

**T.C.
PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
TEKSTİL MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**PROTEİN LİFLERİNİN BASKISINDA İNK JET BASKI
TEKNOLOJİSİNİN KULLANIMI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

MEHMET ÇETİN

DENİZLİ, AĞUSTOS - 2019

**T.C.
PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
TEKSTİL MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**



**PROTEİN LİFLERİNİN BASKISINDA İNK-JET BASKI
TEKNOLOJİSİNİN KULLANIMI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

MEHMET ÇETİN

DENİZLİ, AĞUSTOS - 2019

KABUL VE ONAY SAYFASI

Mehmet Çetin tarafından hazırlanan “PROTEİN LİFLERİNİN BASKISINDA İNK JET BASKI TEKNOLOJİSİNİN KULLANIMI” adlı tez çalışmasının savunma sınavı 27.08.2019 tarihinde yapılmış olup aşağıda verilen jüri tarafından oy birliği / ~~oy çokluğu~~ ile Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

İmza

Danışman

Doç. Dr. Arzu YAVAŞ

Üye

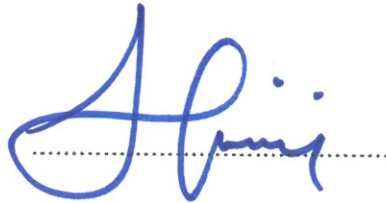
Prof. Dr. Arif Taner ÖZGÜNEY

Üye

Prof. Dr. Osman Ozan AVINÇ



Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun 04/03/2019 tarih ve 35/30... sayılı kararıyla onaylanmıştır.



Prof. Dr. Uğur YÜCEL

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

**Bu tez alışması PAÜ Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü
Birimi tarafından 2018FEBE031 nolu proje ile desteklenmiştir.**

Bu tezin tasarımı, hazırlanması, yürütülmesi, araştırmalarının yapılması ve bulgularının analizlerinde bilimsel etiğe ve akademik kurallara özenle riayet edildiğini; bu çalışmanın doğrudan birincil ürünü olmayan bulguların, verilerin ve materyallerin bilimsel etiğe uygun olarak kaynak gösterildiğini ve alıntı yapılan çalışmalara atfedildiğine beyan ederim.

MEHMET ÇETİN



ÖZET

**PROTEİN LİFLERİNİN BASKISINDA İNK-JET BASKI
TEKNOLOJİSİNİN KULLANIMI
YÜKSEK LİSANS TEZİ
MEHMET ÇETİN
PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
TEKSTİL MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

(TEZ DANIŞMANI:DOÇ. DR. ARZU YAVAŞ)

DENİZLİ, AĞUSTOS - 2019

İnk jet baskı teknolojisi tekstil baskı sektörü için hem çevre hem de üretim açısından geleceğin teknolojisi olarak kabul edilmektedir. İnk jet baskı; hızla değişen moda sonucu talep edilen çok renkli desen çevreye daha duyarlı bir üretim teknolojisi ile çok daha kısa sürelerde üretmeyi mümkün kılmaktadır. Geleneksel baskıda yardımcı maddeler, boyarmaddenin fiksajı için gerekli kimyasal maddeler baskı patına dahil edilmektedir. İnk jet reaktif baskıda ise baskı kafasına bağlı kısıtlamalar nedeniyle ink jet olarak basılacak tekstil ürünleri ön işleme tabi tutulmaktadır. Bu tez çalışmasında % 100 ipek kumaşa ink jet reaktif baskı yapılmıştır. İnk jet baskıda kullanılan farklı kıvam maddelerinin ve karışımlarının baskılı ipek kumaşların renk verimine, haslıklarına, kontür netliğine, tutumlarına etkileri incelenmiştir. 6 renkli (kapalı) ve 4 renkli (açık desen) iki desen hem klasik rotasyon baskı makinesinde hem de ink jet baskı makinesinde basılarak maliyet karşılaştırması yapılmıştır. Çalışmanın sonuçlarına göre; ipek kumaşların ink jet reaktif baskısında daha iyi renk verimleri ve kaliteli baskılar için ön işlem patında alginat ve sentetik kıvam maddelerinin birlikte kullanılması önerilmektedir.

ANAHTAR KELİMELELER: İnk jet tekstil baskıcılığı, ön işlem, reaktif baskı, ipek kumaş, renk verimi, penetrasyon derecesi, kontür netliği

ABSTRACT

INK JET (DIGITAL) PRINTING OF PROTEIN FIBERS

MSC THESIS

MEHMET ÇETİN

PAMUKKALE UNIVERSITY INSTITUTE OF SCIENCE

TEXTİLE ENGINEERING

(SUPERVISOR:ASSOC. PROF. DR. ARZU YAVAŞ)

DENİZLİ, AUGUST 2019

Ink jet printing technology is accepted as the future technology for textile printing sector both in terms of environment and production. As a result of the rapidly changing fashion, ink jet printing render possible the production multi-colored pattern demands with a more environmentally sensitive production technology in a shorter time. Auxiliary products, chemicals required for fixing the dyestuff are included in the printing paste, in conventional printing. Textile products to be printed digitally are pre-treated due to restrictions connected to the print head in digital reactive printing. In this thesis, ink jet reactive printing was performed on 100% silk fabric. The effects of different consistency materials and blends used in ink jet printing on color yield, fastness, contour clarity and attitude of printed silk fabrics were investigated. Two patterns in 6 and 4-colors were printed on both a conventional rotary printing machine and a digital printing machine, and cost comparisons were made. According to the results of the study, it is recommended to use together alginate and synthetic thickeners in pre-treatment paste for better color yields and quality prints in ink jet reactive printing of silk fabrics.

KEYWORDS: Ink jet textile printing, pretreatment, reactive printing, silk fabric, color strenght, dye penetration, contour sharpness

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET.....	i
ABSTRACT	ii
İÇİNDEKİLER	iii
ŞEKİL LİSTESİ.....	v
TABLO LİSTESİ	vii
SEMBOL LİSTESİ	viii
ÖNSÖZ.....	ix
1. GİRİŞ.....	1
2. İNK JET BASKI TEKNOLOJİSİ	4
2.1 İnk Jet Tekstil Baskıcılığı.....	4
2.2 Tekstilde Kullanılan İnk Jet Baskı Teknolojileri	9
2.2.1 Kesiksiz İnk Jet Teknolojisi.....	10
2.2.2 Kesikli (Drop – on – Demand DOD) İnk Jet Teknolojisi.....	11
2.2.2.1 Piezoelektrik İnk Jet (PIJ) Baskı Kafaları.....	12
2.2.2.2 Termal İnk Jet (TIJ) Baskı Kafaları	15
2.3 İnk Jet Baskı Makinelerinin Gelişim Süreci.....	16
2.4 İnk Jet Baskıda Kullanılan Mürekkepler	20
2.5 İnk Jet Baskıda Ön İşlem.....	26
2.5.1 Sıvayarak Pat Uygulama.....	28
2.5.2 Püskürterek Pat Uygulama.....	28
2.6 İnk Jet Reaktif Baskı	30
2.6.1.1 Kimyasal Ön İşlem.....	30
2.6.1.1.1 Alkali	31
2.6.1.1.2 Üre	31
2.6.1.1.3 Anti Redüksiyon (indirgenmeyi engelleyici) madde	32
2.6.1.2 Mekanik Ön İşlem.....	32
2.6.2 Ard İşlemler	33
2.7 Dijital Baskıda Ön İşlemin Önemi Ve Akademik Çalışmalar.....	34
2.8 İpek Lifleri.....	36
2.8.1 İpekböceği Türüne Göre İpek Lifleri Çeşitleri:	37
2.8.1.1 Bombyx Mori (Mulberry) İpek Lifleri	37
2.8.1.2 Tasar İpek Lifleri.....	38
2.8.1.3 Muga İpek Lifleri	38
2.8.1.4 Eri İpek Lifleri.....	39
2.8.2 Serisinin Uzaklaştırma Miktarına Bağlı Olarak İpek Çeşitleri	39
2.8.2.1 Pişmiş İpek (Kuit)	39
2.8.2.2 Suple İpek.....	39
2.8.2.3 Ekru İpek.....	39
3. MATERYAL VE YÖNTEM	41
3.1 Materyal.....	41
3.1.1 Kullanılan Kumaş Özellikleri	41
3.1.2 Kullanılan Mürekkepler, Kimyasallar ve Yardımcı Kimyasallar	41
3.1.3 Kullanılan Cihazlar ve Makineler	42
3.2 Yöntem	43

3.2.1	Ön İşlemin %100 Doğal ve Sentetik Kıvamlaştırıcılar ile Yapıldığı Deneylerde Kumaşlara Uygulanan Ön İşlem Patları	44
3.2.2	Ön İşlemin Doğal ve Sentetik Kıvamlaştırıcı Karışımları ile Yapıldığı Deneylerde Kumaşlara Uygulanan Ön İşlem Patları.....	44
3.2.3	Uygulanan Testler ve Yapılan Ölçümler	45
4.	BULGULAR	48
4.1	Ön İşlemin %100 Doğal ve Sentetik Kıvamlaştırıcılar ile Yapıldığı Deneylere Ait Sonuçlar	48
4.1.1	Viskozite Sonuçlarının Değerlendirilmesi.....	48
4.1.2	Beyazlık – Sarılık Sonuçları Değerlendirmesi.....	48
4.1.3	Dairesel Eğilme Dayanımı Sonuçlarının Değerlendirilmesi	49
4.1.4	Renk Ölçümü ve Penetrasyon Sonuçlarının Değerlendirilmesi ..	50
4.1.5	Kontür Netliği Sonuçlarının Değerlendirilmesi.....	56
4.1.6	Haslık Sonuçlarının Değerlendirilmesi.....	60
4.1.6.1	Yıkama Haslığı Sonuçları	60
4.1.6.2	Sürtme Haslığı Sonuçları	61
4.2	Ön İşlemin Doğal ve Sentetik Kıvamlaştırıcı Karışımları ile Yapıldığı Deneylere Ait Sonuçlar	62
4.2.1	Viskozite Sonuçlarının Değerlendirilmesi.....	62
4.2.2	Beyazlık-Sarılık Sonuçlarının Değerlendirilmesi	63
4.2.3	Dairesel Eğilme Dayanımı Sonuçlarının Değerlendirilmesi.....	63
4.2.4	Renk Ölçümü ve Penetrasyon Sonuçlarının Değerlendirilmesi ..	64
4.2.5	Kontür Netliği Sonuçlarının Değerlendirilmesi.....	68
4.2.6	Haslık Sonuçlarının Değerlendirilmesi.....	73
4.2.6.1	Yıkama Haslığı Sonuçları	73
4.2.6.2	Sürtme Haslığı Sonuçları	74
4.3	Maliyetlerin Karşılaştırılması.....	75
5.	SONUÇ VE ÖNERİLER	94
6.	KAYNAKLAR.....	97
7.	ÖZGEÇMİŞ.....	102

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 1.1: Tekstil baskı teknolojilerinin kullanım oranı.....	2
Şekil 1.2: Dünyada baskılı tekstillerin itibariyle üretim miktarları ve üretim yerleri.....	2
Şekil 2.1: İnk jet baskıda mürekkep, baskı kafası ve ortam etkileşimi.....	5
Şekil 2.2: Geleneksel ve ink jet baskının karşılaştırılması.....	6
Şekil 2.3: İnk jet baskının uygulandığı tekstil ürün grupları.....	6
Şekil 2.4: Tekstilde kullanılan ink jet baskı teknolojilerinin sınıflandırılması...	10
Şekil 2.5: Piezoelektrik ink jet baskı kafasının çalışma şekli.....	13
Şekil 2.6: Piezoelektrik sistemi.....	15
Şekil 2.7: İnk jet tekstil baskıcılığında kullanılan mürekkepler.....	22
Şekil 2.8: İnk jet baskıda kullanılan mürekkepler.....	23
Şekil 2.9: Monoklortriazin tipinde reaktif boyarmaddenin yapısı.....	24
Şekil 2.10: Nükleofil süstitüsyon reaksiyonu.....	25
Şekil 2.11: Nükleofil adisyon reaksiyonu.....	25
Şekil 2.12: Ön işlemsiz kumaşlarda yıldız damla oluşumu.....	29
Şekil 2.13: Basılan boya damlasının ön işlemsiz (solda) ön işlemlili difüzyonu..	29
Şekil 2.14: Kalandır makinesi ile mekanik ön işlem.....	33
Şekil 2.15: İpek lifinin enine kesit görüntüsü.....	37
Şekil 3.1: Çalışmada uygulanan proses adımları.....	43
Şekil 4.1: Ön işlem flotteleri ile emdirilen numunelerin beyazlık dereceleri, sarılık indeksleri.....	49
Şekil 4.2: Siyah renk baskılarına ait renk verimi (K/S).....	50
Şekil 4.3: Sarı renk baskılarına ait renk verimi (K/S) değerleri.....	51
Şekil 4.4: Magenta renk baskılarına ait renk verimi (K/S) değerleri.....	51
Şekil 4.5: Cyan renk baskılara ait renk verimi (K/S) değerleri.....	51
Şekil 4.6: Baskılı ipek kumaşların ön işlem reçetelerine göre penetrasyon (%).....	56
Şekil 4.7: Kontürlerin değerlendirilmesi için ink jet baskı yapılmış ipek kumaşın görüntüsü.....	57
Şekil 4.8: Çözgü yönünde basılan ince ve kalın çizgilerin mikroskop görüntüleri ve genişlik ölçüm değerleri.....	58
Şekil 4.9: Atkı yönünde basılan ince ve kalın çizgilerin mikroskop görüntüleri ve genişlik ölçüm değerleri.....	59
Şekil 4.10: Atkı ve çözgü yönündeki ince/kalın çizgideki kontür netliği.....	60
Şekil 4.11: Ön işlemin doğal ve poliakrilik asit türevi esaslı sentetik kıvamlaştırıcı karışımları ile yapıldığı baskıların ön yüz renk verimi değerleri...	67
Şekil 4.12: Ön işlemin doğal ve poliakrilik asit türevi esaslı sentetik kıvamlaştırıcı karışımları ile yapıldığı baskıların arka yüz renk verimi değerleri.....	67
Şekil 4.13: Reçete A ile ön işlem yapılmış baskılı numunelerin atkı yönündeki çizgi genişlikleri.....	68
Şekil 4.14: Reçete A ile ön işlem yapılmış baskılı numunelerin çözgü yönündeki çizgi genişlikleri.....	68
Şekil 4.15: Reçete B ile ön işlem yapılmış baskılı numunelerin atkı yönündeki çizgi genişlikleri.....	68

Şekil 4.16: Reçete B ile ön işlem yapılmış baskılı numunelerin çözgü yönündeki çizgi genişlikleri.....	69
Şekil 4.17: Reçete C ile ön işlem yapılmış baskılı numunelerin atkı yönündeki çizgi genişlikleri.....	69
Şekil 4.18: Reçete C ile ön işlem yapılmış baskılı numunelerin çözgü yönündeki çizgi genişlikleri.....	69
Şekil 4.19: Reçete D ile ön işlem yapılmış baskılı numunelerin atkı yönündeki çizgi genişlikleri.....	70
Şekil 4.20: Reçete D ile ön işlem yapılmış baskılı numunelerin çözgü yönündeki çizgi genişlikleri.....	70
Şekil 4.21: Reçete E ile ön işlem yapılmış baskılı numunelerin atkı yönündeki çizgi genişlikleri.....	70
Şekil 4.22: Reçete E ile ön işlem yapılmış baskılı numunelerin çözgü yönündeki çizgi genişlikleri.....	71
Şekil 4.23: Reçete F ile ön işlem yapılmış baskılı numunelerin atkı yönündeki çizgi genişlikleri.....	71
Şekil 4.24: Reçete F ile ön işlem yapılmış baskılı numunelerin çözgü yönündeki çizgi genişlikleri.....	71
Şekil 4.25: Ön işlemin doğal ve sentetik kıvamlaştırıcı karışımları ile yapıldığı baskıların atkı ve çözgü yönündeki çizgi genişlikleri (mm).....	73
Şekil 4.26: Seçilen kıvamlaştırıcı kombinasyonlarını içeren ön işlem reçetelerine göre farklı çözünürlükte ink jet baskı yapılan %100 ipek kumaşların görüntüleri.....	76

TABLO LİSTESİ

Sayfa

Tablo 2.1: İnk jet baskının özellikleri, avantajları ve dezavantajları.....	8
Tablo 2.2: Rotasyon baskının özellikleri, avantajları ve dezavantajları	9
Tablo 2.3: Tek geçişli ink jet baskı makinelerinde kullanılan baskı kafaları... 30	
Tablo 2.4: Su bazlı mürekkeplerin genel formülasyonu.....	21
Tablo 2.5: İnk jet tekstil baskıcılığında kullanılan mürekkepler ve bu mürekkeplerle uyumlu lifler.....	22
Tablo 2.6: İnk jet baskı makineleri kategorilerine göre mürekkeplerin uygunluğu.....	23
Tablo 2.7: Liflere ve mürekkeplere göre ön işlem gerekliliği.....	29
Tablo 2.8: Ön işlemlili ve ön işlemsiz kumaşlar arasındaki farklar.....	30
Tablo 3.1: Çalışmada uygulanan ön işlem reçeteleri.....	44
Tablo 3.2: Çalışmada 2. aşamada uygulanan ön işlem patları.....	44
Tablo 4.1: Ön işlem patlarının pH ve viskozite sonuçları.....	48
Tablo 4.2: Ön işlem patları ipek kumaşların beyazlık derecesi.....	48
Tablo 4.3: Baskılı ipek kumaşların sertlik değerleri.....	50
Tablo 4.4: Ön işlem patları aktarılmış ipek kumaşların renk değerleri.....	52
Tablo 4.5: Ön işlem patları aktarılmış ipek kumaşların penetrasyon değerleri.....	53
Tablo 4.6: Baskılı numunelerin ön ve arka yüz görünümeleri.....	54
Tablo 4.7: Farklı ön işlem reçetelerinin kontür netliklerine etkisi.....	56
Tablo 4.8: Ön işlem patları aktarılmış ipek kumaşların yıkama haslığı değerleri.....	60
Tablo 4.9: Farklı ön işlem patları aktarılmış ipek kumaşların sürtme haslığı değerleri.....	61
Tablo 4.10: İpek kumaşa aktarılabacak olan ön işlem patlarına ait pH ve viskozite değerleri.....	62
Tablo 4.11: Ön işlem patları aktarılmış ipek kumaşların beyazlık dereceleri..	63
Tablo 4.12: Baskılı ipek kumaşların sertlik değerleri.....	63
Tablo 4.13: Ön işlemin doğal ve sentetik kıvamlaştırıcı karışımları ile yapıldığı baskıların renk verimi (K/S) değerleri.....	64
Tablo 4.14: Ön işlemin doğal ve sentetik kıvamlaştırıcı karışımları ile yapıldığı baskıların renk değerleri.....	66
Tablo 4.15: Ön işlemin doğal ve sentetik kıvamlaştırıcı karışımları ile yapıldığı baskıların atkı ve çözgü yönündeki çizgi genişlikleri.....	72
Tablo 4.16: Ön işlemin %100 doğal ve sentetik kıvamlaştırıcılar ile yapıldığı baskıların atkı ve çözgü yönündeki çizgi genişlikleri.....	72
Tablo 4.17: Ön işlem patları aktarılmış ipek kumaşların yıkama haslığı değerleri.....	73
Tablo 4.18: Ön işlem patları çift aktarılmış baskılı ipek kumaşların sürtme haslığı değerleri.....	74
Tablo 4.19: Seçilen kıvamlaştırıcı kombinasyonlarını içeren ön işlem reçetelerine göre farklı çözünürlükte ink jet baskı yapılan %100 ipek kumaşların renk verimi (K/S) değerleri.....	77
Tablo 4.20: 6 ve 4 renkli bir desen için rotasyon ve ink jet baskı maliyetlerinin karşılaştırılması.....	92

SEMBOL LİSTESİ

R: Maksimum absorbsiyon dalga boyundaki ($\lambda_{\max}$) reflektans
K : Absorsiyon katsayısı
S : Yansımaya katsayısı
L*: Açıklık/koyuluk değeri
a*: Kırmızılık/yeşillik değeri
b*: Sarılık/mavilik değeri
Q : Gereken ısı
m: Kütle
c_p : Özgül ısı
T₂ : Son sıcaklık birimi
T₁ : İlk sıcaklık birimi
Le : Suyun buharlaşma ısısı
Pl: Pikolitre
Af: Aktarılan flote

ÖNSÖZ

Bu çalışmamda değerli bilgilerini esirgemeyen, planlamasından, tezin yürütülmesinden ve son halini alıncaya kadar göstermiş olduğu yönlendirme ve bilgilendirmeleriyle tezi bilimsel bir bakış açısıyla şekillendiren sayın hocam Doç. Dr. Arzu YAVAŞ'a sonsuz teşekkür ederim. Çalışmam boyunca iş hayatının yoğun olarak getirmiş olduğu tüm zaman kısıtlamalarına rağmen bu çalışmanın tüm aşamalarında manevi desteğini esirgemeyen hayat arkadaşım Zehra ÇETİN'e ve enerji kaynağım oğlum Nuh Aras'a teşekkürlerimi sunarım.

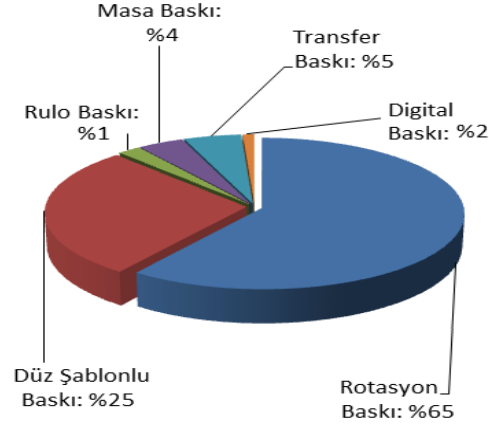
Tez denemelerim için yapmış olduğum çalışmalarında tüm imkanlarından yararlanmış olduğum 10 yıldır severek çalıştığım değerli firmam ALTINBAŞAK TEKSTİLE ve Yönetim Kurulu Başkanımız Mehmet ÇALIŞKAN beye teşekkürü bir borç bilirim.

1. GİRİŞ

Tekstil baskıcılığı, bölgesel boyama olarak tanımlanmaktadır. Tekstil baskısı, medeniyetler tarihi kadar eskidir. Arkeolojik bulgulara göre, oyuklu blok baskı 4. yüz yılda Çin'de ortaya çıkmıştır. Milattan sonra 400 ve 600 yıllarına ait kıyafetler ve tahta baskı blokları Mısır bölgesinde bulunmuştur. Tekstil baskısı, medeniyetler tarihi kadar eskidir. Arkeolojik bulgulara göre, oyuklu blok baskı 4. yüz yılda Çin'de ortaya çıkmıştır. Milattan sonra 400 ve 600 arasında tarihlenen, tam kıyafetler ve tahta baskı blokları, Yukarı Mısır bölgesinde bulunmuştur. Özellikle, tekstil blok baskı tekniği 12 yy. da Hindistan'da yayılmış ve gelişmiştir.

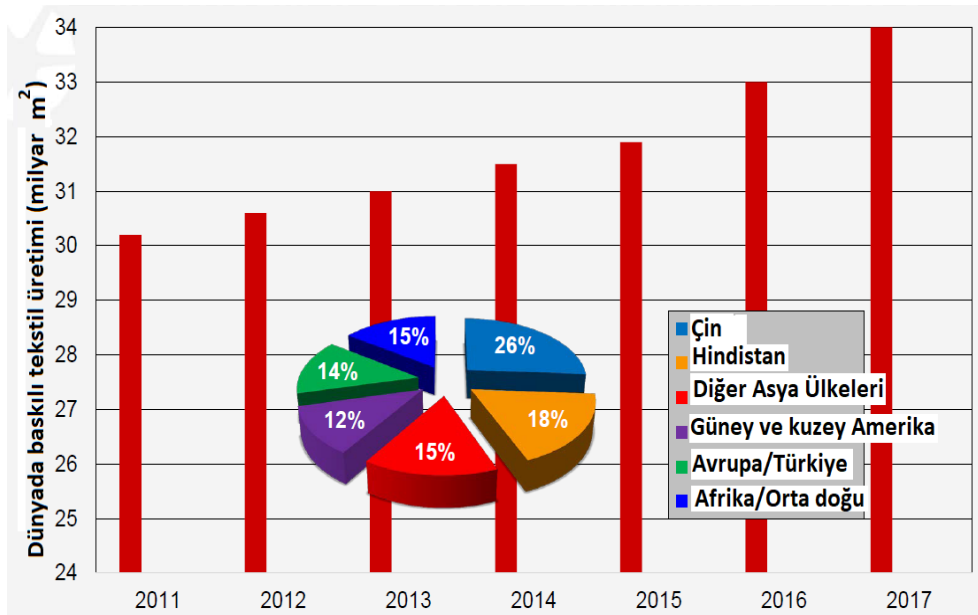
Desenli kumaşlar dokuma, örme ve baskı tekniğine göre üretilebilmektedir. Ancak dokuma ve örme ile desenli kumaş üretimi baskı yöntemine göre daha pahalı ve daha zordur. Baskı yöntemi ile daha kolay ve düşük maliyetle üretim yapmak mümkün hale gelmektedir. Ayrıca büyük pano desenler, çok ince ayrıntılı kontürlü desenler, yarı tonlu desenler sadece baskı teknikleriyle üretilebilmektedir.

Tekstil baskı üretimin tamamına yakınının rotasyon baskı ve filmdruck (düz şablonlu) baskı makinelerinde yapılmaktadır. Rotasyon şablon baskıcılığı ise konvansiyonel baskı yöntemleri arasında %78 gibi bir üretim payına sahiptir. Şablon (Şekil 1.1) baskıcılığının üretim hızının yüksek olması ve uzun metraj baskılarda maliyetler açısından daha ekonomik olması nedeniyle çok önemli avantajları bulunmaktadır. Konvansiyonel şablon baskıcılığının sanayi çağında geliştirilmiş olması ve yüksek miktarlarda, kitlesel üretim esasına dayanmasından dolayı dijital baskı makinelerine göre çok daha hızlı ve ekonomik bir teknolojidir (Kim 2006).



Şekil 1.1: Tekstil baskı teknolojilerinin kullanım oranı (Kanık 2015)

Dünyada baskılı tekstillerin üretimi yıllar itibariyle artmakta ve üretimin büyük bir kısmı Çin’de yapılmakta, Çin’i Hindistan takip etmektedir (Şekil 1.2).



Şekil 1.2: Dünyada baskılı tekstillerin yıllar itibariyle üretim miktarları ve üretim yerleri (https://druckingenieur.de/wp-content/uploads/2017/01/DyStar_VDD-Pr%C3%A4sentation_Darmstadt_19-01-2017.pdf)

Tekstil baskıcılığı; moda ya bağlı olarak talep gören bir endüstri olması nedeniyle moda endüstrilerinin gerektirdiği daha az miktarlarda baskı ve desen zenginliğinin artması gibi etkenler, baskıcıları değişimlere karşı daha hızlı cevap vermeye zorlamaktadır. Filmdruck veya rotasyon gibi geleneksel baskı sistemlerinin tersine, dijital ortamda hazırlanan desenler, şablona gerek kalmaksızın ink jet teknolojisi ile basılabilmektedir. Diğer taraftan, şablon baskı teknolojilerinin ortalama

hızlarının yüksek olmasına rağmen yüksek kumaş ve pat sarfiyatı, yüksek şablon hazırlama maliyetleri ve uzun süre gibi dezavantajları sebebiyle düşük üretimler için pek karlı olmamaktadır. Bu sebeple ink jet baskı, numune hazırlama ve düşük miktarlardaki üretimler için çok daha uygundur ve hızlı değişen moda endüstrisi için önem kazanmaktadır. Müşteri taleplerine hızlı cevap verebilme, numune hazırlanmasında daha az kumaş ve kimyasal kullanımı, neredeyse sınırsız renk ve desen imkanı avantajlarıyla ink jet baskı geleceğin teknolojisi olarak kabul edilmektedir.

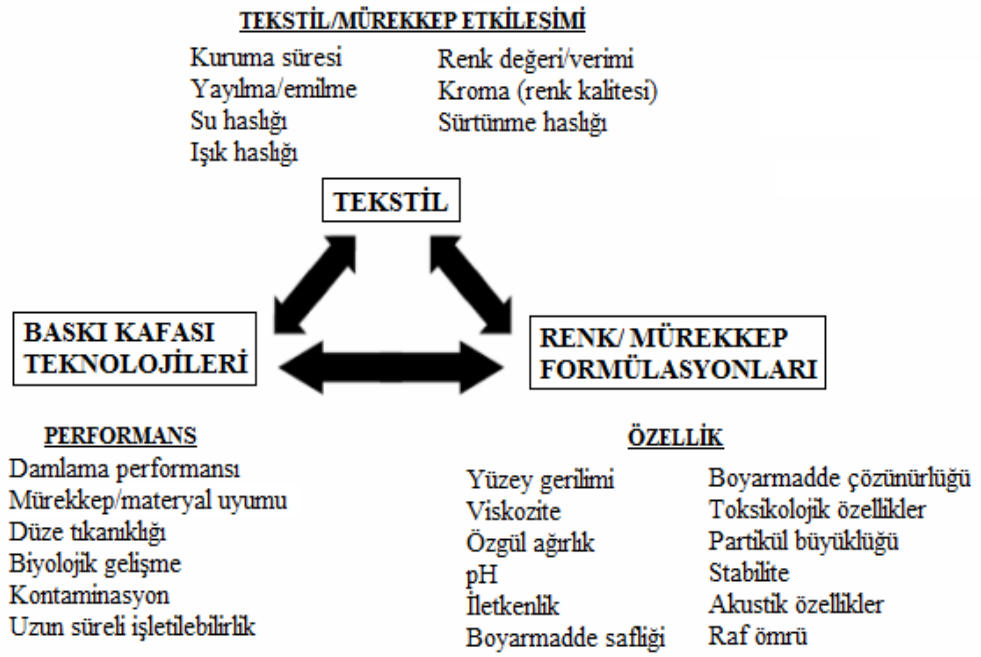
Bu tez çalışmasında da % 100 ipek kumaşların reaktif ink jet baskı işlemi ink jet baskıda büyük öneme sahip bir adım olan ön işlem şartları ele alınarak incelenmiştir.

2. İNK JET BASKI TEKNOLOJİSİ

2.1 İnk Jet Tekstil Baskıcılığı

İnk jet baskı teknolojisi temassız bir baskı tekniğidir. Tekstil ink jet baskı sistemlerinin 3 ana bileşenden oluştuğu kabul edilmektedir. Bunlar; baskı kafası, yazılım ve boyarmaddedir (Kanık ve Selçuk 2013). İnk jet baskı mekanizması ilk defa halı üzerinde gerçekleştirilirken, 1878’de Lord Rayleigh tarafından ink jet baskının mekanizması tarif edilmiştir. Lord Rayleigh, ink jet baskıyı; elektronik devreler ve cihazlar aracılığıyla mürekkebin kumaş yüzeyine püskürtüldüğü, kumaş ile sadece mürekkebin temas ettiği baskı işlemi olarak; Dawson ise farklı renklerdeki sıvı küçük tanecikli özel boya çözeltilerinin önceden belirlenen pikseller halinde, basılacak olan yüzeye püskürtülmesi ile istenen desenin elde edilmesi teknolojisini ink jet baskı olarak tarif etmiştir (Dawson 2003).

Kumaş besleme ve kumaş iletme sistemleriyle birlikte boyarmadde besleme sistemleri de temel bileşen olarak kabul edilmektedir (Smith ve Simonson 1987). Baskı kafası; baskı sonrasında elde edilecek olan rengin ayarlanması için mürekkeplerin kumaş yüzeyine doğru oranlarda ve doğru bölgeye aktarım işlemini gerçekleştirmek için görevlidir. Farklı boyarmadde ve boyarmadde sistemleri ile birlikte desende elde edilmesi gereken kontur netlikleri gibi birçok parametre göz önüne alınarak baskı kafaları üretilmektedir.

