



**TABAKA OFSET BASKI MAKİNELERİNDE MERDANE  
AŞINMALARININ BASKI KALİTESİNE ETKİSİ**

**Bahar ASLAN**

**DOKTORA TEZİ  
MAKİNE EĞİTİMİ ANABİLİM DALI**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**HAZİRAN 2015**

Bahar ASLAN tarafından hazırlanan “TABAKA OFSET BASKI MAKİNELERİNDE MERDANE AŞINMALARININ BASKI KALİTESİNE ETKİSİ” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından OY BİRLİĞİ ile Gazi Üniversitesi Makina Eğitimi Anabilim Dalı’nda DOKTORA TEZİ olarak kabul edilmiştir.

**Danışman:** Doç. Dr. Erdoğan KÖSE

Makina Eğitimi Anabilim Dalı, Gazi Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Doktora Tezi olduğunu onaylıyorum .....

**İkinci Danışman:** Prof. Dr. Ulvi ŞEKER

İmalat Mühendisliği Anabilim Dalı, Gazi Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Doktora Tezi olduğunu onaylıyorum .....

**Başkan :** Prof. Dr. Adnan TEPECİK

Görsel Sanatlar ve Tasarım Bölümü, Başkent Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Doktora Tezi olduğunu onaylıyorum .....

**Üye:** Prof. Dr. Ahmet ÖZDEMİR

İmalat Mühendisliği Anabilim Dalı, Gazi Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Doktora Tezi olduğunu onaylıyorum .....

**Üye :** Prof. Dr. İhsan KORKUT

İmalat Mühendisliği Anabilim Dalı, Gazi Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Doktora Tezi olduğunu onaylıyorum .....

**Üye:** Doç. Dr. Abdullah KURT

İmalat Mühendisliği Anabilim Dalı, Gazi Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Doktora Tezi olduğunu onaylıyorum .....

**Üye :** Doç. Dr. Candan CENGİZ

Basım Teknolojileri Bölümü, Marmara Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Doktora Tezi olduğunu onaylıyorum .....

Tez Savunma Tarihi: 24/06/2015

Jüri tarafından kabul edilen bu tezin Doktora Tezi olması için gerekli şartları yerine getirdiğini onaylıyorum.

.....

Prof. Dr. Şeref SAĞIROĞLU

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

## ETİK BEYAN

Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu,

bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

Bahar ASLAN

24/06/2015

TABAKA OFSET BASKI MAKİNELERİNDE MERDANE AŞINMALARININ BASKI  
KALİTESİNE ETKİSİ

(Doktora Tezi)

Bahar ASLAN

GAZİ ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Haziran 2015

ÖZET

Baskı makinelerinde mürekkep ve nemlendirme merdanelerinin kalitesi ve kullanımı baskı kalitesi ile üretim performansını etkileyen önemli faktörlerdendir. Bu çalışmanın amacı ofset baskı merdanelerinin çalışma süresince yüzeyinde meydana gelen pürüzlülük, çap ve sertlik değişimlerini tespit etmek ve merdane aşınmalarının baskı kalitesine etkisini belirlemektir. Bu kapsamda, 750 000 adet baskıya kadar her yüz binde bir; 750 000 baskıdan sonra beş milyon baskıya kadar, her bir milyonda bir merdane yüzeyinde meydana gelen değişimler incelenmiştir. Ayrıca merdane yüzeyindeki değişimin baskı kalitesine ve renk evrenine etkisini belirlemek amacıyla basılı örneklerin densite değerleri ve  $L^*a^*b^*$  renk ölçümleri yapılmıştır. Merdane yüzeyinde meydana gelen bu değişimin renk kalitesini negatif yönde etkilemediği ortaya konulmuştur. Yeni merdane ile yapılan baskıların tram noktalarının daha düzenli olduğu buna karşın eski merdane ile elde edilen tram noktalarının ise bozulmuş yapı sergilediği tespit edilmiştir. Daha sonra merdane yüzeyinden ve test baskılardan elde edilen ölçümler istatistiksel olarak analiz edilmiş ve baskı kalitesinin önemli parametreleri olan densite,  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  ve  $\Delta E$  için uygulanabilir bir matematiksel model geliştirilmiştir. Geliştirilen model sonuçları ile deney sonuçlarının çok yakın bir dağılım sergilediği ve pratik olarak kullanılabileceği görülmüştür.

Bilim Kodu : 708.3.028  
Anahtar Kelimeler : Baskı kalitesi, merdane, modelleme, ofset baskı, yüzey özellikleri  
Sayfa Adedi : 107  
Danışman : Doç. Dr. Erdoğan KÖSE  
İkinci Danışman : Prof. Dr. Ulvi ŞEKER

THE EFFECT OF ROLLER WEARINGS ON PRINT QUALITY  
IN SHEET-FED OFFSET PRINTING

(Ph.D. Thesis)

Bahar ASLAN

GAZİ UNIVERSITY  
GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES

June 2015

ABSTRACT

The quality and use of inking and dampening rollers on the printing press is one of the important factors that affect the printing quality and production performance. The aim of this study is to determine the roughness, diameter and hardness changes on the surface of offset printing rollers while operating time and indicate the effect of roller wearing on printing quality. Within this framework the changes, up to 750 000 unit printing samples one per hundred thousand, after 750 000 unit printing samples one per one million, occurred on roller surface were examined. Also density values and  $L^*a^*b^*$  color measurement was done to determine the printing quality and color space which affected by change on the roller surface. It was suggest that the changes occurred on the roller surface have not affect the color quality in a negatively. It was indicated that the printing dots which are done with the new roller were more uniform although screen dots obtained by using old roller showed a distorted structure. Then the measurements obtained from roller surface and printing samples were analysed statistically and a feasible mathematical model was developed for density,  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  and  $\Delta E$  which are important parameters of printing quality. It was seen that the results of the developed model and tests showed a good agreement and they are practically workable.

Science Code : 708.3.028  
Key Words : Print quality, roller, modelling, offset printing, surface properties  
Page Number : 107  
Supervisor : Assoc. Prof. Dr. Erdoğan KÖSE  
Co-supervisor : Prof. Dr. Ulvi ŞEKER

## TEŞEKKÜR

Tez çalışmam boyunca bilgi ve deneyimleri ile daima bana yol gösteren danışmanlarım Doç. Dr. Erdoğan Köse ve Prof. Dr. Ulvi Şeker'e, tez izleme sürecindeki değerli katkılarından dolayı değerli hocalarım Prof. Dr. Adnan Tepecik ve Doç. Dr. Abdullah Kurt'a, tezin deneysel çalışmaları aşamasında yardımlarını esirgemeyen Gazi Üniversitesi basımevi çalışanlarına, Uzman Selçuk Yağmur'a, Arş. Gör. Dr. Gültekin Uzun'a, Sayın Orhan Çakıl'a ve Sayın Hakkı Tokat'a; renk ölçümleri sırasında sağlamış oldukları teknik destek dolayısıyla Marmara Üniversitesi Bölüm Başkanlığı'na ve Arş. Gör. Dr. Doğan Tutak'a; okul hayatım ve tezim süresince kıymetli tecrübelerinden faydalandığım Öğr.Gör. Niyazi Kansu'ya ve Gazi Üniversitesi Matbaa Eğitimi Bölümü'nün çok kıymetli diğer hocalarına ve akademik kariyer yolunda maddi manevi her konuda yanımda olan sevgili eşim Ercüment Aslan'a ve Annem'e teşekkürü bir borç bilirim. Ayrıca 07/2012-35 No'lu Proje ile tezimi maddi olarak destekleyen Gazi Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi Başkanlığı'na da teşekkür ederim.

## İÇİNDEKİLER

	<b>Sayfa</b>
ÖZET .....	iv
ABSTRACT .....	v
TEŞEKKÜR.....	vi
İÇİNDEKİLER .....	vii
ÇİZELGELERİN LİSTESİ.....	xi
ŞEKİLLERİN LİSTESİ.....	xii
RESİMLERİN LİSTESİ.....	xiv
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	xv
1. GİRİŞ.....	1
2. OFSET BASKI SİSTEMİ.....	3
2.1. Tabaka Ofset Baskı Makineleri .....	4
2.1.1. Tabaka ofseti oluşturan sistemler.....	4
2.2. Ofset Baskıda Renk Kalitesi .....	6
2.2.1. CIE L*a*b* renk evreni .....	6
2.2.2. Densitometri .....	9
2.3. Ofset Baskı Makinelerinde Mürekkep Sistemi .....	9
2.3.1. Mürekkep ünitesi.....	10
2.3.2. Merdanelerde mürekkep transferi.....	16
2.4. Ofset Baskı Makinelerinde Nemlendirme Sistemi.....	17
2.4.1. Kalıp nemlendirme merdaneleri.....	18
2.5. Ofset Baskı Merdanelerinin Yapısı.....	20
2.5.1. Kauçuk .....	20
2.5.2. Dolgu maddeleri.....	24



	<b>Sayfa</b>
2.5.3. Yumuşatıcılar .....	24
2.5.4. Proses kolaylaştırıcılar .....	25
2.5.5. Merdane mili .....	25
2.6. Ofset Baskı Merdanesi Üretim Yöntemleri.....	26
2.6.1. Klasik sistem merdane üretimi.....	27
2.6.2. Ekstrüzyon teknolojisi ile merdane üretimi .....	29
2.7. Ofset Baskı Merdanelerinin Özellikleri .....	30
2.7.1. Kauçuk sertliği .....	32
2.7.2. Yüzey pürüzlülüğü .....	33
2.7.3. Isı dayanımı.....	36
2.7.4. Şişme ve sürtünme dayanımı .....	37
2.7.5. Merdane balansı .....	38
2.8. Ofset Baskıda Merdane Kullanım Ömrünü Belirleyen Etkenler .....	38
2.8.1. Merdane baskı izi .....	39
2.8.2. Kullanılan mürekkepler.....	39
2.8.3. Merdane temizlik kimyasalları.....	41
2.8.4. Hazne suyu pH ve dH değerleri .....	42
2.8.5. Merdane basıncı .....	43
2.8.6. Depolama koşulları .....	43
3. REGRESYON ANALİZİ .....	45
3.1. Doğrusal Regresyon Analizi .....	46
3.1.1. Basit doğrusal regresyon analizi .....	46
3.1.2. Çok değişkenli doğrusal regresyon analizi .....	49
3.1.3. İstatiksel değerlendirme kriterleri .....	52

4. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI .....	53
5. MALZEME VE METOT .....	63
5.1. Baskı Kalitesi Ölçümü .....	63
5.1.1. Test baskı sayfası .....	63
5.1.2. Densitometre ve spektrofotometre .....	65
5.1.3. Kullanılan diğer malzeme ve ekipmanlar .....	65
5.2. Merdane Yüzey Ölçümü .....	66
5.2.1. Merdane sertliği .....	66
5.2.2. Merdane çapı .....	67
5.2.3. Merdane yüzey pürüzlülüğü .....	67
5.3. Metot .....	68
5.3.1. Baskı kalitesi parametrelerinin modellenmesi .....	69
6. DENEY VE MODEL SONUÇLARI .....	73
6.1. Deney sonuçları .....	73
6.1.1. Baskı sayısına bağlı olarak yüzey pürüzlülüğü değişimi .....	73
6.1.2. Yüzey pürüzlülüğü- densite ilişkisi .....	74
6.1.3. Yüzey pürüzlülüğü- L* (parlaklık) ilişkisi .....	75
6.1.4. Yüzey pürüzlülüğü- a*, b* ilişkisi .....	76
6.1.5. Baskı sayısı- $\Delta E$ ilişkisi .....	78
6.1.6. Merdane çap değişimi .....	79
6.1.7. Merdane sertlik değişimi .....	80
6.1.8. Baskıların renk evrenlerinin karşılaştırılması .....	81
6.1.9. Renk ölçümsel karşılaştırma .....	82
6.1.10. Tram noktalarının değerlendirilmesi .....	84

	<b>Sayfa</b>
6.2. Modelleme Sonuçları .....	85
6.2.1. Densite model sonuçları .....	85
6.2.2. L* (parlaklık) model sonuçları .....	86
6.2.3. a* model sonuçları .....	87
6.2.4. b* model sonuçları .....	88
6.2.5. $\Delta E$ model sonuçları .....	89
7. SONUÇ VE ÖNERİLER .....	91
KAYNAKLAR .....	95
EKLER .....	101
EK-1. Çeşitli merdane yüzeyleri .....	102
EK-2. L*a*b* değerlerine göre renk farklılıkları .....	103
EK-3. Test baskı sayfası-1 .....	104
EK-4. Test baskı sayfası-2 .....	105
ÖZGEÇMİŞ .....	106

## ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 2.1. ISO 12647-2 parlak kuşe kağıt referans değerler .....	9
Çizelge 2.2. Proses renkler $\Delta E_{ab}$ toleransları .....	9
Çizelge 2.3. Isı değişimlerinin merdane sertliğine etkisi .....	37
Çizelge 5.1. Gretagmacbeth spektrofotometre teknik özellikleri .....	65
Çizelge 5.2. Otomatik spektral ölçüm cihazı ve tablası .....	65
Çizelge 5.3. Kullanılan merdanenin kimyasal içeriği .....	66
Çizelge 5.4. A tipi analog durometre .....	66
Çizelge 5.5. Kumpas ölçüm özellikleri .....	67
Çizelge 5.6. Mahr yüzey pürüzlülük ölçüm cihazı teknik özellikleri .....	67
Çizelge 6.1. Densite için elde edilen eşitlik sabitleri .....	86
Çizelge 6.2. $L^*$ için elde edilen eşitlik sabitleri .....	87
Çizelge 6.3. $a^*$ için elde edilen eşitlik sabitleri .....	88
Çizelge 6.4. $b^*$ için elde edilen eşitlik sabitleri .....	89
Çizelge 6.5. $\Delta E$ için elde edilen eşitlik sabitleri .....	90

## ŞEKİLLERİN LİSTESİ

<b>Şekil</b>	<b>Sayfa</b>
Şekil 2.1. Tabaka ofset baskı makinesinin çalışma prensibi.....	3
Şekil 2.2. Dört renkli tabaka ofset baskı makinesinde silindir dizilimi.....	5
Şekil 2.3. CIE L*a*b* renk evreni.....	7
Şekil 2.4. Ofset baskı makinelerinde merdane dizilişi.....	11
Şekil 2.5. Hazne merdanesi–mürekkep kalınlığı ilişkisi.....	13
Şekil 2.6. Basılı görüntüde gölgeleme etkisi .....	15
Şekil 2.7. Ofset baskıda mürekkep transferi .....	16
Şekil 2.8. Ofset baskıda konvensiyonel nemlendirme sistemi.....	18
Şekil 2.9. Kauçuk üretiminde kullanılan ana bileşenler .....	21
Şekil 2.10. Merdane şişme süreci .....	22
Şekil 2.11. Merdane büzülme süreci.....	23
Şekil 2.12. Merdane kauçuğu yapımında kullanılan hammaddelerin sertliğe etkisi .....	23
Şekil 2.13. Çeşitli merdane mili yapıları .....	27
Şekil 2.14. Merdane yüzeyinde parlama.....	34
Şekil 2.15. Ra ölçüm prensibi .....	35
Şekil 2.16. Rz ölçüm prensibi .....	35
Şekil 2.17. Baskı ünitesinde ısı eğrileri .....	36
Şekil 2.18. Merdane şişme örnekleri.....	38
Şekil 2.19. Merdane baskı izi kontrol cetveli .....	39
Şekil 2.20. Farklı kimyasallar altında kauçuk şişme testi .....	40
Şekil 2.21. Ofset baskıda ideal dH değeri.....	42
Şekil 2.22. Ofset baskıda ideal pH değeri.....	43
Şekil 3.1. Değişkenler arasındaki tipik ilişkiler için bazı serpilme diyagramı örnekleri.....	45

<b>Şekil</b>	<b>Sayfa</b>
Şekil 3.2. Basit doğrusal regresyon modelindeki hata terimi .....	47
Şekil 5.1. Tek renkli test baskı sayfası.....	63
Şekil 5.2. Dört renkli (CMYK) test baskı sayfası .....	64
Şekil 6.1. Baskı sayısına bağlı olarak yüzey pürüzlülüğü değişimi.....	73
Şekil 6.2. Yüzey pürüzlülüğü- densite ilişkisi .....	75
Şekil 6.3. Yüzey pürüzlülüğü- L* (parlaklık) ilişkisi .....	76
Şekil 6.4. Yüzey pürüzlülüğü- a* (Kırmızı/Yeşil) ilişkisi .....	77
Şekil 6.5. Yüzey pürüzlülüğü- b* (Sarı/Mavi) ilişkisi .....	77
Şekil 6.6. Baskı sayısına bağlı olarak $\Delta E$ değişimi.....	78
Şekil 6.7. Baskı sayısına bağlı olarak çap değişimi .....	79
Şekil 6.8. Baskı sayısına bağlı olarak sertlik değişimi .....	80
Şekil 6.9. Renk evrenleri karşılaştırma .....	81
Şekil 6.10. Renk evrenleri karşılaştırma (xy) .....	82
Şekil 6.11. Kolorimetrik karşılaştırma .....	83
Şekil 6.12. Densite deney sonucu- model karşılaştırma .....	85
Şekil 6.13. L* (parlaklık) deney sonucu- model karşılaştırma .....	86
Şekil 6.14. a* deney sonucu- model karşılaştırma.....	87
Şekil 6.15. b* deney sonucu- model karşılaştırma .....	88
Şekil 6.16. $\Delta E$ deney sonucu- model karşılaştırma.....	89

**RESİMLERİN LİSTESİ**

<b>Resim</b>	<b>Sayfa</b>
Resim 2.1. Mürekkep- su dengesinin baskıya etkisi.....	18
Resim 2.2. Hasarlı olan millerin soyulma işlemi.....	26
Resim 2.3. Kauçuğun merdane miline sarılması .....	28
Resim 2.4. Kauçuk sarılan merdanenin fırınlanması.....	28
Resim 2.5. Merdane yüzey taşlama işlemi.....	29
Resim 2.6. Ekstrüzyon yöntemiyle merdane üretimi.....	30
Resim 2.7. Parlamlı merdane yüzeyi.....	31
Resim 2.8. Temiz merdane yüzeyi.....	33
Resim 2.9. Merdane ambalajlama.....	44
Resim 6.1. Çeşitli tram nokta yoğunlukları .....	84

## SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış simgeler ve kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

### Simgeler

### Açıklamalar

<b>a*</b>	Yeşil/Kırmızı eksen
<b>b*</b>	Sarı/Mavi eksen
<b>d</b>	Densite (mürekkep yoğunluğu)
<b>dH</b>	Alman su sertlik derecesi
<b>L*</b>	Lightness (Parlaklık) değeri
<b>pH</b>	Asitlik-bazlık derecesi
<b>Shore A</b>	Yumuşak kauçuklarda sertlik ölçüm birimi
<b>ΔE</b>	Delta E (İki renk arasındaki fark)

### Kısaltmalar

### Açıklamalar

<b>Buna-N</b>	Nitril Kauçuk
<b>CMYK</b>	Cyan, Magenta, Sarı ve Siyah renkleri
<b>CNC</b>	Bilgisayarla Sayısal Denetim
<b>CR</b>	Kloropren Kauçuk
<b>CSM</b>	Klorsülfonlanmış Polietilen Kauçuk
<b>CTP</b>	Bilgisayardan Kalıba Teknolojisi
<b>DIN</b>	Alman Standart Enstitüsü
<b>ECI</b>	Avrupa Renk Girişimi
<b>ECO</b>	Epiklorohidrin Kauçuklar
<b>EHL</b>	Elastohidrodinamik Yağlama
<b>EPDM</b>	Etilen-Propilen-Dien Kauçuk
<b>EVA</b>	Etilen Vinil Asetat
<b>FPM</b>	Florlu Propilen Monomer
<b>IIR</b>	Butil Kauçuk, İzobüten-İzopren
<b>ICC</b>	Uluslar Arası Renk Konsorsiyumu
<b>IPA</b>	Isapropil Alkol



**Kısaltmalar****Açıklamalar**

<b>ISO</b>	Uluslar Arası Standartlar Organizasyonu
<b>MVQ</b>	Metil Vinil Silikon Kauçuk
<b>NBR</b>	Nitril- Akrilnitril Bütadien Kauçuk
<b>NR</b>	Doğal Kauçuk
<b>PEG</b>	Polietilen Glikol
<b>PU</b>	Poliüretan Kauçuk
<b>PVC</b>	Polivinil Klorür
<b>RGB</b>	Kırmızı, Yeşil ve Mavi renkleri
<b>SBR</b>	Stiren-Bütadien Kauçuk
<b>UV</b>	Mor Ötesi
<b>VOC</b>	Uçucu Organik Bileşik

## 1. GİRİŞ

Tüm baskı üretim süreçlerinde olduğu gibi ofset baskı üretim sürecinde de amaç; yeteri kadar mürekkebi, bir baskı altı malzemesi üzerine transfer ederek Uluslararası Standartlar Organizasyonu (ISO) standartlarına uygun kaliteli baskı neticeleri elde etmek ve mürekkebin renk özelliklerini baskı süresince kontrol altında tutabilmektir. Baskı üretimi ve kalitesi; makine, araç-gereç ve malzemenin uyum içinde çalışmasına bağlıdır. Ofset baskı makinelerinde mürekkep ve nemlendirme merdanelerinin kalitesi ve kullanımı, baskı kalitesi ile üretim performansını etkileyen önemli faktörlerdendir.

Yüksek tram sıklığı değerlerinin net olarak basılabilmesine ve kaliteli baskıya imkan veren ofset baskı günümüzde en yaygın olarak kullanılan baskı sistemidir. Sistemin en büyük dezavantajlarından birisi baskı sırasında su-mürekkep dengesinin sağlanması ve korunmasının zorluğudur. Ofset baskı tekniği temel olarak, yağ ile suyun birbirine karışmama prensibine dayanmaktadır. Bu prensip doğrultusunda hazırlanan mürekkep ile nemlendirme suyu (hazne suyu), baskı kalıbı yüzeyinde bir araya gelirler ve görüntü olan alanlar mürekkebi kabul ederken, boş olan alanlar ise sadece suyu kabul ederek mürekkebi iterler. Mürekkep ile suyun kalıp yüzeyinde karşılaşması ve aralarındaki dengenin sağlanması baskı için çok büyük önem taşır. Bu iki kimyasaldan birisinin diğerine üstün gelmesi baskıda tonlamalara yol açarak, baskı kalitesinin bozulmasına neden olur [1, 2].

Ofset baskı sistemine bakıldığında; baskı kalıbına aktarılan mürekkebin miktarının belirlenmesi, merdanelerde ezilmesi, homojen şekilde dağıtılması, baskı kalıbında mürekkep filmi oluşturulması, nemlendirme suyunun dozajlanması, kalıba doğru aktarılması, kalıpta temizliğin sağlanması gibi süreçlerde rol alan öğelerin hepsinin kauçuk esaslı merdaneler olduğu görülmektedir. En basit anlamıyla merdanelerin görevi mürekkebi ve nemlendirme suyunu haznelerden taşıyarak kalıp yüzeyinde homojen ince bir tabaka oluşturacak şekilde baskı boyunca aktarmaktır. Yüzey özellikleri ve ayarları bozuk olan merdaneler mürekkep ve nemlendirme suyunu gerektiği şekilde kalıp yüzeyine taşıyamaz. Böylece su ile mürekkep arasındaki denge bozulacağı için sağlıklı baskı üretimi gerçekleşemez [3].

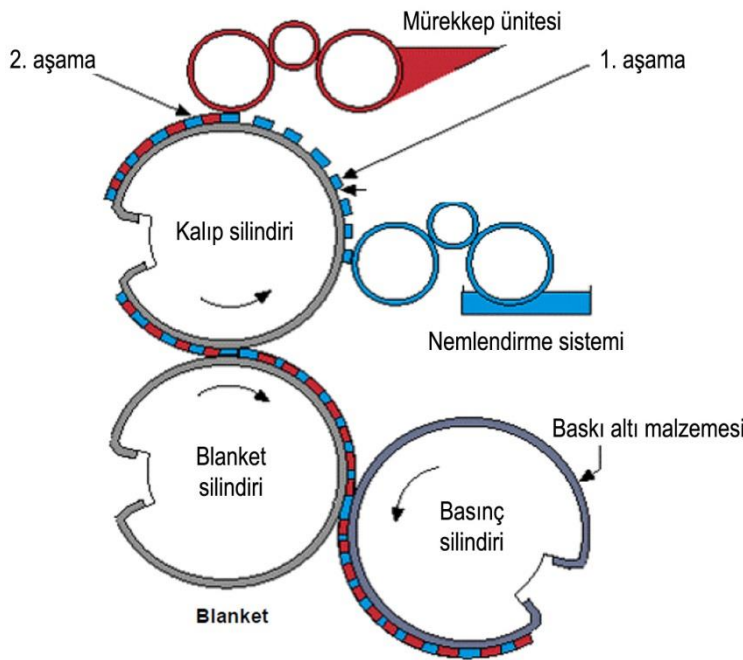
Ofset baskı sisteminde, baskıda karşılaşılan problemlerin büyük çoğunluğunun mürekkep ve nem dengesi ile ilgili olduğu bilinmektedir. Nemlendirme sisteminde düzgün bir su transferi sağlanabilmesi için merdaneler esneklik, su-seven (hidrofilik) kauçuk yapısı ve düzgün yüzey formu gibi özellikleri barındırmalıdır. Baskı makinesinde, mürekkep ve nemlendirme merdanelerinin kalitesi ve kullanımı basılı ürünün kalitesini ve üretim verimliliğini doğrudan etkilemektedir. Ofset baskı için belirlenmiş olan kalite standartlarına ulaşmak için sistemde var olan tüm özelliklerin dikkate alınması gerekir.

Merdane deformasyonuna bağlı olarak baskıya geçiş sürelerinin uzaması, artan fire ve işçilik maliyetleri, baskı kalitesinde düşüklük, kağıt, mürekkep gibi önemli malzemelerin gereğinden fazla harcanması matbaaların ulusal ve uluslararası alanda rekabet gücünü düşürmektedir. Bu nedenlerden dolayıdır ki merdane ve özellikleri ile ilgili araştırmaların önemi matbaacılık açısından çok büyüktür. Merdanelerle ilgili olarak daha önce yapılan çalışmalar, daha çok merdane kauçuğunun yapısı, kimyasallara karşı gösterdiği tepkiler ve merdane baskı izi ayarı üzerine yoğunlaşmıştır. Merdanelerin yüzeyinde meydana gelen çap, sertlik ve pürüzlülük değişimlerinin baskı sayısına göre ölçüldüğü ve yüzeyde meydana gelen değişimlerin baskı kalitesine etkisinin araştırıldığı çalışmalara rastlanmamıştır.

Bu çalışmanın amacı, tabaka ofset baskı makinelerinde merdane aşınmalarının baskı kalitesine etkisini belirlemek ve merdanelerin uygun çalışma performanslarını tespit etmektir. Bu kapsamda, tespit edilen çalışma sayılarından alınan test baskılarıyla, merdane sertliği, yüzey pürüzlülüğü ve merdane çapında meydana gelen değişiklikler ölçülmüştür. Bununla birlikte, belirlenen aralıklarda basılan test sayfalarının densitometrik ve spektrofotometrik ölçümleri yapılmıştır. Merdane yüzeyinden ve test baskılardan elde edilen ölçümler istatistiksel olarak analiz edilip, baskı kalitesi parametreleri olan densite,  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  değerleri ve Delta E ( $\Delta E$ ) için birer model geliştirilmiştir. Bu çalışma tabaka ofset baskı kauçuk merdanelerinin verimli kullanımı ile ilgili kaynak olması ve matbaacılık sektöründe merdane yüzey özellikleri ve baskı kalitesi arasındaki ilişkiyi ortaya koyması açısından büyük önem arz etmektedir.

