

**DİJİTAL TRANSFER BASKIDA KAĞIT KALİTESİNİN
RENK VERİMİ ÜZERİNE ETKİSİNİN İNCELENMESİ**

Mehmet GÜLEÇER



T.C.
BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**DİJİTAL TRANSFER BASKIDA KAĞIT KALİTESİNİN RENK VERİMİ
ÜZERİNE ETKİSİNİN İNCELENMESİ**

Mehmet GÜLEÇER
Orcid No: 000-0001-5937-6166

Prof. Dr. Mehmet KANIK
(Danışman)
Orcid No: 000-0003-2317-7282

YÜKSEK LİSANS
TEKSTİL MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

BURSA – 2020

TEZ ONAYI

Mehmet GÜLEÇER tarafından hazırlanan "DİJİTAL TRANSFER BASKIDA KAĞIT KALİTESİNİN RENK VERİMİ ÜZERİNE ETKİSİNİN İNCELENMESİ" adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Bursa Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Danışman : Prof. Dr. Mehmet KANIK

Başkan : Prof. Dr. Mehmet KANIK
Orcid No: 000-0001-5937-6166
Uludağ Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi,
Tekstil Mühendisliği

İmza

Üye : Prof. Dr. Pervin ANIŞ
Orcid No: 000-0002-6295-637X
Uludağ Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi,
Tekstil Mühendisliği

İmza

Üye : Prof. Dr. Kenan YILDIRIM
Orcid No: 000-0003-2048-2951
Bursa Teknik Üniversitesi, Mühendislik Ve Doğa
bilimleri Fakültesi,
Lif ve Polimer Mühendisliği

İmza

Yukarıdaki sonucu onaylarım

Prof. Dr. Hüseyin Aksel EREN
Enstitü Müdürü

.....

B.U.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,
- atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak gösterdiğimi,
- kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
- ve bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı

beyan ederim.

28/01/2020

Mehmet GÜLEÇER



ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

DİJİTAL TRANSFER BASKIDA KAĞIT KALİTESİNİN RENK VERİMİ ÜZERİNE ETKİSİNİN İNCELENMESİ

Mehmet GÜLEÇER

Bursa Uludağ Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Mehmet KANIK

Dijital baskı teknolojik gelişmeler ve desen varyant siparişlerinin düşmesi sebebiyle konvansiyonel baskının yerini alacak teknolojidir. Dijital transfer baskı polyester baskıcılığında büyük bir pay sahibidir ve gün geçtikçe bu oran artmaktadır. Dijital transfer baskı sektöründe çok farklı gramaj ve kalitelere kağıtlar kullanılmaktadır. Bu çalışmada, %100 polyester kumaşlar üzerine yapılan dijital transfer baskı sonuçları üzerine kağıt kalitesinin baskı kalitesi ve renk verimi üzerine etkisi araştırılmıştır.

Bu amaçla, sektörden temin edilen farklı kalitelere kaplamalı ve kaplamasız kağıt numuneleri 2 gruba ayrılarak baskı, transfer ve test işlemlerine tabi tutulmuştur. İlk grup denemelerde oldukça yakın gramajlara sahip 4 farklı kaplamalı ve kaplamasız kağıt; ikinci grup çalışmalarda ise aynı kaplama kalitesinde 4 farklı gramaja sahip kaplamalı kağıtlar kullanılmıştır.

Tüm baskı işlemlerinde tez çalışmasının amacına uygun şekilde tasarlanan özel bir test deseni kullanılmıştır. Bu desen ile CMYK renkleri ile yapılan kağıda yapılan baskı ve kumaşa transfer işlemlerinden sonra bu test deseni yardımıyla baskılı kağıtlar ve kumaşlar üzerinden kontür ve çizgi netlikleri değerlendirilmiştir. Ayrıca, kağıt ve kumaş numuneleri üzerinde spektrofotometre yardımıyla renk ölçümleri yapılarak boyarmaddelerin kumaşlara transfer verimleri hesaplanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Dijital transfer baskı, transfer baskı kâğıdı, kaplama, renk verimi kontür netliği,

2020, xi+88 sayfa

ABSTRACT

Master' s Thesis

INVESTIGATION OF THE EFFECT OF PAPER QUALITY ON COLOR YIELD IN DIGITAL TRANSFER PRINTING

Mehmet GÜLEÇER

Bursa Uludağ University

Science Institute

Department of Textile Engineering

Mentor: Prof. Dr. Mehmet KANIK

Digital printing is a technology that replaces conventional printing due to technological advances and reduced pattern variant orders. Digital transfer printing has a large share in polyester printing and this ratio is increasing day by day. In the digital transfer printing sector, a wide range of weights and grades of paper are used. In this study, the effect of paper quality on print quality and color yield on digital transfer printing results on 100% polyester fabrics was investigated.

For this purpose, coated and uncoated paper samples of different qualities obtained from the sector were divided into 2 groups and subjected to printing, transfer and test operations. The first group is the coated and uncoated papers of four different firms at close weight. The other group consists of coated paper of different weight of the same company.

Color yield, contour and line sharpness measurements were made and compared. In order to make this comparison, the test image was designed. The standard polyester fabric to be used in the experiments was determined. Firstly, the standard fabric was printed with fixed paper by changing the temperature and time, and after the measurements and evaluation, the most appropriate transfer and fixing condition was determined for transferring the dye in the paper to the fabric.

In the second stage of the experiment, test images were printed on two different groups of papers. The pressures were transferred to the fabric under the determined fixing conditions, measurements were made by spectrophotometer and the results were evaluated. Color measurements were made on paper and fabric. Contour and line sharpness was measured from the test image on fabric and paper and the results were evaluated with graphs.

Key Words: Digital transfer printing, transfer printing paper, coating, color yield, contour sharpness

2020, xi+88 pages

TEŞEKKÜR

Öncelikle lisans ve yüksek lisans eğitimimde desteğini ile her zaman yanımda olan tezi bitirmemde büyük emeği olan saygı değer hocam Prof. Dr. Mehmet KANIK'a teőekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmamda materyal temini ve deneysel çalışmalarım için laboratuvar imkânı sağlayan AIT Baskı Sistemleri Makine Sanayi firmasının Genel Müdürü Sayın Hakan ÖZGÜR'e ve bilgi ve birikimi ile tez çalışmama destek veren Teknik Müdürüm Salih Hakan KAYA'ya teşekkür ederim.

Her zaman maddi ve manevi destekleri ile arkamda olan annem, babam ve kardeşlerime teőekkürlerimi sunarım. Ayrıca, tez çalışmamda benden desteğini esirgemeyen Büőra ÇİÇEN'e de özel teőekkürlerimi sunarım.

Mehmet GÜLEÇER
28/01/2020

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ.....	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	x
1. GİRİŞ	1
2. KURAMSAL TEMELLER VE KAYNAK ARAŞTIRMASI.....	3
2.1. Dijital (Ink-Jet) Baskı Nedir?.....	3
2.2. Dijital Baskının Tarihsel Gelişimi.....	3
2.3. Dijital Baskının Dünya Baskılı Kumaş Üretim ve Ticaretindeki Yeri.....	4
2.4. Dijital Baskı Teknolojileri.....	5
2.4.1. Kontinü dijital baskı teknolojileri	6
2.4.2. Drop on demand (DOD: Desene bağlı) dijital baskı teknolojileri	9
2.5. Dijital Transfer Baskıda Kullanılan Makineler.....	12
2.5.1. Dijital baskı makineleri.....	12
2.5.2. Transfer baskı makineleri.....	15
2.6. Dijital Baskıda Kullanılan Boyalar.....	17
2.6.1 Reaktif boyalar	17
2.6.2 Asit boyalar	19
2.6.3 Dispers boyalar.....	19
2.6.4 Pigment boyalar	23
2.7. Dijital Transfer Baskıda Kullanılan Kağıtlar.....	23
2.7.1 Kaplamalı kağıtlar.....	26
2.7.2. Dijital transfer kâğıdında aranan özellikler.....	29
2.7.3 Dijital transfer kâğıdı pazarı.....	29
2.8. Polyester Lifleri Üzerine Dispers Baskı.....	30
2.8.1. Polyester lifleri.....	30
2.8.2. Polyester kumaşlar üzerine baskı.....	31
2.9. Polyester Kumaşlar Üzerine Dijital Transfer Baskı.....	33
2.10. Polyester Kumaşlar Üzerine Dijital Transfer Baskı Konusunda Yapılan Çalışmalar.....	34
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	36
3.1. Materyal.....	36
3.1.1. Dijital baskı kağıtları.....	36
3.1.2. Kumaş	36
3.1.3. Dijital baskı boya.....	37
3.1.4. Dijital baskı makinesi ve baskı parametreleri	37
3.1.5. Transfer makinesi ve transfer şartları.....	38
3.2. Yöntem.....	39
3.2.1. Kumaşa uygulanan ön işlemler	39
3.2.2. Baskıda kullanılan test deseni	39
3.2.3. Baskı ve transfer yöntemleri.....	40
3.2.4. Renk ölçüm yöntemi	41
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	44
4.1. Ön Deneme Sonuçları.....	44

4.1.1. Uygun transfer baskı süresinin belirlenmesi	44
4.1.2. Uygun transfer baskı sıcaklığının belirlenmesi.....	48
4.2. Kaplamasız ve Farklı Kaplama Kalitelerinde Kağıtlarla Elde Edilen Sonuçlar	52
4.2.1. Renk verimi sonuçları.....	52
4.2.2. Kontür netliği sonuçları.....	58
4.2.3. Çizgi netliği sonuçları.....	60
4.2.3. Boyarmadde transfer oranları.....	61
4.3. Farklı Gramajda Kaplamalı Kağıtlarla Elde Edilen Sonuçları.....	67
4.3.1. Renk verimi sonuçları.....	67
4.3.2. Kontür netliği sonuçları.....	74
4.3.3. Çizgi netliği sonuçları.....	75
4.3.4. Boyarmadde transfer oranları.....	76
5. SONUÇ	82
KAYNAKLAR	84
ÖZGEÇMİŞ	88

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler

Açıklama

%	Yüzde
°C	Derece santigrad
m/dk	Hız
Tel/cm	Sıklık
T(%)	Geçirgenlik (Transmitans)
R(%)	Yansıma (Reflektans)
Sn	Saniye
g	Gram
ml	Mililitre

Kısaltmalar

Açıklama

Dpi	Dot per inch (inçteki nokta sayısı)
TIFF	Tagged image file format (grafik, fotoğraf vb dosya biçimi)
JPG	Jpeg standartında dostu biçimi
Direct data	Profil etki etmeden baskı biçimi
CMYK	Dijital baskıda 4 ana renk (Cyan, Magenta, Sarı, Siyah)
Unidirection	Tek yön baskı
DOD	Drop on demand; desene bağlı püskürtme yöntemi
BMP	Bitmap herhangi bir sıkıştırma yapmayan dosya biçimi
Ink	Dijital baskı mürekkebi (boyası)
Density	Yoğunluk ($\log_{10} 1/R$)
K/S	Renk koyuluğu (Kubelka-Munk fonksiyonu)
RIP	Renk yönetim programı (Raster Image Processor)

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 2.1. Dijital baskının temel çalışma prensibi.....	3
Şekil 2.2. Dijital baskı ve klasik baskıcılığın maliyet bazında karşılaştırılması	4
Şekil 2.3. Dijital baskı teknolojileri genel sınıflandırılması.....	6
Şekil 2.4. Kontinü ve DOD dijital baskı sistemlerinin karşılaştırılması.....	6
Şekil 2.5. Kontinü dijital baskı teknolojisi.....	7
Şekil 2.6. Binary dijital baskı teknolojisi.....	7
Şekil 2.7. Çok seviyeli dijital baskı teknolojisi.....	8
Şekil 2.8. Termal şok (bubble-jet) dijital baskı teknolojisi.....	9
Şekil 2.9. Termal şok (bubble-jet) dijital baskı teknolojisi.....	10
Şekil 2.10. Piezo dijital baskı teknolojisi.....	10
Şekil 2.11. Piezo dijital baskı teknolojisi.....	11
Şekil 2.12. Taramalı sistem dijital baskı makinesi.....	13
Şekil 2.13. Tek geçişli dijital baskı makinesi.....	13
Şekil 2.14. Tek geçişli dijital baskı makinesi.....	14
Şekil 2.15. Çift baskı alanlı transfer presi.....	16
Şekil 2.16. Transfer kalandırı.....	17
Şekil 2.17. Dispers boyarmaddelerin sınıflandırılması.....	20
Şekil 2.18. Öğütülme sonrası dispers boya tanecik boyutu.....	21
Şekil 2.19. Dispers boya moleküllerinin dispersiyonu elektron mikroskobu görüntüsü.....	22
Şekil 2.20. Dispers boyanın dijital baskı kafasından ateşlenmesi ve damla oluşumu.....	22
Şekil 2.21. Kâğıt üretim aşamaları.....	25
Şekil 2.22. Silindir kaplamam yöntemi.....	26
Şekil 2.23. Jet kaplama yöntemi.....	27
Şekil 2.24. Çift silindir kaplama yöntemi.....	27
Şekil 2.25. Sprey kaplama yöntemi.....	28
Şekil 2.26. Zemin kâğıdı ve farklı kaplama oranları ile kalender işlemlili ve işlemsiz kağıtların elektron mikroskobu fotoğrafları.....	28
Şekil 2.27. Zemin kâğıdı ve kaplama katmanları.....	35
Şekil 3.1. Dijital baskı makinesi.....	37
Şekil 3.2. Transfer makinesi.....	38
Şekil 3.3. Deneyleerde kullanılan baskı deseni.....	40
Şekil 3.4. X-rite firmasının il Basic Pro 2 spektrofotometresi	41
Şekil 3.5. Spektrofotometre çalışma prensibi.....	42
Şekil 3.6. Spektrofotometre ölçüm standartı	42
Şekil 4.1. Siyan rengi için boya yoğunluğu üzerine transfer süresinin etkisi.....	44
Şekil 4.2. Magenta rengi için boya yoğunluğu üzerine transfer süresinin etkisi.....	45
Şekil 4.3. Sarı renk için boya yoğunluğu üzerine transfer süresinin etkisi.....	46
Şekil 4.4. Siyah renk için boya yoğunluğu üzerine transfer süresinin etkisi.....	47
Şekil 4.5. Siyan rengi için boya yoğunluğu üzerine transfer sıcaklığının etkisi.....	48
Şekil 4.6. Magenta rengi için boya yoğunluğu üzerine transfer sıcaklığının etkisi.....	49
Şekil 4.7. Sarı renk için boya yoğunluğu üzerine transfer sıcaklığının etkisi.....	50
Şekil 4.8. Siyah renk için boya yoğunluğu üzerine transfer sıcaklığının etkisi.....	51
Şekil 4.9. Siyan rengi ile farklı kalitede transfer kağıtları üzerinde alınan boya yoğunluğu sonuçları.....	52

Şekil 4.10. Siyan rengi ile farklı kalitede transfer kağıtları üzerinde alınan renk koyuluğu sonuçları.....	53
Şekil 4.11. Magenta rengi ile farklı kalitede transfer kağıtları üzerinde alınan boya yoğunluğu sonuçları.....	54
Şekil 4.12. Magenta rengi ile farklı kalitede transfer kağıtları üzerinde alınan renk koyuluğu sonuçları.....	54
Şekil 4.13. Sarı renk ile farklı kalitede transfer kağıtları üzerinde alınan boya yoğunluğu sonuçları.....	55
Şekil 4.14. Sarı renk ile farklı kalitede transfer kağıtları üzerinde alınan renk koyuluğu sonuçları.....	56
Şekil 4.15. Siyah renk ile farklı kalitede transfer kağıtları üzerinde alınan boya yoğunluğu sonuçları.....	57
Şekil 4.16. Siyah renk ile farklı kalitede transfer kağıtları üzerinde alınan renk koyuluğu sonuçları.....	57
Şekil 4.17. Farklı transfer kağıt kaliteleri için kağıt üzerinden ölçülen kontür (daire) netliği sonuçları	58
Şekil 4.18. Farklı transfer kağıt kaliteleri için kumaş üzerinden ölçülen kontür (daire) netliği sonuçları	59
Şekil 4.19. Farklı transfer kağıt kaliteleri için kağıt üzerinden ölçülen çizgi netliği sonuçları.....	59
Şekil 4.20. Farklı transfer kağıt kaliteleri için kontür netliği kumaş ölçüm sonuçları	60
Şekil 4.21.Siyan rengi için farklı kalitede transfer kağıtlarında transfer öncesi ve sonrası boya yoğunluğu sonuçları.....	62
Şekil 4.22. Magenta rengi için farklı kalitede transfer kağıtlarında transfer öncesi ve sonrası boya yoğunluğu sonuçları.....	62
Şekil 4.23. Sarı renk için farklı kalitede transfer kağıtlarında transfer öncesi ve sonrası boya yoğunluğu sonuçları.....	65
Şekil 4.24. Siyah rengi için farklı kalitede transfer kağıtlarında transfer öncesi ve sonrası boya yoğunluğu sonuçları.....	66
Şekil 4.25. Siyan rengi ile farklı gramajda transfer kağıtları üzerinde alınan boya yoğunluğu sonuçları.....	68
Şekil 4.26. Siyan rengi ile farklı gramajda transfer kağıtları üzerinde alınan renk koyuluğu sonuçları.....	68
Şekil 4.27. Magenta rengi ile farklı gramajda transfer kağıtları üzerinde alınan boya yoğunluğu sonuçları.....	69
Şekil 4.28. Magenta rengi ile farklı gramajda transfer kağıtları üzerinde alınan renk koyuluğu sonuçları.....	70
Şekil 4.29. Sarı renk ile farklı gramajda transfer kağıtları üzerinde alınan boya yoğunluğu sonuçları.....	71
Şekil 4.30. Sarı renk ile farklı gramajda transfer kağıtları üzerinde alınan renk koyuluğu sonuçları.....	71
Şekil 4.31. Siyah renk ile farklı gramajda transfer kağıtları üzerinde alınan boya yoğunluğu sonuçları.....	72
Şekil 4.32. Siyah renk ile farklı gramajda transfer kağıtları üzerinde alınan renk koyuluğu sonuçları.....	73
Şekil 4.33. Farklı gramajda transfer kağıtları için kağıt yüzeyinden ölçülen kontür netliği sonuçları.....	74

Şekil 4.34. Farklı gramajda transfer kağıtları için kumaş yüzeyinden ölçülen kontür netliği sonuçları.....	74
Şekil 4.35. Farklı gramajda transfer kağıtları için kağıt yüzeyinden ölçülen çizgi netliği sonuçları	75
Şekil 4.36. Farklı gramajda transfer kağıtları için kumaş yüzeyinden ölçülen çizgi netliği sonuçları.....	75
Şekil 4.37. Siyan rengi için farklı gramajda transfer kağıtlarında transfer öncesi ve sonrası boya yoğunluğu ölçüm sonuçları.....	76
Şekil 4.38. Magenta rengi için farklı gramajda transfer kağıtlarında transfer öncesi ve sonrası boya yoğunluğu ölçüm sonrası.....	78
Şekil 4.39. Sarı renk için farklı gramajda transfer kağıtlarında transfer öncesi ve sonrası boya yoğunluğu ölçüm sonuçları.....	79
Şekil 4.40. Siyah renk için farklı gramajda transfer kağıtlarında transfer öncesi ve sonrası boya yoğunluğu ölçüm sonuçları.....	80

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa

Çizelge 2.1. Dijital baskı piezo kafalarının genel özellikleri.....	14
Çizelge 2.2. Piyasadaki bazı dijital baskı makinelerinin özellikleri.....	15
Çizelge 2.3. Reaktif boyalarda reaktif gruplar ve reaktivite derecesi.....	18
Çizelge 2.4. Genel kâğıt içeriği.....	24
Çizelge 2.5. Genel kâğıt üretim maliyet kalemleri ve oranları.....	25
Çizelge 2.6. Örnek bir dispers baskı patı.....	32
Çizelge 3.1. Kullanılan kağıtlar ve fiyat endeksi	36
Çizelge 3.2. Kumaş özellikleri.....	36
Çizelge 3.3. Çalışmada kullanılan baskı boyları.....	37
Çizelge 4.1. Siyan rengi için farklı kalitede transfer kağıtlarına ait boya transfer oranları.....	62
Çizelge 4.2. Magenta rengi için farklı kalitede transfer kağıtlarına ait boya transfer oranları.....	64
Çizelge 4.3. Sarı renk için farklı kalitede transfer kağıtlarına ait boya transfer oranları	65
Çizelge 4.4. Siyah renk için farklı kalitede transfer kağıtlarına ait boya transfer oranları	67
Çizelge 4.5. Siyan rengi için farklı gramajda transfer kağıtlarına ait boya transfer oranları	77
Çizelge 4.6. Magenta rengi için farklı gramajda transfer kağıtlarına ait boya transfer oranları.....	78
Çizelge 4.7. Sarı renk için farklı gramajda transfer kağıtlarına ait boya transfer oranları.....	79
Çizelge 4.8. Siyah renk için farklı gramajda transfer kağıtlarına ait boya transfer oranları.....	80

1. GİRİŞ

Dijital (ink jet) baskıda son yıllarda yaşanan çok hızlı teknolojik gelişmeler ile desen/varyant sipariş büyüklüklerinin aşırı derecede düşmesi sebebiyle tekstil baskı sektörü hızlı bir dönüşüm dönemine girmiştir. Bu alanda, dijital transfer baskı polyester baskıcılığında çok önemli bir paya sahip olmuş ve gün geçtikçe bu oran daha da artmaktadır.

Polyester kumaşa dijital baskıda iki yöntem karşımıza çıkmaktadır: Bunlar ya direk kumaşa baskı yapmak ya da önce kâğıda baskı yapıp sonra kumaşa transfer etmektir. Direk kumaşa baskı yapmak için kumaşa baskı ön işlemi uygulanması gerekmektedir. Bu ön işlemin yapılması için boyahane alt yapısının olması ya da dışarıdan bu hizmetin alınması gerekmektedir. Direk kumaş baskıcılığı için baskı makinesinde blanket, yıkama sistemi, kurutma fırını ve kumaş salma-sarma elemanlarının olması gerekmektedir. Direk baskı makineleri bu yüzden fiyatları ve alan ihtiyaçları fazladır. Ayrıca baskıdan sonra boyanın fiksajı için ramözden veya buharlayıcıdan geçmesi gerekmektedir. Direk dijital baskıda büyük moleküllü dispers boyarmaddeler kullanılmaktadır. Bu da baskı kafası tıkanıklığına sebep olmakta ve boya tozularıyla elektronik aksama yapışarak hasara yol açmaktadır. (Anonim 2018a).

Yukarıda bahsedilen nedenlerden dolayı transfer baskı daha avantajlı olmakta ve bu nedenle polyester baskıcılığında dijital transfer baskı uygulaması son derece yaygın şekilde kullanılmaktadır. Polyester transfer baskıcılığında önce kâğıda küçük moleküllü dispers boyarmaddelerle baskı yapılır. Burada kâğıt desen için taşıyıcı görevi görür. Baskı yapılan kâğıt üzerindeki desenin kumaşa aktarılması için transfer baskı kalandırında sıcaklık ve basınç altında transfer işlemine tabi tutulur. Burada kalandırın sıcak silindiri baskılı kâğıdın arkasına gelecek şekilde kumaşla yüz yüze temas eder. Sıcaklık etkisiyle dispers boya molekülleri gaz hale geçip (süblimleşmesi) sıcaklık etkisiyle açılan polyester lifinin içine nüfuz ederek lif içerisinde çözünür. Daha sonra kumaş sıcaklığının düşmesi ile lif yapıları kapanır ve boya molekülleri lif içerisine fikse edilmiş olur. (Anonim 2018a).

Dijital transfer baskı makineleri düşük yer ihtiyacı, kolay kullanımı ve düşük maliyeti açısından polyester dijital baskıcılığında çok yaygın şekilde kullanılmaktadır. Fiksaj

işlemleri için kullanılan transfer baskı kalandırları da benzer şekilde fazla yer kaplamayan ve yüksek yatırım gerektirmeyen makinelerdir. Ayrıca, kumaş ön işlemleri haricinde bir başka işleme de gerek duyulmamaktadır. Bu sebeplerle, kumaşın ön terbiye işlemlerini dışarıda bir boyahane yaptıran çok sayıda dokuma, örme ve konfeksiyon işletmesi yanında münferiden bu işi yapan küçük işletmeler de son yıllarda dijital transfer baskı işine girmişlerdir (Anonim 2018a).

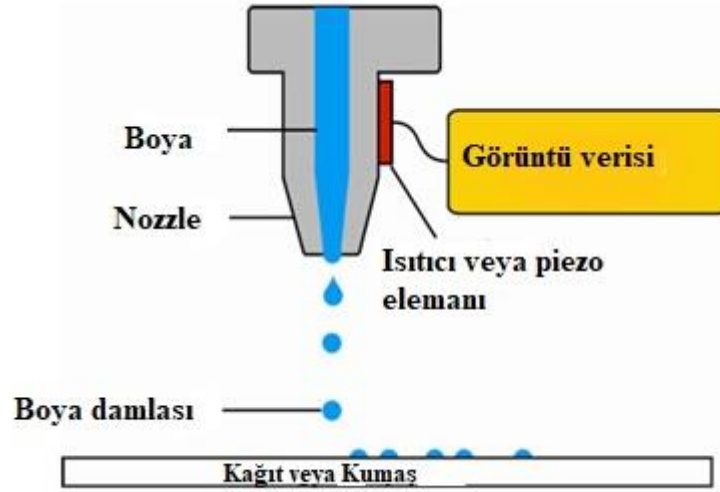
Dijital transfer baskının en önemli iki girdisi dispers su bazlı dijital baskı boya ile transfer kağıtlarıdır. Baskı desenini taşıyıcı görevi gören transfer baskı kağıdı olarak sektörde kaplamasız ve kaplamalı olarak çok farklı kalitelerde ve gramajlarda (genellikle düşük-orta gramaj aralığında) kağıtlar kullanılmaktadır. Dolayısıyla piyasadaki kağıt fiyatları arasında da çok büyük farklar bulunmaktadır. Baskı maliyetleri arasında kağıt tüketimi önemli bir yer tuttuğundan, son yıllarda kaplamalı kağıtlara göre daha ucuz olan kaplamasız kağıt kullanımında belirgin bir artış olmuştur (Anonim 2019a).

Bu tez çalışmasında, dijital baskının maliyetlerini birinci derecede belirleyen dispers boya renk verimi ile baskı kalitesi üzerine kullanılan transfer baskı kağıdı kalitesinin etkisi araştırılmıştır. Çalışmada piyasadaki en ucuz olarak satılan kaplamasız kağıt, orta fiyatlarla satılan kaplamalı kağıt ve yüksek kaliteli olarak bilinen pahalı kağıt kalitelerinden örnekler temin edilerek aynı şartlarda baskı, fiksaj ve test işlemlerine tabi tutulmuştur. Ölçüm ve test sonuçlarına dayanılarak kullanılan kağıt kalitesinin (kaplama ve gramaj açısından) renk verimine ve baskı netliğine etkisi ortaya konulmaya çalışılmıştır.

2. KURAMSAL TEMELLER ve KAYNAK ARAŞTIRMASI

2.1. Dijital (Ink-Jet) Baskı Nedir?

Dijital baskının esasını çok küçük mürekkep damlacıklarının kontrollü bir şekilde materyal üzerine püskürtülmesine dayanır. Bu nedenle zaman zaman “püskürtme baskı” olarak da isimlendirilir. Klasik baskı yöntemlerinden farklı olarak kumaşa temas etmeksizin baskı yapıldığı için “non-kontakt baskı” bilgisayarlı desen tasarım sisteminden gönderilen sayısal (dijital) desen bilgileri ile doğrudan baskı yapılabildiği içinde “Dijital Baskı olarak isimlendirilmektedir. Jet baskıda mürekkep (ink) adı verilen küçük viskozite değerlerinde boyalar kullanılmakta ve bu nedenle sadece jet baskı yerine çoğunlukla “ink-jet baskı” deyimini kullanılmaktadır. Renkler başlangıçta ink jet yazıcılarda olduğu gibi dört ana rengin (CMYK=Siyan, Magenta, Sarı, Siyah) materyal üzerinde karıştırılmasıyla elde edilmiştir. Günümüzde ise çoğu dijital baskı sistemlerde ilave renklerde kullanılmaktadır (Kanık 2005).



Şekil 2.1. Dijital baskının temel çalışma prensibi (Anonim 2013).

2.2. Dijital Baskının Tarihsel Gelişimi

Dijital baskı teknolojilerinin temeli 1878 yılına kadar dayanmaktadır. Günümüzün baskı teknolojisinde yaygın olarak kullanılan kontinü dijital baskı baskı yöntemi 1965'te Sweet tarafından bulunmuştur. 1967'de Hertz tarafından daha da geliştirilmiştir. Bu alanda diğer bir önemli adım da 1979 yılında HP ve Canon firmalarının aynı yıl içinde DOD

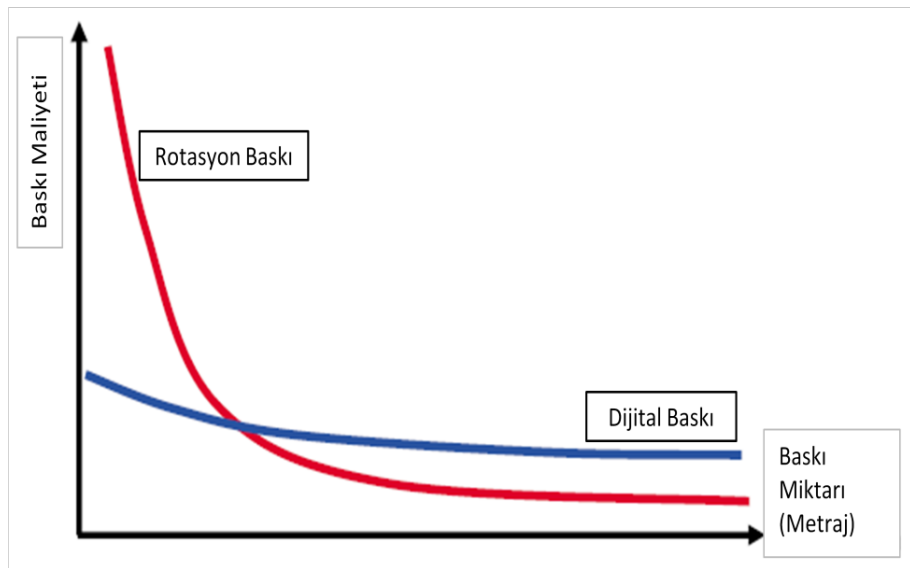
teknolojilerini bulmaları ile atılmıştır. Bu buluş istenilen noktaya istenilen renkte nokta basılmasını sağlamıştır (Ujii 2006).

Dijital baskı sistemleri ofislerde, evlerde ve reklamcılık sektöründe son 20 yıl içerisinde son derece önemli bir kullanım alanına sahip olmuştur. 80'li yıllarda öncelikle kâğıt üzerine baskı yönünde gelişen bu teknoloji özellikle boya kimyasındaki gelişmelerle oldukça ilerlemiş ve bugün kumaş boyalarıyla basılır hale gelmiştir (Ujii 2006).

Üretimde kullanılan ilk sistemler oldukça düşük çözünürlüğe (12-20 dpi) sahip olduklarından desen karakterinin önemli olmadığı sadece halı ve battaniye gibi hacimli mamullere baskıda kullanılmışlardır. 1990'ların başından itibaren yüksek çözünürlüğe sahip dijital baskı sistemleri kumaş üzerine baskıda kullanılmaya başlanmıştır. İlk uygulamalar numune amaçlı olmakla birlikte günümüzde kısa metrajların baskısına doğru bir genişleme söz konusudur. En son olarak Reggiani firması 150 m²/saat hızına sahip makineyi piyasaya sürmüştür (Kanık 2004).

2.3. Dijital Baskının Dünya Baskılı Kumaş Üretim ve Ticaretindeki Yeri

Dijital baskıcılığının klasik baskıya göre en önemli avantajlarından birisi müşteri taleplerine hızlı cevap verebilme (Quick Response) özelliğidir. Özellikle Japon tekstil endüstrisi bu durumun, tekstilin geleceğini kurtaracak en önemli nokta olduğu vurgulamaktadır (Anonim 2007).



Şekil 2.2. Dijital baskı ve klasik baskıcılığın maliyet bazında karşılaştırılması (Muth 2005).

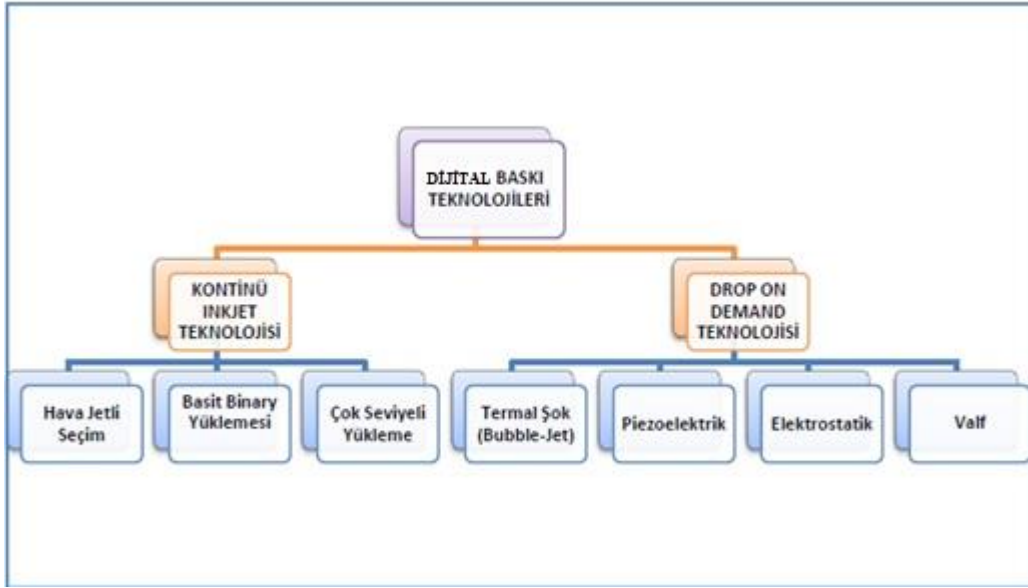
Şekil 2.2.'de rotasyon baskıda düşük metrajlı üretimde baskı maliyeti yüksektir. Bunun nedeni ise her desen için kalıp çekilmesi ve bu kalıpların uzun metraj üretimde kullanılmadığından kalıp maliyeti birim metre üretimine eklenmesidir. Ayrıca düşük metraj üretimlerde çok sık kalıp değişmesi ve bu değişim ile temizlik süreleri rotasyon baskıdaki günlük üretim metrajını düşürmektedir. Dijital baskıda kalıp hazırlama prosesi olmadığı için desen doğruca basılmaktadır. Böylece desen değişimlerinde süre kaybı olmadan baskı değişimi gerçekleştirilir. Bu sebepten dolayı baskı metrajının artması ya da azalması dijital baskıda birim baskı maliyetinde büyük değişimlere sebep olmaz.

Dijital baskıda son yıllarda önemli adımlar atıldı. Global Tekstil ürünleri pazar tahminlerine göre 2015 yılında 830 milyar dolardan 2025 yılında 1,2 trilyon dolara büyümesi öngörülmüyor. Tekstil ürünlerin %20'si baskılı üründür. Bu baskılı ürünlerin %2'si dijital baskıdır. Dijital baskı hızla büyüyen milyar dolarlık bir endüstridir.

Dijital baskı boyalarında ve makinelerinde satışlar 2018'de 1,76 milyar dolar 2023 yılında ise bu oranın 2,31 milyar olması öngörülmüyor (Savastona 2019).

