirtilebilmektedir.

5.2.2.2 Kıvamlaştırıcı türü ve üre miktarının kontür netlikleri üzerindeki etkisi

Yapılan ink-jet baskılarda kullanılan desen kontür netliği özelliklerinin de incelenbilmesi amacıyla özel olarak hazırlanmış olup, hem atkı hem de çözgü yönünde 1 mm genişliğinde çizgiler içermektedir. Bu aşamada, kontür netliklerinin sayısal olarak değerlendirilebilmesi amacıyla, kumaşlara basılan bu 1 mm genişliğindeki çizgilerde, farklı önışlemler uygulanması sonrasında meydana gelen değişimler stereomikroskop ile 100 kat büyütülerek ölçülmüş ve sonuçlar Şekil 5.3 (a) ve (b)'de verilmiştir. Ayrıca, yine desende bulunan bir başka şekil (çember içerisinde bulunan 1 rakamı) de taranarak, kontür netliğinin farklı kıvamlaştırıcı türleri ve üre miktarlarına bağlı olarak değişiminin görsel olarak ifade edilebilmesi amacıyla Şekil 5.4'te verilmiştir.



(a)



(b)

Şekil 5.3 Kıvamlaştırıcı türü ve üre miktarının kontür netliği üzerindeki etkisi (a) Çözgü yönündeki çizgi genişlikleri (b) Atkı yönündeki çizgi genişlikleri

0 g/kg üre	25 g/kg üre	50 g/kg üre	75 g/kg üre	100 g/kg üre	125 g/kg üre
Sodyum karboksimetil selüloz					
Yüksek viskoz sodyum aljinat					
Poliakrilik asit türevi					

(a)

0 g/kg üre	25 g/kg üre	50 g/kg üre	75 g/kg üre	100 g/kg üre	125 g/kg üre
					
Sodyum karboksimetil selüloz					
					
Yüksek viskoz sodyum aljinat					
					
Poliakrilik asit türevi					

(b)

0 g/kg üre	25 g/kg üre	50 g/kg üre	75 g/kg üre	100 g/kg üre	125 g/kg üre
					
Sodyum karboksimetil selüloz					
					
Yüksek viskoz sodyum aljinat					
					
Poliakrilik asit türevi					

(c)

0 g/kg üre	25 g/kg üre	50 g/kg üre	75 g/kg üre	100 g/kg üre	125 g/kg üre
					
Sodyum karboksimetil selüloz					
					
Yüksek viskoz sodyum aljinat					
					
Poliakrilik asit türevi					

(d)

0 g/kg üre	25 g/kg üre	50 g/kg üre	75 g/kg üre	100 g/kg üre	125 g/kg üre
					
Sodyum karboksimetil selüloz					
					
Yüksek viskoz sodyum aljinat					
					
Poliakrilik asit türevi					

(e)

Şekil 5.4 Kıvamlaştırıcı türü ve üre miktarının kontür netliği üzerindeki etkisinin kumaşlardaki görüntüleri (a) Turkuaz renkteki değişim (b) Mavi renkteki değişim etkisi (c) Siyah renkteki değişim (d) Kırmızı renkteki değişim etkisi (e) Sarı renkteki değişim

Gerek grafiklerde, gerekse baskılara ait taranmış görüntülerde görüldüğü üzere, kontür netlikleri önişlem patında kullanılan üre miktarından fazlasıyla etkilenmektedir. Önişlem patında kullanılan üre miktarı arttıkça, hem çözgü hem de atkı yönündeki yayılmalar artmakta ve kontür netliği düşmektedir.

Tüm kıvamlaştırıcı türleri ve tüm renkler için en iyi kontür netlikleri üre içermeyen patlarla önişlem görmüş kumaşlara yapılan baskılarda görülmekte olup, üre miktarının artması ile hızla düşmeye başlamaktadır. Bu düşüş özellikle sodyum karboksimetil selüloz ve yüksek viskoz sodyum aljinatın kıvamlaştırıcı olarak kullanılması durumunda belirgin olup, poliakrilik asit türevi kıvamlaştırıcı kullanıldığında yayılma daha az ve kontür netliği daha iyidir.

Kontür netliğinde üre miktarına bağlı olarak meydana gelen düşüş turkuaz ve siyah renklerde oldukça belirgindir. Bu renkler için kıvamlaştırıcı olarak sodyum karboksimetil selüloz ve yüksek viskoz sodyum aljinatın kullanıldığı numunelerde 50 g/kg, poliakrilik asit türevinin kullanıldığı numunelerde ise 75 g/kg üzerindeki üre miktarlarında kötüleşmektedir. Kırmızı, sarı ve mavi renklerde ise kontür netliğindeki üre miktarına bağlı düşüşün turkuaz ve siyah renge göre daha az olduğu söylenebilmektedir. Bu renkler için kontür netliği, kıvamlaştırıcı olarak sodyum karboksimetil selülozun kullanıldığı numunelerde 75 g/kg, yüksek viskoz sodyum aljinatın kullanıldığı numunelerde 100 g/kg üzerindeki üre miktarlarında kötüleşirken, poliakrilik asit türevinin kullanıldığı numunelerde 125 g/kg üre miktarlarında dahi iyi kontür netlikleri elde edilmektedir.

5.2.2.3 Kıvamlaştırıcı türü ve üre miktarının renk haslıkları üzerindeki etkisi

Renk haslığı ölçümleri, tüm numuneler yerine yeterli renk veriminin sağlandığı numunelerde gerçekleştirilmiştir. Bu numunelerdeki baskılara ait yıkama ve sürtünme haslık değerleri Çizelge 5.3’de verilmektedir.

Çizelge 5.3 Baskıların haslık değerleri

Renk	Kıvamlaştırıcı türü	Üre miktarı (g/kg)	Yıkama haslığı		Sürtünme haslığı	
			Renk değişimi	Pamuktaki kirlenme	Kuru	Yaş
Turkuaz	Sodyum karboksimetil selüloz	0	5	5	5	2-3
		25	5	5	5	2
		50	5	5	5	2
		0	5	5	4-5	2-3
	Yüksek viskoz sodyum aljinat	25	5	5	4-5	2-3
		50	4-5	5	5	3
		75	4-5	5	5	3
	Poliakrilik asit türevi	25	5	5	4-5	2-3
		50	5	5	4-5	2-3
		75	5	5	5	3
Mavi	Sodyum karboksimetil selüloz	0	5	5	5	4
		25	5	5	5	4
		50	5	5	5	4-5
		0	5	5	5	4
	Yüksek viskoz sodyum aljinat	25	5	5	5	4
		50	5	5	5	4-5
		75	5	5	5	4-5
	Poliakrilik asit türevi	25	5	5	5	4
		50	5	5	5	4
		75	5	5	5	4
Kırmızı	Sodyum karboksimetil selüloz	0	4-5	5	5	4
		25	5	5	5	3-4
		50	4-5	5	5	4
		0	4-5	5	5	4
	Yüksek viskoz sodyum aljinat	25	4-5	5	5	4
		50	4-5	5	5	4
		75	5	5	5	3-4
	Poliakrilik asit türevi	25	4-5	5	5	3-4
		50	5	5	5	3-4
		75	4-5	5	5	3-4
Sarı	Sodyum karboksimetil selüloz	0	5	5	5	3-4
		25	5	5	5	3
		50	5	5	5	3-4
		0	5	5	5	4
	Yüksek viskoz sodyum aljinat	25	5	5	5	4
		50	5	5	5	4
		75	5	5	5	4-5
	Poliakrilik asit türevi	25	5	5	5	3-4
		50	5	5	5	4
		75	5	5	5	4-5
Siyah	Sodyum karboksimetil selüloz	0	5	5	5	2-3
		25	5	5	5	3
		50	5	5	5	3
		0	5	5	5	3-4
	Yüksek viskoz sodyum aljinat	25	5	5	5	3-4
		50	4-5	5	5	4
		75	5	5	5	4
	Poliakrilik asit türevi	25	5	5	4-5	3
		50	5	5	5	3-4
		75	4-5	5	5	4