## 2. OFSET BASKI SİSTEMİ

Saatte 10 000 – 18 000 tabaka hızla baskı yapan tabaka ofset, kitap, dergi, broşür, afiş vb. çalışmaların baskılarında günümüzde en çok tercih edilen baskı tekniğidir. Bu sistem, baskı kalıbında görüntü olan yerler ile görüntü olmayan yerler arasında yükseklik farkı olmamasından dolayı ‘düz baskı sistemi’ olarak adlandırılır. Örneğin 0,3 mm kalınlığındaki alüminyum plakanın üzerindeki ışığa duyarlı emülsiyon tabakası 2 µm (0,002 mm) kalınlığındadır. Bu yükseklik göz ardı edilebilir bir değer olduğundan ofset baskı sistemi (Şekil 2.1) düz baskı olarak da anılmaktadır. Ofset baskı için, baskı kalıbı üretimi oldukça kolaydır. Işığa duyarlı hale getirilmiş kalıp yüzeyi negatif ya da pozitif film kullanılarak veya doğrudan bilgisayar yoluyla pozlandırılır [1, 4, 5].



Şekil 2.1. Tabaka ofset baskı makinesinin çalışma prensibi [6]

Litografik baskı sistemi bugün genellikle ofset litografi veya ofset olarak adlandırılmaktadır. Sistemin ofset olarak adlandırılması mürekkebin kalıptan direkt olarak kağıda değil önce kauçuk blankete buradan da kağıda taşınması nedeniyledir. Baskı sırasında kalıp ilk önce su merdaneleri ile karşılaşır. Bu karşılaşma kalıbın üzerindeki emülsiyon bulunmayan bölgelerde ince bir su film tabakası oluşturur. Daha sonra mürekkep merdaneleri ile karşılaşan kalıp, su molekülleri ile kaplanmış olan grenli bölgelerde yağ bazlı mürekkebi kabul etmez. Görüntü olan bölgeler mürekkebi merdaneler

üzerinden alır. Böylece kalıp üzerinde mürekkep ve su tabakaları birbirine karışmadan baskıya hazır hale gelmiş olur. Mürekkebi üzerine alan kalıp, bir miktar basınç yardımı ile görüntüyü ters olarak blanket silindirine aktarır. Görüntünün kağıt ile buluşması üzeri kauçuk kaplı blanket silindiri ile bir alttaki baskı kazanı arasında gerçekleşir. Blanket kalıp üzerindeki mürekkep filmini aynı miktar ve özellikte baskı yapılacak malzemeye aktarabiliyorsa amacına ulaşmış demektir [7, 8, 9].

## 2.1. Tabaka Ofset Baskı Makineleri

Tabaka ofset baskı makineleri, günümüzde  $70 \text{ g/m}^2$  -  $400 \text{ g/m}^2$  arasında çeşitli gramajda ve 0,40 mm'den 0,60 mm'ye değişik kalınlıktaki tabaka kağıtlara baskı yapabilmektedir. 25 x 35; 50 x 70; 64 x 90; 70 x 100; 84 x 118,8 ve 151 x 204 cm gibi farklı boyutlardaki kağıtlara baskı yapabilen tabaka ofset baskı makineleri bulunmaktadır. Tek renk, çift renk, dört renk, sekiz renk, on renk gibi çeşitleri ve bunun yanında kağıdın tek yüzüne ya da çift yüzüne (perfektörlü) basabilen ofset baskı seçenekleri mevcuttur.

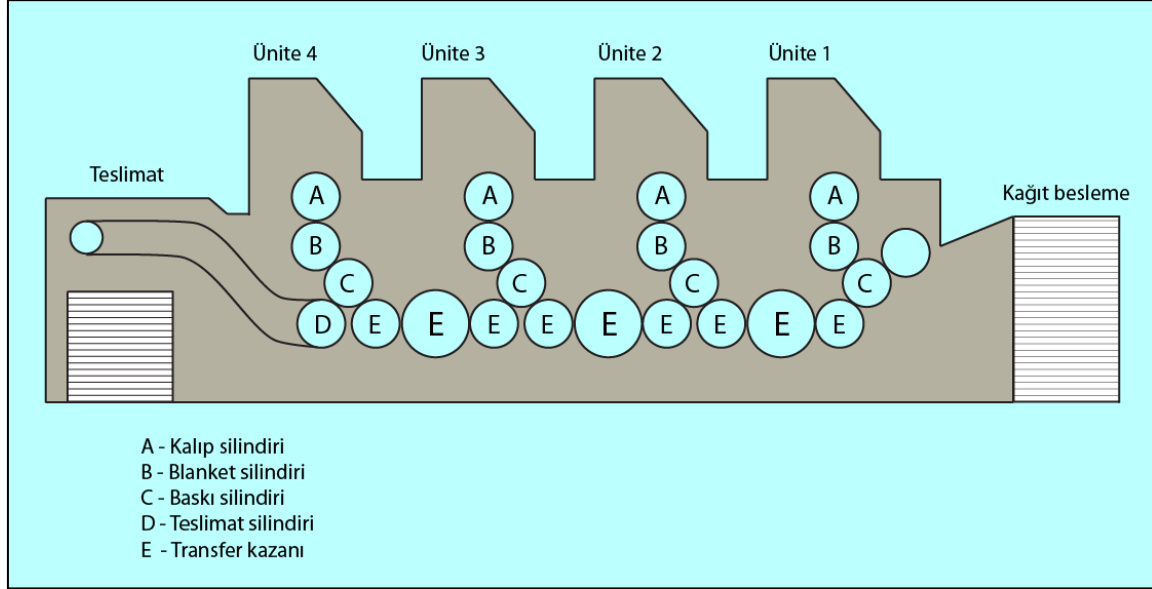
### 2.1.1. Tabaka ofseti oluşturan sistemler

Tabaka ofset makineleri kağıt besleme sistemi, bir veya daha fazla baskı ünitesi, sistemde kağıt akışını sağlayan transfer araçları ve kontrol masası gibi çeşitli yardımcı araçlardan meydana gelir. Bir baskı ünitesi ise genellikle basınç, kalıp, blanket olmak üzere üç temel silindirden ve kalıba mürekkep, hazne suyu veren sistemlerden oluşmaktadır [10].

*Kalıp silindiri;* yüzeyi emilsiyonla kaplı görüntü olan yerlerin suyu itip, mürekkebi kabul ettiği esnek baskı kalıbının sarıldığı silindiridir (Şekil 2.2).

*Blanket silindiri;* üzerinde sentetik kauçuğu taşıyan silindiridir. Baskı kalıbı üzerindeki mürekkebi süratli ve düzgün bir şekilde almak ve baskı malzemesine transfer etmekle görevlidir. Zemin ve tramlı baskıları temiz, keskin ve homojen bir şekilde baskı yapılan malzemenin üzerine transfer edilmesi, renkli zeminlerin homojenliği ve parlaklığı blankete bağlıdır. Blanketin kalitesi nokta büyümesi konusunda önemli bir rol oynamaktadır. Günümüzde kullanılan blanketler, konvansiyonel ve havalı (sıkıştırılabilir) blanketler olmak üzere ikiye ayrılır.

*Konvansiyonel blanketler*, altta dokuma tabakası ve üzerinde kauçuk tabakadan oluşur. Kauçuk yüzey 0,4 ila 0,6 mm arasındaki kalınlıktadır. Toplam blanket kalınlıkları ise 1,65 ila 1,90 mm'dir. *Sıkıştırılabilir blanketlerde* ise, en altta dokuma tabakası, en üstte kauçuk tabaka ve bunların arasında da bir veya birden fazla hava tabakası bulunur. Hava tabakası birden fazla sayıda ise yine bu tabakaların arasında dokuma tabakaları yer alabilir [11].



Şekil 2.2. Dört renkli tabaka ofset baskı makinesinde silindir dizilimi [10]

*Basınç silindiri*; kalıptaki görüntü blanket ile basınç silindiri arasından geçen kağıda aktarılır. Silindirlerin arasındaki basınç “baskı basıncı (forsa)” olarak adlandırılır. Baskı basıncı, silindirlerin birbirlerine olan uzaklıkları değiştirilerek ayarlanabilir. Baskı sırasında kağıda aktarılan mürekkep miktarının, blanket ile basınç silindiri arasındaki baskı basıncı ile ilişkisi vardır. Basınç arttıkça blanket ile baskı silindiri arasındaki baskı temas yüzeyi artmaktadır [12].

*Kağıt besleme sistemi*, kağıt verici asansör, aparat tablası, kağıt düzeltme tertibatı, poza tertibatı, makaslar ve emniyet tertibatından oluşur. Emici kafalar aracılığı ile asansörden aparat tablasına gelen kağıt baskı ünitesine girmeden önce kağıt düzeltme tertibatına gelerek makaslara paralel hale getirilir. Düzeltile kağıt poza tertibatı tarafından yana doğru çekilerek makaslar tarafından sıkıca tutulur ve döner haldeki baskı kazanına iletilir.

*Kağıt istif (teslimat)*, baskı yapılan kağıtlar zincirli makas sistemi tarafından alınır ve istif asansörüne gönderilir [1].

## 2.2. Ofset Baskıda Renk Kalitesi

Birçok ürün ve üretimde standartlar olduğu gibi matbaacılıkta da birtakım standartlar mevcuttur. Bu standartlar sistemde kullanılan kağıt, mürekkep, yardımcı kimyasallar ve malzemelerin üretim kalitelerini belirlemenin yanı sıra baskı kalitesini ölçmek ve sürdürmek için de kullanılmaktadır. Türkiye’de matbaacılıkta en yaygın olarak ISO standartları kullanılmaktadır. ISO 12647-2 tabaka ofset baskı standardı günümüzde yapılan baskıların renk kontrolünü ve sürekliliği sağlamak adına önemli bir referanstır. Standart, kullanılan kağıt tipine ve mürekkep rengine göre belirli densite ve  $L^*a^*b^*$  değerleri önermektedir. Ayrıca tram nokta kazancı, baskı kontrastı, mürekkep kabul oranları gibi baskı kalitesi unsurları da ISO tarafından belirlenmiştir.

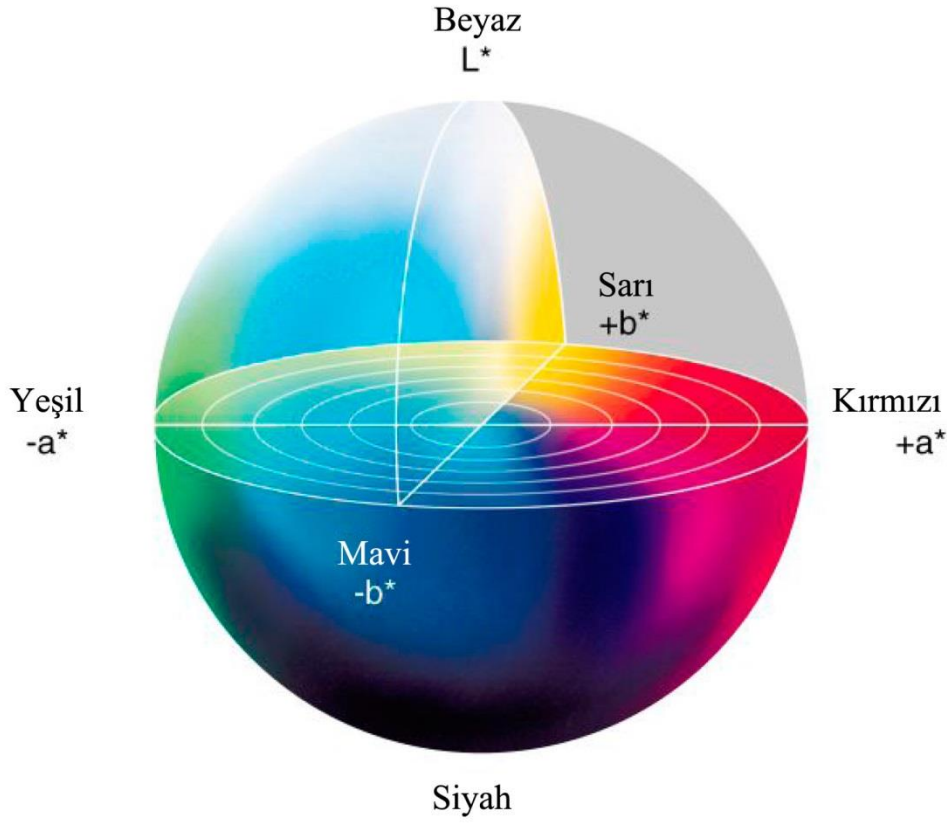
Baskının renk kalitesi kontrol aşamasında, her renk için ayrı ayrı densitometrik ve spektrofotometrik ölçümler yapılmakta, ISO’nun yayınlamış olduğu standart değerlere ve toleranslara göre baskıların kalitesi değerlendirilmektedir [13].

### 2.2.1. CIE $L^*a^*b^*$ renk evreni

CIE  $L^*a^*b^*$ , matbaacılıkta basılmış renklerin ölçülmesi ve renk karışım formüllerinin geliştirilmesi için kullanılan en yaygın renk uzayıdır. Uluslararası Renk Komisyonu (CIE)’nin amacı renk eşleşmesi için evrensel bir şablon oluşturmaktır.  $L^*a^*b^*$  renk modeli insan gözünün görme sistemini temel almaktadır (Şekil 2.3). Matbaacılıkta genellikle  $L^*a^*b^*$  şeklinde bir bütün olarak gösterilen renk evreni, aslında bir rengin üç farklı değerini belirtmektedir. Bu tez kapsamında yapılan deney ve modellemelerde  $L^*$ ,  $a^*$  ve  $b^*$  değerleri ayrı ayrı dikkate alınmıştır.

#### $L^*$ (Parlaklık)

Rengın parlaklık değerini verir. 0’dan 100’e kadar değer alır. 0 karanlığı (siyahı), 100 parlaklığı (beyazı) gösterir. Densite ile yakından alakalıdır. Densite arttıkça parlaklık azalır. Bunun nedeni, spektrofotometrenin gönderilen ışık ve yansıyan ışık prensibine göre çalışmasındandır. Densitenin artması demek, mürekkep yoğunluğunun artması ve yansıyan ışığın azalması demektir. Genel olarak  $L^*$  değerinin azalması, densitenin artması olarak anlaşılabilir [14].



Şekil 2.3. CIE L\*a\*b\* renk evreni

#### a\* (Kırmızı/Yeşil ekseni)

a\* trikrom renklerin içerisindeki kırmızılık/yeşillik değerini gösterir. a\*, 0'dan eksi değere doğru gittikçe yeşillik artar; artı değere gittikçe kırmızılık artar. Örneğin referans alınan a\* -20 ise, baskı sonucunda -44 çıkarsa 'baskıdaki yeşil oranı fazladır' denilir. Farklı bir baskıda ise referans a\*, +13 ise baskı sonucunda +22 çıkarsa 'kırmızı oranı fazladır' denilir.

#### b\* (Sarı/Mavi ekseni)

b\* trikrom renklerin içerisindeki sarılık/mavilik değerini gösterir. b\*, 0'dan eksi değere doğru gittikçe mavilik artar; artı değere doğru gittikçe sarılık artar. L\*a\*b\* renk uzayının iyi dengelenmiş yapısı, bir rengin aynı zamanda hem yeşil hem kırmızı veya hem mavi hem sarı olamayacağı teorisine dayandırılmıştır [15, 16].



### CIE L\*a\*b\* tolerans metodu

CIE L\*a\*b\* hesaplamaları L\*a\*b\* renk evrenine dayanır. CIE L\*a\*b\* kullanılarak referans rengin yeri, L\*a\*b\* renk evreninde kesin olarak belirlenir. Daha sonra bu rengin etrafında teorik bir tolerans küresi çizilir. Bu küre standart renkle örnekler arasındaki kabul edilebilir renk farkı miktarını gösterir. Yapılan ölçüm bu kürenin içindeyse, renk farkı kabul edilebilirdir. Ölçüm verisi, kürenin dışında kalan renkler ise kabul edilemez. Tolerans küresinin büyüklüğü kabul edilebilir renk farklılığı ölçüsüyle belirlenir. Bunlar Delta E,  $\Delta E$  (renk farklılığı) birimleriyle gösterilir. Grafik Sanatlar Endüstrisi'nde tolerans genellikle 2-6 arasındadır [17].

$$\Delta L^* = L_{\text{mevcut}}^* - L_{\text{hedef}}^* \quad (2.1)$$

$$\Delta a^* = a_{\text{mevcut}}^* - a_{\text{hedef}}^* \quad (2.2)$$

$$\Delta b^* = b_{\text{mevcut}}^* - b_{\text{hedef}}^* \quad (2.3)$$

$$\Delta E^* = \sqrt{(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2} \quad (2.4)$$

Eşitlikleri kullanılarak renk farklılıkları hesaplanır.

- Eğer  $\Delta L^*$  pozitifse, numune standarttan daha parlak; eğer negatifse, standarttan daha koyu olacak anlamına gelir.
- Eğer  $\Delta a^*$  pozitifse, numune standarttan daha kırmızı; eğer negatifse, numune standarttan daha yeşil anlamına gelir.
- Eğer  $\Delta b^*$  pozitifse, numune standarttan daha sarı; eğer negatifse, numune standarttan daha mavi anlamına gelir [11].

ISO 12647-2 tabaka ofset baskı standardı tarafından CMYK renkleri için önerilen L\*a\*b\* değerleri, Çizelge 2.1'de gösterilmektedir. Çizelge 2.2'de verilen sapma toleransı, Çizelge 2.1'deki referans değerler ile onaylanan baskının değerleri arasındaki izin verilebilir

farklılık; değişim toleransı ise kabul edilen baskı ile baskıdan tesadüfi olarak alınan bir örneğin arasındaki izin verilebilir farklılık anlamına gelmektedir [18].

Çizelge 2.1. ISO 12647-2 parlak kuşe kağıt referans değerler [19]

Baskı Renkleri	L*	a*	b*
Cyan	54	-36	-49
Magenta	46	72	-5
Sarı	87	-5	90
Siyah	16	0	0

Çizelge 2.2. Proses renkler  $\Delta E_{ab}$  toleransları [18]

Parametre	Baskı renkleri			
	C	M	Y	K
Sapma Toleransı	5	5	5	5
Değişim Toleransı	4	4	5	5

### 2.2.2. Densitometri

Densitometri, baskı işlemlerinde zemin densitesi ve ton değerlerinin kontrol edilmesi için kullanılan bir yoldur. Sistem tire, tramlı, renkli ya da siyah beyaz baskıların kaliteli bir şekilde basılmasını sağlar. Densite ölçümleri baskı öncesinde kalıp ve filmin densitometrik ölçümüyle başlar, baskıda mürekkebin uygun densite değerinde basılmasıyla devam eder. Basılan bir mürekkebin densitesi öncelikle içerdiği pigment tipine, konsantrasyonuna ve mürekkep film kalınlığına bağlıdır. Densite ölçümü ile, mürekkep film kalınlığının tüm baskı boyunca baskı tabakasının tümünde eşit olup olmadığı kontrol edilebilmekte ve sağlanabilmektedir [15].

### 2.3. Ofset Baskı Makinelerinde Mürekkep Sistemi

Ofset mürekkepleri yüksek viskoziteleri nedeni ile “pasta mürekkepler” olarak adlandırılırlar. Ofset baskıda keskin bir görüntünün basılabilmesi için yüksek düzeyde bir yapışkanlık gereklidir. Basılan mürekkep filmi çok ince (1,3  $\mu\text{m}$ ) olduğu için ofset mürekkepleri yüksek renklendirici seviyesine sahip olmalıdır.

Ofset baskı makinesinin mürekkepleme sisteminin görevi, baskı kalıbı üzerindeki görüntü alanında düzgün bir mürekkep filmi oluşturulmasını sağlamaktır. Ezici merdaneler pasta halindeki ofset mürekkebinin yapılarını kırarak bunları dağıtır. Bu işlem, mürekkebin viskozitesini düşürerek kolayca akışını ve kalıbın görüntülü alanına daha düzgün bir mürekkep filmi aktarılmasını sağlar. Ofset mürekkepleri, sıvı mürekkepler olan flekso ve tifturuk mürekkeplerine göre çok daha yoğun bir yapıya sahiplerdir. Sistemdeki mürekkep, çok fazla olmayacak şekilde bir miktar su içermelidir. Doğru mürekkep su dengesi kaliteli bir baskı için büyük önem arz etmektedir. Ofset mürekkeplerinin merdaneler üzerinde değil baskı altı malzemesi üzerinde kuruması beklenir. Konvansiyonel ofset mürekkepleri nüfuz etme ve oksidasyon ile kururlar ki bu sürecin tamamlanması saatler alır [20, 21].

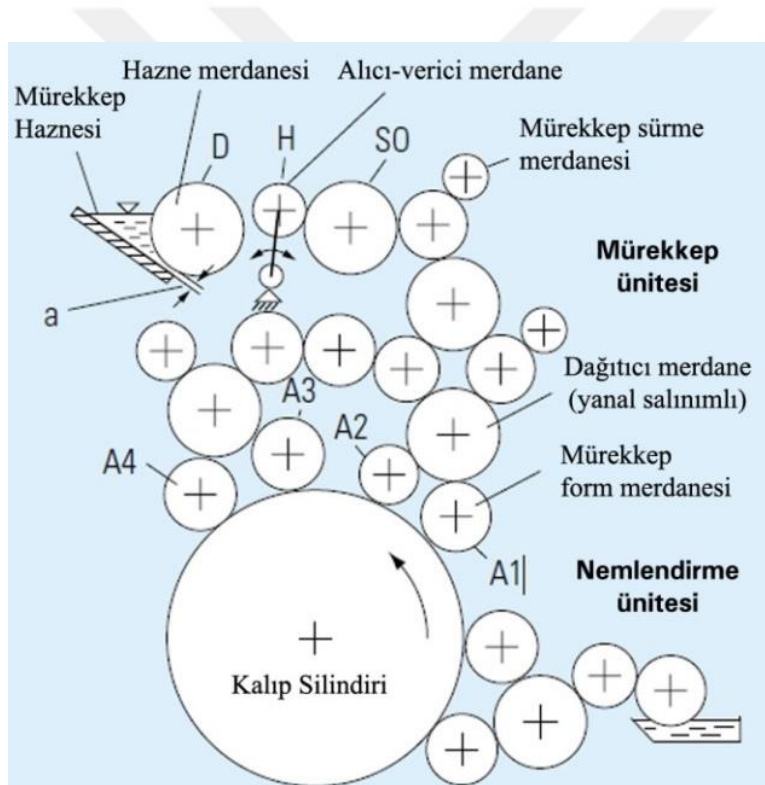
Kumanda masasından idare edilen ofset baskı makinelerinde otomatik programlanabilir mürekkep sistemi mevcuttur. Bu sistemde, baskıya en az fire oranı ile geçebilmek için mürekkep merdanelere otomatik olarak verilmektedir. Baskı işlemi bittikten sonra kumanda masasından mürekkep merdaneleri yıkama işlemi yapılır. Bu sayede merdaneler hem çok kısa zamanda temizlenmekte, hem de harcanan temizlik maddesi çok azalmaktadır [1].

### **2.3.1. Mürekkep ünitesi**

Ofset baskıda mürekkebin, mürekkep haznesinden plakaya kadar ulaşmasını sağlayan mekanizmaya mürekkep ünitesi denir. Mürekkebi taşıyan bir merdaneler grubu vardır. Mürekkep ünitesi; mürekkep haznesi, mürekkep sürme merdaneleri, alıcı-verici merdane, mürekkep ezici (vargeller), kauçuk merdaneler ve kalıba mürekkep veren merdanelerden oluşmaktadır.

Ofset baskıda merdane sistemi sert ve yumuşak bir dizi değişen merdaneden meydana gelmektedir (Şekil 2.4). Sert merdaneler genellikle bakır, ebonit ya da naylon kaplı çeliktir. Elastik merdaneler ise genellikle polivinil klorür (PVC), nitril kauçuk (Buna-N) ya da poliüretan gibi sentetik kauçukla kaplıdır. Bu merdaneler çelik shaft üzerine kaplanmıştır. Sert merdaneler genellikle dişli yardımıyla, elastomer merdanalar ise sürtünme yardımıyla çalışmaktadır. Sert merdaneler dairesel hareketlerinin yanısıra yanal hareketleri ile daha eşit mürekkep dağılımı sağlamaktadırlar [22].

Mürekkep verme sistemindeki alıcı verici merdaneler ve mürekkep form merdaneleri (kalıba mürekkep veren merdaneler) dışındaki tüm merdaneler, kalıp ve blanket silindiri gibi aynı çevresel hızla dönmektedirler. Sert ve esnek merdaneler arası deformasyonun neden olduğu uzama çarpıklığı dışında, sistem herhangi bir kayma olmadan çalışmaktadır. Uygulanan mürekkep birçok kez bölünür ve transfer edilir. Mürekkep verme sistemindeki mürekkep miktarı mürekkep merdanelerinin sayısına ve yüzeyine göre değişir. Aralıklı mürekkep besleme (hazne merdanesi ve alıcı-verici merdane) ve baskı altı malzemesine aralıklı mürekkep transferi (kalıp üzerinde basılacak ve basılmayacak alanlar) gerçekte sürekli sabit bir mürekkep akışı olmadığını ifade etmektedir. Merdane temas noktalarındaki ve ünitelerdeki mürekkep bölünmesi de dikkate alınmalıdır [23].



Şekil 2.4. Ofset baskı makinelerinde merdane dizilişi [23]

Ofset baskıda mürekkep merdanelerinin görevi, kalın pasta halindeki mürekkebi ezerek baskı üretimi için gerekli viskoziteye getirmek ve kalıp yüzeyine homojen şekilde dağıtarak kalıp yüzeyinden merdanelere transfer edilen gereksiz su moleküllerinin buharlaşmasına yardımcı olmaktır. Merdanelerin sayısı baskı makinesinin büyüklüğüne göre değişmektedir. Ofset baskı makinelerinde genel olarak 10-15 adet değişik özelliklerde mürekkep merdanesi bulunmaktadır. Merdanelerin çaplarına göre birbirlerine olan basınç

kuvveti karşısında mürekkep veya suyu alma, taşıma, tutma görevini yerine getirebilmesi için belli elastik özelliğini kaybetmemesi gerekir. Merdaneler mürekkebi düzgünleştirmek, kalıba eşit şekilde yaymak ve değişmeyen bir densite sağlamak için birlikte çalışmaktadır [5].