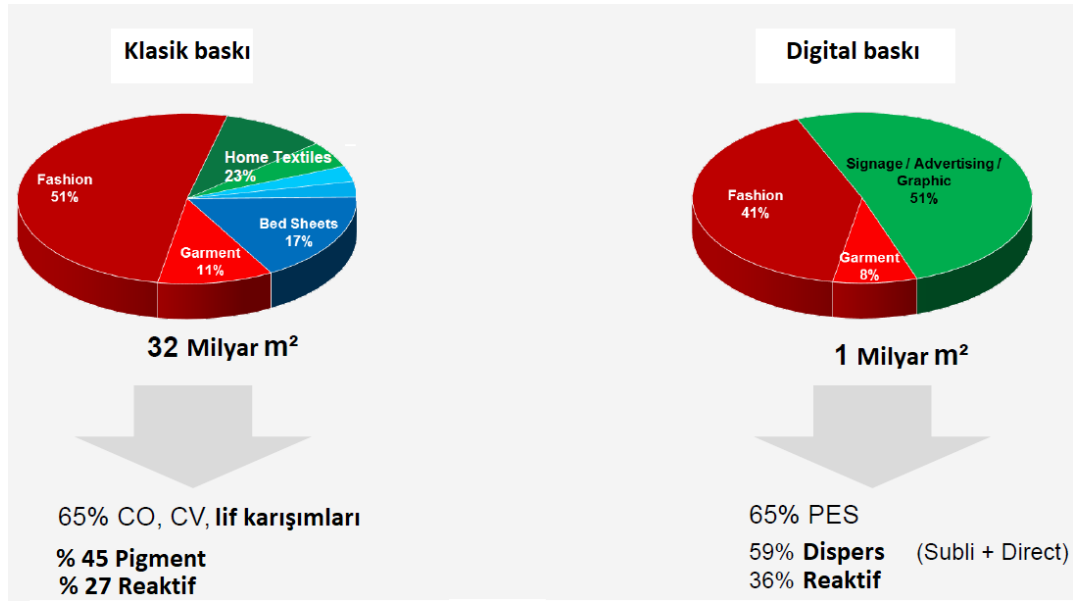


Şekil 2.1: İnk jet baskıda mürekkep, baskı kafası ve ortam etkileşimi (Ütebay 2010)

İnk jet baskıcılığında 4 temel renk bulunmaktadır. Bunlar; Cyan (C), magenta (M), sarı (Y), siyah (K) olup bütün renkler bu dört ana rengin kumaş üzerine püskürtülmesiyle elde edilmektedir. Boya firmaları istenilen renklerin elde edilmesi için kırmızı, mavi, turuncu, gri gibi ek renkler de işletmelerin kullanması için tedarik etmektedir. Geleneksel baskı yöntemlerinde ise, ink jet teknolojisinin tam tersine, istenilen renk baskı öncesinde baskı mutfağında elde edilmektedir; bu şekilde hazırlanana renklere spot renkler adı verilmektedir (Pamuklu Kumaşların İnk Jet Baskısında Hata Belirleme ve Giderme İstanbul Sanayi Odası-İstanbul Teknik Üniversitesi Doktora/Yüksek Lisans Tezlerine Sanayi Desteği Projesi 2011/3)

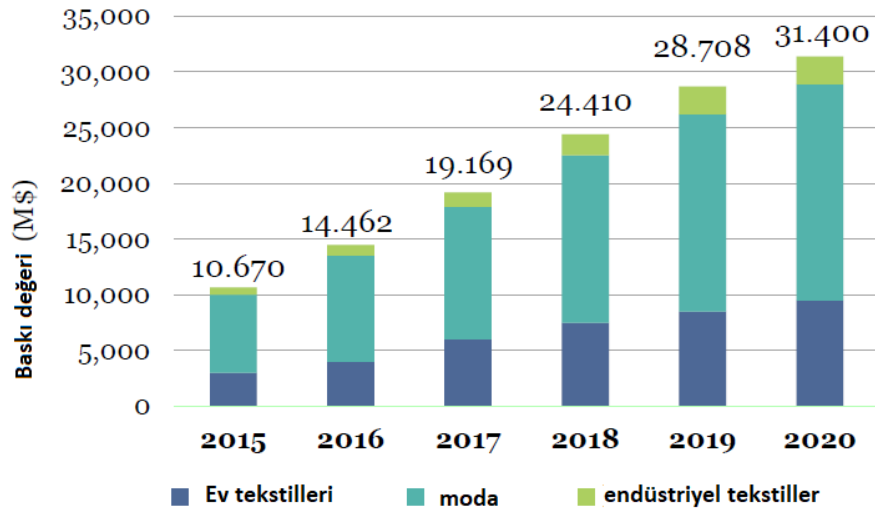
İnk jet baskı tekstil pazarında en hızlı büyüyen baskı teknolojisidir. Şekil 2.2’de; geleneksel baskı ile ink jet baskının uygulanma oranları verilmektedir. Klasik baskı % 65 pamuk, viskon ve farklı lif karışımli kumaşlara yapılırken ink jet baskının % oranında poliestere baskısında kullanıldığı görülmektedir. Geleneksel baskıda en fazla reaktif ve pigment baskı uygulanırken ink jet baskıda dispers baskıyı reaktif baskı takip etmektedir.

Efi Reggiani’ye göre 1,2-1,3 milyar metrekare ile ink jet tekstil piyasası büyüklüğü; genel baskı piyasasının %4-5’i kadardır (<http://ir.efi.com/static-files/a1af4b39-76b0-48d0-a1e8-8adfddb807d1>).



Şekil 2.2: Geleneksel ve ink jet baskının karşılaştırılması https://druckingenieure.de/wp-content/uploads/2017/01/DyStar_VDD-Pr%C3%A4sentation_Darmstadt_19-01-2017.pdf

Ink jet baskının ev ve endüstriyel tekstillerde kullanımı artmaktadır. Moda alanında ise ink jet baskılı ürünler en yüksek baskı değerine sahip ürün grubunu oluşturmaktadır (Şekil 2.3).



Şekil 2.3: Ink jet baskının uygulandığı tekstil ürün grupları
(<http://ir.efi.com/static-files/a1af4b39-76b0-48d0-a1e8-8adfd8b807d1>)

Tekstil ink jet baskı teknolojisi, 1970'lere dayanmaktadır (Ross 2000). M. Naiman termal ink jet baskı tekniğinin ilkel formunu icat ederek, bu sistem 1970'li yıllarda Canon ve Hewlett – Packard tarafından kullanılmıştır (Kalav 2011).

1990'lı yıllarda ink jet tekstil baskıcılığı hızlı bir gelişme sağlamış, üretim ve uygulamaya geçilmiştir. 1999 yılında Paris Uluslararası Tekstil Makineleri Fuarı'nda, ink-jet baskı sistemi sektörde büyük ilgi görmüştür. O yıllarda çözünürlük çok düşüktü. Baskı için kullanılan boyarmaddeler özel seçim gerektiriyordu. Tüm bunlar bu teknolojinin popülerleşmesini ve uygulanmasını sınırlayan bir engel teşkil etmiştir (Parrillo-Chapman, 2008).

Amerika'nın tekstil baskı şirketlerinden Milliken ve Avusturyalı Zimmer'in Chromo Jet sisteminden Millitron baskı sistemi tasarımcıların ihtiyaçlarını karşılamak için kullanılmaya başlanmıştır (Singh ve diğ. 2010). Baskı çözünürlüğü 20 dpi civarındadır ve maksimum değer yalnızca 40 dpi dir, giyim ve diğer tekstil baskıları için uygun değildir ve sadece halı baskı için kullanılabilir (Kan ve Yuen 2012). 1980'lerde ve 1990'larda, piezoelektrik nozülün iyileştirilmesi ve ısıtılmış hava kabarcıklarının kullanılması, ink jet baskıda çözünürlüğü geliştirmiştir. Bu gelişmeler aynı zamanda ink jet baskının patlamasını da başlatmıştır (Malik ve diğ. 2005).

1991-2000 yılları arasında geliştirilen ink jet baskı sistemleri 1. Generasyon; ITMA 2003 ve sonrasında geliştirilen sistemler 2. Generasyon, 2010 yılından sonra geliştirilen sistemler 3. Generasyon baskı sistemleri olarak gruplandırılmaktadır (Kanık 2015). Generasyon baskı sistemleri ile numune üretiminden uzun metrajlara seri üretime geçilmiştir.

Geleneksel baskı ile kıyaslandığında ink jet baskı birçok avantajlar sunmaktadır.

- ✓ İnk jet baskı ile kısa sürede tasarımlar yaratılabilmekte ve bilgisayar yardımı ile doğrudan tekstil yüzeyine aktarılabilmektedir.
- ✓ İnk jet baskıda sonsuz desen yapabilme imkanı söz konusu olup, şablon kullanılmadığından rapora da gereksinim duyulmamaktadır.
- ✓ Numuneler ve siparişler ihtiyaç duyulduğu anda üretilebilmekte, böylelikle müşteriler için stoklama yapılmasına gerek kalmamaktadır.
- ✓ İnk jet baskı teknolojisi, fotokromik ve termokromik boyarmaddeler içeren mürekkepler için özellikle uygun bir teknolojidir.

✓ Siparişlerde asgari bir miktar istenmemekte, tek bir desen için dahi makine çalıştırılabilmekte, özel siparişler yerine getirilebilmektedir.

✓ İnk jet baskıda kumaş firesi verilmemektedir. Kesilmiş ve dikiş hazır model parçaları rahatça basılabilmekte, kumaş üzerinde kesilen parçalar çizilip, istenen şekilde basıldıktan sonra dikiş verilebilmektedir.

✓ İnk jet baskıda düşük işçilik ihtiyacı dolayısıyla işçilik maliyetleri daha düşük olmaktadır.

✓ Çevresel açılardan da dijital baskı daha avantajlı olup, daha az atık yaratmaktadır. Enerji ve su tüketimi de konvansiyonel baskıya oranla daha azdır.

Tablo 2.1: İnk jet baskının özellikleri, avantajları ve dezavantajları
<https://www.cottonworks.com/topics/sourcingmanufacturing/printing/printing-techniques/#>)

İnk jet baskı		
Anahtar Özellikler	Avantajları	Dezavantajları
• Kumaşa aktarılan dijital görüntü • Püskürtme uçları mürekkep damlacıklarını doğrudan kumaşa gönderir • Temassız işlem • Foto-gerçekçi ve karmaşık görüntüler • Tam CAD entegrasyonu • Tipik hızlar: hareketli kafa makineleri için saatte 30 ila 40 metre. Bazı yeni makineler için dakikada 100 metreye kadar doğrusal üretim hızları • En iyisi: Numuneler, <500 metre	• Renk sayısında sınır yok • Anında baskı • Büyük raport boyutları • Aynı yazıcıda numune alma ve üretim • Düşük su ve enerji tüketimi ve düşük kimyasal atık	• Yüksek fiyat • Ön işlem gerekmesi • Dijital baskı kafaları kolayca zarar görebilir ve değiştirilmesi maliyetlidir • Özel baskı efektleri yoktur; örneğin, sedef, kabartma baskı v.b.

Tablo2.1 ve Tablo 2.2’de ink jet baskı ile rotasyon baskının özellikleri, avantajları ve dezavantajları toplu halde verilmiştir.

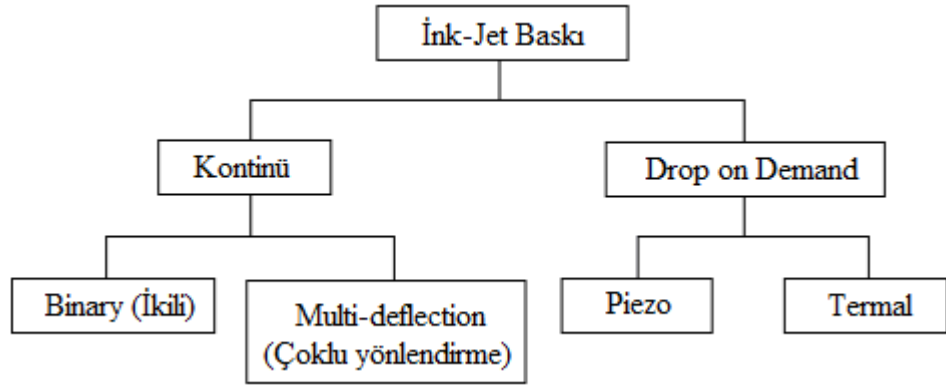
Tablo 2.2: Rotasyon baskının özellikleri, avantajları ve dezavantajları

Rotasyon Baskı		
Anahtar Özellikler	Avantajları	Dezavantajları
.Sürekli baskı yöntemi • silindirik döner şablonlar kullanılır • Tipik hızlar: dakikada 50 - 120 yarda • En iyisi: Aynı desenden uzun miktarlar, karmaşık desenler, sedefli, metalik, baskılar	En hızlı baskı yöntemi • Şablonların hızlı değişimi • Çok yönlü tasarım ve özel efekt seçenekleri • Uzun metrajlı üretimler için uygun maliyetli	Kısa metrajlar için karlı değil • Numune ve üretim farklı görünebilir • Renk sınırlaması vardır, yalnızca spot renkler basılabilir • İnce detaylar için uygun değil • Giysi formunda basılamaz

Rotasyon baskıcılığı, en yeni baskı teknolojilerinden biri olmasa da, bugünün basılı tekstil ürünlerinin çoğu rotasyon baskı makinelerinde basılmaktadır. Bu alandaki yenilikler otomasyona, verimliliğe ve sürdürülebilirliğe odaklanmaktadır. Yeni gelişmeler arasında, baskı sorunlarını azaltmak için lazer destekli şablon hizalama sistemleri, baskı patı veya atık suları yeniden kullanan sistemler bulunmaktadır. Diğer gelişmeler, şablondan kumaşlara baskı patı akışını iyileştirmeye odaklanmıştır (<https://www.cottonworks.com/topics/sourcing-manufacturing/printing/printing-techniques/#>).

2.2 Tekstilde Kullanılan İnk Jet Baskı Teknolojileri

İnk jet baskıda istenilen ve dikkat edilmesi gereken bir takım parametreler bulunmaktadır. Bunlar; renk, çözünürlük, kalitenin ve verimin sağlanabilmesi adına baskı kafalarının püskürtmesini gerçekleştiren teknolojilerin iyi bir şekilde anlaşılması, bu kafalara ait avantajların ve dezavantajların bilinmesi basılacak ürün türüne göre yatırımcıların doğru tercihler yapılmasını sağlayacaktır.



Şekil 2.4: Tekstilde kullanılan ink jet baskı teknolojilerinin sınıflandırılması (Ütebay 2010)

2.2.1 Kesiksiz İnk Jet Teknolojisi

Bu sistemde mürekkep sabit ve yüksek bir basınçla, sabit bir hızla ağızlıktan püskürtülmektedir. Oluşan mürekkep stabil olmayıp ağızlıktan çıkar çıkmaz küçük damlacıklara dönüşmektedir. Sisteme başka bir müdahalenin olmaması durumunda mürekkebin ayrışması farklı büyüklüklerde ve rastgele olacak şekilde damlacıklar meydana gelecektir. Rastgele ve farklı büyüklükte oluşan damlacıkların düzgün ve kontrollü damlacıklara dönüşebilmesi için baskı kafasından periyodik olarak uyarılar gönderebilen piezoelektrik transdüser bulunmaktadır. Damlacık büyüklüğünü, püskürtme hızı ve uyarının frekansı etkilemektedir. Aktivite olmamış durumda ağızlıktan çıkan mürekkep sıvı akışkan yüzey gerilimi nedeniyle kendi kendine düzenli, birbirini takip eden damlacıklar haline dönüşmektedir.

Bu sistemde damlacıkların hareketi elektriksel yönlendirilmesi en çok uygulanan tekniktir. Mürekkebin damlacıklar haline dönüştüğü yere yakın bir noktaya yüklü bir elektrod yerleştirilerek, damlacıklara değişken bir elektriksel yük yüklenmektedir. Elektrostatik yüklemeye tabi tutularak, bir elektrik alan yardımıyla kumaş yüzeyine veya devirdaim sistemine yönlendirilmektedir (Tyler 2005).

Damlacıkların yönlendirilme sistemine göre kontinü ink jet baskı makineleri sistemleri binary ve çoklu saptırma metodu olarak gruplandırılmaktadır (Le 1998).

Le'ye göre binary yönlendirme sistemi en basit damla seçim metodudur. Bu metotta, damlalar ya elektrik ile yüklenmekte ya da yüklenmemektedir. Böylece, elektrik yüklenmeyen damlalar saptırma plakalarının oluşturduğu elektrostatik

kuvvetlerden etkilenmeyerek kumaş yüzeyine düşmektedir. Kumaş yüzeyine düşen damlacıklar tek bir piksel bölgesinde konumlanmaktadır. Elektrostatik kuvvetten etkilenen damlacıklar devir daim için bir oluğa yönlendirilmektedir (Le 1998). Bu teknoloji basit bir yapıya sahip olup baskı esnasındaki üretim hızları düşük olmaktadır (Bae 2007, Ütebay 2009).

Çoklu saptırma metoduna göre, damlacıkların saptırma mesafeleri, farklı elektrostatik yüklerden dolayı farklı olmaktadır. Bu özellik, tek bir jetten birden fazla noktaya atış yapabilmeye olanak sağlamasıyla birlikte daha büyük ve daha fazla damlacık üretebilmesiyle daha yüksek baskı hızlarına ulaşılmasını sağlamaktadır (Le 1998, Freire 2006, Bae 2007).

2.2.2 Kesikli (Drop – on – Demand DOD) İnk Jet Teknolojisi

Kesikli ink jet teknolojisinde damlalar sadece gerektiğinde oluşturmaktadır. İnk jet baskıcılığında günümüzde çoğunlukla DOD teknolojisi kullanılmaktadır. Bu sistemde ihtiyaç duyulduğunda bir boya damlasını serbest bırakacak şekilde yazılımlar geliştirilmiş olup kumaş yüzeyine yerçekimin etkisiyle düşen damlacığın nokta şeklinde görünmesini sağlayacak mekanizmalar geliştirilmiştir.

Mürekkep damlalarının oluşturulması yöntemsel olarak tamamen farklı olmasına rağmen bütün DOD teknolojilerinde benzer özellikler görülebilmektedir. Elektriksel uyarının kesilmesi halinde mürekkebin düze ağzından bir süre daha akmaya devam ettiği gözlemlenmiştir. Genellikle başlangıçta püskürtülen mürekkep kabaca silindirik bir formdayken daha sonra düzeden belirli bir mesafede, damla ile düze teması kesilinceye kadar, damlada bir boğumlanma oluşmaktadır. Bu durum daha sonra kuyruk oluşumuna neden olmaktadır. Mürekkep damlasının arkasında oluşan kuyruk daha sonra, damlanın ana gövdesine doğru kısalarak damlanın kendisiyle birleşmekte ve küresel bir hal alarak bütün bir damla görünümüne sahip olmaktadır. Termal baskı kafalarında oluşan damlalarda kuyruk daha uzun olmakta ve sonuçta bu kuyruk koparak uydu damlacıklarını oluşturmaktadır (Dawson 2004).

Damla büyüklüklerinin ölçüm birimi pikolitredir. 1 pikolitre 10-12 litredir. DOD ink jet baskı sistemlerinde damla büyüklükleri incelendiğinde gelişen teknolojiyle

birlikte kafalarda 10 pl'nin altında damla üretilebilmektedir. Damla büyüklüklerinin küçültülmesiyle daha iyi çözünürlükler sağlandığı ve pikselasyon problemlerinin azaltıldığı belirtilmektedir.

Kontinü sistemlerin üretim hızının DOD sistemlere göre daha hızlı olduğu görülmektedir ancak üretimin maliyetli olmasıyla birlikte mürekkebin geri dönüşü esnasında karşılaşılan problemler, mürekkebin dış ortam şartlarına maruz kalması, mürekkep içindeki boyarmaddenin oksidasyonu ve dış ortamdaki yabancı maddelerin mürekkebe karışması gibi dezavantajlarının olması nedeniyle DOD sistemleri tercih edilmiştir (Smith ve Simonson 1987).

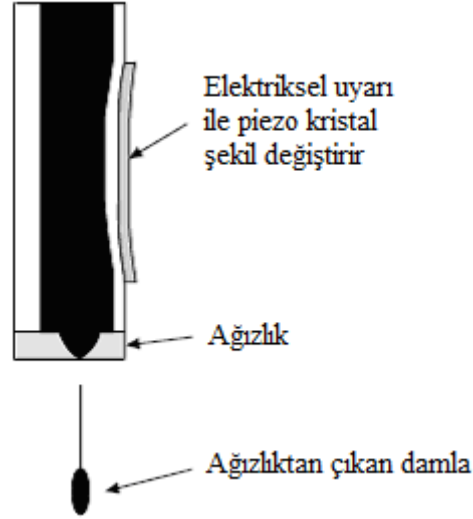
DOD ink jette damlacıkların üretilmesinde kullanılan iki temel mekanizma piezoelektrik ink jet (PIJ) ve termal ink jettir (TIJ) (Freire 2006, Ütebay 2010).

2.2.2.1 Piezoelektrik İnk Jet (PIJ) Baskı Kafaları

Piezoelektrik ink jet teknolojisinde mürekkep damlalarını oluşturabilmek için bir piezo materyal elektrik alan etkisinde bırakılarak biçim değiştirmekte, ya da tam tersi olarak biçim değiştirdiğinde bir elektrik alan meydana getirmektedir. Piezoelektrik malzemeye elektriksel alan uygulandığında, malzemenin şekli değişerek mürekkep damlasının oluşmasını sağlamaktadır. Elektriksel alan kaldırıldığında piezoelektrik malzeme orijinal şekline dönerken, kılcal kuvvetler sebebiyle düze içerisine mürekkep haznesinden mürekkep dolmaktadır (Holme 2006, Tyler 2005).

Piezoelektrik malzemeler, tüp, çubuk, dikdörtgen ve dairesel şekillerde olabilmektedir. Malzemenin yapısı içerisindeki yerleşimi ve uygulanan elektriksel alanın doğrultusu PIJ kafalarının konfigürasyonunda önemli değişkenlerdir (Pond 2000). Piezoelektrik eleman, mürekkep haznesinin bir duvarına veya tamamen kendisi oluşturan bir zar üzerinde de tutturulabilmektedir (Holme 2006). Piezoelektrik DOD ink jette mürekkep haznesinin bir kısmında en sık kullanılan malzeme kurşun zirkonat titanat yani PZT'dir. PZT'deki titanyum atomuna, dışarıdan güçlü bir elektriksel alan uygulandığında, oksijen atomlarından oluşmuş olan kafes içerisinde ileri ve geri hareket edebilmektedir (Pond 2000). Haznenin hacmi piezoelektrik elemanın elektrodlarına voltaj uygulanması durumunda değişmektedir, buradaki piezoelektrik

elemanın etkiye kalma süresi mikrosaniyelerle ifade edilmektedir. Hazne hacminin azaldığı durumda, ağızlıktan dışarıya bir damla mürekkep verilmekte, elektrik alanın kalkması durumunda ise haznenin şekli ilk formuna geri dönerek mürekkep besleme kanalından geri çekilmektedir. Bu eylem Şekil 2.5’de gösterilmektedir.



Şekil 2.5 : Piezoelektrik ink jet baskı kafasının çalışma şekli (Ütebay 2010)

Piezoelektrik elemanlarının işlem yöntemleri ve düzelerinin geometrik yapıları incelenerek PIJ baskı kafaları sınıflandırılabilir.

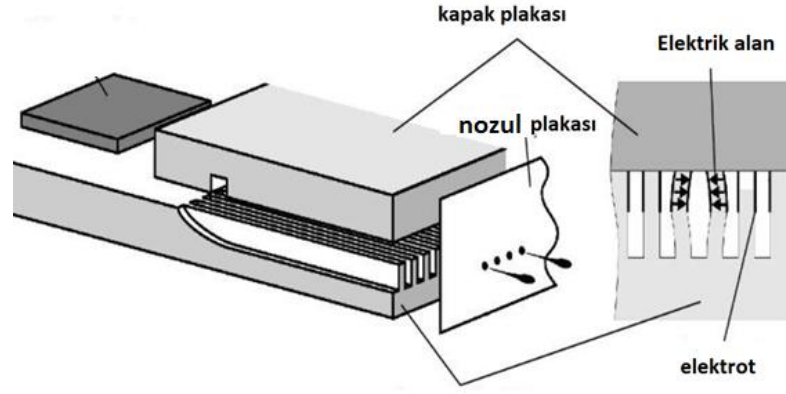
İtme tipi yapılandırmalarda elektriksel alan ve polarizasyon vektörleri paraleldir ve piezoelektrik malzemenin genişleme yönüne yerleştirilmiştir (Freire 2006).

Kıvrımlı tiplerin konfigürasyonunda piezoelektrik malzeme olan PZT, paslanmaz çelik ile diyaframa bağlı olup, ince parçalardan biri kısılırken diğeri genişleyerek damlacık oluşumunu sağlamaktadır (Dawson 2004). Bu tiplerde elektriksel alan ve piezoelektrik malzemesinin polarizasyonu birbirine paraleldir (Özgüney ve İşmal 2003, Achwal 2002).

İtmeli ve kıvrımlı sistemler incelendiğinde piezo malzeme ile mürekkebin arasında ince bir zar bulunduğu gözlenmiştir. Bu tip yapılarda piezo malzemenin mürekkep ile teması kesilmiş olup daha önceki üretilmiş olan kesmeli sistemlerde su bazlı mürekkepler metal elektrotları etkilediğinden bu zar sayesinde koruma amaçlı bir kaplama yapmaya gerek duyulmuştur (Dawson 2004).

Kesme tipi yapılar incelendiği zaman elektriksel alan, mürekkep haznesinin tavanına yerleştirilen piezo elektrik malzemenin polarizasyonuna diktir. Bu tasarım elektrik alan elektrotlarının dikey yerleşimine imkan sağlamaktadır ve elektriksel alanın uygulanmasıyla piezoelektrik malzemenin üzerinde kesme hareketi oluşturur, bağlı olmuş olduğu parçayı hareket ettirir. Kesme modunun bir diğer tüm bileşenlerin tamamlanmış haline verilen isim “ortak duvar” ya da “shared wall” dur (Pond 2000, Özgüney ve İşmal 2003). Sıkıştırılmalı olarak da adlandırılan bu sistemde piezo elektrik malzeme mürekkep haznesinin kendisini oluşturacak şekilde tasarlanmıştır. Elektrotlar hazne içerisine yerleştirilmiş olup haznenin hacmi azalarak yani haznenin duvarları birbirine yaklaştığında hacminin azalması sonucunda, damla oluşumu gerçekleşmektedir (Freire 2006, Özgüney ve İşmal 2003).

Piezoelektrik baskı kafaları birçok mürekkep tipiyle uyumlu olup farklı viskozite ve yüzey gerilimlerine sahip her türlü sıvıyı püskürtebilmektedir. Önemli olan mürekkebin viskozitesi optimum seviyede olmasıdır. PIJ kafaların donanımsal ve yapısal gereksinimi sonucunda mürekkeplerin yapısı damlacık oluşum işlemlerine uygun olmalıdır. Bu nedenle birçok konvansiyonel olmayan uygulamalarda piezoelektrik ink jet teknolojisi kullanılmaktadır (Freire 2006). PIJ baskı kafaları, damla üretiminde termal kafalara göre daha fazla kontrollü çalışma imkanı sunmaktadır, buna örnek vermek gerekirse üretim hızı açısından daha yüksek hızlara ulaşılabilmekte ve farklı boyutta, büyüklükte damlalar elde edilmektedir (Tyler 2005, Pond 2000). PIJ baskı kafalarında mürekkeplerin ısınma sorunu olmamasından dolayı renk formülasyonlarını etkileyen etkenler daha az olmaktadır. Bütün farklılıklar incelendiğinde piezoelektrik kafaları, termal kafalara göre damlacık püskürtme ömrü bakımından daha uzun süre dayanıklı olması nedeniyle dijital tekstil baskıcılığında en popüler grubu oluşturmaktadır (Tyler 2005).



Şekil 2.6: Piezoelektrik sistemi

Ink jet tekstil baskıcılığında en çok kullanılan sistem, piezoelektrik bir dönüştürücü kullanılarak bir damla mürekkebinin üretildiği piezoelektrik sistemidir (Şekil2.6). Bu sistem daha yüksek bir damla döngü süresine sahiptir, ancak her damla mürekkep için daha küçük bir hacim üretilmekte; bu; saniyede yaklaşık 14,000 damla ve 150 pikolitredir. Yüksek baskı çözünürlüğü (1440 dpi) bu baskı sistemi ile sağlanabilmektedir (<https://repository.lib.ncsu.edu/bitstream/handle/1840.20/34682/etd.pdf?sequence=1&isAllowed=y>).

2.2.2.2 Termal İnk Jet (TIJ) Baskı Kafaları

Termal ink jet teknolojisinde rezitans çok yüksek sıcaklıklara kısa sürede çıkarak, mürekkep içerisinde hava kabarcığı oluşumuna neden olmakta ve ağızlığı bulunan mürekkep haznesinden kabarcık nükleasyonu meydana gelerek damlacık oluşumu gerçekleşmektedir. Isıtıcının birkaç mikrosaniyeden kısa süreyle uyarılması ile, ısı ısıtıcısının yüzeyinden mürekkebe transfer olmaktadır. Le'nin yapmış olduğu araştırmalara göre kabarcık nükleasyonu meydana gelecek kritik sıcaklığa kadar ısınması gerekmektedir. Su bazlı mürekkepler için bu sıcaklık yaklaşık 300 °C'dir (Le 1998). TIJ için en uygun mürekkep su bazlı olanlardır, çünkü su diğer çözümlere göre daha çok genişterek patlama eğilimindedir (Freire 2006).

Mürekkep damlasının oluşma şeklini incelediğimiz zaman, oluşum prosesinin yüksek hızlarda aynı şekilde tekrarlanabilirliği görülmektedir. Mürekkep oluşumu esnasında nükleasyon meydana geldiğinde, su buharı kabarcığı genişlemekte ve mürekkep haznenin ağzından atılacak şekilde zorlanmaktadır. Mürekkepteki bütün ısı kullanıldığında, kabarcık ısıtıcının yüzeyinde sönmektedir. Hava kabarcığı oluştuktan sonra rezistansa verilen akım kesilmekte ve soğumaya başlamaktadır. Hava kabarcığı içerisindeki ısı transferi zayıf olduğundan kabarcığı çevreleyen mürekkep soğuktur (Pond 2000).

Termal ink jet baskı sistemlerinin çeşitli konfigürasyonları bulunmaktadır. Bunların içerisinde iki tanesi diğerlerine göre daha büyük önem arz etmektedir. Diğer konfigürasyonlar bu önemli olan iki tipe ait yapıya göre geliştirilmiştir. Bunlar yan ve tepe püskürtmeli sistemlerdir. Tepe püskürtmeli sistemlerde, ısıtıcı ve düse düzlemi birbirine paralel olarak dizayn edilmiştir. Yan püskürtmeli sistemlerde ise birbirine dik olarak konumlandırılmıştır. Termal ink jet baskı kafalarında ısıtıcının şekli ve yerleşim noktası temiz bir püskürtme için büyük bir önem kadar etkiye de sahiptir. Dairesel ısıtıcılarla uydu damlalar tamamen ortadan kaldırılabilir. Damlacığın oluşumu sırasında, mürekkep damlasının düse ağzını terk etmesi simetrik bir biçimde gerçekleşmesi gerekmektedir, bu şekilde olursa düşme yörüngesi jet plakasına dik olur. Aksi durumda, damlacıklar saparak hedeflenen noktaya düşmeyebilir ve baskı esnasında bant şeklinde görüntüler oluşmaktadır (Dawson 2004, Kalav 2011).

2.3 İnk Jet Baskı Makinelerinin Gelişim Süreci

R. Elmqvist, bazı analog veya elektronik cihazların sonuçlarını kalem benzeri sistemlerle kaydedilmek üzere ince kılcal yapıya sahip ink jet düzesi icat etmiştir. 1952 yılında, Siemens – Elema, bu mantığa göre çalışan çoğunlukla tıbbi cihazlarda kullanılan voltajlı bir yazıcı olan Mingograph'ı piyasaya sürmüştür (Kalav 2011).

R. Sweet tarafından kesiksiz ve elektrik yüklü damla oluşturma metoduna dayanan mürekkep püskürtme sistemi, 1963 yılında sunulmuştur (Raymond 2006). Video jet 9600, kumaşa baskı yapabilme yeteneğine sahip olup, metal kutular ve kap gibi ambalaj üzerine kod yazma amacıyla kullanılmış olup, A. B. Dick tarafından

kesiksiz ve elektrik yüklü damla oluşturma tekniğiyle oluşturulmuş bir yazıcıdır (Kalav 2011).

1985 yılında Canon firması termal ink jet kafası metoduyla “Bubble Jet” (kabarcıklı jet) adını verdiği BJ – 80’i piyasaya sürmüştür.

Ichinose, 12 renkli tekstil ink jet baskı makinesinde Hewlett – Packard baskı kafalarını kullanarak geliştirdiği tasarımını ITMA 1999’da tanıtmıştır. Geliştirilmiş olan baskı makineleri pazar tarafından çok fazla ilgi görmediğinden, Ichinose ve Dupont iş birliği ile geliştirilen piezo elektrikli baskı kafalarına sahip Artistri 2020 ink jet baskı makinesini piyasaya sürülmüştür. Stork 16 nozullu baskı kafalarının yer aldığı sekiz renkli baskı makinesi Amethyst’i ITMA 1999’da tanıtmıştır. Reaktif boyarmaddelerin kullanıldığı çok katlı sapma özelliğine sahip bu makine 20 m²/saat üretim hızına sahiptir ve Amethyst 16 saat kesintisiz üretim yapabilmektedir.