Genel olarak tüm baskıların kuru sürtünme haslıkları oldukça iyidir. Ancak önileşim patında bulunan üre miktarı az olduğunda ya da hiç üre kullanılmadığı durumlarda, turkuaz ve siyah renklerde kuru sürtünme haslıklarında 0.5 puanlık düşüşler görülmektedir.

Yaş sürtünme haslık değerleri mavi renkli baskılarda poliakrilik asit türevi kıvamlaştırıcı kullanılması durumunda 4, sodyum karboksimetil selüloz ve yüksek

viskoz sodyum aljinat kullanılması durumunda 4-4.5'tur. Kırmızı renkli baskılarda poliakrilik asit türevi kıvamlaştırıcı kullanılması durumunda 3.5, sodyum karboksimetil selüloz ve yüksek viskoz sodyum aljinat kullanılması durumunda 3.5-4'tür. Sarı renkli baskılarda poliakrilik asit türevi kıvamlaştırıcı kullanılması durumunda 3.5-4.5, sodyum karboksimetil selüloz kullanılması durumunda 3-3.5 ve yüksek viskoz sodyum aljinat kullanılması durumunda 4-4.5'tur. Siyah renkli baskılarda poliakrilik asit türevi kıvamlaştırıcı kullanılması durumunda 3-4, sodyum karboksimetil selüloz kullanılması durumunda 2.5-3 ve yüksek viskoz sodyum aljinat kullanılması durumunda 3.5-4'tür. Turkuaz renkli baskıların haslık değerleri diğer renklere göre daha düşük olup, sodyum karboksimetil selüloz kullanılması durumunda 2-2.5, poliakrilik asit türevi ve yüksek viskoz sodyum aljinat kullanılması durumunda ise 2.5-3'tür.

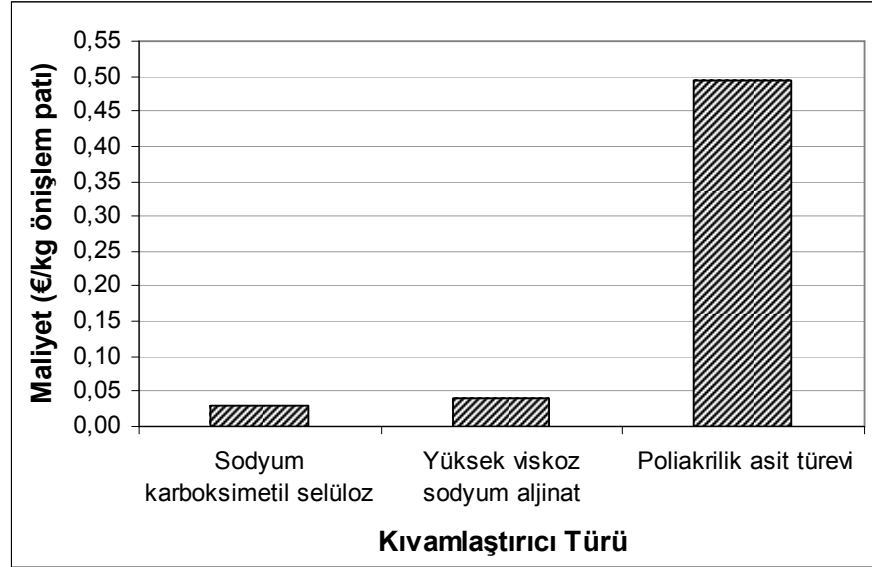
Genel olarak, düşük sürtünme haslığı değerleri önilem patında üre kullanılmaması veya çok az kullanılması durumunda görülmüştür. Haslıkların daha yüksek üre miktarlarında daha iyi olmasının bir nedeni, üre miktarındaki artış ile renk veriminin düşmesi olarak belirtilebilirse de, asıl sebep ürenin penetrasyonu ve boyarmadde moleküllerinin fiksajını artırmasıdır.

Tüm baskıların yıkama haslıklarının ise genel olarak çok iyi olduğunu söylemek mümkündür. Ayrıca kıvamlaştırıcı türü ve üre miktarının yıkama haslıkları üzerinde bir etkisi bulunmadığı görülmektedir. Kuru sürtünme haslıkları üzerinde de kıvamlaştırıcı türünün bir etkisi bulunmamaktadır. Yaş sürtünme haslıklarında ise yüksek viskoz sodyum aljinat kullanılması durumunda bir miktar daha iyi değerlerin elde edildiği görülmüştür. Bu fark 0.5 veya 1.0 puan değeri ile ifade edilebilmektedir. Bu sonuçlar neticesinde haslık özelliklerinin, önilem baskı patında kullanılacak uygun kıvamlaştırıcı türü seçiminde bir etken olmadığını söylemek mümkündür.

Baskıda üre kullanımının ekolojik olmayan sonuçlar doğurduğu da göz önünde bulundurularak, bu aşamada elde edilen sonuçlardan hareketle, hem yüksek renk verimi, hem iyi kontür netlikleri, hem de yüksek haslıklar elde edilebilmesi açısından, her kıvamlaştırıcı türü için önilem patında kullanılması uygun olan belirli üre miktarları belirlenmiştir. Buna göre sodyum karboksimetil selülozun kıvamlaştırıcı olarak kullanılması durumunda 25 g/kg üre, yüksek viskoz sodyum aljinatın kıvamlaştırıcı olarak kullanılması durumunda 25-50 g/kg üre, poliakrilik asit türevinin kıvamlaştırıcı olarak kullanılması durumunda ise 50-75 g/kg üre kullanılması tavsiye edilmektedir.