### Mürekkep haznesi

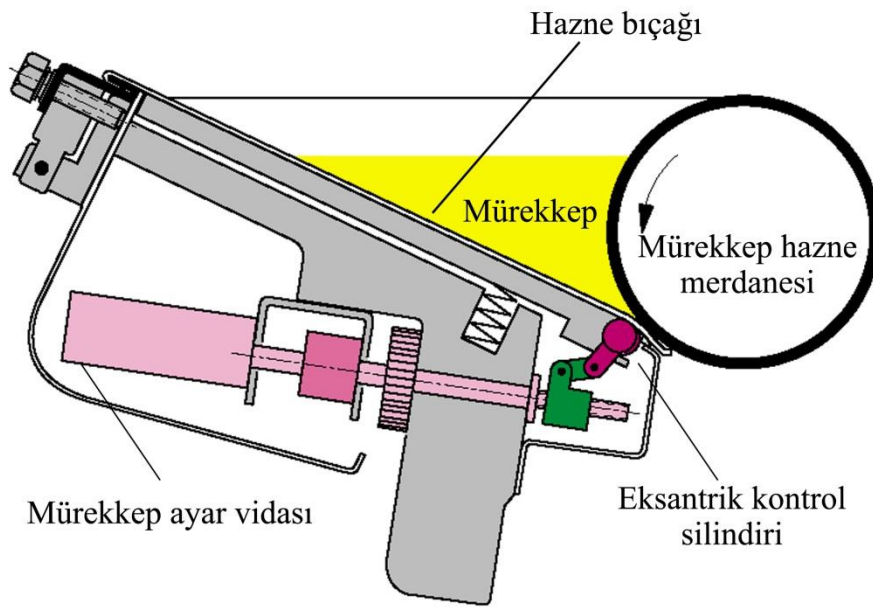
Mürekkep haznesi, baskıdan önce mürekkebin konulduğu ve baskıdaki mürekkep ihtiyacının karşılandığı haznedir. Mürekkep haznesi hazne mili, hazne bıçağı ve ayar vidaları olmak üzere üç ana parçadan meydana gelmektedir. Hazneye konan mürekkebe üç kuvvet etki eder;

- Mürekkep kendi ağırlığı ile aşağı basılır.
- Mürekkepteki yapışkanlıktan dolayı hazne mili etkisiyle aşağı akar.
- Mürekkebin aşağı akma isteğinden dolayı mürekkepteki kohezyon kuvveti (Aynı maddenin moleküllerinin birbirini çekmesi olayı), hazne bıçağını mekanik olarak hazne milinden uzaklaştırır.

Bir mürekkep ünitesinde haznenin büyük olması ve ayar vidalarının sık bulunması hazne bıçağını desteklemektedir. Hazne bıçağı kaliteli ve sert çelikten imal edilse de esnek olmalıdır. Ayar vidaları arasında bombe bulunmaması gerekir. Hazne ayar vidaları çok hassas yapıda olduğundan, vida dış kalınlıklarına göre ayarlamadaki hassasiyet değişmektedir. Örneğin dış çıkıntısı çok ince bir ayar vidası, 360 derecelik tesirle 1 mm ileri veya geri gidebilir. Vida uçlarında mürekkep birikmesi, hassas ayar yapılmasını engellemektedir. Ayrıca yeni bir baskı işlemine geçildiğinde en çok ayar zamanı harcanan bölüm burasıdır. Merdane aşınmasından kaçınmak için hazne bıçağı hazne merdanesine temas etmemelidir. Bunun yerine ikisi arasında döndüğünde ne kadar mürekkep aktarılacağını belirleyen bir boşluk bulunmalıdır. Bıçak ve merdane arasındaki mesafe mürekkep anahtarları ile ayarlanır. Bu vidalar mürekkep bıçağı genişliği boyunca yer almaktadır [24].

### Hazne merdanesi

Hazne merdanesi metal merdanelerdir (Şekil 2.5). Hem kesik hem de sürekli olarak dönerler. Hazne merdanesinin aşınmasından kaçınmak için, hazne bıçağı hazne merdanesine dokunmamalıdır. İkisinin arasında ne kadar mürekkep taşıyacağını belirleyen bir boşluk olmalıdır. Mürekkep film kalınlığı, hazne merdanesinin dönüş hızına ve mürekkep ayar vidalarının sıklığına bağlı olarak değişir. Mürekkep kontrolü için eksantrik kontrol silindiri döner ve mürekkebin hazne merdanesine transferi için daha geniş ya da daha dar boşluk sağlar [6, 10].



Şekil 2.5. Hazne merdanesi – mürekkep kalınlığı ilişkisi [23]

### Mürekkep alıcı-verici merdane

Mürekkebin ilk dağıtımını yapan merdanedir. Hazne merdanesinden aldığı mürekkebi vargel merdanesine ileri-geri hareketiyle vermektedir. Alıcı verici merdanelerin, hazne merdanesine ve dağıtıcı merdanelere teması çok önemlidir. Bu merdane hazne merdanesinden aldığı nispeten kalın mürekkebi, mürekkep ünitesinin ilk merdanesine transfer etmektedir. Alıcı-verici merdanelerin sıklığı ve mürekkepleme merdanelerinin hızı mürekkep miktarını etkilemektedir. Bu titreşimli tip mürekkep verme sisteminin yanı sıra sürekli tip de mevcuttur [23].

### Vargel merdanesi

Mürekkebin ezilmesini, yanlara doğru dağılmasını sağlayan vargel merdanelerdir. Mürekkebi dağıtıp düzgünleştirirken ayrıca mürekkep form merdanesinden gelen görüntülerin silinmesini sağlarlar. Çelik, bakır, ebonit ya da rilson kaplı mürekkep ezme ve yayma merdaneleri, kalıp kazanının her dönüşünde en az bir kez sağa-sola hareket ederler. Bu yanal salınım 0-35 mm arasındadır. Bu merdanelerin sayısı ne kadar fazla olursa, mürekkebin kondisyonu ve homojen dağılımı da aynı oranda artar. Bu merdaneler dişli çark ve zincir vasıtasıyla çalışmaktadırlar [23, 25].

Vargel merdaneleri ofset baskı makinesinde mürekkep transferini sağlayan çok önemli merdanelerdir. Kullanılan mürekkeplerin renk değişiminde veya temizlenmesinde temizleyici rakeller vargel merdanesine temas ederek solventle yıkanır. Kauçuk merdanelerin ayar merkezleri de bu merdane üzerinde sabitlenir. Vargel merdaneleri ayrıca sistemde su dolaştırarak baskı ünitesinde ısının sabitlenmesine yardımcı olurlar. Ancak vargel merdanelerinin yüzeyi mürekkep temizleme esnasında çizilme, kopma gibi problemlerle karşı karşıya kalır. Yüksek baskı hızlarında meydana gelen aşırı sıcaklık, sürtünme, korozyon, basınç ve kimyasalların doğrudan teması gibi bir çok etmen, vargel merdanelerinin yıpranmasına neden olmaktadır. Vargel merdaneleri mürekkep dağıtıcı görevini üstlendikleri için yüzeylerinin düzgün olması gerekmektedir [26].

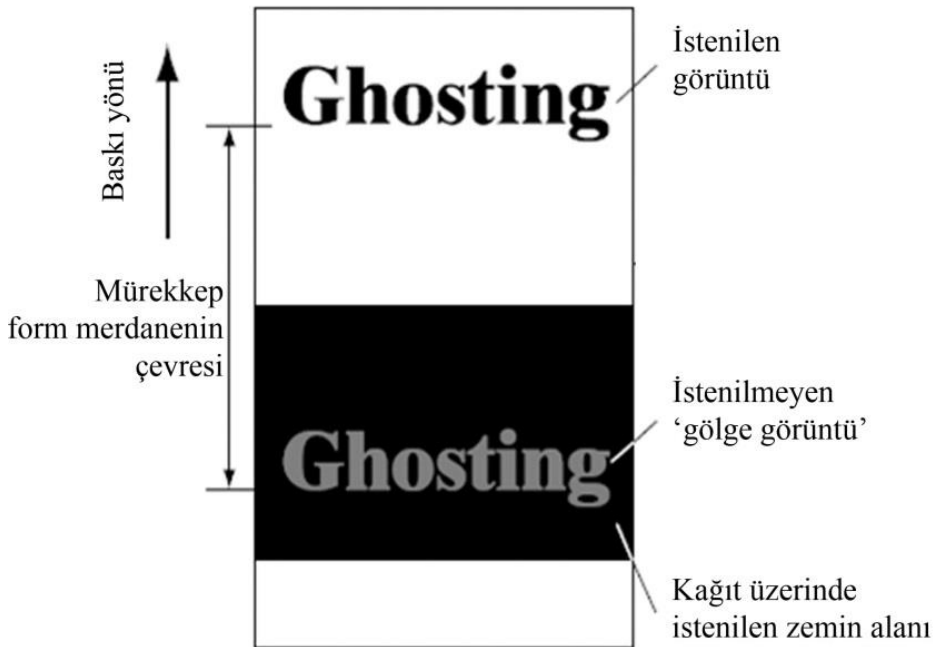
### Kauçuk merdaneler

Kauçuk merdaneler mürekkebi taşıırken dönüş hareketlerini çelik merdanelere olan temasından alırlar. Kauçuk merdaneler çelik vargele sıkı temas ettirilirse mürekkep aktarımı gerçekleşmezken, hafif temas ettirilirse mürekkep yayılmaz ve merdanelerde toplanır. Bu nedenle kauçuk merdanelerin ayarları çok önemlidir. Kalıba mürekkep veren kauçuk merdanelerin iki yandan temas ayarı yapılır. Öncelikle vargelin çelik merdaneye olan teması ayarlanır. Daha sonra kalıba mürekkep veren merdaneler ile baskı kalıbı arasındaki boşluk ayarlanır. Bu işlemler esnasında merdaneler yıkanmış ve temiz olmalıdır. Merdane ayarları yapıldıktan sonra, merdanelere mürekkep verilir, makine durdurulur ve kalıba mürekkep veren merdaneler baskı kalıbı üzerine indirilip, merdanelerin plaka üzerinde bıraktıkları iz kontrol edilir [1].

### Mürekkep form merdaneleri

Form merdaneler (kalıba temas eden) genellikle; PVC, Buna-N ve poliüreten gibi sentetik kauçuklardan oluşmaktadır. Mürekkep form merdanelerinin ideal tasarımı ile nispeten sabit mürekkep filmi baskı kalıbı üzerine aktarılmaktadır. Son mürekkep form merdanesinden sonra kalıpta yağ tutan alanlar eşit miktarda mürekkep alacaktır. Mürekkebin baskı kalıbına akışını sağlayan ana merdaneler (Bkz. Şekil 2.4) A1 ve A2 numaralı merdanelerdir. A3 ve A4 numaralı merdaneler, mürekkebin düzeltilmesinde rol oynamaktadırlar [10, 23].

Elastomer yapıda olan bu merdaneler kalıp yüzeyine doğrudan temas etmektedir. Baskı kalitesini etkileyen en önemli merdane grubudur. Bu merdanelerin sayısı arttıkça kalıp yüzeyindeki mürekkep dağılımı daha iyi olur. Mürekkebi kalıba transfer eden, 3-4 merdane grubudur. Bu merdaneler gölgelemeleri azaltmak için genellikle farklı çaplardadır. Ayrıca bazı makinelerde iki yana veya yanlamasına hareket eden mürekkep form merdaneleri mevcuttur. Bu hareket 0-8 mm arasındadır. Merdanelerin bu yanal hareketi gölgeleme (solgun kopya) hatasını gidermektedir (Şekil 2.6).



Şekil 2.6. Basılı görüntüde gölgeleme etkisi [23]



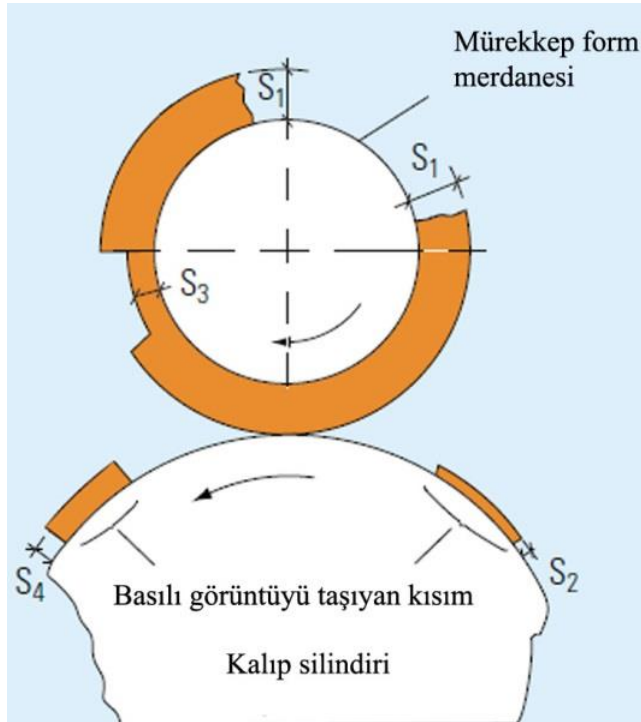
### 2.3.2. Merdanelerde mürekkep transferi

Kalıba mürekkep verme işlemi başlamadan önce form merdaneleri üzerindeki mürekkep film kalınlığına  $S_1$ , kalıp üzerinde kalan mürekkep film kalınlığı  $S_2$ , mürekkep vermeden sonra kalıp üzerinde oluşan film kalınlığı  $S_4$ , mürekkep form merdaneleri üzerinde geriye kalan mürekkep film kalınlığı da  $S_3$  olarak tanımlanmıştır (Şekil 2.7). Mürekkep ayrılma faktörü kullanılarak  $S_3$  ve  $S_4$  elde edilir.  $S_1$  ve  $S_3$  değerlerinin farklarından dolayı mürekkep film kalınlığında bir düzensizlik vardır. Bu fark, dağıtıcı merdaneler ve yeni mürekkep girişiyle azaltılmasına rağmen tamamen engellenememektedir. Bu da baskı altı malzemesinde eşit olmayan baskı yüzeyine ve gölgeleme gibi baskı problemlerine neden olmaktadır. Bilgisayar tahminine göre  $S_4$  mürekkep miktarını mürekkep form merdaneleri (Bkz. Şekil 2.4)  $A_1$ : %45,  $A_2$ : %38,  $A_3$ : %10 ve  $A_4$ : %7 oranında beslemektedir [23].

$$S_4 = \alpha (S_1 + S_2) \quad (2.1)$$

$$S_3 = (1-\alpha)(S_1 + S_2) \quad (2.2)$$

İdeal mürekkep ayrılma faktörü  $\alpha=0,5$  olarak alınır.



Şekil 2.7. Ofset baskıda mürekkep transferi [23]

İdeal olarak kalıp yüzeyindeki tüm baskı elamanları aynı mürekkep film kalınlığına sahip olmalıdır. Fakat gerçekte film kalınlığında dalgalanmalar mevcuttur. Bu dalgalanma ne kadar az olursa o denli kaliteli bir mürekkepleme oluşur. Ayrıca mürekkepleme kalitesini arttırmanın bir yolu da ilave sürücü merdaneler eklemektir. Bu merdaneler mürekkebi düzgünleştirir.

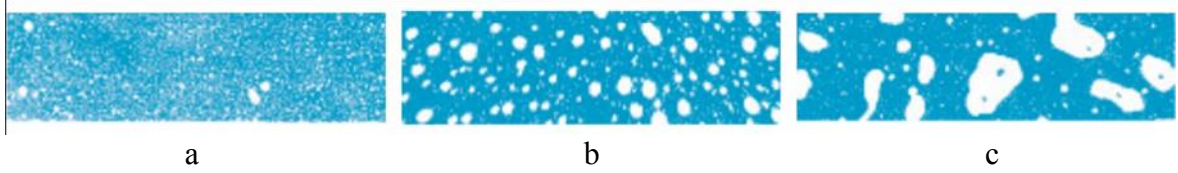
#### **2.4. Ofset Baskı Makinelerinde Nemlendirme Sistemi**

Ofset baskı kalıplarının ayırt edici bir özelliği, iş olan alan ile iş olmayan alanın bir seviyede olmasıdır. Bu alanları ayırmak için yaklaşık 2 mikron ( $\mu\text{m}$ ) kadar çok ince bir nemlendirme suyu kalıp üzerine nemlendirme sistemi tarafından aktarılmaktadır. Bu suyun bir kısmı mürekkep ile birlikte basılır, bir kısmı da buharlaşır [23].

Baskı kalitesi; mürekkep ve nemlendirme sistemlerinin etkileşimi ile başlar. Sürekli stabil mürekkep-su dengesi nemlendirme suyunun kalıp üzerinde ince ve eşit şekilde dağılmasını sağlar. Bu kağıtların kuruma zamanını da azaltır. Nemlendirme katkı maddelerinin her 14 günde bir yenilenmesi üreticiler tarafından tavsiye edilir. Ayrıca nemlendirme suyu sıcaklığı  $10^{\circ}\text{C}$  ile  $15^{\circ}\text{C}$  arasında tutulmalıdır [6].

Ofset baskıda kalıp nemlendirmede kullanılan hazne suyu, fabrikasyon olarak hazırlanmış içerisinde kimyasal maddeler bulunan solüsyonlardır. Bunlar konsantre olarak hazırlanır ve tariflerindeki ölçülere göre su ilave edilerek hazne suyu olarak kullanılır. Nemlendirme sisteminde sadece su kullanıldığı gibi, süreç ilave kimyasallarla daha etkili hale gelmektedir. Hazne suyuna katılan isapropil alkol (IPA) hazne suyunun yüzey gerilimini düşürerek nemlendirme suyunun kalıp üzerinde daha ince bir tabaka halinde yayılmasını sağlamaktadır. IPA suya oranla daha çabuk buharlaştığı için baskıda kuruma hızlanır. Baskıda net ve keskin tram noktalarından dolayı maksimum mürekkep parlaklığı elde edilir. Hazne suyuna katkı maddesi olarak eklenen ve bazen de ofset baskı sürecinde temizlik amaçlı kullanılan IPA genel itibariyle merdanelere ve blanketlere zarar vermemektedir. Fakat heatset, coldset nemlendirme merdaneleri ve bu tip blanketlerde kullanımına dikkat edilmesi gerekmektedir. Uzun süreli etkileşim ve kuruma sonucu merdanelerde %11'lik büzölmeye sebep olabilmektedir. IPA tüm kauçuk gruplarında önemli derecede sertlik değişimi meydana getirmemektedir. Oluşan sertlik toleranslar dahilinde kalmaktadır [1, 3, 21].

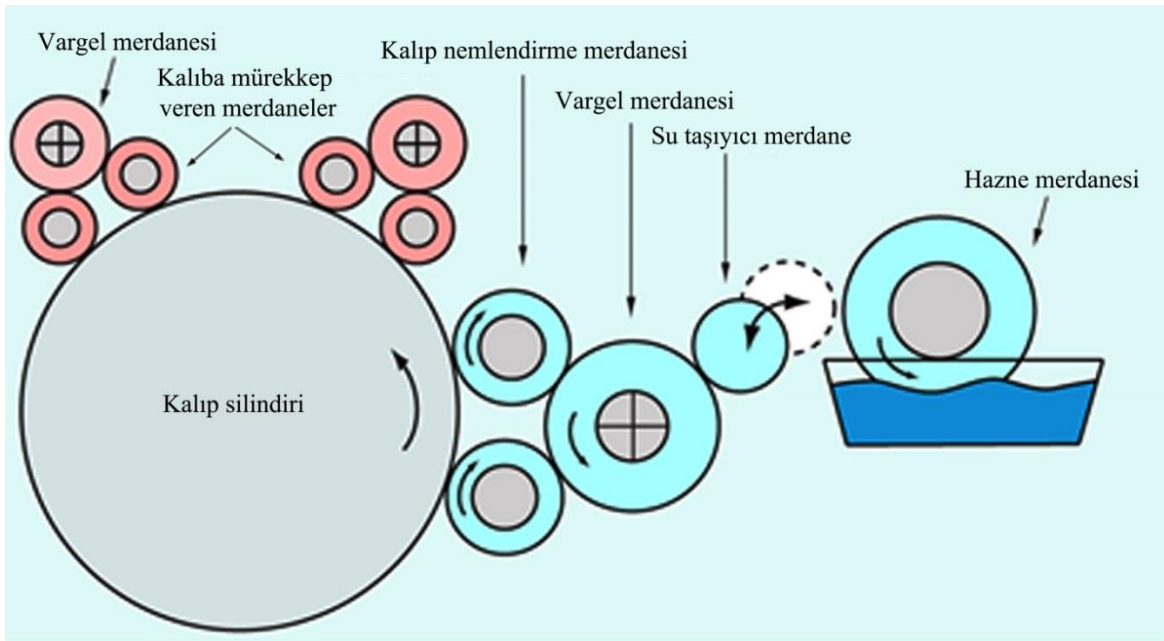
Fazla hazne suyu kalıbın kenar kısımlarında mürekkep densitesinde düşüklüğe yol açar. Resim 2.1’de görüldüğü üzere, hazne suyunun eşit dağılmamasına bağlı olarak, baskı kağıdının yüzeyinde standart ve sürekli bir mürekkep densitesi elde edilememiştir. Bu da baskıda ton farklılıklarına ve kalite kayıplarına neden olmaktadır.



Resim 2.1. Mürekkep- su dengesinin baskıya etkisi a) İyi mürekkep-su dengesi, b) Zayıf mürekkep-su dengesi, c) Çok zayıf mürekkep-su dengesi [27]

#### 2.4.1. Kalıp nemlendirme merdaneleri

Hazne suyunun dağılma hızı baskı makinesinin hızıyla orantılıdır. Bu nedenle nemlendirme sistemleri makinelerin ebatlarına ve hızına göre çeşitlilik gösterir. Ofset baskı makinelerinin nemlendirme üniteleri genellikle şu parçalardan oluşmaktadır (Şekil 2.8).



Şekil 2.8. Ofset baskıda konvansiyonel nemlendirme sistemi [1]

- Su haznesi: Nemlendirme suyunun içinde bulunduğu kaptır.

- Hazne merdanesi: Su haznesinin içerisinde. Üzeri özel bir kumaşla kaplı veya metal olan çeşitleri mevcuttur. Dönüş hızı mekanik olarak ayarlanır. Bu merdane, üzerindeki nemlendirme suyunu taşıyıcı merdanelere iletir.
- Taşıyıcı nemlendirme merdanesi: Üzeri dokuma kumaşla kaplanmıştır. İleri ve geri hareket ederek hazne merdanesinden aldığı nemlendirme suyunu aradaki mekanik düzene bağlı çelik veya pirinç merdaneye iletir. Taşıyıcı merdane, hazne merdanesi ile çelik merdane arasında su taşıma görevi yapar. Taşıyıcı merdanenin hazne merdanesi ile çelik merdane arasında aralıklı hareket etmesine “vargel” ya da “fasıla” denir. Bu ayar makinenin hızıyla otomatik olarak uyum sağlar.
- Kalıba nemlendirme suyu veren merdaneler: Çelik merdanelerden suyu alarak, baskı kalıbını nemlendirirler [28].

Salınımlı tip ve sürekli tip nemlendirme sistemlerinde su haznesi, vargel (vibrator) merdane ve baskı kalıbı temas halindedir. Bu sistemin olumsuz yanı ise kağıt tozu ya da mürekkep gibi maddeler hazne suyuna karışabilir. Bu problem fırçalı ve püskürtmeli tip, temassız nemlendirme sistemlerinde meydana gelmemektedir. Vargelli tip nemlendirme sisteminde merdaneler genellikle kumaş gibi emici özellikte materyalle kaplıdır.

Nemlendirme merdanesi kauçukları ile mürekkep merdanelerinin kauçuk yapıları birbirlerinden farklıdır ve birbirlerinin yerine kullanılmamalıdır. Doğru merdane kauçuğu seçildiğinde temiz baskıya geçişin çok daha kısa sürede gerçekleştiği ve çok daha az ayar gerektirdiği bilinmektedir. Fazla nemlendirme sonucu, densite değeri düşmektedir. Kalıba değen nemlendirme merdaneleri sürekli olarak mürekkep ile temas halindedir. Bu yüzden kullanılan mürekkeplere karşı dayanıklı olmaları gerekmektedir. Nemlendirme merdaneleri temiz, dönüş hareketi yuvarlak, serbest ve iyi ayarlı olmalıdır. Eğer baskı kalıbının üzerine fazla basınç uygularsa amaç dışı sıyırıcı etki yapar ve nemlendirme suyunu yeniden kalıp üzerinden sıyırlar. Bunun sonucu kalıpta ve kağıt üzerinde istenmeyen tonlamalar oluşur. Fazla basınç uygulayan kalıba değen su merdaneleri baskı kalıbını aşındırır. Bu da tiraj düşüklüğüne sebep olur. Ayrıca nemlendirme merdaneleri kalıba fazla basınç uyguladığında silindir kanalından dışarı fırlayabilir. Mürekkep ve hazne suyunun uyumlu olmaması, mürekkep-su dengesindeki sapmalar, nemlendirme merdanelerinin hatalı ayarlanması, yüksek su ayarı, yıpranmış nemlendirme merdaneleri, merdane yüzeyinin parlaması ve kullanılan suyun kalitesi mürekkebin hazne içi merdaneye geri yürütmesine sebep olabilmektedir [8, 29].

## 2.5. Ofset Baskı Merdanelerinin Yapısı

Ofset baskıda kullanılan merdanelerin fonksiyonu uygun miktarda mürekkep ve hazne suyunu baskı kalıbına transfer etmek ve dağıtmaktır. Merdaneler mürekkebi dağıtmanın yanı sıra mürekkebi saklama görevini de üstlenirler. Merdanelerin görevi kısaca şu şekilde özetlenir:

- Mürekkep besleme: Mürekkep haznesi gerekli miktarda mürekkep sağlar.
- Mürekkebin ayrılması: Transfer için en önemli fonksiyondur.
- Mürekkep uygulama: Mürekkep form merdaneleri mürekkebi baskı kalıbına aktarır.
- Mürekkep saklama: Birçok merdane yüzeylerinde mürekkep saklar [6, 22].

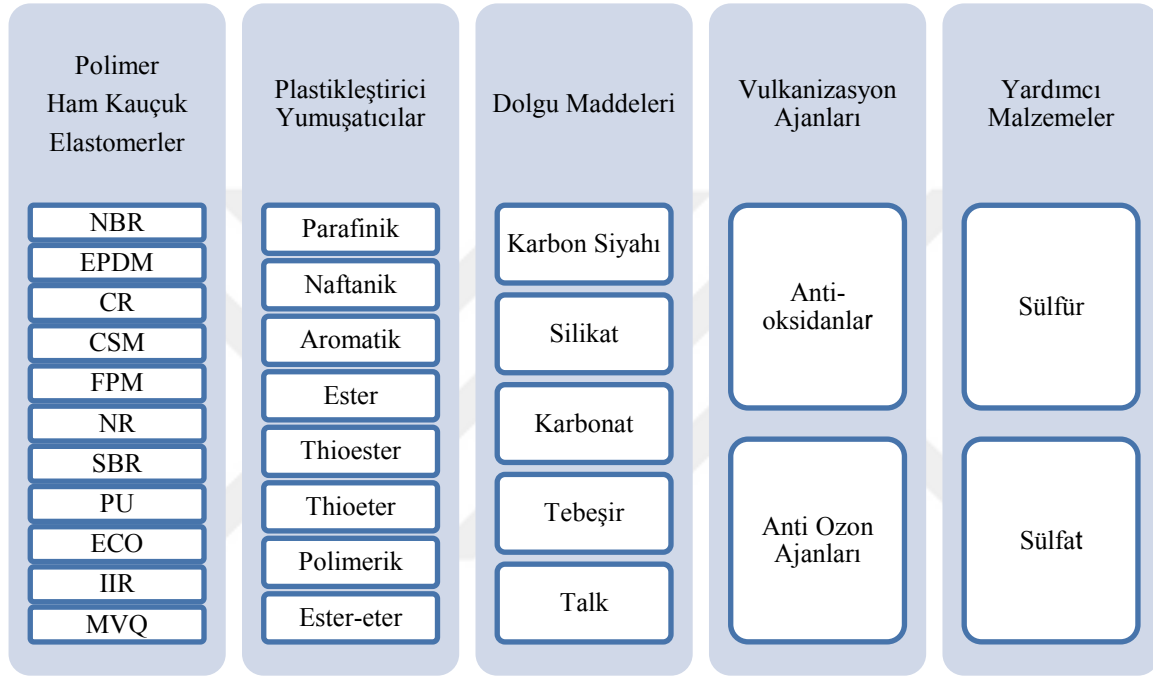
Merdaneler, gerek mürekkebi gerekse nemlendirme suyunu haznelerden taşıyarak kalıp yüzeyinde homojen, ince bir tabaka oluşturacak şekilde aktarırlar. Yüzey özellikleri ve ayarları bozuk olan merdaneler mürekkep ve nemlendirme suyunu gerektiği şekilde kalıp yüzeyine taşıyamaz. Böylece su ile mürekkep arasındaki denge bozulacağı için kaliteli baskı üretimi gerçekleştirilemez [2].