1998 yılı; ink jet mürekkep püskürtmeli tekstil baskısının yeni temellerini oluşturan yenilikleri de beraberinde getirdi. İnk jet baskı makineleri ticari bir geleceğe sahip olamayacak kadar yavaş ve pahalıydı. Mürekkep maliyetleri metrekaşe başına 50 Euro’yu bulabiliyordu, buna karşılık konvansiyonel rotasyon baskıda metrekaşe başına ortalama 0.50 Euro’dur. Bununla birlikte ink jet ile elde edilen yüksek baskı kalitesi ve baskı hızının 1 m²/saat düzeyinden 4.5 m²/saat seviyesine yükselmesi bu teknolojinin tekstil baskı şirketlerinin dikkatini çekmesini sağlamıştır. Stork firması, formülasyonun kontrolünü sağlamak amacıyla kendi mürekkeplerini üretmeye başlamıştır. Mimaki TextileJet TX-1600, 360 dpi çözünürlüğe kadar altı renkli üretim yapabilen roll-to-roll (rulodan ruloya) bir baskı makinesidir. Makinede termal mürekkep püskürtmeli baskı kafası üreticilerinin tek kullanımlık kafaları yerine ‘aşınma ve yıpranma’ payı olan sabit montajlı Epson piezoelektrik baskı kafaları kullanılmıştır.

İnk jet baskı makinesi üretimi için emek harcayan üretici firmalar için ITMA 2003 yılı önemli bir fuardır. Reggiani firmasına ait olan SciTex Vision ve Ciba işbirliği ile geliştirmiş olduğu DReAM ink jet baskı makinesini bu fuarda tanıtılmıştır. Zimmer firması da kesiksiz ink jet teknolojisiyle geliştirilmiş olan baskı kafalarıyla dizayn edilen Chromotex 2003’ün bu fuarda tanıtımını yapmıştır. Epson baskı kafalarına sahip Robustelli’nin Mona Lisa tekstil ink jet baskı makinesine bu fuar ev sahipliği

yapmıştır. Bu dönemdeki ink jet baskı makineleri incelendiğinde geçmişe nazaran daha yüksek üretim hızları, daha yüksek baskı kalitesi, daha yüksek tekrarlanabilirlik görülmektedir. Bu makinelerin kullanım alanları varyant numuneleri, kısa metraj üretimlerdir. 2010 yılı sonrası 3. Generasyon olarak tabir edilen ink jet baskı makinelerinde kafalar hareketsizdir. Süper hızlı sistemler, m/dak ile daha anlamlı üretim hızları, single pass adı verilen tek geçişli baskı konseptli makineler geliştirilmiş numuneden uzun metrajlı baskılar ve seri üretimler gerçekleştirilir hale gelmiştir.

ITMA 2011 fuarında MS Printing Solution firması Lario model tek geçişli ink jet baskı makinesinin tanıtılmasıyla tekstil sektörüne girmiştir. Bu makine ink jet baskının en önemli dezavantajı olan hacimli üretim ve uzun metrajlardaki performans yetersizliğini ortadan kaldırmak için geliştirilmiştir. Tek geçişli ink jet baskı makineleri, ink jet baskı makinelerinden farklı olarak herhangi bir kafa taşıyıcı sistemine sahip değildir. Kafalar blok halinde ve sabittir. Her blokta sadece bir renk bulunur ve basılacak kumaş veya malzeme baskı blokları tarafından desene göre renklendirilmektedir. Tek geçişli ink jet baskı makinelerinin iki önemli avantajı, yüksek üretim hızı ve yüksek kontür netliğidir. Hatalı hizalanabilecek birden fazla görüntü katmanı olmadığı için, görüntü her zaman net ve keskin olmaktadır. Tek geçişli ink jet baskı makinelerinin en büyük dezavantajı yüksek yatırım maliyetinin olmasıdır. Yüksek yatırım maliyetinin olmasının ana sebebi baskı kafalarının sayısıdır. İkinci sebep ise; tüm baskı kafaları ayrı bir sürücü elektroniğine ihtiyaç duymasıdır. Bu da ink jet baskının daha yüksek maliyetli olmasına neden olmaktadır.

MS Lari'da 600 dpi çözünürlükte Kyocera KJ4B baskı kafası kullanmaktadır. Bu kafalar 4 pl'den 72 pl ye kadar farklı büyüklük de noktacıklar ile baskı yapabilmektedir. Baskı hızı 4 renk kullanıldığında 75 m/dakika, 8 renk kullanıldığında 35 m/dakika hıza çıkabilmektedir. Lario modelinin 320 cm genişliğinde olması da önemli bir fark yaratmaktadır. Açık boya sistemine sahiptir ve kendi yazılımını kullanmaktadır.

2015 yılında ITMA fuarında Konica Minolta firması Nassenger SP-1 model ve SPGPrints (Stork) firması Pike model tek geçişli ink jet makinalarını piyasaya sürmüştür. SPGPrints Pike modeli MS Printing Solution'dan farklı olarak Fuji Samba baskı kafaları ile tasarlamış ve piyasaya sunmuştur. Pike modelinde Fuji Samba baskı kafası ile en ufak noktacı boyutu ile ateşleme yapabilme özelliğine sahiptir. Pike'da

pamuk, viskon ve poliester guruplarına göre 6 ila 9 baskı istasyonu ve her istasyonda 43 Fuji Samba baskı kafası ile baskı çeşitliliğini arttırmak amaçlanmıştır. Kumaş yüzeyine 1200*1200 dpi, 2-10 pl ye kadar boya püskürtebilmektedir. Pike 75 m/dakika ya ulaşabilse de bu baskı hızı elektronik olarak sınırlandırılmaktadır. Bu hızlarda 8 renk kullanabilen Pike C, M, Y, K ek olarak Orange, Blue, Red, Gray ve renklere ilave olarak penetrasyon sıvıları ile 9 baskı istasyonu kullanabilmektedir. Düşük pikolitrelere (2-10) ile kumaş yüzeyine 3-6 mm kadar uzun mesafelerden basabilmektedir. Konica Minolta tek geçişli ink jet baskı dünyasında çözüm sunabilen firmalardan biridir. Konica Minolta hem makine hem de kafa üreticisidir. Multi Pass'da bir kafada oluşan bir problemi diğer bir kafa ile kapatabilirken tek geçişli sistemlerde böyle bir şans yoktur. Her bir renk bir üniteden atılmakta ve kafanın her hangi bir nozulunda oluşabilecek bir problem çok daha kolay belli olmaktadır. Konica Minolta tarafından geliştirilen baskı kafası nozul sensörleri tarafından algılanan ve hataları telafi eden bir teknolojiye sahiptir. Konica Minolta tarafında geliştirilmiş mürekkep püskürtme kontrol teknolojisi küçük, orta veya büyük damla boyutları (6-30 pl) seçeneklerine sahiptir. Nassenger SP-1 'in 4 farklı baskı modu vardır.

2019 ITMA'da Efi Reggiani firmasının tek geçişli ink jet baskı modeli olan BOLT modelinde diğer Reggiani multi pass ink jet baskı makinelerinden farklı olarak Fuji Dimatix baskı kafaları kullanılmıştır. 5 pl'den 30 pl'e ye kadar noktacık boyutuna sahiptir. Daha az bakım gerektiren, sirkülasyonlu Fuji Dimatix baskı kafalarına sahiptir. 600*600 dpi çözünürlükte saatte 8000 m² baskı yapabilecek kapasiteye sahiptir. Standart temaslı silgi sistemi yerine temassız vakumlu kafa temizleme sistemi kullanılmaktadır. Tablo 2.3'de Tek geçişli (single pass) ink jet baskı makinelerinde kullanılan baskı kafaları ve özellikleri verilmiştir.

Tablo 2.3: Tek geçişli İnk Jet baskı makinelerinde kullanılan baskı kafaları
(<https://www.setasonline.com.tr/single-pass-tanimi>)

Karakteristik Özellikleri	Açıklama	FUJI SAMBA 3GL	KYOCERA KJ4B QA	FUJI STARFIRE 1024	KONICA MINOLTA 1024i
En küçük damla (pl)	Netlik	2	5	30	6
En büyük damla (pl)	Hız	13,2	18/72	80	42
Max. Khz	Hız	100	30	20	30
Gray scale	Renk geçişleri	4	4	4	8
Dpi	Çözünürlük	600	600	400	360
Single pass	Model	STORK PIKE	MS LARIO	COLARIS	NASSENGER SP1
Max Baskı Hızı (m2/H)	Baskı hızı	5400	4500	1200	6400
STD Baskı Hızı (m2/H)	Baskı hızı	2400	2000	640	3200

2.4 İnk Jet Baskıda Kullanılan Mürekkepler

İnk jet tekstil baskıcılığında boyarmadde ve pigmentler, konvansiyonel baskıcılıkta olduğu gibi kumaş yüzeyine yüksek viskoziteli patlarla aktarılamamaktadır. Kullanılan baskı kafalarının fiziksel yapıları yüksek viskoziteye sahip patlarla çalışmaya uygun değildir. Bu gerekçeyle boyarmaddeler veya pigmentler, çok düşük viskoziteye sahip sıvı taşıyıcılar içerisinde kumaş yüzeyine aktarılabilir. Konvansiyonel baskıcılıkta kullanılan baskı patı terimi ink jet baskıcılıkta yerini mürekkep terimine bırakmaktadır. İnk jet baskı teknolojilerinde kullanılan baskı mürekkepleri, boyarmadde, taşıyıcı ve çeşitli yardımcı kimyasallardan oluşmaktadır. Mürekkepler uygun yüzey gerilimi, viskozite, yoğunluk yani bir konvansiyonel sistemlerdeki baskı patlarındaki olması gereken uygun reolojiye ve fiksaj koşullarına sahip olarak üretilmesi ve geliştirilmesi gerekmektedir. Mürekkepler, renklendiricilerden, taşıyıcı zeminden ve çeşitli yardımcı kimyasallardan oluşmakla birlikte taşıyıcı zemin mürekkebin %80'ini oluşturmakta olup, su, çözügen, yağ, faz değiştirici sıvı (hot melt, sıcak eriyik) veya mor ötesi ışınlı (UV – curable) muamele edilebilen sıvılar olabilmektedir. Günümüzdeki baskı kafaları için mürekkeplerin çoğu su bazlı olarak tasarlanmıştır (Kalav 2011, Tyler 2005).

Dijital tekstil baskıcılığında kullanılmakta olan mürekkepler incelendiğinde beklenen bir takım özellikler bulunmaktadır. Bunlar sırasıyla aşağıdaki gibidir (Blank et al 2004).

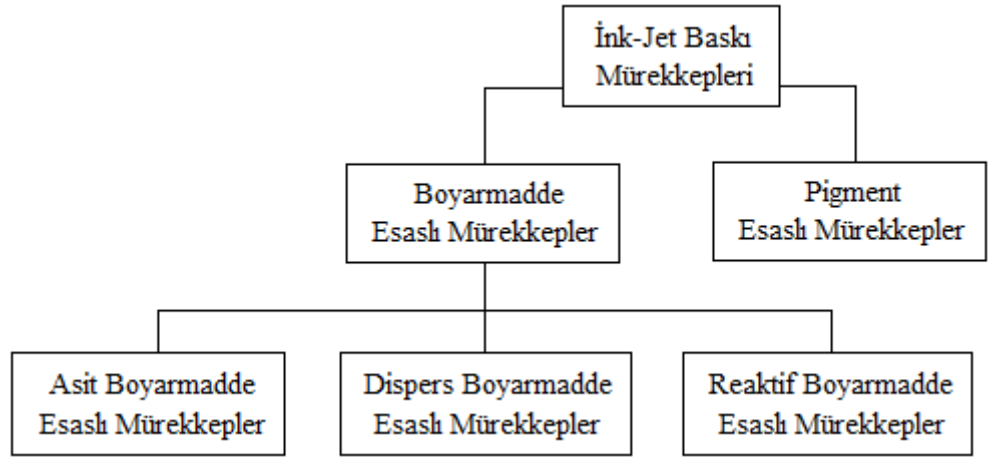
- İletkenlik (kontinü ink jet için)
- Stabilité
- pH değeri
- köpük özellikleri
- yüzey gerilimi
- viskozite
- partikül büyüklüğü (dispers ve pigment mürekkepler için)
- saflık (ağızlıkların tıkanmasını engellemek için)

Tablo 2.4’ de su bazlı mürekkeplerin içeriği verilmektedir.

Tablo 2.4: Su bazlı mürekkeplerin genel formülasyonu (Le 1998)

Bileşen	Görevi	Konsantrasyon(%)
Deiyonize su	Sıvı taşıyıcı ortam	60 – 90
Suda çözünabilen çözgen	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, çözgen, vs.	> 1

Konvansiyonel baskıcılıkta kullanılan boyarmaddelerden beklenen özelliklerinin aynısı ink jet baskıcılığında kullanılan mürekkeplerden de beklenmektedir. Mürekkeplerin ışık haslıkları, yüksek kuru ve yaş sürtme haslıkları, çapraz kirletme haslıkları, fiksaj esnasındaki renk veya nüans değişimleri, sıcaklıktan mürekkebin renk değiştirmesi ve düşük maliyetli olması gibi bir çok teknik özellikleri karşılaması beklenmektedir. Dünyada konvansiyonel metraj baskı işlemlerinde ve parça baskı işlemlerinde maliyetler göz önüne alındığında pigment boyalar ile yapılan baskılı ürünler tercih edilmektedir. Bu yönden bakıldığında pigment içeren mürekkeplerin geliştirilerek ink jet baskıcılıktaki kullanım oranını arttırmak adına nano pigment bazlı ürünler geliştirilmiş ve uygulanmıştır (Kalav 2011,Tyler 2005).



Şekil 2.7: İnk jet tekstil baskıcılığında kullanılan mürekkepler (Ütebay 2010)

Tablo 2.5’ de ink jet tekstil baskıcılığında kullanılan mürekkepler ve bu mürekkeplerle uyumlu lifler verilmiştir.

Tablo 2.5: İnk jet tekstil baskıcılığında kullanılan mürekkepler ve bu mürekkeplerle uyumlu lifler (https://www.aatcc.org/wp-content/uploads/2016/11/Presentation_Shell-1.pdf)

	Asit	Dispers/Sublimasyon	Pigment	Reaktif
Naylon	●	○	○	○
Naylon/Elastan	●	○	○	○
Poliester		●	○	
İpek	●		○	○
Pamuk			●	●
Pamuk/Poliester Karışımları			○	
Viskon			○	●
Keten			●	●
Yün	●		○	
● = tavsiye edilen ○ = mümkün				

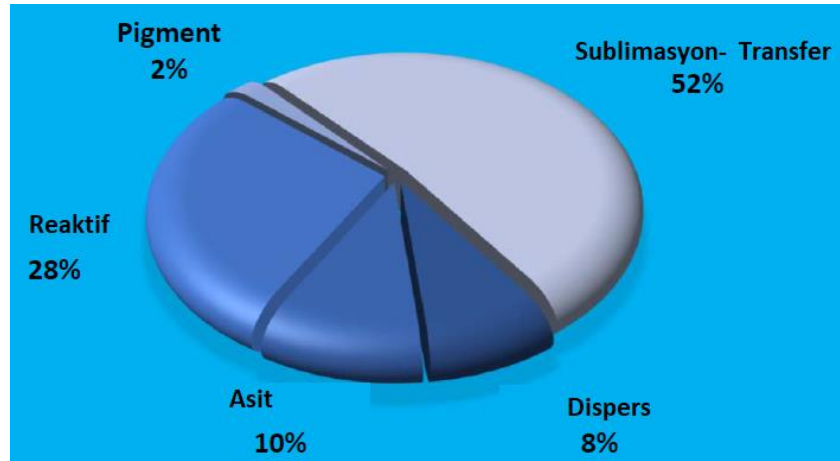
Tablo 2.6: İnk jet baskı makineleri kategorilerine göre mürekkeplerin uygunluğu
(https://www.aatcc.org/wp-content/uploads/2016/11/Presentation_Shell-1.pdf)

	Asit	Dispers	Sublimasyon	Pigment	Reaktif
Kategori I 5-30 metretül/saat	X	X	X	X	X
Kategori II 31-100 metretül/saat	X	X	X	X	X
Kategori III 101-400 metretül/saat	X	X	X	*	X
Kategori IV - Single Pass 20-100 metretül/dakika	X	X	X	*	X

X = uygun * = geliştiriliyor

Pigment esaslı mürekkeplerin üretim hızı yüksek makineler için geliştirilmesi gerekmektedir

(https://www.aatcc.org/wp-content/uploads/2016/11/Presentation_Shell-1.pdf).



Şekil 2.8: İnk jet baskıda kullanılan mürekkepler

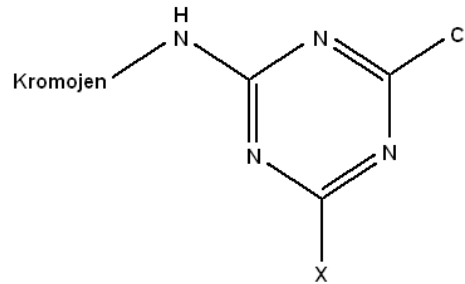
(https://www.aatcc.org/wp-content/uploads/2016/11/Presentation_Shell-1.pdf)

İnk jet baskıda geleneksel şablon baskıcılığından farklı olarak en çok kullanılan boyarmadde grubu sublimasyon baskı için uygulanan dispers boyarmaddelerdir, daha sonra reaktif mürekkepler gelmektedir (Şekil 2.8).

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

Baskıda kullanılacak olan boyarmaddelerde reaktivitenin düşük olması istenmektedir. Reaktiflik boyarmaddenin reaksiyona girme hızı veya yeteneğini ifade etmektedir. Eğer baskıda tercih edilen boyarmaddenin reaktifliği yüksek olursa mürekkep veya baskı patındaki boyanın bekleme süresi, dayanımı (stabilitesi) çok düşük olacaktır. Bu özellikle birlikte mürekkebin kumaşa karşı substantifliği düşük olmalıdır (Hawkyard 2006).

Dünyada hem konvansiyonel baskıcılıkta hem de ink jet baskıcılığında Monoklortriazin (MCT) türündeki boyarmaddeler düşük reaktifliğe sahip gruplar olmasından dolayı en çok tercih edilen baskı boyarmadde ve mürekkepleridir. Diklortriazinler (DCT) reaktifliği yüksek olan gruplar olduğundan baskıcılıkta tercih edilmemektedir (Hawkyard 2006).



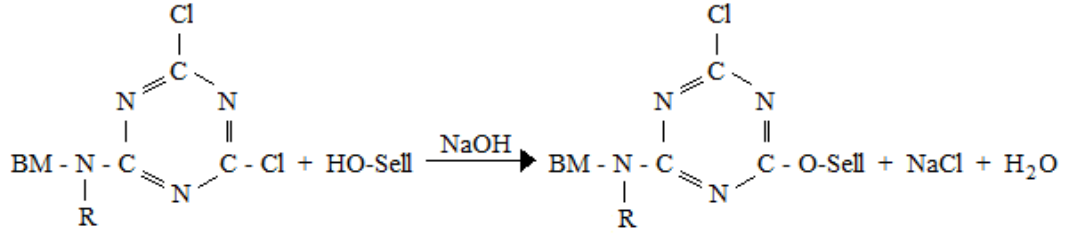
Şekil 2.9: Monoklortriazin tipinde reaktif boyarmaddenin yapısı

Reaktif boyarmaddeleri lif ile oluşturmuş oldukları bağlanma şekline göre iki gruba ayırarak incelemek mümkündür:

- heteroçiklik halka esaslı reaktif boyarmaddeler
- vinilsülfon esaslı reaktif boyarmaddeler

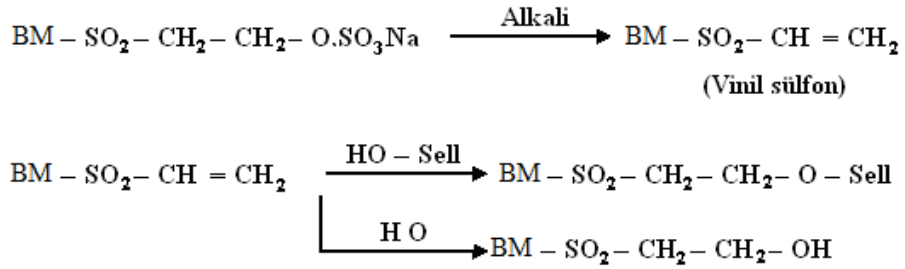
Reaktif boyarmaddelerin yaklaşık 2/3'ü heteroçiklik halka, 1/3'ü de korunmuş vinilsülfon esaslı reaktif grup içermektedir. Heteroçiklik halka esaslı reaktif grupların,

selüloz makromoleküllerindeki –OH gruplarıyla reaksiyonu bir yer değiştirme reaksiyonudur.



Şekil 2.10: Nükleofil sübtitüsyon reaksiyonu

Vinilsülfon esaslı reaktif boyarmaddelerin selüloz makromoleküllerindeki –OH gruplarıyla reaksiyonu 2 adımda gerçekleşmektedir. Ortamdaki alkalinin etkisiyle vinilsülfon grubu oluşmakta ve ikinci adımda ise nükleofil adisyon (katılma) reaksiyonu ile selüloz makromoleküllerindeki –OH gruplarından biri bu vinil grubuna bağlanmaktadır.



Şekil 2.11: Nükleofil adisyon reaksiyonu

Reaktif boyarmaddelerinde yaşanan hidroliz sorunu için mürekkep ve ön işlem içeriğindeki amino kısımlar ve hidroksil gruplar gibi nükleofillerle de reaksiyona girerek renklendirmede elde edilmek istenilen renk verimliliğini azaltarak daha fazla boyarmadde sarfiyatına neden olmaktadır. Bu nedenle mürekkebin uzun süreli olarak beklemesi için uygun pH aralığı ve uygun alkali ile pH'ın ayarlanması çok önemlidir. Reaktif boyarmaddeler hidroliz sonucunda Na^+Cl^- , SO_4^{2-} gibi ürünler açığa çıkarmaktadır. Burada istenilen kalitenin sağlanabilmesi için inorganik ve serbest organik bileşenlerin iyi bir yıkama ile uzaklaştırılması çok önemlidir (Noguch ve Shirota 2006).

Geleneksel baskıcılıkta kullanılan sıvı haldeki reaktif boyarmaddeler ink jet baskı için uygun değildir. Ticari boyarmaddeler yüksek oranlarda tuz (sodyum sülfat veya sodyum klorür) içermekte olup, bu durum ağızlıklarda aşınma korozyon adını

verdiğimiz reaksiyon gerçekleşebilir. Bu durumdaki boyarmaddenin sudaki çözünürlüğü düşmektedir. Reaktif boyarmadde esaslı mürekkeplerde, tuz miktarı oldukça düşürülmektedir (Hawkyard 2006).

Mürekkeplerdeki boyarmadde çözünürlüğü ne kadar düşük miktarlarda tuz miktarı da kullanılmış olsa da problem olmaktadır. Üretici firmalar anyonik, sülfonlanmış boyarmaddelerde sodyum yerine lityum kullanmaya yönelmiştir. Mürekkeplerin boyarmadde dışında, ağızlıklarda meydana gelebilecek kurumayı önlemek amacıyla dietilen glikol, propilen glikol ve dietilen glikol monobutil eter gibi higroskopik maddeler, sürfaktanlar ve fosforik asit bazlı tamponlar içermektedir. Bu yapılan çalışmalar günümüzdeki digital baskının maliyetleri açısından neden yüksek olduğu ve boyarmadde mürekkep fiyatlarının geleneksel baskıda kullanılan boyarmadde fiyatlarına kıyasla neden daha pahalı olduğunu açıklamaktadır (Hawkyard 2006).

2.5 İnk Jet Baskıda Ön İşlem

Konvansiyonel şablon baskıcılığında gerekli olan tüm kimyasallar ve boyarmadde tek adımlı baskı (all in) metodu ile kumaş üzerine reaktif baskı işlemi uygulanabilirken, ink jet baskı makinelerinde bu sistemle çalışma uygulanmamaktadır. İnk jet baskıda izlenen yöntemde kıvamlaştırıcılar, boyarmaddenin fiksajı ve renk verimliliği için gerekli yardımcı ve ana kimyasallar ink jet baskı öncesi birkaç yöntem ile kumaş yüzeyine aktarılmakta ve daha sonra ink jet baskı makinesinde kumaş üzerine mürekkep püskürtülerek desen oluşturulmaktadır.

Burada mürekkep içerisinde kıvamlaştırıcı ve kimyasal maddelerin bulunmamasının ve bu kimyasalların kumaşın yüzeyine emdirme, kaplama ve püskürtme yöntemleri ile aktarılmasının bir takım sebepleri bulunmaktadır (Hawkyard 2006). Reaktif baskı mürekkeplerinin ve boyarmaddelerin alkaliye karşı hassas olması (konvansiyonel sistemde boyar madde ve tüm yardımcı malzemelerle baskı patı oluşturulmaktadır, çalışırken veya bekletme süresine göre boyarmadde hidrolize uğramaktadır ve reolojisini ve stabilitesini zamanla kaybetmektedir). İnk jet baskıda kıvamlaştırıcı ve kimyasalları içeren pat ön işlem olarak kumaş yüzeyine uygulanmakta, kurutulmakta ve ardından sadece boyarmaddeyi içeren mürekkep ile

baskı işlemi gerçekleştirilmektedir. Ön işlem ile gerekli kimyasalların verilmesi; ağızlıklarda kimyasal kalıntısının kalmasını, korozyona uğrayarak zarar görmesini engellemektedir. Sıvı mürekkeplerin fazla oranda tuz içermesi boyarmaddenin çözünürlüğünü düşürmektedir. İnk jet baskıcılığında daha küçük damla büyüklüğüne erişebilmek için konsantre haldeki mürekkepler tercih edilmektedir.

İnk jet baskı makinelerinde her ne kadar kimyasal malzemelerin miktarlarıyla oynamalar yapılarak optimum düzeyde ön işlem pat reçeteleri geliştirilmeye çalışılsa da konvansiyonel baskıda ki renk verimliliğiyle rekabet edebilecek düzeyde değildir. Sınırlı sayıdaki mürekkebin baskı kafaları aracılığıyla uygulanıyor olması bu durumun başlıca nedenleridir. Farklı baskı kafası teknolojileri ile farklı miktarlarda mürekkebin aktarıldığı bilgisini vermek gereklidir. Lakin bu durum baskı patı uygulanmış kumaşın m^2 ağırlığına bağlı olarak 200 g/m^2 veya üzerinde olduğu konvansiyonel baskı ile tezat oluşturmaktadır. Digital baskıda uygulanabilen mürekkep miktarı 20 ml/m^2 'ye kadar düşmektedir (Provost 2009). Tekstillerin ink jet baskı ile başarılı bir şekilde basılabilmesi için bir takım kısıtlamalar neticesinde örneğin aktarılan mürekkep miktarı, baskı kafası çalışma prensibi, damlacık hacmi (düze büyüklüğü), damlacıkların sıklığı (saniyedeki damlacık sayısı) gibi etkileyen faktörlerden dolayı ink jet baskı yapılacak olan tekstil kumaşının ön işlemlerinin çok iyi yapılması gerekmektedir.

İnk jet baskıcılığında küçük damla boyutlarının oluşabilmesi için konsantre mürekkepler gereklidir. Düşük viskoziteli mürekkeplerle çalışıldığından dolayı kumaş yüzeyine püskürtülme işlemi sonrasında çözgü ve atkı yönünde iplikler boyunca emilerek yayılmaktadır. Bu yüzden mürekkep damlacıkları dairesel değildirler. Görünüm olarak yıldız şeklini aldıklarından kumaş üzerinde keskin kontürlü net baskı işlemi yapılamaz. Mürekkebin yayılmasını engellemek için çeşitli yöntemler kullanılmıştır (Kanık 2005). En çok tercih edilen emdirme yöntemi ile ön işlem patı içeriğinin kumaşa aktarılmasıdır. Kıvamlaştırıcı, alkali, üre ve fiksaj koşulları (fiksaj türü, sıcaklığı, süresi) baskıların renk verimliliği ve kontür netliği açısından önemli rol oynamaktadır. Dijital baskı öncesi kumaşa baskı patının uygulanması sıvayarak ve püskürterek gerçekleştirilmektedir.

2.5.1 Sıvayarak Pat Uygulama

Sıvayarak pat uygulama şablonla basılarak ve fulardda emdirilerek gerçekleştirilmektedir.

Şablonla basılarak pat uygulama yönteminde baskı patı kumaşa, üzerinde desenlendirme yapılmamış boş bir baskı şablonu kullanılarak basılmaktadır.

Fulardda emdirilerek pat uygulama yönteminde ise pat fulard teknesine dökülmekte ve kumaşa emdirildikten sonra kumaş fularddan geçirilmektedir. Ardından kumaş ramözden geçirilerek kurutulmaktadır. En yaygın kullanılan pat uygulama yöntemidir.

2.5.2 Püskürterek Pat Uygulama

Dijital baskı makinesi üzerinde bulunan tertibat sayesinde püskürterek pat uygulanabilmektedir. Makineye yerleştirilen kumaşa, önce düzeler yardımıyla baskı patı püskürtülmekte ardından baskı patı püskürten düzenek ile baskı yapılan düzenek arasında bulunan kurutma tertibatı yardımıyla kumaş kurutulmaktadır. Ardından baskı yapılmaktadır.

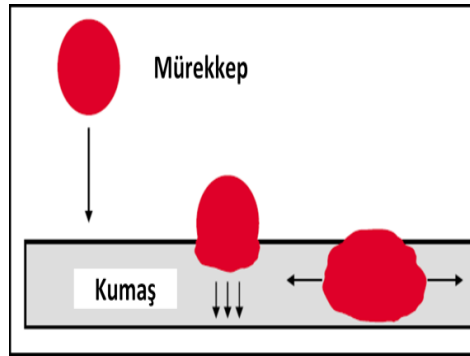
Dijital baskı yapılan ortamın sıcaklığının 23-24 °C, ortamın nem oranının ise % 65 olması istenmektedir. Baskı patı püskürten düzenek ile baskı yapılan düzenek arasında bulunan kurutma tertibatının ortamın nem oranını ve sıcaklığını değiştirmektedir. Ayrıca patı püskürten düzeler ince delikli olduğundan sık sık tıkanmalar yaşanmaktadır. Bu nedenlerden dolayı püskürterek pat uygulama yöntemi pek tercih edilmemektedir.

Lifler ve mürekkep özelliklerine göre dispers ve pigment bazlı mürekkeplerin dispersiyon yapılarından yararlanarak ön işlemsiz de baskı yapılabilir (Selçuk 2009). Lif bazında uygulanacak ön işlemlerin gerekliliği Tablo 2.7’de verilmiştir:

Tablo 2.7: Liflere ve mürekkeplere göre ön işlem gerekliliği

Mürekkep Türü	Uygulama Alanları	Kumaşa Uygulanacak Ön İşlem
Reaktif	Selülozik lifler ve karışım	Gerekli
Asit	Yün, İpek, Poliamid	Gerekli
Dispers	Poliester, Asetat	Duruma göre
Pigment	Her çeşit tekstil lifi	Nadiren

Mürekkep damlasının kumaş yüzeyine adsorbsiyonunun ve penetrasyonunun kontrollü bir şekilde olması için kumaşa sıvı adsorpsiyonu ve yüzey alanını artırıcı partiküle sahip ürünler ile emdirme işlemi ya da kaplama işlemi yapılmaktadır. Tekstil baskıcılığında mürekkebin dokuma kumaş ipliklerindeki dağılımı ve aldığı görüntünün netliği açısından ön işlem uygulamanın ne kadar önemli olduğu Şekil 2.11’de görülmektedir (Kulube ve Hawkayard 2006).



Şekil 2.12: Ön işlemsiz kumaşlarda yıldız damla oluşumu



Şekil 2.13: Basılan boya damlasının ön işlemsiz(solda)ön işlemli difüzyonu

İnk jet baskıcılığında ön işlemli ve ön işlemsiz kumaşlar arasındaki farklar (Şekil 2.13) Tablo 2.8’deki gibi özetlenmiştir.

Tablo 2.8: Ön işlemlili ve ön işlemsiz kumaşlar arasındaki farklar

ÖN İŞLEMSİZ	ÖN İŞLEMLİ
- Kontrolsüz Penetrasyon	- Kontrollü Penetrasyon
- Damla Yayılması (Yıldız Damla)	- Sabit (Dairesel) Damla Şekli
- Düşük Renk Verimi	- Daha İyi Baskı Düzgünlüğü (Egalite)
- Düşük Baskı Kalitesi	- Yüksek Renk Verimi
	- Yüksek Baskı Kalitesi

2.6 İnk Jet Reaktif Baskı

2.6.1.1 Kimyasal Ön İşlem

Kimyasal ön işlem patında bulunması gereken malzemeler kıvamlaştırıcı, alkali, üre ve anti redüksüyon (zayıf oksidasyon) maddesidir. Bu malzemeler ile hazırlanmış olan patı emdirme yöntemiyle kumaşa uygulanmakta uygun sıcaklıkta tercihen 110-120 °C’de kurutma işlemi yapılmaktadır.

Kıvamlaştırıcılar suda çözünebilen veya dispers olarak, viskoz çözelti meydana getiren genel yapısı itibariyle yüksek molekül ağırlıklı olup doğal ve sentetik polimerlerdir (Mathur ve Paras 2006).