5.2.3 Kıvamlaştırıcı türlerinin maliyetler açısından karşılaştırılması

Bir önceki aşamada seçilen ve bu aşamada gerçekleştirilen denemelerde kullanılan sodyum karboksimetil selüloz, yüksek viskoz sodyum aljinat ve poliakrilik asit türevi kıvamlaştırıcıların, maliyetler açısından karşılaştırılabilmesi amacıyla 1 kg önişlem baskı patı için gerekli kıvamlaştırıcı maliyetleri hesaplanmış ve Şekil 5.5'te verilmiştir.



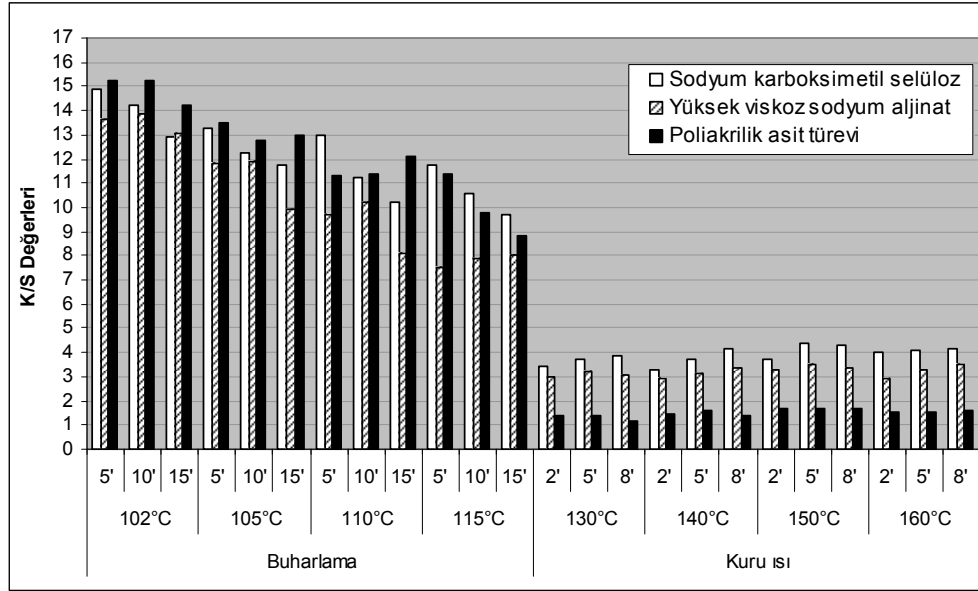
Şekil 5.5 1 kg önişlem patı için gerekli kıvamlaştırıcı maliyetlerinin karşılaştırması.

Grafikte de görüldüğü üzere, poliakrilik asit türevi kıvamlaştırıcı kullanılmasının maliyeti, yüksek viskoz sodyum aljinat kullanılmasından yaklaşık 12 kat, sodyum karboksimetil selüloz kullanılmasından ise yaklaşık 16 kat daha fazladır. Bu nedenle, bu grupta gerçekleştirilen denemelerin sonuçları da göz önünde bulundurulduğunda, sodyum karboksimetil selülozun önişlem baskı patında kıvamlaştırıcı olarak kullanılması ile, hem yüksek renk verimi, iyi kontür netlikleri ve yeterli haslık özellikleri sağlanmakta, hem de diğer kıvamlaştırıcılardan maliyetler açısından daha uygun olmaktadır.

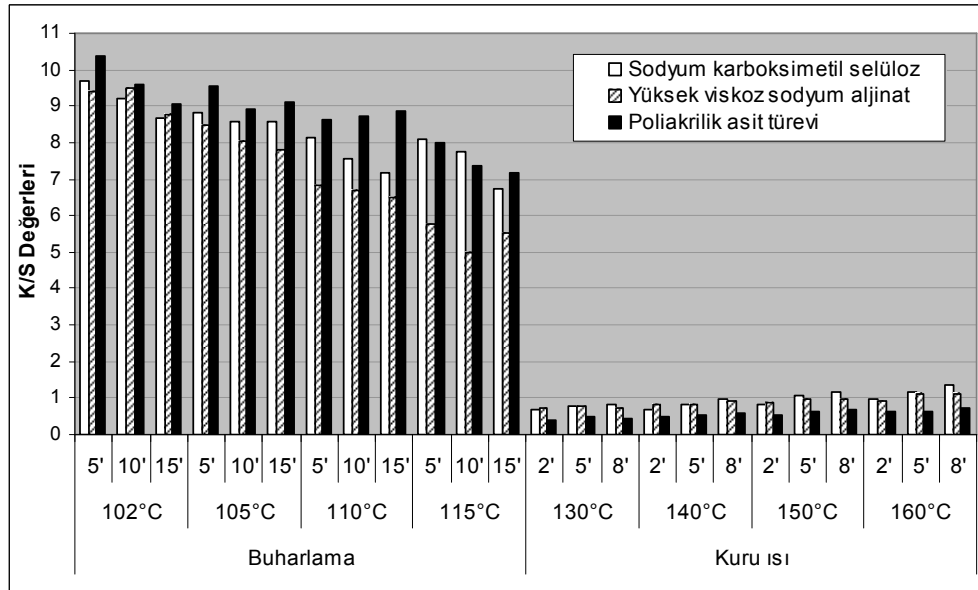
5.3 Optimum Fiksaj Şartlarının Belirlenmesi

Bir önceki aşamada gerçekleştirilen denemeler sonucunda, farklı kıvamlaştırıcı türleri için belirlenen optimum önişlem reçeteleri ile hazırlanan önişlem patları bu aşamadaki numunelere aktarılmış ve ardından farklı fiksaj koşulları ile fiksaj işlemleri uygulanmıştır. Önişlem patları kıvamlaştırıcı olarak

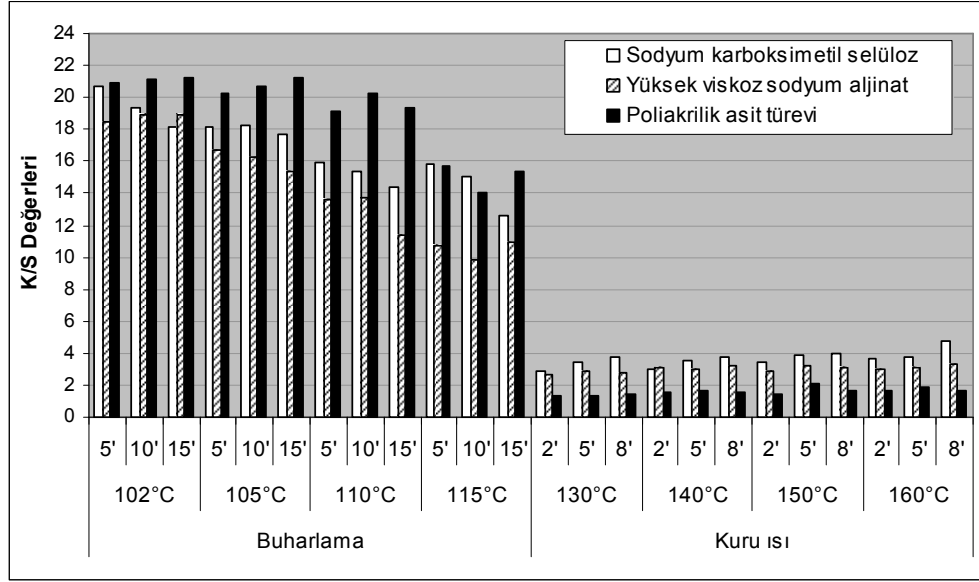
sodyum karboksimetil selüloz kullanılması durumunda 25 g/kg, yüksek viskoz sodyum aljinat kullanılması durumunda 50 g/kg ve poliakrilik asit türevi sentetik kıvamlaştırıcı kullanılması durumunda 75 g/kg üre içermektedir. Uygulanan farklı süre ve sıcaklıklarda fiksaj işlemleri sonrasında kumaşlarda ölçülen renk verimi değerleri Şekil 5.7’de verilmektedir.