### 2.5.1. Kauçuk

Merdanelerin hammaddesi olan kauçuğun sanayide kullanılması ancak 18. yy sonlarında gerçekleşmiştir. Kauçuk hammaddesinin en önemli özelliği, normal oda sıcaklığında çekme kuvveti uygulanması durumunda, kendi boyutunun iki katına kadar uzayabilmesi ve çekme kuvveti ortadan kalktığında ise tekrar orijinal boyutuna dönebilmesidir. Merdane kauçuğu, farklı türdeki ham kauçuklar ile çeşitli kimyasalların bir karışımıdır. Ancak 1829 yılında Goodyear tarafından keşfedilen vulkanizasyon işleminden sonra bildiğimiz sağlam esnek merdane kauçuğu haline gelmiştir. Vulkanizasyon neticesinde molekül yapısı değiştirilen kauçuğun elastik özelliği artırılırken, aynı zamanda basınç ve sürtünmelere karşı daha dayanıklı bir yapı haline gelir [2, 3].

Merdane kauçuğu üretiminde, karışıma temel özelliklerini veren en önemli malzeme ham kauçuktur. Vulkanizasyon ajanları ve sıvı formdaki yağlardan oluşan plastikleştiriciler de (Şekil 2.9) karışımda önemli role sahiptirler. Plastikleştirici oranını arttırmak vulkanizasyon sonrasında daha yumuşak kauçuk elde edilmesini sağlar. Kauçuk ile

karıştırılan vulkanize pişirme ilacı, yumuşatıcı ve dolgu malzemeleri ile diğer kimyasal katkı maddelerinin de özenle seçilmesi gerekir. Karışımın oluşturacağı merdane hamurunun kimyasal niteliği, baskıda kullanılacak mürekkep ve hazne suyuna uygun hazırlanmalıdır. Konvansiyonel baskı mürekkebi ile UV mürekkebin kimyasal özellikleri farklı olduğundan merdane yüzeyindeki kauçuk hamuru da bu mürekkeplere uygun şekilde hazırlanmalıdır [2, 30].



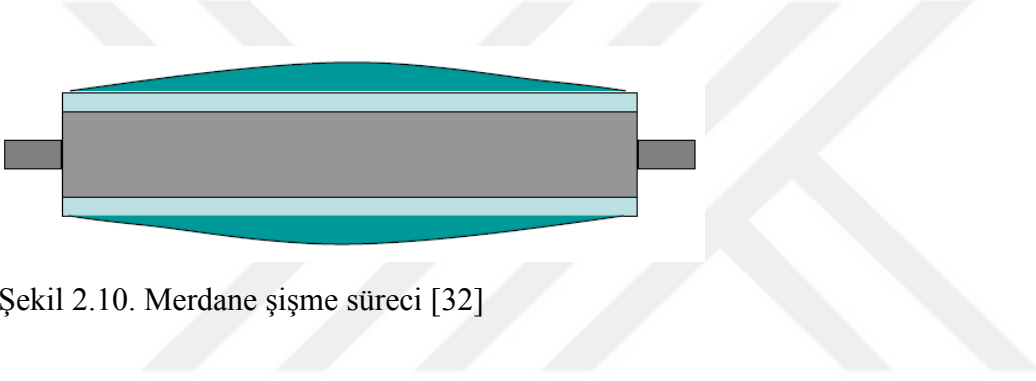
Şekil 2.9. Kauçuk üretiminde kullanılan ana bileşenler [3]

Baskı makinelerinde kullanılan merdanelerin gerek kauçuk hammaddesinin seçimi, gerekse vulkanizasyon derecesinin ayarlanması büyük dikkat gerektirmektedir. Aksi takdirde sıcaklık ve sürtünme nedeniyle mürekkep ve su içindeki çeşitli kimyasalların kauçuk ile olumsuz reaksiyona girmeleri sonucunda baskı kalitesini sağlamak mümkün değildir. Ayrıca bu deformasyon merdane servis ömrünün düşmesine de neden olmaktadır [2, 31]. Kauçuk malzeme zaman içerisinde kullanılan kimyasal, ısı ve kauçuğun kendi özelliklerinden dolayı şişme ya da büzülme gibi tepkiler verebilir. Kauçuk kimyasal maddeler ile etkileşime girdiğinde iki olay gerçekleşir:

### Şişme

Kimyasal madde kauçuğun içine girmeye çalışır (Şekil 2.10). Merdanelerde meydana gelen şişme sonucunda;

- Baskı izi genişler,
- Mürekkep ve su transferi bozular,
- Merdane üzerine binen yük artar,
- Yüksek ısı oluşumu meydana gelir,
- Merdaneler mürekkep sıçratır (özellikle web-ofset baskı makinelerinde) ve sonunda merdanenin yüzey kaplaması bozular.



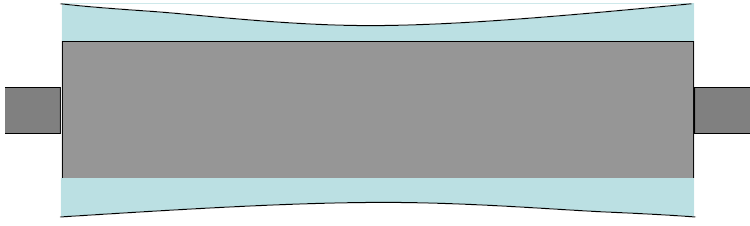
Şekil 2.10. Merdane şişme süreci [32]

### Büzülme

Kauçuktaki malzemeler dışarı çıkmaya çalışır. Merdanelerde meydana gelen büzülme sonucunda;

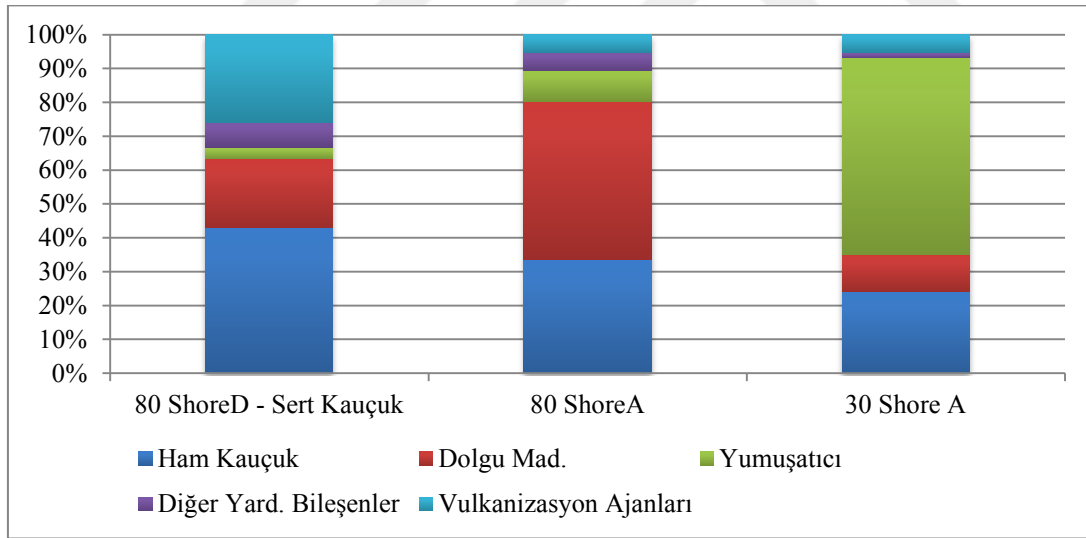
- Baskı izi daralır,
- Mürekkep transferi bozular,
- Sık ayar gerektirir,
- Merdane sertliği artar,
- Kenar bölgelerde ton yapar.

Merdane çapının ortada ve kenarlarda farklı olması, kenarlarda yüksek basınca yol açmakta, merdanenin kuru ve aşırı ısınmış çalışmasına neden olarak merdanenin bozulması hızlanmaktadır [31]. Sürekli olarak merdane boyundan daha küçük işler basılması, merdanenin mürekkeple temas ettiği alanlarda büzülme sebeptir (Şekil 2.11).



Şekil 2.11. Merdane büzülme süreci [32]

Kauçuk karışımı içerisindeki bileşenlerin farklı oranlarına bağlı olarak, merdane sertlik, elastikiyet vb. özellikleri değişebilir. Şekil 2.12’de kauçuk içerisindeki bileşenlerin oranlarının sertlik üzerindeki etkileri gösterilmektedir. Şekilde görüldüğü gibi, hemen hemen aynı oranda ham kauçuk kullanılmasına rağmen içerikteki plastifiyan, dolgu maddesi ve vulkanizasyon ajanlarının oranlarını değiştirerek farklı sertlik derecelerine ulaşılabilir. Şekilde oranlar kabaca belirtilmiştir. Nihai üründen istenen özelliklere göre nitelikli formüller geliştirilebilir.



Şekil 2.12. Merdane kauçuğu yapımında kullanılan hammaddelerin sertliğe etkisi [31]

NBR tipi ham kauçuk ofset baskı uygulamalarında en fazla kullanılan elastomerdir. Nitril kauçuk veya perbunan olarakta bilinir. Yağlara dayanıklı bu sentetik kauçukla ofset baskı sistemi merdanelerinde köklü değişiklikler meydana gelerek, jelâtin kompozit merdanelerin yerini bu yeni kauçuktan yapılan merdaneler almıştır. Bunun yanı sıra Etilen-Propilen-Dien (EPDM) ve PVC nitril karışım UV mürekkeple yapılan baskılarda



kullanılmaktadır. Ofset ve tipo baskılarda merdane sertlikleri 20<sup>0</sup>-50<sup>0</sup> Shore A arasında değişmektedir [22].

### Baskı sistemlerine göre kullanılan kauçuk merdane özellikleri

Gravür baskıda basınç merdanesi, yüksek sertlikte özel bir tabaka kauçuk katmana sahiptir (95<sup>0</sup> Shore A). Bu merdaneler genellikle hypalon, buna-N ve üratandır. Merdanelerin aşınma direnci ve ısı mukavemeti yüksek olmalıdır. Birçok modern makinede mürekkebin silindirden baskı altı malzemesine geçişini sağlayan yüksek voltajlı elektrostatik yükünü sağlamak için elektrik iletme özelliği olması gerekir [23].

Flekso baskıda ise kauçuk merdaneler hazne merdanesi ve sıyırıcı merdane olarak kullanılmaktadır. 55<sup>0</sup> ila 85<sup>0</sup> Shore A sertlik değeri arasında değişen bunanitrile, EPDM ve üratan kauçuklar kullanılır [22].

### **2.5.2. Dolgu maddeleri**

Kuru toz halindeki inorganik veya organik dolgu maddeleri, kauçuğun kuvvetlendirilmesi, işlenebilme karakterinin iyileştirilmesi, fiyatının ucuzlatılması ve renk verilmesi gibi amaçlarla kullanılmaktadır. Dolgu maddeleri, siyah ve beyaz dolgu maddeleri olmak üzere ikiye ayrılırlar. Siyah dolgu maddeleri karbon siyahlarıdır. Beyaz dolgu maddeleri ise kalsiyum karbonat, silika, kil, talk, çinko oksit gibi dolgulardır. Tane büyüklüğü, dolgu maddesinin kauçuğu kuvvetlendirmesi açısından en önemli parametredir. Tane büyüklüğü küçüldükçe, kauçuğu kuvvetlendirme özelliği artmaktadır. Dolgu maddelerinin yüzey alanı da tane büyüklüğü ile ilgilidir. Tane büyüklüğü küçüldükçe, dolgu maddesinin yüzey alanı artmaktadır. Ayrıca dolgu maddeleri kauçuk hacmini kısmen arttırırlar [30, 33].

### **2.5.3. Yumuşatıcılar**

Yumuşatıcılar, kauçuk sanayinde dolgu maddeleri ile birlikte bir karışımın iskeletini oluşturur. Dolgu maddelerinden sonra en çok kullanılan malzemelerdir. Yumuşatıcılar işlem kolaylaştırıcılardır. İşlem kolaylaştırma sürecin çeşitli kademelerinde karşımıza çıkmaktadır. Örneğin; yumuşatıcılar, polimer ve dolgu maddelerini ısıtarak, karıştırma sırasında meydana gelen sürtünmeleri azaltır. Bu şekilde mekanik aşınmalar azaltılmış

olur. Karıştırma esnasında, karışımın viskozitesini düşürerek karıştırma enerjisini azaltır. Böylece enerji tasarrufu sağlanmış olur. Yumuşatıcılar, dolgu maddelerinin ve kimyasalların karışım içerisinde kolayca dağılımı sağlayarak, homojen karışımlar oluşmasını sağlar. Karışımın akışkanlığını ve yapışkanlığını artırır. Düşük karıştırma ısıları sağlayarak, ön vulkanizasyon tehlikesini azaltır. Yüksek oranda dolgu maddeleri ile birlikte kullanıldığında, karışımın maliyetini düşürür. Karışımın sertlik, uzama, elastikiyet ve düşük sıcaklık gibi fiziksel özelliklerinde değişiklikler meydana getirir. Merdane sertliğini belirleyen unsur kauçuk hamuruna katılan sıvı plastikleştiricilerdir [34, 35].

#### **2.5.4. Proses kolaylaştırıcılar**

Kauçuk malzeme üretimi, hammaddenin depolama anından, mamulün oluşumuna kadar, bir dizi işlemi kapsamaktadır. Proses yardımcı maddelerin işlevleri yumuşatıcılara benzemesine rağmen, karışıma düşük oranda katılmaları ve fiziksel özelliklere çok az etki etmeleri nedeniyle farklılıklar göstermektedir. Kauçuk ham maddeleri, genellikle toz halindedir. Aktivatör, hızlandırıcı grupları, antioksidantlar, vulkanizasyon maddeleri ve şişiriciler toz halinde olduklarından karıştırma işlemi sırasında havaya uçmakta ve homojen bir şekilde karışım içinde dağılmamaktadır. Bunun sebebi, bu maddelerin yüksek erime noktalarına sahip olmaları ve toplanma eğiliminde olmalarıdır. Bu problemleri ortadan kaldırmak için toz halinde olan maddelerin, polimerler ile bağlanarak masterbatch (toz halindeki mürekkep ya da diğer katkı malzemelerini plastiklere taşıyan granül) haline getirilmesi ve bu şekilde kullanılması sağlanmıştır. Genellikle bağlayıcı olarak EPDM, etilen vinil asetat (EVA) kullanılmaktadır [34].

#### **2.5.5. Merdane mili**

Merdanelerde sabit kalite, kararlı dayanıklılık, her yerde eşit bir sertlik, en az yabancı parçacık ve ayrıca merdane milinin durumu da önemlidir. Genellikle merdane mili olarak çelik kullanılmakla beraber özel amaçlar için paslanmaz çelik, alüminyum ve plastik de kullanılmaktadır. Merdanelerin üretiminde ilk yapılan işlem, kauçuk ile kaplanacak olan milin baskı makinesi özellik ve ölçülerine göre seçilerek yüzey temizliğinin çok iyi yapılmasıdır (Resim 2.2). Mil üstünde kalan yağ, toz ve pas lekeleri kauçuğun çeliğe tam olarak yapışmasını ve tutunmasını engeller. Ayrıca milin yüzey düzgünlüğünün de mükemmel olması gerekmektedir [2, 36].

İdeal merdanenin gerek yüzey çapının, gerekse mil yatağının mutlaka tam bir daire olması gerekir. Kullanılmış miller ise üzerinde aşınma, çürüme, zedelenme olup olmadığı, eğriliği ve mil başları kontrol edildikten sonra, mil yüzeyinin kauçuğu iyi tutması için kumlama işlemi yapılır. Yüzey kumlama işlemi ile pürüzlü hale geldikten sonra mile yapıştırıcı madde sürülür. Yapıştırıcı madde sürülen mil, bir sonraki işlem olan kauçuk kaplama işlemine hazırdır. Kalenderleme, spiral bant sarma veya ekstrüzyon yöntemleri kullanılarak kauçuk mile sarılır. Merdane ölçümlendirilirken; *merdane mil çapı* kumpasla ölçülür ve mm olarak tanımlanır. Daha sonra *dış çap* makine üreticilerinin kataloglarındaki değerler dikkate alınarak ölçülür. Merdanenin kauçuk kaplı bölümü ölçülerek *merdane uzunluğu* belirlenir. Merdane silindiri genellikle şu malzemelerden üretilmektedir: *Şaft malzemesi olarak* karbon çeliği, paslanmaz çelik, krom-molibden çelik, alaşım çelik ve alüminyum; *flanş için* genel amaçlı merdane çeliği ve paslanmaz çelik; *silindirde ise* paslanmaz çelik boru, dikişsiz karbon çelik malzemeler kullanılmaktadır.



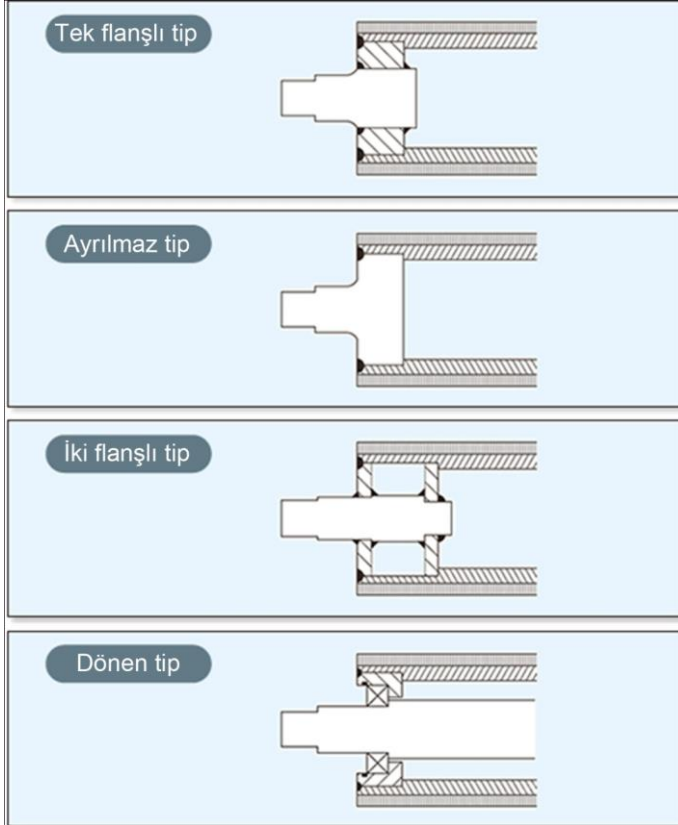
Resim 2.2. Hasarlı olan millerin soyulma işlemi

## 2.6. Ofset Baskı Merdanesi Üretim Yöntemleri

Günümüzde matbaa merdaneleri iki yöntemle üretilmektedir. Bunlardan ilki ve yaygın olanı klasik yöntemle merdane üretimi, diğeri ise ekstrüzyon teknolojisi ile merdane üretimidir.

### 2.6.1. Klasik sistem merdane üretimi

Merdane üretiminde ilk yapılan işlem; kauçuk ile kaplanacak milin baskı makinesi ölçülerine göre seçilerek yüzey temizliğinin çok iyi yapılmasıdır (Şekil 2.13). Ayrıca milin yüzey düzgünlüğünün de tam olması gerekmektedir.



Şekil 2.13. Çeşitli merdane mili yapıları

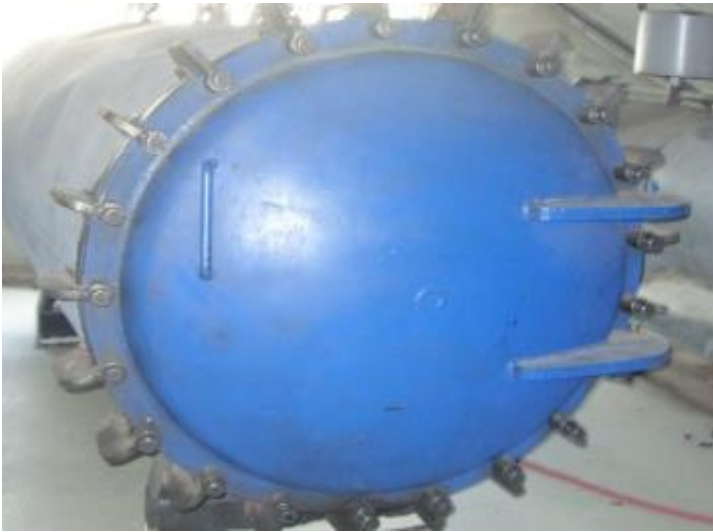
Kauçuk ile karıştırılan vulkanize ilacı, yumuşatıcı, dolgu maddeleri ve diğer kimyasal maddelerin baskıda kullanılacak mürekkebin kimyasal özelliklerine uygun hazırlanması gerekmektedir. Karıştırmanın amacı kauçuk karışımına konulan tüm katkı maddelerinin homojen bir kitle haline sokulmasıdır. Karıştırma işlemi, ham maddelerin elastomere homojen yedirilmesi açısından en önemli safhayı teşkil eder. İyi karışmış hamur sonraki işlemlerde (extruder, vulkanize vs.) fiziki değerleri ile kendini belli eder. Aynı zamanda kaliteli ve ekonomik üretim, ancak elastomerde dolgu maddeleri ve kimyasalların homojen dağılmasıyla mümkündür. Merdanenin üretiminde karşılaşılan en büyük problem, kauçuk hamurunun mil üzerine sarılması esnasında (Resim 2.3) tabakalar arasında kalan hava kabarcıklarıdır.

Kauçuk ham maddesinin mil üzerine kaplamasının ardından merdaneler özel fırınlara yerleştirilerek vulkanizasyon işlemi gerçekleştirilmektedir. Vulkanizasyon (pişirme) sistemi kauçuğu bağlamak için gereklidir.



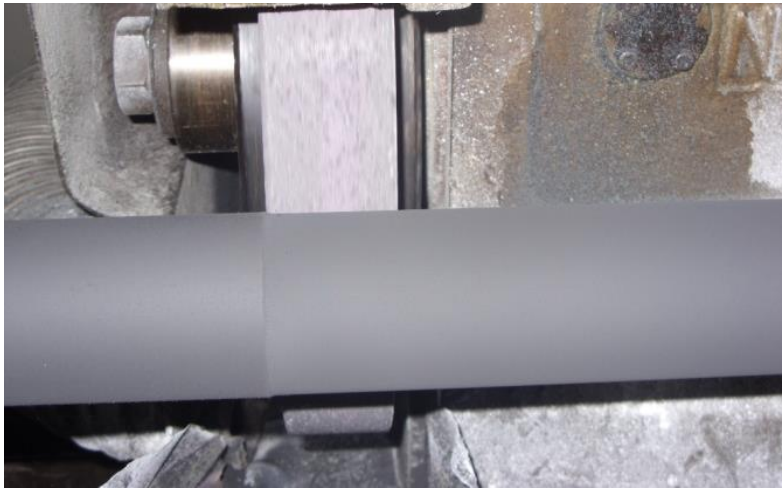
Resim 2.3. Kauçuğun merdane miline sarılması

Vulkanizasyon ham kauçuk ve benzeri malzemelere, belirli kimyasal maddelerin tatbik edilmesi ile onların çekme kuvvetini, sağlamlığını ve dayanıklılığını arttırmak ve kullanıma hazır hale getirmek için yapılan işleme denir. Ham kauçuk vulkanizasyon işleminden sonra yapışkanlığı önlenir, çekme kuvvetinde artış, solventlerde çözünmede azalma ve elastiklik artışı meydana gelir. Vulkanizasyon işlemi 6 atmosfer basınçta 142 °C sıcaklıkta 1-2 saat bekletilerek gerçekleştirilmektedir (Resim 2.4).



Resim 2.4. Kauçuk sarılan merdanenin fırınlanması

Vulkanizasyon işleminden sonra mil kenarlarındaki fazlalık parçalar kesilerek alınmaktadır. Daha sonra yüzey traşlama-taşlama işlemi gerçekleştirilir (Resim 2.5). Tezgahların ilerleme hızı, taşın devir sayısı ve taş yüzeyindeki gözenekler merdane yüzey düzgünlüğüne etki eden parametrelerdir. Merdane çap ölçülerine göre, özel CNC tezgahlarda büyük bir dikkatle taşlanan merdanelerin yüzey kontrolleri yapılarak, merdane özel ambalajıyla sarılmaktadır. Merdane yüzeyine sarılan ambalaj kağıdı; merdaneyi zararlı UV ışınlarından, aşırı sıcaklık ve nemden korumalı, kauçuk yüzeyine kesinlikle yapışmamalıdır [2].



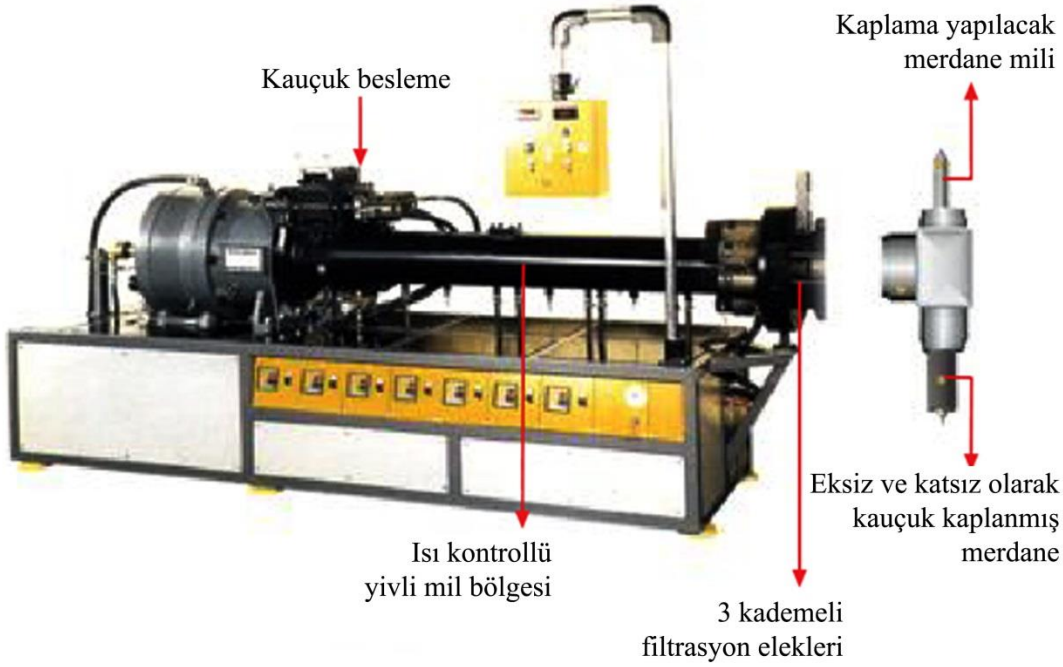
Resim 2.5. Merdane yüzey taşlama işlemi

### 2.6.2. Ekstrüzyon teknolojisi ile merdane üretimi

Ekstrüzyon teknolojisinde, ekstrüzyon makinesi besleme ünitesinden gelen kauçuk hamuru, ısı kontrollü yivli mil bölgesinde homojen bir karıştırma işlemi yapılır. Daha sonra üç kademeli filtrasyon sisteminden geçirilir. Çıkıştaki “T kafa” ünitesinde merdane milinin üzerine el değmeden eksiz ve katsız olarak kaplanılır (Resim 2.6). Bu işlemler esnasında vakum sistemi ile kauçuk kütledeki havalar emilerek merdane bünyesinde hiç hava kabarcığı bırakmadan üretilmelidir. Farklı gözenek yapılarına sahip üç kademeli filtreler ile kauçuk içinde bulunan zerrecik halindeki tüm yabancı maddeler ve birikintiler ayrılır [37].