İyi bir kıvamlaştırıcıda olması gereken özellikler;

- Tekstilde kumaş yüzeyinin emiciliğinin önüne geçerek kontur netliği sağlamalıdır.
- Boyarmaddenin fikse olana kadar kumaş yüzeyinde kalmasını sağlayacak absorblama kapasitesine sahip olmalı ki boyarmadde liflerin iç yüzeyine difüzyonu gerçekleştirebilsin.
- Kıvamlaştırıcının yüksek şişme kapasitesine sahip olması gerekmektedir böylece mürekkebi tutabilmek açısından bu özelliği önemlidir
- Baskı sonrasında ard işlemlerinde reaktif yıkama esnasında kolaylıkla kumaştan uzaklaşmalı ve yumuşak bir tuşe sağlamalıdır

- Depolama sırasında bakteri oluşturmamalıdır
- Renk verimliliği, hazırlanma süresi ve sıcaklık bakımından hazırlanma kolaylığı ve soğukta çözünebilir olması, kıvamlaştırıcının şişmesi için ekstra süreye ihtiyaç duyulmamalıdır
- Baskı patına istenilen elastikiyet ve viskoziteyi kazandırmalıdır
- Kıvamlaştırıcının boyarmaddeye karşı olan afinitesi kumaşa göre daha düşük olmalıdır
- En önemlisi emdirme esnasında kıvamlaştırıcının kuruduktan sonra kırılğan bir yapı oluşturmayarak kumaş yüzeyinde öbeklenmiş çökelmelerin oluşmamasıdır.

2.6.1.1.1 Alkali

Reaktif boyarmaddeler alkali şartlar altında selülozdaki hidroksil grupların iyonizasyonunu sağlayarak kovalent bağ oluşturacak şekilde reaksiyon göstermektedir. Reaktif boyarmaddelerin yapılarındaki monoklortriazin (MCT) veya vinilsülfon grubuna göre ortam pH'ının ayarlanması için farklı yapılarıdaki alkali malzemeler tercih edildiği gibi farklı miktarlarda da kullanılmaktadır. Vinilsülfon grubu boyarmaddeler için soda tavsiye edilmemektedir. Çünkü vinilsülfon grubu boyalar hızlı bir şekilde hidrolize olmakta boyarmaddenin renk verimliliği ve devamlılığı azalmaktadır. Özellikle uzun metraj baskılarında renk nüanslarında bariz geçişler gözlenmektedir. Sodyum bikarbonat boyarmaddenin hidroliz olma riskini düşürmesi ya da daha yavaş gerçekleştirmesinden dolayı konvansiyonel baskıcılıkta ve ink jet baskıda da ön işlemde tavsiye edilmektedir. Buna rağmen işletmelerde renk verimliliği ve fiyat avantajı bakımından sodyum karbonat daha çok tercih kullanılmaktadır (Ujiie 2006).

2.6.1.1.2 Üre

Üre baskı sırasında ve sonrasında ortamdaki higroskopik nem çekme özelliği sayesinde buharlama makinesi veya buhar kalitesinden kaynaklanan farklı fıkse koşullarını optimize edebilmekle birlikte boyarmaddenin çözünürlüğünü arttırmakta,

liflerin şişmesini sağlayarak boyarmaddenin lifler içerisine nüfuz etmesini sağlamaktadır. Buharlama ile fiksaj yapılırken daha düşük üre miktarları kullanılırken kuru hava veya kızgın buhar ile fiksajda daha yüksek üre miktarları kullanılmaktadır. Üre miktarının çok yüksek olması renk verimliliğinde gerileme olmasına neden olabilmektedir. Fazla miktardaki üre nem kazanımını arttırarak reaktif esaslı mürekkebin hidrolizine neden olmaktadır. Magenta, Sarı ve Siyah reaktif boyarmaddeler vinilsülfon yapıda olduklarında daha hızlı hidrolize olma eğilimi göstermekte ve renk verimleri düşmektedir (Choi et al 2005).

2.6.1.1.3 Anti Redüksiyon (indirgenmeyi engelleyici) Madde

İndirgemeyi engelleyici maddenin esas nedeni; reaktif boyarmaddelerin indirgen tesirlere karşı hassas olmasından dolayıdır. Bu sebeple ön işlem baskı patında da konvansiyonel şablon baskıcılığında da renk verimliliği veya renk tonlamasında değişimlerin olmasını engellemek amacıyla yükseltgen madde olan sodyum meta nitrobenzen sülfonat kullanılmaktadır. Bu madde özellikle buharlama esnasında selüloz/alkali sisteminin gösterdiği redüksiyon tesirine karşı reaktif boyarmaddeyi korumaktadır (Yurdakul ve Atav 2006).

2.6.1.2 Mekanik Ön İşlem

Ön işlemlerdeki genel amaç kumaşın üzerine püskürtülen mürekkebin atkı ve çözgü yönündeki dağılımını engellemektir, mekanik yöntemde en çok tercih edilen kalandırlama işlemidir. İki poliamid ya da alttaki çelik üsteki poliamid silindir olacak şekilde dizayn edilmiş kalandır makinesinin silindirleri arasından kumaş geçirilerek kumaş lifleri ezilmekte, düzgün bir yüzey elde edilmekte, lifler arası boşluklar azaltılarak mürekkebin hızlı bir şekilde yayılması önlenmiş olmaktadır (Şekil 2.13) (Kulube ve Hawkyard 1996).



Şekil 2.14: Kalandır makinesi ile mekanik ön işlem

2.6.2 Ard İşlemler

Baskı işlemi bitmiş olan kumaşın üzerindeki reaktif boyarmadde esaslı mürekkep doymuş buhar ile 102 °C’de genellikle 8-12 dakika arasında atmosferik basınçta buhar kumaş üzerinde kondanse olmakta ve boyarmaddelerin lifler içerisine difüzyonu ve kovalent bağlar oluşturarak fikse olmaları sağlanmaktadır (Hawkyard 2006, Yangand Naarani 2004).

Fiksaj işlemi bitmiş olan baskılı kumaşın yüzeyindeki hidrolize uğramış boyaların uzaklaştırılması, ön işlem patından gelen alkali, kıvamlaştırıcı gibi malzemeleri kumaştan uzaklaştırılması için etkili bir reaktif yıkama işlemine ihtiyaç duyulmaktadır. Burada esas olan baskılı kumaşın tüketici kullanımı esnasında ve talep edilen haslık değerlerinin elde edilmesidir. Beyaz zeminli baskılarda zemin kirletmesinin yaşanılmadan yıkanması önemlidir. Burada yıkama işlemini etkileyen en önemli parametre tercih edilen boyarmaddenin substantivitesidir. Substantifliği yüksek olan boyarmaddeler yıkama sırasında beyaz fonu kirletme sorunu yaşatabilmektedir. Hidrolize olmuş boyarmaddeyi uzaklaştırmak beyaz veya baskısız bölgelerde boyarmaddelerin kirlenmeye neden olmasını engellemek için yıkama makinelerinde ilk 2 kabin soğuk yıkama işlemi yapılmaktadır ve daha sonraki kabinlerde 95 °C’de 4 kabin sıcak yıkama son kabin soğuk durulama şeklinde yıkama işlemi gerçekleştirilmektedir. Yıkama işlemi biten kumaşın haslık testleri, yıkama test sonrası kirletmeler, özellikle yaş bekleme sonrasında boyarmaddenin yürüme yapış yapmadığı kontrolleri yapıp bitim işlemleri için sevk edilmektedir.

2.7 Dijital Baskıda Ön İşlemin Önemi ve Akademik Çalışmalar

Dijital baskıda ön işlem baskının kalitesi açısından oldukça önemlidir. Dijital baskıda ön işlemle ilgili akademik çalışmalar incelenmiş ve aşağıda özetlenmiştir.

İnk jet baskıda kumaş yapısının ve ön işlemlerde kullanılan kıvamlaştırıcıların baskı kalitesi (çizgi netliği, renk derinliği ve gamı) üzerine etkisini alginat, nano silika ve silikon kullanılarak incelenen çalışmada, ön işlemin baskı kalitesi üzerinde kumaş yapısından ve hidrofobluğundan çok daha etkili olduğu ve silikon ile işlem gören numunelerde alginat ve nano silika ile işlem gören numunelere göre daha net çizgilerin elde edildiği ortaya konulmuştur (Fan ve diğ. 2002).

Reaktif ink jet baskıda uygulanan ön işlemde kullanılan kıvamlaştırıcıların baskı kalitesi üzerine etkilerini araştırmak amacıyla gerçekleştirilen çalışmada ise baskılı numunelerin renk verimi (K/S değerleri), arka yüzeye geçme durumu (% penetrasyon) ve kontür netliği yanında yıkama ve sürtme haslıkları değerlendirilmiştir. Sentetik kıvamlaştırıcılar ve yüksek, orta, düşük viskoz alginat kıvamlaştırıcılar kullanılarak yapılan testler; ink jet baskı yapılacak olan kumaşların ön işlemleri için en uygun kıvamlaştırıcı tipinin yüksek viskoz alginatlar olduğunu; sentetik kıvamlaştırıcıların ise bu alanda alginatlara karşı belli bir avantaj sağlamadığını ortaya koymaktadır (Kanık ve Selçuk 2010).

İnk jet baskıda plazma ön işleminin etkinliğinin araştırıldığı çalışmada poliester kumaşa dijital baskı öncesi radyo frekans O₂ plazma ile ön işlemi yapılmış, ardından pigment boyar madde ile ink jet baskı işlemi gerçekleştirilmiştir. İpek kumaşlara ink jet baskı öncesi kitosan ile ön işlemin ve binder partikül büyüklüğünün etkilerinin araştırıldığı çalışmada; kitosan miktarının artırılmasıyla baskıda yayılmanın azaldığı gözlenmiştir. Kitosanla ön işlem ve mürekkepte binder kullanımı ile baskı görünümü önemli oranda iyileşmiş ve baskı kalitesi artmıştır (Kangwansupamonkon ve diğ. 2011).

Poliester kumaşa dijital baskıda enzimatik ön işlemin öneminin araştırıldığı çalışmada ise poliester kumaş dijital baskı öncesinde ilk olarak lipaz enzimiyle işlem yapılmıştır. Enzimatik işlemten sonra dijital baskı öncesi ön işlem gerçekleştirilmiştir. Dijital baskı sonrası yıkama, sürtme ve terlemeye karşı renk haslığı, renk verimi ve

kopma mukavemeti ölçülmüştür. Poliester kumaşlara dispers boyarmadde ile dijital baskı öncesi lipaz enzimi ile yapılan enzimatik ön işlemin renk haslığı değerlerini iyileştirdiği ve kopma mukavemetini fazla etkilemediği belirtilmiştir (İbrahim ve diğ. 2012).

İpek kumaşa yapılan çalışmada EBODAC (etilen bazlı oktadesil dimetil amonyum klorid) ön işlem yapılmıştır. EBODAC ile ön işlem görmüş ipek kumaşlara uygulanan ink jet baskıda diğerlerine göre daha derin ve canlı renkler, daha net hatlı baskılar elde edilmiştir (Chen ve diğ. 2014)

Dijital baskıda ön işlemin öneminin araştırıldığı başka bir çalışmada ise katyonik Poly [Stiren-Butil akrilik-(P-vinilbenzil trimetil amonyum klorid)]; P (St-BA-VBT) kürecikleri polimerizasyonla sentezlenmiş ve farklı yapılarıdaki pamuk dokuma kumaşlara dijital baskı öncesi ön işlem ile uygulanmış, baskı sonrası elde edilen baskının kalitesi değerlendirilmiştir. Çalışmanın sonunda katyonik P(St-BA-VBT) nanokürecikleri ile ön işlem görmüş üç farklı kumaşa yapılan dijital baskı keskin ve net kontürler elde edilmiştir. Üç kumaşın sürtme ve yıkama haslığı da çok iyi sonuçlar vermiştir. Pamuk kumaşlara dijital baskı öncesi P (St-BA-VBT) nanokürecikle ile ön işlem yapılmasının renk haslığını iyileştiren, keskin ve net baskı edilmesini sağlayan ayrıca üre kullanılmadığından düşük maliyetli ve çevreye daha az zarar veren yeni bir yöntem olduğu belirtilmiştir (Yan ve diğ. 2018).

Ding ve arkadaşları poliester kumaş üzerine pigment bazlı mürekkepler ile yapılan dijital baskıda ön işlem ajanlarının baskı kalitesine etkilerini araştırmışlardır. Baskı öncesi ön işlem görmüş ve ön işlem görmemiş poliester kumaşlara dijital baskı yapılmıştır. Çalışma sonunda poliester kumaşlara dijital baskı öncesi ön işlem uygulamasının baskı kalitesini arttırdığı, mürekkep yayılmasını azalttığı, renk verimini arttırdığı belirtilmiştir (Ding ve diğ. 2018). Ancak yaş ve kuru sürtme haslıklarında düşük değerler elde edilmiştir.

Başka bir çalışmada selülozik kumaşlara ink jet baskı öncesi ön işlem uygulamasında konvansiyonel kıvamlaştırıcılar yerine (alginat ve karboksimetil selüloz) kitosan kullanımının renk verimi ve renk haslıkları üzerine etkileri araştırılmıştır. Pamuk ve viskoz kumaşlara alginat, karboksimetil selüloz ve kitosan olmak üzere üç ayrı kıvamlaştırıcı ile ön işlem uygulanmış ve reaktif ink jet baskı

yapılmıştır. Kitosanın renk verimini ve renk haslık değerlerini iyileştirdiği görülmüştür. Selülozik kumaşların reaktif dijital baskı öncesi ön işlem uygulamalarında aljinata alternatif olarak kitosanın kullanılabileceği tespit edilmiştir (Abd El-Salam ve diğ. 2018)

Reaktif ink jet baskıda renk verimini geliştirmek için pamuk kumaşlara sodyum alginat, GTA, sodyum hidroksit ve üre ile tek banyoda ön işlem ve katyonizasyon gerçekleştirilmiştir. Ham pamuk kumaşa, katyonize olmayan pamuk kumaşa ve katyonize pamuk kumaşa reaktif ink jet baskı yapıldıktan sonra yüzey morfolojileri, kopma mukavemetleri, ısıl özellikleri, renk verimleri ve renk haslıkları ölçülüp değerlendirilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre reaktif ink jet baskı öncesi pamuk kumaşlara tek banyoda GTA içeren ön işlem formülasyonu uygulamasının renk verimini ve renk haslıklarını iyileştirdiği, net ve keskin hatlı baskı elde edilmesine yardımcı olduğu sonucuna varılmıştır (Ma ve diğ. 2017).

2.8 İpek Lifleri

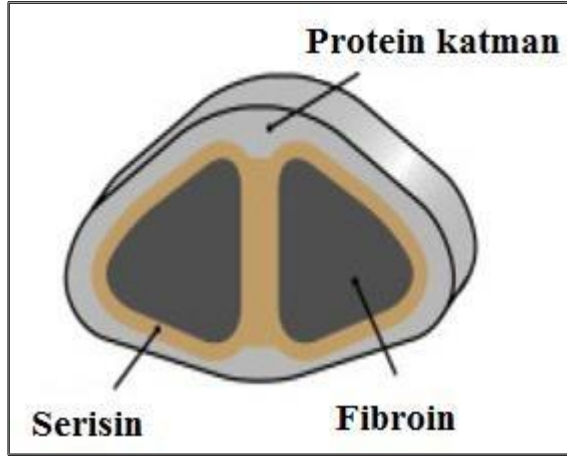
'Liflerin kraliçesi' olarak adlandırılan ipek lifleri, ipek böceği larvalarının salgıladıkları ince kesiksiz doğal protein lifleridir. İki farklı salgı bezinden salgılanan filamentler hava ile temas ettiğinde katılaşmakta ve kompozit bir lif haline gelmektedir. Çin ve Hindistan en büyük iki ipek üreticisidir. İki ülke dünyadaki yıllık üretimin yaklaşık olarak %60' dan fazlasını üretmektedir (Karmakar 1999).

İpek böceklerinin tamamında yaşam döngüsü yumurta, larva, krizalit (pupa) ve tırtıl evresi şeklindedir (Karmakar 1999).

Yaygın olan ipek böcekleri çeşitleri; Bombyx Mori (Mulberry) , Tassar, Eri ve Muga'dır. Mulberry ipek böceği dut yaprağıyla beslenirken diğer ipek böcekleri başka ağaçların yapraklarıyla da beslenebilmektedir. Tassar, Eri, Muga yabani ipek olarak isimlendirilmekte olup mulberry ipeğinden daha sert ipektirler (Karmakar 1999).

İpek kozasından 1600 metreye varan uzunluklarda ipek lifinin üretilmektedir. Üretilen bu lifler, ipeğin yapısında bulunan serisinin yapışkan özelliği ile kolaylıkla bir araya gelmektedir. İpek lifinin üçgen şeklindeki enine kesit

görüntüsü ipek lifine mükemmel ışık yansıtma özelliği kazandırmıştır. Şekil 2.15'de ipek lifinin enine kesit görüntüsü yer almaktadır.



Şekil 2.15: İpek lifinin enine kesit görüntüsü

İpek lifi, ıslaklık hissini vermeden, kendi ağırlığının % 30'u kadar nem çekebilmektedir. Nem, lifler tarafından absorbe edildiği zaman, ıslanma ısısı açığa çıkmaktadır. İpeğin cilde temas ettiğinde konforlu bir kullanım oluşturmadaki etken budur (Süpüren ve Özdil 2014).

2.8.1 İpekböceği Türüne Göre İpek Lifleri Çeşitleri:

2.8.1.1 Bombyx Mori (Mulberry) İpek Lifleri

Bombyx Mori ipek böcekleri, Mulberry ipek böceği ve Çin ipek böcekleri olarak da bilinmektedir. Bombyx Mori ipek böcekleri evcilleştirilmiş ve sadece dut yaprağıyla beslenen böceklerdir. Bombyx Mori (Mulberry) ipek Lifleri bu ipek böceklerinden elde edilmektedir. Dünya ipek böceği üretiminin yaklaşık %95' ini oluşturmaktadır (Karmakar 1999).

Mulberry ipekböcekleri üç gruba ayrılabilir (Venugopal,B.R., Colourage,38(2)1991,53-54http://www.ttcexpert.com/38_Silk_with_figuresnew.pdf).

1. Univoltin (yılda bir nesil)

Univoltin ırkı genellikle Avrupa'da bulunur. Soğuk iklim nedeniyle, kışın uykudadır ve sadece ilkbaharda yumurtadan çıkarlar. Bu nedenle yılda bir kez ipekböceği üretiliyorlar.

2. Bivoltin (yılda iki nesil)

Bivoltin ırkı normalde Japonya, Çin ve Kore'de bulunur. Cinsin yaşam döngüsü aynı yıl içinde iki kez başlar, çünkü iklim yılda iki yaşam döngüsü geliştirmek için uygundur.

3. Polivoltin (yılda sekiz nesile kadar)

Polivoltin ırkı geleneksel olarak tropikal bölgede bulunur.

Büyük ipekböcekleri grupları univoltin ve bivoltin ırklarıdır.

2.8.1.2 Tasar İpek Lifleri

Tasar lifleri yabancı ipek sınıfında yer almaktadır. Tussah, tussur, tussore ve tusser gibi değişik isimler verilmektedir. Antheraea Mylitta türünden elde edilen tasar ipek lifleri kalın lifler olup bakır rengindedir. Dutla beslenen ipek böceğinin lifleriyle karşılaştırıldığında daha az parlaktır. Lifler mobilya sektöründe ve iç giyim sektöründe kullanılmaktadır (Atav ve Demir 2009).

2.8.1.3 Muga İpek Lifleri

Muga ipekböceği (Antherea Helfer) Hindistan' ın kuzeydoğu bölgesinde yetişen yabani ipek böcekleridir ve ürettikleri ipek lifine muga ipeği denilmektedir. Muga ipeği; altın ipek (golden silk) olarak adlandırılmaktadır. Son yıllarda çevresel faktörler, hastalıklar ve zararlılar yüzünden türleri tehdit altındadır (Tikader ve diğ.2013).

2.8.1.4 Eri İpek Lifleri

Eri ipeği, Hindistan' ın kuzeydoğusunda, Çin, Japonya ve Tayland'ın bazı bölgelerinde üretilmektedir. İsmi Samia Cynthia tırtılından almaktadır. (https://en.wikipedia.org/wiki/Eri_silk, (2017)).

2.8.2 Serisinin Uzaklaştırma Miktarına Bağlı Olarak İpek Çeşitleri

Serisin uzaklaştırma işlemlerinden sonra serisinin uzaklaştırma miktarına bağlı olarak üç tip ipekli kumaş elde edilmektedir.

2.8.2.1 Pişmiş İpek (Kuit)

Serisinin tamamının uzaklaştırılması ile sadece fibroinden oluşan ipektir. Parlaklık ve tutum bakımından en değerli liflerdir. Kuit ipeği eldesi sırasında ağırlık kaybı yaklaşık olarak %25-30'dur (Aniş 2005).

2.8.2.2 Suple İpek

Suple ipeğinin ağırlık kaybı %8-10 arasındadır. Mukavemeti daha iyi, daha dolgun, ağır ipek elde edilmektedir. Bununla birlikte suple ipeği pişmiş ipek parlaklığına sahip olamamaktadır (Yazıcıoğlu ve Gülümser 1993).

2.8.2.3 Ekru İpek

Serisinin çok az miktarının uzaklaştırılması istendiğinde elde edilen ipek türüdür, daha sert tutuma sahiptir. Ham ipek sıcak su ile işlem gördüğünde %3-5 arasında ağırlık kaybı meydana gelmektedir (Aniş 2005).

Tsukada ve Hirabayashi (1980), UV radyasyonuna maruz kaldıklarında ipek liflerinin mukavemetinin ve uzamasının azaldığını bulmuşlardır. İpek lifleri oda

sıcaklığında suda çözülmemekte, fakat kaynar suda 100°C'de ağırlık kaybedebilmektedir (Peters 1963).

Kuvvetli alkaliler elyafı kolayca çözmemektedir. Sabun, boraks ve amonyak gibi zayıf alkaliler normalde serisini çözmekte, ancak kaynama noktasında işlem süresi uzadığında fibroine de zarar vermektedir

(http://www.ttcexpert.com/38_Silk_with_figuresnew.pdf)).

Hidrojen peroksit ve bazı perasitler ham ipeğin ağartma işleminde kullanılmaktadır. Fibroinin, hidrosülfid, sülfürik asit ve bunun tuzları gibi indirgeyici maddelere direnç gösterdiği bilinmektedir.

İpek lifleri asit, metal kompleks, reaktif gibi anyonik boyarmaddelerle boyanabilmekte, basılabilmektedir. Direkt, aşındırma, reserve baskı yapılabilir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1 Materyal

3.1.1 Kullanılan Kumaş Özellikleri

70 g/m² gramajda, saten doku tipinde, 88,53 Stensby beyazlık derecesine sahip %100 ipek kumaş kullanılmıştır.

3.1.2 Kullanılan Mürekkepler, Kimyasallar ve Yardımcı Kimyasallar

Tez çalışmasında reaktif boyarmadde Dystar firmasına ait reaktif mürekkepler kullanılmıştır.

Ön işlem patlarının hazırlanmasında kullanılan kıvamlaştırıcılar, kimyasallar ve yardımcı maddeler :

Kıvamlaştırıcılar

Düşük viskoz alginat

Orta viskoz alginat

Yüksek viskoz alginat

Poliakrilik asit türevi ve akrilik kopolimer esaslı sentetik kıvamlaştırıcı

Diğer kimyasal maddeler

Sodyum karbonat: Toz

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

Üre

3.1.3 Kullanılan Cihazlar ve Makineler

Mekanik Karıştırıcı

Viskozimetre: Lamny Rheology viskozimetre

Fulard: Mathis Yatay Fulard.

İnk jet baskı makinesi: Reggiani Renoir 240 digital baskı makinesi

Ramöz: Ataç marka GK 40 model laboratuvar tipi kurutucu.

Buharlayıcı: Salvade VPM model laboratuvar tipi buharlayıcı

Spektrofotometre: Datacolor 600

Mikroskop: Leica EZ4W

Sürtme haslığı ölçüm cihazı (James Heal Model 670 Hand Driven Crock Master

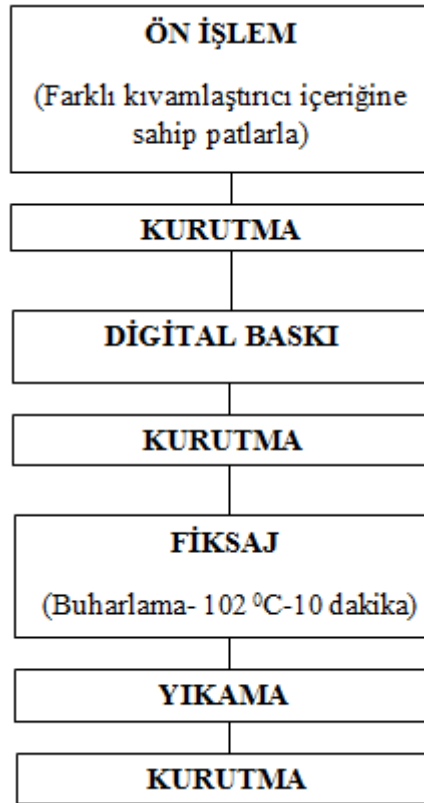
Yıkama Haslığı Cihazı (M228 Rotawash machine, SDL Atlas, UK)

Dairesel Eğilme Dayanımı; Stiffness Tester cihazı (Prowhite)

İnk jet baskılar Reggiani Renoir 240 ink-jet baskı makinesinde yapılmıştır. Bu makinede piezoelektrik drop-on-demand baskı kafası kullanılmaktadır. 16 Kyocera baskı kafası bulunmaktadır. Baskı eni 240 cm'dir.Sistemde CMYK renkleri olan turkuaz, magenta, sarı ve siyaha ek olarak siyah, turuncu, kırmızı ve mavi bulunmakta ve toplamda 8 renk kullanılmaktadır.

3.2 Yöntem

Tez çalışmasının ilk aşamasında ink jette reaktif baskıda kullanılan farklı kıvam maddelerinin baskılı ipek kumaşların renk verimine, haslıklarına, kontür netliğine etkilerinin incelenmesi amaçlanmıştır. İkinci aşamada belirlenen ve yaygın olarak kullanılan doğal ve sentetik kıvam maddelerinin karışımları ile çalışılmıştır. Üçüncü aşamada 4 ve 5renkli açık ve kapalı iki desen seçilmiştir. Bu desenler hem klasik rotasyon baskı makinesinde hem de ink jet baskı makinesinde basılarak maliyet karşılaştırması yapılmıştır. En son aşamada ise kullanılan yumuşatıcı cinsine bağlı olarak ink jet baskılı ipek kumaşların renk verimlerinde değişim olup olmadığı incelenmiştir.



Şekil 3.1: Çalışmada uygulanan proses adımları

3.2.1 Ön İşlemin %100 Doğal ve Sentetik Kıvamlaştırıcılar ile Yapıldığı Deneylerde Kumaşlara Uygulanan Ön İşlem Patları

İpek kumaşlara Tablo 3.1’de verilen reçetelere göre ön işlem yapılmıştır. Üre, soda ve yükseltgen madde miktarları sabit tutulmuş sadece kıvamlaştırıcının etkisinin belirlenmesi hedeflenmiştir.

Tablo 3. 1: Çalışmada uygulanan ön işlem reçeteleri

	Reçete 1	Reçete 2	Reçete 3	Reçete 4	Reçete 5
Kıvamlaştırıcı	20	20	20	20	20
	yüksek viskoz alginat	orta viskoz alginat	düşük viskoz alginat	Akrilik kopolimer esaslı sentetik kıvamlaştırıcı	Poliakrilik asit türevi esaslı sentetik kıvamlaştırıcı
Üre (g/l)	100	100	100	100	100
Soda (g/l)	10	10	10	10	10
Yükseltgen madde (Ludigol) (g/l)	10	10	10	10	10

3.2.2 Ön İşlemin Doğal ve Sentetik Kıvamlaştırıcı Karışımları ile Yapıldığı Deneylerde Kumaşlara Uygulanan Ön İşlem Patları

Tablo 3. 2: Çalışmada 2. aşamada uygulanan ön işlem patları

	Reçete A	Reçete B	Reçete C	Reçete D	Reçete E	Reçete F
Kıvamlaştırıcı	yüksek viskoz alginat	% 70 yüksek viskoz alginat + % 30 Poliakrilik asit türevi esaslı sentetik kıvamlaştırıcı	% 30 yüksek viskoz alginat + % 70 Poliakrilik asit türevi esaslı sentetik kıvamlaştırıcı	Poliakrilik asit türevi esaslı sentetik kıvamlaştırıcı	% 70 yüksek viskoz alginat + % 30 Poliakrilik asit türevi esaslı sentetik kıvamlaştırıcı	% 30 yüksek viskoz alginat + % 70 Poliakrilik asit türevi esaslı sentetik kıvamlaştırıcı
	20	20	20	20	20	20
Üre (g/l)	100	100	100	100	100	100
Soda (g/l)	10	10	10	10	10	10
Yükseltgen madde (Ludigol) (g/l)	10	10	10	10	10	10
Emdirme	Çift emdirme	Tek emdirme	Tek emdirme	Çift emdirme	Çift emdirme	Çift emdirme

Karışım olarak kullanılan kıvamlaştırıcılarla yapılan ön işlemden, çift emdirme yapılan kumaşlarda yaştan yaşa emdirme işlemi uygulanmıştır. Alınan flotte (A_F) %110 olarak hesaplanmıştır.

Ohalis marka pH metre ile pH ölçümleri, Lamny Rheology marka viskozimetre ile ön işlem patlarının viskozite ölçümleri yapılmıştır.

Belirtilen reçetelere göre A_F % 70 olacak şekilde emdirme işlemi yapılmıştır. Ön işlem patıyla emdirme işlemi yapılan ipek kumaşlar 120 °C’de kurutulmuştur.

Baskı işlemi Renoir digital baskı makinesinde (22°C’de % 66 nemde, 3,64 ml/m² mürekkep püskürtülerek 600 dpi’de) gerçekleştirilmiştir.

Baskı ardından kumaşlar 102 °C’de 10 dakika doymuş buhar ile buharlanarak fikse edilmiştir. Fiksajın ardından numunelere aşağıdaki yıkama rejimi uygulanmıştır.

Soğuk yıkama

95 °C’de yıkama

95 °C’de yıkama

Soğuk durulama

3.2.3 Uygulanan Testler ve Yapılan Ölçümler

Beyazlık Derecesi Ölçümü

Baskılı kumaşların beyazlık dereceleri ölçümleri, Datacolor 600 model spektrofotometre kullanılarak D65 gün ışığı altında, 10° gözlem açısı altında yapılmıştır. Kumaş numunelerinden, dört farklı noktadan ölçüm alınarak ölçümlerin ortalamaları hesaplanmıştır. Numunelerin Stensby beyazlık dereceleri ölçülmüş, sarılık değerleri (E313 YI) tespit edilmiştir.

Kumaşların remisyon (% R) değerlerinin ölçümleri Datacolor 600 model spektral fotometresi kullanılarak D65 gün ışığı altında, 10° gözlem açısı altında yapılmıştır. 400-700 nm’lik spektral bölgede ve maksimum absorpsiyon (minimum

remisyon) dalga boyunda ölçülen remisyon (% R) değerleri ile Kubelka-Munk eşitliğinden faydalanılarak renk verimi (K/S) değerleri hesaplanmıştır.

$$\frac{K}{S} = \frac{(1 - R)^2}{2} * R \quad (3.1)$$

R: Maksimum absorpsiyon dalga boyundaki (λ_{max}) reflektans

K: Absorpsiyon katsayısı

S: Yansıma katsayısı

Spektral fotometre ile numunelerin ayrıca CIEL*a*b* değerleri ölçülmüştür.

L*: Açıklık/koyuluk değeri (+ daha açık, - daha koyu)

a*: Kırmızılık/yeşillik değeri (+ daha kırmızı, - daha yeşil)

b*: Sarılık/mavilik değeri (+ daha sarı, - daha mavi)

Baskılı ipek kumaşların ön ve arka yüz renk verimlerinden penetrasyon (arkaya geçiş derecesi) değerleri hesaplanmıştır.

$$Penetrasyon = \frac{\left(\frac{K}{S}\right)_{\text{önyüz}}}{\left[\left(\frac{K}{S}\right)_{\text{arka yüz}} + \left(\frac{K}{S}\right)_{\text{ön yüz}}\right]} * 0,5 \quad (3.2)$$

Dairesel Eğilme Dayanımı Ölçümü

Kumaşlarda sertlik ölçümü, TS 1409/Ekim 1974 standardına göre yapılmıştır. Prowhite dijital pnömatik sertlik test cihazı kullanılmıştır.

Yıkamaya Karşı Renk Haslığı Tayini

Basılmış numunelerin yıkamaya haslığı tayini TS-7584'e (ISO-105 C06) göre yapılmıştır. Yıkama haslığı tayini için bir yüzüne multifiber dikilmiş olan numune, 40°C'da 30 dakika süreyle 4 g/l'lik ECE deterjan çözeltisiyle yıkama işlemine tabi tutulmuştur.

Sürtünmeye Karşı Renk Haslığı Tayini

Numunelerin sürtünmeye karşı renk haslığı tayini TS-717'ye (ISO 105-X12) göre sürtünme test cihazı (crockmeter) ile kuru ve yaş olarak yapılmış ve gri skala ile değerdendirilmiştir.