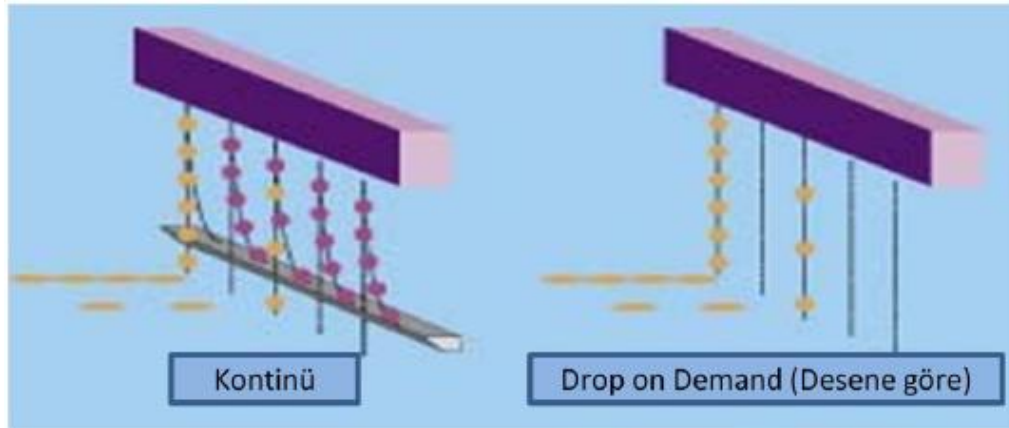
2.4. Dijital Baskı Teknolojileri

Dijital baskı teknolojileri kullanılan prensipler açısından çeşitli şekillerde sınıflandırılabilir. Öncelikle çözünürlük seviyeleri dikkate alınarak kaba çözünürlüklü ve ince çözünürlüklü sistemler olarak ikiye ayrılabilir. Kaba çözünürlüğe sahip sistemler en fazla 40 dpi (dot per inch) çözünürlüğe kadar baskı yapabilen dijital baskı sistemlerini kapsar. Bunların tekstil baskıcılığında en tipik uygulama alanları halı ve battaniye baskıcılığıdır. İnce çözünürlüğe sahip sistemler 100 dpi'dan başlayarak 1440 dpi gibi çok yüksek çözünürlük değerlerine kadar ulaşmaktadırlar. Tekstil kumaş baskıcılığında kullanılan sistemler ince çözünürlüklü sistemlerdir (Kanık 2005).



Şekil 2.3. Dijital baskı teknolojileri genel sınıflandırılması (Kanık 2005).

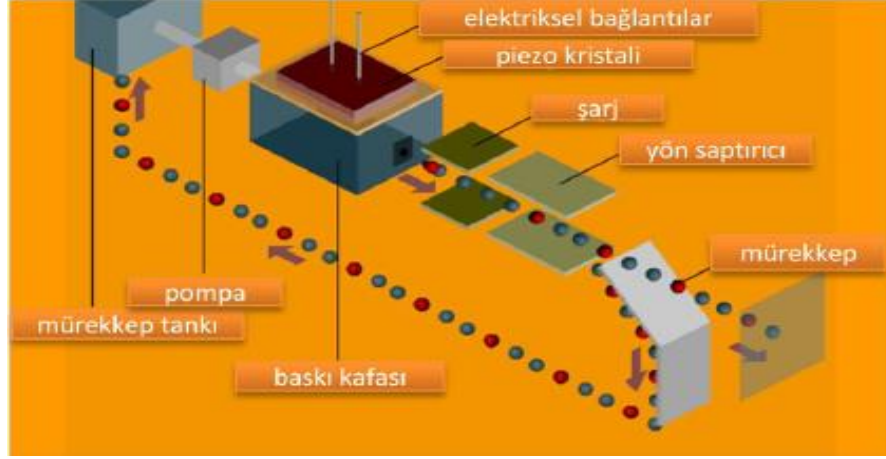
Dijital baskı sistemlerinin sınıflandırılmasında en yaygın olarak kullanılan kriter, mürekkep püskürtmesinin devamlı (kontinü) veya kesikli (desene göre) olarak yapılmasıdır (Kanık 2005).



Şekil 2.4. Kontinü ve DOD dijital baskı sistemlerinin karşılaştırılması (Anonim 2014a).

2.4.1. Kontinü dijital baskı teknolojileri

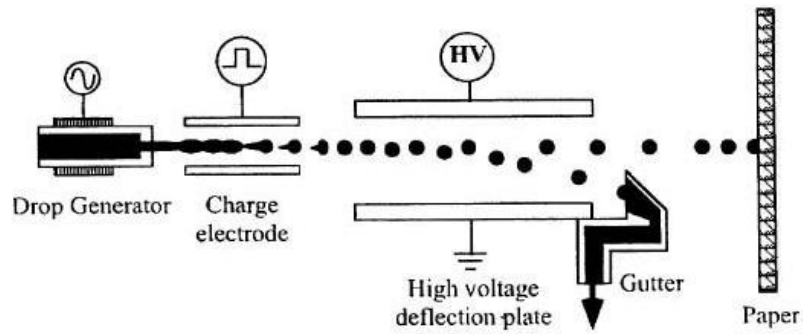
Kontinü dijital baskı sistemlerinde mürekkep damlaları (ya da akım) sürekli olarak püskürtülür. Püskürtülen mürekkep Şekil 2.5.'de görüldüğü gibi basılacak desene uygun olarak seçilir. Damla sapırma metodolojisine göre kontinü dijital baskı teknolojileri, binary, çok yönlü ve hava jetli olmak üzere 3 sisteme ayrılır (Şelçuk 2009).



Şekil 2.5. Kontinü dijital baskı teknolojisi (Anonim 2015a).

Binary dijital baskı teknolojisi

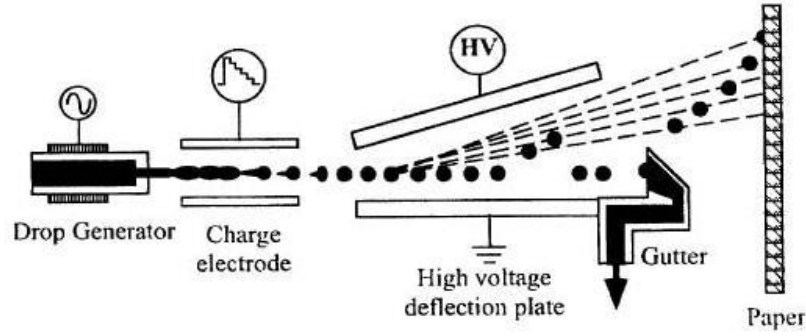
Binary sistemde; damlacıklar kumaş üzerine devamlı olarak püskürtülür. Baskı damlacıklarına statik yük uygulanır ve elektronik olarak yönlendirilir. Bu sürekli damla oluşumu basınç altında bir pompa tarafından sağlanır. Her bir mürekkep damlasının birdenbire bırakılması veya uyarılmış damla formülasyonu, mürekkep haznesinde mekanik kararsızlıkların oluşturulması ile sağlanır. Damlalara uygulanan sabit gerilim sonucu damlalar yüklü veya yüksüz konumda bulunurlar. Yüklü damlalar sistemi üzerindeki desene göre mamul üzerine direk olarak püskürtülür; yüksüz olanlar ise tekrar kullanılmak üzere mürekkep haznesine geri döner. Bu sistem Şekil 2.6.'da gösterilmiştir (Kamık 2005).



Şekil 2.6. Binary dijital baskı teknolojisi (Hue 1998).

Çok seviyeli (multiple deflection) dijital baskı teknolojisi

Çok yönlü sistemde, damlalar yüklenir ve mamul üzerine farklı seviyelerde yönlendirilir. Yüksüz damlalar Şekil 2.7’deki gibi tekrar kullanılmak üzere mürekkep haznesine geri gönderilir (Kanık 2005).



Şekil 2.7. Çok seviyeli dijital baskı teknolojisi (Hue 1998).

Hava jetli kontinü dijital baskı teknolojisi

Hava jetli sistemde, düzeler mürekkebi belirli bir basınçla devamlı olarak materyal üzerine püskürtür. Desene bağlı olarak, basılmaması gereken bölgelerde hava valfleri açılarak mürekkep akımı üzerine basınçlı hava akımı gönderilir ve böylece mürekkep saptırılarak o bölgenin basılması önlenmiş olur (Kanık 2005).

Kontinü yöntemin avantaj ve dezavantajları

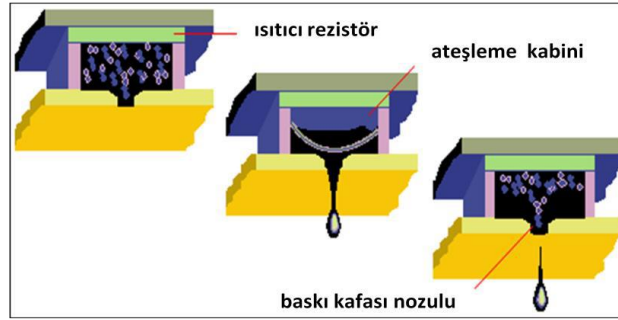
- Yüksek damla frekansı (+)
- Yüksek güvenilirlikli sistem (+)
- Damlacık büyüklüğü 100-400mikrometre olması dolayısıyla düşük dpi değeri(-)
- Baskı kafaları büyük (-)
- Pahalı bir sistem (-)

2.4.2. Drop on demand (DOD: Desene Bağlı) dijital baskı teknolojileri

Bu sistemde desene bağlı olarak damla üretilir ve mamul üzerine gönderilir. Kontinü sistemdeki gibi sürekli bir damla gönderimi yoktur. Damlaların oluşum şekline göre “Drop on Demand” sistemi 4 gruba ayrılır.

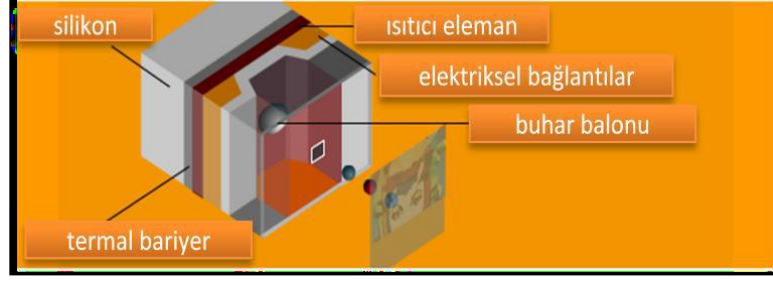
Termal şok (bubble-jet) dijital baskı teknolojisi

Termal jet prensibinde; damlalar ani oluşturulan yüksek sıcaklığın etkisiyle meydana gelmektedir. Bu ani ısıtma, meme çıkışına yerleştirilen rezistörler (küçük ısıtma elemanları) yardımıyla yapılmaktadır. Bilgisayar vasıtasıyla gönderilen sinyal üzerine rezistörlere sabit şiddette akım uygulanır. Sıcaklık bu akım sayesinde ani bir şekilde 350-400 °C'ye yükselir. Yüksek sıcaklığın etkisiyle kısmi buharlaşan mürekkebin oluşturduğu damlacık yüksek hızla memeden püskürtülür. Bu durum Şekil 2.8 ve Şekil 2.9'da gösterilmiştir (Şelçuk 2009).



Şekil 2.8. Termal şok (bubble-jet) dijital baskı teknolojisi (Anonim 2014b).

Mürekkep damlası ateşleme sonrası soğumalı ve düşmelidir. Böylece rezerve tankındaki mürekkep odacığından yeni mürekkep damlacığının oluşmasına izin verebilir. Bir devirde yaklaşık olarak 10000 damla/saniye üretilir ve mürekkebin damla hacmi tipik olarak 150-200 pikolitredir (1×10^{-12} lt). Bu nedenle dakikada yaklaşık olarak 0,1 ml mürekkep dağıtan tek sistem termal sistemidir (Kanık 2005).



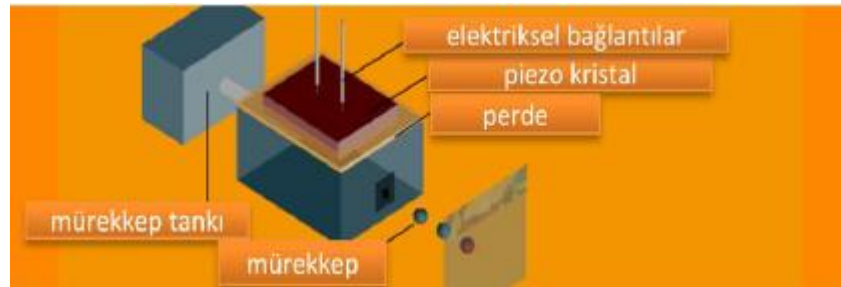
Şekil 2.9. Termal şok (bubble-jet) dijital baskı teknolojisi (Anonim 2015b).

Termal sistemde ana problem yüksek nozul hızlarına çıkılamamasıdır. Yüksek sıcaklığın hızlı mürekkep oluşturma ihtiyacı neticesinde rezistördeki mürekkep komponentinin bozulmasına sebep olur. Nozul da damlacık transferinin düşük sıcaklıkta gerçekleştirilmesine öncülük eder (Şelçuk 2009).

Piezo dijital baskı teknolojisi

Piezo dijital baskı çalışma prensibi, bir memenin (jet) arkasındaki küçük bir kaptan bir damlacık oluşturmak için memenin hemen dibindeki piezo elektrik ölçüm değeri değiştiricisi aracılığı ile direkt mekanik impuls şoku vererek çalışan bir sisteme dayanır.

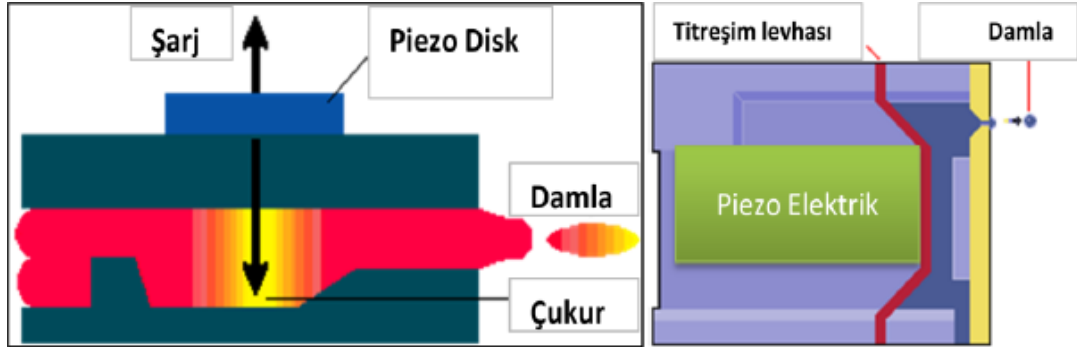
Şok dalga oluşumu, Şekil 2.10.'daki gibi piezo kristali ve oluşturduğu mekanik hareketin yanında elektromanyetik zemin aracılığı ile gerçekleştirilir (Kanık 2005).



Şekil 2.10. Piezo dijital baskı teknolojisi (Anonim 2015c).

Bu sistemde bilgisayar piezoelektrik materyale bir elektriksel potansiyel yükler. Bu gerilim piezoelektrik materyalinin elektrik alanı yönünde büzülmesine ve bu alana dik yönde de genişlemesine sebep olur. Oluşan bu genişleme mürekkep damlacıklarının püskürtülmesini sağlar. Piezo üzerine uygulanan gerilim kaldırıldığı zaman piezo

transduser normal boyutlarına geri döner ve mürekkep odası, mürekkep rezervesinden kapılar emme etkisiyle yeniden doldurulur.



Şekil 2.11. Piezo dijital baskı teknolojisi (Anonim 2014c).

Bu yeniden doldurulma işlemi saniyede 140000 kere devam eder. Damla boyutları biraz küçüktür ama iyi bir çözünürlük sağlar. (2880 dpi) Ayrıca, bu sistem büyük bir baskı kafasına da sahiptir.

Valf dijital baskı teknolojisi

DOD dijital baskı sistemleri içerisinde en basit olanı valflerin kullanıldığı sistemlerdir. Bu sistemlerde mürekkepler basınçla memelere beslenir ve meme çıkışına yerleştirilen uygun valflerle kontrol edilirler. Bu sistemde yaygın olarak selenoid valfler kullanılır. Valf sistemleri ile maksimum 40 dpi çözünürlüğe çıkılabildiğinden kaba dijital baskı yöntemi içerisinde incelenir. Bu sistemde damlalar diğer sistemlere göre çok büyük olduğundan baskı hızları da yüksektir. Valf teknolojisi eskiden beri halı baskıcılığında uygulama alanı bulmuştur (Kanık 2005).

DOD teknolojisinin avantaj ve dezavantajları aşağıdaki gibidir (Sönmez 2004).

- Baskı kafalarının ekonomik oluşu (+)
- Baskı kafaları küçüktür, böylece hızın artırılması için kafalar yan yana yerleştirilebilir (+)
- Daha küçük damla oluşumu mümkündür (+)
- Düşük damla frekansına sahiptir (5000-12000 damla/sn) (-)
- Çalışma sırasında düze temizliği gerekebilir (-)

2.5. Dijital Transfer Baskıda Kullanılan Makineler

2.5.1. Dijital baskı makineleri

Dijital baskı makinesini 4 bölüme ayırabiliriz: Mekanik, elektronik, boya sistemi ve yazılımdır (Kaya 2019).

Mekanik kısım kâğıdın veya kumaşın baskı esnasında düzenli ve stabil şekilde akmasını ve baskı esnasında baskı kafalarının stabil şekilde hareket etmesini sağlar. Mekanik kısım makinenin omurgasıdır.

Elektronik kısım mekanik hareketli parçaların kontrolü, baskı verisinin doğru zamanda ve doğru pozisyonda baskı kafalarına iletilmesini sağlar. Baskı makinesinde bütün iletişimi, motor kontrollerini ve elektrik dağıtımını yapan sistemdir. Kısaca baskı makinesinin sinir sistemidir.

Boya sistemi, boyanın baskı kafalarına stabil ve düzenli akışını sağlar. Filtreler ile boyayı süzer. Boya içerisindeki mikro hava kabarcıklarını degaz sistemi ile temizlenir. Baskı esnasında yerçekimi kuvvetine karşı negatif güç üreterek boyanın istenmeyen akışını önler. Baskı kafa temizliğinde kafadan çekilen boyaların atık tankına iletilmesini sağlar.

Yazılım yukarıda bahsettiğimiz mekanik, elektronik ve boya sistemin birlikte ve düzenli çalışmasını sağlar.

Dijital baskı makinesi desen datasına göre çok küçük boya damlacıkları kâğıt veya kumaş yüzeyine ateşlenip renk ve deseni oluştururlar.

Dijital baskı makineleri çalışma yöntemi olarak ikiye ayrılır. Taramalı sistem ve tek geçişli sistem olarak. Taramalı sistemde kafalar hareketli belirli sürelerle kâğıt veya kumaş sabittir. Baskı kafaları baskı alanı boyunca gider gelir. Tarama sayısına ve kafa ateşleme hızına göre iki eksenle çözünürlük ve atılan boya miktarı değişir.

Tek geçişli sistemde kafalar sabit kumaş veya kâğıt hareketlidir. Baskı hızı yüksek ve konvansiyonel baskı sistemlerine yakındır. Baskı eni boyunca kafa dizilimi vardır. Her renk için ayrı kafa dizilim istasyonları vardır. Bu sebep dolayısıyla yüksek sayıda kafa kullanılır. Baskı eninde kafa çözünürlüğü ve atılan boya miktarı sabittir. Boyuna baskı yönünde kumaş hızına ve kafa ateşleme frekansına göre hız ve atılan boya miktarı değişir.

Dijital transfer baskı makineleri baskı genişliği baskı kafa sayısı, çözünürlük ve saatteki üretim hızlarına göre değerlendirilir (Kaya 2019).



Şekil 2.12. Taramalı sistem dijital baskı makinesi (Anonim 2019b).



Şekil 2.13. Tek geçişli dijital baskı makinesi (Anonim 2015d).



Şekil 2.14. Tek geçişli dijital baskı makinesi (Anonim 2015e).

Çizelge 2.1. Dijital baskı piezo kafalarının genel özellikleri (Kanak ve ark. 2015).

Baskı Kafası	Baskı Kafası Eni (mm)	Toplam Nozul Sayısı	Damla Hacmi (PL)	Kafa Çözünürlüğü (dpi)	Maks. Frekans Aralığı (kHz)	Basılan Renk Sayısı
Kyocera KJ4B-600	112	2656	5-7-12-(18!-20khz)	600	30	1
Kyocera KJ4B-300	112	2656	5-7-12-(18!-20khz)	300	30	2
Kyocera KJ4B-150	112	2656	5-7-12-(18!-20khz)	150	30	4
Fujifilm Dimatix Samba G3L	43	2048	2,4-13,2	1200	100	1
Konica Minolta ME130H	21,65	1024	3	1200	100	1
Konica Minolta MC160H	43,3	1024	6	600	70	1
Konica Minolta ML160H	43,3	1024	6	300	70	2
Ricoh Gen5	54	1280	7,0-35,0	600	60	4
Epson DX5	25,4	1440	7-14-21	180	8	8
EPson DX7	25,4	1440	8,1-17,6-36,9	180	8	8
Panosonic P360	55,8	800	8-18-35	360	18	2

Çizelge 2.2. Piyasada bazı dijital baskı makinelerinin özellikleri (Kanık ve ark. 2015).

Firma (Ülke)	Makine Modeli	Kullanılan Baskı Kafası	Çözünürlük maksimum (dpi)	Baskı eni (cm)	Maksimum Baskı Hızı (m ² /h)	Renk Sayısı/ Kafa Başına Renk Sayısı/Kafa sayısı	Kullanılan boyalar
MUTOH (JAPAN)	ValueJet 1624W	Epson DX4	720*720	160cm	38	4&2&4	Süblimasyon
	ValueJet 1638	Epson DX7	720*1080	160cm	65	4&4&2	Süblimasyon
	ValueJet 1924	Epson DX4	720*1080	190cm	56,2	4&2&4	Süblimasyon
	ValueJet 1938	Epson DX4	720*1440	190cm	40	4&2&2	Pigment/Süblimasyon
	ValueJet 2638	Epson DX7	720*1440	190cm	180,5	8&4&2	Dispers
	DraftStation RJ-900XG	Epson DX5	1440*2880	177,2cm	18,5	4&2&1	Süblimasyon
MİMAKİ (JAPAN)	CJV 150	Epson DX7	720*1440	161cm	56,2	4&4&1	Süblimasyon-Eco sol.
	CJV 300	Epson DX7	720*1440	161cm	105,9	4&4&2	Süblimasyon-Eco sol.
	JV150	Epson DX7	720*1440	161cm	62,1	4&4&1	Süblimasyon-Eco sol.
	JV5-160	Epson DX5	720*1440	161cm	62,1	4&4&4	Süblimasyon-Eco sol.
	JV34-260	Epson DX7	720*1440	260cm	30	4&4&2	Süblimasyon-Eco sol.
	JV5-320 DS	Epson DX5	720*1440	320cm	60,3	4&4&4	Süblimasyon-Eco sol.
	TPC - 1000	Epson DX5	720*1440	100cm	15	4&4&1	Süblimasyon-Eco sol.
	TS300P-1800	Panasonic	720*1440	192cm	115	4&1&4	Süblimasyon
	TS 3-1600	Epson DX7	720*1440	161cm	17,5	4&4&1	Süblimasyon
	TS 5-1600AMF	Epson DX5	720*1440	162cm	40	4&4&4	Süblimasyon
	TS-500	Ricoh GEN5	900*1200	182cm	150	4&2&6	Süblimasyon
	TX 500-1800B	Ricoh GEN5	900*1200	182cm	150	4&4&6	Reaktif,Süblimasyon
	TX 500-1800DS	Ricoh GEN5	900*1200	182cm	150	4&4&6	Reaktif,Süblimasyon
	MS (İTALYA)	JP3	KYOCERA 300dpi	600*1200	180cm	125	4&2&2
JP4		KYOCERA 300dpi	600*1200	180cm	260	4&2&8	Süblimasyon
JP5Evo		KYOCERA 300dpi	600*1200	180cm	180	8&2&4	Reaktif,Süblimasyon
JP7		KYOCERA 600dpi	600*1200	180cm	650	4&2&16	Reaktif,Süblimasyon
Lario		KYOCERA 600dpi	600*1200	180-320cm	8640	4-8&1&(136 8color)	Reaktif,Süblimasyon
D_gen(Kore)	Papyrus G5	Ricoh GEN5	1200*2400	188cm	138	4&2&4	Süblimasyon
	Papyrus Hexa	Ricoh GEN5	1200*2400	188cm	74	6&4&4	Reaktif,Süblimasyon
ColorJet(Hindistan)	Aurojet dye	Epson DX4	720*1440	189cm	48	4&2&2	Süblimasyon
Durst (İtalya)	Rhotex 180 TR	Ricoh GEN5 (V2)	1000*1200	185cm	200	4&2&-	Süblimasyon
Efi Reggiani (İtalya)	ReNOIR NEXT	KYOCERA 600dpi	1200*2400	180cm	200	4&1&8	Süblimasyon
	RENOIR COMPACT	KYOCERA 600dpi	1200*2400	180-320cm	600	4&1&16	Süblimasyon
	VUTek TX3250r	Seiko Printek 510B	720*1080	320cm	100	4&1&-	Süblimasyon
DGI (Kore)	FG-3206	Konica 1024i	720*1440	320cm	120	6&1&6	Süblimasyon
	FTII-3204D	Konica 1024	720*1440	320cm	120	4&1&4	Süblimasyon
	FT-1904X	Panasonic	720*1440	188cm	80	4&1&4	Süblimasyon
	FT-1908	Panasonic	720*1440	188cm	160	4&1&8	Süblimasyon
	HS FT	KYOCERA 300dpi	600*1200	188cm	120	4&2&2	Süblimasyon
	HS FT II	KYOCERA 300dpi	600*1200	188cm	240	4&2&4	Süblimasyon
	HS FT III	KYOCERA 300dpi	600*1200	188cm	240	4&2&4	Süblimasyon
	Poseidon	KYOCERA 300dpi	600*1200	160cm	121	4&2&2	Süblimasyon
Aleph (İtalya)	Laforte-Paper	KYOCERA 300dpi	600*1200	195cm	640	4&2&4	Süblimasyon
	JV5 1608	Epson DX5	720*1440	162cm	58	4-8&4-8&4	Reaktif,Süblimasyon
Atexco (Çin)	Ajet1	Panasonic	720*1440	162cm	52	4-8&4&1-2	Eco Sol, Süblimasyon

2.5.2. Transfer baskı makineleri

Transfer presleri

Sıcak metal düz yüzey ile düz baskı alanına sahip olan transfer makinesi tipidir. Baskı alanında polyester keçe bulunur. Baskı alanı sabit olup sıcak metal yüzey aşağı yukarı hareket etmektedir. 40x40 cm boyutundan 120x180 cm boyutlara çıkabilir. Sıcaklık

basınç ve süre ayarlıdır. Genel kullanım alanları numune baskılarda T-shirt baskıcılığında parça baskıcılığında kullanılır. Çift baskı yüzeyine sahip modellerde mevcuttur. Bu modelde sıcak metal yüzey yatay eksende baskı alanlarına hareket etmektedir. Isıtıcı olarak metal rezistans kullanılır.



Şekil 2.15. Çift baskı alanlı transfer presi (Anonim 2016b).

Transfer kalandırı

Sıcak dönen metal silindir ve dönen polyester keçe kullanılan makine tasarımıdır. Devamlı üretim yapan sistemdir. Kâğıt ve kumaş rulo halinde transfer kalandırına verilip rulo halinde alınabilir. Parça kumaş basılacak ise kalandırın önüne ışıklı çalışma sehpası eklenir.

Genel olarak iki şekilde sınıflandırılırlar. Baskı alanı genişliği 120 cm'den başlayım 320 cm'ye kadar çıkmaktadır. Diğer sınıflandırma şekli ise sıcak silindir baskı silindir çapına göre değişmektedir. Silindir çapı artıkça transfer alanı artığı için daha hızlı çalışma imkânı sağlamaktadır. Isıtma sistemi olarak rezistans ve yağ kullanılır.



Şekil 2.16. Transfer kalandır (Anonim 2014e).

2.6. Dijital Baskıda Kullanılan Boyalar

Dört temel grup dijital baskı boyası vardır:

- Reaktif dijital baskı boyları
- Asit dijital baskı boyları
- Dispers Dijital baskı boyları (Direk ve Süblime)
- Pigment dijital baskı boyları

2.6.1 Reaktif boylar

Reaktif boylar genellikle selülozik yüzeyler için üretilir ve kullanılır. Parlak renkler yıkamaya ve ışığa karşı dayanıklılık. Lif ile alkali koşullarda kovalent bağ kurarlar. Yün, ipek ve naylon liflerine baskı yapılabilir. Birkaç tür reaktif boya grubu vardır. Hepsisi baskı için uygun değildir. İlgili faktörler: (i) reaktivite (ii) substantivite.

1. Reaktivite Ana reaktif boya sınıfları aşağıdaki tabloda gösterilmektedir. Diklorotriazinler en reaktif olan gruptur. Baskıda kullanılmazlar çünkü mürekkeplerdeki ve baskı patlarındaki depolama kararlılığı çok düşüktür. Monoklorotriazin (MCT) boyalar daha az reaktiftir ve dijital reaktif baskıda en yaygın kullanıma sahiptir.
2. Substantivite baskıya yönelik boyaların substantivitesi düşük olmalıdır. Bu açıdan kontinü boyamaya benzer, çektirme boyamada kullanılanın aksine. Düşük substantivite elde edilmesinin yolu boya yapısının sterik olarak boya molekülünü engelleyen hacimli gruplarla sağlanır.

Konvansiyonel baskıda kullanılan reaktif boyalar içindeki fazla boya yoğunluğu ve tuz moleküllerinin nozzle kanallarını deforme etmesi ve ateşlemede sıkıntı yapacağından kullanılması uygun değildir. Bu nedenle çoğunluk tuzun yarı geçirgen ters ozmos filterlerden geçirilerek ayrılır (Hawkyard 2006).

Çizelge 2.3. Reaktif boyalarda reaktif gruplar ve reaktivite derecesi (Hawkyard 2006).

Reaktif Grup	Bağıl Reaktivite
Diklorotriazin	1
Diflormonoklorprimidin	2
Diklorokinoksalin	3
Monoflorotriazin	3
Vinil sülfon	4
Monoklorotriazin (MCT)	5
Diklor ve triklor primidin	6
(1: Güçlü reaktivite, 6: Düşük reaktivite)	

Reaktif boyanın içindeki azaltılmış tuz oranı bile sorun oluşturur. Sonuç olarak üreticiler sodyum yerine lityum kullanımına yöneldiler. Boyar madde dışında dijital baskı boyaları higroskopik yardımcı kimyasal maddeler içerir örneğin dietil glikol, dietilenglikol ve monobutil gibi bu maddeler boya damlarını nozul kurumasını önlemek için kullanılır. Asit baz tamponlar ile boyanın pH'ı dengelenir (Hawkyard 2006).

2.6.2 Asit boyalar

Suda çözünmüş anyonik boyalar genellikle yün, ipek ve naylon baskı için yaygın seçimdir. Kovalent bağ oluşturmak için lifle reaksiyona girmezler. Bunun yerine lif üzerindeki pozitif yüklü alanlara boya çekilir. Reaktif boyaya göre renkler daha derin ve koyu elde edilir. Reaktif boyanın hazırlanmasında kullanılan benzer yöntemler asit boyanın hazırlanmasında uygulanır. Boya formülasyonuna gliserin, dietil glikol, trietilen glikol ve trietilen glikol monobütül eter gibi yüzey aktif maddeler kullanılır (Hawkyard 2006).

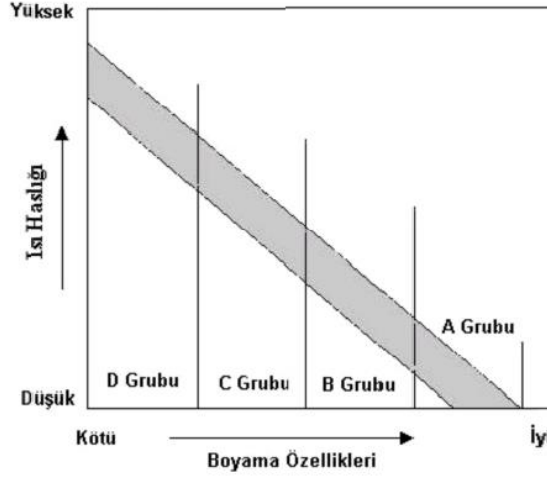
2.6.3 Dispers boyalar

Dispers boyarmaddeler non-iyonik yapıları boyarmaddeler olup, oda sıcaklığında suda çözünmezler ve hidrofobik liflere substantiviteye sahip boyarmaddelerdir. Dispers boyarmadde mikro dispers gravürler veya sıvı formda bulunabilmektedir. Ticari olarak ise yaklaşık %20-%40'ı pasta şeklinde %20-%50'si toz şeklinde satılmaktadır. Endüstride kullanılan boyarmaddeler yapılarında birçok farklı kromofor yapı bulundurulur. Tüm bu kullanılmakta olan boyarmaddelerin yaklaşık olarak %60'ını azo boyar maddeler, %25'ini antrakinon bazlı boyarmaddeler ve kalanını da kinofitalon, naftilamid, naftokinon ve nitro bazlı boyarmaddeler oluşturmaktadır (Hamprect 2002).

Yaklaşık 250'si Colour Index (CI) numarası 5 ile adlandırılmış olan 750'ye yakın dispers boyarmadde bulunmaktadır. Bu boyarmaddelerin büyük oranını yaklaşık %30'luk bir pay ile mavi, %25'ini kırmızı, %20'sini sarı, %8'ini viyole ve oranj ve %3'ünü de kahverengi renkler oluşturmaktadır. Bu durumda siyah ve yeşil renkler için çok az bir kısım kalmıştır. Ancak bu iki renkte boyarmadde olmaksızın da dispers boyarmaddeler bu renklerin elde edilebilmesi için yeterli renk gamına sahiptir (Aspland 1992).

Dispers boyarmaddeler süblimasyon haslıklarına ve boyama özelliklerine göre sınıflandırılmıştır. İngiltere'de ilk dispers boyar maddeler 4 grupta (A-D) sınıflandırılmıştır. Bu sınıflandırmaya göre örneğin A sınıf boyarmaddeler en yüksek boyama ve en düşük süblimasyon özelliğine sahipken D sınıfı tam tersi olarak sınıflandırılmıştır. Şekil 2.15'te görülen bu gruplandırma için özelliklerin A'dan D'ye Doğru süblimasyon haslığının arttığını ve boyama hızının ise düştüğü gözlenmektedir. A

grubu boyarmaddeler selüloz asetat ve keriyer ile polyester boyama için uygundur (Vigo 1994, Cunningham 1996).



Şekil 2.17. Dispers boyarmaddelerin sınıflandırılması (Vigo 1994).

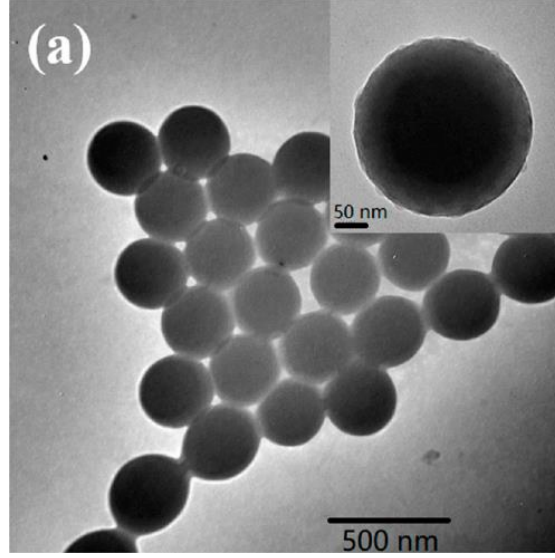
Dijital dispers boyalar

Dijital baskı boyalarının içinde konvansiyonel baskı boyalarının içindeki çoğu kimyasal içermez. Bunun sebebi baskı kafalarından boyanın geçebilmesi için viskozite, yüzey gerilimi, tanecik boyutu, iletkenlik vb. değerlerin minimum seviyede hassas toleransta olmasıdır. Ayrıca baskı kafalarına zarar verilmemesi için boyanın pH değeri nötr, zayıf asidik ya da zayıf bazik olmalı ve çok düşük tuz oranı içermelidir.

Dispers dijital baskı boyası diğer boyalara göre daha geliştirilmiştir bunun nedeni de stabil dispersiyonda boya üretiminde karşılaşılan zorluklardır. Boya üreticileri 2 farklı türde boya üretme eğilimindedir. Birinci tür direk polyester kumaşa baskı boyası ikinci tür ise süblime transfer baskı boyasıdır. İkinci grup formülasyonunda daha düşük molekül ağırlığı daha uçucu boya madde grubu içerir. Daha yüksek haslık istenildiğinde daha büyük molekül ağırlığı kullanımı zorunlu olabilir. Bazı hazır giyim otomobil koltuk kılıfı malzemelerinde ışık haslığı çok önemlidir (Hawkyard 2006).