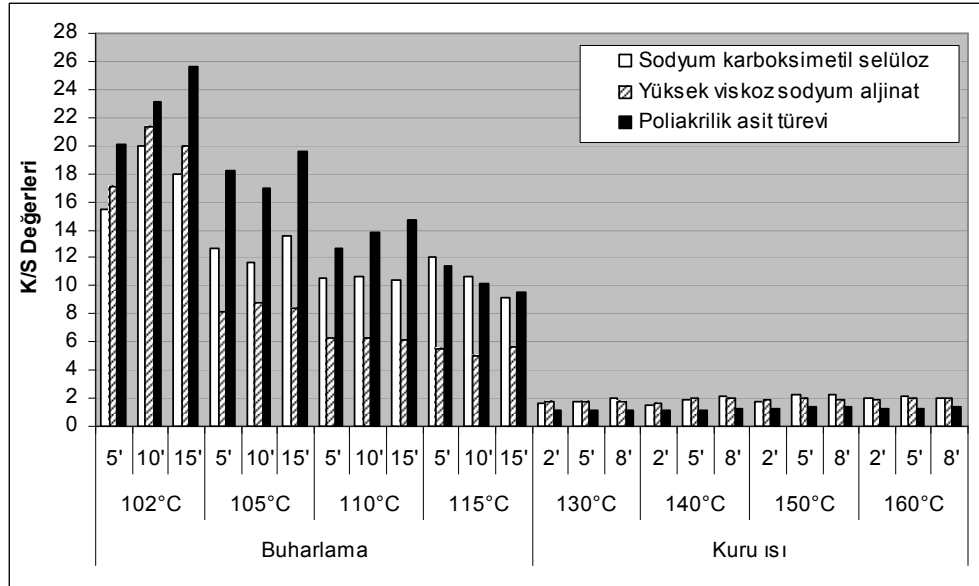
(a)



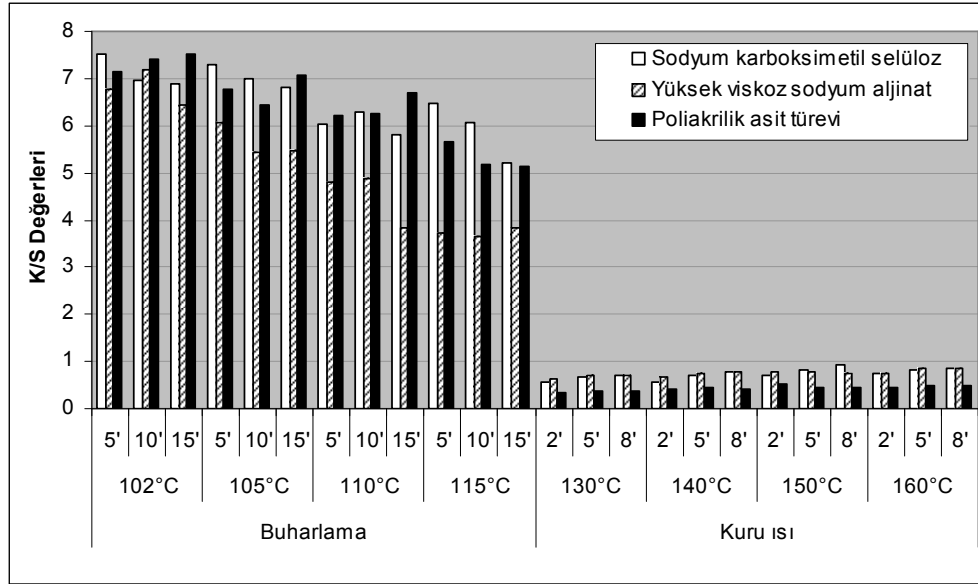
(b)



(c)



(d)



(e)

Şekil 5.6 Fiksaj koşullarının renk verimi üzerindeki etkisi (a) Kırmızı renk için K/S değerleri (b) Sarı renk için K/S değerleri (c) Siyah renk için K/S değerleri (d) Turkuaz renk için K/S değerleri (e) Mavi renk için K/S değerleri

Grafiklerde görüldüğü üzere, tüm kıvamlaştırıcı türleri ve tüm renkler için termofiksaj sonrasında elde edilen renk verimi değerleri buharlama sonrasında elde edilen renk verimi değerlerine kıyasla oldukça düşüktür. Bunun sebebi olarak, düşük miktarlarda üre kullanılması ve bu miktarların termofiksaj için yetersiz kalması gösterilebilir. Çünkü üre termofiksaj sırasında boyarmaddenin liflerin içerisine difüzyonu için gerekli ortamı sağlaması rolü ile büyük önem taşımaktadır.

Fiksaj işleminin buharlama yöntemine göre uygulandığı denemeler incelendiğinde, tüm kıvamlaştırıcı türleri ve tüm renkler için genel olarak sıcaklığın artması ile renk veriminin düştüğü görülmektedir. Süre ise renk ve kıvamlaştırıcı türüne bağlı olarak farklı etkiler meydana getirmektedir. Ayrıca turkuaz renkteki baskıların diğer renklere kıyasla bir miktar daha uzun sürelerde buharlamaya ihtiyaç duyduğu görülmektedir. Önişlem patında kıvamlaştırıcı olarak sodyum karboksimetil selülozun kullanıldığı numunelerde, turkuaz dışındaki tüm renklere buharlama süresi arttıkça renk verimi düşmektedir. En iyi renk verimi değerleri kırmızı, sarı, mavi ve siyah renklere 102°C'ta 5 dakika süre ile yapılan buharlamalar sonucunda elde edilirken, turkuaz renkteki baskılarda 102°C'ta 10 dakika buharlama ile daha iyi verim alınmıştır. Önişlem patında kıvamlaştırıcı olarak yüksek viskoz sodyum aljinatın kullanıldığı numunelerde, süreye bağlı doğrusal bir artış veya azalma görülmemekte ancak

genel olarak orta seviyelerde uygulanan buharlama süreleri tüm renklerde daha iyi sonuçlar vermektedir. En iyi renk verimi değerleri tüm renklerdeki baskılarda 102°C'ta 10 dakika süre ile yapılan buharlamalar sonucunda elde edilmiştir. Önişlem patında poliakrilik asit türevi kıvamlaştırıcının kullanıldığı numunelerde de, süreye bağlı doğrusal bir artış veya azalma görülmemektedir. En iyi renk verimi değerleri kırmızı ve sarı renk baskılarda 102°C'ta 5 dakika, mavi renkteki baskılarda 102°C'ta 10 veya 15 dakika, siyah renkteki baskılarda 102°C'ta 10 veya 15 ya da 105°C'ta 15 dakika, turkuaz renkteki baskılarda ise 102°C'ta 15 dakika süre ile yapılan buharlamalar sonucunda elde edilmiştir.