Taşlama işleminden sonra merdane yüzeyinde kadifemsi bir düzgünlük oluşmakta, bu oluşum mükemmel bir baskı için aranılan en önemli özelliktir. Vakumlama sayesinde

kauçuk bünyesinde hava kabarcığı kalma riski en aza indirilir. Ekstrüzyon esnasında oluşan yüksek basınç nedeni ile kauçuk karışımın kalitesi ve homojenliği artar. Böylece merdanenin tüm yüzeyinden eşit performans alınması sağlanır.



Resim 2.6. Ekstrüzyon yöntemiyle merdane üretimi [37]

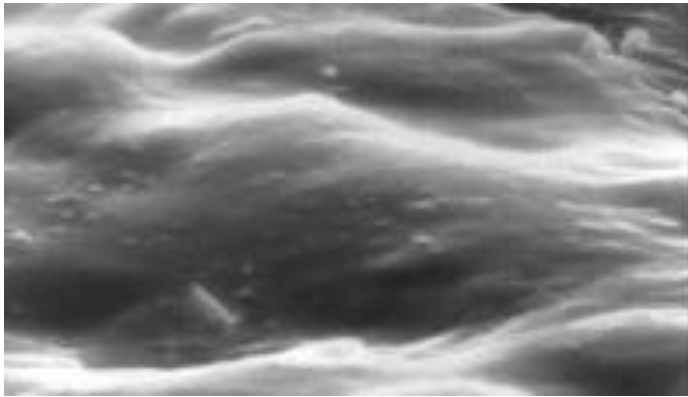
## 2.7. Ofset Baskı Merdanelerinin Özellikleri

Ofset baskıda merdanelerin görevi, baskı kalıbına yeterli miktarda hazne suyunu ve mürekkebi iletmektir. Kaliteli bir baskı elde etmenin temel unsurlarından bir tanesi iyi sağlanmış su-mürekkep dengesidir. Bu dengenin sağlanabilmesi için de su ve mürekkep merdanelerinin istenilen özellikte olması gerekir. Baskıda karşılaşılan problemlerin büyük çoğunluğu düzgün olmayan mürekkep ve nem dengesinden kaynaklanmaktadır. Ayarsız, yıpranmış merdaneler ya da montaj hataları birçok baskı problemine neden olur. Aşağıda ofset baskıda merdanelerden kaynaklanan bazı problemler verilmiştir.

- Kirlenme: Mürekkebin hazne suyunun içerisine karışması, işsiz alanlarda kirlenme yapmasıdır. Kirlenmenin sebebi; mürekkep merdanesi basıncı ayarsız, nemlendirme merdanesi ayarsız ya da mürekkep haznesinden verici merdanelerin tükettiğinden fazla mürekkep gönderilmesi olabilir.

- Ton tutma: Hazne suyunun kalıp üzerinde işsiz alanları temiz tutamamasıdır. Ayarsız ya da eskimiş nemlendirme merdaneleri, yüzeyi yıpranmış veya sıkı takılmış mürekkep merdaneleri ton tutmaya neden olmaktadır.
- Çürüme: Mürekkebin merdanelerin, kalıbın ve blanketin üzerinde birikerek tortu yapmasıdır. Çürümenin sebebi, sistemde fazla su olması ya da ayarsız, yanlış yerleştirilmiş merdaneler olabilir.
- Uçuşma: Mürekkebin çalışma sırasında parçacıklara ayrılmasıdır. Yanlış takılmış merdaneler veya merdanelerde statik elektriklenme uçuşmaya neden olabilmektedir. Ayrıca aşınmış merdanelerde meydana gelen fazla sürtünme mürekkep uçuşmasına yol açmaktadır.
- Merdanelerin zayıf mürekkep vermesi: Merdaneler mürekkep alıyor, fakat zayıf baskı elde ediliyor ise nedeni kirli, şişmiş, bozuk merdaneler ya da yüzeyi çamurlaşmış, ayarsız merdaneler olabilir.
- Zayıf baskı: Kalıp mürekkep alıyor ama zayıf baskı yapıyor ise sistemde var olan su fazla ya da mürekkep merdaneleri kalıba zayıf basıyor olabilir [1, 22].

Ofset baskıda merdanelerin yüzeyi kullanılan mürekkep, hazne suyu, solvent, katkı maddeleri, kağıt tozları, UV ışınlar, güneş ışınları, ortamın sıcaklık ve nem oranlarından dolayı zamanla sertleşir ve sertlik değeri yükselerek yüzeyde parlama meydana gelir (Resim 2.7). Yüzeyde meydana gelen bu değişimler, mürekkep sisteminin etkisini azaltır. Soluk baskı, densite değişimleri gibi baskı hataları meydana gelir. Parlama merdanelinin hızlı yaşlanarak, daha kısa sürede bozulmasına neden olur. Stabil olmayan su mürekkep dengesi sonucu olarak da işçilik maliyetleri, kağıt firesi ve iş süresi artar [31].



Resim 2.7. Parlamlı merdane yüzeyi [31]



Matbaalarda çevre koşulları, kâğıtlardaki değişimler ve yüksek üretim ihtiyacı kauçuk kaplama için zor fiziksel ve kimyasal şartlara neden olmaktadır. Bu şartlar, merdanenin çekmesi ve sertleşmesi gibi problemlerle merdane ömrünü olumsuz yönde etkilemektedir. [38]. Ofset baskı merdanelerinin optimum performans ve uzun servis ömrü sunabilmesi için taşınması gereken özellikler açısından şu şekilde bir ayırım yapılabilir.

### 2.7.1. Kauçuk sertliği

Her türlü ortam şartları altında, elastomer sertliğinin tüm merdane yüzeyinde aynı değerde kalması merdanenin kalitesini belirler. Merdanelerin çaplarına göre birbirlerine olan basınç kuvveti karşısında mürekkep ve suyu alma, taşıma, tutma görevini yerine getirebilmesi için belli elastik özelliğini kaybetmemesi gerekir. Yüzeyi sertleşen merdane, mürekkep ve suyu üzerinde barındıramaz. Gereğinden fazla yumuşak merdane ise mürekkep veya solventlerin içerisindeki agresif yapıdaki kimyasallardan daha çabuk etkilenir [2].

Kauçuk malzemenin sertlik birimi Shore'dur. Ölçüm cihazı durometredir (ISO 868). Merdane sertliği ölçümü kesinlikle makine üzerinde yapılmamalıdır. Merdane düz bir zemin üzerinde yavaş yavaş döndürülerek ölçüm yapılmalıdır. Merdanelerin sertlik özelliği, merdanenin nerede kullanılacağı ve nasıl yapıldığı konusuna bağlı olarak değişmektedir. Örneğin, kalıba mürekkep veren form merdaneleri mürekkep dağıtan merdanelerden kısmen daha düşük sertliktedirler. Genelde form merdaneleri 25<sup>0</sup>-30<sup>0</sup> Shore A sertlik değerinde okunmalıdır. Dağıtıcı (distribütör) ve sürücü (rider) 35<sup>0</sup>-45<sup>0</sup> Shore değerlendirilince olup, kalıba mürekkep veren merdanelerden daha serttirler. Genellikle bir merdanenin sertliği kullanım ömrü süresince 10-15 derece yükselir. Bu artış merdane yüzeyinde camlanmalara neden olmaktadır. Bu sertleşme ile merdanelerin etkisi gittikçe azaltmakta, çiftleme ve dışarı atma problemlerine neden olmaktadır. Ayrıca mürekkep transferi ve baskı kalitesinde dereceli bir azalma yaşanmaktadır [10, 39, 40].

UV mürekkep merdanelerinde 25<sup>0</sup>, 40<sup>0</sup>-45<sup>0</sup> arasındaki Shore A sertlik değerleri kullanılır. Alkollü nemlendirme sistemlerinde 25<sup>0</sup>-30<sup>0</sup> Shore değeri uygun iken, endirekt nemlendirme sistemlerinde sert kauçuk merdaneler kullanılır. Genel sertlik toleransı  $\pm 5^0$  Shore A'dır. A tipi durometre ile ofset mürekkep merdaneleri, blanket veya gravur basınç silindirlerinin yüzey sertlikleri ölçülür. Durometre 0-100 aralığında ölçüm yapar. 0 oldukça esnek; 100 ise esnek olmama durumudur. Bir merdanenin sertliği zaman, ışık, ısı ve

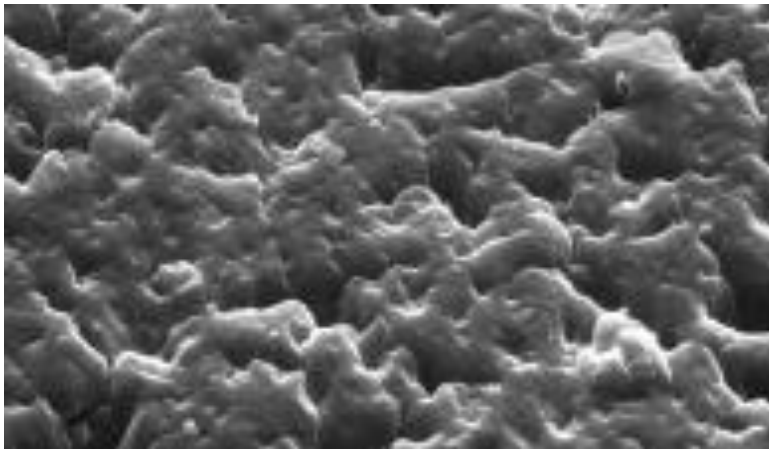
solventlere maruz kalarak artar. Bu da yüzeyde kademeli bir sertleşmeye ve büzülmeye neden olur [30, 40].

### Statik ve dinamik sertlik

Makine dışında çalışmayan merdanenin sertliği statik sertlik değeridir. Ofset baskı makinelerinin merdane dizilimlerine bakıldığında, kauçuk merdanelerin başka sert bir merdaneye temas ettiği görülmektedir. Baskı makinesine takılıp ayarları doğru yapılan kauçuk merdaneye, temas ettiği diğer sert merdane tarafından karşı kuvvet uygulanmaktadır. Makine hızı yükseldikçe iki merdane arası temas hattındaki kuvvet de doğrusal olmayan bir şekilde artar. Artan bu kuvvet ve yüke bağlı olarak merdanede göreceli olarak bir sertlik artımı oluşur. Bu sertliğe ise dinamik sertlik denir ve her zaman statik sertlikten yüksektir. Özellikle hız ve merdaneler üzerindeki gerilmelerin çok daha yüksek olduğu web ofset makinelerinde dinamik sertlik aşırı yükselebilmektedir. Bu durum merdane kullanım ömrünün kışalmasına hatta merdanede kopma, parçalanma gibi problemlere neden olabilmektedir [3].

### **2.7.2. Yüzey pürüzlülüğü**

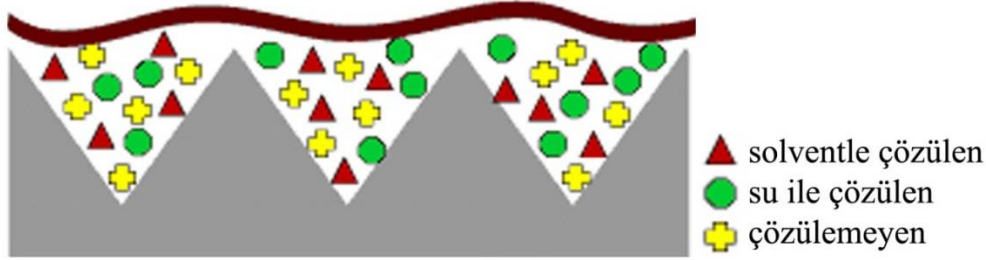
Yeni bir merdane mikroskopla yakından incelendiğinde yüzeyinde çukurların ve tepelerin olduğu görülür. Elektron mikroskopunda görülen merdane yüzeyindeki pürüzlülük, ofset baskıda su ve mürekkep iletiminde önemli bir etkiye sahiptir (Resim 2.8).



Resim 2.8. Temiz merdane yüzeyi [41]

Mürekkep ve suyu taşıyarak diğer merdanelerle kalıp yüzeyine transferini sağlayan bu çukurlar, merdanenin enine doğru ince uzun kanalları oluşturmaktadır [3]. Parmak yeni bir merdanenin eksenine etrafında gezdirildiğinde yüzey tarafından tutulduğu hissedilir. Bu tutulma hareketi ofset baskının kalitesi için büyük önem taşır. Şayet yeni bir merdanede bu yüzey tutulması çok zayıf ya da yok gibi ise o merdanenin üretimi yanlış demektir ve baskı üretimi sırasında merdaneler tarafından gerekli miktarda mürekkep veya hazne suyu taşınmaz.

Merdane yüzeyindeki bu ince kanallar zamanla, suyla çözülebilen (kağıt lifleri, tozlar), solventle çözülebilen (mürekkep) ve çözülmeyen (tuz, kireç, sabun tortuları) maddelerle dolar. Bunlar birbirleriyle kimyasal tepkimeye girerek kaynaşırlar (Şekil 2.14). Kanalların dolmasıyla yüzeyi düzleştiren merdanelerin mürekkep ve suyu tutması, dengeli şekilde kalıp yüzeyine transfer etmesi imkansız hale gelir. Merdane yüzeyinde parlama ve camlanma olarak adlandırılan bu problemin giderilmesi için mutlaka merdanelerin temizliğinin yapılması gerekir.



Şekil 2.14. Merdane yüzeyinde parlama [41]

Aşırı pürüzlü yüzey;

- Baskıda gözle görünür bir iz bırakabilir.
- Mürekkep sıçratma artar.
- Baskı kalıbına aşırı ve dengesiz su transferi olur. Bu da baskıda sık merdane ayarı yapmayı gerektirir.

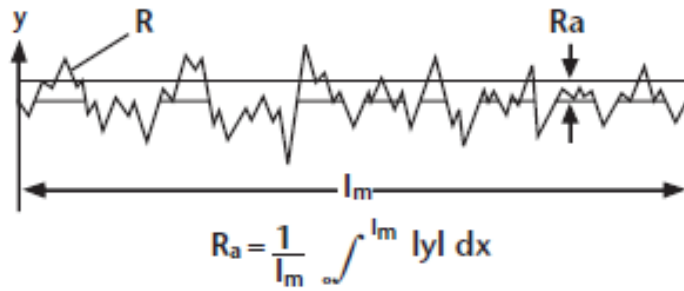
Yetersiz yüzey pürüzlülüğü ise;

- Baskı kalıbına yetersiz ve dengesiz su transferi olur. Kalıbın görüntüsüz alanlarında mürekkeplenme gözlenir, baskı operatörü kalıbı kirlenmeye karşı çok sık kontrol etmelidir.

- Yetersiz mürekkep transferi gerçekleşir. Mürekkep-su dengesini kurmak zorlaşır. Pürüzsüzlükten dolayı mürekkep toplanmaları görünür. Kağıt tozları merdanede kolay birikir.
- Temizleme sırasında zorluklar meydana gelir. Örneğin, temizleme sırasında durmalar etkisiz bir temizliğe neden olur [32].

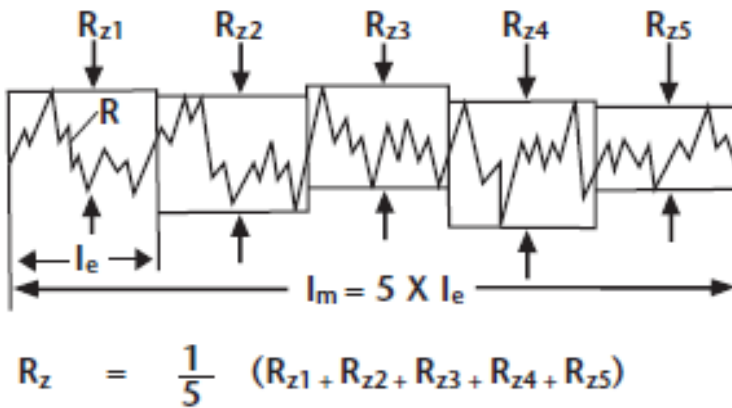
### Yüzey pürüzlülüğü ölçümü

Mahr, Hommel ve Perthen; elastomer kaplı ofset baskı merdanelerinin yüzey pürüzlülüklerini ölçmek için cihaz üreten firmalardan bazılarıdır. Tüm cihazların kullandığı ölçüm prensibi bir dokungaçın numune yüzeyini taraması prensibine dayanır. Sonuç mikron cinsinden bir değer olan  $R_a$  veya  $R_z$  olarak belirtilir.  $R_a$ : Ölçülen  $l_m$  uzunluğu boyunca tüm zirve ve dip noktaların aritmetik ortalamaları alınarak pürüzlülük değeri hesaplanır (Şekil 2.15).



Şekil 2.15.  $R_a$  ölçüm prensibi [3]

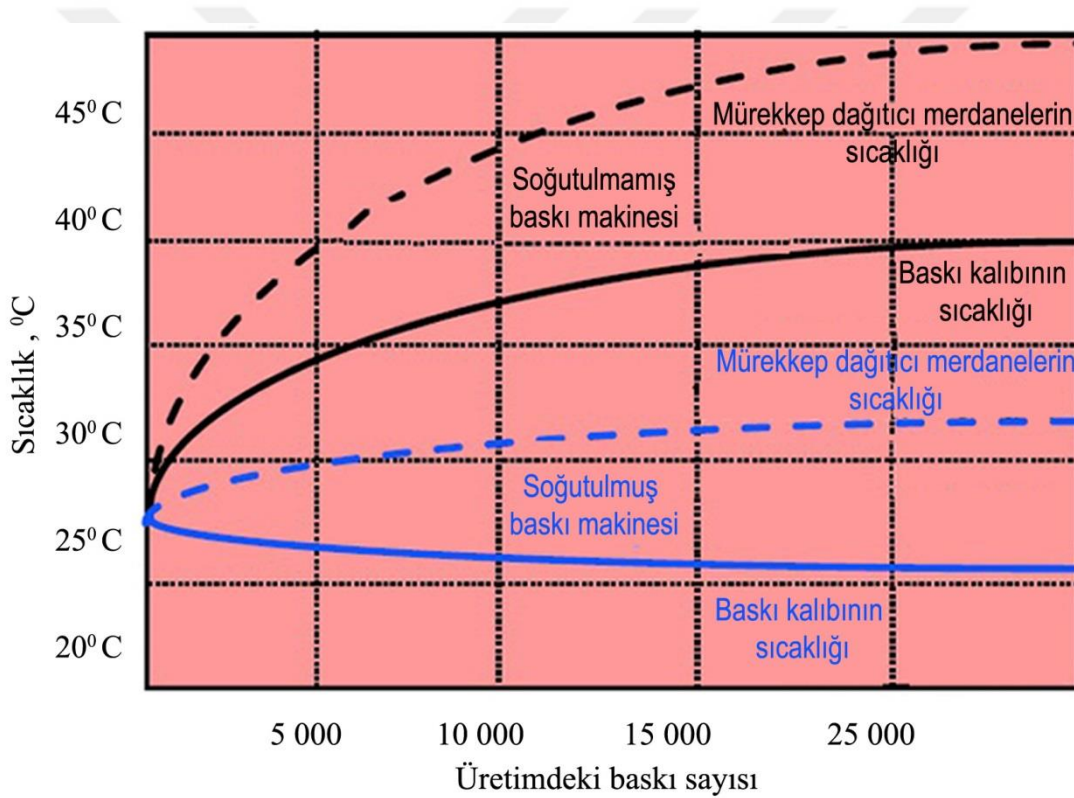
$R_z$  ise 5 tane en yüksek 5 tane en alçak noktanın pürüzlülük ortalamasıdır (Şekil 2.16).



Şekil 2.16.  $R_z$  ölçüm prensibi [3]

### 2.7.3. Isı dayanımı

Yüksek dönüş hızlarında meydana gelen sıcaklık ve uzun beklemlerde merdane yüzeyinin belli özelliklerini koruması gereklidir. Baskı makineleri içindeki sıcaklık değerleri sürekli değişiklik göstereceği için elastomer yapısının bu değişimlerden etkilenmemesi beklenir. Baskı makinesinin hızı arttıkça, mürekkep merdanelerinin dönüş hızları da yükselir. Merdanelerin birbirlerine mürekkep aktarımı için gerçekleştirdikleri sürtünmeler, merdane yüzey sıcaklığını 30-40 °C'nin üzerine çıkarmaktadır (Şekil 2.17). Meydana gelen bu sıcaklık, merdanelerin kauçuk yapısını doğrudan etkilediği gibi mürekkebin kimyasal özelliğini de değiştirmektedir [2].



Şekil 2.17. Baskı ünitesinde ısı eğrileri [6]

Baskı makinelerinde ve matbaalardaki ısının azaltılması veya yok edilmesi baskı kalitesini ve verimliliğini artırır. Isı artışları matbaalardaki iklim koşullarını değiştirmekte bu da baskı ve kalite problemlerine sebep olmaktadır. Aşırı sıcak, soğuk, nemli ya da kuru ortamlarda kauçuğun elastik yapısı değişikliğe uğrayarak transfer görevini büyük ölçüde yerine getirememektedir. Öte yandan makinenin saatteki baskı sayısı yükseldikçe makine içindeki sıcaklık da artış gösterir. Matbaanın genel sıcaklığı da yüksek olduğu takdirde,

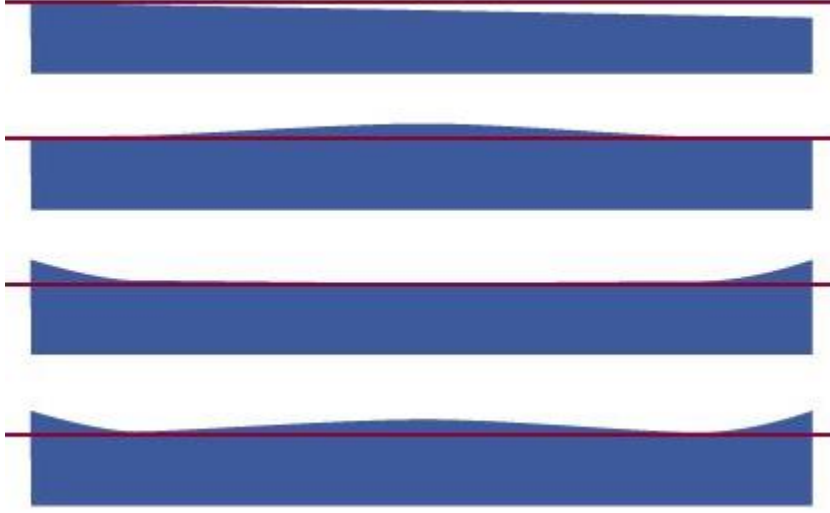
merdane yüzeyindeki elastomer yapısı hızla değişerek merdane çapı artar ve merdane ömrü kısalmır. Kontrol altına alınmayan sıcaklık artışı zaman zaman merdane yüzeyinde çatlama, parçalanma ve kopmalar meydana getirerek kauçuğun milden ayrılmasına neden olabilmektedir. Uzun tatil sürelerinde ve ısının aşırı düşmesi durumunda merdanelerin çaplarında küçülme meydana gelir ve temas aralığı kaybolur. Aşırı nem değişiklikleri ise; merdane yüzeyinde kristalleşmeye yol açarak baskı kalitesini olumsuz yönde etkiler. Isıda meydana gelen artışlar genellikle merdane sertliğinin azalmasıyla sonuçlanır (Çizelge 2.3). Merdane sertliği aynı ısı değerinde ölçülmelidir [2, 6].

Çizelge 2.3. Isı değişimlerinin merdane sertliğine etkisi [36]

Sınıf / Sıcaklık (°C)	-20	-10	0	10	20	30	40	50	100
NBR	96	90	81	76	73	72	72	72	72
CR	80	78	75	73	72	71	70	69	66
Silikon	71	70	70	70	70	70	70	70	70
SBR	85	80	76	73	73	73	73	73	71
CSM	94	88	75	72	72	70	69	69	68
Özel NBR	86	54	46	42	41	38	36	36	31

#### 2.7.4. Şişme ve sürtünme dayanımı

Mürekkep, hazne suyu içindeki kimyasallar, temizlik ve bakım ürünleri merdanelerin yüzey özelliklerini ve elastomer yapısını doğrudan etkilemektedir. Bu etkilerden en önemlisi de elastomerin bazı solventlere karşı kendini yeterince koruyamaması ve çapta meydana gelen şişmelerdir (Şekil 2.18). Bu nedenle üreticinin önerdiği uygun kimyasallar kullanılmalı ve merdanelerin günlük, haftalık bakımlarına dikkat edilmelidir. Bazı merdanelerde merdanelerin dairesel hareketinin yanı sıra, sağa sola bir yanal hareket de söz konusudur. Bu hareket mürekkebin daha homojen bir şekilde ezilmesini ve eşit dağılımını sağlar. Özellikle bu tür yanal salınımı olan merdanelerde kullanılan elastomerin sürtünmeye karşı daha dayanıklı olması gerekir [2].



Şekil 2.18. Merdane şişme örnekleri [2]

### 2.7.5. Merdane balansı

Genellikle makinenin hızı arttıkça merdane dengesizliklerinden kaynaklanan problemler artar. Örneğin titreme ve ses, rulmanların ve dişlilerin erken aşınmasına, kauçuğun erken bozulmasına neden olur. Bu problem merdanelerin montaj kusurlarından dolayı merkezkaç kuvvetinde meydana gelen hız artışından kaynaklanır.