4. BULGULAR

4.1 Ön İşlemin %100 Doğal ve Sentetik Kıvamlaştırıcılar ile Yapıldığı Deneylere Ait Sonuçlar

4.1.1 Viskozite Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Tablo 4. 1: Ön işlem patlarının pH ve viskozite sonuçları

	pH		Viskozite	
	1. gün	2. gün	3. gün	4. gün
Reçete 1	10,88	10,72	2691	1693
Reçete 2	10,70	10,80	2698	2037
Reçete 3	10,89	10,80	83,09	130,7
Reçete 4	10,85	10,70	1655	1577
Reçete 5	10,98	10,80	5306	4705

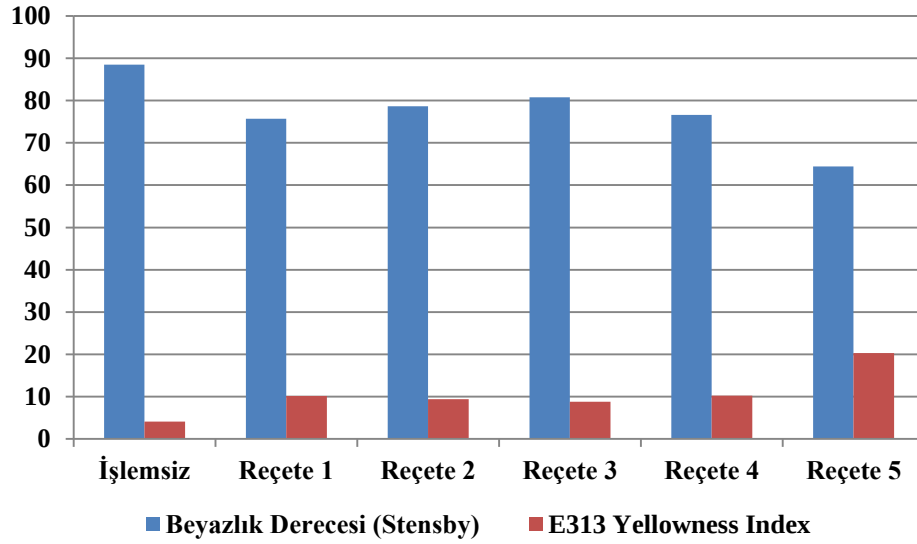
4.1.2 Beyazlık – Sarılık Sonuçları Değerlendirmesi

Tablo 4. 2: Ön işlem patları ipek kumaşların beyazlık dereceleri

	Beyazlık Derecesi (Stensby)	E313 Yellowness Index
İşlemsiz	88,53	4,1
Reçete 1	75,71	10,17
Reçete 2	78,68	9,38
Reçete 3	80,79	8,78
Reçete 4	76,58	10,24
Reçete 5	64,4	20,3

Reçete 1; yüksek viskoz alginat içeriyor Reçete 2; orta viskoz alginat içeriyor Reçete 3; düşük viskoz alginat içeriyor Reçete 4; akrilik kopolimer esaslı sentetik kıvamlaştırıcı Reçete 5; poliakrilik asit türevi esaslı sentetik kıvamlaştırıcı

Ön işlem reçeteleriyle emdirilen ipek kumaşların beyazlık dereceleri işlemsiz kumaşa (88,53 Stensby) göre düşmektedir. Bu düşüş ön işlem flottesinin alkali içermesinden kaynaklanmaktadır. Ancak 5 reçete değerlendirildiğinde; özellikle 5. Ön işlem flottesıyla emdirilen kumaşın beyazlık derecesinin 64,4 Stensby’ a kadar düşmüş olduğu yani en düşük beyazlık derecesine sahip olduğu görülmektedir. 5. reçeteyle işlem ön işlem yapılan kumaş numunesinin beyazlık derecesi diğer kumaşlara göre en az 11 puan kadar daha düşüktür; yani ipek kumaş sararmıştır. E313 Yellowness Index değerleri de bunu doğrulamaktadır. E313 Yellowness Index değerleri ipek kumaşların beyazlık dereceleri düştükçe artmaktadır. En yüksek E313 Yellowness Index değeri 20,3 ile reçete 5 ile emdirilen kumaşa aittir.



Şekil 4. 1: Ön işlem flotteleri ile emdirilen numunelerin beyazlık dereceleri, sarılık indeksleri

Reçete 1; yüksek viskoz alginat içeriyor Reçete 2; orta viskoz alginat içeriyor Reçete 3; düşük viskoz alginat içeriyor Reçete 4; akrilik kopolimer esaslı sentetik kıvamlaştırıcı Reçete 5; poliakrilik asit türevi esaslı sentetik kıvamlaştırıcı

4.1.3 Dairesel Eğilme Dayanımı Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Kumaşların sertliğinin belirlenmesinde eğilmeye karşı gösterdikleri dirençten yararlanılabilmektedir. Stiffness Tester cihazı (Prowhite) ile baskılı ipek kumaşların sertlik ölçümleri yapılmıştır. Ölçüm değerleri Tablo 4.3’de verilmektedir.

Tablo 4. 3: Baskılık ipek kumaşların sertlik değerleri

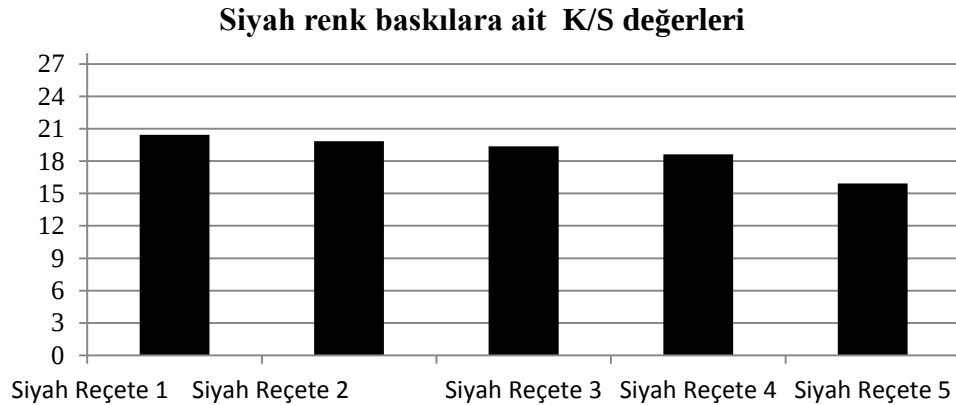
Kumaş sertliği (cN)	
Reçete 1	15,5
Reçete 2	15,83
Reçete 3	16,2
Reçete 4	18
Reçete 5	23,83

Reçete 1; yüksek viskoz alginat içeriyor Reçete 2; orta viskoz alginat içeriyor Reçete 3; düşük viskoz alginat içeriyor Reçete 4; akrilik kopolimer esaslı sentetik kıvamlaştırıcı Reçete 5; poliakrilik asit türevi esaslı sentetik kıvamlaştırıcı

1, 2 ve 3. Reçeteyele ön işlem yapılan ipek kumaşların sertlikleri incelendiğinde; tutumlarının birbirine yakın olduğu görülmektedir. 4. ve 5.reçeteye göre ön işlem patıyla emdirilen ve basılan ipek kumaşların ise tutumlarının sertleştiği; özellikle 5. reçetenin en sert tutuma neden olduğu belirlenmiştir.

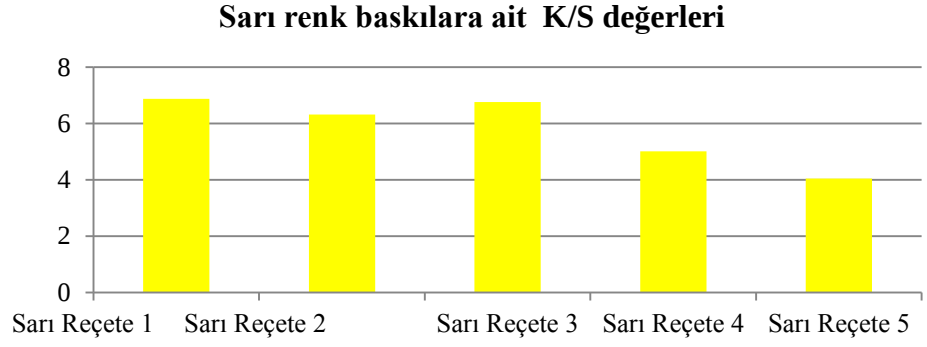
4.1.4 Renk Ölçümü ve Penetrasyon Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Ön işlem yapılan C,M,Y,K renklerde yapılan ink jet baskılı ipek kumaşların renk verimi değerleri grafiklerde ve tablolarda verilmektedir.



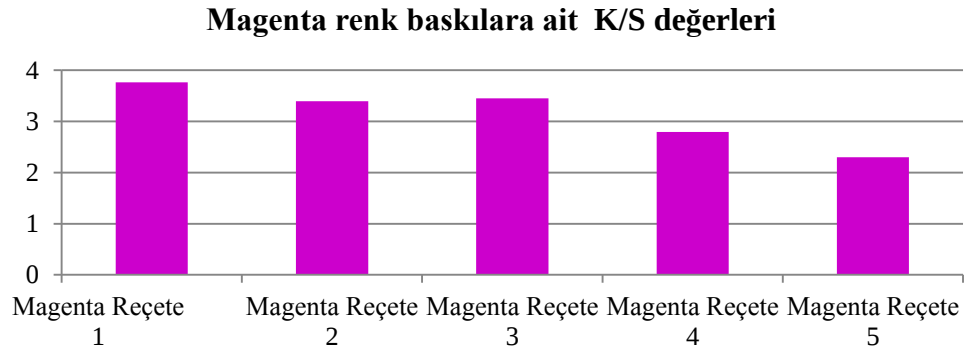
Şekil 4. 2: Siyah renk baskılara ait renk verimi (K/S)

Siyah baskılı numunelerin renk verimi değerleri 1., 2., ve 3. Reçetelerde birbirlerine yakın değerlerdedir. Reçete 4 ve reçete 5 de ise daha düşük renk verimi değerleri ölçülmüştür.



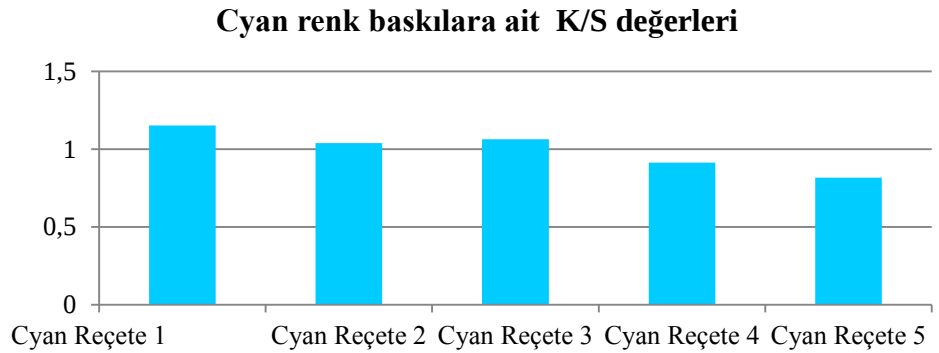
Şekil 4. 3: Sarı renk baskılara ait renk verimi (K/S) değerleri

Sarı baskılı numunelerin de renk verimi değerleri 1., 2., ve 3. Reçetelerde birbirlerine yakın değerlerdedir. Reçete 4 ve reçete 5 de ise daha düşük renk verimi değerleri ölçülmüştür.



Şekil 4. 4: Magenta renk baskılara ait renk verimi (K/S) değerleri

Magenta baskılı numunelerde 1., 2., ve 3. reçetelerde renk verimleri birbirlerine yakın değerlerdeyken reçete 4 ve reçete 5 de daha düşük renk verimi değerleri ölçülmüştür.



Şekil 4. 5: Cyan renk baskılara ait renk verimi (K/S) değerleri

Cyan baskılı numunelerde de siyah, sarı ve magenta renklerde baskılı numunelere benzer durum söz konusudur. 1., 2., ve 3. reçetelerde renk verimleri birbirlerine yakın değerlerdeyken reçete 4 ve reçete 5 de daha düşük renk verimi değerleri görülmektedir.

Tablolar ve şekiller incelendiğinde genel olarak tüm renklerde (C, M, Y, K) reçete 1 ile ön işlem yapılan numunelerin renk verimlerinin diğer ön işlem reçetelerine göre çok az da olsa daha yüksek çıktığı görülmektedir. En düşük renk verimi değerleri, 5. reçeteye göre ön işleme tabi tutulan numunelere aittir.

Tablo 4. 4: Ön işlem patları aktarılmış ipek kumaşların renk değerleri

	K/S değerleri	L^*	a^*	b^*	C^*	h^0
Siyah Reçete 1	20,425	18,83	0,34	-4,04	4,06	274,8
Siyah Reçete 2	19,837	19,24	0,01	-4,11	4,11	270,2
Siyah Reçete 3	19,356	19,77	0,03	-4,91	4,91	270,35
Siyah Reçete 4	18,62	20	0,13	-4,58	4,58	271,58
Siyah Reçete 5	15,942	22,09	-0,33	-4,82	4,83	266,1
Sarı Reçete 1	6,8818	79,07	-9,82	68,9	69,6	98,11
Sarı Reçete 2	6,3282	79,32	-9,81	67,87	68,58	98,23
Sarı Reçete 3	6,7712	79,02	-10,15	68,28	69,03	98,45
Sarı Reçete 4	5,0161	80,04	-9,33	64,97	65,63	98,17
Sarı Reçete 5	4,0489	80,86	-7,93	61,28	61,79	97,38
Magenta Reçete 1	3,7631	50,66	40,68	-10,77	42,08	345,17
Magenta Reçete 2	3,3934	51,65	39,23	-11,13	40,78	344,16
Magenta Reçete 3	3,4493	51,38	39,1	-11,18	40,66	344,05
Magenta Reçete 4	2,7922	53,54	36,75	-10,08	38,11	344,67
Magenta Reçete 5	2,2976	56,06	35,01	-8,02	35,91	347,09
Cyan Reçete 1	1,1531	64,96	-4,2	-25,88	26,22	260,78
Cyan Reçete 2	1,039	66,12	-3,83	-25,3	25,59	261,4
Cyan Reçete 3	1,0634	65,86	-3,79	-25,63	25,91	261,58
Cyan Reçete 4	0,9137	67,34	-3,52	-23,94	24,2	261,64
Cyan Reçete 5	0,8172	67,90	-4,69	-18,09	18,68	255,46

Reçete 1; yüksek viskoz alginat içeriyor Reçete 2; orta viskoz alginat içeriyor Reçete 3; düşük viskoz alginat içeriyor Reçete 4; akrilik kopolimer esaslı sentetik kıvamlaştırıcı Reçete 5; poliakrilik asit türevi esaslı sentetik kıvamlaştırıcı

Renk verimi (K/S) yüksek çıkan numunelerin L^* (açıklık-koyuluk) değeri düşük çıkmaktadır. Bu durum renklerin koyu olması anlamına gelmektedir. L^* değeri

en yüksek olan numuneler reçete 5 ile basılan numunelerdir, yani renk verimleri en düşük olan numunelerdir.

Renk değerleri (a^* , b^* , C^* , h^0) incelendiğinde siyah baskılı numunelerde reçete 5 ile ön işlem yapılan numune diğer reçetelere göre daha yeşildir (a^* değeri - değerdedir). Tüm numunelerin b^* değerleri birbirine yakın değerlerdedir. h^0 açısı numunenin renk tonunu ifade etmektedir. C^* (Chroma) ve h^0 (hue- renk tonu) a^* ve b^* koordinatlarından hesaplanmaktadır. h^0 açısı en düşük çıkan reçete 5 ile basılan numunedir.

Sarı baskılı numunelerde reçete 5 ile basılan numune; diğer reçetelerle ön işlem yapılan numunelere göre daha az yeşil (a^* değeri diğerlerine göre az da olsa daha büyük değerde) ve en düşük C^* (Chroma) değerine sahiptir. Tüm numunelerin b^* ve h^0 değerleri birbirine yakın değerlerdedir.

Magenta baskılı numunelerde reçete 5 ile basılan numune; diğer reçetelerle ön işlem yapılan numunelere göre daha az kırmızı (a^* değeri diğerlerine göre daha küçük değerde), daha az mavi (b^* değeri diğerlerine göre daha büyük değerde) ve en düşük C^* (Chroma) değerine sahiptir. Tüm numunelerin h^0 değerleri birbirine yakın değerlerdedir.

Cyan baskılı numunelerde reçete 5 ile basılan numune; diğer reçetelerle ön işlem yapılan numunelere göre daha az yeşil (a^* değeri diğerlerine göre az da olsa daha büyük değerde), daha az mavi (b^* değeri diğerlerine göre az da olsa daha büyük değerde) ve en düşük C^* (Chroma) değerine sahiptir. Tüm numunelerin h^0 değerleri birbirine yakın değerlerdedir.

Tablo 4. 5: Ön işlem patları aktarılmış ipek kumaşların penetrasyon değerleri

	Ön yüz K/S değerleri	Arka yüz K/S değerleri	Penetrasyon (%)
Siyah Reçete 1	20,425	5,4549	42,16
Siyah Reçete 2	19,837	3,3199	28,67
Siyah Reçete 3	19,356	5,3455	43,28
Siyah Reçete 4	18,62	4,3603	37,95
Siyah Reçete 5	15,942	3,2614	33,97
Sarı Reçete 1	6,8818	0,8409	21,78
Sarı Reçete 2	6,3282	0,7225	20,49

Sarı Reçete 3	6,7712	0,7982	21,09
Sarı Reçete 4	5,0161	0,637	22,54
Sarı Reçete 5	4,0489	0,6082	26,12
Magenta Reçete 1	3,7631	0,5157	24,10
Magenta Reçete 2	3,3934	0,4639	24,05
Magenta Reçete 3	3,4493	0,4923	24,98
Magenta Reçete 4	2,7922	0,4529	27,91
Magenta Reçete 5	2,2976	0,3972	29,48
Cyan Reçete 1	1,1531	0,3313	44,64
Cyan Reçete 2	1,039	0,2816	42,65
Cyan Reçete 3	1,0634	0,3022	44,26
Cyan Reçete 4	0,9137	0,2762	46,42
Cyan Reçete 5	0,8172	0,2879	52,10

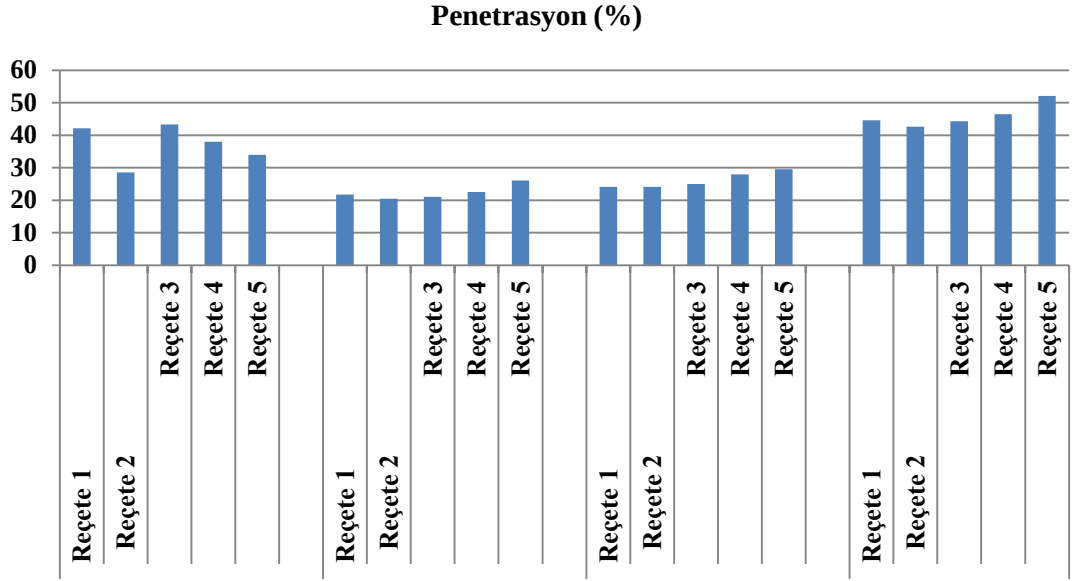
Magenta ve sarı renk baskılı numunelerde penetrasyon değerleri tüm ön işlem patları için birbirine yakın değerlerdedir. Cyan baskılı numunelerde penetrasyon değerleri daha yüksek çıkmıştır. Siyah baskılı numunelerde ise; ön işlem reçetesine bağlı olarak penetrasyon değerleri farklılık göstermiştir.

Tablo 4. 6: Baskılı numunelerin ön ve arka yüz görüntüleri

Ön yüz K/S değerleri		Arka yüz K/S değerleri		Penetrasyon (%)	
Siyah Reçete 1	20,425		5,455		42,16
Sarı Reçete 1	6,882		0,841		21,78
Magenta Reçete1	3,7632		0,516		24,10
Cyan Reçete 1	1,1532		0,331		44,64
Siyah Reçete 2	19,837		3,307		28,67
Sarı Reçete 2	6,328		0,723		20,49
Magenta Reçete2	3,393		0,464		24,05
Cyan Reçete 2	1,039		0,282		42,65

Siyah Reçete 3	19,356		5,346		43,28
Sarı Reçete 3	6,771		0,798		21,09
Magenta Reçete3	3,449		0,492		24,98
Cyan Reçete 3	1,063		0,302		44,26
Siyah Reçete 4	18,620		4,360		37,95
Sarı Reçete 4	5,016		0,637		22,54
Magenta Reçete4	2,792		0,453		27,91
Cyan Reçete 4	0,914		0,276		46,42
Siyah Reçete 5	15,942		3,261		33,97
Sarı Reçete 5	4,049		0,608		26,12
Magenta Reçete5	2,298		0,397		29,48
Cyan Reçete 5	0,817		0,288		52,10

Reçete 1; yüksek viskoz alginat içeriyor Reçete 2; orta viskoz alginat içeriyor Reçete 3; düşük viskoz alginat içeriyor Reçete 4; akrilik kopolimer esaslı sentetik kıvamlaştırıcı Reçete 5; poliakrilik asit türevi esaslı sentetik kıvamlaştırıcı



Şekil 4. 6: Baskılı ipek kumaşların ön işlem reçetelerine göre penetrasyon değerleri (%)

Reçete 1; yüksek viskoz alginat içeriyor Reçete 2; orta viskoz alginat içeriyor Reçete 3; düşük viskoz alginat içeriyor Reçete 4; akrilik kopolimer esaslı sentetik kıvamlaştırıcı Reçete 5; poliakrilik asit türevi esaslı sentetik kıvamlaştırıcı

4.1.5 Kontür Netliği Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Kırmızı dikdörtgen içerisine alınan çizgilerin her reçete için Leica EZ4W model mikroskopta 12,5 büyütmede görüntüleri alınmış ve çizgilerin genişliği 5 ayrı noktadan ölçülerek ortalamaları hesaplanmıştır.

Tablo 4. 7: Farklı ön işlem reçetelerinin kontür netliklerine etkisi

	Çizgi genişliği (mm)				
					
	0,316	0,320	0,338	0,316	0,320

Reçete 1; yüksek viskoz alginat içeriyor Reçete 2; orta viskoz alginat içeriyor Reçete 3; düşük viskoz alginat içeriyor Reçete 4; akrilik kopolimer esaslı sentetik kıvamlaştırıcı Reçete 5; poliakrilik asit türevi esaslı sentetik kıvamlaştırıcı

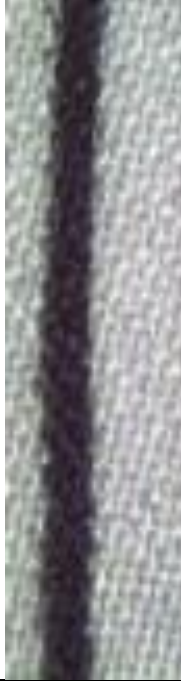
Ön işleme yapılan numunelerin baskı sonrası ölçümlerine göre çizgi genişliklerinde önemli bir farklılık bulunmamaktadır. En ince çizgiler Reçete 1 ve 4

ile elde edilmiştir. Reçete 2 ve 5 benzer kalınlıkta olup onları Reçete 3 ile ön işlem yapılan numune takip etmektedir.



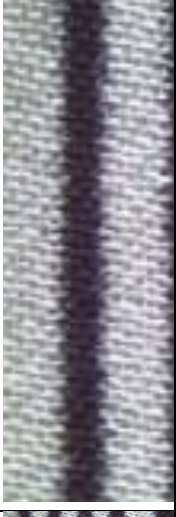
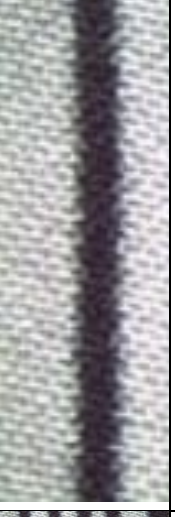
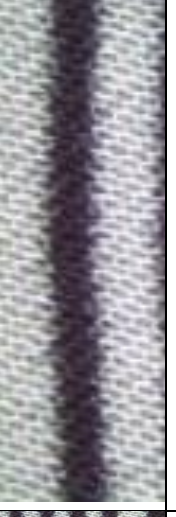
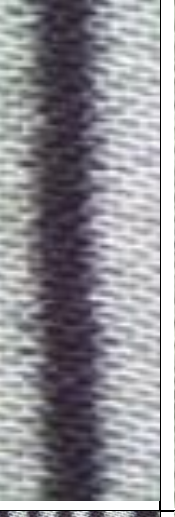
Şekil 4. 7: Kontürlerin değerlendirilmesi için digital baskı yapılmış ipek kumaşın görüntüsü

Kırmızı dikdörtgen içerisine alınan çizgilerin her reçete için Leica EZ4W model mikroskopta 8 büyütmede görüntüleri alınmış ve çizgilerin genişliği 5 ayrı noktadan ölçülerek ortalamaları hesaplanmıştır.

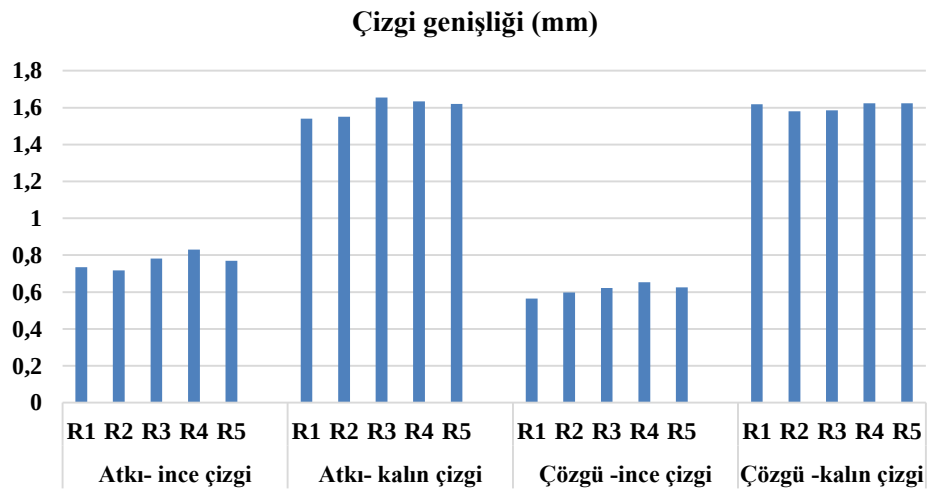
	R1-Çözü	R2- Çözü	R3- Çözü	R4- Çözü	R5- Çözü
					
İnce çizgi genişliği (mm)	0,564	0,598	0,621	0,654	0,626
					
Kalın çizgi genişliği (mm)	1,62	1,58	1,59	1,62	1,62

Şekil 4. 8: Çözgü yönünde basılan ince ve kalın çizgilerin mikroskop görüntüleri ve genişlik ölçüm değerleri

Reçete 1; yüksek viskoz alginat içeriyor Reçete 2; orta viskoz alginat içeriyor Reçete 3; düşük viskoz alginat içeriyor Reçete 4; akrilik kopolimer esaslı sentetik kıvamlaştırıcı Reçete 5; poliakrilik asit türevi esaslı sentetik kıvamlaştırıcı

	R1-Atkı	R2-Atkı	R3-Atkı	R4-Atkı	R5-Atkı
					
					
İnce çizgi genişliği (mm)	0,75	0,71	0,78	0,82	0,77
Kalın çizgi genişliği (mm)	1,54	1,55	1,65	1,63	1,62

Şekil 4. 9: Atkı yönünde basılan ince ve kalın çizgilerin mikroskop görüntüleri ve genişlik ölçüm değerleri



Şekil 4. 10: Atkı ve çözgü yönündeki ince/kalın çizgideki kontür netliği

Baskılı numunelerin kontür netliklerini incelemek amacıyla basılan farklı kalınlıktaki düz çizgiler mikroskop yardımıyla büyütülerek ölçülmüştür. Ölçüm sonuçları ve görüntüleri; özellikle ince çizgilerde çizgi genişliğinin atkı yönünde çözgü yönüne göre daha yüksek olduğunu yani atkı yönündeki basılan çizgilerde yayılma olduğunu göstermektedir. Çözgü yönünde yapılan baskıların daha net olduğu görülmektedir. İnk jet baskı makinesinde baskı kafalarının kumaş enine atkı boyunca hareket etmesinden dolayı çözgü yönüne göre atkı yönünde mürekkebin sakallanma ya da boya yürümesi olarak daha fazla gözlenmesine neden olduğu düşünülmektedir.

4.1.6 Haslık Sonuçlarının Değerlendirilmesi

4.1.6.1 Yıkama Haslığı Sonuçları

Tablo 4. 8: Ön işlem patları aktarılmış ipek kumaşların yıkama haslığı değerleri

	Yıkama haslığı (Staining)					
	<i>Asetat</i>	<i>Pamuk</i>	<i>Poliamid</i>	<i>Poliester</i>	<i>Akrilik</i>	<i>Yün</i>
Siyah Reçete 1	5	5	5	5	5	5
Siyah Reçete 2	5	5	5	5	5	5
Siyah Reçete 3	5	5	5	5	5	5
Siyah Reçete 4	5	5	5	5	5	5
Sarı Reçete 1	5	5	5	5	5	5
Sarı Reçete 2	5	5	5	5	5	5
Sarı Reçete 3	5	5	5	5	5	5
Sarı Reçete 4	5	5	5	5	5	5
Sarı Reçete 5	5	5	5	5	5	5
Magenta Reçete 1	5	5	5	5	5	5
Magenta Reçete 2	5	5	5	5	5	5
Magenta Reçete 3	5	5	5	5	5	5
Magenta Reçete 4	5	5	5	5	5	5

Magenta Reçete 5	5	5	5	5	5	5
------------------	---	---	---	---	---	---

Cyan Reçete 1	5	5	5	5	5	5
Cyan Reçete 2	5	5	5	5	5	5
Cyan Reçete 3	5	5	5	5	5	5
Cyan Reçete 4	5	5	5	5	5	5
Cyan Reçete 5	5	5	5	5	5	5

Reçete 1; yüksek viskoz alginat içeriyor Reçete 2; orta viskoz alginat içeriyor Reçete 3; düşük viskoz alginat içeriyor Reçete 4; akrilik kopolimer esaslı sentetik kıvamlaştırıcı Reçete 5; poliakrilik asit türevi esaslı sentetik kıvamlaştırıcı

Tüm baskılı numunelerin yıkama haslığı değerleri ön işlem reçetelerinden bağımsız olarak 5 olarak belirlenmiştir.

4.1.6.2 Sürtme Haslığı Sonuçları

Tablo 4. 9: Farklı ön işlem patları aktarılmış ipek kumaşların sürtme haslığı değerleri

	Sürtme Haslığı	
	<i>Kuru</i>	<i>Yaş</i>
Siyah Reçete 1	5	4-5
Siyah Reçete 2	5	4-5
Siyah Reçete 3	5	4-5
Siyah Reçete 4	5	4-5
Siyah Reçete 5	5	4
Sarı Reçete 1	5	5
Sarı Reçete 2	5	4-5
Sarı Reçete 3	5	4-5
Sarı Reçete 4	5	4-5
Sarı Reçete 5	5	4
Magenta Reçete 1	5	4-5
Magenta Reçete 2	5	4-5
Magenta Reçete 3	5	4-5
Magenta Reçete 4	5	4-5
Magenta Reçete 5	5	4

Cyan Reçete 1	5	5
Cyan Reçete 2	5	4-5
Cyan Reçete 3	5	4-5
Cyan Reçete 4	5	5
Cyan Reçete 5	5	4-5

Reçete 1; yüksek viskoz alginat içeriyor Reçete 2; orta viskoz alginat içeriyor Reçete 3; düşük viskoz alginat içeriyor Reçete 4; akrilik kopolimer esaslı sentetik kıvamlaştırıcı Reçete 5; poliakrilik asit türevi esaslı sentetik kıvamlaştırıcı

Sürtme haslığı test sonuçlarına göre kuru sürtme haslığı değerleri 5’dir, yaş haslık değerleri ise tüm numunelerde genel olarak yüksek değerlerdedir. Sadece 5. numaralı reçete ile ön işlem yapılan numunelerin diğer reçetelerle işlem yapılan patlara göre yaş sürtme haslıklarının 0,5 puan kadar daha düşük olduğu belirlenmiştir.