Sonuç olarak ürenin ekolojik olmaması nedeniyle üre kullanımının en düşük seviyede tutulmasının doğru olacağı düşünüldüğünde, termofiksajın bu düşük üre miktarlarında yetersiz renk verimine neden olması açısından uygun olmadığı görülmektedir. Gerçekleştirilen ink-jet baskı işlemleri sonrasında en uygun fiksaj türü buharlama olup, buharlama sıcaklığının 102°C gibi düşük bir değerde tutulması hem daha iyi renk verimi değerlerinin elde edilmesi hem de enerji tüketimi yönünden olumlu sonuçlar vermektedir. Buharlama süresi ise tüm kıvamlaştırıcı türü ile yapılan önişlemler sonrasında da 10 dakika olarak tavsiye edilmektedir.

6. SONUÇLAR

Reaktif boyarmadde esaslı mürekkeplerle pamuklu kumaşlara uygulanan ink-jet baskılarda renk verimi, kontür netliği, haslık özelliklerinin geliştirilmesini amaçlayan bu çalışma; önişlem patına ilişkin parametrelerin baskıların renk verimi üzerindeki etkilerinin incelenmesi, optimum önişlem patı reçetesinin belirlenmesi ve optimum fiksaj şartlarının belirlenmesi amaçlarını taşıyan 3 grup altında toplanmıştır.

Birinci grupta gerçekleştirilen denemelerde, pamuklu kumaşların reaktif boyarmadde esaslı mürekkeplerle ink-jet basılması için yapılacak önişlemden renk verimini etkileyen temel faktörlerin neler olduğu ile birlikte çeşitli kıvamlaştırıcı türlerinin önişlem patında kullanılabilirliği de araştırılmıştır. Bu aşamada elde edilen sonuçlar aşağıda özetlenmiştir.

Önişlem baskı patında bulunan kıvamlaştırıcı türü, kıvamlaştırıcı miktarı, sodyum bikarbonat miktarı ve üre miktarının, baskıların renk verimi üzerindeki etkisinin incelendiği denemeler sonrasında yapılan istatistiksel analiz sonucunda, önişlem patı içerisinde kullanılan sodyum bikarbonat ve kıvamlaştırıcı miktarlarının $p < 0,05$ düzeyinde istatistiksel olarak renk verimi üzerinde etkisi olmadığı, kıvamlaştırıcı türünün ise kırmızı ve mavi renklerde etkisi olduğu görülmüştür. Yine istatistiksel analiz renk verimini etkileyen temel faktörün önişlem patı içerisinde kullanılan üre miktarı olduğunu ortaya koymuştur.

Üre miktarının renk verimi üzerindeki etkisinin, tüm renkler için başlangıçta pozitif yönde olduğu görülmüş, yani üre miktarı arttıkça renk verimi artmıştır. Ancak belli bir değerin üzerine çıkıldığında renk veriminde düşüş meydana gelmiştir. Bu durum ürenin buharlama sırasındaki nem kazanımını çok fazla artırarak, reaktif boyarmaddelerin hidrolizine neden olması ile açıklanmıştır. Bununla birlikte önişlem patında kullanılması gereken üre miktarının her renk için farklı olduğu, kırmızı, sarı, siyah ve mavi renklerin basılmasında daha az üre miktarları yeterli gelirken ve özellikle 150 g/kg'ın üzerinde üre kullanılması renk verimi üzerinde olumsuz etki yaratırken, turkuaz renk için daha fazla üre kullanılmasının gerektiği ve 150 hatta 200 g/kg üre miktarlarında dahi yüksek renk verimi değerlerinin elde edilebildiği görülmüştür.

Yine bu denemelerde birçok kıvamlaştırıcı türü denenmiş ve bunların içerisinde reaktif boyarmaddelerle pamuklu kumaşların gerek konvansiyonel

gerekse ink-jet basılmasında yaygın olarak kullanılan aljinat türevi kıvamlaştırıcıların ve reaktif boyarmadde esaslı mürekkeplerle ink-jet baskı için özel olarak geliştirilmiş poliakrilik asit türevi sentetik kıvamlaştırıcının yanında, sodyum karboksimetil selülozun kullanıldığı denemelerde de yüksek renk verimi değerlerinin elde edildiği görülmüştür.

İkinci grupta gerçekleştirilen denemelerde yüksek viskoz sodyum aljinat, poliakrilik asit türevi sentetik kıvamlaştırıcı ve sodyum karboksimetil selüloz kıvamlaştırıcıları kullanılmış ve bu kıvamlaştırıcılarla çalışılması durumunda renk verimi, kontür netlikleri ve haslıklar açısından iyi sonuçlar veren baskıların elde edileceği ve maliyetin de göz önünde bulundurulacağı optimum önişlem patı reçeteleri belirlenmeye çalışılmıştır.

Önişlem patı içerisindeki sodyum bikarbonat miktarının renk verimi üzerinde belirgin bir etkisi bulunmamakla birlikte, 20 g/kg sodyum bikarbonat kullanılması durumunda tüm kıvamlaştırıcı türleri ve tüm renkler açısından en iyi sonuçların alındığı görülmüştür.

Önişlem patındaki üre miktarı ink-jet baskılı kumaşlarda renk verimini etkileyen en önemli parametre olup, K/S değerleri üre miktarındaki değişimlerden büyük ölçüde etkilenmektedir. Bununla birlikte farklı kıvamlaştırıcı türlerinin kullanılması durumunda K/S değerlerinin üre miktarındaki değişim karşısında gösterdiği eğilimin değiştiği, yani farklı kıvamlaştırıcı türlerinde en yüksek renk verimi değerleri farklı miktarlarda üre kullanılması ile elde edildiği görülmüştür. Ayrıca tüm kıvamlaştırıcı türleri için turkuaz renkteki baskılarda iyi renk verimi sağlanabilmesi için, diğer renklere oranla daha fazla miktarda üre kullanılması gerekmiştir.