### 2.8. Ofset Baskıda Merdane Kullanım Ömrünü Belirleyen Etkenler

Merdanenin çalışma verimliliğini ve kullanım ömrünü belirleyen etmenlerin başında merdane baskı izi ayarı ve merdane temizliğinde kullanılan solventler gelmektedir. Bunların dışında;

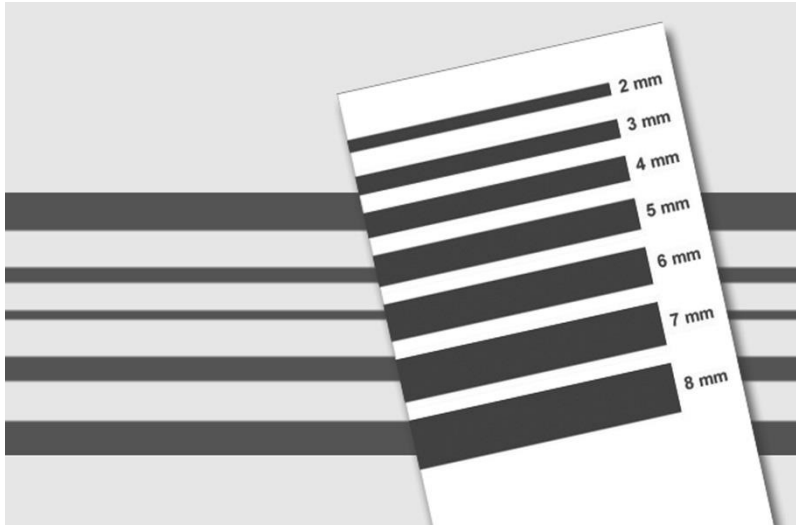
- Kullanılan mürekkep tipi,
- Baskı hızı,
- Kağıt cinsi,
- Depolama ve bekletme şartları, sıcaklık değişimleri,
- Hazne suyu özellikleri (pH,dH)

gibi değişkenler merdanelerin elastomer yapısını doğrudan ilgilendirir. Bunlar aşağıda kısaca açıklanmıştır [37].

### 2.8.1. Merdane baskı izi

Merdane baskı izi ayarı, merdanenin temas ettiği karşı merdane grubu ve baskı kalıbına olan mesafesini ifade etmektedir. Yapılan ayarın sıklık ve açıklığı, merdanenin çalışma ısısını ve merdanenin karşılaştığı kuvveti belirlemektedir. Sıkı merdane ayarı, kauçuk üzerinde aşırı baskı oluşturur ve merdane kullanım ömrünü kısaltır [37].

Baskı izi almak için, ayarı yapılmak istenen merdanenin karşı merdaneye teması sonucu oluşan mürekkep izine bakılarak değerlendirme yapılmaktadır. İdeal olan; çıkan izin merdanenin her noktasında eşit genişlik değerlerine sahip olmasıdır. İzin geniş ve dalgalı olması, ayarın iyi olmadığını ifade etmektedir. Makine üreticileri merdane grupları arasındaki uygulanacak ideal baskı izi genişliklerini belirtmektedirler (Şekil 2.19). Merdane ayarında mümkün olduğunca yapılacak açık ayarlar, merdane üzerindeki baskının azalmasını sağlayacağından merdane çalışma ömrünün uzamasına yardımcı olur. Merdaneler zaman içerisinde basınç, solventler, matbaa içi ısı değişimleri sebebiyle ölçüsel farklılıklara uğrayabilir. Bu nedenle mürekkep merdanelerinin 6 ayda, nemlendirme merdanelerinin 3 ayda bir ayar kontrolü yapılmalıdır [37].



Şekil 2.19. Merdane baskı izi kontrol cetveli [42]

### 2.8.2. Kullanılan mürekkepler

Konvansiyonel, UV, hibrid vb. mürekkep tiplerinin kimyasal yapılarının farklılığı nedeniyle merdane üretiminde farklı kauçuklara ihtiyaç duyulmaktadır. Kullanılacak



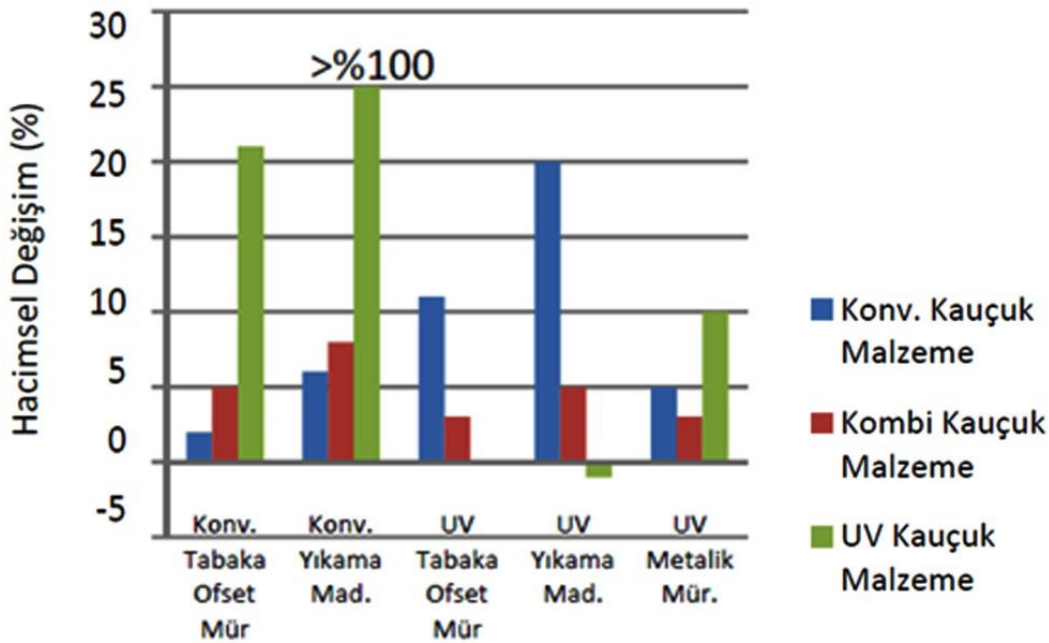
mürekkep tipine uyumlu merdane seçimi; merdane çalışma verimini ve kullanım ömrünü belirlemektedir. Mürekkep tiplerine göre baskı uygulamaları üç gruba ayrılmıştır. Bunlar:

### Konvansiyonel mürekkep kullanımı

Bu mürekkepler yağ bazlı olduğundan, kauçuk kaplama çeşidinde yağa dayanıklı kauçuk tipi seçildiği belirtilmiştir. Ofset sisteminde kullanılan en yaygın olanıdır. Uygun temizleme solventleri kullanıldığında merdane ömrü daha uzun olmaktadır.

### UV mürekkep kullanımı

Bu mürekkepler akrilat içerdiğinden, farklı yapıda kauçuk tipine ihtiyaç duymaktadırlar. UV baskısı için üretilen merdanelerde konvansiyonel mürekkep kullanılmaması gereklidir. Konvansiyonel mürekkep ve temizleme solventi UV merdane yapısının bozulmasına neden olmaktadır (Şekil 2.20). UV merdaneler konvansiyonel merdanelere göre çok daha hassastır. UV mürekkep, lak ve yıkama malzemeleri konvansiyonel baskılar için üretilmiş merdanelerde şişme problemine yol açacaktır. Bu nedenle UV uygulamalar için UV dayanıklılığı yüksek EPDM türü kauçuk kullanılmalıdır.



Şekil 2.20. Farklı kimyasallar altında kauçuk şişme testi [31]

### Karışık mürekkep kullanımı

Aynı makinede hem UV hem de konvansiyonel mürekkep kullanılıyor ise tavsiye edilen merdane karışık kullanım merdanesidir. %80 konvansiyonel, %20 UV çalışılacaksa konvansiyonel merdane kullanılması gerekir. Eğer %20'den fazla UV mürekkep kullanılacaksa karışım merdanesi kullanılması gereklidir. Ayrıca baskıları parlak olan, yapılarında akrilat bulunan hibrid mürekkeplerin kullanımı için herhangi bir merdane tipi önerilmemiştir. Kullanım öncesi bu mürekkeplerin merdanelerle olan etkileşimi araştırılması gerekliliğini vurgulamıştır. Altın, gümüş yıldız mürekkeple yapılan baskılarda da konvansiyonel ya da karışım merdaneleri kullanımı önerilmiştir [37].

### **2.8.3. Merdane temizlik kimyasalları**

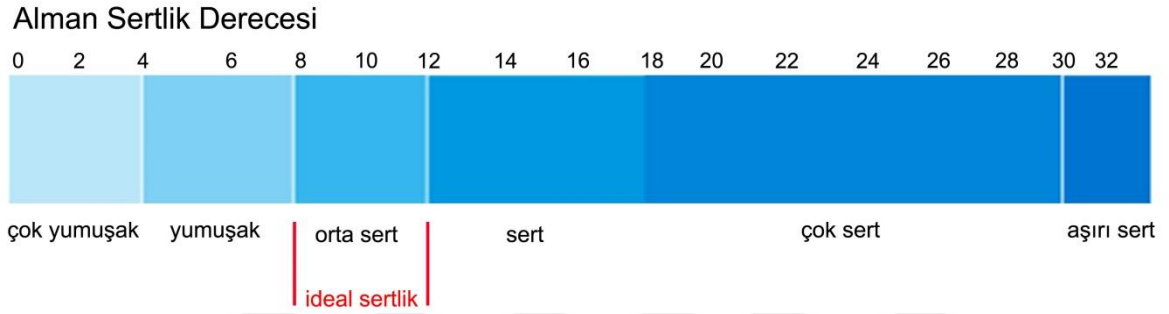
Merdanenin çalışma ömrünü ve verimliliğini belirleyen önemli etmenlerdendir. Kimyasal yapıları nedeniyle, merdanelerde yumuşama, sertleşme ve şişme gibi problemlere neden olabilmektedir. Merdane üreticilerinin tavsiyesine uygun temizleme solventlerin kullanımı, merdanelerin yüzey özelliklerini korumasına yardımcı olmaktadır [37].

Mürekkep merdaneleri yıkanırken mutlaka merdane yıkama solventi kullanılması gereklidir. Benzinle yıkanan merdaneler kısa zamanda sertleşmekte ve parlamaktadır. Benzin eritici olduğundan merdane çaplarında bozulmalara neden olur. Merdanelerin otomatik yıkanması sırasında kaymaması için önce bir tarafına sonra diğer tarafa yıkama maddesi dökülerek yıkanması ve ayrıca merdaneleri düz zeminlere, sert cisimlere temas ettirmekten kaçınmak gereklidir [1]. Temizlik malzemesi olarak yüksek parlama noktası ve düşük uçucu organik bileşik (VOC) değerlerine sahip, su ile karışabilen solventler kullanılmalıdır.

Merdanelerin uzun servis ömrü yalnızca düzenli bir bakım ile sağlanabilir. UV baskılarda merdane kullanım ömrü daha az olduğu bilinmektedir. Yüksek uçucu temizleyiciler kauçuk içerisindeki plastikleştiricileri uzaklaştırarak merdanenin sertleşmesine ve büzülmesine neden olur. Merdanelerin optimum kullanımı için kalite standartlarına uygun, sertifikalı yıkama solüsyonları kullanılmalıdır [30].

#### 2.8.4. Hazne suyu pH ve dH değerleri

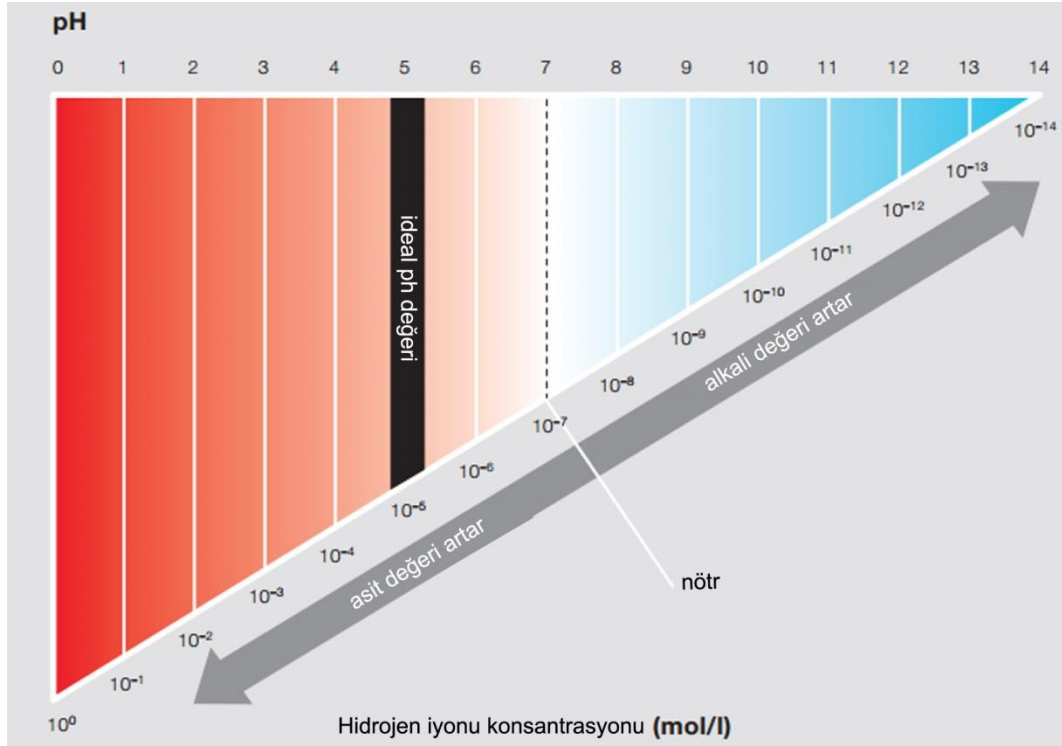
Nemlendirme suyunun pH ve dH değerleri baskı kalitesini önemli ölçüde etkilemektedir. Şöyle ki, ülkemizde suyun sertliği genelde 1-40 dH arasında değişmektedir. Ofset baskıda 4-15 dH sertlik önerilir (Şekil 2.21). Normalinden yüksek sertlikte su, baskı mürekkebi içerisindeki yağ asitleri ile birlikte yağlı sabun oluşturur. Bu sabun hem suyu hem de mürekkebi tutarak baskıda tramların kapanmasına neden olur. Ayrıca nemlendirme sıvısının sertliği önerilen değerden fazla ise, merdane yüzey pürüzleri hızla dolmakta merdane yüzeyinde parlama, su merdanelerinde bozulma gerçekleşmektedir [6, 37].



Şekil 2.21. Ofset baskıda ideal dH değeri [6]

15 dH sertliği geçen hazne suyu kullanıldığında mürekkep merdaneleri boşa çalışma eğilimi gösterirler. Bunun sebebi zor çözünen kalsiyum bileşiklerinin kauçuk merdanelerin gözeneklerini örtüp tıkamalarıdır. Bu merdaneler zamanla su kabul edici hale gelirler ve mürekkep transferi hissedilir derecede bozulur. Toplam sertliği yüksek olan su, merdane kauçuğunun üzerindeki gözeneklerin erimeyen kalsiyum bileşimleriyle dolmasına ve zamanla gözeneklerin tıkanmasına yol açar. Yaşanacak problem, merdanelerin daha fazla suyu seven yapıya bürünmesi (hidrofilik) ve mürekkep aktarımını engellemesidir [8, 43].

Ph ise; ofset baskı tekniği için ideal su değeri pH 4,7 ila 5,5 arasında olmalıdır (Şekil 2.22). 4,7'nin altındaki pH değeri kalıbı, mürekkebi ve kağıdı olumsuz yönde etkiler. Fazla asidik hazne suyu kalıbın yüzeyini tahriş ederek tram noktalarını küçültür ve kalıp emilsiyonu zarar görür. pH 5,5 üzeri değerlerde olduğunda ise, baskılarda ton tutma ve bulaşma meydana gelir. Ayrıca mürekkebin içerdiği kurutucu madde ile asitler reaksiyona girerek oksidatif kurumayı zorlaştırır. Hazne suyunun pH değeri uygun olduğu takdirde baskı kalıbı üzerindeki su tabakası stabilize edilir ve daha az su kullanılarak kalıbın ıslatılması sağlanır [44].



Şekil 2.22. Ofset baskıda ideal pH değeri [45]

Nemlendirme suyunun pH değerinin değişmesine etki eden nedenler arasında kağıt tozları, mürekkep ile suyun birbirine karışması, blanket yüzeyinde kalan temizleyici artıklarıdır. Her iş günü sonunda hazne suyu boşaltılarak su haznesi temizlenmeli ve baskı kalitesini etkileyen faktörler kontrol altında tutulmalıdır [46].

### 2.8.5. Merdane basıncı

Merdanelerin birbirine olan basıncı, baskı kalitesini olumsuz yönde etkiler. Merdanelere ne kadar çok basınç yüklenirse merdane içerisindeki sıcaklık artış gösterir. Aşırı ısı mürekkep ile suyun kimyasal özelliğinin bozulmasına yol açar. Ayrıca merdanelere uygulanan aşırı basınç merdanenin ve baskı kalıplarının aşınmasına neden olur. Merdaneyi döndüren şaft, motor, mil ve diğer mekanik aksamlar üzerinde de hasarlar meydana gelmektedir [23].

### 2.8.6. Depolama koşulları

Merdanelerin depolanmasında DIN 7716 ve ISO 2230 standartlarının dikkate alınması gerekir. Standarda göre merdanelerin depolandığı alan serin, kuru ve tozdan arındırılmış

olmalıdır. Ortam sıcaklığı 15 °C ile 25 °C arasında, nem ise %65 altında olmalıdır. Kauçuk ürünlerde fazla sıcaklık vulkanizasyon işleminin erken olmasına neden olurken, gereğinden düşük sıcaklıklarda ise kauçuklarda sertleşme meydana gelir. Merdaneler ışık geçirmeyen özel kaplamalı kağıt ambalaja sarılı olarak sevk edilmelidir (Resim 2.9). Ayrıca merdaneler doğal ya da yapay ışığa maruz bırakılmamalı, UV gibi kuvvetli ışıklardan özellikle korunmalıdır. Benzin, asit, solvent vb. kimyasallarla aynı ortamda saklanmamalıdır. Depoda tutulan merdanelerin yüzeyleri yere temas etmemelidir. Merdane yüzeyi herhangi bir zemine dayalı şekilde uzun müddet kalırsa, merdanenin kendi ağırlığı silindirik çapında ezilmeye sebep olur. Merdaneler mutlaka mil uçlarından askıya alınarak yatay şekilde saklanmalıdır [2, 47].



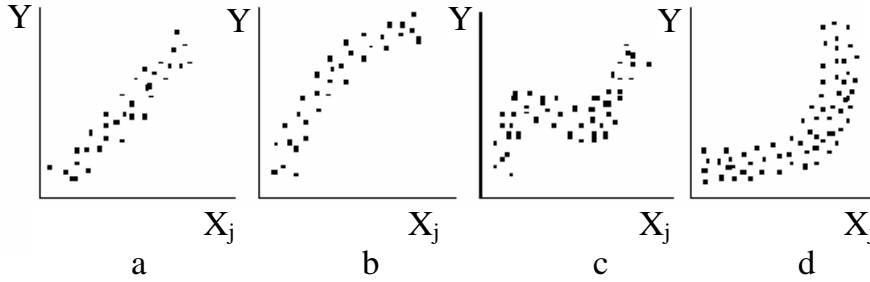
Resim 2.9. Merdane ambalajlama

Bunların yanı sıra baskıda kullanılan kağıt türü, makinenin günlük çalışma süresi de merdane ömrünü etkileyen faktörlerdir. Üçüncü hamur gibi yüzeyi işlem görmemiş kağıtlardan kopan lifler ve tozlar merdane yüzeyine yapışır ve merdanenin mürekkep alma ve transfer etme görevlerini aksatır. Bazı ucuz kuşe kağıtların yüzeyinden kopan kalsiyum parçacıkları da merdane yüzeyinde birikerek baskı problemlerine neden olmaktadır [2, 37].

### 3. REGRESYON ANALİZİ

Regresyon analizi, aralarında sebep-sonuç ilişkisi bulunan iki veya daha fazla değişken arasındaki ilişkiyi, o konu ile ilgili tahminler veya kestirimler yapabilmek amacıyla regresyon modeli olarak adlandırılan matematiksel bir model ile karakterize eden istatistiksel bir analiz tekniğidir. Regresyon modeli oluşturulduktan sonra, modelin yeterli olup olmadığının kontrolü, regresyon analizinin en önemli bölümüdür. Regresyon analizinde genellikle modelin yeterliliğini belirlemek için varyans analizi ve belirlilik katsayısı ( $R^2$ ) kullanılmaktadır.

Regresyon analizinde bağımsız değişkenlerin modele ne şekilde gireceği veya değişkenler arasındaki ilişkiyi ifade edecek olan modelin hangi model olacağı konusunda başlangıçta bir fikir elde etmek için, gözlem noktalarının koordinat eksenindeki dağılımını gösteren serpilme diyagramı incelenir. Elde edilen grafikte tipik bazı görünümlere göre Y ile  $X_j$  arasındaki ilişkinin şekli görsel olarak belirlenebilir. Bağımlı değişkenin, bağımsız değişkenlere göre grafikleri oluşturulduğunda Şekil 3.1'de verilen tipik durumlar elde edilebilir.



Şekil 3.1. Değişkenler arasındaki tipik ilişkiler için bazı serpilme diyagramı örnekleri [48]

Şekil 3.1a-Şekil 3.1d'de sırasıyla X ile Y arasındaki;  $y = a + b X$  şeklinde doğrusal,  $y = a + b \ln(X)$  şeklinde logaritmik,  $y = a + b_1 X + b_2 X^2 + \dots$  şeklinde polinom ve  $y = a e^{bX}$  şeklinde üstel bir ilişki gösterilmiştir (a ve b eşitlik sabitleridir). Üstel bir fonksiyon ile ifade edilebilecek bir veri grubuna doğrusal bir model uydurulmaya çalışılırsa; ilişki istatistiksel olarak önemli olsa bile daha baştan hata yapılmış olacaktır.

Hazırlanan model kullanılarak yapılacak tahminlerdeki isabetin yüksek olması, kullanılan veri grubunun hangi modele uyduğuna ve modelin buna göre seçilmesine bağlıdır.

### 3.1. Doğrusal Regresyon Analizi

Değişkenler arasındaki ilişkinin matematiksel bir model ile açıklanmasına regresyon analizi adı verilmektedir. Başlıkta geçen “doğrusal” kelimesi ise değişkenler arasındaki ilişkiyi açıklamak üzere kullanılan matematiksel modelin doğrusal olduğunu ifade etmekte olup; değişkenler arasında doğrusal bir ilişkinin bulunduğu anlamına gelmez. Doğrusal regresyon analizi, basit doğrusal regresyon ve çok değişkenli doğrusal regresyon olmak üzere iki grupta incelenebilir.

#### 3.1.1. Basit doğrusal regresyon analizi

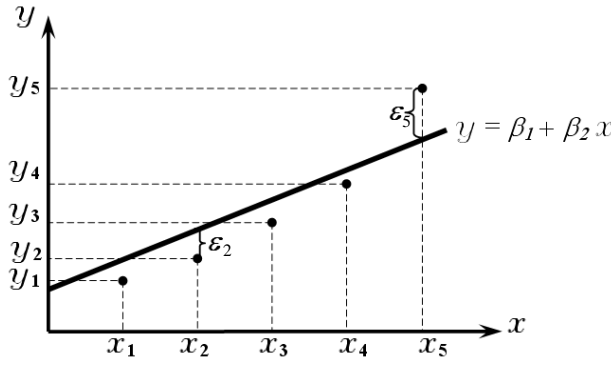
Basit doğrusal regresyon analizinde, bağımlı ve bağımsız değişkenler olmak üzere iki değişken arasındaki incelenmekte olup; kullanılan matematiksel modelin ifadesi,

$$y = \alpha + \beta x \quad (3.1)$$

biçimindedir. Basit doğrusal regresyon analizinde değişkenler arasındaki ilişki, Eş. 3.1’de verilen ilişkiye benzer bir fonksiyonla ifade edilirken; modeldeki  $\alpha$  ve  $\beta$  parametrelerinin tahmin edilmesi gerekecektir. Bunun için de değişkenlerin birlikte değişimini gösteren bir bileşik seriden yararlanılacaktır. Serinin birim sayısı (gözlem veya deney sayısı)  $n$  ile gösterilecek olursa,  $n$  biriminin oluşturacağı ana kütle için bir doğrusal regresyon modeli olacaktır. Ana kütle regresyon modeli,

$$y_i = \beta_1 + \beta_2 x_i + \varepsilon_i \quad (3.2)$$

biçimindedir. Burada  $y_i$ , bağımlı değişkeni;  $x_i$ , bağımsız değişkeni; ve  $\beta_1$  ve  $\beta_2$ , regresyon model sabitlerini ve  $\varepsilon_i$  ise her bir gerçek değer ile kullanılan basit doğrusal regresyon modeli arasında gerçekleşebilecek hatayı (Şekil 3.2) göstermektedir.



Şekil 3.2. Basit doğrusal regresyon modelindeki hata terimi

Şekil 3.2’de gösterilen  $x_2$  ve  $x_5$  bağımsız değişkenleri için elde edilen hata terimleri,

$$\varepsilon_2 = \hat{y}_2 - y_2 \text{ ve } \varepsilon_5 = y_5 - \hat{y}_5$$

şeklinindedir. Burada  $y_2$  ve  $y_5$  değerleri  $x_2$  ve  $x_5$  bağımsız değişkenleri için gerçek değerleri  $\hat{y}_2$  ve  $\hat{y}_5$  değerleri de regresyon doğrusu üzerinde yer alan teorik değerleri göstermektedir.

Bağımsız değişken ( $x$ ) bilindiğinden ve çeşitli deney veya gözlem sonuçları yardımıyla da bağımlı değişken ( $y_i$ ) bulunduğundan; model sabitlerinin ( $\beta_1$  ve  $\beta_2$ ) belirlenmesi gerekmektedir.  $\beta_1$ ’in tahmin edilen değeri matematiksel olarak  $x = 0$  olduğundan;  $y$ ’nin alacağı değer, regresyon doğrusunun  $y$  eksenindeki kesim noktasını göstermektedir. Buna göre  $\beta_1$ , sabit katsayı olarak adlandırılır.  $\beta_2$ ’nin tahmin edilen değeri ise regresyon doğrusunun eğimini vermektedir. Basit doğrusal regresyon analizi yardımıyla yapılacak tahminlerin geçerli olabilmesi, hata terimleri ile ilgili olan ve temel varsayımlar olarak adlandırılan varsayımların geçerliliğine bağlıdır [49]. Bu varsayımlar aşağıdaki gibi özetlenebilir.