4.2 Ön İşlemin Doğal ve Sentetik Kıvamlaştırıcı Karışımları ile Yapıldığı Deneylere Ait Sonuçlar

II. bölümde en iyi renk verimi, kontür netliği elde edilen yüksek viskoz alginat ve baskı işletmeleri tarafından uygulamada tercih edilen poliakrilat esaslı sentetik kıvamlaştırıcı ve bunların karışımları ile çalışılmıştır. Ön işlem patı aktarılırken baskı işletmelerinin uygulamada kullanabildikleri çift emdirme ile tek emdirme şeklinde iki çalışma uygulanmıştır.

4.2.1 Viskozite Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Tablo 4. 10: İpek kumaşa aktarılacak olan ön işlem patlarına ait pH ve viskozite değerleri

	pH	Viskozite	
		1. Gün	2. Gün
Reçete A	10,88	2691	1693
Reçete B	10,35	1999	1318
Reçete C	10,38	1619	1199
Reçete D	10,99	5306	4705
Reçete E	10,38	1999	1318
Reçete F	10,38	1619	1199

Reçete A %100 yüksek viskoz alginat
 Reçete B %70 yüksek viskoz alginat + % 30 poliakrilik asit türevi
 Reçete C %30 yüksek viskoz alginat + %70 poliakrilik asit türevi
 Reçete D %100 poliakrilik asit türevi
 Reçete E %70 yüksek viskoz alginat + % 30 poliakrilik asit türevi (çift emdirme)
 Reçete F %30 yüksek viskoz alginat + %70 poliakrilik asit türevi (çift emdirme)

4.2.2 Beyazlık-Sarılık Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Tablo 4. 11: Ön işlem patları aktarılmış ipek kumaşların beyazlık dereceleri

			Beyazlık Derecesi (Stensby)	E313 Yellowness Index
İşlemsiz			88,53	4,1
Reçete 1	% 100 yüksek viskoz alginat	Tek emdirme	75,71	10,17
Reçete A	% 100 yüksek viskoz alginat	Çift emdirme	75,18	10,36
Reçete 5	% 100 poliakrilik asit türevi esaslı sentetik kıvamlaştırıcı	Tek emdirme	75,10	10,01
Reçete D	% 100 poliakrilik asit türevi esaslı sentetik kıvamlaştırıcı	Çift emdirme	77,44	8,81
Reçete B	% 70 yüksek viskoz alginat + % 30 poliakrilik asit türevi esaslı sentetik kıvamlaştırıcı	Tek emdirme	78,79	7,39
Reçete E	% 70 yüksek viskoz alginat + % 30 poliakrilik asit türevi esaslı sentetik kıvamlaştırıcı	Çift emdirme	77,34	8,67
Reçete C	% 30 yüksek viskoz alginat + % 70 poliakrilik asit türevi esaslı sentetik kıvamlaştırıcı	Tek emdirme	78,97	7,88
Reçete F	% 30 yüksek viskoz alginat + % 70 poliakrilik asit türevi esaslı sentetik kıvamlaştırıcı	Çift emdirme	78,77	7,60

İpek kumaşların beyazlık dereceleri; emdirme işleminin iki kere tekrarlanması durumunda önemli bir negatif değişiklik göstermemektedir.

4.2.3 Dairesel Eğilme Dayanımı Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Tablo 4. 12: Baskılı ipek kumaşların sertlik değerleri

			Kumaş sertliği (cN)
Reçete 1	% 100 yüksek viskoz alginat	Tek	15,5
Reçete A	% 100 yüksek viskoz alginat	Çift	18,16
Reçete 5	% 100 Sentetik kıvamlaştırıcı	Tek	23,83

Reçete D	% 100 Sentetik kıvamlaştırıcı	Çift	26
Reçete B	% 70 yüksek viskoz alginat + % 30 Poliakrilik asit türevi esaslı kıvamlaştırıcı	Tek	17
Reçete E	% 70 yüksek viskoz alginat + % 30 Poliakrilik asit türevi esaslı kıvamlaştırıcı	Çift	19
Reçete C	% 30 yüksek viskoz alginat + % 70 Poliakrilik asit türevi esaslı kıvamlaştırıcı	Tek	18,80
Reçete F	% 30 yüksek viskoz alginat + % 70 Poliakrilik asit türevi esaslı kıvamlaştırıcı	Çift	19

Ön işlem patlarının ipek kumaşlara iki kez emdirilmesi kumaş sertliğinin az da olsa artmasına neden olmaktadır. Baskılı kumaşlar tutum açısından değerlendirildiğinde; birbirlerine kıyasla çok büyük bir farklılık olmamakla birlikte daha sert tutuma sahip olan baskılı ipek kumaş; sentetik kıvamlaştırıcı ile emdirilen ipek kumaşlardır. Diğerlerine göre daha yumuşak tutuma sahip kumaşların ise alginat esaslı kıvamlaştırıcı ile ön işlem yapılan kumaşlar olduğu görülmektedir.

4.2.4 Renk Ölçümü ve Penetrasyon Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Tablo 4. 13: Ön işlemin doğal ve sentetik kıvamlaştırıcı karışımları ile yapıldığı baskıların renk verimi (K/S) değerleri

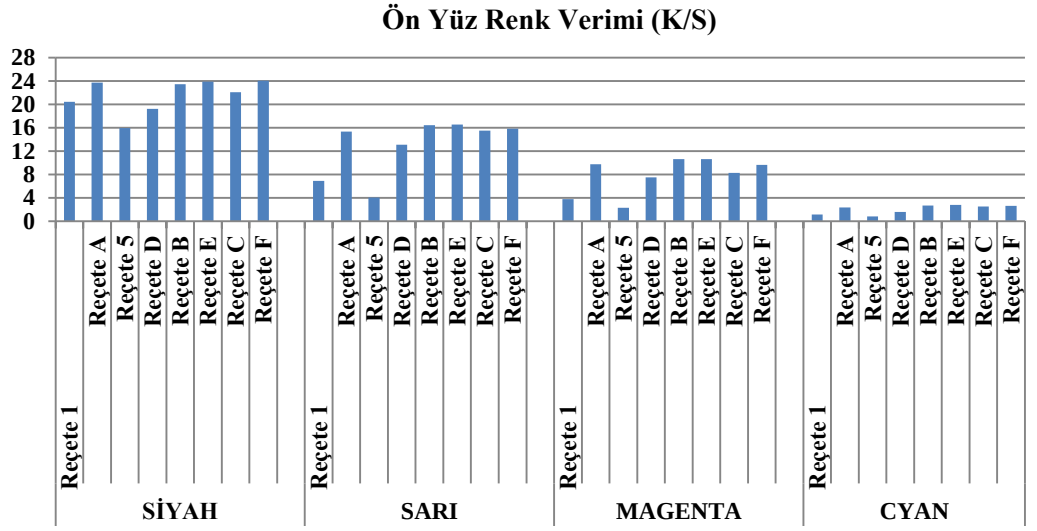
			Emdirme	Ön yüz K/S değerleri	Arka yüz K/S değerleri	Penetrasyon (%)
SİYAH	Reçete 1	% 100 yüksek viskoz alginat	Tek	20,425	5,4549	42,16
	Reçete A	% 100 yüksek viskoz alginat	Çift	23,745	11,304	64,50
	Reçete 5	% 100 Sentetik kıvamlaştırıcı	Tek	15,942	3,2614	33,97
	Reçete D	% 100 Sentetik kıvamlaştırıcı	Çift	19,232	4,974	41,10
	Reçete B	% 70 yüksek viskoz alginat + % 30 Poliakrilik asit türevi esaslı kıvamlaştırıcı	Tek	23,486	14,413	76,06
	Reçete E	% 70 yüksek viskoz alginat + % 30 Poliakrilik asit türevi esaslı kıvamlaştırıcı	Çift	23,907	16,380	81,32
	Reçete C	% 30 yüksek viskoz alginat + % 70 Poliakrilik asit türevi esaslı kıvamlaştırıcı	Tek	22,117	8,7389	56,64
	Reçete F	% 30 yüksek viskoz alginat + % 70 Poliakrilik asit türevi esaslı kıvamlaştırıcı	Çift	24,072	10,359	60,17
SARI	Reçete 1	% 100 yüksek viskoz alginat	Tek	6,8818	0,8409	21,78
	Reçete A	% 100 yüksek viskoz alginat	Çift	15,337	2,5184	28,21
	Reçete 5	% 100 Sentetik kıvamlaştırıcı	Tek	4,0489	0,6082	26,12
	Reçete D	% 100 Sentetik kıvamlaştırıcı	Çift	13,089	1,6580	22,49

MAGENTA	Reçete B	% 70 yüksek viskoz alginat + % 30 Poliakrilik asit türevi esaslı kıvamlaştırıcı	Tek	16,461	2,6041	27,32
	Reçete E	% 70 yüksek viskoz alginat + % 30 Poliakrilik asit türevi esaslı kıvamlaştırıcı	Çift	16,586	2,9802	30,46
	Reçete C	% 30 yüksek viskoz alginat + % 70 Poliakrilik asit türevi esaslı kıvamlaştırıcı	Tek	15,526	1,9214	22,03
	Reçete F	% 30 yüksek viskoz alginat + % 70 Poliakrilik asit türevi esaslı kıvamlaştırıcı	Çift	15,866	2,0711	23,09
	Reçete 1	% 100 yüksek viskoz alginat	Tek	3,7631	0,5157	24,10
	Reçete A	% 100 yüksek viskoz alginat	Çift	9,7812	0,7793	14,76
	Reçete 5	% 100 Poliakrilik asit türevi esaslı kıvamlaştırıcı	Tek	2,2976	0,3972	29,48
	Reçete D	% 100 Poliakrilik asit türevi esaslı kıvamlaştırıcı	Çift	7,496	0,6750	16,52
	Reçete B	% 70 yüksek viskoz alginat + % 30 Poliakrilik asit türevi esaslı kıvamlaştırıcı	Tek	10,614	0,8381	14,64
	Reçete E	% 70 yüksek viskoz alginat + % 30 Poliakrilik asit türevi esaslı kıvamlaştırıcı	Çift	10,652	0,8436	14,68
	Reçete C	% 30 yüksek viskoz alginat + % 70 Poliakrilik asit türevi esaslı kıvamlaştırıcı	Tek	8,281	0,6957	15,50
	Reçete F	% 30 yüksek viskoz alginat + % 70 Poliakrilik asit türevi esaslı kıvamlaştırıcı	Çift	9,6528	0,8122	15,52
CYAN	Reçete 1	% 100 yüksek viskoz alginat	Tek	1,1531	0,3313	44,64
	Reçete A	% 100 yüksek viskoz alginat	Çift	2,3495	0,456	32,51
	Reçete 5	% 100 Poliakrilik asit türevi esaslı kıvamlaştırıcı	Tek	0,8172	0,2879	52,10
	Reçete D	% 100 Poliakrilik asit türevi esaslı kıvamlaştırıcı	Çift	1,597	0,3675	37,41
	Reçete B	% 70 yüksek viskoz alginat + % 30 Poliakrilik asit türevi esaslı kıvamlaştırıcı	Tek	2,705	0,4956	30,97
	Reçete E	% 70 yüksek viskoz alginat + % 30 Poliakrilik asit türevi esaslı kıvamlaştırıcı	Çift	2,772	0,509	31,03
	Reçete C	% 30 yüksek viskoz alginat + % 70 Poliakrilik asit türevi esaslı kıvamlaştırıcı	Tek	2,5241	0,4591	30,78
	Reçete F	% 30 yüksek viskoz alginat + % 70 Poliakrilik asit türevi esaslı kıvamlaştırıcı	Çift	2,6447	0,4761	30,51

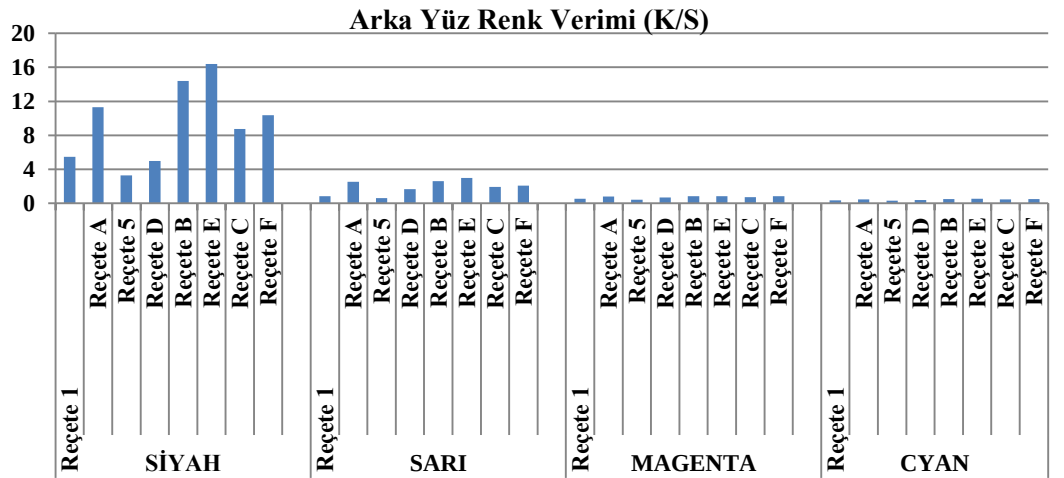
Tablo 4. 14: Ön işlemin doğal ve sentetik kıvamlaştırıcı karışımları ile yapıldığı baskıların renk değerleri

			Emdir me	Ön yüz K/S değerleri	L^*	a^*	b^*	C^*	h^0
SİYAH	Reçete 1	% 100 yüksek viskoz alginat	Tek	20,425	18,83	0,34	-4,04	4,06	274,8
	Reçete A	% 100 yüksek viskoz alginat	Çift	23,745	17,98	-1,53	-5,98	6,17	255,63
	Reçete 5	% 100 Poliakrilik asit türevi esaslı kıvamlaştırıcı	Tek	15,942	22,09	-0,33	-4,82	4,83	266,1
	Reçete D	% 100 Poliakrilik asit türevi esaslı kıvamlaştırıcı	Çift	19,232	20,83	-2,15	-6,84	7,17	252,52
	Reçete B	% 70 yüksek viskoz alginat + % 30 Poliakrilik asit türevi esaslı kıvamlaştırıcı	Tek	23,486	18,51	-1,97	-6,72	7,01	253,68
	Reçete E	% 70 yüksek viskoz alginat + % 30 Poliakrilik asit türevi esaslı kıvamlaştırıcı	Çift	23,907	17,84	-1,49	-6,02	6,21	256,07
	Reçete C	% 30 yüksek viskoz alginat + % 70 Poliakrilik asit türevi esaslı kıvamlaştırıcı	Tek	22,117	19,19	-2,2	-6,73	7,08	251,91
	Reçete F	% 30 yüksek viskoz alginat + % 70 Poliakrilik asit türevi esaslı kıvamlaştırıcı	Çift	24,072	17,67	-1,41	-5,71	5,88	256,15
SARI	Reçete 1	% 100 yüksek viskoz alginat	Tek	6,8818	79,07	-9,82	68,9	69,6	98,11
	Reçete A	% 100 yüksek viskoz alginat	Çift	15,337	77,68	-5,74	84,54	84,74	93,88
	Reçete 5	% 100 Poliakrilik asit türevi esaslı kıvamlaştırıcı	Tek	4,0489	80,86	-7,93	61,28	61,79	97,38
	Reçete D	% 100 Poliakrilik asit türevi esaslı kıvamlaştırıcı	Çift	13,089	77,13	-5,68	81,2	81,4	94
	Reçete B	% 70 yüksek viskoz alginat + % 30 Poliakrilik asit türevi esaslı kıvamlaştırıcı	Tek	16,461	77,63	-5,98	85,28	85,49	94,01
	Reçete E	% 70 yüksek viskoz alginat + % 30 Poliakrilik asit türevi esaslı kıvamlaştırıcı	Çift	16,586	77,44	-5,84	85,05	85,25	93,93
	Reçete C	% 30 yüksek viskoz alginat + % 70 Poliakrilik asit türevi esaslı kıvamlaştırıcı	Tek	15,526	78,5	-5,56	86,36	86,54	93,68
	Reçete F	% 30 yüksek viskoz alginat + % 70 Poliakrilik asit türevi esaslı kıvamlaştırıcı	Çift	15,866	76,62	-6,61	83,5	83,76	94,53
MAGENTA	Reçete 1	% 100 yüksek viskoz alginat	Tek	3,7631	50,66	40,68	-10,77	42,08	345,17
	Reçete A	% 100 yüksek viskoz alginat	Çift	9,7812	38,97	44,1	-8,74	44,96	348,79
	Reçete 5	% 100 Poliakrilik asit türevi esaslı kıvamlaştırıcı	Tek	2,2976	56,06	35,01	-8,02	35,91	347,09
	Reçete D	% 100 Poliakrilik asit türevi esaslı kıvamlaştırıcı	Çift	7,496	41,16	41,65	-8,53	42,51	348,43
	Reçete B	% 70 yüksek viskoz alginat + % 30 Poliakrilik asit türevi esaslı kıvamlaştırıcı	Tek	10,614	38,11	44,42	-8,99	45,32	348,56
	Reçete E	% 70 yüksek viskoz alginat + % 30 Poliakrilik asit türevi esaslı kıvamlaştırıcı	Çift	10,652	37,76	43,82	-8,63	44,66	348,85
	Reçete C	% 30 yüksek viskoz alginat + % 70 Poliakrilik asit türevi esaslı kıvamlaştırıcı	Tek	8,289	39,99	41,84	-8,57	42,71	348,42
	Reçete F	% 30 yüksek viskoz alginat + % 70 Poliakrilik asit türevi esaslı kıvamlaştırıcı	Çift	9,6528	38,58	43,22	-8,08	43,96	349,42
C	Reçete 1	% 100 yüksek viskoz alginat	Tek	1,1531	64,96	-4,2	-25,88	26,22	260,78

Reçete A	% 100 yüksek viskoz alginat	Çift	2,3495	54,89	-2,06	-30,56	30,63	266,15
Reçete 5	% 100 Poliakrilik asit türevi esaslı kıvamlaştırıcı	Tek	0,8172	67,9	-4,69	-18,09	18,68	255,46
Reçete D	% 100 Poliakrilik asit türevi esaslı kıvamlaştırıcı	Çift	1,597	61,48	-2,78	-22,76	22,93	263,04
Reçete B	% 70 yüksek viskoz alginat + % 30 Poliakrilik asit türevi esaslı kıvamlaştırıcı	Tek	2,705	53,73	-2,67	-31,65	31,76	265,17
Reçete E	% 70 yüksek viskoz alginat + % 30 Poliakrilik asit türevi esaslı kıvamlaştırıcı	Çift	2,772	53,69	-2,75	-31,86	31,98	265,07
Reçete C	% 30 yüksek viskoz alginat + % 70 Poliakrilik asit türevi esaslı kıvamlaştırıcı	Tek	2,5241	55,75	-5,03	-30,25	30,67	260,55
Reçete F	% 30 yüksek viskoz alginat + % 70 Poliakrilik asit türevi esaslı kıvamlaştırıcı	Çift	2,6447	53,85	-2,69	-31,15	31,27	265,07

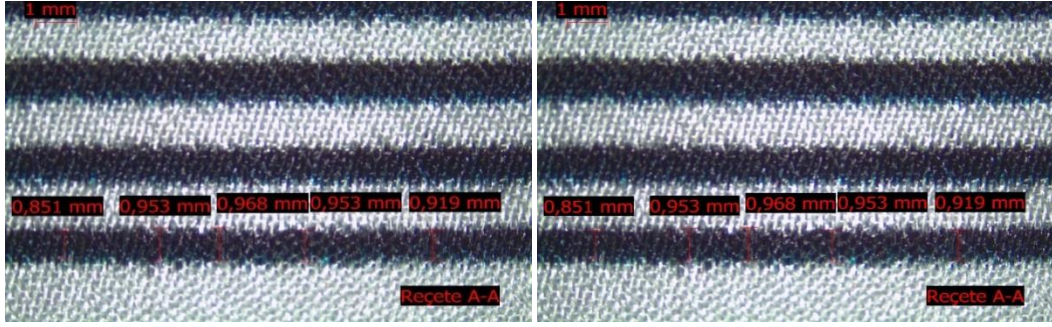


Şekil 4. 11: Ön işlemin doğal ve poliakrilik asit türevi esaslı sentetik kıvamlaştırıcı karışımları ile yapıldığı baskıların ön yüz renk verimi değerleri

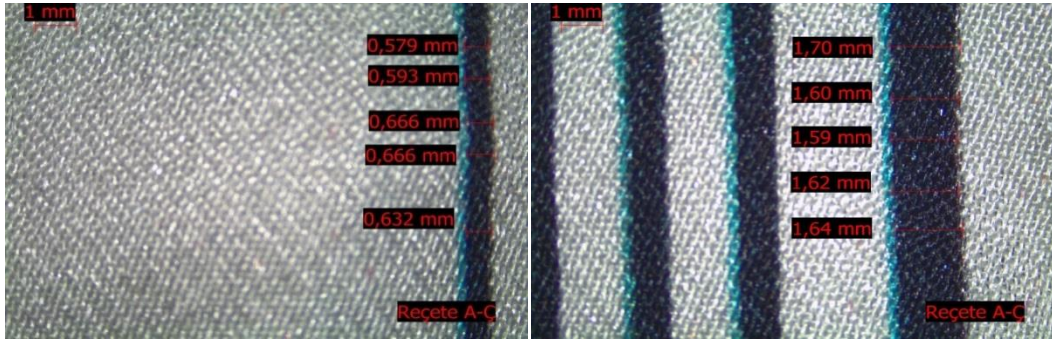


Şekil 4. 12: Ön işlemin doğal ve poliakrilik asit türevi esaslı sentetik kıvamlaştırıcı karışımları ile yapıldığı baskıların arka yüz renk verimi değerleri

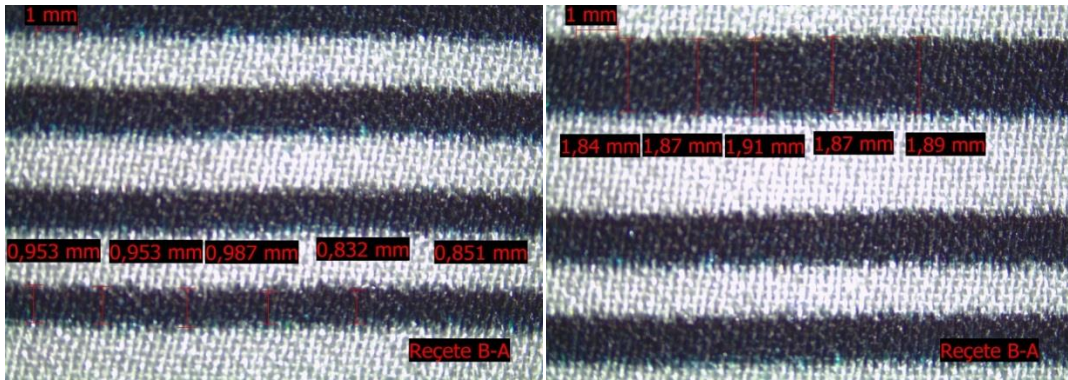
4.2.5 Kontür Netliği Sonuçlarının Değerlendirilmesi



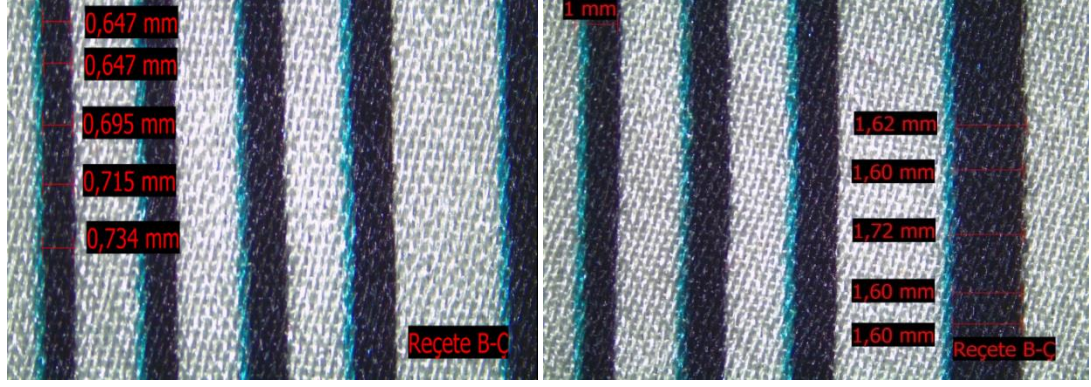
Şekil 4. 13: Reçete A ile ön işlem yapılmış baskılı numunelerin atkı yönündeki çizgi genişlikleri



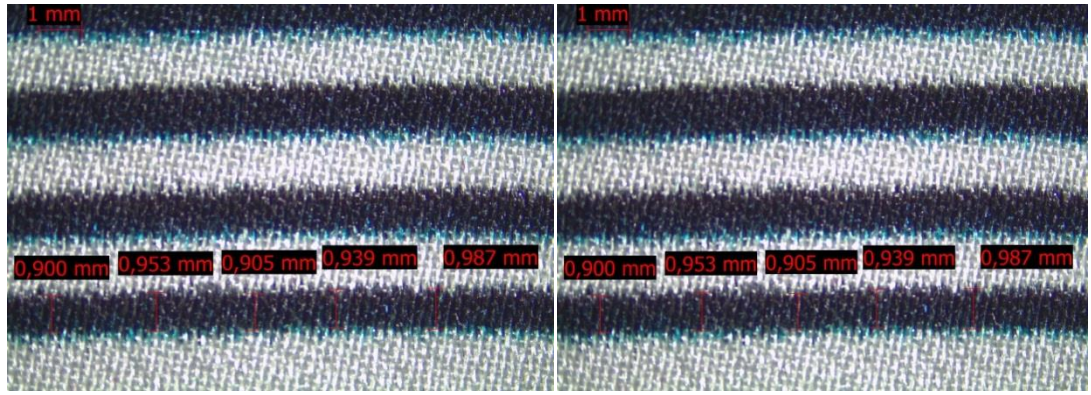
Şekil 4. 14: Reçete A ile ön işlem yapılmış baskılı numunelerin çözgü yönündeki çizgi genişlikleri



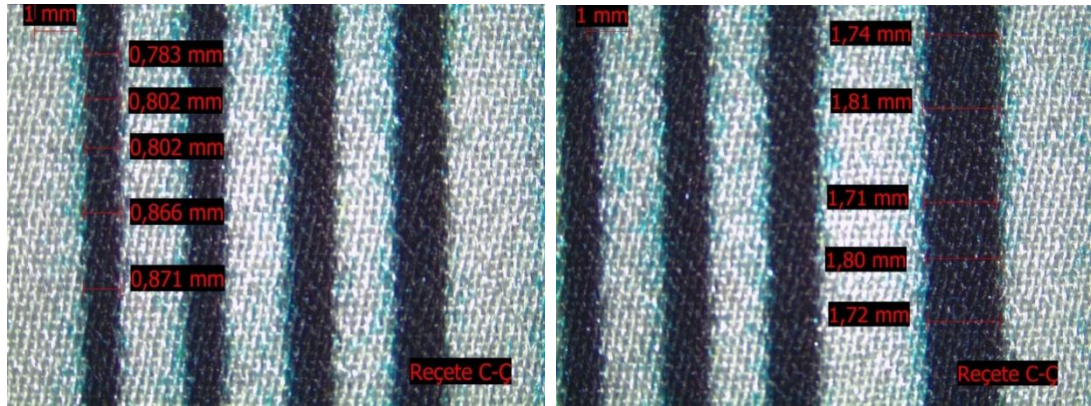
Şekil 4. 15: Reçete B ile ön işlem yapılmış baskılı numunelerin atkı yönündeki çizgi genişlikleri



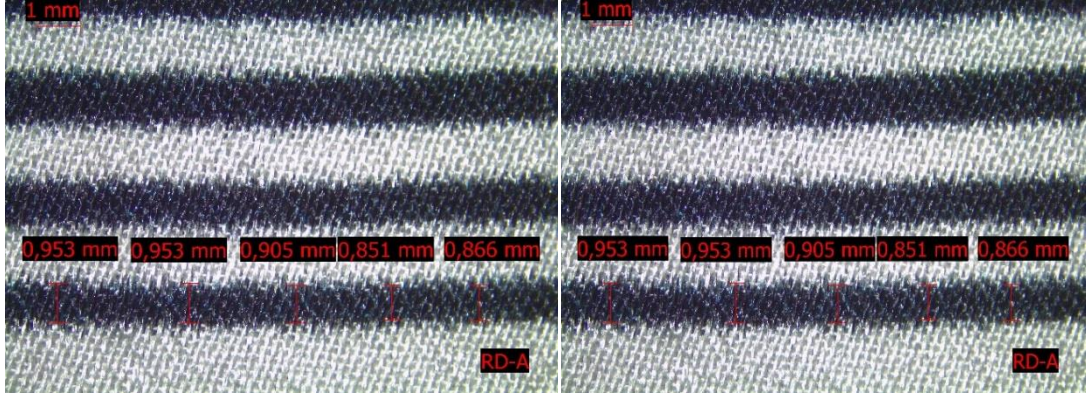
Şekil 4. 16: Reçete B ile ön işlem yapılmış baskılı numunelerin çözgü yönündeki çizgi genişlikleri



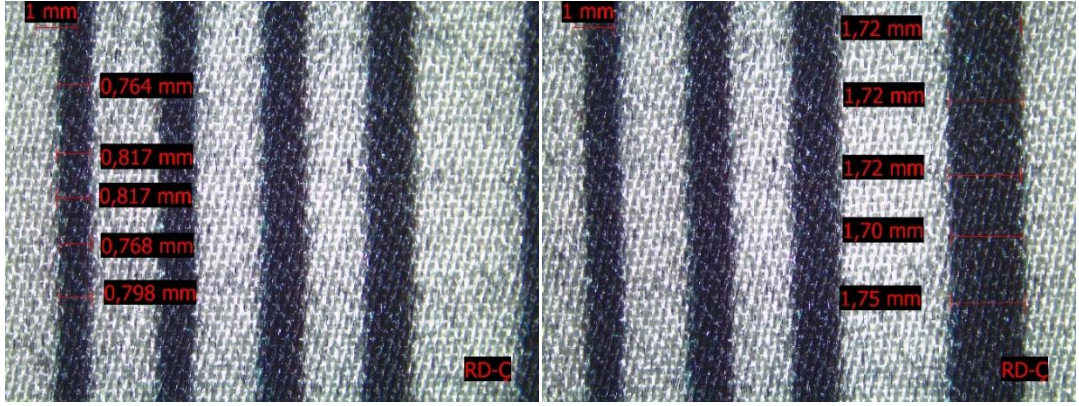
Şekil 4. 17: Reçete C ile ön işlem yapılmış baskılı numunelerin atkı yönündeki çizgi genişlikleri



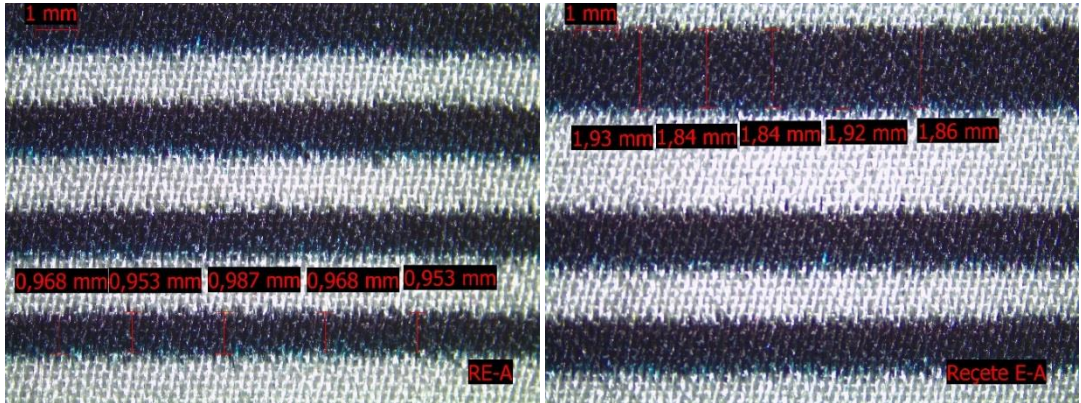
Şekil 4. 18: Reçete C ile ön işlem yapılmış baskılı numunelerin çözgü yönündeki çizgi genişlikleri



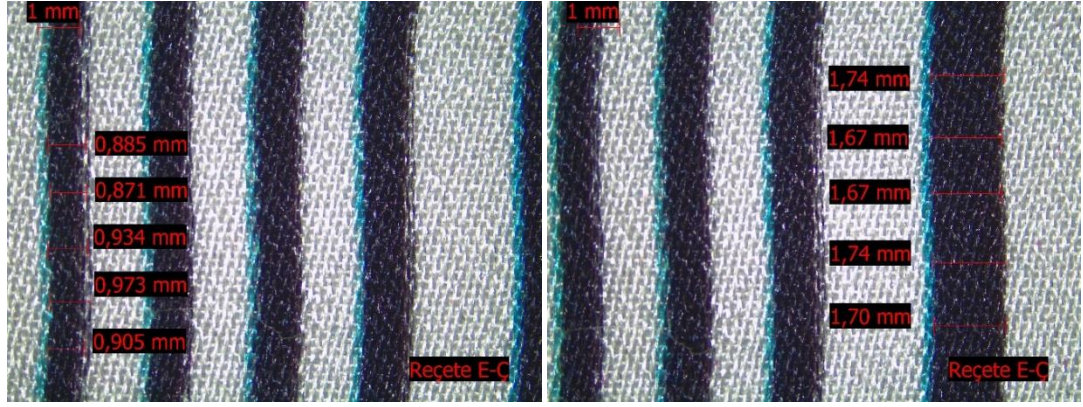
Şekil 4. 19: Reçete D ile ön işlem yapılmış baskılı numunelerin atkı yönündeki çizgi genişlikleri