Önişlem patında kullanılan üre miktarının, baskıların kontür netliklerini de önemli derecede etkilediği görülmüştür. Önişlem patında kullanılan üre miktarı arttıkça, hem çözgü hem de atkı yönündeki yayılmalar artmakta ve kontür netliği düşmektedir. Tüm kıvamlaştırıcı türleri ve tüm renkler için en iyi kontür netlikleri üre içermeyen patlarla önişlem görmüş kumaşlara yapılan baskılarda gözlemlenmiş olup, üre miktarının artması ile hızla düşmeye başlamıştır. Bu düşüş özellikle sodyum karboksimetil selüloz ve yüksek viskoz sodyum aljinatın kıvamlaştırıcı olarak kullanılması durumunda belirgin olup, poliakrilik asit türevi kıvamlaştırıcı kullanıldığında yayılma daha az ve kontür netliği daha iyidir.

Kontür netliğinde üre miktarına bağlı olarak meydana gelen düşüşün özellikle turkuaz ve siyah renklerde belirgin olduğu görülmüştür.

Genel olarak tüm baskıların yıkama haslıklarının ve kuru sürtünme haslıklarının oldukça iyi olduğu görülmüştür. Yaş sürtünme haslıklarında ise düşük değerler ile önişlem patında üre kullanılmaması veya çok az kullanılması durumunda karşılaşıldığı görülmüştür. Haslıkların daha yüksek üre miktarlarında daha iyi olmasının bir nedeni, üre miktarındaki artış ile renk veriminin düşmesi olarak belirtilebilirse de, asıl sebep ürenin penetrasyonu ve boyarmadde moleküllerinin fiksajını artırması olarak açıklanmıştır. Bununla birlikte haslık özelliklerinin, önişlem baskı patında kullanılacak uygun kıvamlaştırıcı türü seçiminde bir etken olmadığı görülmüştür.

Baskıda üre kullanımının ekolojik olmayan sonuçlar doğurduğu da göz önünde bulundurularak, bu gruptaki denemelerden elde edilen sonuçlardan hareketle, hem yüksek renk verimi, hem iyi kontür netlikleri, hem de yüksek haslıklar elde edilebilmesi açısından, her kıvamlaştırıcı türü için önişlem patında kullanılması uygun olan belirli üre miktarları belirlenmiştir. Buna göre sodyum karboksimetil selülozun kıvamlaştırıcı olarak kullanılması durumunda 25 g/kg üre, yüksek viskoz sodyum aljinatın kıvamlaştırıcı olarak kullanılması durumunda 25-50 g/kg üre, poliakrilik asit türevinin kıvamlaştırıcı olarak kullanılması durumunda ise 50-75 g/kg üre kullanılması tavsiye edilmiştir.

Sodyum karboksimetil selüloz, yüksek viskoz sodyum aljinat ve poliakrilik asit türevi kıvamlaştırıcıların kullanımları maliyetler açısından karşılaştırılmış ve bunun sonucunda poliakrilik asit türevi kıvamlaştırıcı kullanılması maliyetinin, yüksek viskoz sodyum aljinat kullanılmasından yaklaşık 12 kat, sodyum karboksimetil selüloz kullanılmasından ise yaklaşık 16 kat daha fazla olduğu görülmüştür. Bu nedenle, sodyum karboksimetil selülozun önişlem baskı patında kıvamlaştırıcı olarak kullanılmasının, hem yüksek renk verimi, iyi kontür netlikleri ve yeterli haslık özellikleri sağlanması, hem de diğer kıvamlaştırıcılardan maliyetler açısından daha uygun olması açısından doğru bir seçim olacağı belirtilmiştir.

Üçüncü grupta gerçekleştirilen denemelerde bir önceki aşamada belirlenen optimum önişlem reçeteleri ile işlem gören kumaşlarda, optimum fiksaj şartları tespit edilmeye çalışılmıştır.

Tüm kıvamlaştırıcı türleri ve tüm renkler için termofiksaj sonrasında elde edilen renk verimi değerleri, buharlama sonrasında elde edilen renk verimi değerlerine kıyasla oldukça düşük çıkmıştır. Bunun sebebi, düşük miktarlarda üre kullanılması ve bu miktarların termofiksaj için yetersiz kalması olarak gösterilmiştir.

Fiksaj işleminin buharlama yöntemine göre uygulandığı denemeler incelendiğinde ise, tüm kıvamlaştırıcı türleri ve tüm renkler için genel olarak sıcaklığın artması ile renk veriminin düşmüştür. Ayrıca turkuaz renkteki baskıların diğer renklere kıyasla bir miktar daha uzun sürelerde buharlamaya ihtiyaç duyduğu görülmüştür.

Ürenin ekolojik olmaması nedeniyle üre kullanımının en düşük seviyede tutulmasının doğru olacağı düşünüldüğünde, termofiksajın bu düşük üre miktarlarında düşük renk verimine neden olması açısından uygun olmadığı ve gerçekleştirilen ink-jet baskı işlemlerinin ardından en uygun fiksaj türünün buharlama olduğu belirlenmiştir. Buharlama sıcaklığının ise 102°C gibi düşük bir değerde tutulmasının hem daha iyi renk verimi değerlerinin elde edilmesi hem de enerji tüketimi yönünden olumlu sonuçlar vereceği ortaya konmuştur. Buharlama işleminin ise 10 dakika süre ile gerçekleştirilmesi tavsiye edilmiştir.

Sonuç olarak pamuklu kumaşların reaktif boyarmadde esaslı mürekkeplerle ink-jet basılmasında üç farklı kıvamlaştırıcı türü için üç farklı önışlem reçetesinin kullanıldığı prosesler belirtilmektedir. Bunlar Şekil 6.1, 6.2 ve 6.3'te verilmektedir. Bunlar içerisinde sodyum karboksimetil selülozun kullanıldığı yöntem en ekolojik ve en ekonomik olması sebebiyle tavsiye edilmektedir.

Önişlem Reçetesi 1

Sodyum karboksimetil selüloz (%10'lük)	300 g
Sodyum bikarbonat	20 g
Üre	25 g
Ludigol®	10 g
Su	~
	1000 g

Proses adımları

Önişlem → Kurutma (100°C'ta 2 dakika) → İnk-jet baskı
 → Fiksaj (102°C'ta 10 dakika buharlama) → Ard işlemler

Şekil 6.1 Kıvamlaştırıcı olarak sodyum karboksimetil selülozun kullanıldığı proses ve önişlem reçetesi

Önişlem Reçetesi 2

Yüksek vizkoz sodyum aljinat (%4'lük)	300 g
Sodyum bikarbonat	20 g
Üre	25-50 g
Ludigol®	10 g
Su	~
	1000 g

Proses adımları

Önişlem → Kurutma (100°C'ta 2 dakika) → İnk-jet baskı
 → Fiksaj (102°C'ta 10 dakika buharlama) → Ard işlemler

Şekil 6.2 Kıvamlaştırıcı olarak yüksek viskoz sodyum aljinatın kullanıldığı proses ve önişlem reçetesi

Önişlem Reçetesi 3

Poliakrilik asit türevi	150 g
Sodyum bikarbonat	20 g
Üre	50-75 g
Ludigol®	10 g
Su	~
	1000 g