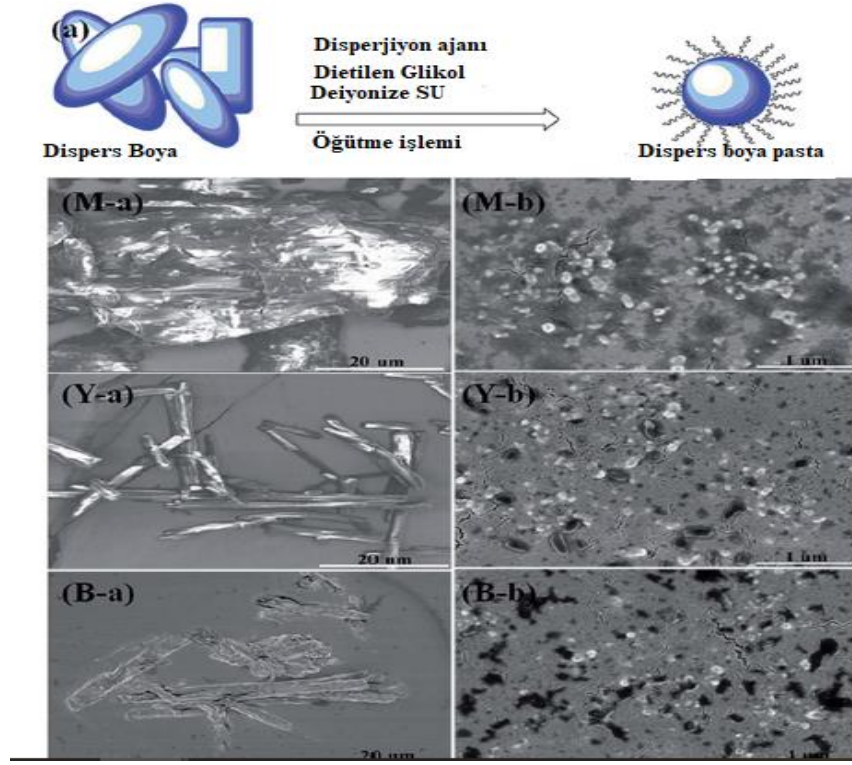
Dispers dijital baskı boyalarının baskı esnasında optimum damlacık boyutunda yüksek hızda çalışırken nozul tıkanıklığına sebep olmamalıdır. Dijital baskı boyasını önemli fiziksel akışkan özellikleri; optimum parçacık boyutu, yüzey gerilimi ve viskozitedir. Su bazlı dispers dijital baskı boyaları muadilleri solvent bazlı boyalara formülasyonlarından

daha az organik uçucu madde içerdiği için çevresel açıdan avantajlıdır. Dispers dijital baskı boyası genel olarak içerik yüzdesi deiyonize su (%30-80), organik çözücü (%5-25), dispers boya (%0,3-15), ve dispersiyon sağlayıcı (%2-5) içerir. Dispers dijital baskı boyası hazırlarken ilk önce boya molekülleri öğütülüp yüksek konsantrasyonda boya pasta formu üretilir. İkinci aşamada dispers boya pastası içine deiyonize su ve diğer yardımcı kimyasallar eklenerek dijital baskı boyası haline getirilir (Gao ve ark. 2019).

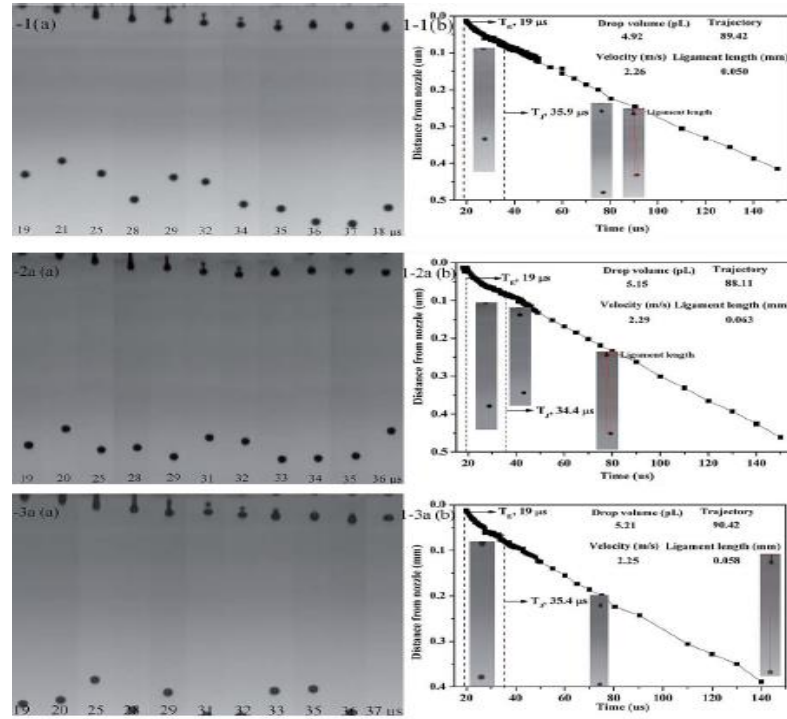


Şekil 2.18. Öğütülme sonrası dispers boya tanecik boyutu (Song ve ark. 2018).

Dispers boya tanecikleri öğütülmeden önce büyük hacimli ve toplanmış haldedir. Boya deiyonize su ve yardımcı kimyasallar ile değirmen cihazında öğütülerek dispers boya pastası üretilir. Şekil 2.19.'de elektron mikroskobu görüntüsü incelenebilir. Dispers boya pastası seyreltilip yardımcı kimyasallar eklenerek dijital baskı boyasına dönüştürülür. Şekil 2.20.'de dijital baskı kafasından ateşlenen boya damlacıkları gözükmemektedir.



Şekil 2.19. Dispers boya moleküllerinin dispersiyonu ve elektron mikroskobu görüntüsü (Gao ve ark. 2019).



Şekil 2.20. Dispers boyanın dijital baskı kafasından ateşlenmesi ve damla oluşumu (Gao ve ark. 2019).

2.6.4 Pigment boyalar

Pigmentler suda çözünmez ve ince bölünmüş dispersiyon şeklindedir. Pigment boyanın dağılımı dispers boyalara benzerdir. Üretim yöntemleri parçacık boyutunda mikrondan daha küçük boyutlara inerek son yıllarda geliştirilmiştir. Pigment boyanın kumaş yüzeyine afinitesi yoktur. Fiske aşaması baskı sonrasında sıcak kuru hava ile binder aktif edilir. Boya içerisindeki boyar maddelerin topaklanma ve nozzle tıkanma riski vardır. Binder boyar maddenin içerisine eklendiğinde tıkanma riski daha da artar ve viskozite yükselir. Buda pigment boyanın dijital baskı makinesinde kullanımını basıla bilirliğini zorlaştırır. Bu şartlar altında binderin baskıdan sonra verilmesi gerekli bulunmuştur. Bu zorluklar nedeni ile geliştirilmesi uzun zaman almıştır. Dört farklı tip pigment içeren detaylı bir çalışma (polimer dispersiyonu, yüzey aktif madde dispersiyonu, mikro kapsüllüme ve yüzey hidrofilik fonksiyonel grup tarafından modifikasyon) yapılmıştır. Binder tüm boyalara eklendi ve optimum bağlayıcı oranı (Tüm boyalar için 1:2) belirlendi. Boya formülasyonlarında yüzey aktif madde ile dispersiyonun iyi uyumluluk ve basılabilirlik gösterdiği görüldü.

Pigment baskı sonrası kurutma ve ısıl fikse gereklidir. Bununla birlikte ultraviyole potansiyeli hakkında spekülasyon oluşmuştur. Dijital tekstil baskıcılığında geliştirilebilir sistemdir (Hawkyark 2006).

2.7. Dijital Transfer Baskıda Kullanılan Kağıtlar

Hayatımızın vazgeçilmez bir parçası olan kağıt yassılaştırılmış ve birbirine geçmiş bitki liflerinden (fiber) oluşur. Bunun için genel olarak tahta ya da pamuk kullanılır. Kağıt yapımı, bir bitkiyi liflerine indirgeyip onları aynı hizaya getirilmesi sonra yapıştırıcı, pigment ve mineral dolgularla üretilmesidir.

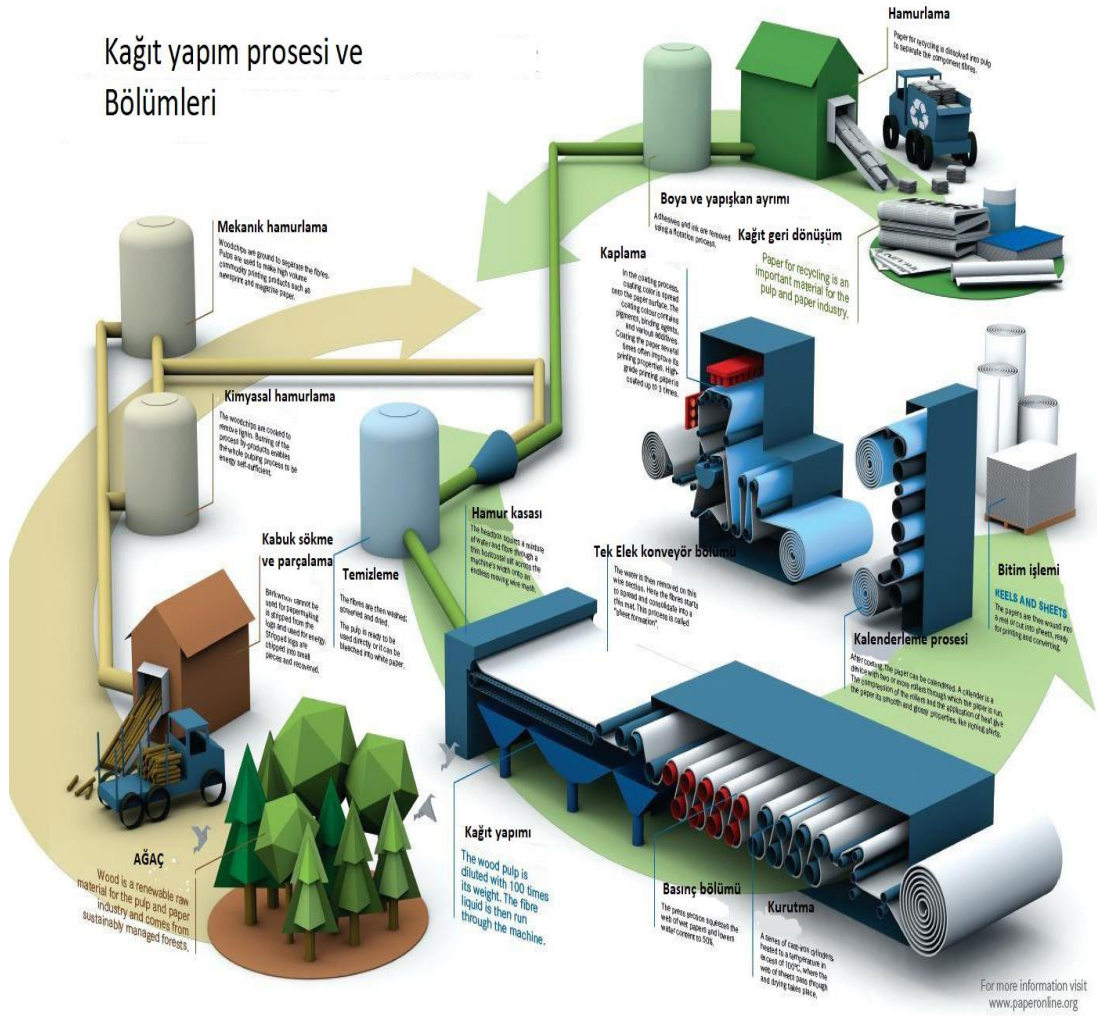
Günümüzde kâğıt esas olarak kültürlenmiş ağaçlardan elde edilen liflere dayanır. Lifler arasında doğal yapıştırma gücünü hidrojen bağlarından alır ve böylece su ile yumuşatarak ayrıştırılabilir ve yeniden kullanılabilir. Dünya çapında kağıt ve karton üretiminde birincil lifler (kimyasal hamur, mekanik hamur), ikincil lifler (geri dönüşüm kağıtlarından), pigmentler ve kimyasal katkı maddeleri kullanılır (Holik 2013).

Çizelge 2.4. Genel kağıt içeriği (Holik 2013).

Hammadde		Yaklaşık kütle oranı (%)
Lif materyali	İkincil lifler	40
	Kimyasal hamur	40
	Mekanik hamur	10
Mineraller	Kaplama pigmentleri	4
	Dolgular	3
Kimyasal katkı maddeleri	Örnek tipleri (pudra, gcc, pcc vb.)	3

Genel olarak kağıt üretiminin aşamaları Şekil 2.21.'de görülmektedir. Kağıdın ham maddesi olan ağaçlar kesilip kütük haline getirilir ve kabuğu soyulur. Kabuğu soyulan kütükler önce küçük parçalara ayrılır. Daha sonra bir öğütücünün içinde kimyasal maddelerle karıştırılır. Bu sayede ağaç liflerini bir arada tutan kimyasallardan lignin çözünür. Bu aşamada son olarak elde edilen hamur beyazlatılır. Karıştırma prosesi ile hamura kağıdın kalitesini belirleyecek kimyasallar eklenebilir. Bu ek maddeler Çin kireci gibi beyaz dolgu maddeleri suya dayanıklılığı artırıcı maddeler ve renk pigmentleri olabilir. Karıştırıcıda lifleri pürüzsüz bir hamur haline getirilir. Ağsı yapıyı oluşturma işlemi sıvı haldeki hamur depolandığı yerden sıkı bir tel örgü şeklindeki yürüyen bir bandın üzerine dökülür. Bu işlem hamuru sudan arındırmak içindir. Suyun daha etkili alınabilmesi için soğurma işlemi de yapılır. Sıkıştırma prosesi ile silindirler hamuru sıkma işlemine devam ederler. Bu işlem sonunda hamur sudan arınır ve iyice düzleşir. Kurutma işlemi ağsı yapıdaki hamur sıcak silindirlerin arasından geçirilerek iyice kurutulur. Son olarak hamur, kesilmeden önce kalan pürüzlerin giderildiği bir aşamadan geçer (Özpolat 2014).

Kağıt yapım süreci ve Bölümleri



For more information visit
www.paperonline.org

Şekil 2.21. Kağıt üretim aşamaları (Anonim 2016a).

Çizelge 2.5. Genel kâğıt üretim maliyet kalemleri ve oranları (Holik 2013).

Üretim maliyetlerinin kaynakları ve tipik oranları	
Maliyet kaynağı	Maliyet oranı (%)
Lifler	40--70
Mineraller	1--18
İş gücü	4--13
Enerji	12--22
Bakım	4--10

2.7.1 Kaplamalı kağıtlar

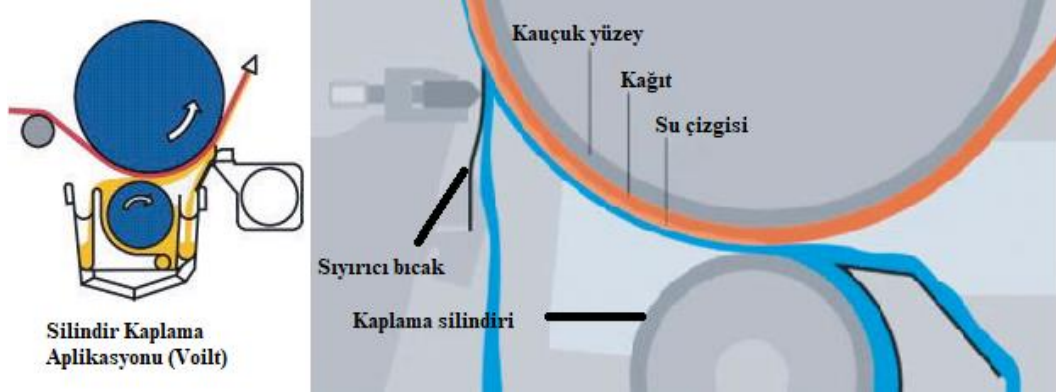
Kaplamasız kağıt farklı en, renk ve gramajlarda üretilebilen üzerinde herhangi bir kimyasal film tabakası olmayan kağıda denir. Kaplamasız kağıtların çeşitleri odun hamuru tipi, çözelti banyosundaki kimyasallar ve kalender makinesinde gördüğü basınç ve sıcaklığa göre farklı özellikler gösterir.

Kaplamalı kağıt ise farklı en ve gramajda kağıtların özel kaplama makinelerinde farklı ağırlıkta ve farklı reçeteler ile kağıt yüzeyinin üzerine kimyasal film kaplanmasıdır. Burada kaplanacak baz kağıt farklı gramajlarda olabilir. Kaplama kimyasalları farklı reçetelerde olabilir. Kaplama sonrası kalender işlemi ile yüzey pürüzlülüğü değiştirilebilir.

Transfer baskı kağıt sektöründe birçok gramajda kaplamalı ve kaplamasız kağıt bulunmaktadır. 1 metre karede 30 gr'dan 100 gr'a kadar kağıt kullanılmaktadır.

Kağıt kaplama yöntemleri

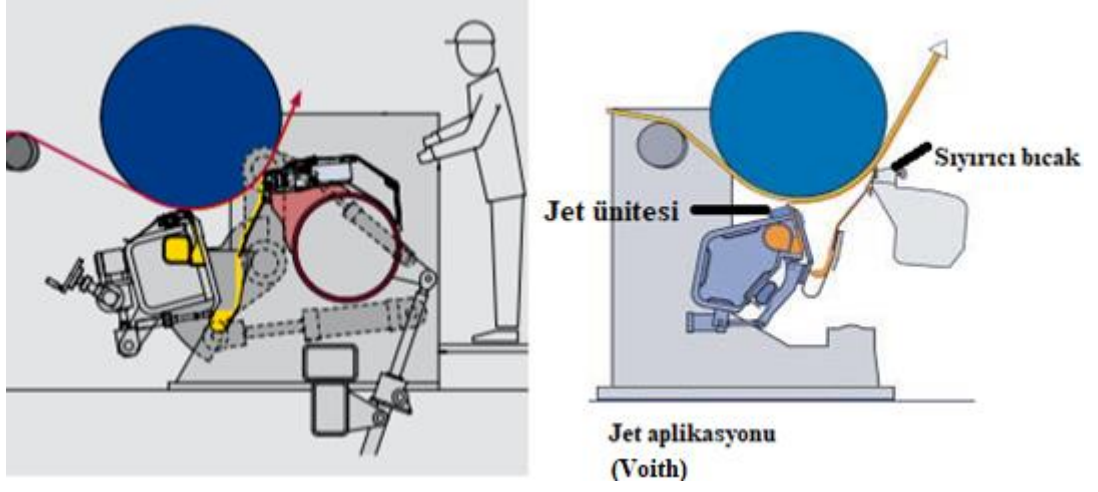
- Silindir kaplama; Kaplama kimyasalları alt teknededir. Tekne içerisinde dönen silindir kaplama kimyasalını alır. Kaplama silindiri kağıt yüzeyine değeri ve kaplama kimyasalı aktarılmış olur. Kauçuk silindirin ve sıyrıcı bıçağın basıncına göre kaplama oranı değişir (Sang ve ark 2013).



Şekil 2.22. Silindir kaplama yöntemi (Sang ve ark 2013).

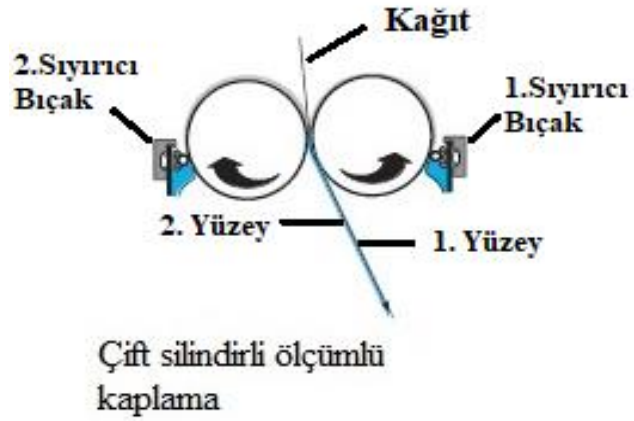
- Jet kaplama; Silindir kaplamaya göre daha homojen hassas kaplama yapma imkânı sağlar. Düzelerden hassas ve düzenli şekilde kaplama kimyasalı kağıt

yüzeyine beslenir. Sıyırıcı bıçak ile kaplama kalınlığı ayarlanır. Kaplama kalınlığı 0,4-1mm arasında ayarlanabilir (Sang ve ark 2013).



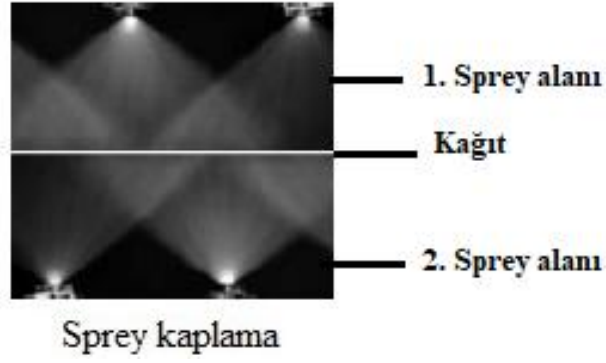
Şekil 2.23. Jet kaplama yöntemi (Anonim 2014d).

- Çift silindirli kaplama; Kağıttın ön yüzüne ve arka yüzeyine kimyasal aplikasyonu sağlanır. Sıyırıcı bıçaklar ile iki yüzey için kaplama oranı ayarlanabilir (Sang ve ark 2013).

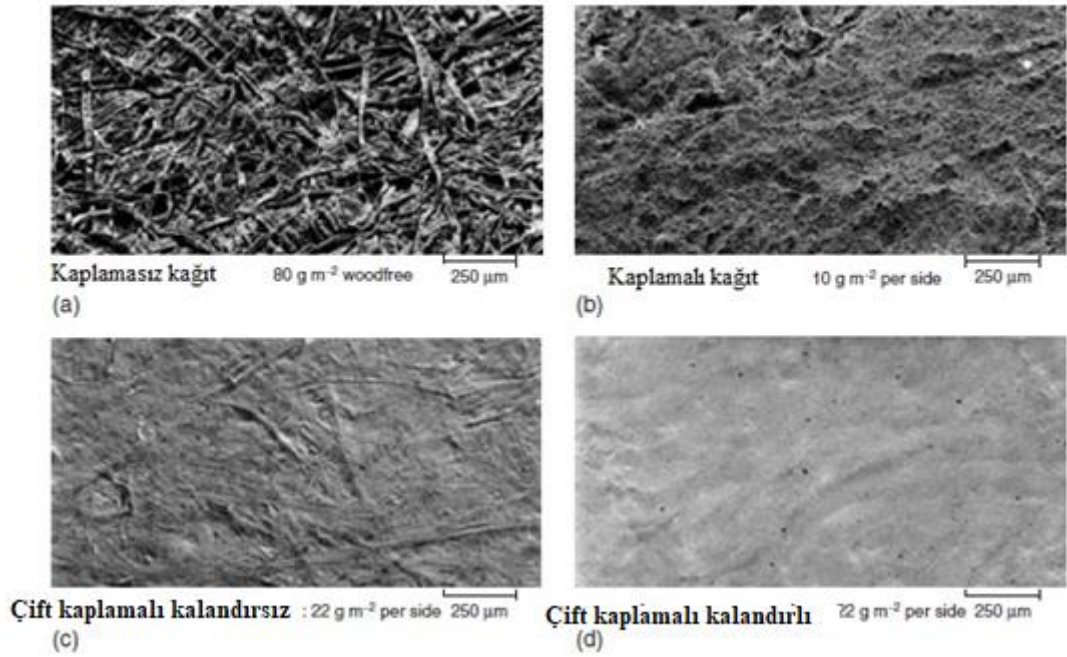


Şekil 2.24. Çift silindir kaplama yöntemi (Sang ve ark. 2013).

- Sprey kaplama; Çok hassas kaplama ve düşük dozajda kaplama yapılabilir. Kaplama kimyasalları açısından sınırları vardır. Yüksek viskozite kimyasallar ile çalışılmaz (Sang ve ark 2013).



Şekil 2.25. Sprey kaplama yöntemi (Sang ve ark. 2013).



Şekil 2.26. Zemin kâğıdı ve farklı kaplama oranları ile kalender işlemleri ile işlemlenmiş ve işlenmemiş kağıt elektron mikroskobu fotoğrafları (Sang ve ark. 2013).

2.7.2. Dijital transfer kağıdında aranan özellikler

Dijital transfer kağıdı, farklı kalınlık ve genişlikte üretilmektedir. Baz (zemin) kağıt ve yüzeyinde bulunan kaplama olarak iki bölümden oluşur. Baz kağıt mürekkebi taşımamasını, kimyasal kaplama ise mürekkebi yüzeyde tutmasını ve kurummasını gerçekleştirir. İyi kuruma ve iyi transfer verimliliği birbirine zıt parametredir. İyi bir transfer kağıdı hem mürekkebin yüzeyde kısa sürede kurummasını sağlamalı, hem de mürekkebin çok büyük bir kısmını kumaşa transfer edebilmelidir.

Bu değerlerin yanında kağıdın, baskı makinelerinde sorunsuz yürütmesi ve transfer preslerinde düzgün bir biçimde çalışması çok önemlidir. Kağıdın üzerinde kesinlikle toz leke gibi istenmeyen maddeler bulunmamalıdır. Yırtıklar, kağıdın kenarında deformasyonlar baskı kafalarına büyük zararlar verebilmektedir.

Kağıt kalınlığı desenin yoğunluğuna ve o desende kullanılacak mürekkebin miktarına göre belirlenmelidir. Çok yoğun bir desende ince gramajlı bir kağıt kullanmak kağıdın makinede ve baskı presinde düzgün yürümemesine, kağıttaki kabarmalardan kaynaklanan baskı bozukluklarına sebebiyet verebilir. Bununla birlikte, baskı makinelerinde hareketli parçaların kağıdın zayıflığıyla kaynaklı zararlar görebilir (Anonim 2016).

2.7.3 Dijital transfer kağıdı pazarı

Global baskı transfer kağıtları pazar büyüklüğü, pazar payı, uygulama analizi, bölgesel görünüm, büyüme eğilimleri, anahtar oyuncular, rekabet stratejileri ve tahminleri, 2018–2026 raporu raporunda sunulmuştur.

Dünya çapındaki küresel baskı transfer kâğıdı piyasası 2017 yılında 9,815 milyon ABD doları olarak değerlendirilmiş ve 2026 yılına kadar %4 yıllık artış hızı ile büyüyerek 2026'da 13,5 milyon ABD dolarını aşacak şekilde ayarlanmıştır. Sürekli büyüyen özelleştirilmiş kumaş endüstrisi ile, baskı teknolojileri büyük önem kazanmış, böylece ilgili baskı materyallerine (transfer kağıdı gibi) olan talebi artırmıştır. Ayrıca, tüketici tarafından kişiselleştirilmiş ve moda için uygun giysiler için artan harcamaların da baskı transfer kağıdı pazarının büyümesini desteklemesi bekleniyor.

2017 yılında, küresel baskı transfer kağıt piyasası, toplam piyasa değerinin %35'ini oluşturan serigrafi transfer kağıt bölümü tarafından yönetildi. Bu öncelikle, diğer transfer baskı tekniklerine kıyasla tekniğin daha fazla benimsenmesinden kaynaklanmaktadır.

Daha ucuz tekniklere yönelik daha yüksek eğitim nedeniyle, seğmendin tahmin süresi boyunca pazardaki hâkim payını koruyacağı tahmin edilmektedir.

Serigrafi transfer kâğıdı bölümünü süblimasyon transfer kağıtları izler. Daha yüksek maliyete rağmen, alan büyümesi kumaşlarda kalıcı ve kaliteli tasarım sağlama yeteneği ile desteklenmektedir. Öte yandan, tahmin döneminde piyasadaki en yüksek büyümenin kaydedileceği tahmin edilen ısı transfer kağıdı bölümünü öngörülmektedir.

Küresel baskı transfer kağıdı pazarı doğada oldukça parçalıdır ve düşük giriş engelleri ile karakterize edilir. Bu da yeni oyuncuları baskı transfer pazarına girmeye teşvik ediyor, böylece rekabeti arttırıyor.

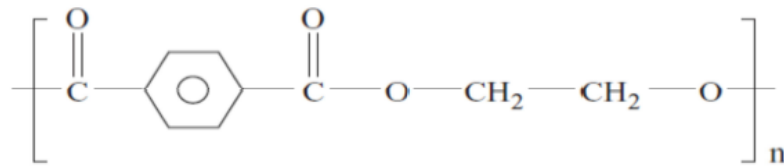
(Anonim 2018b).

2.8. Polyester Lifleri Üzerine Dispers Baskı

2.8.1. Polyester lifleri

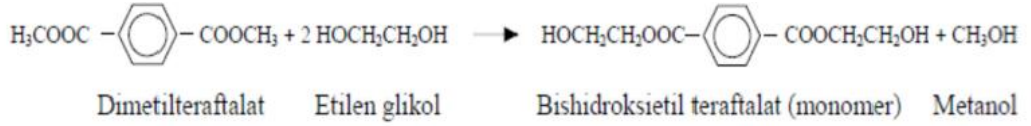
Polyester lifleri İkinci Dünya Savaşı sırasında İngiltere’de Calicio Printers şirketinde çalışan J.T. Dickson ile J.R. Whinfield tarafından yapılan çalışmalar esnasında keşfedilmiştir. ICI ve Dupont firmaların polyester üzerine yaptıkları araştırmalar ile polyester üretimi başlamış ve polyester bu iki firma aracılığıyla dünyaya tanıtılmıştır. (Koh 2011)

Genelde polyester olarak adlandırılan PES lifleri bir dialkol ile dikarboksilik asidin kondenzasyon ürünü olup uzun zincirli polimerdir (Karayannidis ve Achilias 2007).

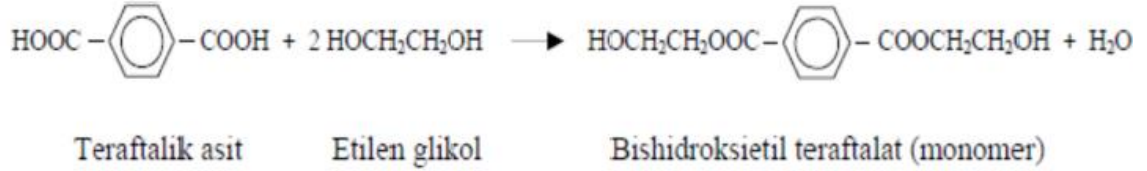


Günümüzde Dünyada kullanımı çok yaygın olan PES lifleri içinde en yaygın kullanım alanı bulanı PET (polietilen tereftalat) lifleridir. PET lifleri iki farklı üretim yöntem ile elde edilmektedir (Alkara 2006).

1. Birinci yöntemde dimetil teraftalat ile etilen glikol kullanılır. Bu yöntemle sürekli ve kesikli olmak üzere iki şekilde üretim yapılır.



2. İkinci yöntem ise saf teraftalik asit, etilen glikol ile tepkimeye girer. Burada da yine kesikli veya sürekli olarak üretim yapılmaktadır.



2.8.2. Polyester kumaşlar üzerine baskı

Polyester kumaşlar üzerine baskı için genel olarak dispers boyarmaddeler kullanılır. Başarılı bir baskı için öncelikle Polyester kumaşların iyi bir ön terbiye işlemi görmesi gerekir (Kanık 2012).

- Haşıl yağları ve eğirme yağları iyice uzaklaştırılmış olmalıdır.
- Ön işlemlerinde anyonik yüzey aktif maddeler tercih edilmelidir.
- Isıl fiksaj ile boyut stabilitesi sağlanmalıdır.
- Gerekirse beyaz zeminler için klorit ağartması yapılmalı veya optik beyazlatma uygulanmalıdır.

Boyarmadde seçimi; Normal polyester lifleri için dispers boyarmaddeler kullanılırken, anyonik gruplar içeren modifiyeli polyester lifleri için katyonik boyarmaddelerde kullanılabilir. Kullanılan dispers boyarmaddeler çoğunlukla azo, antrokinon, kumarin ve kinolin sınıflarına aittir. Bunlar toz, granül veya sıvı halde olabilirler. Toz ve granül olanlar %20-40 sıvı olanlar %15-30 saf boyarmadde içerirler. Baskıcılıkta kullanım kolaylığı açısından sıvı olanlar tercih edilir.

Dispers boyarmaddelerle baskılarda boyarmadde seçimi, fiksaj şartları ve ard işlemler doğru yapıldığı takdirde mükemmel yaş haslıklar elde edilir. Baskıda kullanılacak boyar maddenin süblimasyon haslığı baskılı kumaşın fiksaj yöntemine göre ve daha sonra göreceği bitim işlemlerinin şartlarına uygun olarak seçilmelidir. Süblimasyon haslığı düşük bir boyarmadde kullanılırsa 180 °C'de yapılan HT buharlama veya 210 °C'de

yapılan kuru hava fiksajı (termofiksaj) sırasında boyarmadde süblime olarak baskısız yerleri kirletir. Seçilecek dispers boyarmaddenin afinitesi düşük olmalıdır. Eğer yüksek olursa ard işlemler sırasında fikse olmamış boyarmaddelerin uzaklaştırılması zorlaşır. Dolayısıyla bu durum yaş haslıkların düşmesine yol açar (Kanık 2012).

Çizelge 2.6. Örnek bir dispers baskı patı reçetesi (Kanık 2012).

Reçete bileşenleri	Oran
Dispers boyar madde	x g
Asit verici	5 g
Keriyer veya fiksaj hızlandırıcı	0-20 g
Kıvam patı	500 g
Zayıf oksidasyon maddesi	2-5 g
Su	y g
Toplam	1000 g

Dispers baskıların fiksajı farklı şekillerde yapılabilmektedir (Kanık 2012):

- a) Doymuş buharlama 102-103 °C'de 20-40 dakika buharlama yapılır. Bu yöntemle uygun keriyer veya fiksaj hızlandırıcı kullanımı şarttır. Buna rağmen boyarmadde verimi düşük kalmaktadır. Sadece açık renk ve orta renkler elde edilir. Baskıdan sonra keriyerin tamamen uzaklaştırılması için 160 °C'nin üzerinde kurutulması gerekir. Aksi halde kumaş üzerinde kalan keriyer artıkları ışık haslığının düşmesine neden olabilir. Diğer taraftan yüksek sıcaklıkta yapılan kurutma, mamul üzerindeki apre maddesinin cinsine ve miktarına bağlı olarak termal migrasyon yoluyla sürtünme ve yaş haslıkları düşürebilir.
- b) Basınçlı buharlı fiksaj; 2,5-3 atmosfer basınç altında 20-30 dakika süreyle buharlama yapılırsa iyi seçilmiş dispers boyarmaddelerin %90'ı fikse edilebilir.
- c) HT-Buharlama; Askılı buharlayıcılarla 170-185 °C'de 8-10 dakika süreyle yapılır. En çok kullanılan bu fiksaj yönteminde hem renk yüksek olmakta hem de kumaşın tutumu daha yumuşak olmaktadır.
- d) Termofiksaj; Baskılı kumaş 180-220 °C'de 40-90 saniye süreyle ramöz, hot-flue veya uygun bir kurutucudan geçirilir. Keriyer kullanılmıyorsa renk verimi %50-

70 arasındadır. Bu nedenle 20-30 g/kg keriyer veya fiksaj hızlandırıcı baskı patına ilave edilir.

Fiksaj işleminden sonra baskılı polyester kumaşlar aşağıdaki prosedüre göre ard işlemlere tabi tutulurlar.

- Soğuk durulama
- Ilık durulama (40 °C)
- İndirgen yıkama (40-60 °C)
- Ilık durulama (40 °C)
- Soğuk durulama (asetik asitle nötralizasyon)

2.9. Polyester Kumaşlar Üzerine Dijital Transfer Baskı

Dispers boya grubunda süblimasyon özelliği yüksek olan boyalar kullanılarak önce kağıda baskı yapılır. Baskı yapılan kağıdın üzerindeki boyanın kumaşa aktarılması gerekir. Bu işlemi kalender makinesinde kağıt ve kumaş beslenerek baskılı kağıt baskı yönü kumaşa gelerek sıcak silindire değen kağıt üzerindeki boya gaz hale geçip sıcaklık ile açılan polyester liflerinin içine girip çözünür. Transfer işleminde dispers boya 177 °C de aktifleşmeye başlar. Genellikler 180 °C ile 210 °C aralığında transfer işlemi yapılır. Böylece kağıt üzerindeki desen polyester kumaşa aktarılır ve kumaş yüzey sıcaklığın düşmesi ile polyester lifleri kapanır boya lifin içinde sabitlenir. Süblime baskı polyester kumaşa ve yüksek oranda polyester karışumlu kumaşlara yapılabilir. Burada kağıt, baskı yapılırken ve transfer aşamasında boyar maddeyi taşıyıcı görevi görür.