- *Normallik*: Hata terimlerinin dağılımı, normal dağılımdır.
- *Sıfır ortalama*: Hata terimlerinin dağılımlarının ortalaması sıfırdır.
- *Sabit varyans*: Hata terimlerinin her birinin dağılımının varyansı sabittir.
- *Otokorelasyon olmaması*: Hata terimlerinin arasındaki ilişkiye otokorelasyon denilmektedir. Bu varsayıma göre hata terimleri birbirini etkilememektedir.
- $x_i$  değişkeninin tesadüfi değişken olmaması



Regresyon analizinde parametrelerin ( $\beta_1$  ve  $\beta_2$ ) tahmininde kullanılan en küçük kareler metodunda; gerçek değerler ile teorik değerler arasındaki farkların kareleri toplamının minimum edilmesi amaçlanmaktadır. Regresyon analizinde gerçek değerler ile teorik değerler arasındaki farklar, hata terimi olarak ifade edildiğinden, Eş. 3.2'ye göre  $\beta_1$  ve  $\beta_2$  regresyon sabitleri, hata terimlerinin kareleri toplamı (T) minimum olacak şekilde tahmin edilecektir. Buna göre T,

$$T = \sum_{i=1}^n e_i^2 = \sum_{i=1}^n (t_i - o_i)^2 \quad (3.3)$$

olacaktır. Eş. 3.3'te  $t_i$ ,  $o_i$  ve  $e_i$ ; sırasıyla deney sonucu elde edilen değerleri, modelleme sonucunda bulunan değerleri ve hata değerini göstermektedir. Teorik değerler, Eş. 3.2'deki  $x_i$  değerleri yerine konularak elde edildiğinden;

$$T = \sum_{i=1}^n (t_i - o_i)^2 = \sum_{i=1}^n (t_i - \beta_1 - \beta_2 \cdot x_i)^2 \quad (3.4)$$

yazılabilir. T 'yi minimum yapacak  $\beta_1$  ve  $\beta_2$  değerlerini belirlemek için, T 'nin  $\beta_1$  ve  $\beta_2$  'ye göre kısmi türevleri alınacak ve sıfıra eşitlenecektir. Buna göre kısmi türevler;

$$\frac{\partial T}{\partial \beta_1} = 2 \cdot \sum_{i=1}^n (t_i - \beta_1 - \beta_2 \cdot x_i)(-1) \quad (3.5a)$$

$$\frac{\partial T}{\partial \beta_2} = 2 \cdot \sum_{i=1}^n (t_i - \beta_1 - \beta_2 \cdot x_i)(-x_i) \quad (3.5b)$$

şeklinde olacaktır. Kısmi türevler sıfıra eşitlenir ve gerekli düzenlemeler yapılır ise;  $\beta_1$  ve  $\beta_2$  değerleri,

$$\frac{\partial T}{\partial \beta_1} = 0 \Rightarrow \sum_{i=1}^n t_i - n \cdot \beta_1 - \beta_2 \cdot \sum_{i=1}^n x_i = 0 \Rightarrow n \cdot \beta_1 + \beta_2 \cdot \sum_{i=1}^n x_i = \sum_{i=1}^n t_i \quad (3.6a)$$

$$\frac{\partial T}{\partial \beta_2} = 0 \Rightarrow \sum_{i=1}^n t_i \cdot x_i - \beta_1 \cdot \sum_{i=1}^n x_i - \beta_2 \cdot \sum_{i=1}^n x_i^2 = 0 \Rightarrow \beta_1 \cdot \sum_{i=1}^n x_i + \beta_2 \cdot \sum_{i=1}^n x_i^2 = \sum_{i=1}^n t_i \cdot x_i \quad (3.6b)$$

$$\beta_1 = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n (t_i - \beta_2 \cdot x_i) = \frac{1}{n} \cdot \left[ \sum_{i=1}^n t_i - \beta_2 \cdot \sum_{i=1}^n x_i \right] = t_{ort} - \beta_2 \cdot x_{ort} \quad (3.7)$$

$$\beta_2 = \frac{\sum_{i=1}^n t_i \cdot x_i - t_{ort} \cdot \sum_{i=1}^n x_i}{\sum_{i=1}^n x_i^2 - x_{ort} \cdot \sum_{i=1}^n x_i} = \frac{\sum_{i=1}^n t_i \cdot x_i - n \cdot t_{ort} \cdot x_{ort}}{\sum_{i=1}^n x_i^2 - n \cdot x_{ort}^2} \quad (3.8)$$

olarak tahmin edilir.

### 3.1.2. Çok değişkenli doğrusal regresyon analizi

Çok değişkenli doğrusal regresyon analizi ise bir adet bağımlı değişken ve birden fazla bağımsız değişkenler arasındaki ilişkiyi incelenmekte olup; kullanılan matematiksel modelin ifadesi,

$$y_i = \beta_1 + \beta_2 x_{2i} + \beta_3 x_{3i} + \beta_4 x_{4i} + \dots + \beta_K x_{Ki} + e_i \quad (i = 1, \dots, n; k = 2, \dots, K) \quad (3.9)$$

biçimindedir. Burada  $y_i$ , bağımlı değişkeni;  $x_{2i}$ ,  $x_{3i}$ , ...,  $x_{Ki}$  bağımsız değişkenleri;  $\beta_1$ ,  $\beta_2$ ,  $\beta_3$ , ...,  $\beta_K$ , model sabitlerini ve  $e_i$  hata terimini göstermektedir. Ayrıca Eş. 3.9'daki  $\beta_1$ , sabit katsayı olup; hesaplamalarda bağımsız değişken karşılığı 1'dir ( $x_{1i} = 1$ ). Modelde  $n$  sayıda bağımlı değişken ( $y$ ) ve  $K$  sayıda da bağımsız değişken ( $x$ ) ve model sabiti bulunmaktadır. Çoklu regresyon analizinde, basit doğrusal regresyon analizindeki varsayımlara ilave olarak iki temel varsayım daha vardır:

- Çoklu doğrusal bağımlılık olmaması
- Gözlem sayısının tahmin edilecek parametre sayısından fazla olması ( $n > k$ )

Çoklu doğrusal regresyon analizindeki parametrelerin tahmini, basit doğrusal regresyon analizinde olduğu gibi en küçük kareler metodu yardımıyla yapılmakta ve gerçek değerler ile teorik değerler arasındaki farkların kareleri toplamı minimize edilmektedir. Ancak daha kolay ve anlaşılır olması bakımından burada çoklu doğrusal regresyon analizindeki parametrelerin tahmini, matris notasyonu yardımıyla gösterilecektir. Buna göre,

$$\begin{aligned}
y_1 &= \beta_1 + \beta_2 x_{21} + \beta_3 x_{31} + \beta_4 x_{41} + \dots + \beta_k x_{k1} + e_1 \\
y_2 &= \beta_1 + \beta_2 x_{22} + \beta_3 x_{32} + \beta_4 x_{42} + \dots + \beta_k x_{k2} + e_2 \\
y_3 &= \beta_1 + \beta_2 x_{23} + \beta_3 x_{33} + \beta_4 x_{43} + \dots + \beta_k x_{k3} + e_3 \\
&\dots \\
y_n &= \beta_1 + \beta_2 x_{2n} + \beta_3 x_{3n} + \beta_4 x_{4n} + \dots + \beta_k x_{kn} + e_n
\end{aligned} \tag{3.10a}$$

ve

$$Y = \begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \dots \\ y_n \end{bmatrix}, B = \begin{bmatrix} \beta_1 \\ \beta_2 \\ \dots \\ \beta_n \end{bmatrix}, e = \begin{bmatrix} e_1 \\ e_2 \\ \dots \\ e_n \end{bmatrix} \text{ ve } X = \begin{bmatrix} 1 & x_{21} & \dots & x_{K1} \\ 1 & x_{22} & \dots & x_{K1} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ 1 & x_{2n} & \dots & x_{Kn} \end{bmatrix} \tag{3.10b}$$

şeklinde olmak üzere Eş. 3.9'un matris formundaki gösterimi,

$$\begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \dots \\ y_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & x_{21} & \dots & x_{K1} \\ 1 & x_{22} & \dots & x_{K1} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ 1 & x_{2n} & \dots & x_{Kn} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \beta_1 \\ \beta_2 \\ \dots \\ \beta_n \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} e_1 \\ e_2 \\ \dots \\ e_n \end{bmatrix} \tag{3.11}$$

veya

$$Y = X B + e \tag{3.12}$$

biçimindedir. Burada  $Y$ ,  $n \times 1$  boyutundaki bağımlı değişkenler vektörünü;  $X$ ,  $n \times K$  boyutunda bağımsız değişkenler matrisini;  $B$ ,  $K \times 1$  boyutunda model sabitleri vektörünü ve  $e$ ,  $n \times 1$  boyutunda hata terimleri vektörünü göstermektedir.

Eş. 3.3'teki hata teriminin çoklu doğrusal regresyon analizindeki ifadesi,

$$\hat{Y} = X \cdot B \text{ ve } \hat{e} = Y - \hat{Y} = Y - X \cdot B$$

biçiminde yazılır ise hata terimlerinin toplamı,

$$T = \sum_{i=1}^n \hat{e}_i^2 = \hat{e}'\hat{e} \quad (3.13)$$

olacaktır [50].

Eş. 3.13, B cinsinden ifade edilirse;

$$\hat{e}'\hat{e} = (Y - XB)'(Y - XB) \quad (3.14a)$$

$$\hat{e}'\hat{e} = Y'Y - B'X'Y - Y'XB + B'X'XB \quad (3.14b)$$

$$\hat{e}'\hat{e} = Y'Y - 2B'X'Y + B'X'XB \quad (3.14c)$$

elde edilir. Buradaki “ ' ” sembolü transpoz anlamına gelmekte olup;  $-B'X'Y$  değeri bir skalerdir ( $1 \times k$ ,  $k \times n$ ,  $n \times 1$ ) ve bu yüzden transpozunu olan  $-Y'XB$ 'ye eşittir [50].

Buna göre model sabitleri için kısmi türev alınır ve sıfıra eşitlenirse,

$$\frac{\partial \hat{e}'\hat{e}}{\partial B} = -2X'Y + 2X'XB = 0 \quad (3.15)$$

olur. Eş. 3.15, K sayıda bilinmeyenli K adet doğrusal denklem sistemidir. Buna göre Eş. 3.15 ifadesi düzenlenirse,

$$X'XB = X'Y \quad (3.16)$$

olur ve  $X'X$  ifadesinin tersi alınır ve eşitliğin her iki yanı ile soldan çarpılırsa, regresyon model sabitleri vektörü;

$$B = (X'X)^{-1}X'Y \quad (3.17)$$

olarak elde edilebilir [50-53].

### 3.1.3. İstatiksel değerlendirme kriterleri

Modelleme işlemleri belirli bir hata değeriyle (deney ve model sonuçları arasındaki fark,  $e_i$ ) yapıldığından, bu hata değerleri toplamının ortalamasının minimize edilmesi gerekir. Bu minimize edilmek istenen değer (*mean squared error, MSE*) aynı zamanda model performansını da belirleyen bir kriterdir. Model sonuçlarının gerçek deney sonuçlarına uygunluğunda; *MSE*, karekök ortalama (*root-mean-squared, RMS*), belirlilik katsayısı ( $R^2$ ) ve ortalama mutlak yüzde hata (*mean absolute percentage error, MAPE*) gibi kriterler kullanılmaktadır [54]:

$$MSE = \frac{1}{n} \sum_i e_i^2 = \frac{1}{n} \sum_i (t_i - o_i)^2 \quad (3.18)$$

$$RMS = \sqrt{MSE} = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_i e_i^2} = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_i (t_i - o_i)^2} \quad (3.19)$$

$$R^2 = 1 - \left( \frac{\sum_{i=1}^n (t_i - o_i)^2}{\sum_{i=1}^n o_i^2} \right) \quad (3.20)$$

$$\% Hata = \frac{|t_i - o_i|}{t_i} \times 100 \quad (3.21)$$

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_i \frac{|t_i - o_i|}{t_i} \times 100 \quad (3.22)$$

Eş. 3.18 - Eş. 3.22'de  $n$ ,  $t_i$ ,  $o_i$  ve  $e_i$ ; sırasıyla örnek (deney) sayısını, deney sonucu elde edilen değeri, modelleme sonucu bulunan değeri ve hata değerini göstermektedir. Yapılan bu çalışmada *MAPE*,  $R^2$  ve *% Hata* kriterleri dikkate alınmıştır. Yüzde hataları toplamının örnek sayısına bölünmesiyle ortalama mutlak yüzde hata (*MAPE*) değerleri bulunmuştur. En küçük *MAPE* değeri de geliştirilen modelin uygulanabilirlik başarısını gösterir.  $R^2$  ise gerçek deney sonuçları ile model sonuçları arasındaki uygunluğu belirtir.  $R^2$  değeri 1'e yaklaştıkça bağımlı ve bağımsız değişkenler arasındaki ilişkiyi ifade eden regresyon modelinin, istatistiksel olarak gerçekliğe yakınlığının arttığı kabul edilir. Yani geliştirilen modelin başarı oranı yükselir.  $R^2$  %80 ve üzeri kabul edilebilir sınırlar içindedir ve kuvvetli ilişkiye sahiptir [55].

#### 4. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Ofset baskı sisteminde, diğer baskı sistemlerine göre baskıda çift akışkan kullanılmasından dolayı daha çok sorun yaşanmaktadır. Baskı kalıbı üzerine bu iki sıvının dengeli bir şekilde dağılımı ancak doğru çalışan bir merdane sistemiyle gerçekleşebilir. Kalıp yüzeyinde birinin diğerine oranla herhangi bir azlığı veya fazlalığı beraberinde baskı problemlerini getirecektir. Nemlendirme suyunun az, mürekkebin fazla olması baskıda tonlamaya, suyun çok mürekkebin fazla olması ise, baskılarda renk yoğunluğu düşüklüğüne neden olacaktır.

Kapsız'ın kauçuk baskı merdanelerinin kalitesinin geliştirilmesi üzerine yaptığı çalışmada, farklı oranlarda kimyasallar kullanılarak yeni kauçuk formülasyonları geliştirilmiş ve bu kauçuklara fiziksel yöntemlerle kalite testleri yapılmıştır. Denenen kimyasallar ile baskı merdanelerinin üretiminde vulkanizasyon süresi azaltılmış ve çapraz bağlanma yoğunluğu artırılmıştır. Çapraz bağ yoğunluğunun artmasıyla merdanelerin kopma mukavemeti, uzama, sürtünme dayanımı gibi fiziksel özelliklerinin iyileştiği tespit edilmiştir. Yine aynı çalışmada, merdanelerin kalitesini arttırmak için polietilenin uygun kürleşme zamanı ve kauçuk merdanelerin fiziksel özelliklerine etkisi araştırılmıştır [56].

Bu amaçla Kapsız'ın çalışmasında, üç formülasyon nitril-akrilnitril butadien kauçuk (NBR) ve farklı oranlarda polietilen glikol (PEG) hazırlanmıştır. Buna göre, uygun kürleşme zamanı PEG 4000 oranının artmasıyla azalmaktadır. Bu şöyle açıklanmıştır; aslında kürleşme zamanının düşmesine neden olan dolgu maddelerinden silanol grup ile silanolun PEG'e bağlanmasının hızlandırıcıların tutunmasını engellediği tespit edilmiştir. Deneyde kullanılan bileşimler, farklı oranlarda PEG' in 4,5 bar basınç altında 140°C sıcaklıkta 4 saat vulkanize edilmesiyle hazırlanmıştır. Merdanelerin çapraz bağ yoğunluğunun artmasıyla merdanelerin; çekme direnci, kopma, aşınma dayanımının arttığı çalışmada vurgulanmıştır. Kauçuk merdanelerin baskıdaki fonksiyonu, baskı kalıbına uygun miktarda mürekkep ya da nemlendirme suyunu dağıtması ve transfer etmesidir. Kürleşme özelliklerinin test edilmesi reometrik analizlerle, yakma zamanı, uygun kürleşme zamanı, en düşük, en yüksek tork ve çapraz bağ derecesine bağlı tork farklılıkları belirlenmiştir. Ayrıca çalışmada vulkanize kauçuğun çekme özellikleri tespiti, aşınma ve sertlik ölçümleri yapılmıştır. Araştırma sonuçlarına bakıldığında; merdanelerin ana probleminin kısa kullanımdan sonra deforme olmaları olduğu tespit edilmiştir. Bu

probleme düşük çekme kuvveti ile düşük aşınma direncinin sebep olduğu vurgulanmıştır. Ayrıca iyi olmayan karışım ve uygun olmayan kürleşme şartları, aşınma direnci ve çekme kuvvetinin düşmesine neden olmaktadır [56].

Özer, çalışmasında kalitenin ve verimliliğin yükseltilebilmesi için ofset baskı üretim süreçlerinde kullanılan kauçuk esaslı merdane ve blanketlerle beraber kullanılan kimyasalların etkilerinin iyi araştırılması gerektiğine dikkat çekmiştir. Çalışmasında, merdane ve blanketlerle sürekli etkileşim durumunda bulunan başta solventler olmak üzere ofset baskı sisteminde kullanılan diğer kimyasal maddelerin kauçuk yapıların fiziksel, kimyasal ve viskoelastik özellikleri üzerindeki olumsuz etkileri ve uzun süren etkileşimleri sonucu ortaya çıkması muhtemel deformasyonlara bağlı değişikliklerin deneysel olarak tespit edilmesi amaçlanmıştır. Bu doğrultuda ofset baskı kimyasallarına maruz bırakılan kauçuk numuneler üzerinde sertlik değişimleri ve hacimsel değişimler Alman Standart Enstitüsü (DIN) 53521 standart esaslarına uygun olarak tespit edilmiştir. Elde edilen veriler ışığında ofset baskı sürecinde kullanılan kimyasal maddeler, merdane ve blanket numunelerinin kauçuk yapısını etkileyerek hacimsel artışa yani şişmeye ve hacimsel kayba yani büzülmeye neden oldukları ortaya konulmuştur [3].

Özer, aynı çalışmada kauçuk merdanelerin baskı makinesinin performansı üzerinde rol oynayan temel ve en önemli parçalardan biri olduğunu belirtmiştir. Merdaneler mürekkep ve nemlendirme sıvısının baskı plakasına taşınmasında en büyük sorumluluğa sahip parçalar olarak dikkate alınmıştır. Viskoelastik merdanelerin sönümlenme özellikleri baskı makinelerinin sorunsuz çalışmaları konusunda merdaneleri son derece önemli hale getirir. Özellikle yüksek hızlı makinelerde, viskoz özellikler negatif etkilere sebep olabilmektedir. Araştırmada, merdanelerin üzerine binen dinamik yükler nedeniyle sürekli şekil değiştirme sonucu meydana gelen ısı üretimi, gerilme artımı kauçuk kaplamanın zorlanması ile sonuçlanabildiğini, aşırı durumlarda aslında bu olayın kaplamada termo-dinamik tahribata bile yol açabildiği vurgulanmıştır [3].

Özer'in, diğer bir çalışmasında baskı sırasında kullanılan mürekkebin tipine, nemlendirme merdanesinin kauçuğuna ve nemlendirme suyuna bağlı olarak hazne içi merdanede ve sık olmamakla beraber dozaj merdanesinde mürekkebin yürüdüğü noktalarda radyal şişme olduğu tespit edilmiştir. Radyal şişme, normal merdane şişmesinden farklı olarak merdanede sadece mürekkebin temas ettiği hat boyunca oluşan çap artışıdır. Radyal

şişmenin sebebinin tam olarak anlaşılmadığı fakat mürekkep ve nemlendirme suyunun merdane kauçuğuna karşı gösterdiği bir reaksiyonun sonucu olduğu dile getirilmiştir. Kimyasal dirençleri arttırılan merdaneler sayesinde radyal şişmenin önüne geçilebilmektedir. Ayrıca araştırmada; radyal şişmeyi tetikleyen bir test sistemi kullanılarak florlu kauçuklar kadar dirençli ve aynı zamanda düzgün şekilde hazne suyu transfer edebilecek bir merdane sonlandırma sistemine ulaşılmıştır. Bu teknolojiye merdane yüzeyine uygulanan bir sonlandırma işlemi ile yüzeyde rastgele, düzensiz mikro yapılar oluşturularak nemlendirme filminin dinamik kuvvetlerden ve merdanenin dönme momentinden etkilenmemesi sağlanmıştır [29].

Köse ve Uğur, çalışmalarında baskı makinesinin kalitesini belirleyen en önemli faktörlerden birisi merdanelerin fonksiyonunu en üst düzeyde yerine getirmesine bağlı olduğunu belirtmişlerdir. Kauçuk merdanenin kalitesi, esnekliği ve yüzey düzgünlüğü ile değerlendirilir. Yoğun baskı işlemi, ayarsız baskı, merdane yatak ve rulmanlarında meydana gelen bozulmalar ve solvent miktarı yüksek temizleyicilerin kullanılması sonucunda kauçuk sertliğinde, merdane ekseninde ve yüzey yapısında bozulmalar meydana geldiği belirlenmiştir. Bu durum merdanenin eskimişlik göstergesidir. Yapılması gereken yeni bir merdane ile değiştirilmesi veya daha ekonomik olarak eski merdane mili üzerine kauçuk katmanının kaplanmasıdır. Kaplama işleminde önemli olan orijinal merdanenin işlevinin asgari düzeyde yakalanmasıdır. Kaplamayı etkileyen iki önemli faktör vardır. Birincisi kullanılacak karışımın kalitesi ve oranı, ikincisi ise üretim teknik ve teknolojileridir. Kauçuktan beklenen kimyasal özellikler; temizleyici solventlere ve mürekkeplere karşı dayanım, sürtünmeden kaynaklanan ısınmaya karşı dirençtir. Fiziksel özellikler ise; dolgunluk, kauçuğun içerisindeki hava miktarının en aza indirilmesi, esnekliğin istenilen miktarda olması ve sürtünme mukavemeti olduğu vurgulanmıştır [34].

Uluslan ve Çakıl, araştırmalarında merdanelerin birbirine normalden yüksek olan basıncının baskı kalitesini olumsuz yönde etkilediğini belirtmişlerdir. Merdanelere yüklenen fazla basıncın makine içerisindeki sıcaklığı o oranda arttıracığı, bu sıcaklık artışının mürekkep ve suyun kimyasal özelliklerini bozacağı vurgulanmıştır. Ayrıca araştırmada merdane baskı izi ayarlarının kaliteli üretim açısından önemine ve merdane baskı izi ayarlarında, çizgi kalınlığının merdane boyunca eşit ve paralel olması gerektiğine değinilmiştir [42].



Qi ve arkadaşları yaptıkları araştırmada, makinelerin geleneksel tasarım problemlerinden dolayı, sonlu elemanlar analiz teknolojisinin baskı makinesi tasarım alanında kullanılmaya başlandığını belirtmişlerdir. Yapılan çalışmada üç boyutlu parametrik modelleme programı Pro-engineer kullanılarak merdane dişlisi modellenmiştir. İlk olarak, baskı merdanesinin sürücü (hareket) dişlisinin bir dişinin yük dağılımı analiz edilmiş, daha sonra sonlu elemanlar analiz programı ANSYS ile 3 boyutlu model üzerinde gerilmeler detaylı bir şekilde hesaplanmıştır. Böylece geliştirici önlemler ileri sürülmüştür. İyileştirmeler sonucu hazırlanan tasarımın gerilmelerinin, orijinal tasarımdan daha az olduğu tekrar yapılan analizlerde görülmüştür. Bu metodun diğer baskı makinelerinin dişlilerinin tasarımında ve tasarım optimizasyonunda yol gösterici olacağı bildirilmiştir [57].

Voicu ve arkadaşları'na göre, kağıt ürünlerinde baskı ya da kaplama süreçlerinin etkinliği merdane genişliğinin ve web hızının artması ile iyi bir hale getirilebilir. Isınma etkisi ile oluşan salınımlar nedeniyle, merdane deformasyonu ve baskıda çizgi hataları meydana gelir. Araştırmada, rulmanlarda piezoelektrik harekete geçiriciler kullanılarak bir merdane sistemi içindeki aktif titreşimin sönümlemesi gösterilmektedir. Yapılan simulasyon ve deneylerde, bir ileri besleme ve geri besleme kontrol yöntemi ile tahmin edilebilir bozuklukların giderilebileceğine yönelik umut verici sonuçlar gösterilmiştir. Baskı ve yüzey kaplama süreçlerinin yüksek kalite ve yüksek verimlilikte olması, yüksek baskı hızı ve merdane genişliğinin arttırılması ile başarılabilir. Uzun merdaneler yüksek hızlı web sistemlerinde eğilmeye meyillidirler. Bu çalışmada, merdane yataklarının içindeki titreşim sönümleyici piezoelektrik hareket vericilerin eğilme hassasiyetini azalttığı tespit edilmiştir [58].

Yokoyama ve arkadaşları çalışmalarında, krom kaplı merdanelerin ofset baskıda geleneksel olarak sürekli nemlendirme merdaneleri olarak kullanıldığını ancak bu merdanelerin çok su seven yapıda olmayışları nedeniyle baskı kalitesini sağlamak adına yaklaşık %10 oranında IPA'nın nemlendirme suyuna katıldığını belirtmişlerdir. Ancak alkol kullanımı mesleki hastalıklara neden olduğu için çalışma yasaları tarafından kullanımı kısıtlanmıştır. Bu faktörler düşünülerek yüksek su sever yapıda seramik kaplı merdaneler geliştirilmiştir. Bu merdane çelik malzeme üzerine plazma püskürtme ile seramik kaplanmıştır. Daha sonra seramik yüzey 0,06 mikron (Ra) veya daha az yüzey pürüzlülüğüne getirilmiştir. Sonuçta seramik kaplı merdanelerin IPA'sız yüksek kaliteli baskı üretiminde kullanıldığını tespit etmişlerdir [59].

Xue ve arkadaşlarının çalışmasında, baskı makinesi merdanesi temas noktası yumuşak elastohidrodinamik yağlama (EHL) teorisi kullanılarak araştırılmıştır. Film kalınlığı, merdane deformasyonu ve basınç profilleri çeşitli hız, yük, elastomer kalınlığı, poisson oranı ve akışkan giriş pozisyonlarıyla değerlendirilmiştir. Tanımlanan denklemin eşzamanlı iteratif çözümünü başarmak için, Reynolds denklemi sınır integral denklem biçimine dönüştürülüp, bu denklem Simpson kuralı ile çözülmüştür. Yüzey bozulması bir sınır eleman yöntemi ile elde edilmiştir. Sayısal şemanın katmanlı yumuşak EHL sorunları için çok etkili olduğu kanıtlanmıştır. Araştırma sonuçlarına göre, temas noktasında olan nispeten kalın sıvı film, normal çalışma koşulları altında elastomerde meydana gelen büyük deformasyona bağlıdır. Çalışmada, mürekkepleme sisteminde form merdanelerinin doğru ayarının önemine vurgu yapılmıştır. Uygun mürekkep merdane basınç ayarları iyi mürekkep transferi ve merdanelerin düzgün çalışmasına olanak sağlar. İstenmeyen merdane çizgilerinin ve pek çok başka sorunun genellikle kötü ayarlanmış merdanelerden kaynaklandığı vurgulanmıştır [60].

Kalıba mürekkep veren merdanelerle ilgili yapılan bir başka araştırmada ise, form merdaneleri uç boşluğu, merdane şaft ve merdane desteği arasında uyumsuzluk nedeniyle istenmeyen yan hareket olarak tanımlanmıştır. Araştırmaya göre, uç boşlukları vargellerin yön değiştirmesiyle oluşur ve genellikle kalıp silindir boşluğu merdanelerin altına geçer. Yön değiştirdiklerinde vargel merdaneler eğer merdane şaftları ve destekleri ya da rulmanları arasında bir boşluk varsa, form merdanelerine yanal hareket ederler. Çok küçük bir miktar uç boşluğu kabul edilebilir ancak hareket 0,4 mm'den fazlaysa, azaltılmalıdır. Aksi takdirde montaj aşınmalarını arttırabilir. Ayrıca noktaların bozulmasına, kalıp aşınmalarına ve merdane izlerine neden olmaktadır. Bazı makineler uç boşluk ayarını azaltmak için mekanik ayarlara sahiptirler. Diğer makineler ise şimden yararlanır. Uç boşluk hiçbir zaman montajı zorlayacak ya da hızlı aşınmaya sebep olacak kadar azaltılmamalıdır. Merdane çekme ya da merdane asma, merdanelerin tamamen düşürülmesine engel olmaktadır. Aşırı derecede uç boşluk ayrıca rulmanla ilgili problemlerden de kaynaklanabilir. Bütün merdane gövdeleri hareket ederse, sebep büyük olasılıkla şaft yatağı ve rulman arasındaki yetersiz uyumdan kaynaklanır. Eğer rulman bir yere kilitlenirse ve şaft yatağı rulman içerisinde ileri geri hareket ederse, merdane makineden çıkarılmalıdır. Aksi durumda merdane şaftına zarar verebileceği ileri sürülmektedir [61].