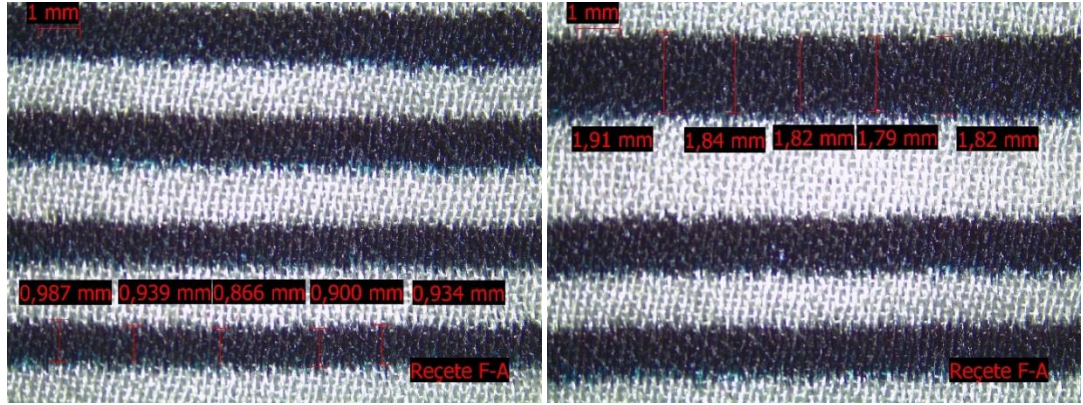
Şekil 4. 20: Reçete D ile ön işlem yapılmış baskılı numunelerin çözgü yönündeki çizgi genişlikleri



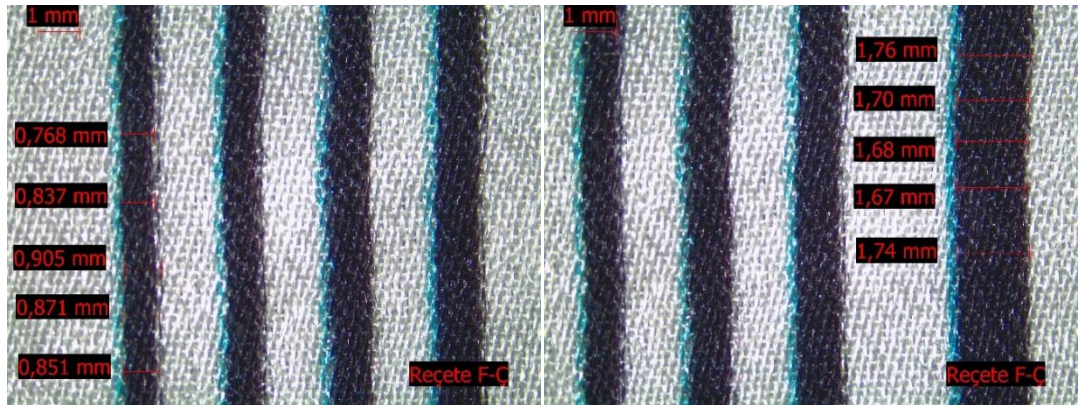
Şekil 4. 21: Reçete E ile ön işlem yapılmış baskılı numunelerin atkı yönündeki çizgi genişlikleri



Şekil 4. 22: Reçete E ile ön işlem yapılmış baskılı numunelerin çözgü yönündeki çizgi genişlikleri



Şekil 4. 23: Reçete F ile ön işlem yapılmış baskılı numunelerin atkı yönündeki çizgi genişlikleri



Şekil 4. 24: Reçete F ile ön işlem yapılmış baskılı numunelerin çözgü yönündeki çizgi genişlikleri

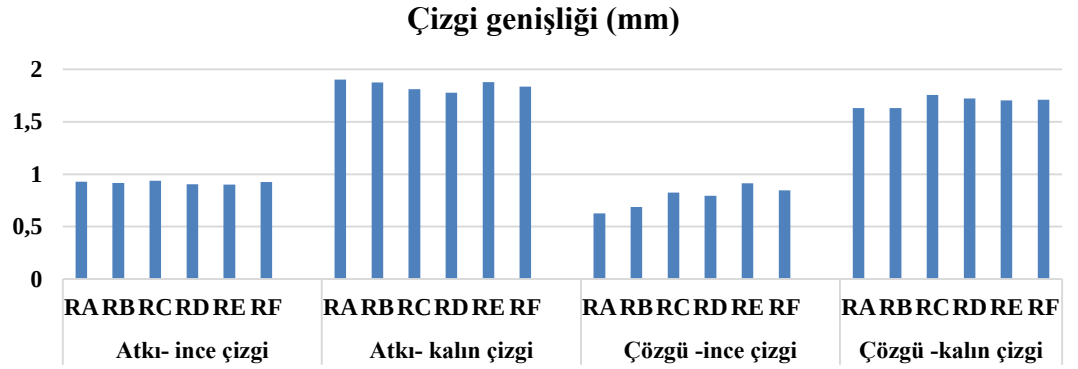
Tablo 4. 15: Ön işlemin doğal ve sentetik kıvamlaştırıcı karışımları ile yapıldığı baskıların atkı ve çözgü yönündeki çizgi genişlikleri

	RA- Çözgü	RB- Çözgü	RC- Çözgü	RD- Çözgü	RE- Çözgü	RF- Çözgü
İnce çizgi genişliği (mm)	0,627	0,688	0,825	0,793	0,862	0,846
Kalın çizgi genişliği (mm)	1,630	1,630	1,756	1,722	1,704	1,710
	RA-Atkı	RB- Atkı	RC- Atkı	RD- Atkı	RE- Atkı	RF- Atkı
İnce çizgi genişliği (mm)	0,929	0,915	0,937	0,906	0,966	0,925
Kalın çizgi genişliği (mm)	1,902	1,876	1,810	1,798	1,878	1,836

Mikroskop ile yapılan ölçümler ve görüntüler; % 100 alginat ve sentetik kıvamlaştırıcıların kullanıldığı baskılı kumaşlara benzer şekilde özellikle ince çizgilerde çizgi genişliğinin atkı yönünde çözgü yönüne göre daha yüksek olduğunu yani atkı yönündeki basılan çizgilerde yayılma olduğunu göstermektedir. Çözgü yönünde yapılan baskılar daha nettir.

Tablo 4. 16: Ön işlemin %100 doğal ve sentetik kıvamlaştırıcılar ile yapıldığı baskıların atkı ve çözgü yönündeki çizgi genişlikleri

	R1-Çözgü	R2- Çözgü	R3- Çözgü	R4- Çözgü	R5- Çözgü
İnce çizgi genişliği (mm)	0,564	0,598	0,621	0,654	0,626
Kalın çizgi genişliği (mm)	1,62	1,58	1,59	1,62	1,62
	R1-Atkı	R2-Atkı	R3-Atkı	R4-Atkı	R5-Atkı
İnce çizgi genişliği (mm)	0,75	0,71	0,78	0,82	0,77
Kalın çizgi genişliği (mm)	1,54	1,55	1,65	1,63	1,62



Şekil 4. 25: Ön işlemin doğal ve sentetik kıvamlaştırıcı karışımları ile yapıldığı baskıların atkı ve çözgü yönündeki çizgi genişlikleri (mm)

Ön işlemin doğal ve sentetik kıvamlaştırıcı karışımları ile yapıldığı baskıların atkı ve çözgü yönündeki çizgi genişlikleri; atkı yönündeki ince ve kalın çizgilerin çözgü yönünde basılan çizgilere göre daha geniş olduklarını göstermektedir. Ön işlemde kullanılan pat karışımlarının çeşitliliği göz önüne alındığında atkı ve çözgü yönündeki boya yürümesi ya da sakallanmanın kendi içlerinde karşılaştırıldığında önemli fark olmadığı görülmektedir.

4.2.6 Haslık Sonuçlarının Değerlendirilmesi

4.2.6.1 Yıkama Haslığı Sonuçları

Tablo 4. 17: Ön işlem patları aktarılmış ipek kumaşların yıkama haslığı değerleri

		Yıkama haslığı					
		Asetat	Pamuk	Poliamid	Poliester	Akrilik	Yün
Siyah	Reçete A	5	5	5	5	5	5
	Reçete B	5	5	5	5	5	5
	Reçete C	5	5	5	5	5	5
	Reçete D	5	5	5	5	5	5
	Reçete E	5	5	5	5	5	5
	Reçete F	5	5	5	5	5	5
Sarı	Reçete A	5	5	5	5	5	5

	Reçete B	5	5	5	5	5	5
	Reçete C	5	5	5	5	5	5
	Reçete D	5	5	5	5	5	5
	Reçete E	5	5	5	5	5	5
	Reçete F	5	5	5	5	5	5
Magenta	Reçete A	5	5	5	5	5	5
	Reçete B	5	5	5	5	5	5
	Reçete C	5	5	5	5	5	5
	Reçete D	5	5	5	5	5	5
	Reçete E	5	5	5	5	5	5
	Reçete F	5	5	5	5	5	5
Cyan	Reçete A	5	5	5	5	5	5
	Reçete B	5	5	5	5	5	5
	Reçete C	5	5	5	5	5	5
	Reçete D	5	5	5	5	5	5
	Reçete E	5	5	5	5	5	5
	Reçete F	5	5	5	5	5	5

Tüm baskılı numunelerin yıkama haslığı değerleri 5 olarak belirlenmiştir.

4.2.6.2 Sürtme Haslığı Sonuçları

Tablo 4. 18: Ön işlem patları çift aktarılmış baskılı ipek kumaşların sürtme haslığı değerleri

		Sürtme Haslığı		Ön yüz K/S değerleri
		Kuru	Yaş	
Siyah	Reçete A	5	3-4	23,745
	Reçete B	5	3-4	23,486
	Reçete C	5	4-5	22,117
	Reçete D	5	4-5	19,232
	Reçete E	5	3-4	23,907
	Reçete F	5	3-4	24,072
Sarı	Reçete A	5	4-5	15,337
	Reçete B	5	4-5	16,461

	Reçete C	5	4-5	15,526
	Reçete D	5	4-5	13,089
	Reçete E	5	<u>4</u> -5	16,586
	Reçete F	5	<u>4</u> -5	15,8661
Magenta	Reçete A	5	4-5	9,7812
	Reçete B	5	<u>4</u> -5	10,614
	Reçete C	5	4-5	8,289
	Reçete D	5	4-5	7,496
	Reçete E	5	<u>4</u> -5	10,652
	Reçete F	5	<u>4</u> -5	9,6528
Cyan	Reçete A	5	4-5	2,3495
	Reçete B	5	<u>4</u> -5	2,705
	Reçete C	5	4-5	2,5241
	Reçete D	5	4-5	1,597
	Reçete E	5	<u>4</u> -5	2,772
	Reçete F	5	<u>4</u> -5	2,644

Tüm baskılı numunelerin kuru sürtme haslığı değerleri 5 olarak belirlenmiştir. Yaş haslıklar sarı, magenta ve cyan renk basılan numunelerde ön işlem patının farklılığından bağımsız olarak benzer değerlendirilmiştir. Sadece siyah renk baskılı ipek kumaşlar; renk verimi değerlerine bağlı olarak bazı reçeteler için biraz daha düşük yaş haslık değerleri vermiştir. Tüm haslık değerleri kabul edilebilir değerlerdir.

4.3 Maliyetlerin Karşılaştırılması

Klasik rotasyon ve ink jet baskıda 6 ve 4 renkli iki desen için maliyet karşılaştırması yapılmıştır. % 100 ipek kumaşlara renk verimleri, haslıkları, tutumları ve kontür netlikleri açısından optimum reçeteler olarak belirlenen; % 70 yüksek viskoz alginat + % 30 Poliakrilik asit türevi esaslı sentetik kıvamlaştırıcı ve % 30 yüksek viskoz alginat + % 70 Poliakrilik asit türevi esaslı sentetik kıvamlaştırıcı içeren ön işlem reçeteleri uygulanmıştır. 6 ve 4 renkli desen ink jet baskıda hem 300 hem de 600 dpi olmak üzere iki farklı çözünürlükte basılmıştır. 6 renkli desenin basıldığı kumaşlardan 3 rengin ölçülen renk verimi değerleri Tablo 4.19’da verilmektedir.



% 70 yüksek viskoz aljinat + % 30 poliakrilat esaslı sentetik kıvamlaştırıcı
300 dpi 600 dpi



% 30 yüksek viskoz aljinat + % 70 poliakrilat esaslı sentetik kıvamlaştırıcı
300 dpi 600 dpi

Şekil 4. 26: Seçilen kıvamlaştırıcı kombinasyonlarını içeren ön işlem reçetelerine göre farklı çözünürlükte ink jet baskı yapılan % 100 ipek kumaşların görüntüleri

Tablo 4. 19: Seçilen kıvamlaştırıcı kombinasyonlarını içeren ön işlem reçetelerine göre farklı çözünürlükte ink jet baskı yapılan % 100 ipek kumaşların renk verimi (K/S) değerleri

Renk Verimi (K/S) Değerleri				
	Çözünürlük	Lacivert	Kiremit	Yeşil
% 70 yüksek viskoz alginat + % 30 Sentetik kıvamlaştırıcı	300 dpi	4,309	3,555	1,841
	600 dpi	8,336	5,774	3,997
% 30 yüksek viskoz alginat + % 70 Sentetik kıvamlaştırıcı	300 dpi	4,4273	4,0576	1,9836
	600 dpi	8,647	6,569	4,3659

Beklenildiği gibi çözünürlüğün arttırılması her iki ön işlem reçetesinde tüm renklerin (CMYK) renk verimi değerlerinde % 50'ye yakın oranda artış sağlamaktadır. Her iki ön işlem reçetesi ile yakın renk verimi değerleri elde edilmiştir.

Maliyet Hesabı

Rotasyon Baskıda 6 Renkli Desen İçin Maliyet Hesabı

Rotasyon Baskılı Kumaşlarda 6 renkli kapalı zemin olarak ipek üzerine baskı yapılmış olan kumaşı incelediğimizde:

Reçetelerdeki toplam boyarmadde miktarları

Black 1: 44 g/kg * 7.2 € = 316.8 €

Black 2: 33 g/kg * 9.20 € = 303. 6 €

Black 3: 30.75 g/kg * 10.81 = 332.40 €

Red: 8.06 g/kg * 18.33 € = 166.06 €

Yellow: 2.88 g/kg * 7.52€ = 21.65 €

Blue: 15.66 g/kg * 15.98 € = 250. 468 €

Toplam olarak 1390.97 /1000 = 1.390 €/kg lık boya ile reçetelerimiz hazırlanmıştır.

1 mt sinde 0.4 kg patlı boya olduğundan 1 kg patlı boyanın 134 gr'lık kısmı boyarmadde dir. 0.4 kg da 53.60 gr boyarmadde bulunmaktadır.

Buna göre $((53.6 \times 1.390)/1000) = \mathbf{0.074 \text{ €}}$ luk boya sarfiyatı olmuştur.

Reaktif açma pat reçetesi ve maliyeti

Üre $100\text{g/kg} \times 0.37 \text{ €/kg} = 37 \text{ €}$

Yükseltgen madde $10 \text{ g/kg} \times 1.5 \text{ €/kg} = 15 \text{ €}$

Soda $20 \text{ g/kg} \times 0.22 \text{ €/kg} = 4.4 \text{ €}$

Köpük kesici $2 \text{ g/kg} \times 1.55 \text{ €/kg} = 3.1 \text{ €}$

Yüksek viskoz alginat $20 \text{ g/kg} \times 6.40 \text{ €/kg} = 128 \text{ €}$

Akrilik kopolimer esaslı sentetik kıvamlaştırıcı $10 \text{ g/kg} \times 2.35 \text{ €/kg} = 23.5 \text{ €}$

$838 \text{ g/kg su} \times 0.0015 = 12.57 \text{ Tl}$ yaklaşık 1.95 €

Toplam 1 ton için reaktif patının euro cinsinden maliyeti 210 € dur.

Bu deseni baskısı esnasında toplam 1mt kumaşta 0.4 kg reaktif baskı patı kullanılmıştır. $0.4 \text{ kg} \times 0.210 = \mathbf{0.084 \text{ €}}$ pat maliyeti vardır.

Baskıların yapıldığı rotasyon baskı makinesi 320 cm baskı enine sahiptir. Makine 180 kWh motor gücüne sahiptir. Çalışma süresindeki harcadığı enerji:

$180 \text{ kwh} \times 0.0005 \times 2.5 = 0.225 \text{ kwh} \times 0.57 = 0.128 \text{ Tl}$ yaklaşık $\mathbf{0.019 \text{ €}}$

1mt baskılı kumaşın makine girişinden kurutma çıkışına kadar olan mesafenin 48 mt olup 30 mt/dak. hız ile basılması neticesinde makinenin çalışma süresi 0.0005 saat olarak tespit edilmiştir. Makineye 6 kalıp bir desenin hazırlanması ve baskı sonrası desenin söküm işlem süresi 1 saattir.

İşçilik maliyetine baktığımızda makinede çalışan 1 vardiyada 3 kişi ve 3 vardiyada 9 kişi mevcuttur. Varyant dairesi 5 kişi. Şablon dairesi 3 vardiya ile birlikte 5 kişi. Baskı boya mutfağı 4 kişi olmak üzere 23 kişi toplamda çalışmaktadır. Toplam

60 kişi çalışmakta ve aylık yemek işçilik vb. harcamalar için 300000 TL civarında bir gider olup 1 işçi için 5000 TL/ay maliyetimiz bulunmaktadır.

23 kişinin 115000 TL/ay/600000= 0.19 TL/mt yaklaşık **0.03€/mt işçilik maliyeti vardır.**

Rotasyon baskı makinesinin kurutma kısmının içerisinde 30 kg olan havanın sıcaklığını 20 °C'den 180 °C'ye çıkartmak için gereken enerjiyi hesaplarken sabit hacim içerisinde gazlar sıkıştırılabilir olduğundan özgül ısı için sabit hacimdeki değeri 0,7165 kJ/kgK olarak alıp kuru havanın ısınması için gerekli olan enerjiyi kJ olarak buluruz. Fırının ısınma süresi yaklaşık 2 dakikadır 0.033 saattir.

$$Q=m.cp.(T_2-T_1)= 3439,2 \text{ kJ}=822.77 \text{ kcal}$$

Fırın ısıtmalarında enerji kayıp sabiti olarak 1.5 kat sayısı ile çarpımı yapıldığında fırının iç havasının ısınması için gereken ısı; $822.77 \times 1.5 = 1234.15 \text{ kcal}$ olarak bulunmaktadır.

Kumaş yüzeyinde bulunan suyun buharlaması için gerekli olan enerjiyi hesaplanırken; suyun özgül ısı 4,186 kJ/kgK olarak alınmış, suyu 25 °C'den 100 °C'ye çıkartıp sonra buharlaştırmak için gereken enerji hesaplanmıştır. Burada suyun buharlaşma ısısı 540cal/g olarak alınmıştır.

$$Q=m.cp.(T_2-T_1) + m. Le = 615 \text{ kcal}$$

Q: Gereken enerji, ısı birimi kcal/cal/kJ

M: Kütle; birimi kg/g/ton

Cp: suyun özgül ısısı

T2: Son sıcaklık; birimi Kelvin yada °C

T1: İlk sıcaklık; birimi Kelvin yada °C

Le: Suyun buharlaşma ısısı; birimi cal/gr ya da J/gr

Bu durumda 1kg suyun uzaklaştırılması için fırında harcanan toplam enerji miktarı 1849.15 yaklaşık 1850 kcal olarak hesaplanmaktadır.

$615 \text{ kcal} * 0.335 \text{ kg su} = 206 \text{ kcal}$ enerji harcanıyor.

$206 \text{ kcal} + 1234.15 \text{ kcal} = 1440.15 \text{ kcal}$ 0.335kg suyun uzaklaşması için gereken enerjidir.

Doğalgaz ile ilgili yakıtların ısı değerlerini araştırdığımızda alt ısı değeri 8250 kcal/m³ ve 9.59 kWh (kilowatt saat). 1 kwh doğalgaz tüketiminden yaklaşık olarak 860.42 kcal enerji açığa çıkmaktadır. $1 \text{ m}^3 = 10.64 \text{ kWh}$ olduğuna göre.

$1440.15 \text{ kcal} / 860.42 \text{ kwh/kcal} = 1.67 \text{ kwh}$ doğal gaz tüketimi yapılıyor

$1.67 \text{ kwh} / 10.64 \text{ m}^3/\text{kwh} = 0.15 \text{ m}^3$ doğal gaz kullanılmış oluyor.

$0.15 \text{ m}^3 * 0.95 \text{ Tl/m}^3 = 0.14 \text{ Tl}$ doğalgaz maliyeti

$0.14 * 0.0338 \text{ saatte} = 0.0047 \text{ Tl/mt}$ yaklaşık **0.0007 €/mt doğalgaz maliyeti** ortaya çıkmaktadır.

Makine yatırım maliyeti 630000 €, amortisman giderleri 95000 €, genel giderler 252000 €, bakım (makine enerji) 63000 € olarak alındığında sabit gider toplamda 410 000 € olarak hesaplanmaktadır.

Teorik kapasite= $23 \text{ işçi} * 8 \text{ saat} * 7 \text{ gün} * 52 \text{ hafta} = 66976 \text{ TK/yıl}$

Haftasonu kapasite= $23 \text{ işçi} * 8 \text{ saat} * 1 \text{ gün} * 52 \text{ hafta} = 9658 \text{ HK/yıl}$

Resmi Tatil Kapasitesi = $23 \text{ işçi} * 8 \text{ saat} * 15 \text{ gün} * 52 \text{ hafta} = 14352 \text{ RTK/yıl}$

Boşa Geçen Zaman Kapasitesi= ortalama %10 olarak alınır. 6697 TK/yıl

Normal Kapasite= 36269 NK/yıl

İşletmenin yıl boyunca ortalama 300 gün çalıştığı düşünüldüğünde ve % 65 kapasite ile çalışıldığında;

$300 \text{ gün} * 24 \text{ saat} * 0.65 = 4680 \text{ aktif çalışılan saat/yıl}$

$4680 / 1.75 \text{ saat} = 2674.28 \text{ yıllık üretim parti miktarım}$

$2674.28 * 1000 = 2674280 \text{ mt/yıl}$

$410000 \text{ €} / 2674280 = 0.15 \text{ € amortisman/genel gider/bakım/makine yatırım maliyeti olarak bulunmaktadır.}$

6 adet 1980 cm 125 mesh ham şablon kullanılmıştır. 6 adet ham şablon fiyatı 240 €'dur. Desenlere ait motif doluluğu ya da yoğunluğu şablonun %50'lilik kısmını doldurmaktadır. 1 adet şablon için ortalama desen doluluğu %50 civarında olduğundan 30 dakikada çekim yapılmıştır.

1 adet lazer ile çekim yapılmış şablonun maliyeti 45.57 € dur. $45.57 * 6 / 18000 = 0.015 \text{ €/metre şablon maliyeti}$ vardır. Burada 3000 metrede 1 adet şablonun iadesi yapıldığı düşünülerek metraj maliyeti bulunmuştur.

Sabit giderler ve üretime göre değişkenlik gösteren giderlerin toplamı neticesinde 6 renkli bu desen için **0.379 €/metre** baskı maliyeti bulunmaktadır.

Ink jet baskıda 6 renkli desen için maliyet hesabı

6 renkli kapalı zeminli aynı desenin ink jet baskı makinesinde 2 farklı ön işlem patına göre 2 farklı çözünürlükte ipek kumaşa yapılan reaktif baskı maliyeti incelenmiştir.

İpek kumaşa emdirme yöntemiyle alınan flotte %70 olacak şekilde her iki viskoziteye göre sıkma basınçları ayarlanarak 1 metre kumaş yüzeyine 0.0785 kg ön işlem patı aktarılmıştır.

Ön işlem patlarının reçeteleri ve maliyetleri

1. ön işlem patımız %70 yüksek viskoz alginat + %30 poliakrilik asit türevi esaslı sentetik kıvamlaştırıcı

$\text{Üre } 100\text{g/kg} * 0.37 \text{ €/kg} = 37 \text{ €}$

Yükseltgen madde 10 g/kg * 1.5 €/kg = 15 €

Soda 10 g/kg * 0.22 €/kg= 2.2 €

Yüksek viskoz alginat 14g/kg * 6.40 €/kg=89.6 €

Poliakrilik asit türevi esaslı sentetik kıvamlaştırıcı 6 g/kg*2 €/kg= 12 €

Su 860 g/kg* 0.0015 TL= 1.29 Tl yaklaşık 0.19 €

Toplam reçete maliyeti= 156 €/ton=0.156 €/kg

Ön işlem patının maliyeti 0.156€/kg*0.0785kg= **0.012 € ön işlem 1. nolu patın kullanım maliyeti** olarak bulunmuştur.

2. ön işlem patımız %30 yüksek viskoz alginat + %70 poliakrilik asit türevi esaslı sentetik kıvamlaştırıcı

Üre 100g/kg * 0.37 €/kg = 37 €

Ludigol 10 g/kg * 1.5 €/kg = 15 €

Soda 10 g/kg * 0.22 €/kg= 2.2 €

Yüksek viskoz alginat 6g/kg * 6.40 €/kg=38.4 €

Poliakrilik asit türevi esaslı sentetik kıvamlaştırıcı 14 g/kg*2 €/kg= 28 €

Su 860 g/kg* 0.0015 TL= 1.29 Tl yaklaşık 0.19 €

Toplam reçete maliyeti= 120.79 €/ton=0.120 €/kg

2.nolu ön işlem patının kullanım maliyeti 0.120€/kg*0.0785kg= **0.0095€ olarak bulunmuştur.**

2. Ön işlem patının 1.Ön işlem patına göre reçete maliyeti açısından daha uygun olmasının yanında, özellikle basılmış 300 dpi ve 600 dpi çözünürlükte basılmış numunelerin ölçüm sonuçları değerlendirildiğinde (Tablo 4.19) renk verimliliği açısından 2. Ön işlem patının az da olsa 1. Ön işlem patına göre daha yüksek renk

verimi değerleri verdiği görülmektedir. Bu gerekçelerden dolayı maliyet hesabına 2.  n işlem patı üzerinden devam edilmiştir.

300 dbi  z n rl kte kullanılan boyarmadde miktarı ve maliyeti

Black, cyan, magenta, yellow, orange, red ve blue mürekkeplerin tüketim miktarı 3.182 ml/m² dir.

1 kg boyanın maliyeti 14  /kg * 3.182 ml/m²/1000 = **0.044   boyarmadde maliyeti**

Makine 4 pasaj olarak çalıştığında 1 saate 70 metre kumaş baskısı yapılabilmektedir.  nk jet baskı makinesi 240 cm eninde olup 40 kwh motor gücüne sahiptir. 0.014 saatte 1 metre kumaşın baskısı yapılabilmektedir.

40kwh * 0.014 saat* 2.5= 1.4 kwh*0.57=0.798 Tl yaklaşık **0.12   elektrik maliyeti**

1 desenci, 1 planlama ve 3 baskı operatörü olmak üzere 5 kişinin çalıştığı varsayılmıştır.5 işçinin maliyeti 5000 TL/ay ile çarpıldığında 25000 TL/ay bulunmaktadır. 26 iş gününde bu desenden 35000 metre kumaş basılabilmektedir

25000 Tl/ 35000 mt= 0.71 Tl/mt yaklaşık **0.10  /mt işçilik maliyeti** vardır.

Kurutma fırının hacmi 12 m³ olup havanın yoğunluğu 1.225 kg/m³ alındığında 14.7 kg havayı 20  C'den 130  C'ye ısıtmak için gereken enerjiyi hesaplarken özgül ısı için sabit hacimdeki değeri 0.7165 kJ/kgK olarak alınmış; kuru havanın ısınması için gerekli olan enerjiyi kJ olarak bulunmuştur. Fırın yaklaşık olarak 1.5 dakikada yani 0.025 saatte istenilen sıcaklığa gelmektedir.

$$Q=m.cp.(T_2-T_1)= 1103kJ=264 kcal$$

Fırın ısıtmalarında enerji kayıp sabiti adı olan 1.5 kat sayı ile çarpılarak 264 kcal*1.5= 396 kcal fırın içi havanın ısınması gereken ısı enerjisidir.

Kumaşta bulunan suyun buharlaşması için gerekli olan enerji hesaplandığında; suyun özgül ısısı 4.18 kJ/kgK olarak alınmış ve suyu 25  C'den 100  C'ye çıkarıp

sonra buharlaştırmak için gereken enerji belirlenmiştir. Suyun buharlaşma ısısı 540 cal/g olarak alınmıştır.

$$Q = m \cdot c_p \cdot (T_2 - T_1) + m \cdot L_e = 615 \text{ kcal}$$

Q : gereken ısı; birimi kcal/cal/kJ

M: Kütle; birimi kg/g/ton

T₂ : son sıcaklık; birimi K (Kelvin) ya da °C

T₁: ilk sıcaklık; birimi K (Kelvin) ya da °C

L_e: suyun buharlaşma ısısı; birimi cal/gr ya da J/gr

Bu durumda 1kg suyun uzaklaştırılması için fırında harcanan toplam enerji miktarı 1011kcal olarak hesaplanmaktadır.

İnk jet mürekkeplerin Dystar firmasından %20'lik olarak boyarmaddelerin üretildiği bilgisi alınmıştır. 1 lt mürekkebin 200 ml'si boyarmaddeden 800 ml'si sudan oluşmaktadır. Toplamda 3.182 ml mürekkep kullanılmış olup 0.0025 lt su kumaş yüzeyinde bulunmaktadır. 0.0025 lt suyun uzaklaşması için 615kcal*0.0025= 1.53 kcal

$$396 \text{ kcal} + 1.53 \text{ kcal} = 397.53 \text{ kcal enerji harcanmaktadır.}$$

Doğalgaz ile ilgili yakıtların ısı değerleri incelendiğinde alt ısı değeri 8250 kcal/m³ ve 9.59 kWh (kilowatt saat) olarak ortaya çıkmaktadır. 1 kwh doğalgaz tüketiminden yaklaşık olarak 860.42 kcal enerji açığa çıkmaktadır. 1m³= 10,64 kWh olduğuna göre;

$$397.53 \text{ kcal} / 860.42 \text{ kwh/kcal} = 0.46 \text{ kwh doğal gaz tüketimi yapılmaktadır.}$$

$$0.46 \text{ kwh} / 10.64 \text{ m}^3/\text{kwh} = 0.04 \text{ m}^3 \text{ doğal gaz kullanılmış olmaktadır.}$$

$$0.04 \text{ m}^3 * 0.95 \text{ TL/m}^3 = 0.038 \text{ TL doğal gaz maliyeti hesaplanmaktadır.}$$

$0.038 \times 0.039 \text{ saatte} = 0.0015 \text{ TL /metre}$ yaklaşık **0.0002 €/metre doğalgaz maliyeti ortaya çıkmaktadır.**

İşletme içerisindeki diğer giderleri bakım, amortisman, genel gider, yatırım bedelleri şeklinde analiz edersek ve ink jet baskı makine yatırım maliyetini 500000 €, amortisman giderlerini 75000 €, genel giderleri 200000 €, bakım giderlerinin (makine enerji) 50000 € olarak kabul edersek; toplam 325 000 € değerinde sabit gider ortaya çıkmaktadır.

$$300 \text{ gün} \times 24 \times 0.65 = 4680 \text{ aktif çalışma saat/yıl}$$

$$4680 / 14.5 = 322.75 \text{ parti/yıl}$$

$$322.75 \times 1000 = 322758 \text{ mt/yıl}$$

$325000 \text{ €} / 322758 = 1 \text{ €/mt}$ **amortisman genel gider bakım maliyeti düşmektedir.**

Sabit giderler ve üretime göre değişkenlik gösteren giderlerin toplamı neticesinde **1.27€/mt maliyeti bulunmaktadır.**

Aynı desen 600 dbi çözünürlükte basıldığında gerçekleşen maliyeti incelenirse;

600 dpi çözünürlükte kullanılan boyarmadde miktarı ve maliyeti

Black, cyan, magenta, yellow, orange, red ve blue mürekkeplerin tüketim miktarı 6.364 ml/m^2 'dir.

$1 \text{ kg boyanın maliyeti } 14 \text{ €/kg} \times 6.364 \text{ ml/m}^2 / 1000 = 0.089 \text{ €}$ **boyarmadde maliyeti**

Makine 4 pasaj olarak çalıştığında 1 saate 50 metre kumaş baskısı yapılabilmektedir. Ink jet baskı makinesi 240 cm eninde olup 40 kwh motor gücüne sahiptir. 0.02 saatte 1 metre kumaşın baskısı yapılabilmektedir.

$$40 \text{ kwh} \times 0.02 \text{ saat} \times 2.5 = 2 \text{ kwh} \times 0.57 = 1.14 \text{ Tl}$$
 yaklaşık **0.17 € elektrik maliyeti**

1 desenci, 1 planlama ve 3 baskı operatörü olmak üzere 5 kişinin çalıştığı varsayılmıştır. 5 işçinin maliyeti 5000 TL/ay ile çarpıldığında 25000 TL/ay bulunmaktadır. 26 iş gününde bu desenden 26000 metre kumaş basılabilmektedir.