Süblimasyon baskının avantajları aşağıdaki şekilde özetlenebilir:

- Direkt baskı için kumaş ön işlemi çok önemli ve bu işlemin yapılması için büyük işletme ve ram, jet, vb. makineler boyahane alt yapısı olması gerekmektedir.
- Direkt kumaş baskı makinelerinin blanket yıkama vb. özel aparatlara ihtiyacı vardır. Bu ekstra özellikler makineye hacim ve fiyat artışı katmaktadır.
- Kâğıt baskıda ise daha stabil yüzeye küçük alanlarda kompakt makinelerle termofiksaj haricinde daha az ön işlem ihtiyacı olan kumaşlara hızlı ve kolay şekilde istenilen renkte desenler transfer edilmiş olur.

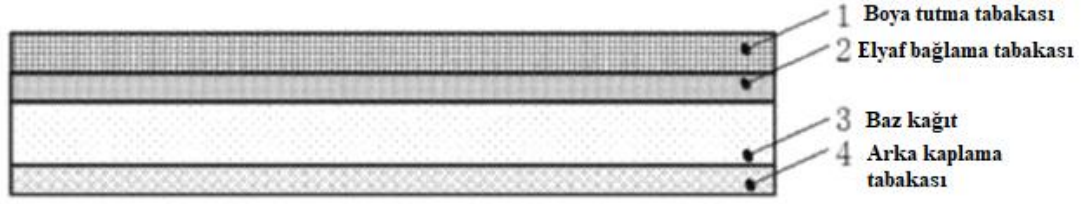
- Daha az yatırım ihtiyacı yerden kazanç kolay baskı yapılabilme gibi sebeplerden ötürü süblime dijital baskı yöntemi polyester baskıcılığın büyük kısmını oluşturmaktadır (Kaya 2019).

2.10. Polyester Kumaşlar Üzerine Dijital Transfer Baskı ve Bu Alanda Yapılan Çalışmalar

Süblimasyon boya transferi için baskı sürecinde kaliteli baskı ihtiyacı ana gerekliliktir. Termal transfer baskıda pigment kaplamalı kağıtlar kabul görmüştür. Ancak uygulama alanları hakkında çok az sayıda araştırma vardır. Süblime transfer baskıda kağıt özellikleri ve kağıt kaplamasının baskı kalitesi üzerine etkisi konusunda yapılan bir çalışmada kil ve öğütülmüş kalsiyum karbonat pigmentleri ile kağıt kaplanıp yüzey yapısı ve kağıt yüzeyi mekanik etkisi incelenmiştir. Sonuçlar kağıt kaplamanın yüzey pürüzlülüğünü önemli ölçüde azalttığını göstermiştir. Kaplaması yapılan kağıdın mekanik özellikleri kaplamasız kağıda göre incelenmiştir. Bu mekanik özellikler gerilme mukavemeti, gerilme çekme enerjisi eğilimi ve patlama indeksidir. Kaplama reçetesine plastik pigment eklenmesinin kağıdın fiziksel özelliklerinin gelişmesine yardımcı olduğu bulunmuştur (Elsayad ve ark. 2008).

Kaplamalı ve kaplamasız kağıt ile baskı yapıp polyester kumaşa transfer edilerek optik yoğunluk değerleri ölçülmüştür. Kaplamalı kağıtta optik yoğunlukta hafif bir artış olduğu gözlenmiştir. Transfer baskı sonrası tekrar kağıdın kullanılması ile ilgili araştırma da yapılmıştır. Özellikle plastik pigment içeren kaplamalı kağıt daha yüksek optik yoğunluk gösterdi. Çalışma sonucunda kil, kalsiyum karbonat ve kil-plastik pigmentleri ile kaplanmış kağıtların kaplamasız kağıtlara göre daha az boya kullanıp daha fazla optik yoğunluk değerleri elde edildiği görülmüştür (Elsayad ve ark. 2008).

Kaplamalı süblimasyon transfer baskı kağıdı üretimi konusunda alınan yeni bir patente göre, geliştirilen yeni transfer baskı kâğıdı şu katmanları içermektedir: Mürekkep tutma tabakası, elyaf bağlama tabakası, baz kağıt ve arka kaplama tabakası ile 4 katmandan oluşur. Boya ilk tabakada tutulur mürekkep içerisindeki su elyaf tabakası tarafından emilir ve arka kaplama arasında kalır. Böylece hızlı kuruma ve yüksek baskı stabilitesi sağlanır.



Şekil 2.27. Zemin kağıdı ve kaplama katmanları (Shan 2016).

Süblimasyon transfer baskı kâğıdı üreticileri genellikle bir adet mürekkep tutma katmanı kaplayarak üretim yaparlar. Bu katman boyayı emebilir ya da dispers boyayı tutabilir ve transfer esnasında boyanın kumaşa aktarılmasını sağlar. Genellikle baz kağıt üzerine polivinil alkol, hidrolize nişasta, alginat, jelatin vb. kimyasallar kullanılır. Bu patentle geliştirilen hızlı kuruma ve yüksek boya transfer oranına sahip kâğıtta ise yüksek moleküllü polimer ve doğal tutkal kullanılmaktadır. 4 katmalı kaplamalı kağıt ile daha fazla emicilik ve kuruma hızı sağlandığı belirtilmektedir.

Karboksimetil selülozun düşük kapilar boya tutma özelliği vardır. Bu yüzden yüksek kaplama miktarına ihtiyaç duyar. Karboksimetil selüloz suyu emer ve fazla su emerse yüzey pürüzlülüğüne sebep olur. Bu da kağıdın düzeye temas etmesine neden olabilir. Baz kağıt ve kaplama katmanı suyun emilmesinde etkili olup kuruma hızını artırabilir. Fakat kaplamalı alandaki boya tutma oranı suyun emilmesini kimyasal yapısı ile engelleyebilir (Shan 2016).

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Dijital baskı kağıtları

İki grup altında dijital baskı kağıtları incelenmiştir. Birinci grup benzer gramajda kaplamasız kağıt ve farklı firmanın kaplamalı kağıtları; ikinci grupta ise aynı firmanın farklı gramajlarda kaplamalı kağıtları seçilmiştir. Kağıtların gramajı olarak m^2 ağırlıkları verilmiştir.

Çizelge 3.1. Kullanılan kağıtlar ve fiyat endeksi

1. Grup	Fiyat endeksi	2. Grup	Fiyat endeksi
Kaplamasız 50 g/m ²	1 birim	Kaplamalı A1 45 g/m ²	1.47 birim
Kaplamalı 55 g/m ²	1.16 birim	Kaplamalı A2 55 g/m ²	1.29 birim
Kaplamalı 57 g/m ²	1.64 birim	Kaplamalı A3 65 g/m ²	1.65 birim
Kaplamalı A2 55 g/m ²	1.29 birim	Kaplamalı A4 76 g/m ²	1.92 birim

3.1.2. Kumaş

Deneylede %100 polyester dokuma kumaş kullanılmış olup, fiziksel özellikleri çizelge 3.2.'de görülmektedir.

Çizelge 3.2. Kumaş özellikleri

Kumaş özellikleri	Değerler
Kumaş eni	104 cm
Atkı ve çözgü ipliği numarası	50 denye
Atkı tel sayısı	38 tel/cm
Çözgü tel sayısı	76 tel/cm
Gramaj	96 g/m ²
Dokuma raporu	2/1 dimi

3.1.3. Dijital baskı boyları

Baskı işlemlerinde Papijet 403 serisi (Kisco) süblimasyon özelliği yüksek dispers boyalar kullanılmıştır.

Çizelge 3.3. Çalışmada kullanılan baskı boyları

Renk	Üretici Firma	Ticari Adı
Cyan	KISCO	Cyan 403
Magenta		Magenta 403
Yellow		Yellow 403
Black		Black 413

3.1.4. Dijital baskı makinesi ve baskı parametreleri



Şekil 3.1. Dijital baskı makinesi

Kağıtlar üzerine yapılan baskı işlemleri Mimaki jv300 dijital baskı makinesi üzerinde gerçekleştirilmiştir. Makine üzerinde 2 adet epon dx7 piezo drop on demand baskı kafası vardır. Maksimum baskı genişliği 162 cm'dir.

Baskılar Mimaki jv300 baskı makinesinde 540x360 dpi çözünürlükte doğrusal veri, profil kullanılmayıp %100 CMYK boya değerinde PowerRip (Raster image processor) programı ile tek yön gidiş özelliğinde yapılmıştır.

3.1.5. Transfer makinesi ve transfer şartları

Transfer işlemleri kesikli çalışan SEFA marka rotex auto x 2014 model transfer baskı presi üzerinde yapılmıştır. Presin baskı alan boyutlarının eni 40 cm, boyu 50 cm'dir. Sıcaklık ve süre ayarı otomatik olarak yapılabilen bir cihazdır.



Şekil 3.2. Transfer makinesi

3.2. Yöntem

3.2.1. Kumaşa uygulanan ön işlemler

Baskı yapılacak ham polyester kumaşlara işletme içerisinde jet boyama makinesinde uygulanan işlemler:

- Sıcak yıkama, 70 °C
- Haşıl sökme, 2 g/l Soda ve g/l polyester yıkama sabunu ile 80 °C
- Pişirme ve optik beyazlatma (130 °C'de kostik + optik beyazlatıcı ile 1 saat)
- Sıcak yıkama, 70 °C
- Nötralizasyon işlemi, 50 °C (asetik asitle)
- Kurutma 180 °C (ramözde geçiş hızı 40 m/dk)

3.2.2. Baskıda kullanılan test deseni

Baskı işlemleri için şekil 3.3.'te verilen desen tasarlanarak kullanılmıştır.

- Test deseninin eni 40 cm boyu 50 cm olarak tasarlanmıştır.
- Renk ölçümü için desenin orta noktasında Siyan, Magenta, Sarı ve Siyah renkleri için %20-%40-%60-%80-%100'e renk açılımı vardır.
- Renk ölçümü spektrofotometre ile %20-%40-%60-%80-%100'e kadar olan 5 kare alandan 3 tekrarlı yapılmıştır.
- Ortalama boya basılan boya miktarıyla sırasıyla %20= 13×10^{-3} ml, %40= 26×10^{-3} ml, %60= 39×10^{-3} ml, %80= 52×10^{-3} ml ve %100= 65×10^{-3} ml'dir.
- Kontür ve çizgi netliğini değerlendirmek için test şablonunda daire ve çizgiler vardır. Kontür netliği için 5 adet içi boş daire vardır. Daire çapları büyükten küçüğe 2 mm-1 mm-0.5 mm-0.25 mm-0.125 mm olarak sıralanmaktadır. Çizgi netliği için ise 5 adet renksiz çizgi vardır. Bunların genişlikleri de 2 mm-1 mm-0.5 mm-0.25 mm-0.125 mm şeklindedir.
- Kontür ve çizgi netlikleri görsel olarak değerlendirilmiştir. Kullanılan yöntemde 5 noktaya karşılık 5 dereceli bir puanlama sistemi vardır. Eğer 5 noktanın tümü net görünüyorsa 5 puan; görünmeyen her bir nokta için 1 puan düşülür. Yarı görünür ise yarım puan sayılır.



Şekil 3.3. Deneylerde kullanılan baskı deseni

3.2.3. Baskı ve transfer yöntemleri

Ön denemeler

Asıl denemelerde kullanılmak üzere optimum transfer süre ve sıcaklık şartlarını belirlemek amacıyla kaplamasız 50 g/m² kağıt baz alınarak aşağıdaki denemeler yapılmıştır. Baskı yapılacak kâğıt dijital baskı makinesine takılır. Rip programından deney baskı deseni 14 adet basıldı. El presi üzerinden ön deneme süre sıcaklık değerleri ayarlanıp istenilen sıcaklığa ulaşıldığında kumaş alta baskı kağıt'ı üste baskı yüzeyi kumaşın ön yüzeyine gelecek şekilde ayarlanır. El presi kolu aşağı indirilip daha önceden ayarlanan süre kadar bekleyip el presinin üs sıcak yüzeyi yukarı kalkar. Transfer işlemi bitmiş olur. Baskı deseni transfer olmuş kumaş ile transfer kağıdı değerlendirme için kenara ayrılır. Bütün varyasyonlar basıldıktan sonra spektrofotometre ile ölçümler yapılip veriler işlenip grafik oluşturulur. Süre test grafiklerine ve sıcaklık test grafik sonuçlarına göre deneylerde kullanılacak olan transfer şartları belirlenir.

Süre testleri: 210 °C 10 sn, 210 °C 20 sn, 210 °C 30 sn, 210 °C 40 sn

Sıcaklık testleri: 190 °C 30 sn, 200 °C 30 sn, 210 °C 30 sn

Faklı kalitede transfer baskı kağıtları ile yapılan denemeler

Deneyleerde kullanılacak olan 7 adet dijital transfer baskı kağıtlarına Şekil 3.3'te gösterilen baskı deseni ile çok tekrarlı olarak dijital baskı makinesinde baskısı yapılmıştır. n deneme sonuçları ile belirlenen transfer Şartları 210  C sıcaklık 30 sn sürede kumaşa transfer edilir. Kağıt kumaş sonuçları değerlendirip 1. grup 4 faklı kalitede kaplamalı kaplamasız kağıtlar olarak incelenmiştir. 2.grup olarak faklı gramajlarda aynı firmanın 4 faklı kaplamalı kağıtları olarak incelenmiştir. 4. Bölümde bulgular ve tartışma kısmında grafik ve yorumlar ile iki grup a ayrılan kağıtların sonuçları aktarılmıŐtır.

3.2.4. Renk lm yöntemi

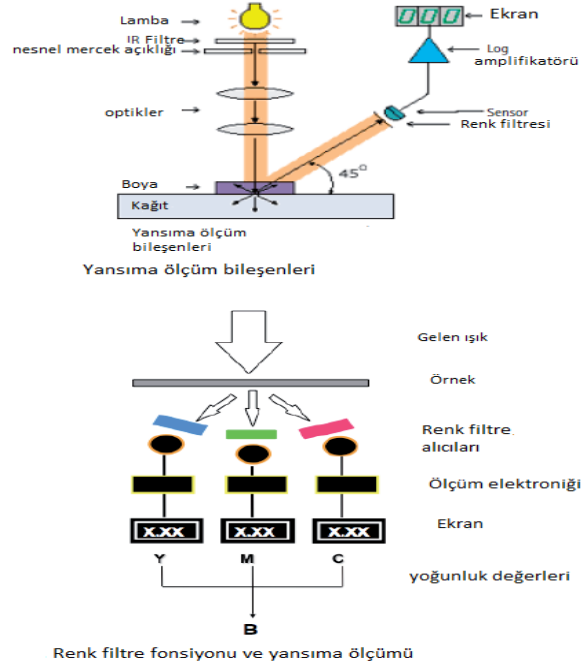
Renk lmleri X-rite firmasının i1 Basic Pro 2 modeli spektrofotometresi ile yapılmıştır.



Şekil 3.4. X-rite firmasının i1 Basic Pro 2 spektrofotometresi

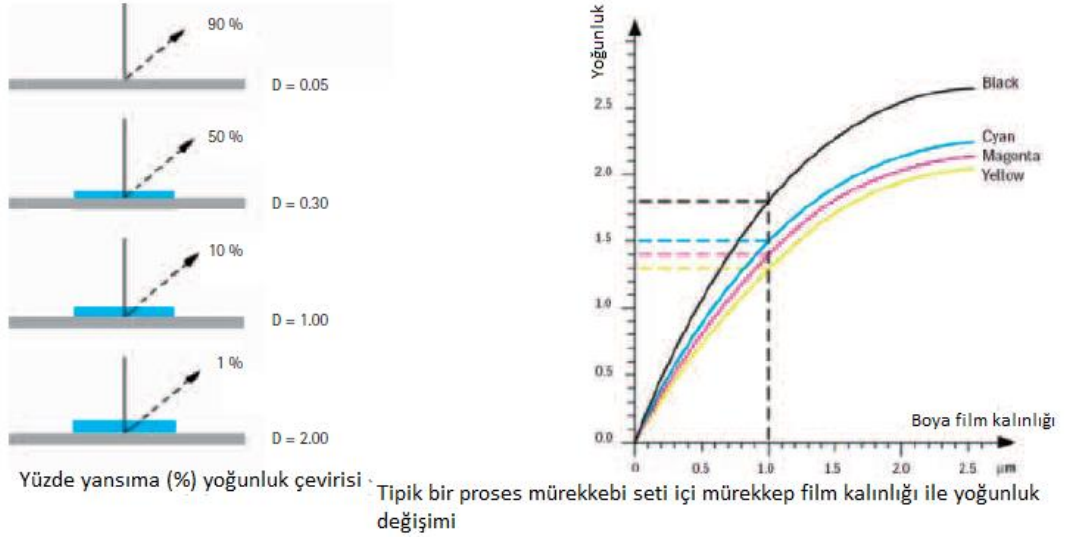
Spektrofotometrede D65 gün ıŐıęı altında boya yoğunluğu ölçümleri yapıldı. Boya yoğunluğu ölçümü için X-rite firmasının standarttı density kullanıldı. Renk koyuluğu için Kubelka-Munk fonksiyonu hesaplanmıştır.

Spektrofotometre boya yoğunluğu ölçüm metodu



Şekil 3.5. Spektrofotometre çalışma prensibi

Spektrofotometre boya yoğunluğu ölçüm standardı



Şekil 3.6. Spektrofotometre ölçüm standardı

Burada kumaştaki boya yoğunluğu arttıkça yansıyan ışın azalır ve spektrofotometre ile 4 ana renk için boya yoğunluğu (density) ölçülür.

Boya yoğunluğu (Density)

Rengin koyuluğunu-açıklığı belirtmek için yoğunluk kullanılır. Boya yoğunluğu denklemini aşağıdaki formülden belirtilmiştir.

$$\text{Density} = \log_{10} (1/R)$$

R=Yansıyan ışık oranı (Reflektans) (Xrite 2012)

Renk koyuluğu

Kubelka-Munk fonksiyonu (K/S)

$$K/S = \frac{(1-R)^2}{2R}$$

(R= % Yansıma)

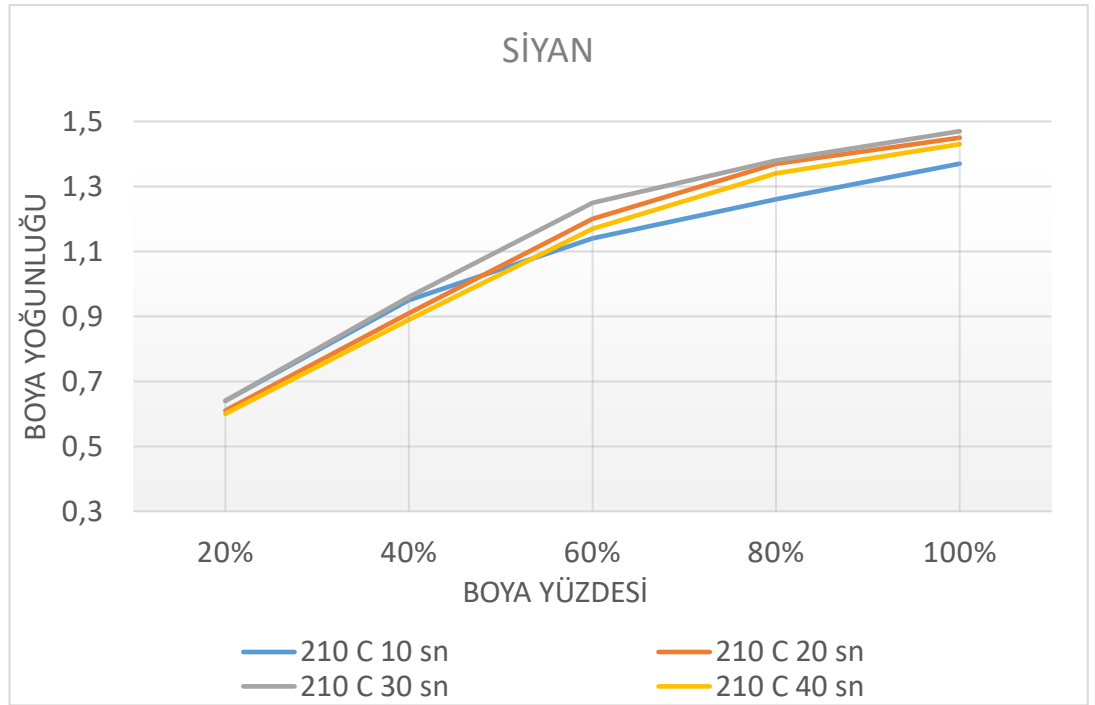
D65 gün ışığında siyan için 660 nm, magenta 550 nm, sarı 450 nm ve siyah için 590 nm dalga boylarında K/S değerleri hesaplanmıştır.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. Ön Deneme Sonuçları

Tez çalışmalarında transfer baskı sıcaklık ve süresinin sabit olarak alınması planlanmış olup, bu denemelerde kullanılacak uygun sıcaklık ve süre değerlerinin en uygun (optimum) değerlerinin belirlenmesi amacıyla bir seri ön deneme yapılmıştır. Ön deneme çalışmalarında 50 g/m² gramajında kaplamasız kâğıt kullanılmıştır. Baskı işlemi 4 temel renk (siyan, magenta, sarı, siyah) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Elde edilen sonuçlar Şekil 4.1-4.8 arasında grafikler halinde verilmiştir.

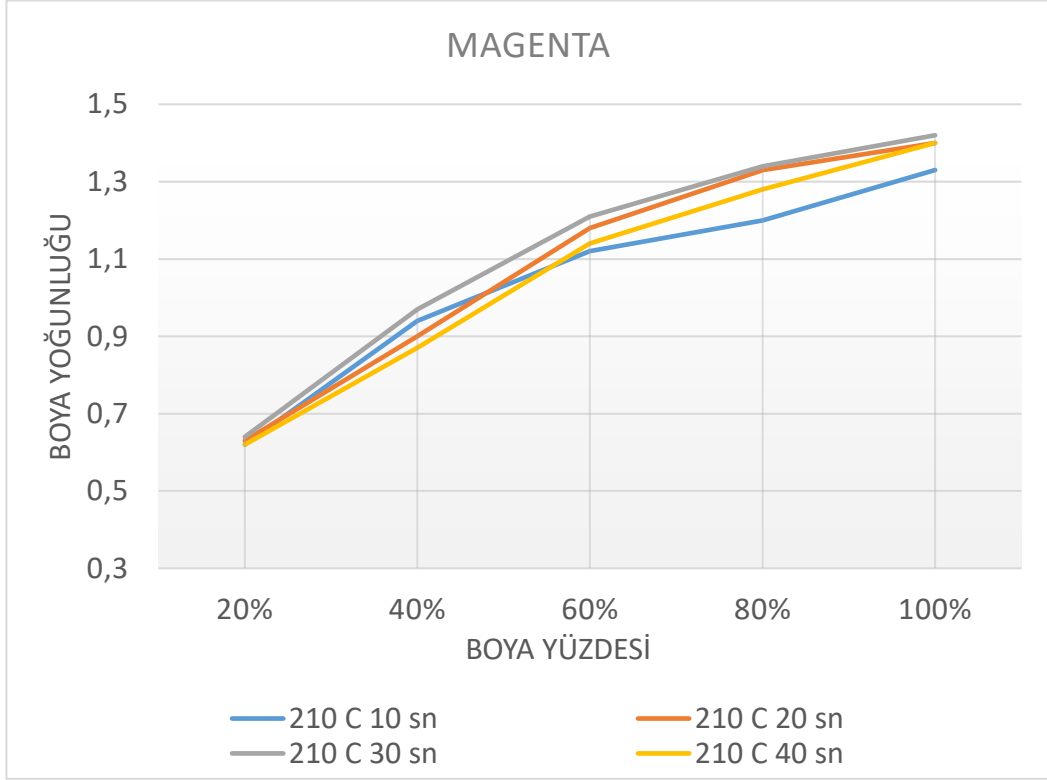
4.1.1. Uygun transfer baskı süresinin belirlenmesi



Şekil 4.1. Siyan rengi için boya yoğunluğu üzerine transfer süresinin etkisi

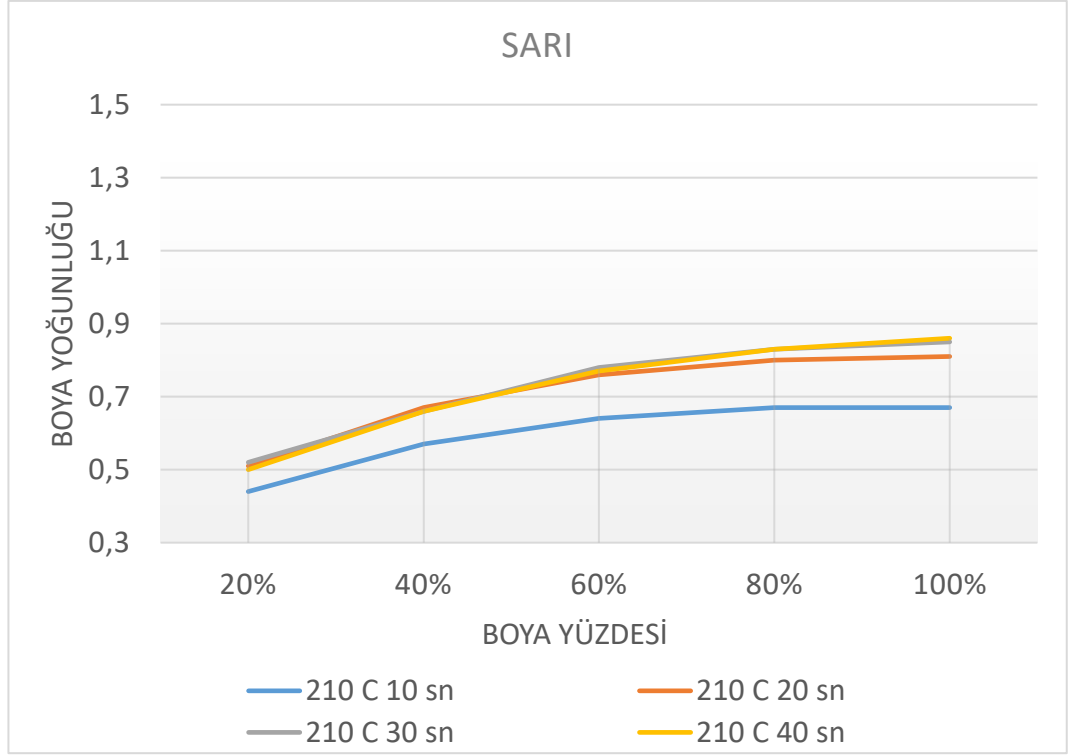
Kağıt üzerine farklı siyan boya oranlarıyla yapılan baskıların farklı sürelerde kumaş üzerine transfer işlemi sonucunda elde edilen boya (renk) yoğunluk değerleri Şekil 4.1’de görülmektedir. Şekilden 10 sn’den, 20 sn ve 30 sn’lik transfer sürelerine doğru artan süreyle birlikte elde edilen boya yoğunluğu değerlerinin özellikle koyu tonlarda belirgin olmak üzere arttığı; buna karşılık 40 sn’lik transfer süresinde ise 20 ve 30 sn’lik sürelerden daha düşük renk yoğunluk değerinin elde edildiği anlaşılmaktadır. Bu sonuçlara göre kağıt üzerindeki boyanın kumaşa transferi için 10 sn ve 20 sn’nin yeterli olmadığı, en uygun transfer süresi 30 sn olduğu sonucuna varılabilir. Diğer taraftan, 40

sn'de boya yoğunluğunun düşmesi, artan fiksaj süresine bağlı olarak dispers boyarmaddelerin lif ve kumaş içerisine doğru daha fazla difüzyona uğrayarak kumaş yüzeyinde boya yoğunluğunun azalmasıyla açıklanabilir.



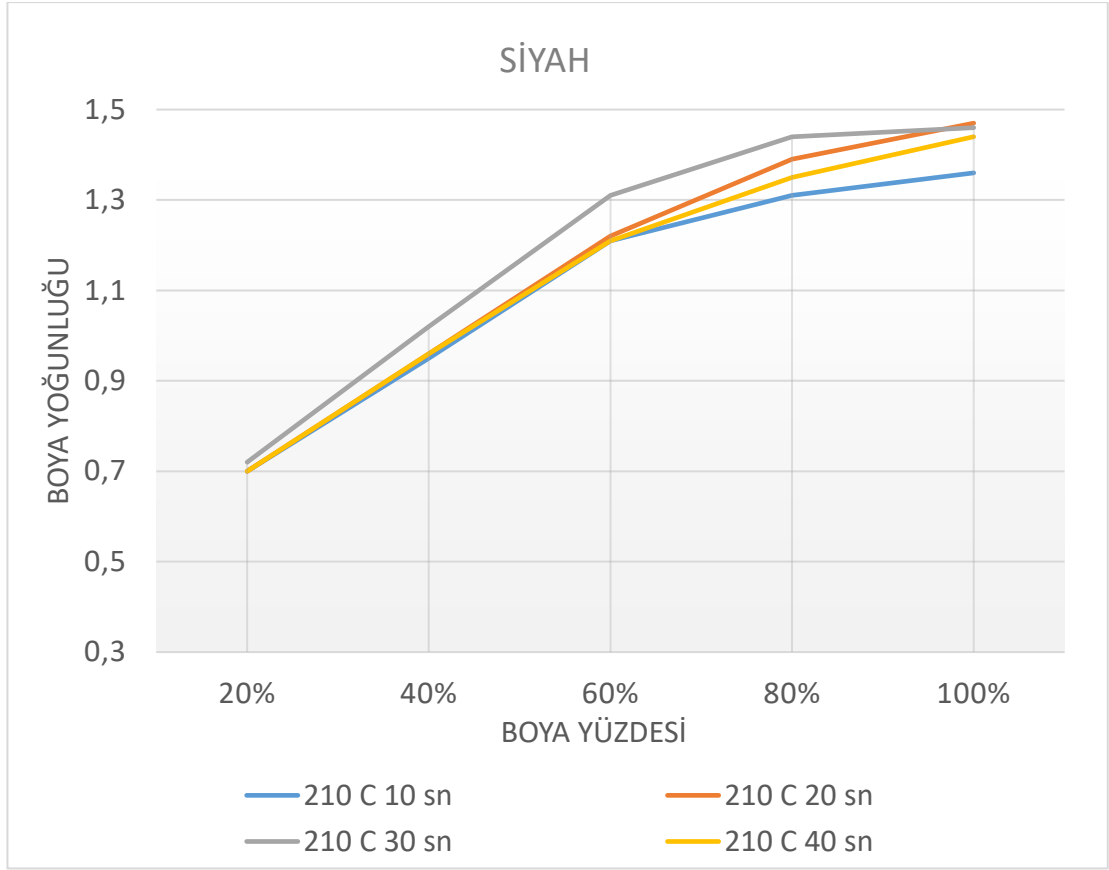
Şekil 4.2. Magenta rengi için boya yoğunluğu üzerine transfer süresinin etkisi

Siyan renginde elde edilen boya yoğunluklarına benzer bir durum magenta rengine ait sonuçlarda da görülmektedir (Şekil 4.2). Şöyle ki, en düşük transfer süresi olan 10 sn'den 30 sn'ye doğru çıkıldıkça polyester kumaş üzerindeki boya yoğunluğunun arttığı; buna karşılık 40 sn'lik transfer süresinde boya yoğunluğunda belirgin bir düşmenin meydana geldiği ortaya çıkmış bulunmaktadır. Dolayısıyla magenta rengi için de uygun transfer süresinin 30 sn olduğu sonucu ortaya çıkmaktadır.



Şekil 4.3. Sarı renk için boya yoğunluğu üzerine transfer süresinin etkisi

Sarı renk için Şekil 4.3'te verilen boya yoğunluk değerleri, artan transfer baskı süresine bağlı olarak 30 sn'ye kadar kumaş üzerindeki boya yoğunluğunun da arttığını, 40 sn'de ise boya yoğunluk değerinin 30 sn ile benzer olduğunu ortaya koymaktadır. 10 sn'lik transfer süresi tüm boya oranlarda (%) yetersiz kaldığı halde, 20 sn'lik transfer sonuçları ise %60 ve üzerindeki yüksek oranlarda yetersiz kalmaktadır. Siyan ve magentadan farklı olarak sarı renge ait 40 sn'lik boya yoğunluk sonuçlarınının 20 ve 30 sn'lik sonuçlardan daha düşük çıkmamış olması, yüksek sıcaklıkta gerçekleşen uzun transfer sürelerinde kağıt üzerinde meydana gelen belirgin sararmadan kaynaklandığı düşünülmektedir. Kağıt üzerinde oluşan sarı renkli bileşiklerin/gurupların kısmen kumaşa transfer olarak fazla difüzyon kaynaklı boya yoğunluk azalmasını telafi ettiği ve böylece boya yoğunluğunda bir düşme meydana gelmediği kanısına varılmıştır. Sonuç olarak sarı renk için de uygun transfer süresinin 30 sn olduğu ortaya çıkmaktadır.



Şekil 4.4. Siyah renk için boya yoğunluğu üzerine transfer süresinin etkisi

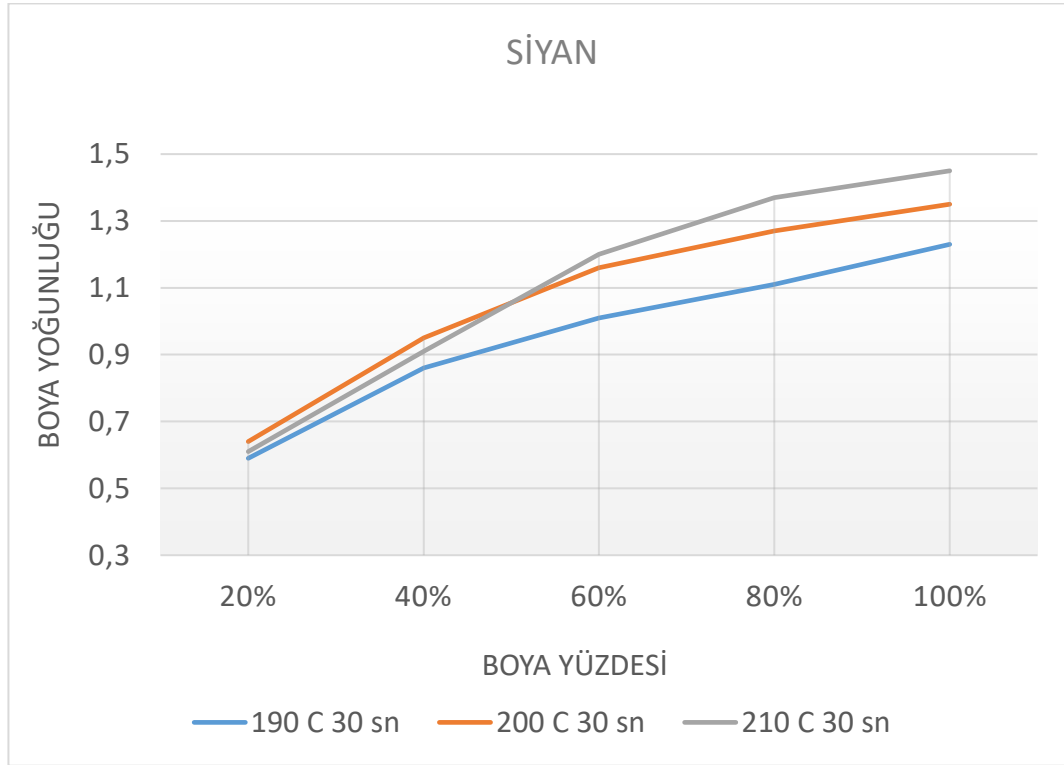
Siyah boya için boya yoğunluğu sonuçları Şekil 4.4'te görülmektedir. Şekilden 10 sn'lik transfer süresinin renk yoğunluk değerleri incelendiğinde %40 oranından sonra en düşük renk verimlilik değerinde olduğu görülmektedir. 20 sn ve 40 sn'lik boya transfer sürelerine ait renk yoğunluk değerlerinin birbirine benzer olduğu gözlenmektedir. Fakat 40 sn'lik transfer süresinde %60 boya oranından sonra renk değerlerinde bir düşme görülmektedir. Şekil üzerindeki 30 sn'lik transfer süresine karşılık gelen boya yoğunluğu değerleri, siyah renk için de 30 sn'lik transfer süresinin en yüksek renk verimi ile uygun transfer süresi olduğunu ortaya koymaktadır. 10 sn ve 20 sn'lik transfer süreleri yeterli olmamakta, 40 sn transfer süresi ise fazla olduğu için renk verimini düşürmektedir.