Proses adımları

Önişlem → Kurutma (100°C'ta 2 dakika) → İnk-jet baskı
 → Fiksaj (102°C'ta 10 dakika buharlama) → Ard işlemler

Şekil 6.3 Kıvamlaştırıcı olarak poliakrilik asit türevinin kullanıldığı proses ve önişlem reçetesi

KAYNAKLAR DİZİNİ

- Ahmed, N.S.E., Youssef, Y.A., El-Shishtawy, R.M. and Mousa, A.A.**, 2006, Urea/alkali free printing of cotton with reactive dyes, *Coloration Technology*, 122:324-328.
- Bae, J.**, 2007, Color in Ink-Jet Printing: Influence of Structurel and Optical Characteristics of Textiles, PhD Thesis, North Carolina State University, 176p (unpublished).
- Baffoun, A., Viallier, P., Dupuis, D. and Haidara, H.**, 2005, Drying morphologies and related wetting and impregnation behaviours of sodium-alginate-urea inkjet printing thickeners, *Carbohydrate Polymers*, 61:103-110.
- Başar, O.**, 2008, Dijital baskı – Resim gibi güzel, *TTTSD*.
- Blank, K.H., Chassagne, J.M. and Reddig, W.**, 2004, Colorants in digital textile printing inks, 64–68, Textile Ink Jet Printing, Dawson, T.L. and Glover, B. (Eds.), Society of Dyers and Colourists, England.
- Brian, G.**, 2005, Reactive dyes for textile printing, *Colorage Annual*, 72p.
- Chen, W., Zhao, S. and Wang, X.**, 2004, Improving the color yield of ink-jet printing on cationized cotton, *Textile Research Journal*, 74(1):68-71.
- Choi, P.S.R., Yuen, C.W.M., Ku, S.K.A. and Kan, C.W.**, 2005, Digital ink-jet printing for chitosan-treated cotton fabric, *Fibres and Polymeres*, 6(3):229-234.
- Daplyn, S. and Lin, L.**, 2003, Evaluation of pigmented ink formulations for jet printing onto textile fabrics, *Pigment & Resin Technology*, 32(5):307-318.
- Dawson, T.L.**, 2006, Digital image design, data encoding and formation of printed images, 147-162, Digital Printing of Textiles, Hujii, H. (Ed.), Woodhead Publishing Limited, Cambridge, England.
- Dawson, T.L.**, 2003, The use of digital systems in textile printing, 321-330, Textile Printing, Miles, L.W.C. (Ed.), Society of Dyers and Colourists, England.
- Dawson, T.L.**, 2001, Spots before the eyes: Can ink jet printers match expectations?, *Coloration Technology*, 117:185-192.
- Dawson, T.L.**, 2000, Ink-jet printing of textiles under the microscope, *JSDC*, 116:52-59.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Dehghani, A., Jahanshah, F., Borman, D., Dennis, K. and Wang, J.**, 2004, Design and engineering challenges for digital ink-jet printing on textiles, *International Journal of Clothing Science and Technology*, 16(1/2):262-273.
- El-Molla, M.M. and El-Sayad, H.S.**, 2001, Rheological behavior of sodium alginate solutions with added divalent metal salts and their use as thickeners in cotton printing with reactive dyes, *Advances in Polymer Technology*, 20(1):58-71.
- Fan, Q., Kim, Y., Lewis, A. and Perruzzi, M.**, 2002, Effects of pre-treatments on print qualities of digital textile printing, NIP18: International Conference on Digital Printing Technologies, IS&T, Springfield, VA, 236p.
- Freche, M., Provost, J., Hees, U., Kluge, M. and Weiser, J.**, 2004, SDC Technical Monograph - Textile Ink Jet Printing, 1st Edition, Society of Dyers and Colorists, England.
- Freire, E.M.**, 2006, Ink jet printing technology (CIJ/DOD), 29-52, Digital Printing of Textiles, Hujii, H. (Ed.), Woodhead Publishing Limited, Cambridge, England
- George, B., Govindaraj, M, Ujiie, H., Wood, D. Freeman, H., Hudson, S. and El-Shafei, A.**, 2003, Integration of fabric formation and coloration processes, NTC Project: C02-PH03, p10.
- Gordon, S.**, 2001, "Color Management and RIP Software for Digital Textile Printing",
http://www.techexchange.com/thelibrary/DTPColorMgmt_RIPS.html
 (Erişim tarihi: 11 Kasım 2009)
- Gregory, P.**, 2004, SDC Technical Monograph - Textile Ink Jet Printing, 1st Edition, Society of Dyers and Colorists, England.
- Habeish, A.A., Ragheb, A.A., Nassar, S.H., Allam, E.E. and Abd El Thalouth, J.I.**, 2006, Technological evaluation of reactive cyclodextrin in cotton printing with reactive and natural dyes, *Journal of Applied Polymer Science*, 102:338-347.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Hawkyard, C.**, 2006, Substrate preparation for ink-jet printing, 201-217, Digital Printing of Textiles, Hujii, H. (Ed.), Woodhead Publishing Limited, Cambridge, England.
- Hees, U., Freche, M., Kluge, M., Provost, J. and Weiser, J.**, 2002, Developments in textile ink-jet printing with pigment inks, NIP18: International Conference on Digital Printing Technologies, IS&T, Springfield, VA, 242–245.
- Hees, U., Freche, M., Kluge, M., Provost, J. and Weiser, J.**, 2003, Textile Ink-Jet Printing with Low Viscosity Pigment Inks, Image Science & Technology NIP19: International Conference on Digital Printing Technologies, New Orleans, LA.
- Hees, U. Freche, M., Provost, J., Kluge, M. and Weiser, J.**, 2004, Textile ink-jet printing with pigment inks, 57–63, Textile Ink Jet Printing, Dawson, T.L. and Glover, B. (Eds.), Society of Dyers and Colourists, England.
- Kanık, M.**, 2008, Dijital tekstil baskı teknolojisine genel bir bakış ve değerlendirme, baskı teknoloji prensipleri ve sınıflandırması, Tekstilde Dijital Baskı Sempozyumu, İstanbul.
- Kanık, M. and Hauser, P.**, 2003, Ink-jet printing of cationised cotton using reactive inks, *Coloration Technology*, 19:230-234.
- Kim, Y.K.**, 2006, Effect of pretreatment on print quality and its measurement, 252-275, Digital Printing of Textiles, Hujii, H. (Ed.), Woodhead Publishing Limited, Cambridge, England.
- King, K.M.**, 2009, Emerging technologies for digital textile printing, *AATCC Review*, 9(8):34-36.
- Le, H.P.**, 1998, Progress and trends in ink-jet printing technology, *Journal of Imaging Science and Technology*, 42(1):49-62.