$25000 \text{ TL} / 26000 \text{ mt} = 0.96 \text{ TL/mt}$ yaklaşık **0.14 €/mt işçilik maliyeti** vardır.

Kurutma fırının hacmi 12 m^3 olup havanın yoğunluğu 1.225 kg/m^3 aldığımızda 14.7 kg havayı 20°C 'den 130°C 'ye gereken enerjiyi hesaplarken sabit hacim içerisinde gazlar sıkıştırılabilir olduğundan özgül ısı için sabit hacimdeki değeri 0.7165 kJ/kgK olarak alınmış; kuru havanın ısınması için gerekli olan enerjiyi kJ olarak bulunmuştur. Fırın yaklaşık olarak 1.5 dakikada yani 0.025 saatte istenilen sıcaklığa gelmektedir.

$$Q = m \cdot c_p \cdot (T_2 - T_1) = 1103 \text{ kJ} = 264 \text{ kcal}$$

Fırın ısıtmalarında enerji kayıp sabiti olan 1.5 kat sayı ile çarpılarak $264 \text{ kcal} \cdot 1.5 = \mathbf{396 \text{ kcal}}$ fırın içi havanın ısınması gereken ısı enerjisidir.

Kumaşta bulunan suyun buharlaşması için gerekli olan enerji hesaplandığında; suyun özgül ısı 4.18 kJ/kgK olarak alınmış ve suyu 25°C 'den 100°C 'ye çıkarıp sonra buharlaştırmak için gereken enerji belirlenmiştir. Suyun buharlaşma ısı 540 cal/g olarak alınmıştır.

$$Q = m \cdot c_p \cdot (T_2 - T_1) + m \cdot L_e = 615 \text{ kcal}$$

Q : Gereken ısı; birimi kcal/cal/kJ

M: Kütle; birimi kg/g/ton

Cp: suyun özgül ısı

T2 : Son sıcaklık; birimi K (Kelvin) ya da $^\circ\text{C}$

T1: İlk sıcaklık; birimi K (Kelvin) ya da $^\circ\text{C}$

Le: Suyun buharlaşma ısı; birimi cal/gr ya da J/gr

Bu durumda 1 kg suyun uzaklaştırılması için fırında harcanan toplam enerji miktarı 1011 kcal olarak hesaplanmaktadır.

İnk jet reaktif mürekkeplerin %20'lik olarak boyarmaddelerin üretildiği bilgisi alınmıştır. 1 lt mürekkebin 200 ml'si boyarmaddeden 800 ml'si sudan oluşmaktadır. Toplamda 6.364 ml mürekkep kullanılmış olup 0.005 lt suyun kumaş yüzeyinde bulunduğu dikkate alındığında; $0.005 \text{ lt suyun uzaklaşması için } 615 \text{ kcal} \times 0.005 = 3.13 \text{ kcal}$

$396 \text{ kcal} + 3.13 \text{ kcal} = 399.13 \text{ kcal}$ enerji harcanmaktadır.

Doğalgaz ile ilgili yakıtların ısı değerleri incelendiğinde alt ısı değeri 8250 kcal/m^3 ve 9.59 kWh (kilowatt saat) olarak ortaya çıkmaktadır. 1 kwh doğalgaz tüketiminden yaklaşık olarak 860.42 kcal enerji açığa çıkmaktadır. $1 \text{ m}^3 = 10,64 \text{ kWh}$ olduğuna göre;

$399.13 \text{ kcal} / 860.42 \text{ kwh/kcal} = 0.465 \text{ kwh}$ doğal gaz tüketimi yapılıyor

$0.465 \text{ kwh} / 10.64 \text{ m}^3/\text{kwh} = 0.043 \text{ m}^3$ doğal gaz kullanılmış oluyor.

$0.043 \text{ m}^3 \times 0.95 \text{ Tl/m}^3 = 0.04 \text{ Tl}$ doğalgaz maliyeti

$0.04 \times 0.045 \text{ saatte} = 0.0018 \text{ Tl/mt}$ yaklaşık **0.0003 €/mt doğalgaz maliyeti ortaya çıkmıştır.**

İşletme içerisindeki diğer giderleri bakım, amortisman, genel gider, yatırım bedelleri şeklinde analiz edersek ve ink jet baskı makine yatırım maliyetini 500000 € , amortisman giderlerini 75000 € , genel giderleri 200000 € , bakım giderlerinin (makine enerji) 50000 € olarak kabul edersek; toplam $325\,000 \text{ €}$ değerinde sabit gider ortaya çıkmaktadır.

$300 \text{ gün} \times 24 \times 0.65 = 4680$ aktif çalışma saat/yıl

$4680 / 20 = 234$ parti/yıl

$234 \times 1000 = 234000 \text{ mt/yıl}$

$325000\text{€}/234000=1.38\text{€/mt}$ amortisman genel gider bakım maliyeti düşmektedir.

Sabit giderler ve üretime göre değişkenlik gösteren giderlerin toplamı neticesinde **1.78 €/mt maliyeti bulunmaktadır.**

Rotasyon baskıda 4 renkli (boş zeminli) desen için maliyet hesabı

Reçetelerdeki toplam boyarmadde miktarları

Black $0.12 \text{ g/kg} * 10.81 = 1.29 \text{ €}$

Red $3.45 \text{ g/kg} * 18.33 \text{ €} = 63.23 \text{ €}$

Yellow $1.85 \text{ g/kg} * 7.52\text{€} = 13.91 \text{ €}$

Blue $0.78 \text{ g/kg} * 15.98 \text{ €} = 12.46 \text{ €}$

Toplam olarak $90.89\text{€}/1000 = 0.09 \text{ €/kg'lık}$ boyarmaddeler ile reçeteler hazırlanmıştır.

1 mt sinde 0.08 kg patlı boya olduğundan 1 kg patlı boyanın 6.2 gr'lık kısmı boyarmaddedir. 0.08 kg da 0.5 gr boyarmadde bulunmaktadır.

$(0.5*0.09)/1000 = 0.000045 \text{ € luk boya sarfiyatı olmuştur.}$

Toplam 1 ton için reaktif patının euro cinsinden maliyeti 210 € dur.

Bu deseni baskısı esnasında toplam 1mt kumaşta 0.08 kg reaktif baskı pat kullanılmıştır. $0.08 \text{ kg} * 0.210 = 0.017 \text{ € pat maliyeti vardır.}$

Baskıların yapıldığı rotasyon baskı makinesinin çalışma süresinde harcadığı enerji **0.019 €** olarak hesaplanmıştır.

İşçilik maliyeti incelendiğinde; 0.19 TL/metre yaklaşık **0.03 €/metre** işçilik maliyeti bulunmaktadır.

1kg suyun uzaklaştırılması için fırında harcanan toplam enerji miktarı 1849.15 yaklaşık 1850 kcal olarak hesaplanmaktadır.

$615 \text{ kcal} * 0.067 \text{ kg su} = 41.20 \text{ kcal}$ enerji harcanıyor.

$41.20 \text{ kcal} + 1234.15 \text{ kcal} = 1275.35 \text{ kcal}$ 0.067 kg suyun uzaklaşması için gereken enerjidir.

Doğalgaz ile ilgili yakıtların ısı değerleri incelendiğinde alt ısı değeri 8250 kcal/m^3 ve 9.59 kWh (kilowatt saat) olarak ortaya çıkmaktadır. 1 kwh doğalgaz tüketiminden yaklaşık olarak 860.42 kcal enerji açığa çıkmaktadır. $1 \text{ m}^3 = 10,64 \text{ kWh}$ olduğuna göre;

$1275.35 \text{ kcal} / 860.42 \text{ kwh/kcal} = 1.48 \text{ kwh}$ doğal gaz tüketimi yapılmaktadır.

$1.48 \text{ kwh} / 10.64 \text{ m}^3/\text{kwh} = 0.14 \text{ m}^3$ doğal gaz kullanılmış olmaktadır.

$0.14 \text{ m}^3 * 0.95 \text{ TL/m}^3 = 0.133 \text{ TL}$ doğalgaz maliyeti hesaplanmaktadır.

$0.133 * 0.0338 \text{ saatte} = 0.0044 \text{ TL/metre}$ yaklaşık **0.00069 €/metre** doğalgaz maliyeti olmaktadır.

İşletme içerisindeki diğer giderler toplamı **0.15 €** olarak hesaplanmıştır.

4 adet 1980 cm 125 mesh ham şablon kullanılmıştır. 4 adet ham şablon fiyatı 160 € 'dur. Desenlere ait motif doluluğu ya da yoğunluğu şablonun %30'luk kısmını doldurmaktadır.

Şablonların laklama süresi 15 dakika olup 1 adet 1980 cm lik 125 mesh şablon başına 0.2 kg lak kullanılmaktadır. 1 adet şablon için desen doluluğu ortalama %30 olduğundan 15 dakikada çekim yapılmıştır.

Lazer ile çekim yapılmış bir şablonun maliyeti 45.29 € dur. $45.29 * 4 / 18000 =$ **0.010 €/metre şablon maliyeti** vardır. Burada 3000 mt de 1 adet şablonun iadesi yapıldığı düşünülerek metraj maliyeti bulunmuştur.

Sabit giderler ve üretime göre değişkenlik gösteren giderlerin toplamı neticesinde **0.226 €/metre** maliyeti bulunmaktadır.

Ink jet baskıda 4 renkli desen için maliyet hesabı

4 renkli kapalı zeminli aynı desenin ink jet baskı makinesinde 2 farklı çözünürlükte ipek kumaşa yapılan reaktif baskı maliyeti incelenmiştir.

İpek kumaşa emdirme yöntemiyle alınan flotte %70 olacak şekilde her iki viskoziteye göre sıkma basınçları ayarlanarak 1 metre kumaş yüzeyine 0.0785 kg ön işlem patı aktarılmıştır.

Ön işlem patı %30 yüksek viskoz alginat + %70 poliakrilik asit türevi esaslı sentetik kıvamlaştırıcı içermektedir.

Ön işlem reçete maliyeti= 120.79 €/ton=0.120 €/kg'dur.

Ön işlem patının kullanım maliyeti 0.120 €/kg*0.0785kg= **0.0095 €** olarak hesaplanmıştır.

300 dpi çözünürlükte kullanılan boyarmadde miktarı ve maliyeti

Black, cyan, magenta, yellow, orange, red ve blue mürekkeplerin tüketim miktarı 1.601 ml/m² 'dir.

1 kg boyanın maliyeti 14 €/kg * 1.601 ml/m²/1000 = **0.0224 € boyarmadde maliyeti**

Makine 4 pasaj olarak çalıştığında 1 saate 70 metre kumaş baskısı yapılabilir. Ink jet baskı makinesi 240 cm eninde olup 40 kwh motor gücüne sahiptir. 0.014 saatte 1 metre kumaşın baskısı yapılabilir.

40kwh * 0.014 saat* 2.5= 1.4 kwh*0.57=0.798 Tl yaklaşık **0.12 € elektrik maliyeti,**

Toplamda 1,601 ml mürekkep kullanılmış olup 0.0012 lt suyun kumaş yüzeyinde bulunduğu dikkate alınarak; 0.0012 lt suyun uzaklaşması için 615 kcal*0.0012= 0,78 kcal

396 kcal + 0,78 kcal= 396.78 kcal enerji harcanmaktadır.

0.0015TL/mt yaklaşık **0.0002 €/metre** doğalgaz maliyeti ortaya çıkmaktadır.

1 €/metre amortisman genel gider bakım maliyeti düşmektedir. 1 desenci, 1 planlama ve 3 baskı operatörü olmak üzere 5 kişinin çalıştığı varsayılmıştır. 5 işçinin maliyeti 5000 TL/ay ile çarpıldığında 25000 TL/ay bulunmaktadır. 26 iş gününde bu desenden 35000 metre kumaş basılabilmektedir

$25000 \text{ TL} / 35000 \text{ mt} = 0.71 \text{ TL/mt}$ yaklaşık **0.10 €/mt işçilik maliyeti** vardır.

Sabit giderler ve üretime göre değişkenlik gösteren giderlerin toplamı neticesinde **1.22 €/metre baskı maliyeti bulunmaktadır.**

Aynı desen 600 dpi çözünürlükte basıldığında gerçekleşen maliyeti incelenirse;

Black, cyan, magenta, yellow, orange, red ve blue mürekkeplerin tüketim miktarı 3.204 ml/m² dir.

1 kg boyanın maliyeti 14 €/kg * 3.204 ml/m²/1000 = **0.0448 € boyarmadde maliyeti**

Makine 4 pasaj olarak çalıştığında 1 saate 50 metre kumaş baskısı yapılabilir. İnk jet baskı makinesi 240 cm eninde olup 40 kwh motor gücüne sahiptir. 0.02 saatte 1 metre kumaşın baskısı yapılabilir.

$40 \text{ kwh} * 0.02 \text{ saat} * 2.5 = 2 \text{ kwh} * 0.57 = 1.14 \text{ TL}$ yaklaşık **0.17 € elektrik maliyeti**

0.96 TL/ metre yaklaşık **0.14 €/metre işçilik maliyeti** vardır.

İnk jet reaktif mürekkeplerin %20'lik olarak üretildiği bilgisi alınmıştır. 1 lt mürekkebin 200 ml'si boyarmaddeden 800 ml'si sudan oluşmaktadır. Toplamda 6.364 ml mürekkep kullanılmış olup 0.005 litre suyun kumaş yüzeyinde bulunduğu dikkate alındığında; $0.005 \text{ litre suyun uzaklaşması için } 615 \text{ kcal} * 0.005 = 3.13 \text{ kcal}$

$396 \text{ kcal} + 3.13 \text{ kcal} = 399.13 \text{ kcal}$ enerji harcanmaktadır.

0.0018 TL/metre yaklaşık **0.0003 €/metre** doğalgaz maliyetidir.

1.38 €/metre amortisman genel gider bakım maliyetidir.

Sabit giderler ve üretime göre değişkenlik gösteren giderlerin toplamı neticesinde **1.74 €/metre** maliyeti bulunmaktadır.

İnk jet baskı teknolojisinde maliyetlerin genel olarak rotasyon baskıya kıyasla yüksek olduğu bilinmektedir. Amortisman, genel gider ve bakım maliyetlerinin makine üretim kapasitesine oranlandığında ink jet baskının rotasyon baskıya göre çok daha maliyetli olduğu görülmektedir. İnk jet teknolojisiyle basılacak desenin (zeminli, açık renk, koyu renk, koyu kapalı zeminli) özellikleri ve hangi çözünürlükte basılacağı mürekkep tüketimi olarak maliyete yansımaktadır. Özellikle pasaj sayısı ve çözünürlük (dpi) faktörü makinenin çalışma hızını etkilediğinden üretimin artması veya azalması bu şartlara bağlı olarak değişmektedir. Birçok ink jet baskı makinesinde üretim 4 pasaj, 400 dpi çözünürlükte gerçekleştirilmektedir. Reggiani 12 baskı kafalı ink jet makinesinde 4 pasaj 400 dpi çözünürlükte çalışıldığında 70 metre/ saat üretim yapılırken 2 pasaj 400 dpi çözünürlükte 108 metre/saat üretime çıkılmaktadır. Üretim miktarının yıl bazında artışı sağlanabilirse rotasyon baskıda olduğu gibi amortisman, genel gider, bakım maliyetlerinin birim metrajdaki maliyetlerinin düşeceği ve rotasyon baskıyla ink jet baskı arasındaki farkın azalacağı düşünülmektedir. İnk jet baskının enerji tasarrufu sağladığı bilinmektedir. Maliyet karşılaştırması doğal gaz ve elektrik enerjisi tüketiminin rotasyon baskıya oranla daha düşük olduğunu doğrulamaktadır.

Tablo 4. 20: 6 ve 4 renkli bir desen için rotasyon ve ink jet baskı maliyetlerinin karşılaştırılması

	Rotasyon baskı		İnk jet baskı			
			6 renkli desen		4 renkli desen	
Çözünürlük	6 renkli desen	4 renkli desen	300 dpi	600 dpi	300 dpi	600 dpi
Boyarmadde/ mürekkep (€/metre)	0,074	0,000045	0,044	0,089	0,0224	0,0448
Pat maliyeti (€/metre)	0,084	0,017	0,0095	0,0095	0,0095	0,0095
İşçilik (€/metre)	0,03	0,03	0,10	0,14	0,10	0,14
Doğal gaz (€/metre)	0,0007	0,00069	0,0002	0,0003	0,0002	0,0003

Elektrik (€/metre)	0,019	0,019	0,12	0,17	0,12	0,17
Şablon (€/metre)	0,015	0,010	-	-	-	-
Genel giderler (€/metre)	0,15	0,15	1	1,38	1	1,38
1 metre baskı için toplam maliyet (€/mt)	0,3727	0,2267	1,27	1,78	1,22	1,74

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Konvansiyonel baskı ile kıyaslandığında ink jet baskı birçok avantaj sunmaktadır. İnk jet baskı ile kısa sürede yeni tasarımlar yaratılabilmekte ve bilgisayar yardımı ile doğrudan tekstil materyaline desen aktarılabilmektedir. İnk jet baskıda sonsuz desen yapabilme imkanı söz konusu olup, şablon kullanılmadığından rapora da gereksinim duyulmamaktadır. Siparişlerde asgari bir miktar istenmemekte, özel siparişler yerine getirilebilmektedir. Kesilmiş ve dikişe hazır model parçaları rahatça basılabilmekte, kumaş üzerinde kesilen parçalar çizilip, istenen şekilde basıldıktan sonra dikişe verilebilmektedir. Enerji ve su tüketimi de konvansiyonel baskıya oranla avantaj sağlamaktadır. Tekstil baskı sektörü için hem çevre hem de üretim açısından geleceğin teknolojisi olarak kabul edilen ink jet baskı teknolojisinin kullanımı yaygınlaşmaktadır.

Bu tez çalışmasında ink jet reaktif baskıda kullanılan farklı kıvam maddelerinin baskılı ipek kumaşların renk verimine, haslıklarına, kontür netliğine etkileri incelenmiştir. Yaygın olarak kullanılan alginat ve sentetik kıvam maddeleri ve bunların karışımları ile çalışılmıştır. 6 ve 4 renkli açık ve kapalı iki desen seçilmiştir. Bu desenler hem klasik rotasyon baskı makinesinde hem de ink jet baskı makinesinde basılarak maliyet karşılaştırması yapılmıştır.

Tez çalışmasında uygulanan çalışma şartlarına bağlı olarak elde edilen sonuçlar; tüm ön işlem reçetelerinin ön işlem patının aplikasyonu sonrası kumaşların beyazlık derecelerinde düşüşe neden olduğunu göstermiştir. Ön işlem patının aktarılmasında emdirme işleminin iki kere tekrarlanmasının ipek kumaşların beyazlık derecelerinde önemli bir negatif değişikliğe sebep olmadığı görülmüştür.

Reaktif baskılı kumaşlar fiksaj işleminin ardından yıkama işlemine tabi tutulduğunda yumuşak bir tutuma sahiptir. İnk jet reaktif baskılı ipek kumaşlarda ön işlem patlarının ipek kumaşlara iki kez emdirilmesi kumaş sertliğinin az da olsa artmasına neden olmaktadır. Birbirlerine kıyasla çok büyük bir farklılık olmamakla birlikte daha sert tutuma sahip olan baskılı ipek kumaşlar; sentetik kıvamlaştırıcı ile emdirilen ipek kumaşlardır.

%100 yüksek viskoz alginat (Reçete A-çift emdirme), % 70 yüksek viskoz alginat + % 30 Poliakrilik asit türevi esaslı sentetik kıvamlaştırıcı (Reçete B- tek emdirme), % 70 yüksek viskoz alginat + % 30 Poliakrilik asit türevi esaslı sentetik kıvamlaştırıcı (Reçete E- çift emdirme), % 30 yüksek viskoz alginat + % 70 Poliakrilik asit türevi esaslı sentetik kıvamlaştırıcı (Reçete C- tek emdirme), % 30 yüksek viskoz alginat + % 70 Poliakrilik asit türevi esaslı sentetik kıvamlaştırıcı (Reçete F- çift emdirme) içeren ön işlem patları; tüm renklerde birbirine yakın ve en yüksek renk verimi değerleri veren ön işlem patları olarak belirlenmiştir. Tek ve çift emdirme yapılması % 100 alginat ve % 100 sentetik kıvamlaştırıcıların kullanıldığı ön işlem reçetelerinde renk veriminde artış sağlamaktadır. Ancak bu kıvamlaştırıcıların karışım halinde kullanılması durumunda renk veriminde çok büyük bir değişikliğe neden olmadığı için çift adım emdirme yapmak yerine tek adımda emdirme önerilebilmektedir.

Baskılı ipek kumaşların arka yüz renk verimleri; ön işlemde kullanılan kıvamlaştırıcı cinsi ve basılan renge göre değişmektedir. Magenta ve cyan basılan ipek kumaşların arka yüz renk verimleri siyah ve sarıya göre daha düşük olarak belirlenmiştir.

Mikroskop ile yapılan ölçümler ve görüntüler; % 100 alginat ve Poliakrilik asit türevi esaslı sentetik kıvamlaştırıcı kullanıldığı baskılı kumaşlarda da bu kıvamlaştırıcıların kombinasyonlarında da çözgü yönünde atkı yönüne göre kontürlerin daha net olduğunu göstermiştir.

Numunelerin yıkama haslıkları (tüm reçetelerde) 5 olarak değerlendirilmiştir. Tüm baskılı numunelerin kuru sürtme haslığı değerleri 5 olarak belirlenmiştir. Yaş sürtme haslıkları sarı, magenta ve cyan renk basılan numunelerde ön işlem patının farklılığından bağımsız olarak benzer değerlendirilmiştir. Sadece siyah renk baskılı ipek kumaşlar; renk verimi değerlerine bağlı olarak bazı reçeteler için biraz daha düşük yaş sürtme haslığı değerleri vermiştir. Tüm haslık değerleri kabul edilebilir değerlerdir.

Klasik rotasyon ve dijital baskıda 6 ve 4 renkli iki desen için maliyet karşılaştırması yapılmıştır. % 100 ipek kumaşlara renk verimleri, haslıkları, tutumları ve kontür netlikleri açısından optimum reçeteler olarak belirlenen; % 70 yüksek viskoz

alginat + % 30 Poliakrilik asit türevi esaslı sentetik kıvamlaştırıcı ve % 30 yüksek viskoz alginat + % 70 Poliakrilik asit türevi esaslı sentetik kıvamlaştırıcı içeren ön işlem reçeteleri uygulanmıştır. Beklenildiği gibi çözünürlüğün artırılması her iki ön işlem reçetesinde tüm renklerin (CMYK) renk verimi değerlerinde % 50'ye yakın oranda artış sağlamaktadır. Her iki ön işlem reçetesi ile yakın renk verimi değerleri elde edilmiştir.

6. KAYNAKLAR

Achwal, W., "Textile chemical principles of digital textile printing", *Colourage*, vol.49, (no 12), pp. 33-34, (2002).

Aniş, P., *Tekstil Ön Terbiyesi*, Alfa Akademi Basım Dağıtım, Bursa, (2005).

Atav, R., Demir, A., " Dutla beslenmeyen ipek böceklerinden elde edilen ipek lifleri", *Tekstil teknolojileri elektronik dergisi*, Cilt:3, No:3, (2009).

Bae, J., "Color in ink jet printing: influence of structurel and optical characteristics of textiles", PhD Thesis, North Carolina State University, 176p (unpublished), (2007).

Chen, S., Shen, Q., Wang, C., Liu, C., Tian, A., " A foam single face pretreatment to modify silk fabric using EBODAC to improve ink jet printing performance", *The Journal of the Textile Institute*, 105:8, 799-805, (2014).

Choi, P.S.R., Yuen, C.W.M., Ku, S.K.A. and Kan, C.W., "Digital ink jet printing for chitosan-treated cotton fabric", *Fibres and Polymers*, 74(1), 229-234, (2005).

Dawson, T.L., "Ink jet printing of textiles an overview of its development and the principles behind ink drop formation and deposition", (eds: Glover, B., Dawson T.L.), *Textile Ink Jet Printing*, Bradford: Society of Dyers and Colourists, pp. 1-12, (2004).

Ibrahim, D.F., Abd El-Salam, S.H., "Enzymatic Treatment of Polyester Fabrics Digitally Printed", *Journal of Textile Science & Engineering*, 2:3, DOI: 10.4172/2165-8064.1000113, (2012).

Ding, Y., Shamey, R., Parillo-Chapman, L., Freeman, H., "Pretreatment effects on pigment based textile ink jet printing – colour gamut and crockfastness properties", *Journal of the Society of Dyers and Colourists* 135, 77-86, doi: 10.1111/cote.12377, (2018).

Dorer, M., "Digital Textile Printing Trends and Drivers", (eds: Dorer, M., Dr.-Ing Imadedine Afara), *Dystar*, Alanya, (2017).

Fan, Q., Kim, Y. K., Lewis, A. F., Perruzzi, M. K., "Effects of Pretreatments on Print Qualities of Digital Textile Printing", *Int. Conference on Digital printing Technologies*, San Diego, California, ABD, 236-241, (2002).

Freire,E.M., “Ink jet printing techonolgy (CIJ/DOD)”, (ed: Hujii, H.),*Digital Printing of Textiles*, Cambridge, England:Woodhead Publishing Limited,pp. 29-52, (2006).

Hawkyard,C., “Substrate preparation for ink jet printing”, (ed. Hujii, H.),*Digital Printing of Textiles*, Cambridge, England:Woodhead Publishing Limited,pp. 210-217, (2006).

Holme, I., “Digital ink jet printing of textiles”, *Colourage*, vol.53(4), pp103-109, (2006).

Kalav, B., “Pamuklu kumaşların ink jet baskısında hata belirleme ve giderme”,Doktora Tezi, *Tekstil Mühendisliği Ana Bilim Dalı,İstanbul Teknik Üniversitesi*, İstanbul,(2011).

Kan, C. W., Yuen, C. W. M., “Digital ink jet printing on textiles”, *Research Journal of Textiles and Apparel*, 16(2), 1-24, (2012).

Kangwansupamonkon, W., Suknithipol, M., Phattananudee, S., Kiatkamjornwong, S., “İnk jet printing: effects of binder particle size and chitosan pretreatment on the qualities of silk fabric”, *Surface Coating International*, (2011).

Kanık,M., Selçuk, E., “Ön emdirme işleminde kullanılan kıvamlaştırıcı türünün reaktif ink jet baskı kalitesi üzerine etkileri”,*Uludağ Üniversitesi Mühendislik- Mimarlık Fakültesi Dergisi*,15(1),(2010).

Kanık, M., “İJ Nereye Koşuyor”,15. *Tekstil Teknolojisi ve Kimyasındaki Son Gelişmeler Sempozyumu*,(2015).

Karmakar, S., *Chemical Techology in The Pre-Treatment Process of Textiles*, Elsevier Science B.V.,(1999).

Kim, Y.K., “*Effect of pretreatment on printing quality and its measurement*”,(ed:Hujii, H.), Cambridge, England:Woodhead Publishing Limited,pp. 252-275,(2006).

Kulube, H.M., Hawkyard,C.J., “Fabric pretreatments and inks for textile ink jet printing”, *International Textile Bulletin, Dyeing/Printing/Finishing*, vol.3, pp 14-19, (1996).

Le, H.P., “Progress and trends ink jet printing technology”, *Journal of Imaging*,vol.42(1), pp 49-62, (1998).

Ma, W., Shen, K., Li, S., Zhan, M., Zhang, S., “One Bath pretreatment for enhanced color yield of ink jet prints using reactive inks”, *Molecules Journal*, 22,1959,(2017).

Malik, S. K., Kadian, S., Kumar, S., “Advances in ink jet printing technology of textiles”, *Indian Journal of Fiber&Textiles Research*, 30(1),99-113,(2005).

Noguchi, H., Shiota, K., “*Formulation of Aqueous Ink Jet*”,(ed: Ujiie, H.),*Digital Printing of Textiles*, Cambridge, England: Woodhead Publishing Limited, The Textile Institute, pp 233-251, (2006).

Özgüney, A.T., İşmal, Ö.E., “*Tekstil dijital (ink jet) baskı teknolojileri, temel ilkeleri ve gelişim süreci*”,No:2, Bornova, İzmir:Meta Basım,(2003).

Pamuklu Kumaşların İnk Jet Baskısında Hata Belirleme ve Giderme, İstanbul Teknik Üniversitesi Doktora/Yüksek Lisans Tezlerine Sanayi Desteği Projesi, (2011/3)

Parillo,C.,<https://repository.lib.ncsu.edu/bitstream/handle/1840.20/34682/etd.pdf?sequence=1&isAllowed=y>, (2008).

Peters, R.H., “ Textile Chemistry (Vol. 1 : The Chemistry of Fibers), Elsevier Publishing Company, New York, p. 311-313, (1963).

Pond, F., “*Ink jet Technolgy and Product Development Strategies*”,Carlsbad, CA: Torrey Pines Research,(2000).

Raymond, M., “ *Industrial production printers – Dupont Artistri™ 2020 textile printing system*”,(ed:Hujii, H.), Cambridge, England : Woodhead Publishing Limited, pp 69-83, (2006).

Ross, T., “Technology Helps to Customize”, *Am. Textiles Ind*, 29(6), pp58-62, (2000).

Selçuk, E., “İnk jet baskıda kumaşa uygulanan ön işlemlerin baskı kalitesi üzerine etkilerinin araştırılması”, Yüksek Lisans, *Fen Bilimleri Enstitüsü*, Bursa, (2009).

Abd El-Salam, SH., Abd El-Thalouth, J.I., Mohammed, N.M., “Using of chitosan as an alternative biodegradable thickener in reactive Ink jet Printing”, *International Journal of Engineering Science Invention*, 2319-6734, (2018).

Singh, M., Haverinen H.M., Dhagat, P., &Jabbour, “İnk jet printing process and its applications”, *Advances Materials*, 22(6), 673-685, (2010).

Smith, B., Simonson, E., “Ink jet printing for textiles”, *Textile Chemist and Colorist*, vol.19(8),pp. 23-29,(1987).

Süpüren, M., Özdil, N., “Özel hayvansal lifler”, Ege Üniversitesi Tekstil Mühendisliği Bölümü, Tekstil Teknolojileri Elektronik Dergisi, Cilt:8, No:2, 30-47, (2014).

Tarakçıoğlu, I., Özgüney, A.T., Özerdem, A., Bilgin, E., “Viskon kumaşların reaktif baskısında karşılaşılan sorunların giderilmesi üzerine bir araştırma”, TÜBİTAK MİSAG proje no.157:1-65,(2002).

Tikader, A., Vijayan, K.; Beera, S., “ Muga silkworm, *antheraea assamensis* – An overview of distribution, biology and breeding”, *European Journal of Entomology*, 110(2), (2013).

Tyler, D.J., “Textile digital printing technologies”, *Textile Progress*,37(4), pp.1-65,(2005).

Ujiie, H., *Digital Printing of Textiles*, Cambridge: The Woodhead Publishing Ltd, pp.202-204,(2006).

Ütebay, B., “Pamuklu kumaşlara uygulanan ink jet baskı işleminde renk verimine etki eden faktörlerin incelenmesi”, Yüksek Lisans, *Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İzmir,(2010).

Venugopal, B.R., *Colourage*, 38(2), http://www.ttcexpert.com/38_Silk_with_figuresnew.pdf, 53-54, (1991)

Yan, H., Fang, K., Liu, X., Cai, Y., An, F., “Effect of cotton cationization using copolymer nanospheres on ink jet printing of different fabrics”, *Polymers*, 10, 1219; doi: 10.3390/polym10111219, (2018).

Yang, Y., Naarani, V., “Effect of steaming conditions on colour and consistency of ink jet printed cotton using reactive dyes”, *Coloration Technology*, vol.120, pp 127-131,(2004).

Yazıcıoğlu, G., Gülümseer, G., İpek ve diğer Salgı Lifleri, 1. Baskı , İzmir E.Ü. Mühendislik Fakültesi Ders Kitapları, Yayın No. 27, (1993).

Yurdakul, A., Atav, R., Boya Baskı Esasları, Ege Üniversitesi Tekstil ve Konfeksiyon Araştırma Uygulama Merkezi Yayını, İzmir,(2006).

https://www.ttcexpert.com/38_Silk_with_figuresnew.pdf

https://en.wikipedia.org/wiki/Eri_silk, (2017)

https://www.aatcc.org/wp-content/uploads/2016/11/Presentation_Shell-1.pdf
<https://repository.lib.ncsu.edu/bitstream/handle/1840.20/34682/etd.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

<http://ir.efi.com/static-files/a1af4b39-76b0-48d0-a1e8-8adfddb807d1>

7. ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : MEHMET ÇETİN

Doğum Yeri ve Tarihi : AYDIN 1986

Lisans Üniversite : PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ

Elektronik posta : ctn.mhmt@yahoo.com

İletişim Adresi : Karaman mah. 1761/2 sok. no:16 kat:1 daire:4

Merkezefendi/Denizli