Transfer süresinin renk verimi üzerine etkisi ile ilgili olarak Şekil 4.1, Şekil 4.2, Şekil 4.3 ve Şekil 4.4'te verilen sonuçlara göre 30 sn'lik transfer süresi siyan, magenta ve siyah renkler için en ideal transfer süresidir. Sarı renk için de 30 sn transfer süresi boya

yoğunluğu değerlerinde görüldüğü üzere yeterlidir. Bu sonuçları göz önüne alarak en ideal transfer süresinin 30 sn olduğuna karar verilmiştir.

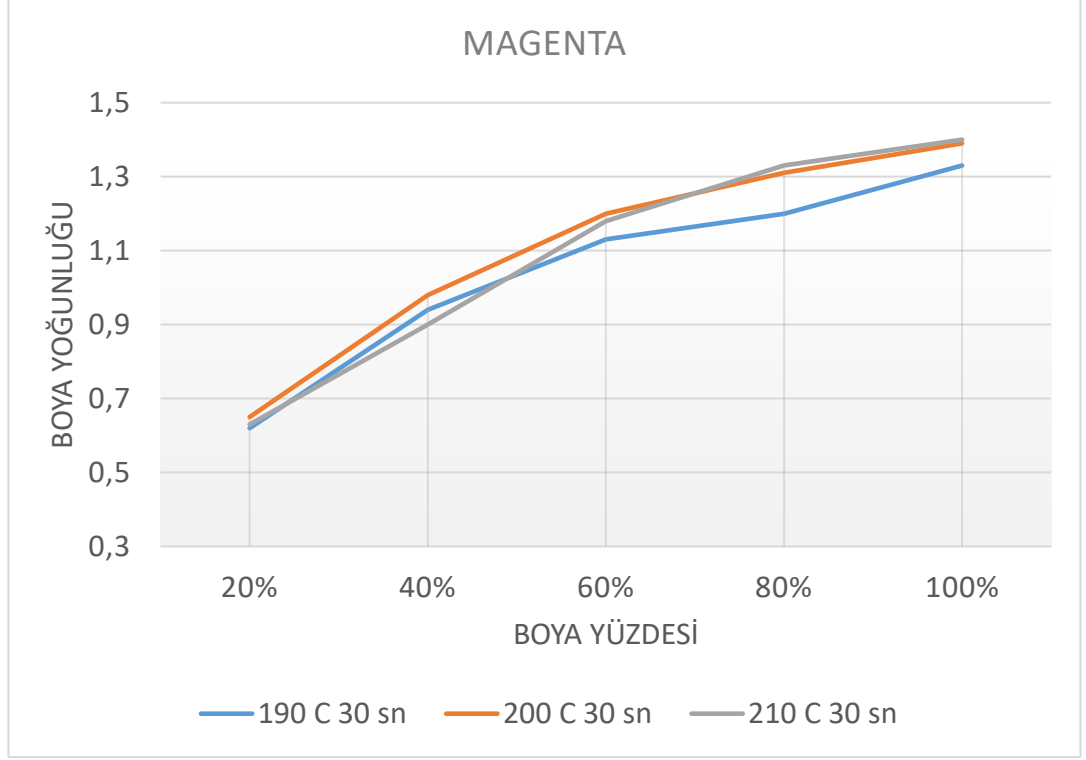
4.1.2. Uygun transfer baskı süresinin belirlenmesi

Asıl denemelerde kullanılacak olan uygun transfer süresinin belirlenmesi amacıyla CMYK renkleriyle 5 farklı açılım oranında ve 3 farklı sıcaklıkta yapılan ön deneme sonuçları Şekil 4.5-4.7 arasında görülmektedir.



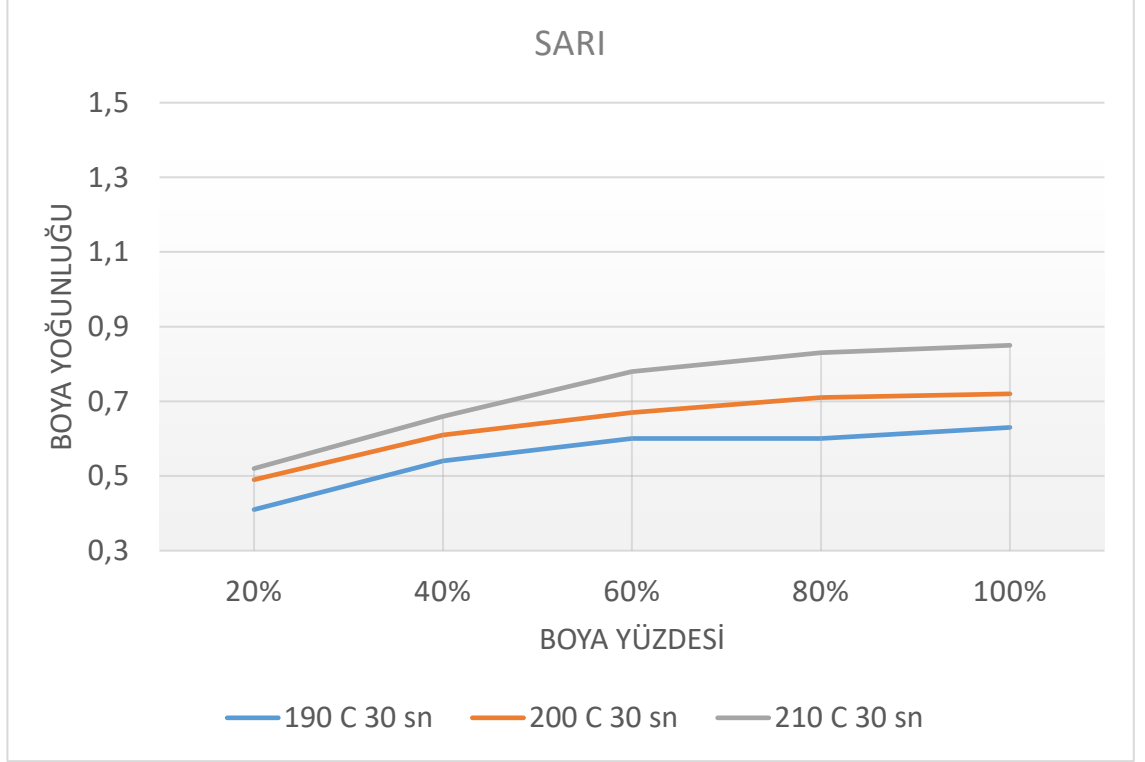
Şekil 4.5. Siyan rengi için boya yoğunluğu üzerine transfer sıcaklığının etkisi

Kağıt üzerine farklı siyan boya oranlarıyla yapılan baskıların farklı sıcaklıklarda kumaş üzerine transfer işlemi ile elde edilen boya yoğunluk değerleri Şekil 4.5'te görülmektedir. Şekilden 190 °C ve 200 °C transfer sıcaklıkları ile elde edilen renk yoğunluk değerleri genelde 210 C'de elde edilen sonuçlara göre düşük kaldığı ve dolayısıyla kağıt üzerindeki boyanın kumaşa transferi için 190 °C ve 200 °C'nin yeterli olmadığı anlaşılmaktadır. 210 °C transfer sıcaklığına ait boya yoğunluğu değerleri incelendiğinde özellikle %40'ın üzerindeki boya oranlarında en yüksek renk verimi sonuçları gözlenmektedir. Buradan, siyan rengi için en uygun transfer sıcaklığının 210 °C olduğu ortaya çıkmaktadır.



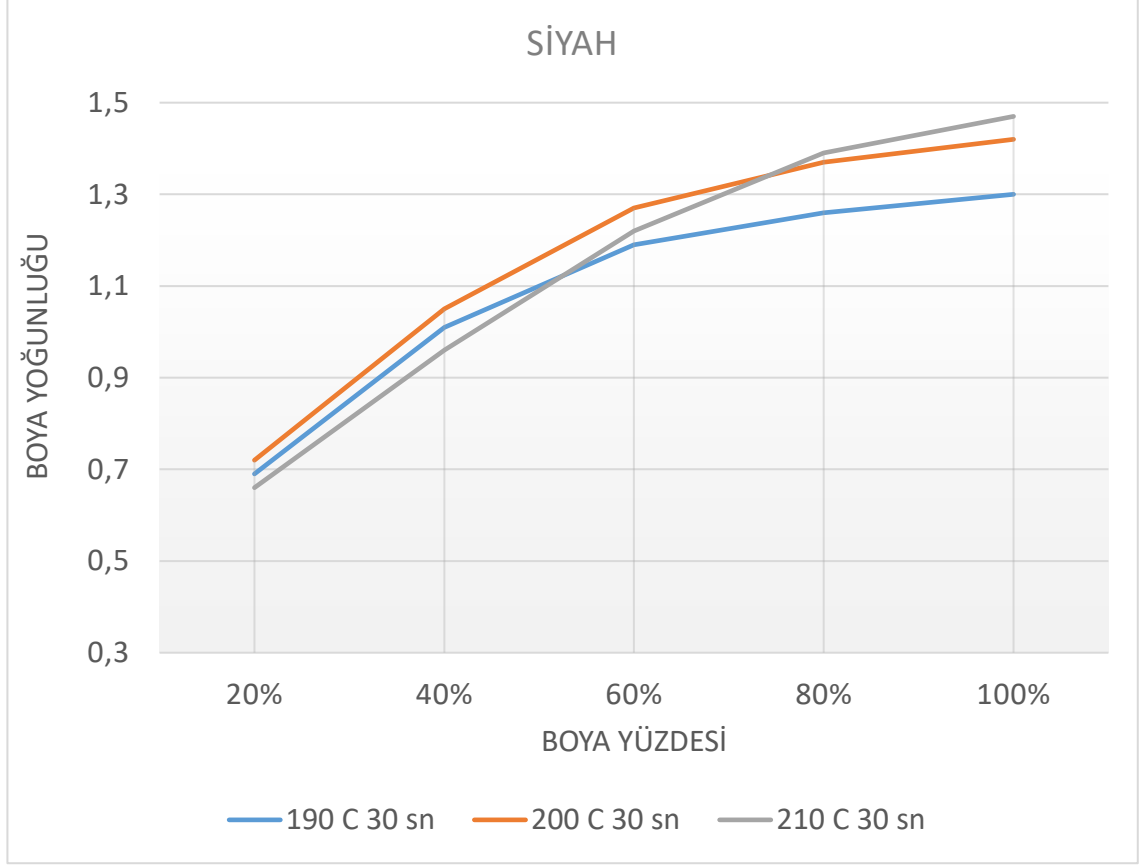
Şekil 4.6. Magenta rengi için boya yoğunluğu üzerine transfer sıcaklığının etkisi

Şekil 4.6'da görülen magenta rengine ait boya yoğunluğu değerlerinden 190 °C transfer sıcaklığının siyan renginde olduğu gibi yeterli olmadığı anlaşılmaktadır. 200 °C transfer sıcaklığı ile elde edilen boya yoğunluğu değerleri %20-60 oranlarında en yüksek görünmektedir. Fakat %65-100 oranlarında 210 °C transfer sıcaklığına ait renk yoğunluk değerleri en yüksek renk verimine ulaşmaktadır. Dolayısıyla genel anlamda magenta rengi için de ideal transfer sıcaklığının 210 °C olduğu sonucuna varılabilir.



Şekil 4.7. Sarı renk için boya yoğunluğu üzerine transfer sıcaklığının etkisi

Sarı renk için boya yoğunluğu sonuçları Şekil 4.7’de görülmektedir. Şekil üzerinden 190 °C ve 200 °C transfer sıcaklıkları ile elde edilen renk yoğunluk değerleri incelendiğinde tüm boya oranlarında düşük renk verimi sonuçları elde edildiği görülmektedir. 210 °C transfer sıcaklığı boya yoğunluğu sonuçlarına bakıldığında en yüksek renk verimi sonuçlarının bu sıcaklıkta elde edildiği gözlenmektedir. Siyan ve magenta renklerde görüldüğü gibi sarı renk için de en uygun transfer sıcaklığının 210 °C olduğu gözlenmiştir.



Şekil 4.8. Siyah renk için boya yoğunluğu üzerine transfer sıcaklığının etkisi

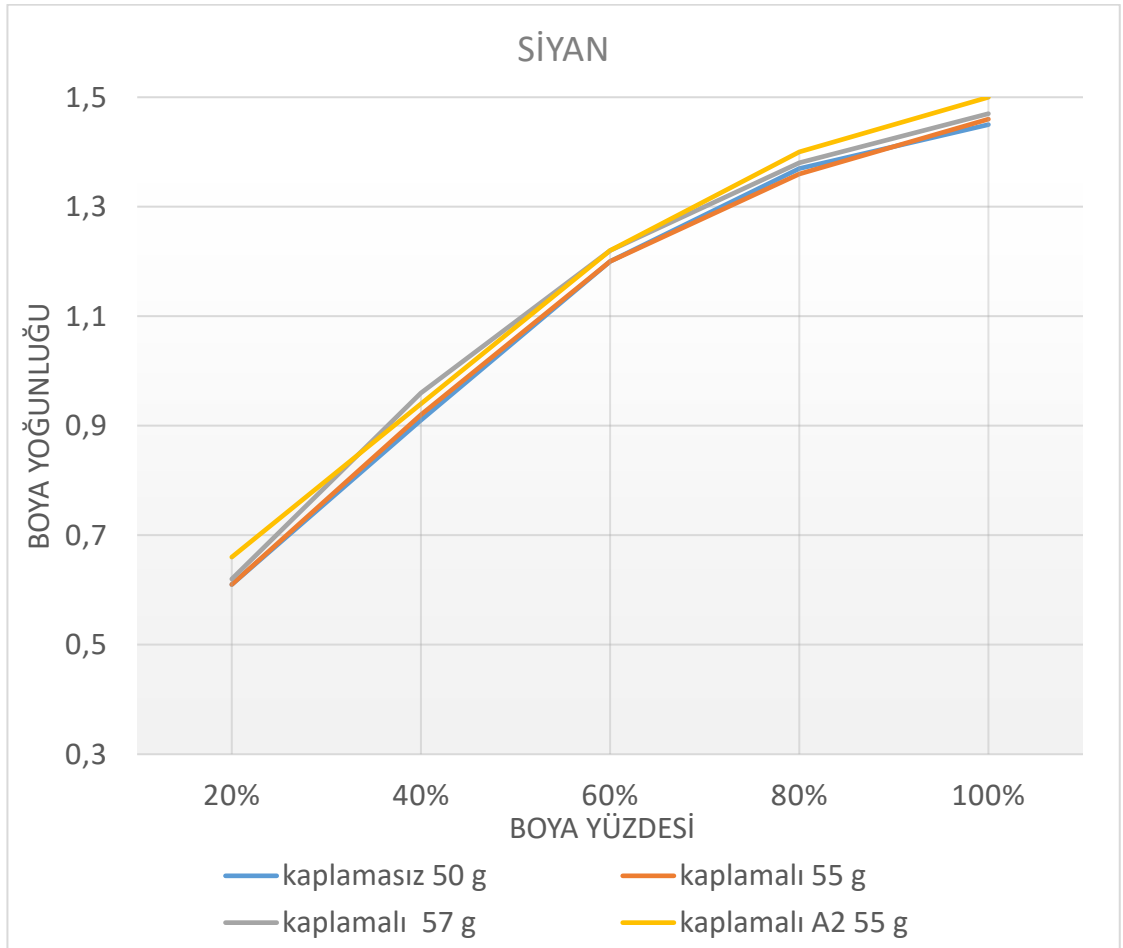
Siyah renkte transfer sıcaklığının boya yoğunluğu üzerine etkisine ait sonuçlar (Şekil 4.8), 190 °C transfer sıcaklığı ile elde edilen boya yoğunluğu değerlerinin %20-50 oranlarında 210 °C'ye göre daha yüksek olduğu halde, daha yüksek oranlara çıkıldığında bu sıcaklığın yetersiz kaldığına işaret etmektedir. 200 °C transfer süresi ile elde edilen boya yoğunluğu sonuçları incelendiğinde %20-70 oran aralığında renk yoğunluk değerlerine göre en verimlidir. Fakat %70-100 gibi yüksek boya oranlarında en yüksek boya yoğunluğu sonuçları 210 °C'lik transfer süresi ile elde edilmektedir. Bu durum koyu renlerde 190 °C ve 200 °C transfer sıcaklığı sürelerinin yetersiz kalacağına işaret etmekte olduğundan siyah rengi için de ideal transfer sıcaklığının 210 °C olması gerektiği sonucunu ortaya çıkarmaktadır.

Şekil 4.5, Şekil 4.6, Şekil 4.7 ve Şekil 4.8 transfer sıcaklık denemelerinde alınan sonuçlar tüm CMYK renkleri için ideal transfer süresinin 210 °C olduğunu ortaya koymaktadır. Böylece asıl denemelerde kullanılmak üzere ön denemelerde ortaya çıkan uygun transfer sıcaklık ve süre değerleri 210 °C'de 30 sn'dir.

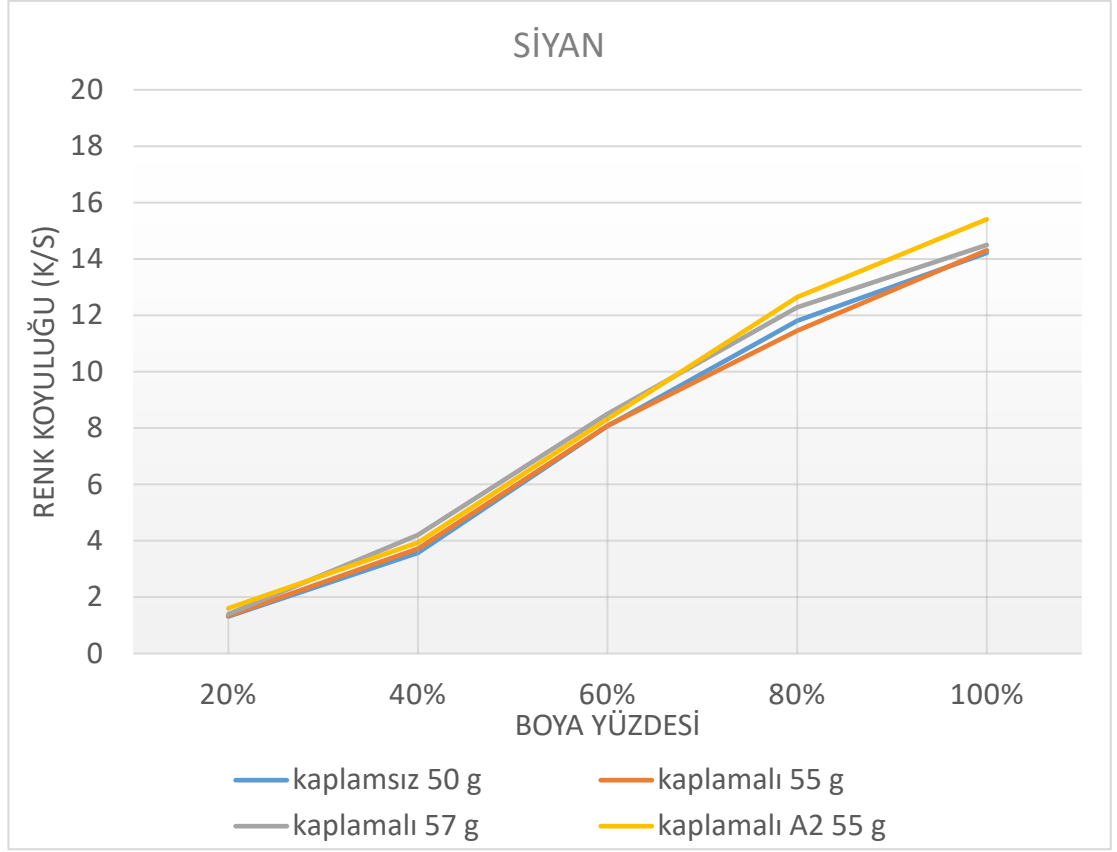
4.2. Kaplamasız ve Farklı Kaplama Kalitelerinde Kağıtlarla Elde Edilen Sonuçlar

4.2.1. Renk verimi sonuçları

Bu grupta benzer gramajda 4 farklı firmanın 1 adet kaplamasız ve 3 adet farklı kaplama kalitesine sahip kağıtları kullanılmıştır. Yapılan bu seçimle, kaplama yapılıp yapılmaması yanında farklı kaplama kalitelerinin baskı ve transfer işlemlerinde boya yoğunluğuna ve baskı kalitesine etkisi araştırılmıştır. Burada renk verimlerinin değerlendirilmesi amacıyla boya (renk) yoğunlukları yanında renk koyuluğunun bir ölçüsü olarak K/S değerleri de hesaplanarak grafikler halinde verilmiştir. Ayrıca, baskılı kağıtlar ve kumaşlar üzerinden yapılan kontür/çizgi netlikleri ile kağıt üzerinden kumaşa transfer edilen boya oranlarını hesaplayabilmek için transfer öncesi ve sonrası boya yoğunlukları da ölçülerek grafikler halinde düzenlenmiştir.

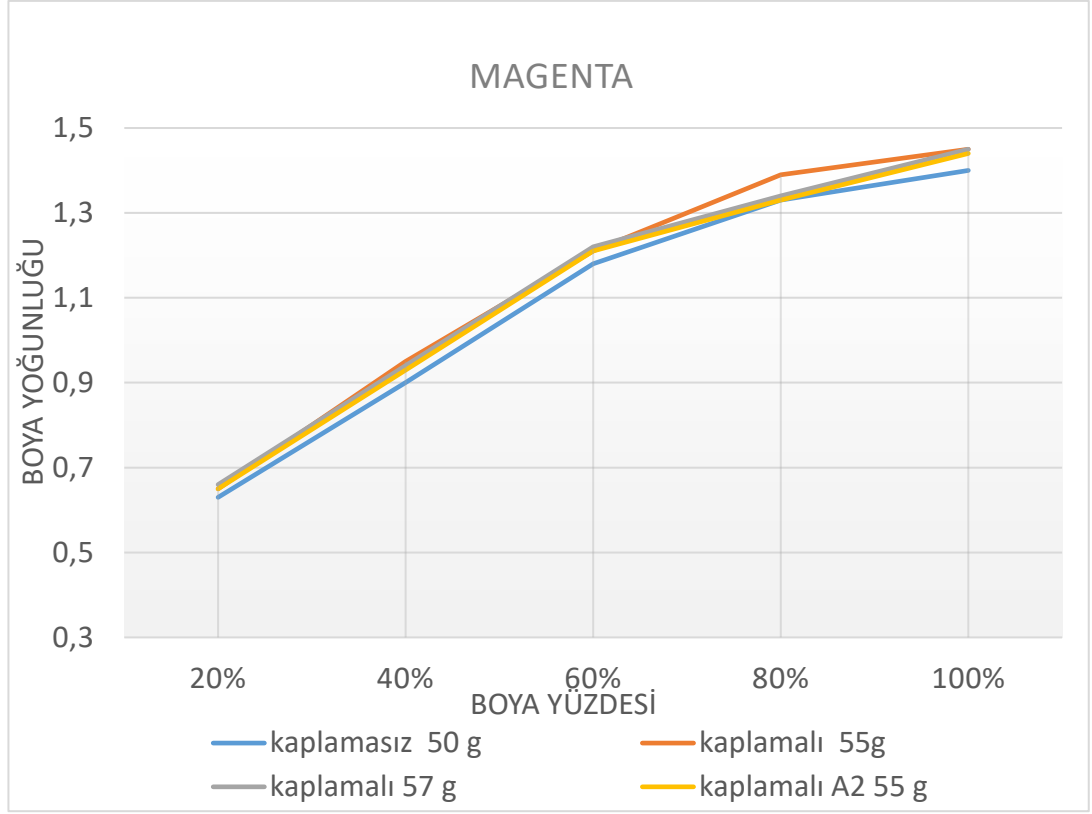


Şekil 4.9. Siyan rengi ile farklı kalitede transfer kağıtları üzerinde alınan boya yoğunluğu sonuçları

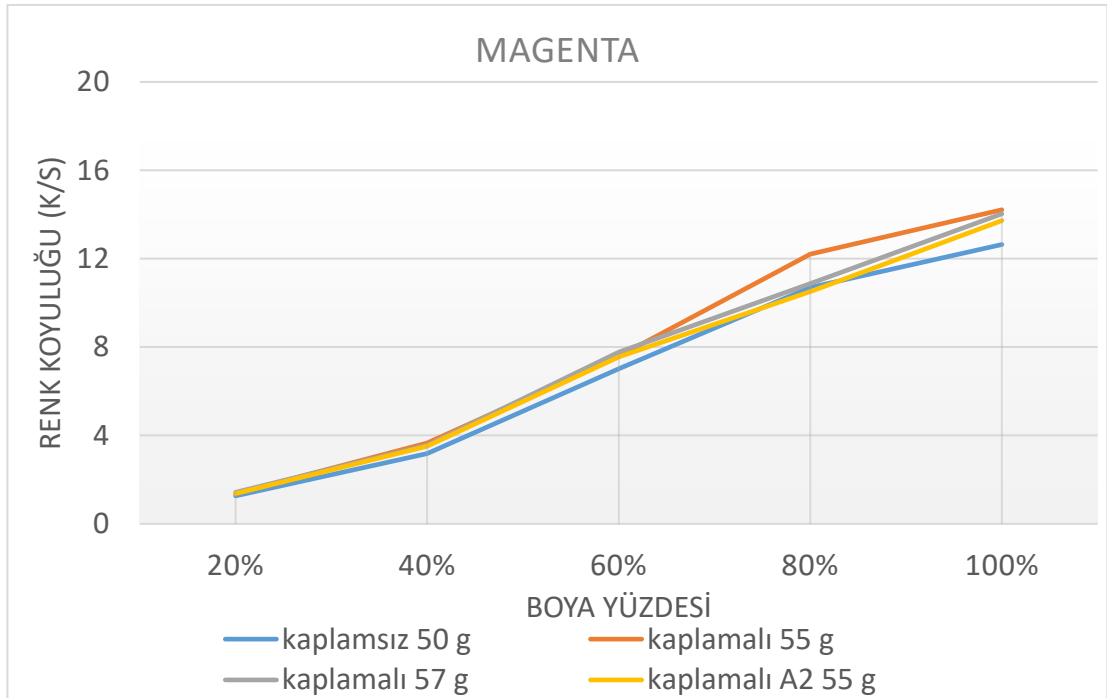


Şekil 4.10. Siyan rengi ile farklı kalitede transfer kağıtları üzerinde alınan renk koyuluğu sonuçları

Siyan rengi boya ile farklı kalitede kağıtlar üzerine 210 °C'de 30 sn transfer şartları uygulanan denemelere ait boya yoğunluğu sonuçları Şekil 4.9'da görülmektedir. Aynı denemeye ait renk koyuluğu sonuçları da Şekil 4.10'da görülmektedir. Boya yoğunluğu ve renk koyuluğu şekilleri incelendiğinde tüm kağıtlar ile %60 oranına kadar benzer sonuçların alındığı; buna karşılık %65-100 oranlarında kaplamalı olan A2 (55 g/m²) kağıdının en yüksek renk verimine sahip olduğu ve aynı aralıkta ikinci olarak da 57 g/m² olan kaplamalı kağıdın diğer iki kağıda göre daha yüksek renk verimine sahip olduğu anlaşılmaktadır. Diğer kağıtlar olan kaplamsız 50 g/m² ile kaplamalı 55 g/m² kağıtların renk veriminin birbirine yakın ve en düşük renk verimi sonuçlarını sahip olduğu görülmektedir. Bu sonuçlara göre, renk koyuluğu ve boya yoğunluğu açısından siyan rengi için en yüksek renk veriminin kaplamalı A2 55 g/m² kağıdı ile elde edildiğini söylemek mümkündür.

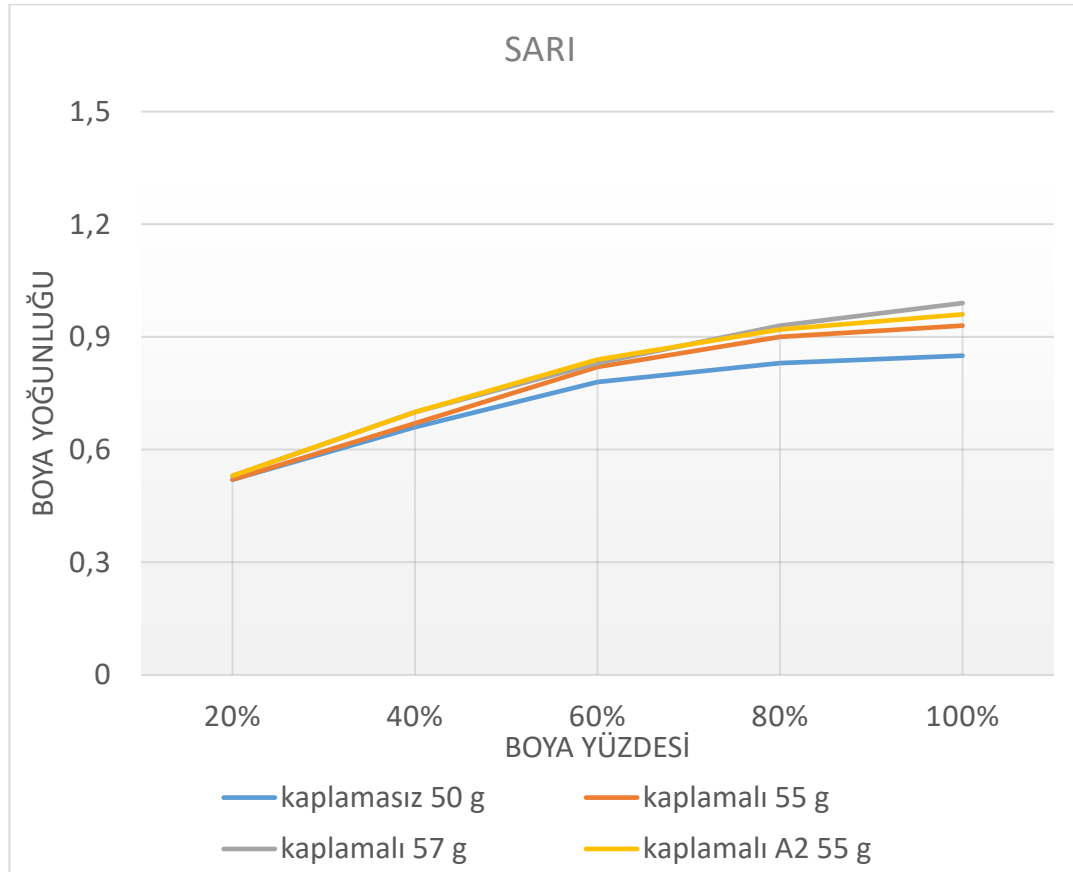


Şekil 4.11. Magenta rengi ile farklı kalitede transfer kağıtları üzerinde alınan boya yoğunluğu sonuçları

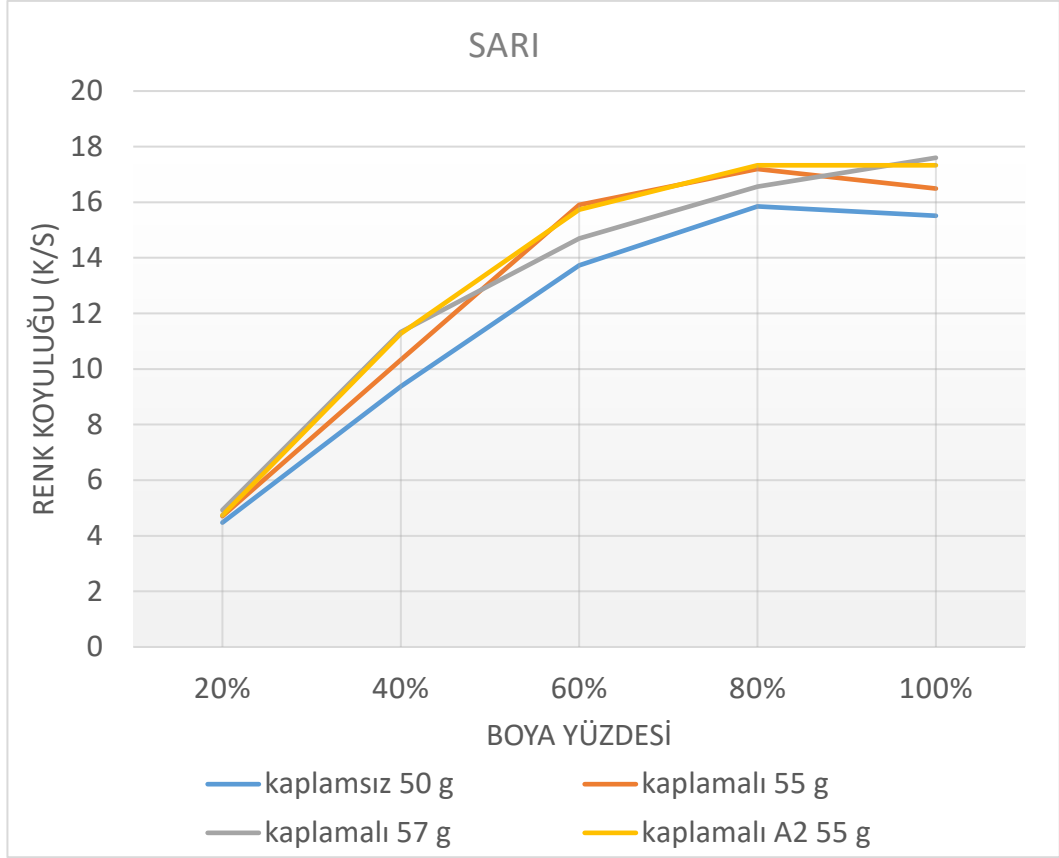


Şekil 4.12. Magenta rengi ile farklı kalitede transfer kağıtları üzerinde alınan renk koyuluğu sonuçları

Magenta rengi için boya yoğunluğu ve renk koyuluğu sonuçları sırasıyla Şekil 4.11 ve Şekil 4.12’de verilmiştir. Şekiller üzerinden renk koyuluğu ve boya yoğunluğu sonuçları incelendiğinde kaplamalı 55 g/m², kaplamalı A2 57 g/m² ve kaplamalı 57 g/m² %60 oranına kadar yakın renk verimi değerlerini göstermiştir. Kaplamalı 55 g/m² kağıt özellikle %80 oranında diğer 3 kalitedeki kağıtlara göre daha yüksek renk koyuluğu ve boya yoğunluğu değerlerine sahip olmakla beraber, %100 oranında tekrardan diğer kaplamalı kağıtlara yakın sonuçlar göstermiştir. Kaplamasız 50 g/m² kağıt ise, çok belirgin olmamakla beraber genelde en düşük renk verimi gösteren kağıt olarak ortaya çıkmaktadır. Buradan magenta renginde tüm kağıtlar üzerinde renk veriminin az çok birbirine yakın olduğu, ancak koyu tonlarda kaplamalı 55 g/m² kağıdın diğerlerine göre kısmen daha yüksek renk verimine sahip olduğu sonucuna varılabilir.