- Lin, L.**, 2003, Digital printing technology and anti-counterfeit solutions, Pira Conference: Digital Packaging World, London, UK.
- Lin, L. and Bai, X.**, 2004, Ink-jet technology: status quo and future – relevance to surface coatings, *Pigment & Resin Technology*, 33(4):238-244.
- Mathur, A. and Paras, M.S.**, 2006, Textile print-paste thickeners from polysaccharides, *Science Tech Entrepreneur*, 6:11p.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- May-Plumlee, T. and Bae, J.**, 2005, Behavior of prepared-for-print fabrics in digital printing, *Journal of Textile and Apparel, Technology and Management*, 4(3).
- Moser, L.S.**, 2003, ITMA 2003 Review: Textile printing, *Journal of Textile and Apparel, Technology and Management*, 3(3).
- Noguchi, H. and Shirota, K.**, 2006, Formulation of aqueous inkjet ink, 233-251, Digital Printing of Textiles, Hujii, H. (Ed.), Woodhead Publishing Limited, Cambridge, England.
- Oittinen, P. and Saarelma, H.**, 1993, Basic principles related to the influence of the paper surface in printing, 272-275, Recent Progress in Ink-jet Technologies, Rezanka, I. And Eschbach, R. (Eds.), 1st Edition, IS&T, Springfield.
- Park, H., Carr, W.W., Ok, H. and Park, S.**, 2006, Image quality of inkjet printing on poliester fabrics, *Textile Research Journal*, 76(9):720-728.
- Partridge, S.**, 2001, An overview of the digital textile printing market, Digital Textile 2001 Conference, Amsterdam.
- Parys, M. and Garez, I.**, 2002, The future printing will be digital, *Melliand China*, 3.
- Prášil, M.**, 2002a Digital Textile Printing, "Textile Printing", <http://www.ft.tul.cz/depart/ktc/index.php?page=ut> (Erişim tarihi: 26 Kasım 2008)
- Prášil, M.**, 2002b, Reactive Dye Printing, "Textile Printing", <http://www.ft.tul.cz/depart/ktc/index.php?page=ut> (Erişim tarihi: 26 Kasım 2008)
- Prášil, M.**, 2002c, Textile Print Thickeners, "Textile Printing", <http://www.ft.tul.cz/depart/ktc/index.php?page=ut> (Erişim tarihi: 26 Kasım 2008)
- Prášil, M.**, 2002d, Chemical Types Of Thickening Agents, "Textile Printing", <http://www.ft.tul.cz/depart/ktc/index.php?page=ut> (Erişim tarihi: 26 Kasım 2008)
- Provost, J., Freche, M., Hees, U., Kluge, M. and Weiser, J.**, 2004, Ink-textile interactions in ink jet printing-the role of pretreatments, *Textile Ink Jet Printing*, 44.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Provost, J.**, 1992, Effluent improvement by source reduction of chemicals used in textile printing, *JSDC*, 108:260-264.
- Provost, J.**, “Ink Jet Printing on Textiles” <http://provost-inkjet.com/resources/Ink+Jet+Printing+on+Textiles.pdf> (Erişim tarihi: 11 Kasım 2009)
- Rayleigh, L.**, 1878, On the instability of jets, *Proc. London Math. Soc.*, 10:4–13.
- Raymond, M.**, 2006, Industrial production printers - DuPont Artistri™ 2020 textile printing system, 69-83, *Digital Printing of Textiles*, Hujii, H. (Ed.), Woodhead Publishing Limited, Cambridge, England.
- Ross, T.**, 2001, “A Primer in Digital Textile Printing”, www.techexchange.com/thelibrary/DTP101.html (Erişim tarihi: 11 Kasım 2009)
- Sapchookul, L., Shirota, K., Noguchi, H. and Kiatkamjornwong, S.**, 2003, Surface Coatings Int., Part A, *Coatings Journal*, 86(A10):403-410.
- Scrimshaw, J.**, 2008, Niche innovations in digital market, *ATA Journal for Asia on Textile and Apparel*, 5.
- Stork**, 2002, Developments in the Textile Printing Industry 2002, Boxmeer, Netherlands.
- Tarakçıoğlu, I., Özgüney, A.T., Özerdem, A. ve Bilgin, E.**, 2002, Viskon kumaşların reaktif baskısında karşılaşılan sorunların giderilmesi üzerine bir araştırma, TÜBİTAK MİSAG Proje No.157: 1-65
- Tippett, B.G.**, “The Evolution And Progression Of Digital Textile Printing”, AATCC, <http://www.brookstippett.com/docs/Print2002-BGT.pdf> (Erişim tarihi: 11 Kasım 2009)
- Tippett, B.G.**, 2003, “Recent Advancements in Digital Textile Printing”, http://www.thrc-crhit.org/images/ftex2k3/ftex2003_technical2-en.pdf (Erişim tarihi: 11 Kasım 2009)
- Tse, M., Briggs, J., Kim, Y. and Lewis, A.**, 1998, Measuring print quality of digitally printed textiles, International Conference on Digital Printing Technologies, Toronto, Canada. IS&T: The Society of Imaging Science and Technology, Springfield, Virginia, 250–256.
- Tyler, D.J.**, 2005, Textile digital printing technologies, *Textile Progress*, 37(4):1-65.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Yang, Y. and Naarani, V.**, 2004, Effect of steaming conditions on colour and consistency of ink-jet printed cotton using reactive dyes, *Coloration Technology*, 120:127-131.
- Yuen, C.W.M., Ku, S.K.A., Choi, P.S.R. and Kan, C.W.**, 2005, Factors affecting the color yield of an ink-jet printed cotton fabric, *Textile Research Journal*, 75(4):319-325.
- Yuen, C.W.M., Ku, S.K.A., Choi, P.S. and Kan, C.W.**, 2004, The effect of the pretreatment print paste contents on colour yield of an ink-jet printed cotton fabric, *Fibres and Polymeres*, 5(2):117-121.
- Yuen, C.W.M. and Kan, C.W.**, 2007, A study of the properties of ink-jet printed cotton fabric following low-temperature plasma treatment, *Coloration Technology*, 123:96-100.
- Yurdakul, A. ve Atav, R.**, 2006, Boya Baskı Esasları, Ege Üniversitesi Tekstil ve Konfeksiyon Araştırma Uygulama Merkezi Yayını, İzmir.

ÖZGEÇMİŞ

13 Temmuz 1984 yılında İzmir’de doğan Burçin ÜTEBAY, ilk, orta ve lise öğrenimini İzmir’de tamamlamış, 2002 yılında Ege Üniversitesi Tekstil Mühendisliği Bölümü’nü kazanarak yüksek öğrenimine başlamıştır. 1 yıl Almanca hazırlık sınıfına devam etmiştir.

2007 yılında Tekstil Terbiyesi ve Kimyası Opsiyonu’ndan “Tekstil Mühendisi” ünvanıyla mezun olmuş ve aynı yıl Ege Üniversitesi Tekstil Mühendisliği Bölümü’nde yüksek lisans öğrenimine başlamıştır.