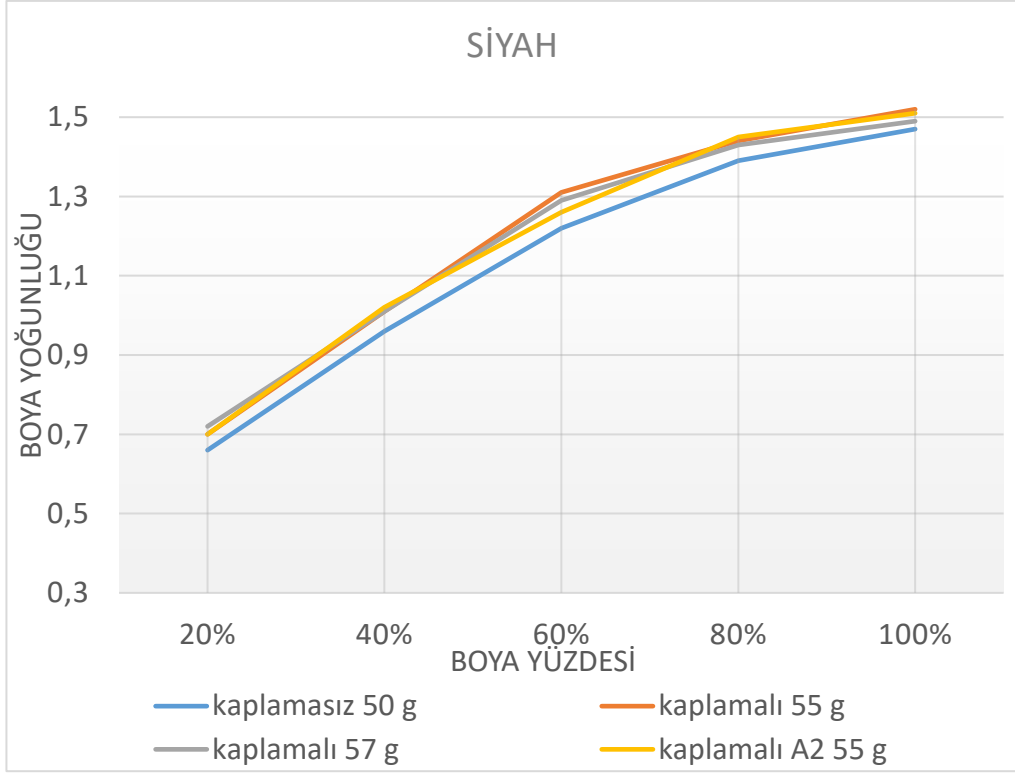


Şekil 4.13. Sarı renk ile farklı kalitede transfer kağıtları üzerinde alınan boya yoğunluğu sonuçları

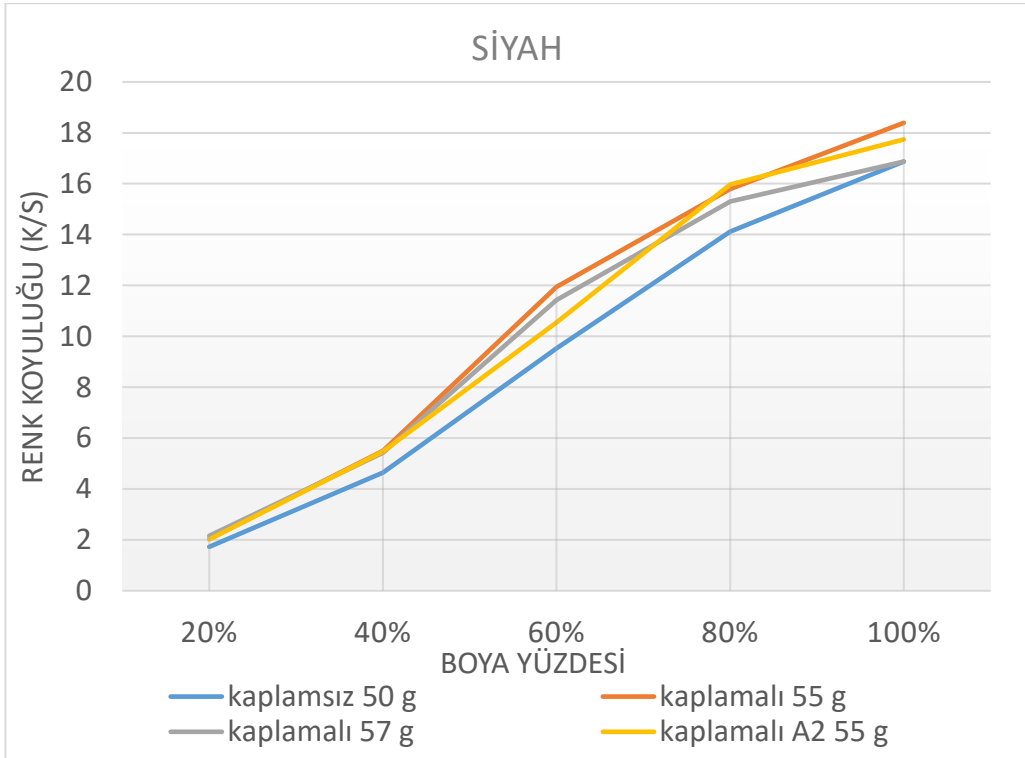


Şekil 4.14. Sarı renk ile farklı kalitede transfer kağıtları üzerinde alınan renk koyuluğu sonuçları

Sarı renk için Şekil 4.13'te görülen boya yoğunluğu değerleri kaplamalı kağıtlar arasında belirgin bir koyuluk farkının olmadığını, ancak kaplamasız kağıdın özellikle %40 oranının üzerinde açık bir şekilde daha düşük renk koyuluğu verdiğini göstermektedir. Şekil 4.14'te görülen renk koyuluğu (K/S) eğrileri ise kaplamasız kağıt ile kaplamalılarına göre daha düşük renk verimi elde edilebildiğini daha net bir şekilde ortaya koyması yanında, kaplamalı A2 55 g/m² kağıt ile genel olarak tüm konsantrasyonlarda en yüksek ve en kararlı renk verimine sahip olduğunu ortaya koymaktadır. Diğer kaplamalı kağıtlarda belli konsantrasyonlarda A2 55 g/m² seviyesinde yüksek renk verimine ulaşılmış olmakla beraber bazı konsantrasyonlarda ise daha düşük renk verimi değerleri elde edildiğinden siyan rengindeki sonuca paralel şekilde sarı renkte de en iyi sonucu kaplamalı A2 55 g/m² kağıt göstermiş bulunmaktadır.



Şekil 4.15. Siyah renk ile farklı kalitede transfer kağıtları üzerinde alınan boya yoğunluğu sonuçları



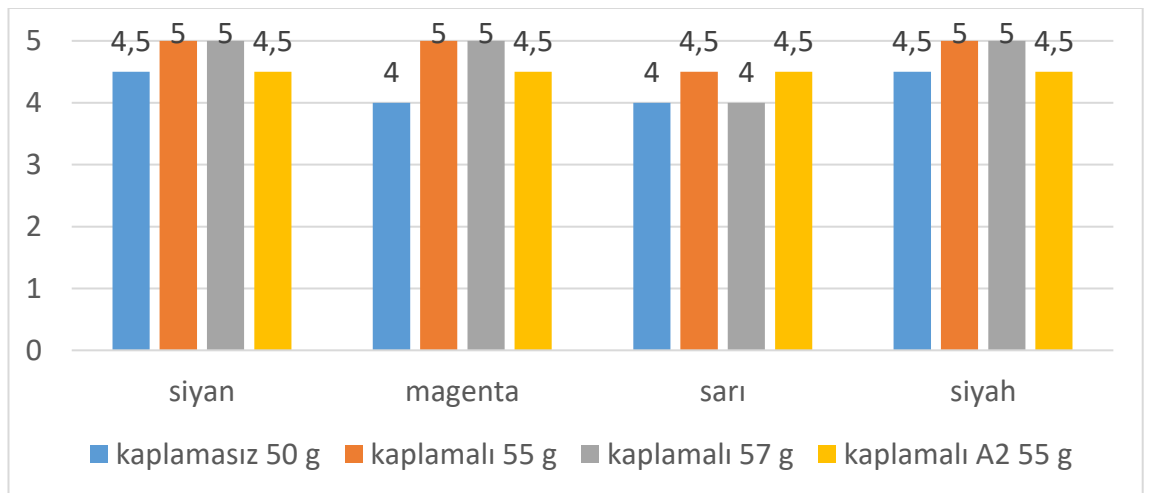
Şekil 4.16. Siyah renk ile farklı kalitede transfer kağıtları üzerinde alınan renk koyuluğu sonuçları

Siyah renkte elde edilen boya yoğunluk sonuçları Şekil 4.15'te; renk koyuluğu sonuçları da Şekil 4.16'da görülmektedir. Şekiller üzerinden kaplamasız kağıdın tüm boya oranlarında en düşük boya yoğunluğu ve renk koyuluğu değerlerine sahip olduğu gözlenmektedir. Kaplamalı 55 g/m², kaplamalı 57 g/m² ve kaplamalı A2 55 g/m² kağıtların renk koyuluğu ve boya yoğunluğu sonuçlarının %40 orana kadar yakın değerlere sahip olduğu; %40-100 oranlarında kaplamalı 55 g/m² olan kağıdın diğerlerine göre kısmen daha yüksek boya yoğunluğu ve renk koyuluğu sonuçları gösterdiği anlaşılmaktadır. Bu sonuçlara göre, siyah renk için renk koyuluğu ve boya yoğunluğu açısından en iyi sonucun kaplamalı 55 g/m² kağıdın verdiğini söylemek mümkündür.

Transfer baskıda renk verimi üzerine kağıdın kaplanması ve kaplama kalitesinin etkisini araştırmak amacıyla gerçekleştirilen bu grup çalışmanın sonuçları, kaplamasız kağıtlarda renk veriminin açık bir şekilde düşük olduğunu, ancak kaplamalı kağıtlar arasında renge bağlı olarak bazılarının diğerlerine göre kısmen daha yüksek renk verimi gösterse de belirgin bir farkın olmadığını ortaya koymuş bulunmaktadır.

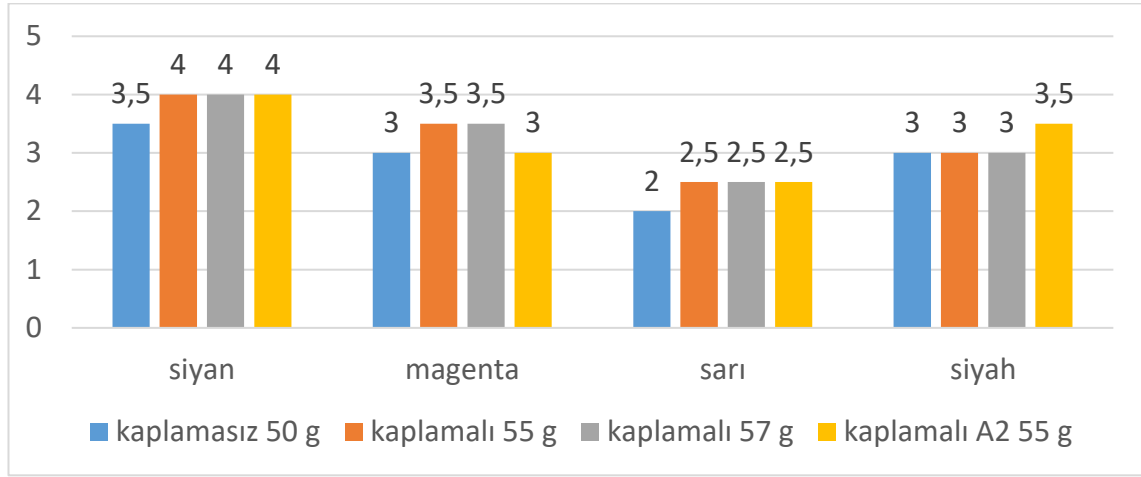
4.2.2. Kontür netliği sonuçları

Baskıların netlik kalitesi (kontür netlikleri) baskılı kağıt ve kumaş numuneleri üzerinde bulunan dairelerin ve çizgilerin değerlendirilmesiyle yapılmıştır. Basılan daireler (noktalar) 360° her yönde yayılmayı; çizgiler ise atkı veya çözgü yönünde iki boyutlu yayılmayı temsil etmektedir.



Şekil 4.17. Farklı transfer kâğıt kaliteleri için kağıt üzerinden ölçülen kontür (daire) netliği sonuçları

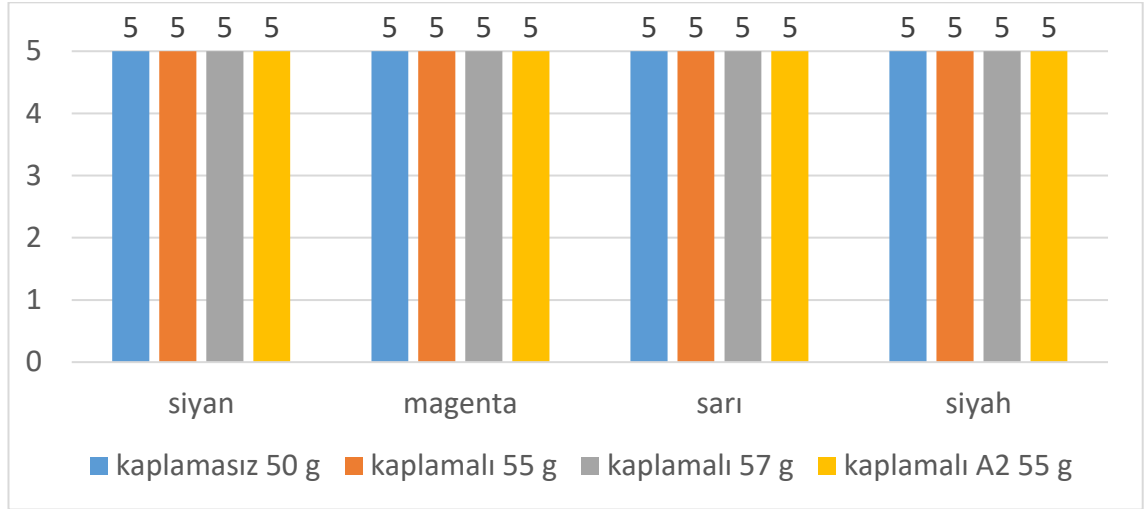
Farklı kalitede kağıtlar üzerine farklı renklerle yapılan baskılarda kağıt yüzeyinden ölçülen kontür netliği sonuçları Şekil 4.17’de görülmektedir. Şekilde görüldüğü üzere kağıt üzerinden yapılan ölçümlerde en iyi kontür netliğini kaplamalı 55 g/m² kağıt vermektedir. En düşük kontür netliği sonucu ise kaplamasız 50 g/m² kağıtlara aittir. Buradan kaplama sonucunda kağıdı oluşturan lifler arası boşlukların doldurulması ile basılan boyanın emiliminin çeşitli oranlarda engellediği anlaşılmaktadır.



Şekil 4.18. Farklı transfer kağıt kaliteleri için kumaş üzerinden ölçülen kontür (daire) netliği sonuçları

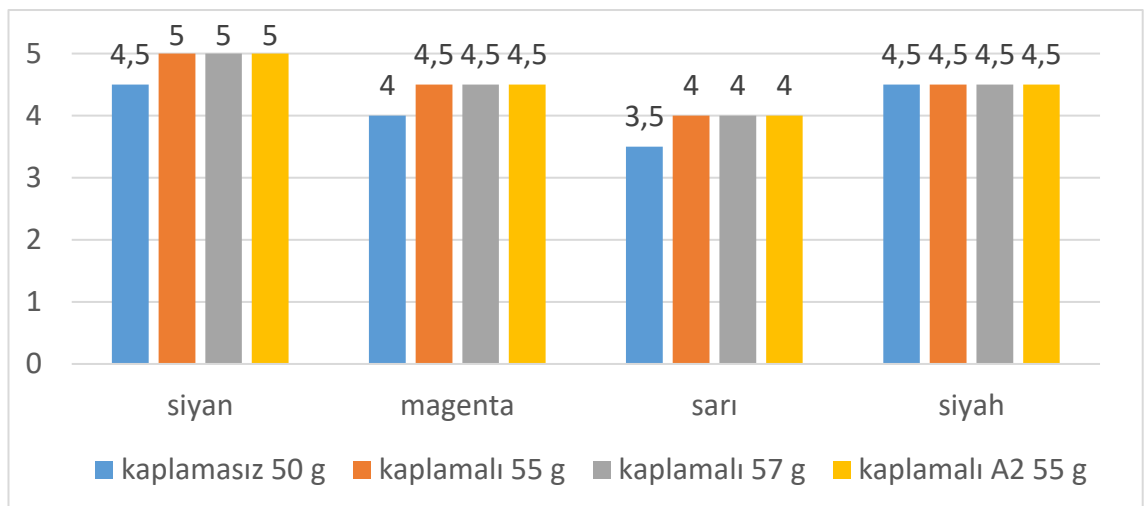
Kumaş üzerinden ölçülen kontür netlik sonuçlarına göre (Şekil 4.18), kağıt üzerinden ölçülen kontür netlik sonuçları ile arada 0.5-2 puanlık önemli bir farkın meydana geldiği görülmektedir. Bunun sebebinin transfer işlemi sırasında buharlaşan boyarmaddenin kumaşı oluşturan lifler arasındaki boşluklar boyunca yayılma fırsatı bulması ile ilgili olduğu sanılmaktadır. Kağıtları oluşturan lifler sıkı bir şekilde paklendiklerinden basılan boyanın kağıt üzerinde yayılması kumaş kadar kolay olmaması beklenir. Kaplamasız 50 g/m² kağıt ile yapılan transfer baskıda en düşük kontür netlik değerleri elde edilmiştir. Kaplamalı kağıtlarla elde edilen kontür netlik sonuçları kaplamasız olandan daha iyi olup, birbirleri arasında anlamlı bir fark görünmemektedir. Ancak, CMYK renkleri arasında belirgin farklılıklar ortaya çıkmıştır. Kontür netlikleri yüksekten düşüğe siyan, magenta, siyah ve sarı şeklinde sıralanmaktadır. Bunun boyarmaddelerin molekül büyüklüğü ve buhar fazında gösterdikleri difüzyon hızları ile ilgili olduğu düşünülmektedir. En küçük molekülle sarı renkli boyanın en fazla yayılmış (en düşük kontür netliği göstermiş) olması bu görüşü desteklemektedir.

4.2.3. Çizgi netliği sonuçları



Şekil 4.19. Farklı transfer kâğıt kaliteleri için kağıt üzerinden ölçülen çizgi netliği sonuçları

Şekil 4.19’da kağıt yüzeyinden ölçülen çizgi netliği sonuçları görülmektedir. Bu sonuçlara göre 1 tane kaplamasız kağıt da dahil olmak üzere 4 farklı kalitedeki kağıdın tümü birbirine benzer ve en yüksek çizgi netliğine sahiptir. Bunun sebebinin kağıt yüzeylerinin kumaş yüzeylerine göre çok düzgün olması ve kağıdı oluşturan liflerin kumaşı oluşturan liflere göre oldukça sıkı yapıda paketlenmiş olması nedeniyle boya emilim kuvvetlerinin (kapılar emme) kumaşa göre oldukça zayıf olmasıyla ilgili olduğu düşünülmektedir.

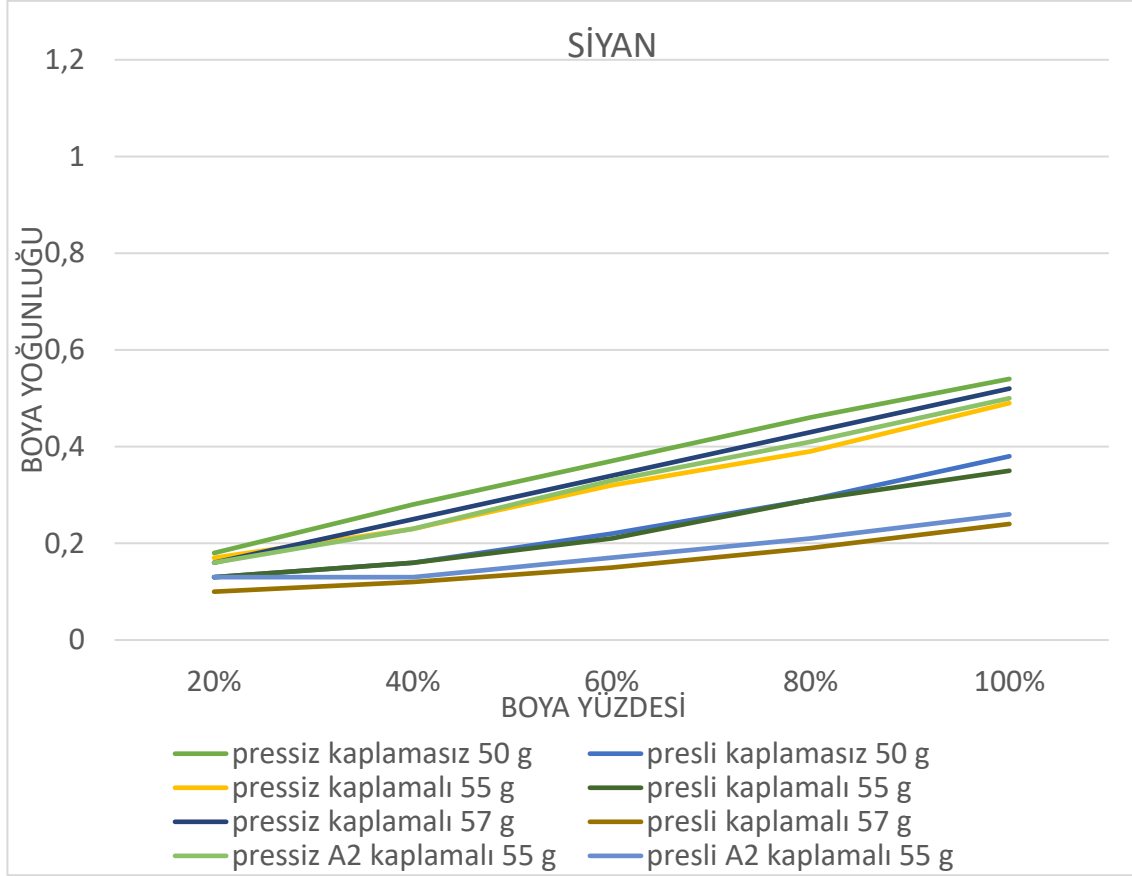


Şekil 4.20. Farklı transfer kağıt kaliteleri için kumaş üzerinden ölçülen çizgi netliği sonuçları

Kumaş yüzeyinden ölçülen çizgi netlik değerlerinden (Şekil 4.20) görüldüğü üzere kağıt yüzeyinden ölçülen çizgi netliği sonuçları ile aralarında 0,5-1 puanlık düşüş vardır. Buna sebep olarak kontür (daire) netliklerinde olduğu gibi burada da transfer işlemi sırasında kumaşı oluşturan lifler arasındaki boşluklar boyunca bir boya yayılmasının olduğu düşünülmektedir. Ancak, çizgi netliğindeki düşüş kontür netliğine göre daha azdır. Bunun boya yayılmasının kontür netliklerinde 360°, çizgi netliklerinde ise 2 boyutlu olarak değerlendirilmesi ile ilgili olduğu kanısına varılmıştır. Kumaş yüzeyinden yapılan çizgi netliği sonuçlarına göre en düşük netlik sonucunun kaplamasız 50 g/m² kağıt ile alındığı; kaplamalı kağıtların tümünde daha yüksek ve birbirlerine benzer netlik değerlerinin elde edildiği görülmektedir. Kontür netliklerine benzer şekilde çizgi netlikleri üzerine de CMYK renginin etkisi vardır ve sarı renk burada da en düşük çizgi netliği veren boya durumundadır.

4.2.4. Boyarmadde transfer oranları

Bu bölümde transfer işlemi öncesinde ve sonrasında kâğıt yüzeyinden spektrofotometre yardımıyla ölçülen boya yoğunluk değerleri kullanılarak kağıttan kumaşa transfer edilen boya oranları (transfer verimleri) tayin edilmiştir. Aşağıda, transfer öncesinde (presli) ve sonrasında (pressiz) kağıt üzerinden ölçülen boya yoğunluk sonuçları grafikler halinde transfer öncesine ve sonrasına ait boya yoğunlukları arasındaki farklar yardımıyla hesaplanan yüzde boya transfer oranları çizelgeler halinde düzenlenmiştir.



Şekil 4.21. Siyan rengi için farklı kalitede transfer kağıtlarında transfer öncesi ve sonrası boya yoğunluğu sonuçları

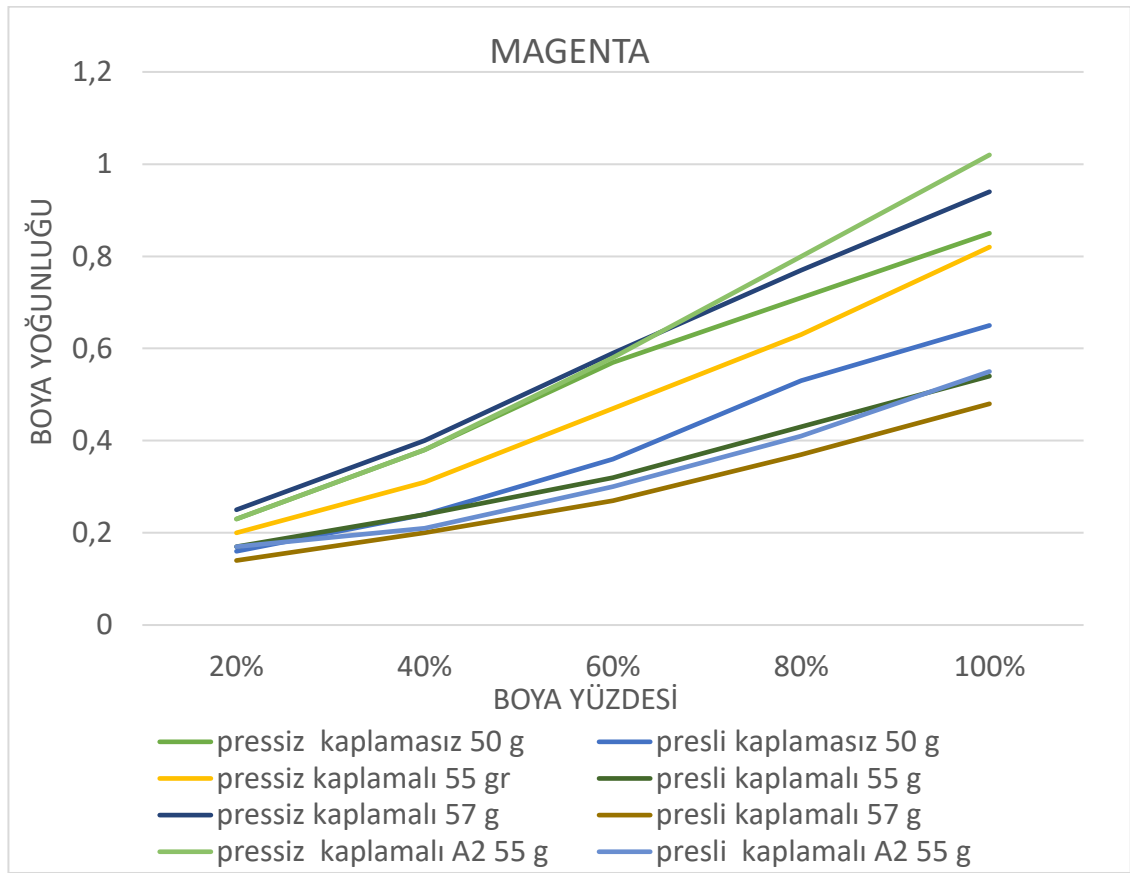
Çizelge 4.1. Siyan rengi için farklı kalitede transfer kağıtlarına ait boya transfer oranları

Boya Yüzdesi	Kağıt Kalitelerine Göre Boya Transfer Oranları (%)			
	Kaplamasız 50 g/m ²	Kaplamalı 55 g/m ²	Kaplamalı 57 g/m ²	Kaplamalı A2 55 g/m ²
20%	27,78%	23,53%	37,50%	18,75%
40%	42,86%	30,43%	52,00%	43,48%
60%	40,54%	34,38%	55,88%	48,48%
80%	36,96%	25,64%	55,81%	48,78%
100%	29,63%	28,57%	53,85%	48,00%

Siyan rengi için farklı kalitede kağıtlar üzerinden transfer öncesi ve sonrasında ölçülen boya yoğunluk değerleri Şekil 4.21’de; her bir kağıt kalitesi için bu değerler yardımıyla hesaplanan boya transfer oranları da Çizelge 4.1’de gösterilmektedir. Çizelgede görüldüğü üzere en yüksek boya transfer oranı kaplamalı 57 g/m² kağıt ile elde edilmiştir. Kaplamalı A2 55 g/m² kağıt kalitesi de ikinci derecede yüksek boya transfer verimine

sahiptir. Burada ilginç olan sonuç, kaplamalı 55 g/m² kağıda ait transfer oranının kaplamasız 50 g/m² kağıttan bile daha düşük olmasıdır. Bu durumun kaplamanın kalitesi ile ilgili olduğu düşünülmektedir.

Çizelgedeki değerlerden genel olarak transfer oranlarının kağıda basılan boyarmadde miktarı ile ilişkili olduğu ve düşük oranlarda transfer veriminin de düşük kaldığı görülmektedir. Yüksek transfer oranına sahip 2 tane kaplamalı kağıtta %60 oranından sonra stabil bir transfer seviyesi oluşurken; düşük verimli diğer 2 kağıtta ise %60 oranından sonra belirgin bir düşüş görülmektedir.

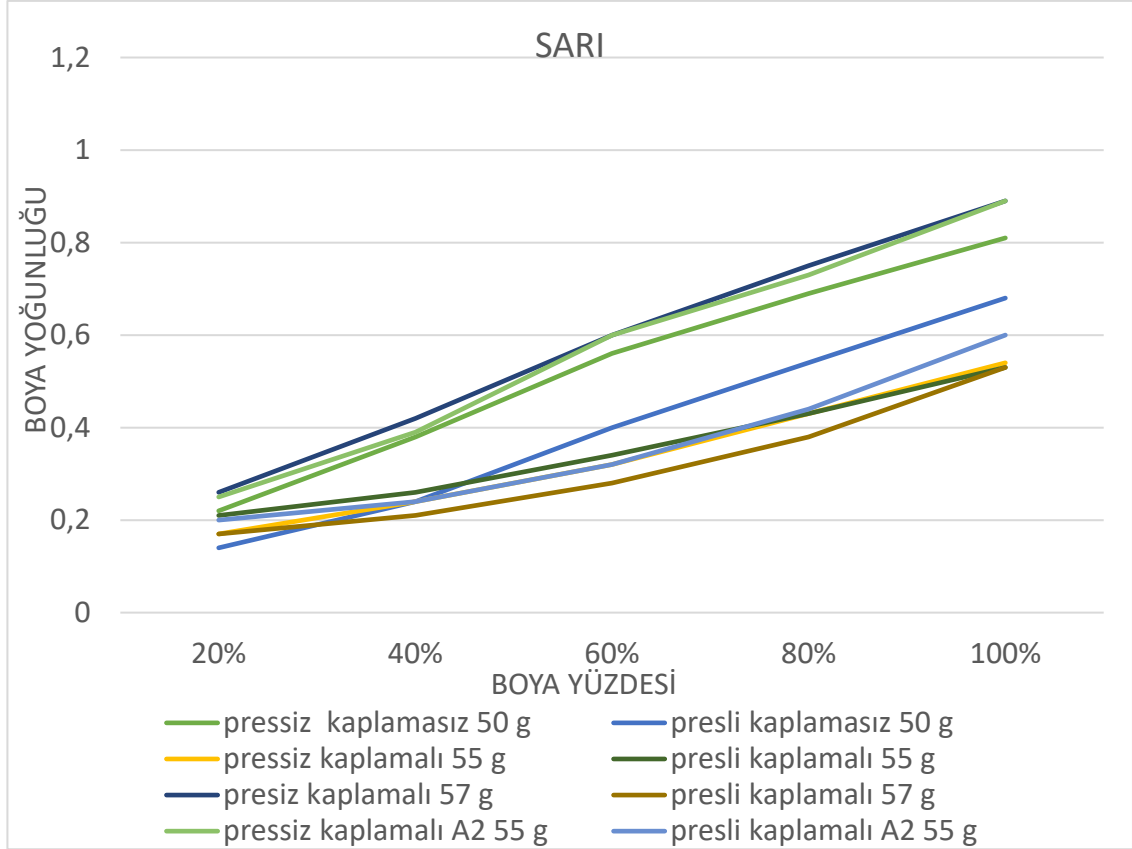


Şekil 4.22. Magenta rengi için farklı kalitede transfer kağıtlarında transfer öncesi ve sonrası boya yoğunluğu sonuçları

Çizelge 4.2. Magenta rengi için farklı kalitede transfer kağıtlarına ait boya transfer oranları

Boya yüzdesi	Kağıt Kalitelerine Göre Boya Transfer Oranları (%)			
	kaplamasız 50 g/m ²	kaplamalı 55 g/m ²	kaplamalı 57 g/m ²	kaplamalı A2 55 g/m ²
20%	30%	15%	44%	26%
40%	37%	23%	50%	45%
60%	37%	32%	54%	48%
80%	25%	32%	52%	49%
100%	24%	34%	49%	46%

Şekil 4.22’de magenta rengi için transfer öncesi ve sonrası boya yoğunluğu sonuçları görülmektedir. Çizelge 4.2’de ise boya transfer oranları (%) bulunmaktadır. Çizelgeden görüldüğü üzere en yüksek aktarım oranı kaplamalı 57 g/m² kâğıtta elde edilirken, kaplamalı A2 55 g/m² kağıt ikinci sırada boya transfer verimine sahiptir. Kaplamasız 50 g/m² kağıt %20-40 boya oranında iyi boya aktarım oranına sahip olsa da renk koyuluğu arttıkça (%60 boya oranından sonra) transfer oranı düşmektedir. Kaplamalı 55 g/m² %80-100 boya oranında kaplamalı 50 g/m²’den daha iyi boya aktarım oranı göstermiştir.



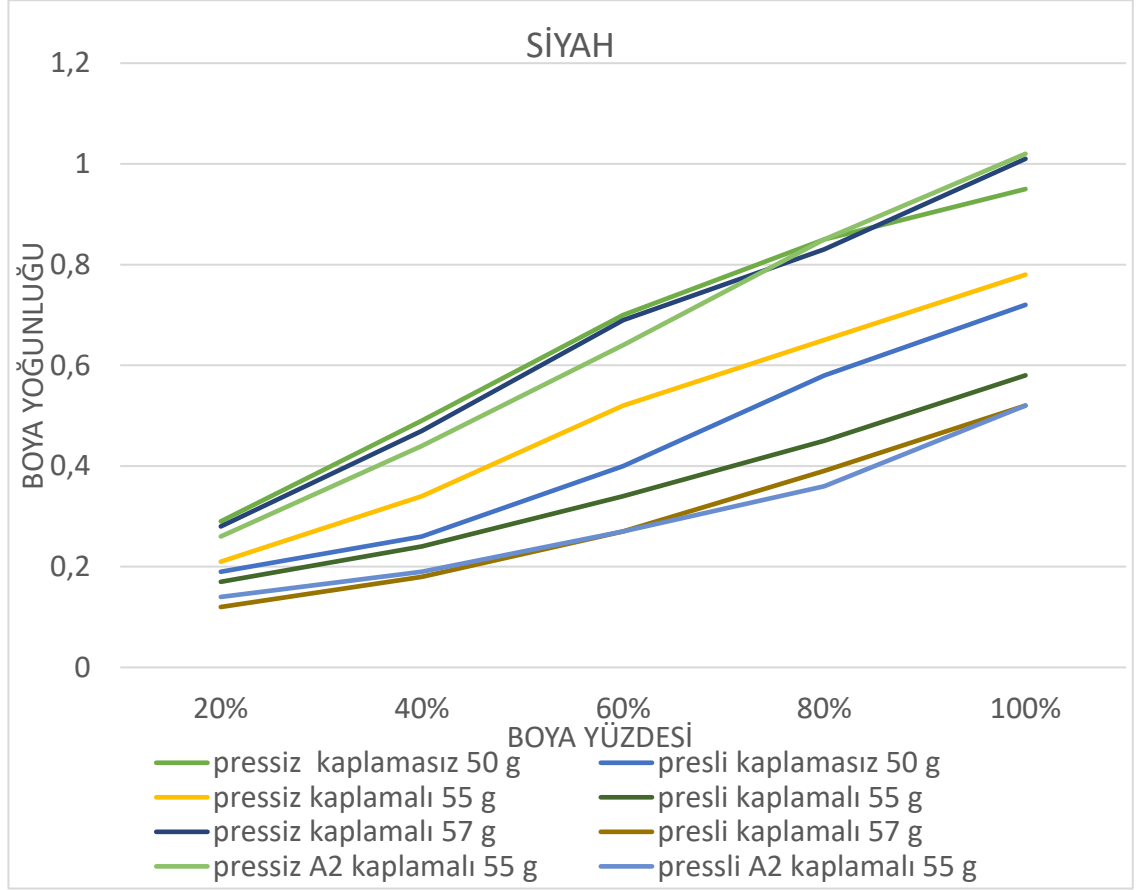
Şekil 4.23. Sarı renk için farklı kalitede transfer kağıtlarında transfer öncesi ve sonrası boya yoğunluğu sonuçları

Çizelge 4.3. Sarı renk için için farklı kalitede transfer kağıtlarına ait boya transfer oranları

Boya yüzdesi	Kağıt Kalitelerine Göre Boya Transfer Oranları (%)			
	kaplamasız 50 g/m ²	kaplamalı 55 g/m ²	kaplamalı 57 g/m ²	kaplamalı 55 A2 g/m ²
20%	36,36%	-23,53%	34,62%	20,00%
40%	36,84%	-8,33%	50,00%	38,46%
60%	28,57%	-6,25%	53,33%	46,67%
80%	21,74%	0,00%	49,33%	39,73%
100%	16,05%	1,85%	40,45%	32,58%

Sarı renk için kağıt üzerinden yapılan transfer öncesi ve sonrası boya yoğunluğu sonuçları Şekil 4.23'te, boya transfer oranları da Çizelge 4.3'te görülmektedir. Çizelgede görüldüğü üzere kaplamalı 55 g/m² kağıtta özellikle düşük boya oranlarında (açık tonlarda) boya transfer oranları negatif değerle almaktadır. Bunun sebebinin transfer esnasında 210 °C sıcaklığın söz konusu kağıt kalitesi üzerinde belirgin bir sararmaya yol açmasıdır. Gözle

de sarılıkta koyulaşmaya neden olduğu açık bir şekilde görülebilen bu durum spektrofotometre ile ölçülen boya yoğunluk değerlerinde bir artışa neden olmaktadır. Bu sebeple kaplamalı 55 g/m² kağıt bir istisna oluşturmaktadır. Çizelgedeki değerlerden zere en yüksek boya aktarım sonuçları kaplamalı 57 g/m² kağıt ile alınmaktadır. Kaplamalı A2 55 g/m² kağıdın boya transfer oranlarına bakılarak en iyi ikinci boya transfer sonuçlarına sahip olduğu söylenebilir.



Şekil 4.24. Siyah renk için farklı kalitede transfer kağıtlarında transfer öncesi ve sonrası boya yoğunluğu sonuçları

Çizelge 4.4. Siyah renk için farklı kalitede transfer kağıtlarına ait boya transfer oranları

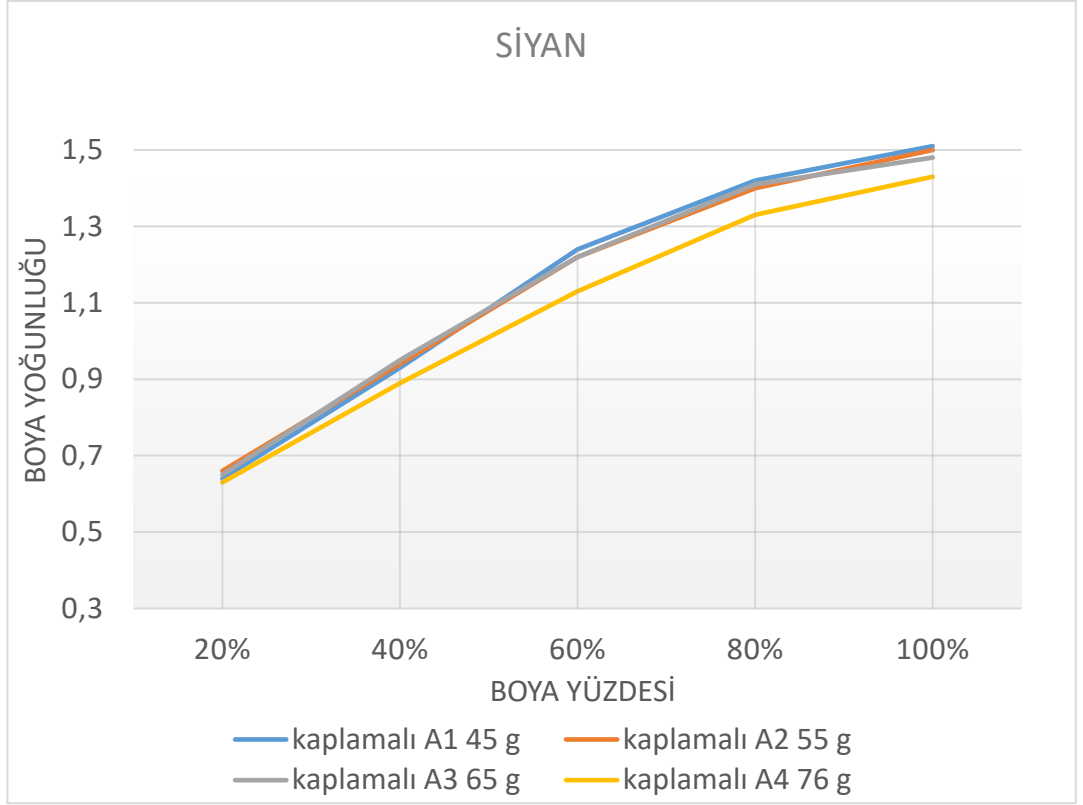
Boya yüzdesi	Kağıt Kalitelerine Göre Boya Transfer Oranları (%)			
	kaplamasız 50 g/m ²	kaplamalı 55 g/m ²	kaplamalı 57 g/m ²	kaplamalı A2 55 g/m ²
20%	34,48%	19%	57%	46,15%
40%	46,94%	29%	62%	56,82%
60%	42,86%	35%	61%	57,81%
80%	31,76%	31%	53%	57,65%
100%	24,21%	26%	49%	49,02%

Siyah renkle elde transfer öncesinde ve sonrasında ölçülen boya yoğunluğu değerleri ve hesaplana boya transfer oranları sırayla Şekil 4.24 ve Çizelge 4.4'te verilmiştir. Çizelgede görüldüğü üzere en yüksek boya transfer oranı kaplamalı 57 g/m² kağıt ile; en iyi ikinci boya aktarım değeri ise kaplamalı A2 55 g/m² kağıt ile elde edilmiştir. Kaplamasız 50 g/m² kağıt kalitesi ile, kaplamalı 55 g/m² kağıt kalitelerinde boya transfer oranları genel olarak diğer kağıt kalitelerine göre düşük kaldığı gibi, özellikle %60 boya yüzdesinden sonra transfer oranlarında çok belirgin düşüşler meydana gelmektedir.

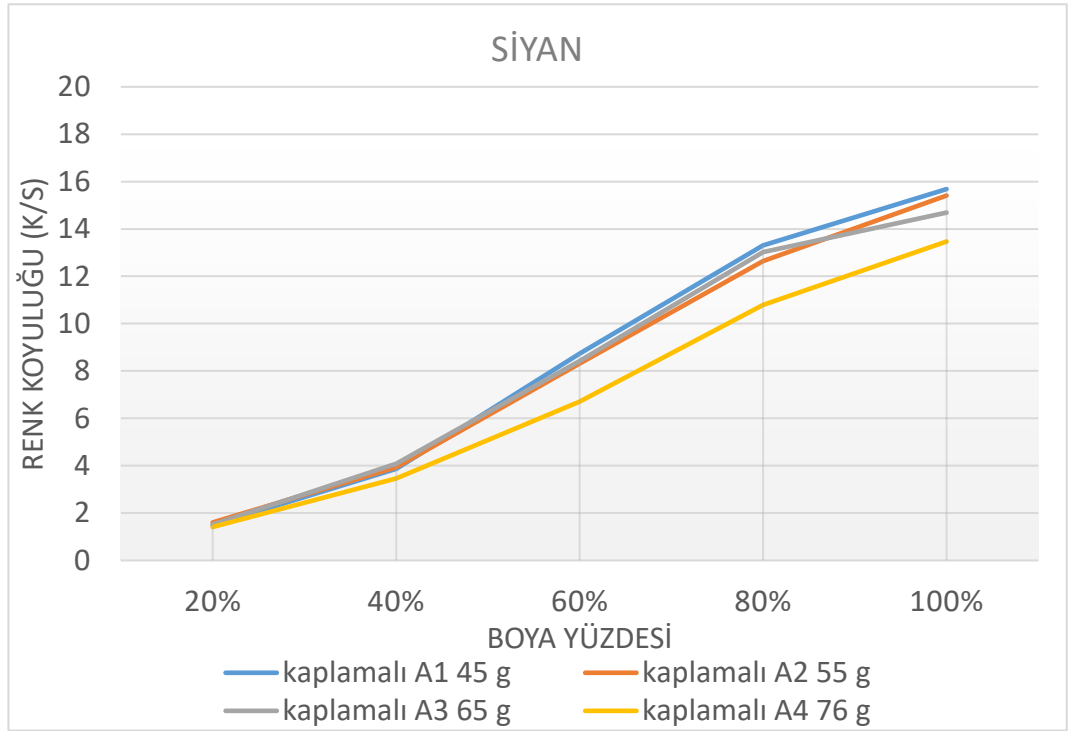
4.3. Farklı Gramajda Kaplamalı Kağıtlarla Elde Edilen Sonuçlar

4.3.1. Renk verimi sonuçları

Bu grupta transfer kağıt gramajının baskı kalitesi ve boya transfer oranları üzerine etkisini araştırmak amacıyla, aynı üreticiden temin edilen (benzer kaplama kalitesinde) 4 farklı gramajda kaplamalı kağıt üzerine CMYK renkleri ve açılımları basılarak 210 °C'de 30 sn süreyle transfer işlemine tabi tutulmuştur. Elde edilen baskılı polyester kumaş numuneleri üzerinden ölçülen boya yoğunluğu ve renk koyuluğu sonuçları değerlendirilmiştir.

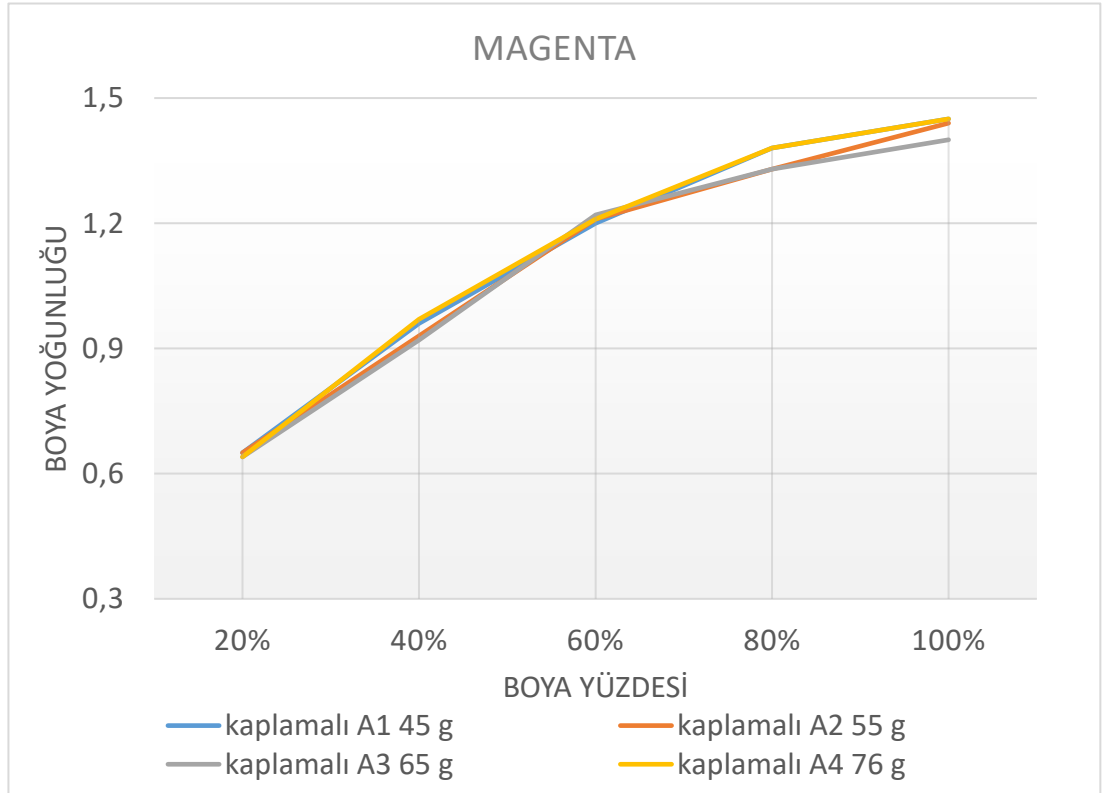


Şekil 4.25. Siyan rengi ile farklı gramajda transfer kağıtları üzerinde alınan boya yoğunluğu sonuçları

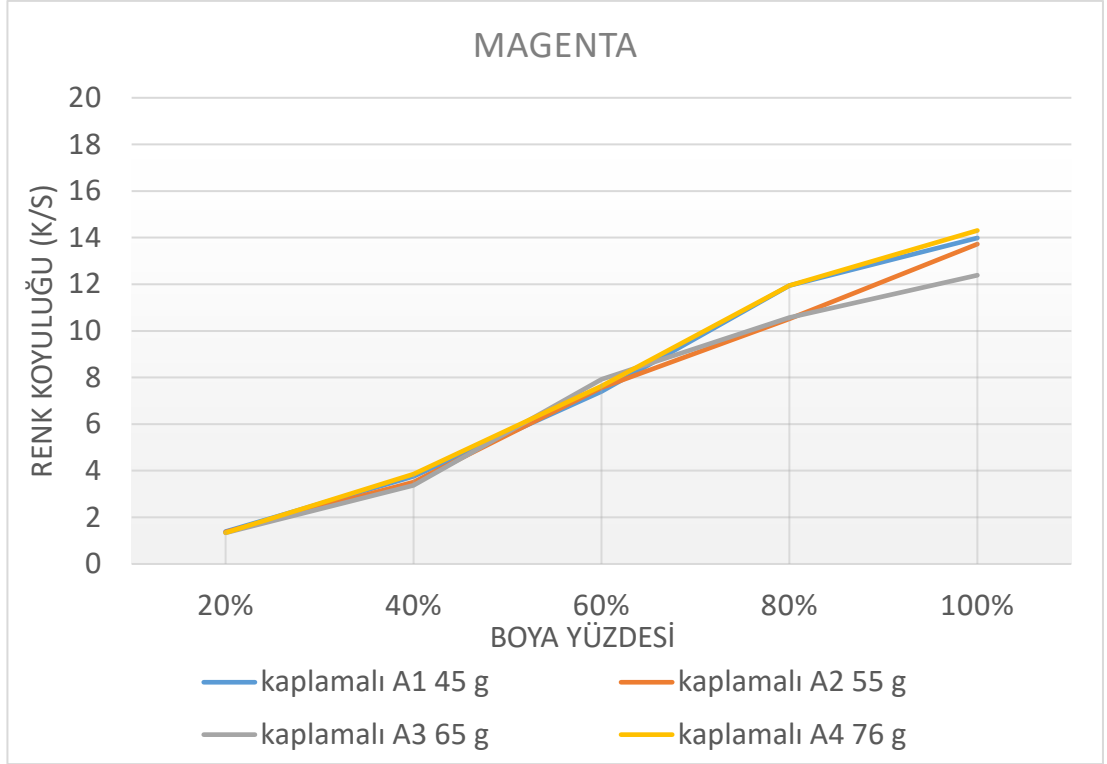


Şekil 4.26. Siyan rengi ile farklı gramajda transfer kağıtları üzerinde alınan renk koyuluğu sonuçları

Farklı gramajlarda kağıtlar üzerine siyan boya ile yapılan baskılarda elde edilen boya yoğunluğu sonuçları ve renk koyuluğu değerleri (K/S) sırayla Şekil 4.25'te ve Şekil 4.26'da görülmektedir. Şekillerdeki renk koyuluğu ve boya yoğunluğu sonuçları, kaplamalı A1 45 g/m² kağıdın tüm boya oranlarında en yüksek renk verimine; A4 76 g/m² kağıdın ise en düşük renk verimine sahip olduğunu göstermektedir. Kaplamalı A2 55 g/m² ile kaplamalı A3 65 g/m² kağıtlarının renk koyuluğu grafikleri incelendiğinde, %70 boya oranına kadar birbirine yakın sonuç verdikleri; %70-85 arasında kaplamalı A3 65 g/m² kısmen daha verimli görünürken, %85-100 boya oranlarında kaplamalı A2 55 g/m² kağıdın daha yüksek verime sahip olduğu anlaşılmaktadır. Bu sonuçlara göre, siyan rengi için mevcut baskı ve transfer şartları altında kaplamalı A1 45 g/m² kağıt ile en yüksek renk veriminin elde edildiği, genel olarak kağıt gramajı arttıkça renk veriminin düştüğü sonucuna için varılabilir.

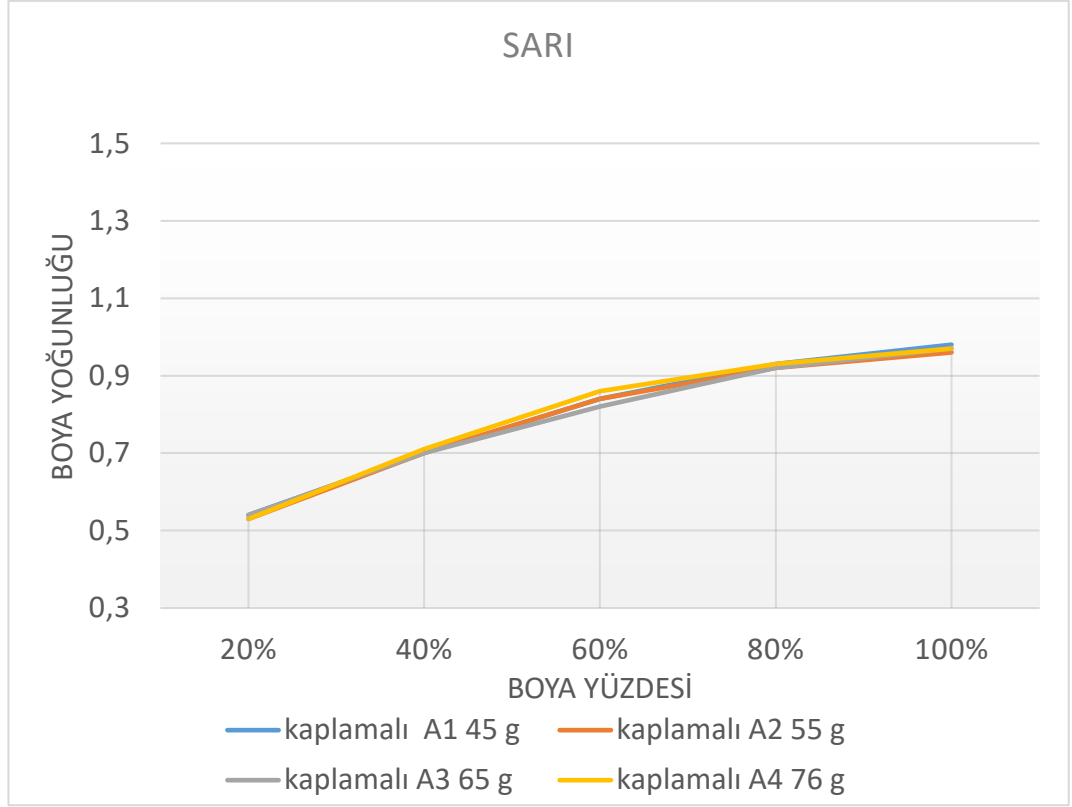


Şekil 4.27. Magenta rengi ile farklı gramajda transfer kağıtları üzerinde alınan boya yoğunluğu sonuçları

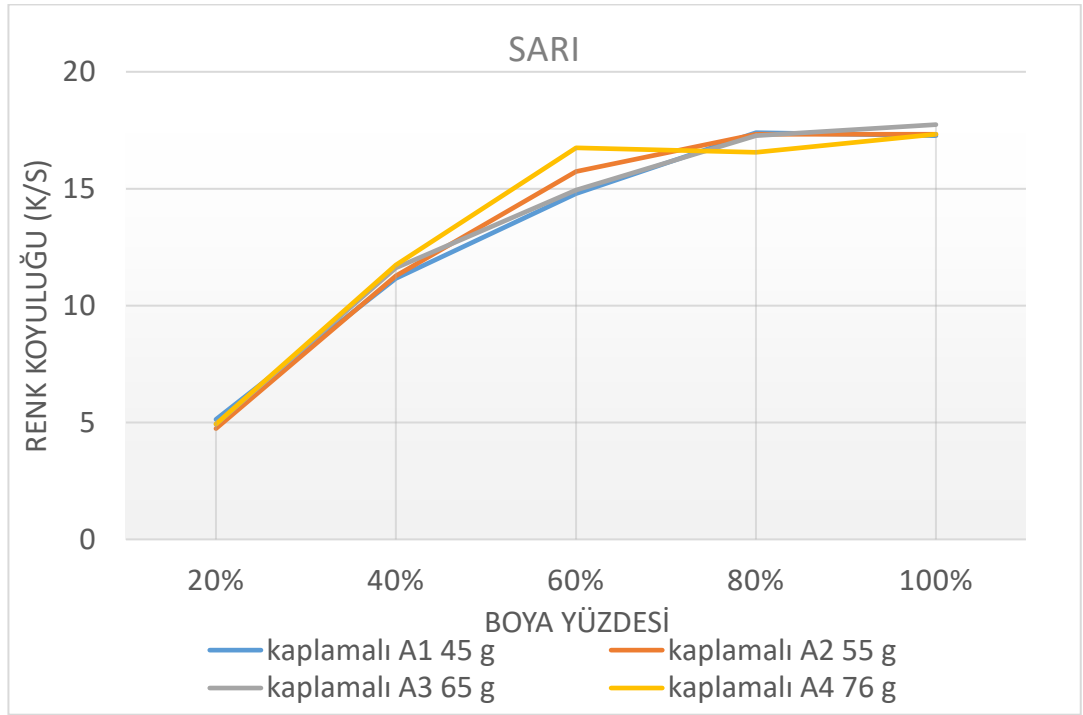


Şekil 4.28. Magenta rengi ile farklı gramajda transfer kağıtları üzerinde alınan renk koyuluğu sonuçları

Magenta rengi için boya yoğunluğu sonuçları Şekil 4.27’de ve renk koyuluğu sonuçları da Şekil 4.28’de görülmektedir. Şekillerde görülen renk koyuluğu ve boya yoğunluğu değerleri incelendiğinde kaplamalı A1 45 g/m² ile kaplamalı A4 76 g/m² kağıtlar renk koyuluğu ve boya yoğunluğu değerleri birbirine yakın ve en iyi sonuçları göstermişlerdir. En düşük renk verimi sonuçları ise kaplamalı A3 65 g/m² kağıda aittir.

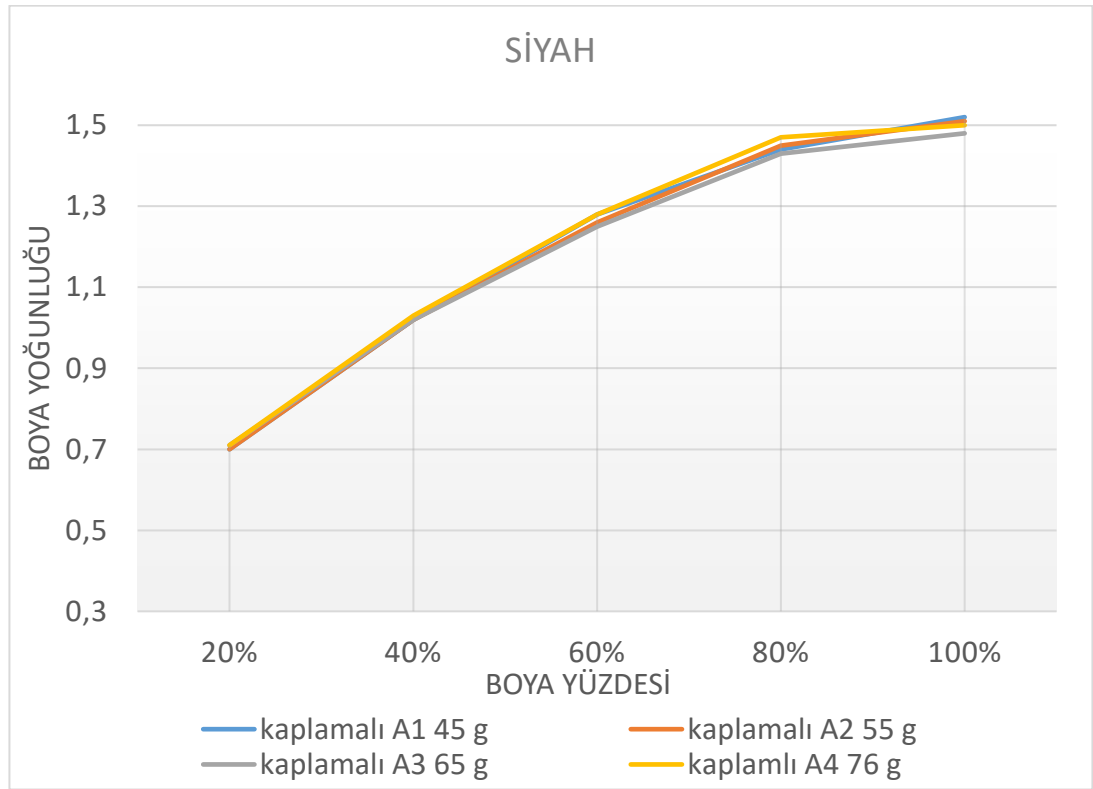


Şekil 4.29. Sarı renk ile farklı gramajda transfer kağıtları üzerinde alınan boya yoğunluğu sonuçları

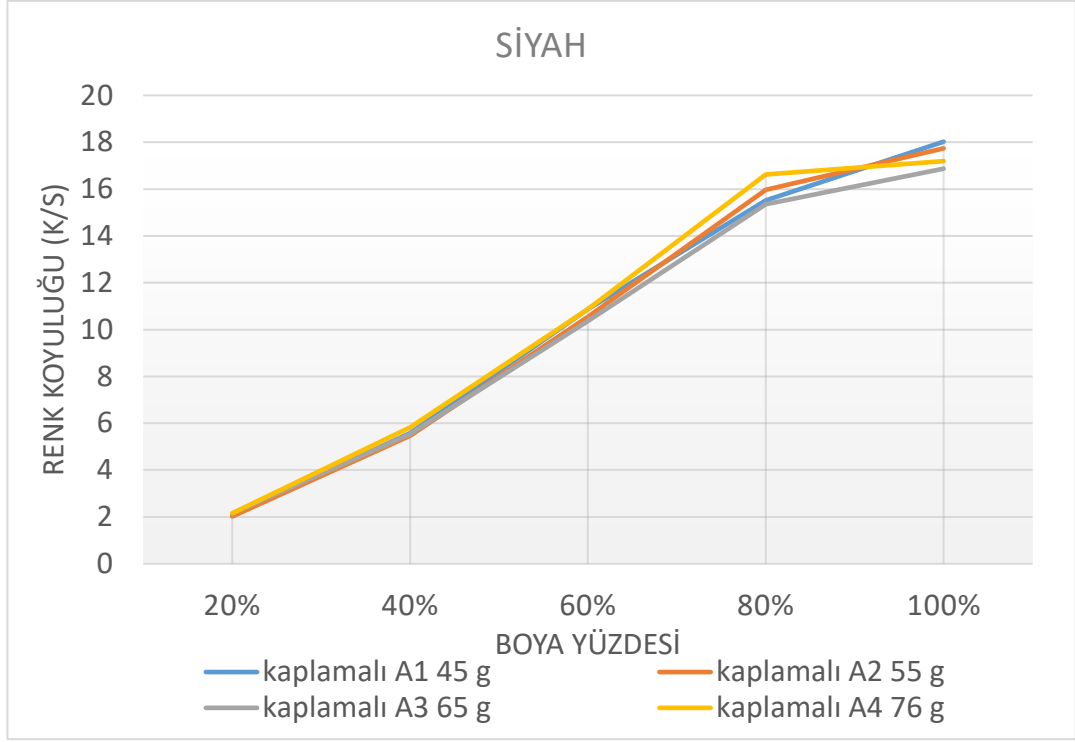


Şekil 4.30. Sarı renk ile farklı gramajda transfer kağıtları üzerinde alınan renk koyuluğu sonuçları

Sırayla Şekil 4.29 ve Şekil 4.30’da verilen boya yoğunluğu ve renk koyuluğu sonuçları incelendiğinde genel olarak tüm boya yüzdelerinde belli bir kağıt gramajının daha yüksek veya daha düşük renk verimine sahip olduğunu söylemek mümkün görünmemektedir. %40 boya oranına kadar tüm gramajlarda yaklaşık benzer sonuçlar elde edilirken, %70 boya oranında kaplamalı A4 76 g/m² en yüksek, A2 55 de ikinci en yüksek renk verimi değerlerine ulaşmış görünmektedir. %100 boya oranında tüm kağıt gramajlarında yaklaşık benzer sonuçlar alınmıştır. Bu sonuçlara göre sarı renkte kağıt gramajının genel olarak belli bir etkisinden söz etmek mümkün görünmemektedir.



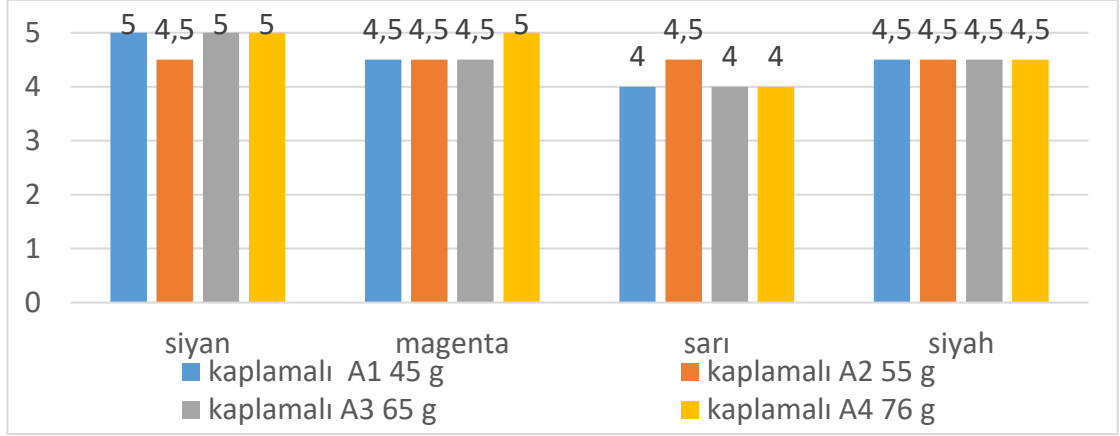
Şekil 4.31. Siyah renk ile farklı gramajda transfer kağıtları üzerinde alınan boya yoğunluğu sonuçları



Şekil 4.32. Siyah renk ile farklı gramajda transfer kağıtları üzerinde alınan renk koyuluğu sonuçları

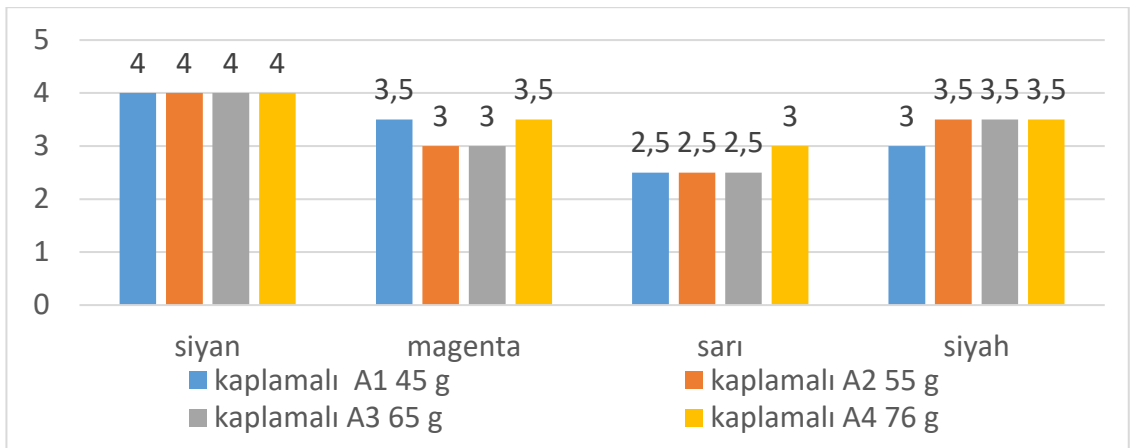
Siyah renk için Şekil 4.31’de boya yoğunluğu sonuçları, Şekil 4.32’de de renk koyuluğu sonuçları verilmiştir. Şekillerde görüldüğü üzere %20-60 boya oranlarına kadar dört kağıt da benzer renk koyuluğu ve boya yoğunluğu sonuçları göstermiştir. %65-95 boya oranlarında renk koyuluğu ve boya yoğunluğu sonuçları incelendiğinde kısmen farklılıklar ortaya çıkmış olup en iyi renk verimini kaplamalı A4 76 g/m² kağıt göstermektedir. Şekillerden en düşük renk veriminin kaplamalı A3 65 g/m² kağıt ile alındığı görülmektedir. Kaplamalı A1 45 g/m² ile kaplamalı A2 55 g/m² kağıtlar genel olarak yakın renk koyuluğu sonuçları göstermiştir. Fakat %70-90 boya oranlarında kaplamalı A2 55 g/m² renk verimi şekilde görüldüğü üzere daha yüksektir.

4.3.2. Kontür netliği sonuçları



Şekil 4.33. Farklı gramajda transfer kağıtları için kağıt yüzeyinden ölçülen kontür netliği sonuçları

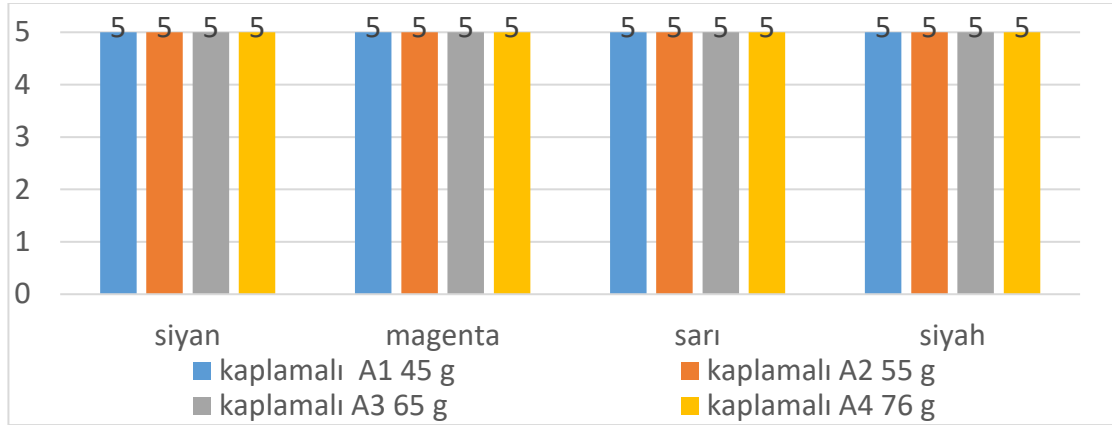
Farklı gramaj kağıtlar üzerine farklı renklerle yapılan baskılarda kağıt yüzeyinden ölçülen kontür netliği sonuçları şekil 4.33'te görülmektedir. Şekilde görüldüğü üzere kağıt gramajının kontür (daire) netliği üzerine belirgin bir etkisi görülmemektedir. Ancak, kontür netliği açısından siyan renginin en yüksek; sarı rengin ise en düşük değerleri aldığı; magenta ve siyahın birbirine benzer değerlerde ve orta seviyede olduğu görülmektedir. Bu durumun farklı renk boyalardaki küçük reoloji farklılıklarından ileri geldiği düşünülmektedir.



Şekil 4.34. Farklı gramajda transfer kağıtları için kumaş yüzeyinden ölçülen kontür netliği sonuçları

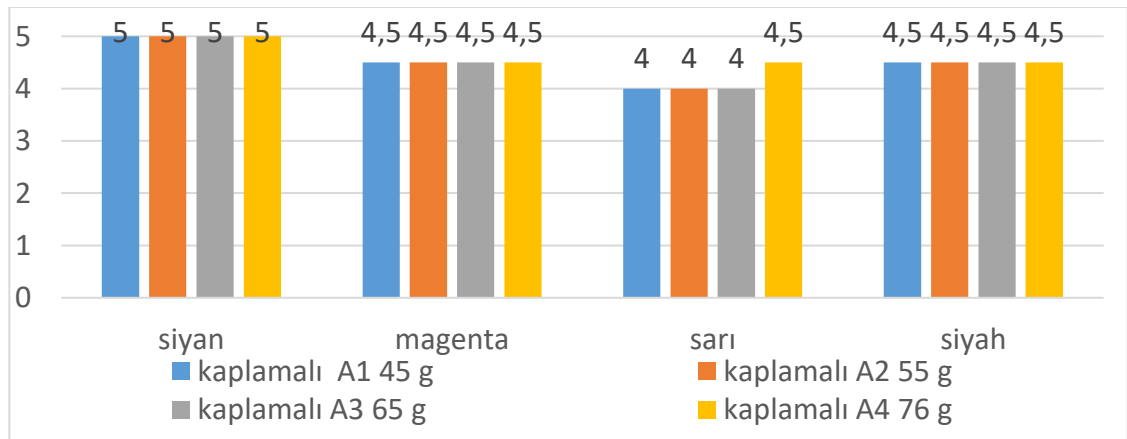
Şekil 4.34'te kumaş yüzeyinden ölçülen kontür netliği sonuçları verilmiştir. Buna göre, kağıt yüzeyindeki kontür netliği ile kumaş yüzeyinden yapılan ölçümler arasında 0.5-2 puan fark vardır. A4 76 g/m² kağıt ile alınan kontür netliği sonuçları kısmen daha iyi görünse de, genel olarak farklı gramajlardaki kaplamalı kağıtlarda her bir renk ile alınan sonuçlar birbirlerine yakındır. Ancak, kağıt üzerinden alınan sonuçlara paralel bir durum burada da olup, siyan ile en iyi; sarı renk ile en zayıf kontür netlik sonuçları alınmıştır.

4.3.3. Çizgi netliği sonuçları



Şekil 4.35. Farklı gramajda transfer kağıtları için kağıt yüzeyinden ölçülen çizgi netliği sonuçları

Farklı gramajlarda kağıtlara yapılan baskılar üzerinden değerlendirilen çizgi netliği sonuçları birbirleri ile aynı sonuçları vermiştir (Şekil 4.35). Bu sonuçlara göre 4 farklı gramajdaki kağıtlar benzer ve en yüksek (5/5) çizgi netliğine sahiptir. Kontür (daire) netliğine göre çizgi netliğinin daha yüksek olmasının sebebi kağıt yüzeyinden dairesel bazda yayılmanın 360°; çizgisel bazda yayılmanın ise 2 yönde değerlendirilmesidir.

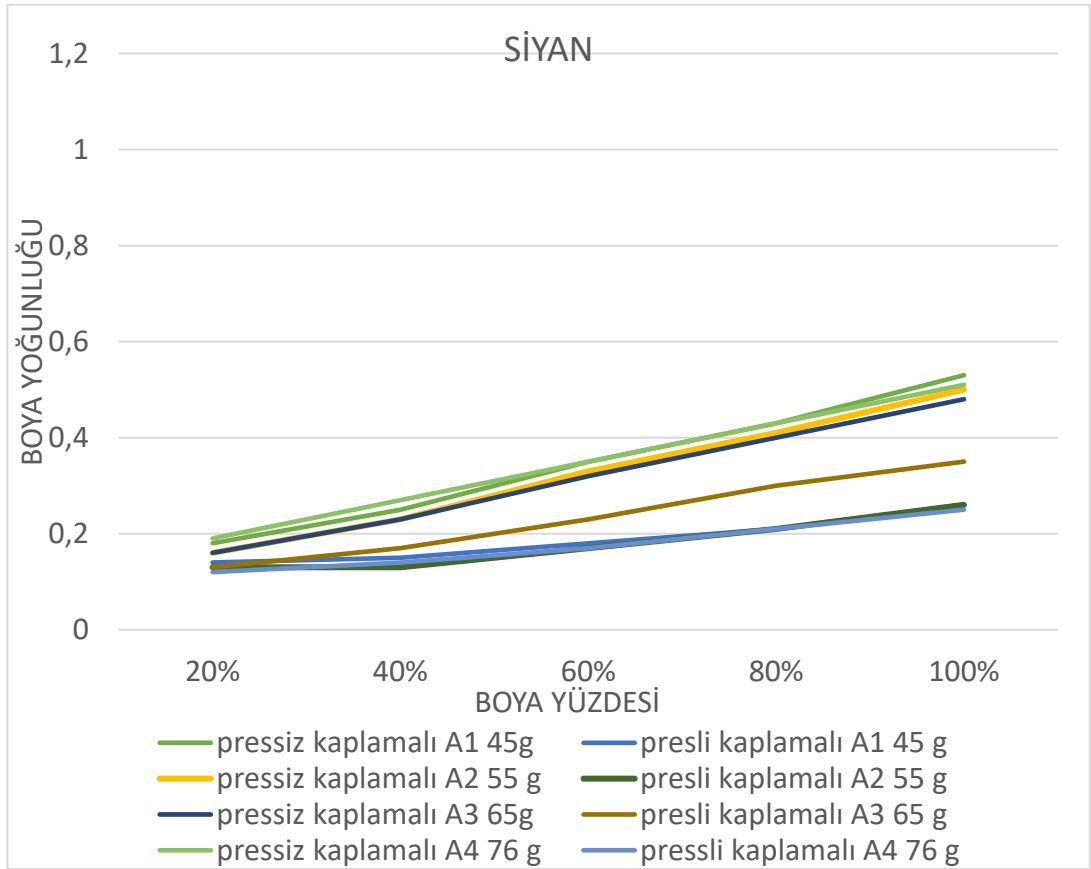


Şekil 4.36. Farklı gramajda transfer kağıtları için kumaş yüzeyinden ölçülen çizgi netliği sonuçları

Şekil 4.36'da kumaş yüzeyinden ölçülen çizgi netliği sonuçları verilmiştir. Kağıt yüzeyindeki çizgi netliği sonuçlarına göre kumaş üzerinden ölçülen bu değerler arasında 0,5-1 puan arasında düşüş vardır. Bunun sebebi olarak kontür netliğinde olduğu gibi transfer işlemi sırasında meydana gelen yayma olduğu düşünülmektedir. Şekil üzerinden sonuçlar incelendiğinde tüm renklerde en iyi sonucu kaplamalı A4 76 g/m² kağıt gösterirken, diğer 3 kağıt ile aynı seviyede çizgi netliği değerlerinin alındığı ortaya çıkmaktadır. Ancak, kağıt üzerinde olduğu gibi kumaş üzerinde de çizgi netliği sonuçları üzerine CMYK renklerinin etkisi daha belirgindir. Buna göre siyan ile en yüksek, sarı ile en düşük çizgi netliği değerleri elde edilmiştir.

4.3.4. Boyarmadde transfer oranları

Bu bölümde transfer öncesi ve sonrasında kâğıt yüzeyinden ölçülen boya yoğunluğu değerleri ile bunlar yardımıyla hesaplanan boya transfer oranları değerlendirilmiştir.

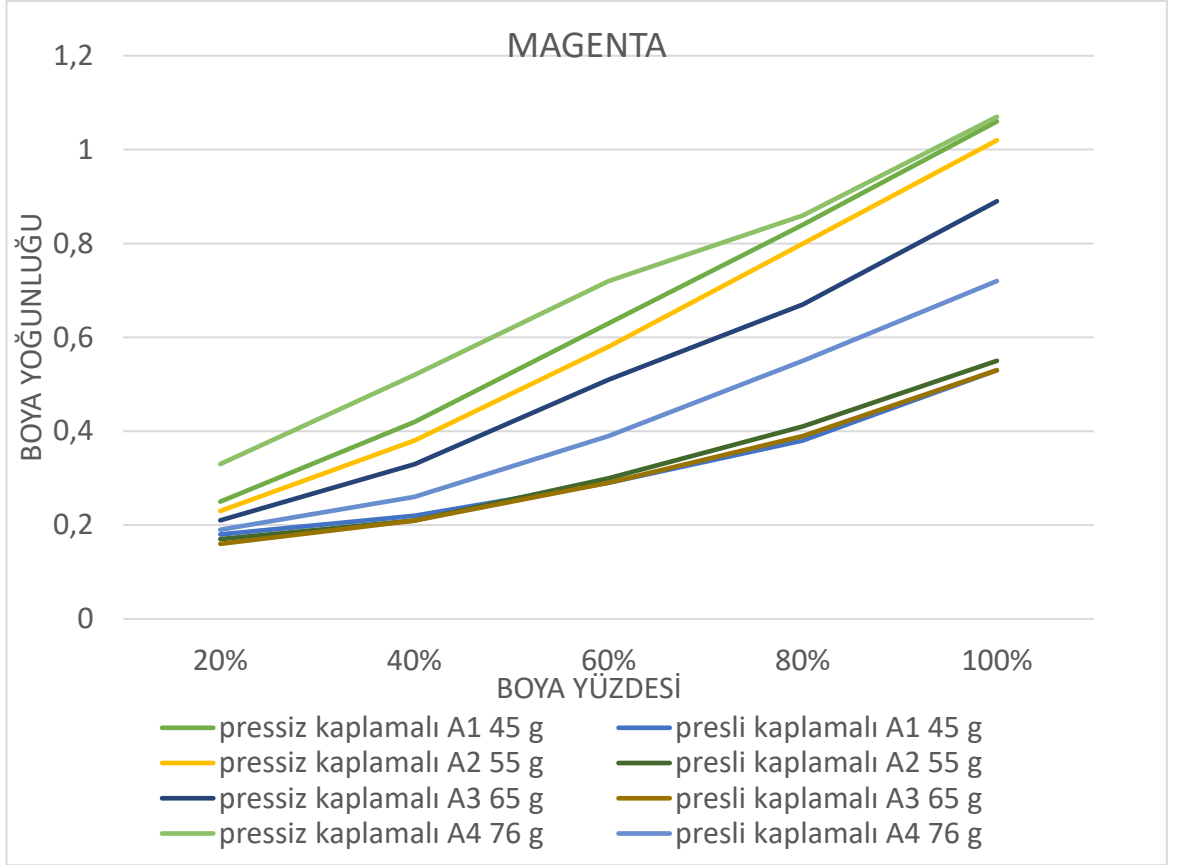


Şekil 4.37. Siyan rengi için farklı gramajda transfer kağıtlarında transfer öncesi ve sonrası boya yoğunluğu ölçüm sonuçları

Çizelge 4.5. Siyan rengi için farklı gramajda transfer kağıtlarına boya transfer oranları

Boya yüzdesi	Kağıt Gramajlarına Göre Boya Transfer Oranları (%)			
	kaplamalı A1 45 g/m ²	kaplamalı A2 55 g/m ²	kaplamalı A3 65 g/m ²	kaplamalı A4 76 g/m ²
20%	22,22%	18,75%	19%	37%
40%	40,00%	43,48%	26%	48%
60%	48,57%	48,48%	28%	51%
80%	51,16%	48,78%	25%	51%
100%	50,94%	48,00%	27%	51%

Siyan rengi için farklı gramajda kağıtlar üzerinden transfer öncesi ve sonrası yapılan boya yoğunluğu ölçümleri Şekil 4.37’de gösterilmektedir. Transfer öncesi ve sonrası renk yoğunluk değerleri arasındaki farklar yardımıyla hesaplanarak oluşturulan boya transfer oranları Çizelge 4.5’te verilmiştir. Çizelgede görüldüğü üzere en yüksek boya transfer aktarım oranı kaplamalı A4 76 g/m² kâğıt ile elde edilmiştir. İkinci en iyi boya transfer oranı ise kaplamalı A1 45 g/m² kâğıtta elde edilirken en düşük transfer oranını kaplamalı A3 65 g/m² kâğıt göstermiştir.



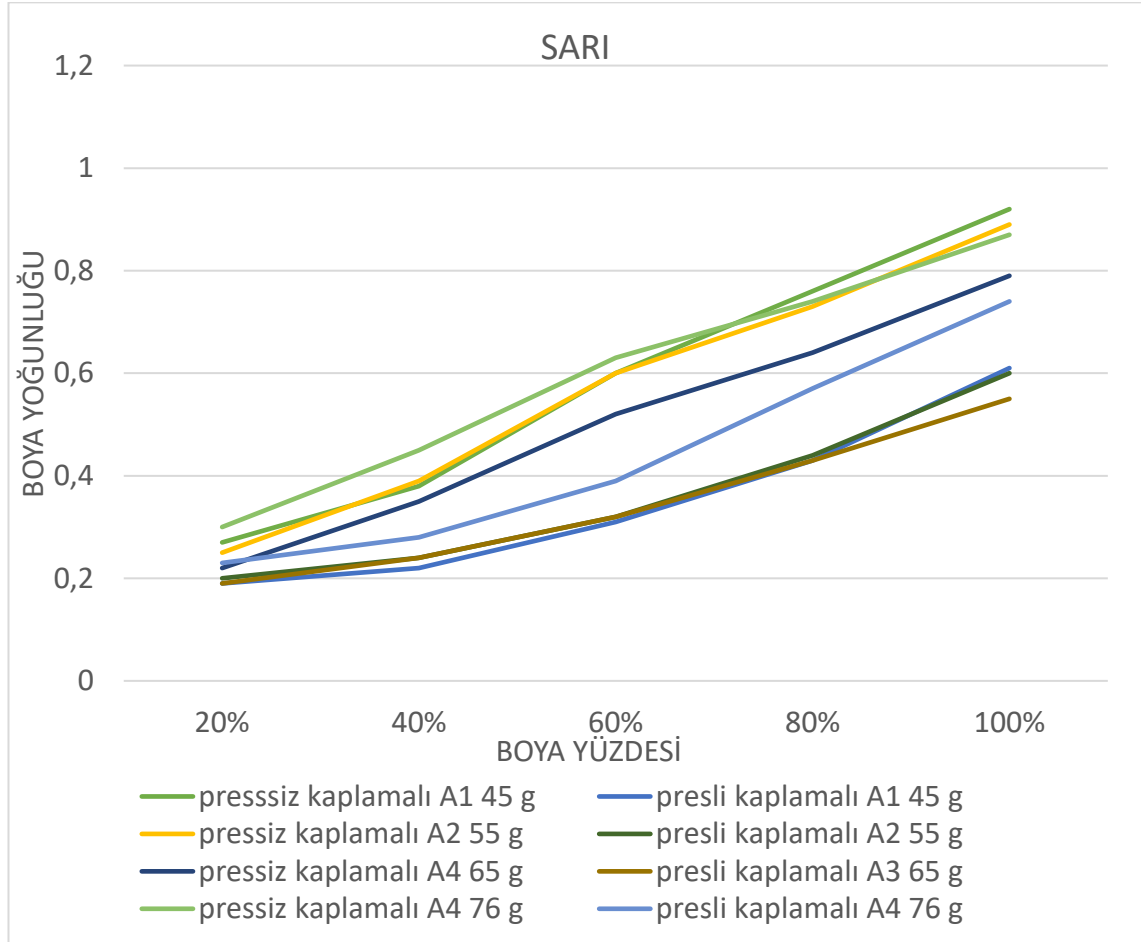
Şekil 4.38. Magenta rengi için farklı gramajda transfer kağıtlarında transfer öncesi ve sonrası boya yoğunluğu ölçüm sonuçları

Çizelge 4.6 Magenta rengi için farklı gramajda transfer kağıtlarına ait boya transfer oranları

Boya yüzdesi	Kağıt Gramajlarına Göre Boya Transfer Oranları (%)			
	kaplamalı A1 45 g/m ²	kaplamalı A2 55 g/m ²	kaplamalı A3 65 g/m ²	kaplamalı A4 76 g/m ²
20%	28%	26%	24%	42%
40%	48%	45%	36%	50%
60%	54%	48%	43%	46%
80%	55%	49%	42%	36%
100%	50%	46%	40%	33%

Kâğıt üzerinden ölçülen magenta rengine ait boya yoğunluk değerleri ile, hesaplanan boya transfer oranları sırasıyla Şekil 4.38 ve Çizelge 4.6'da görülmektedir. Çizelgede görüldüğü üzere en yüksek boya aktarım oranını kaplamalı A1 45 g/m² kâğıt verirken, ikinci en yüksek boya transfer oranı ise kaplamalı A2 55 g/m² kağıt ile alınmıştır. %20-

60 boya oranlarında kaplamalı A4 76 g/m² boya aktarım oranı yüksek iken %80-100 boya oranlarında en düşük seviyeye gelmiştir.

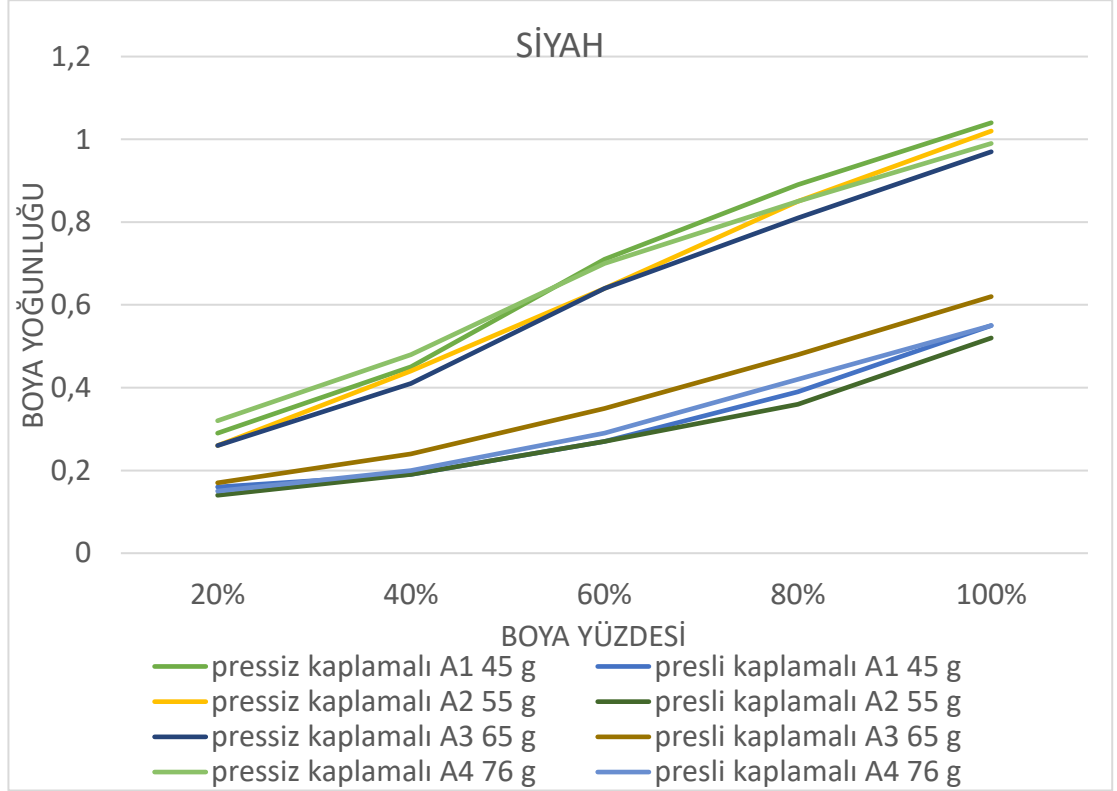


Şekil 4.39. Sarı renk için farklı gramajda transfer kağıtlarında transfer öncesi ve sonrası boya yoğunluğu ölçüm sonuçları

Çizelge 4.7. Sarı renk için farklı gramajda transfer kağıtlarına ait boya transfer oranları

Boya yüzdesi	Kağıt Gramajlarına Göre Boya Transfer Oranları (%)			
	kaplamalı A1 45 g/m ²	kaplamalı A2 55 g/m ²	kaplamalı A3 65 g/m ²	kaplamalı A4 76 g/m ²
20%	29,63%	20,00%	13,64%	23,33%
40%	42,11%	38,46%	31,43%	37,78%
60%	48,33%	46,67%	38,46%	38,10%
80%	43,42%	39,73%	32,81%	22,97%
100%	33,70%	32,58%	30,38%	14,94%

Sarı renk için kağıt üzerinden ölçülen boya yoğunluğu değerleri Çizelge 4.39'da; boya transfer oranı değerleri de Çizelge 4.7'de gösterilmiştir. Çizelgeden görüldüğü üzere genel olarak en iyi boya transfer oranını kaplamalı A1 45 g/m² kâğıt gösterirken; en zayıf transfer oranını özellikle koyu tonlarda A4 76 g/m² kağıdı vermiştir. İkinci ve üçüncü derecede iyi sayılabilecek sonuçlar sırayla A2 55 g/m² ve A3 65 g/m² kağıtlara ait görünmektedir.



Şekil 4.40. Siyah renk için farklı gramajda transfer kağıtlarında transfer öncesi ve sonrası boya yoğunluğu ölçüm sonuçları

Çizelge 4.8. Siyah renk için farklı gramajda transfer kağıtlarına ait boya transfer oranları

Boya yüzdesi	Kağıt Gramajlarına Göre Boya Transfer Oranları (%)			
	kaplamalı A1 45 g/m ²	kaplamalı A2 55 g/m ²	kaplamalı A3 65 g/m ²	kaplamalı A4 76 g/m ²
20%	44,83%	46,15%	34,62%	53,13%
40%	57,78%	56,82%	41,46%	58,33%
60%	61,97%	57,81%	45,31%	58,57%
80%	56,18%	57,65%	40,74%	50,59%
100%	47,12%	49,02%	36,08%	44,44%

Siyah renk için transfer öncesi ve sonrası kâğıt yüzeyi boya yoğunluğu değerleri Şekil 4.40'ta ve hesaplanan boya transfer oranları da Çizelge 4.8'de görülmektedir. Çizelgede görüldüğü üzere %20-60 boya oranında en iyi boya aktarımını kaplamalı A4 76 g/m² göstermektedir. %60-80 boya oranında ise en iyi boya aktarımını kaplamalı A2 55 g/m² vermiştir. En düşük boya transfer oranları ise kaplamalı A3 65 g/m² kâğıt ile alınmıştır.

5. SONUÇ

Dijital transfer baskı işlemlerinde kullanılan kağıtlara özellikle kaplama yapılıp yapılmaması, kağıt gramajı ve kaplama kalitesi gibi parametrelerin baskıda renk verimi baskı kalitesi (netliği) üzerine etkisini araştırmak amacıyla yapılan bu tez çalışması 3 aşamalı olarak gerçekleştirilmiştir.

Birinci aşama ön denemelerden oluşmakta olup baskıda optimum transfer şartlarını belirlemeye yönelik olarak yapılan çalışmalardır. Bu denemeler sonucunda mevcut şartlar altında optimum transfer sıcaklığı olarak 210 °C ve süre olarak da 30 sn ortaya çıkmıştır.

İkinci aşamada benzer kağıt gramajları kullanılarak bir tanesi kaplamasız 3 tanesi farklı kaplama kalitelerinde 4 tane kağıt üzerine yapılan baskılar üzerinden kaplamalı-kaplamasız kağıt farkı ile kaplama kalitelerinin baskı üzerine etkisi değerlendirilmiştir. Üçüncü aşamada ise benzer kaplama kalitesinde fakat farklı gramajda 4 kağıt türü üzerine yapılan baskılarla gramaj farkının baskı kalitesi üzerine olabilecek etkileri araştırılmıştır.

Ayrıca, tüm baskılar CMYK renkleri ile ve 5 farklı boya oranı ile yapılarak renk ve ton farklılıklarının etkisi de araştırılmıştır. Son olarak kağıt üzerinden transfer öncesi ve sonrasında yapılan ölçümlerle kağıt üzerinden boya transfer verimleri de araştırılmıştır.

Elde edilen genel bir sonuç, kağıt kalitesi ve gramajı ne olursa olsun tüm kağıt kalitelerinde 4 ana renk olan Siyan, Magenta, Sarı ve Siyah renkleri arasında renk verimi ve baskı kalitesi açısından belirgin farkların ortaya çıkmış olmasıdır. Baskıda renk verimi açısından uygulamada göz önünde bulundurulması gereken bu durumun boyalardaki kimyasal ve reolojik farklılıklar nedeniyle beklenen bir durum olarak değerlendirilmiştir.

Kaplamasız kâğıt %40 boya oranına kadar olan açık tonlarda kaplamalı kağıtlara yakın renk verimi sonuçları verirken, basılan boya oranı arttıkça (renkler koyulaştıkça) genel olarak kaplamalı kağıtların transfer oranı daha yüksek çıkmaktadır.

45 g/m²'den 76 g/m²'ye kadar değişen 4 farklı gramajda kağıt üzerinde alınan sonuçlar genel olarak kağıt gramajı ile renk verimi ve baskı kalitesi arasında yakın bir ilişkinin olmadığını ortaya ortaya koymuştur. Buradan kaplamalı kağıtlarda kâğıdın gramajından çok kaplamanın kimyasının önemli olduğu sonucuna varılmıştır.

Baskıların netliği deney deseni üzerinde 5 dereceli daireler ve çizgiler ile değerlendirilmiş olup, genelde tüm numunelerde çizgi netlikleri kontür (daire) netliklerinden daha yüksek çıkmıştır. Bunun nedeni ise daire şeklindeki baskılarda değerlendirilen yayılmanın 360 derece olmasına karşılık, çizgi netliklerinde ise sadece çizginin enine yöndeki genişleme ile değerlendirilebilmesidir.

Kaplamalı ve kaplamasız kağıtlar arasında kontür ve çizgi netlikleri açısından kaplamanın kalitesine ve CMYK renklerine göre değerşen oranlarda kaplamalı kağıtlar lehine farklar ortaya çıkmıştır. Bunun sebebi ise basılan boya damlasının kaplamasız kâğıtta beklendiği şekilde daha fazla yayılmasıdır. Ayrıca, genel olarak kağıt üzerinde 4.5-5 seviyesinde alınan kontür netliklerinde kumaşa transfer sırasında boyalardaki yayılma nedeniyle 1.5-2 dereceye varan düşüşler meydana gelmiştir.

Kağıt üzerine basılan boyanın transfer işlemi sonucunda hangi oranlarda kumaşa transfer edilebildiği konusunda yapılan ölçüm ve hesaplama sonuçları genel olarak kaplamalı kağıtlarda transfer veriminin daha yüksek olduğunu ortaya koymuştur. Kaplamalı kağıt kalitelerinden birisinde yüksek transfer sıcaklığının etkisiyle transfer sonrasında kağıt kalitesi ve/veya kaplama kaynaklı belirgin sararmalar meydana gelmiştir. Bu nedenle özellikle sarı renkte transfer oranları negatif değerler almıştır. Boya transfer oranları CMYK renkleri ile de ilgili olup, en yüksek transfer oranlarına siyah renkte ulaşılırken, en düşük oranlar sarı renk ile elde edilmiştir. Magenta ve siyan yaklaşık benzer transfer oranları göstermiştir.

Bu alanda ilerde yapılması gereken konular arasında “transfer işlemi sırasında kağıt kalınlığının kumaş yüzeyine ısı iletimine etkisinin araştırılması” oldukça faydalı bir çalışma olacaktır. Ayrıca, koyu zemin baskılarında kağıtların baskı makinesinde çalışma performansı, stabilitesi, ve kuruma zamanı gibi parametrelerde başka bir çalışmada incelenebilir.

KAYNAKLAR

Alkara, S. 2006. Azobisizobütironitril baslatıcısı ile poli(etilen teraftalat) liflere metakrilamidin asılanması. *Yüksek Lisans Tezi*, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Anabilim Dalı, Ankara.

Anonim, 2007. Digital printin most important advadeges. http://www.techexchange.com/thelibrary/print_defects.html-(Erişim tarihi: 04.05.2019).

Anonim, 2013. Working principle of nozzle. <http://www.dp3project.org/technologies/digital-printing/inkjet->(Erişim tarihi: 9.07.2019).

Anonim, 2014a. Continuous and drop on demand working figure. www.screenweb.com-(Erişim tarih: 09.07.2019).

Anonim, 2014b. Termal buble jet working figure http://www.pctechguide.com/53Inkjets_Thermal_technology.htm-(Erişim tarihi:10.07.2019).

Anonim, 2014c. Piezo electric printhead techlogy and working prensible http://www.pctechguide.com/53Inkjets_Piezo-electric_technology.htm-(Erişim tarihi:10.07.2019)

Anonim, 2014d. Roller coating working logic <http://voith.com/ca-en/DynaCoat-AT-Produktbeschreibung-de.pdf> -(Erişim tarihi:10.10.2019).

Anonim, 2014e. Metraj baskı kalenderi bilgi ve görseli <http://turalmakina.com.tr/tr-34-TC-610-METRAJ-TRANSFER-BASKI-MAKINASI.html>-(Erişim tarihi:12.10.2019).

Anonim, 2015a. Continue printhead working principle. http://www.veredlung.schemikalien.basf.de/evwcmsin/internet/en_GB/portal/showcontent_tc/content/EV/EV8/applications/Inkjet_printing/Inkjet_technology/continuous_printhead_technology-(Erişim tarihi:10.07.2019).

Anonim, 2015b. Termal shock nozzle working figure http://www.veredlung.schemikalien.basf.de/evwcmsin/internet/en_GB/portal/showcontent_tc/content/EV/EV8/applications/Inkjet_printing/Inkjet_technology/thermal_printhead_technology-(Erişim tarihi:10.07.2019).

Anonim, 2015c. Piezo electronic printing technology figure http://www.veredlung.schemikalien.basf.de/evwcmsin/internet/en_GB/portal/showcontent_tc/content/EV/EV8/applications/Inkjet_printing/Inkjet_technology/continuous_printhead_technology-(Erişim tarihi:10.07.2019).

Anonim, 2015d. Single pass dijital baskı makinesi görseli (https://www.Konica_minolta.com/inkjet/textile_printers/nassenger_sp1/index.html)-(Erişim yılı:08.08.2019).

Anonim, 2015e. Tek geçişli baskı makinesi baskı yaparken fotoğrafı <https://www.youtube.com/watch?v=gUFY11BmsfM>-(Erişim yılı 10.08.2019).

Anonim, 2016a. General stages of paper production method <http://www.csun.edu/pjd77408/DrD/resources/Printing/PaperMade.html>-(Erişim tarihi:15.08.2019).

Anonim, 2016b. Çift baskı yönlü parça baskı pres makinesi fotoğrafı <http://www.atakmakina.net/digitalmak.asp20>-(Erişim tarihi:12.10.2019).

Anonim, 2016c. *Canapa Paper Technologies*, (1): 8-12.

Aspland, J.R. 1992. Disperse dyes and their application to polyester. *Textile Chemist and Colorist*, 24(12), 18- 23.

Anonim, 2018a. Polyester printing method and sblimation printing advantages to direct printing. <https://www.hollyflower.com/sublimation-digital-printing->(Erişim tarihi: 05.05.2019).

Anonim, 2018b Dijital baskı kâğit tüketimi ve pazar raporu <http://eds.b.ebscohost.com/eds/detail/detail?vid=12&sid=1f9d9b3145ef4714bd8ad1c43280e55e%40pdcsessmgr06&bdata=Jmxhbmc9dHImc2l0ZT1lZHMtbG12ZQ%3d%3d#AN=bizwire.c86130694&db=bwh>-(Erişim tarihi:28.8.2019).

Anonim, 2019a. Dijital süblimasyon baskı girdileri ve piyasanın kağit tüketim yönü. [https://canapa.com.tr/tr/2019/07/30/yeni-baslayanlar-icin-sublimasyon-baski-2/-](https://canapa.com.tr/tr/2019/07/30/yeni-baslayanlar-icin-sublimasyon-baski-2/)(Erişim tarihi:12.08.2019).

Anonim, 2019b Taramalı sistem dijital baskı makinesi <http://www.dgi-net.com/main/main.php?categoryid=03&menuid=01&groupid=01&partid=06>-(Erişim tarihi:20.10.2019).

Cunningham, A.D. 1996. Identifying critical machinery and dye parameters or successful rapid dyeing of polyester. *Textile Chemist and Colorist*, 28(2), 23- 31.

Elsayad, H.S., Elsherbing, S. 2008. A study into the influence of paper coatings on paper properties and print quality of dye sublimation thermal prints. Helwan University Cario, Egypt. 30.06.2008.

Gao, C., Xing, T., Hou, X., Chen, G. 2019 Preparation of disperse inks for direct inkjet printing of non-pretreated polyester fabrics, 25.06.2019, National Engineering Laboratory for Modern Silk, College of Textile and Clothing Engineering, Soochow University, Suzhou 215000, China.

Hamprect, R. 2002. Dye classes for principal applications: Industrial Dyes Chemistry, Properties, Applications. Ed: Hunger, K., Willey VCH, Germany, 113-138.

Hawkyard, C 2006. Substrate preparation for ink-jet printing: Digital printing of textiles: Editor: Ujiie H, Cambridge, England, 201-215.

Holik, H. 2013. Introduction: Handbook of paper and board, Edited Holik, H., Ravensburg Germany, 1-31.

- Karayannidis G.P., Achilias D.S. 2007.** Chemical recycling of poly(ethyleneterephthalate). *Macromolecular Materials and Engineering*, 292(2):128-46 pp.
- Kanık, M. 2004.** Tekstil teknolojisi ve kimyasındaki son gelişmeler sempozyumu 191-203.
- Kanık, M. 2005.** Tekstil ink jet baskı teknolojisi, Uludağ Üniversitesi, Tekstil Mühendisliği, Baskı Teknolojisi Ders Notları 2005. 2-20.
- Kanık, M. 2012.** Baskı teknolojisi, Uludağ Üniversitesi, Tekstil Mühendisliği Baskı Teknolojisi Ders notları 2005 95 s.
- Kanık, M., Manasoğlu, G., Soruç, S. 2015.** ITMA 2015'te dijital baskı teknolojisi raporu: ITMA 2015 tekstil makineleri Milano fuarı Butekom teknolojik değerlendirme raporu: Editörler: Ulcay Y, Teke Ş, Bursa. 299-313.
- Koh, J. 2011.** Dyeing with disperse dyes: Textile Dyeing, Ed. Hauser, P.J., InTech, North Carolina, USA 195-220.
- Kaya, S.H. 2019.** Sözlü görüşme. AIT dijital baskı sistemleri, Teknik departman müdürü, Bursa, (Görüşme tarihi: 26.11.2019), salihhakan@ait.com.tr.
- Muth, M. 2005.** Digital textile printing challenges for inks dystar presentation: Dystar Textilfarben GMBH Germany. 8-14.
- Özpolat, 2014.** Kağıt üretim adımları ve prosesleri http://biltek.tubitak.gov.tr/merak_ettikleriniz/index.php?kategori_id=5&s_oru_id=473-(Erişim tarihi: 21.09.2019).
- Song, Y., Fang, K., Ren, Y., Tang, Z., Wang, R., Chen, W., Xie, R., Shi, Z., Hao, L. 2018.** Inkjet printable and self-curable disperse dyes/P(St-BA-MAA) Nanosphere Inks for Both Hydrophilic and Hydrophobic Fabrics. Collaborative Innovation Center for Eco-Textiles of Shandong Province, Qingdao China 14 pp.
- Santana, G. K., P., Kulkarni, S.T. 2008.** Polyester resins: Polyesters and Poliamids, Editor: Deopura, B.L., Alagirusamy, R., Joshi, M., Guptas, B. Woodhead Publishing, Cambridge England, 3-35
- Savastona, D. 2019.** The digital textile market continues to grow, *Ink Word magazine* July/August 1-2.
- Selçuk, E. 2009.** Ink jet baskılarda kumaşa uygulanan ön işlemlerin baskı kalitesi üzerine etkisinin araştırılması *Yüksek lisans tezi* Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı, Bursa.
- Sönmez, H. 2004.** Dijital Baskı Teknolojileri ve Son Gelişmelerin İncelenmesi.-*Lisans tezi*, Uludağ Üniversitesi, Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı, Bursa 13 s.
- Sang, R., Auhom, W., Kogler, W., Tietz, M., 2013.** Surface sizing and coating: Handbook of Paper and Board, Edited Holik, H., Ravensburg Germany, 745-784.

Shan, C. 2016. Sublimation paper for digital printing patent <https://patents.google.com/patent/US9499000B2/en->(Erişim tarihi:22.11.2016).

Ujie, H. 2006. Desing and workflow in digital inkjet printing: Digital printing of textiles: Editor: Ujii H, Cambridge, England, 334-354.

Vigo, T.L. 1994. Textile processing and properties; Preperation dyeing, Printing and Performance. Elsevier Science B. V. 882243, Netherlands, 479 pp.

Willians, A. 2007. Inter instument agreement in colour and density measurement [http://www.ifra.com/website/specialr.nsf/0/bcccae8750e9d0c6c12572eb002a0b45/\\$file/sre_2007-02.pdf](http://www.ifra.com/website/specialr.nsf/0/bcccae8750e9d0c6c12572eb002a0b45/$file/sre_2007-02.pdf)-(Erişim tarihi:05.08.2019).

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Mehmet GÜLEÇER
Doğum Yeri ve Tarihi : BALIKESİR 14.05.1991
Yabancı Dil : İngilizce

Eğitim Durumu
Lise : ÖZEL FIRAT ANADOLU LİSESİ/2009
Lisans : ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ TEKSTİL MÜHENDİSLİĞİ/2014

Çalıştığı Kurum/Kurumlar : İSKO
A.I.T Bilgisayar Sis. Makine San.Tic.Ltd.Şti.

İletişim (e-posta) : mgulecer@gmail.com

Yayımları :