Macphee'nin sonlu elemanlar analiz metodu kullanılarak merdane deformasyonunun belirlenmesi amacıyla yaptığı çalışmada kauçuk kaplı baskı merdanelerinde, yük karşısında seçilmesi gereken şerit genişliğinin hesaplanması için bir formül türetilmiştir. Dokuz yeni set test ekipmanı ile şerit genişliğinin yük karşısındaki ölçümleri ile formül üretilmiş ve bu formül çeşitli sertlik değerleri ile Young modülü arasındaki korelasyonun derecesine karar verebilmek için kullanılmıştır. Durometre ölçüm göstergesinden analiz edilen değerlerler daha önce elde edilen korelasyon ile karşılaştırılmıştır. Kauçuk merdanelerin Young modülünün değerlendirilmesi ve durometre ölçümleri için doğru bir metoda ulaşıldığı sonucuna varılmıştır. Tipik kauçuk ofset baskı merdanelerinin sert baskı kalıpları ile birleşmesinde oluşan baskı gerilmelerinin sonlu elemanlar yöntemiyle hesaplanması sunulmuştur. Sonuç olarak, 3 inç çaplı merdaneler için 0,13 ile 0,46 inçlik bir şerit genişliğinin uygun olduğu, şerit genişliği yük ölçümlerinden çıkan sonuçların Young modülü değerlerini desteklediği görülmüştür. Ayrıca sonlu elemanlar analizinin merdaneler arasındaki boşluklarda oluşan davranışların anlaşılması için güçlü bir metod olduğu gösterilmiştir [62].

Macphee'nin diğer bir araştırmasında, baskı makinesi mürekkep merdaneleri sistemlerinin temizlenmesi ile ilgili bir dizi laboratuvar ve test alanı yöntemleri açıklamıştır. Araştırmada otomatik mürekkep merdane yıkama sistemi, kullanımı süresince laboratuvar test koşullarında kontrol altında çalıştırılmıştır. Bu testlerdeki ve analizlerdeki öncelikli hedef, ihtiyaç duyulan solvent hacmi, optimum solvent uygulama düzeni, gerekli olan yıkama zamanı ve mürekkep tipinin etkisi gibi çeşitli yıkama parametrelerine karar verilmesidir. İkinci bir hedef ise baskı genişliğinin bu parametreler üzerindeki etkisine karar verilmesidir [63].

Özcan ve Sarıaslan, elektronik-statik sıvı tonerli dijital baskı sistemlerinde blanket yıpranmasına bağlı nokta deformasyonlarını incelemek amacıyla yaptıkları çalışmalarında, yeni blanket takılmış dijital baskı makinesiyle toplam 30 000 adet baskı yapılmıştır. Baskılardan belirli aralıklarla örnek alınarak yapılan ölçümlerde baskı sayısı arttıkça kauçuktaki yıpranmaya bağlı olarak elde edilen renk evrenlerinde küçülme olduğu saptanmıştır. En geniş renk evreni ilk baskıda ve en küçük renk evreni ise 30 000'inci baskıda elde edilmiştir. Araştırmaya göre, elektro-statik sıvı tonerli sistemlerde blanket yıprandığı zaman, noktalar netliğini ve keskinliğini kaybetmekte ve mürekkep kauçuk üzerinde birikmeye başlamaktadır [64].

Kocabey ve arkadaşları, yaptıkları araştırmada elektrofotografik dijital baskı makinesinin gün içerisindeki renk farklılıklarını tespit etmek amacıyla günün değişik saatlerinde baskı örnekleri almışlardır. Elde edilen baskılardan ana renkler cyan, magenta, sarı ve siyah (CMYK) ve karışım renkleri kırmızı, yeşil ve mavi (RGB)'nin tram ton değerleri ölçülerek karşılaştırılmıştır. Sonuç olarak standartlara çok yakın sapma değerleri bulunmuştur. Bütün baskı sistemlerinde renk sürekliliğinin sağlanması için baskı sırasında yapılması gereken kontrollere ve uygulamalara dikkat çekilmiştir. Yapılan çalışmada dijital baskı sistemlerinde günlük renk değişimlerinin düşük seviyede olduğu tespit edilmiştir [65].

Şahinbaşkan ve Akgül, serigrafi baskı sisteminde dokuma sıklığının renk evrenine etkisini belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmada, renk evrenini oluşturmakta kullanılan Avrupa Renk Girişimi (ECI) 2002 test baskı skalası farklı dokuma sıklıklarında basılmış, daha sonra renk ölçüm cihazında ölçümlenmiştir. Ölçüm sonuçlarına göre, 145T'lik eleklerle yapılan baskıda daha geniş bir renk evreni elde edilmiştir. Çalışmada, serigrafi baskıda daha geniş renk evreni ve detaylı baskı elde etmek için yüksek elek sıklığı kullanılması gerektiği ortaya konulmuştur [66].

Özcan çalışmasında, kağıt yüzey pürüzlülüğünün,  $L^*a^*b^*$  değerleri üzerine etkisinin tespiti için test baskıları yapmıştır. Test baskıları için yüzeyi pürüzlü 1. hamur beyaz kağıt ve pürüzsüz sayılabilecek kuşe kağıt ile bu kağıtların ikisine de uygun olan fiziksel kuruyan yağ bazlı ofset mürekkebi kullanılmıştır. İdeal baskı odası şartlarında IGT C1 ofset test baskı makinesi ile kağıtlar üzerine cyan renkte zemin baskısı yapılmıştır. Test baskıları üzerinde baskı sonrası hemen ve tam kurumanın gerçekleştiği 6 saat sonra spektrofotometre ile  $L^*a^*b^*$  değerleri ölçülmüştür. Pürüzlü ve pürüzsüz kağıtların üzerine basılan mürekkeplerin ıslak ve tam kurumuş haldeki yapılan ölçümlerinin değerlendirilmesi sonucunda kağıt yüzey pürüzlülüğünün  $L^*a^*b^*$  değerleri üzerine etkisi uygulamalı olarak tespit edilmiştir. Araştırmaya göre, kuşe kağıt  $\Delta E$  değeri kabul edilebilir sınırlarda kalmıştır. Ancak 1. hamur kağıtta  $\Delta E$  değeri kabul edilebilir standardın dışına çıkmıştır. Araştırmaya göre, renk sapması mürekkebin kuruma sürecinde kağıt bünyesine nüfuz oranına bağlı değişimden kaynaklanmaktadır [67].

Oktav ve Özomay'ın çalışmalarında, IGT test baskı makinesinin çalıştırılmasında üç ana değişkenden birisi olan mürekkep merdanesi üzerine verilen mürekkep miktarındaki artışın densitometrik değerler üzerine etkisi araştırılmıştır. Bu amaçla, cyan renk için istenilen

standart olan 1,55 mürekkep yoğunluğu sağlanıncaya kadar test baskılar yapılmıştır. Alınan sonuçlara göre, IGT test baskı sisteminde mürekkebin baskı altı malzemesi üzerine aktarımını sağlayan baskı merdanesinin, mürekkep ezici merdanelerden mürekkeplenme temas süresi, üzerinde oluşan mürekkebin miktarını etkilediği tespit edilmiştir. Baskı esnasında mürekkep aktarım miktarında değişimler gözlemlenmiştir. Bu değişim transfer merdanesi ile ezici merdaneler arasındaki vargel hareketi ile aktarılan mürekkebin eşit bir şekilde dağıtılıp, transfer merdanesi üzerindeki mürekkebin bir kısmının geri aktarımından kaynaklanmaktadır [68].

Miloseviç ve arkadaşları yaptıkları araştırmada, tabaka ofset baskı sisteminde blanket silindiri ile basınç silindiri arasında uygulanan üç değişik baskı basıncının renk değişimi üzerine etkileri araştırmışlardır. Çalışmaya göre, farklı baskı basınçları sonucu meydana gelen çeşitli mürekkep kalınlıkları, elde edilen renk evrenlerinin hacmini ve kağıt üzerindeki mürekkep densitesini etkilediği ortaya konulmuştur. Farklı basınçlar altında elde edilen renk evrenleri hemen hemen aynı hacimde olmasına rağmen en yüksek baskı basıncı ile daha geniş bir renk evreni göze çarpmıştır. CIE 94  $\Delta E$  formülü kullanılarak hesaplanan renk farklılığına göre tüm renklerin ortalama  $\Delta E$  değeri en küçük renk sapması, en düşük baskı basıncı ile elde edilmiştir. Normal baskı basıncı ile en yüksek renk farklılığı elde edilmiştir [69].

Yenidoğan çalışmasında, gazete kağıtlarındaki renk sapmalarını belirlemek amacıyla IGT test baskı cihazıyla, aynı özelliklere sahip kağıdın ön ve arka yüzüne 5 farklı mürekkep miktarı ile zemin baskı olarak cyan ve sarı renkte baskılar yapmıştır. Baskılardan ölçülen  $L^*a^*b^*$  değerleri Amerikan Gazete Birliği'nin standartları ile karşılaştırılmıştır. Buna göre, yüzeyi pürüzlü gazete kağıdının her iki yüzüne uygulanan zemin baskılar dolayısıyla renk sapmaları meydana gelmiştir. Bu renk sapmalarının gazete kağıtlarının yeterince opak olmayışı ile ilgili olduğu saptanmıştır. Zemin baskılardaki renk sapmalarının önüne geçmek için, baskı basıncı, mürekkep viskozitesi ve miktarı gibi özelliklere dikkat edilmesi gerektiği vurgulanmıştır. Çalışmada, standarda en yakın  $L^*a^*b^*$  değerleri 1,57 g/m<sup>2</sup> mürekkep miktarı ile sağlanmıştır [70].

Joshi ve Bandyopadhyay'ın çalışmalarında, basılabilirliğin sadece densitometri ve spektrofotometri ile ölçülmediğini baskı hatalarının da baskı kalitesinin bir göstergesi olduğuna değinilmiştir. Yapılan çalışmada viskozite, tram sıklığı, baskı hızı ve basınç

merdanesinin sertliğinin baskı hataları üzerine etsini incelemek ve en aza indirmek için bir yöntem geliştirmek amaçlanmıştır. Varyans analizi ile deney tasarımı oluşturulmuş ve analiz edilmiş, regresyon modeliyle de baskı hataları tahmin edilmiştir. Tahmin edilen değerler, baskılardan elde edilenlerle benzerlik göstermiştir. Yapılan çalışma ile, PVC ve PET-G malzemelerde zemin alanlardaki baskı hataları göreceli olarak azaltılmış ve gravür baskıda sürecin iyileştirilmesine katkıda bulunulmuştur [71].

Zhao ve Li, çalışmalarında üzerinde tire ve yarım tonlu alanlardan oluşan yeni bir test formu tasarlamışlardır. Tramlar %0 ila %100 nokta yoğunluklarından oluşmaktadır. Araştırmada, baskıların densite ve nokta alanları ölçülmüş, test verilerine dayalı olarak densite ve nokta alanlarında baskı basıncı nedeniyle dalgalanmalar tespit edilmiştir. Aynı baskılarda dahi nokta kazanımının sürekli olmadığı görülmüştür. Bu hataların, silindirik boşluğu, transfer merdanelerinin sallanması ve mürekkep ezme merdanelerinin salınımı gibi baskı makinesinin tasarımından kaynaklanan sebeplerden dolayı ortaya çıktığı iddia edilmiştir. Çalışmaya göre, mürekkep ayarlarının aynı olması aynı baskı kalitesi vereceği anlamına gelmez. Geleneksel baskı makineleri uzun süreli bir baskı öncesi hazırlık zamanına ihtiyaç duyar, bu baskı makinelerinin etkinliğini azaltır. Milsiz mürekkep verme sistemi baskı hazırlık için ayrılan zamanı ve güç tüketimini azalttığı ortaya konulmuştur [72].

Merdanelerle ilgili yapılan çalışmalar değerlendirildiğinde, merdaneler arasındaki temas noktalarının tespiti, merdanelerin yataklama şekillerinin belirlenmesi, merdanelerin ve üzerindeki kauçuğun boyutlarının ölçülmesi, merdane üretiminde kullanılan kauçuk kimyasalı değiştirilerek merdanelerin çekme, uzama, kurluşme zamanı gibi özellikleri ve kauçuklar farklı kimyasallara maruz bırakılarak zaman içerisindeki değişimleri incelenmiştir. Yapılan araştırmalar sırasında, birçok çalışmada deneysel veriler sonlu elemanlar analiz programlarına aktarılmıştır. Bu veriler ışığında analiz edilen değerlerle, araştırmacıların ölçtüğü değerler karşılaştırılıp, merdane seçimleri üzerine formüller oluşturulmuştur.

Matbaacılıkta renk kalitesi ve ölçümü üzerine ise, ülkemizde ve dünyada birçok bilimsel çalışma yapılmıştır. Bu araştırmalarda mürekkebin densite,  $L^*a^*b^*$  renk değişimleri en çok dikkate alınan kalite unsurlarıdır. Literatür incelenmesi sonucunda; merdanelerin yüzeyinde meydana gelen çap, sertlik ve pürüzlülük değişimlerinin normal çalışma

koşullarında ölçüldüğü ve bu yüzey değişimlerinin baskı kalitesinin önemli göstergesi olan densite ve  $L^*a^*b^*$  değerleri üzerine etkisinin araştırıldığı çalışmalara rastlanmamıştır. Ayrıca densite,  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  ve  $\Delta E$  gibi baskı kalitesi parametrelerinin matematiksel olarak modellendiği bu araştırma konusu matbaacılık literatürüne farklı bir yaklaşım sunmaktadır. Çalışmada, tabaka ofset baskı merdanelerinin üretim, kullanım ve kalite özellikleri de bir bütün olarak ele alınmıştır.



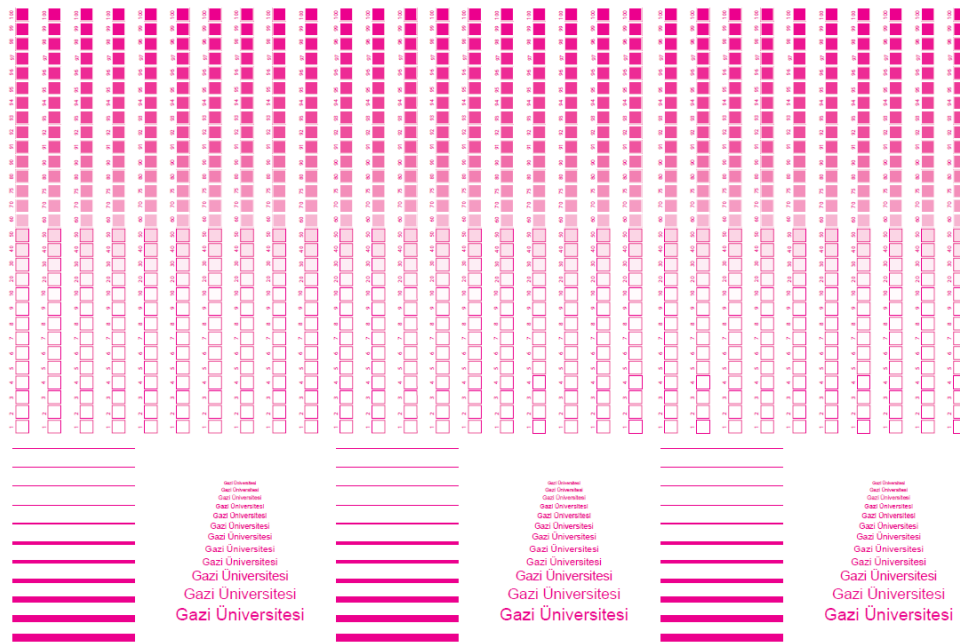
## 5. MALZEME VE METOT

Merdane yüzeyinde meydana gelen değişimlerin baskı kalitesine etkisini belirlemek amacıyla yapılan deneylerde yararlanılan malzeme ve cihazlar kullanım amaçları doğrultusunda aşağıda açıklanmıştır.

### 5.1. Baskı Kalitesi Ölçümü

#### 5.1.1. Test baskı sayfası

Test baskı örnekleri için iki adet test baskı sayfası tasarlanmıştır. Magenta renk basılmak üzere tek renkli olarak hazırlanan baskı sayfası, %1 ila %100 arasında açık, orta ve koyu tonları temsil edecek şekilde çeşitli tram nokta yoğunluklarının yanı sıra farklı punto değerinde yazı ve çizgilerden oluşmaktadır. Magenta rengin tram noktalarının görüntülenme kolaylığı dolayısıyla test baskılar için bu renk seçilmiştir. Test baskılar için skala üzerinde yer alan %100'lük kısımdan densitometrik ve spektrofotometrik ( $L^*a^*b^*$ ) ölçümler yapılmıştır (Şekil 5.1). Ayrıca tramlarda meydana gelen şekilsel değişimleri belirlemek üzere %20, %40 ve %80 tram nokta yoğunluklarındaki alanlar, elektron mikroskobu altında 40 kez büyütülerek görüntülenmiştir.



Şekil 5.1. Tek renkli test baskı sayfası



Diğer bir test baskı sayfası ise dört renkli (CMYK) basılmak üzere tasarlanmıştır. Hazırlanan sayfa üzerinde yer alan 31,9 x 22,6 cm ebadındaki ECI 2002 CMYK test skalası baskının renk evrenini belirlemek için kullanılmıştır (Şekil 5.2). Skala üzerinde 1504 adet renk hedef kareciği bulunmaktadır. Bu skala basıldıktan sonra renk yönetim sistemi yazılımı tarafından spektrofotometre ile okunup, baskıların profil dosyası oluşturulmuştur. Bu profil dosyası baskının renk evreninin belirlenmesinde ve kolorimetrik renk karşılaştırmasında kullanılmaktadır. Test baskı sayfası üzerinde yer alan resimler ile görsel kontrol yapılmıştır. Sayfa üzerindeki baskı kontrol şeridi ise tasarım sırasında baskı makinesinin kazan miline paralel olacak şekilde yerleştirilir. Kontrol şeritleri üzerinde en fazla ölçülen; CMYK için ayrı ayrı tanımlanmış zemin alanları, farklı tram nokta yoğunluklarında yarım ton alanları bunların yanı sıra zemin CMY renklerinin üst üste basılmasıyla elde edilen trapping ölçüm alanları ve gri balans alanları mevcuttur.



Şekil 5.2. Dört renkli (CMYK) test baskı sayfası

### 5.1.2. Densitometre ve spektrofotometre

Çok renkli ve tek renkli baskıların densite ve  $L^*a^*b^*$  değerlerinin ölçümlerinde Gretag Machbet spektrofotometre kullanılmıştır. Spektrofotometrenin hem  $L^*a^*b^*$  hem de densite ölçüm özelliklerinden yararlanılmıştır. Densitometrik ölçüm test baskı sayfaları üzerindeki zemin alanlardan yapılmaktadır. ECI 2002 CMYK test skalasının üzerindeki 1504 adet renk hedef kutucuğu spektrofotometreyle otomatik olarak ölçülerek çok renkli baskıların renk evrenleri karşılaştırılmıştır. Renk ölçümünde kullanılan spektrofotometre ve spektral ölçüm cihazı'nın teknik özellikleri Çizelge 5.1 ve 5.2' de belirtilmiştir.

Çizelge 5.1. Gretagmabseth spektrofotometre teknik özellikleri

Üretici firma	X-rite
Tip	Spectroeye
Ölçüm geometrisi	0/45 <sup>0</sup>
Ölçüm aralığı	3,2 mm veya 4,5 mm
Doğrusallık	± 0,01 D
Ölçüm zamanı	1,5 sn

Çizelge 5.2. Otomatik spektral ölçüm cihazı ve tablası

Üretici firma	X-rite
Tip	Eye One iO
Ölçüm geometrisi	0/45 <sup>0</sup>
Işık kaynağı	Gas-filled Tungsten
Kısa dönem tekrar edilebilirlik yansıması	0,1 $\Delta E^*$ 94 ( D50, 2 <sup>0</sup> )

### 5.1.3. Kullanılan diğer malzeme ve ekipmanlar

Deneylerde kullanılan test sayfaları, bilgisayardan doğrudan ofset baskı kalıbına pozlandırılmıştır (CTP). Geleneksel tramlamlardan oluşan test sayfalarının kalıba pozlandırılmasından sonra, pozlamaya ve kalıp banyosuna bağlı olarak herhangi bir tram nokta kaybı olup olmadığı kalıp densitometresi ile kontrol edilmiştir. Test baskıları GTO 36x52 cm tek renkli ofset baskı makinesinde gerçekleştirilmiştir. Baskılarda 135 g/m<sup>2</sup> parlak kuşe kağıt ve yağ bazlı ofset mürekkebi kullanılmıştır.

## 5.2. Merdane Yüzey Ölçümü

Merdane yüzeyinde meydana gelen değişimleri incelemek için baskı kalıbına temas eden kauçuk nemlendirme merdanesi (su form merdanesi) kullanılmıştır. Hem ölçmede kolay ulaşılabilirlik hem de baskı kalitesine etkisinin önemi dolayısıyla deney için bu merdane seçilmiştir. Merdane kauçuğunun içeriği Çizelge 5.3'te gösterildiği gibidir.

Çizelge 5.3. Kullanılan merdanenin kimyasal içeriği

Malzeme	Miktar (g)
Nitril Kauçuk	4000
Kaolen	3000
Çinko	300
Dop (Dioktil ftalat)	3000
Reçine	100
Merkap	70
Teoren	70
Kükürt	60
207	3000

### 5.2.1. Merdane sertliği

Kauçuk malzemelerin sertlik birimi Shore'dur. Ölçüm cihazı durometredir. Ölçümlerde Çizelge 5.4'te özellikleri verilen A tipi analog durometre kullanılmıştır. Bu tip durometre ile ofset mürekkep, nemlendirme merdaneleri, blanket veya gravür basınç silindirlerinin yüzey sertlikleri ölçülebilmektedir.

Çizelge 5.4. A tipi analog durometre

Ölçülen malzeme	Yumuşak sentetik malzemeler, Normal lastik
Sertlik skala aralığı	0-100 Shore A
Ölçüm aralığı	10-90 Shore A
Standart	ISO 868, ISO 7619
Uç çapı, dayanak yüzeyi	Ø 0,79 mm, Ø 18 mm

Baskı kalıbına temas eden kauçuk nemlendirme merdanesinin sertlik ölçümü, düz bir zemin üzerinde merdane 90 derecelik açıyla döndürülerek merdanenin iki uç ve orta noktalarından yapılmıştır. Hiç baskı yapılmamış, yeni merdanenin kauçuk sertliği 26<sup>0</sup> Shore A olarak ölçülmüştür.

### 5.2.2. Merdane çapı

Baskı kalıbına temas eden kauçuk nemlendirme merdanesinin çapında meydana gelen boyutsal değişimleri ölçmek amacıyla dijital kumpas kullanılmıştır. Kumpas ölçüm özellikleri Çizelge 5.5'te gösterilmiştir. Çap ölçümü, boyuna üç bölgeden (iki uç ve ortası) yapılmıştır. Hiç baskı yapılmamış, yeni merdanenin çapı 55 mm olarak ölçülmüştür.

Çizelge 5.5. Kumpas ölçüm özellikleri

Ölçüm aralığı (mm)	Çözünürlük (mm)	Hata sınırı (mm)
0-150	0,01	±0,03

### 5.2.3. Merdane yüzey pürüzlülüğü

Tüm yüzey pürüzlülük ölçüm cihazlarının prensibi, bir probun numune yüzeyini taraması esasına dayanmaktadır. Kauçuk merdane yüzey pürüzlülük ölçümünde Mahr firmasına ait yüzey pürüzlülük ölçme cihazı kullanılmıştır. Yüzey pürüzlülük cihazına ait teknik özellikler Çizelge 5.6'da verilmiştir.

Çizelge 5.6. Mahr yüzey pürüzlülük ölçüm cihazı teknik özellikleri

Model	M1
Tarama hızı	0,5 m/sn
Tarama kuvveti	0,75 mN
İğne uç yarı çapı	2 µm
Ölçüm aralıkları	100 -150 µm
Profil çözünürlüğü	12 mm
Filtre	Gausion
Örnekleme uzunluğu	0,25 - 0,8 - 2,5 (mm)
Ölçme uzunluğu	(L) 1,75 - 5,6 – 17,5 (mm)

Çizelge 5.6. (devam) Mahr yüzey pürüzlülük ölçüm cihazı teknik özellikleri

Ölçülen parametreler	Ra, Rz, Rmax
Güç kaynağı Entegre	NiCd şarj edilebilir pil
Boyutlar	190x170x7

Merdanenin ortalama yüzey pürüzlülüğü (Ra), 5,6 mm örnekleme uzunluğu kullanılarak belirlenmiştir. Merdane üzerinde boyuna üç bölgede (iki uç ve ortası) çevresel olarak yine üç noktadan ölçüm yapılarak toplam 9 ölçümün aritmetik ortalaması alınmıştır. Yeni merdanenin yüzey pürüzlülüğü 1,6 µm olarak ölçülmüştür.

### 5.3. Metot

Merdane yüzeyindeki değişimlerin baskı kalitesine etkisini incelemek amacıyla yapılan test baskıları için, standart ISO resimlerinden ve çeşitli ölçüm alanlarından oluşan test kontrol sayfası hazırlanmıştır. Yapılan test baskıların renk ölçüm ve karşılaştırmalarında matbaacılıkta en yaygın olarak kullanılan ISO 12647-2 tabaka ofset baskı standardı dikkate alınmıştır. 35x50 cm ebadında, Adobe Illustrator programında çizgisel olarak hazırlanan baskı kontrol sayfaları Termal CTP yöntemiyle baskı kalıbına aktarılmıştır. Test baskılar için GTO 52 tek renkli ofset baskı makinesi kullanılmıştır. Baskı sırasında atölye sıcaklık değerleri 24-26 °C ve nem değeri ise %60 oranında ölçülmüştür. Tüm baskılarda ISO standartlarına uygun aynı marka ve seri trigromi mürekkepleri ile aynı yüzey özelliklerine sahip 135 g/m<sup>2</sup> parlak kuşe kağıt kullanılmıştır.

Baskı yapılmadan önce yeni kauçuk merdanenin yüzey pürüzlülüğü (Ra), sertlik değeri (Shore A) ve çapı ölçülmüştür. 750 000 adet baskıya kadar her yüz binde bir 750 000'den sonra 5 milyona kadar her 1 milyonda bir (±100 baskı sayısı), toplamda 13 ölçüm yapılmıştır. Sertlik, çap ve yüzey pürüzlülük ölçümleri merdanenin 9 farklı noktasından yapıp, sonuçların aritmetik ortalaması hesaplanmıştır.

Belirtilen baskı sayısı aralıklarında, 1000 adet basılan magenta renk test baskı sayfalarından tesadüfi olarak seçilen 10 adedinin spektrofotometre ile densite ve L\*a\*b\* renk değerleri ölçülmüş ve ölçümlerin ortalamaları alınmıştır. Baskı kalitesini detaylı olarak incelemek amacıyla baskıyı oluşturan çeşitli tram yoğunlukları; açık tonlar %20,

orta tonlar %40 ve koyu tonlar için %80 noktalar elektron mikroskobu altında 40 kez büyütülerek görüntülenmiştir. Baskılardan elde edilen  $L^*a^*b^*$  değerleri kullanılarak CIE 1976 formülüne göre  $\Delta E$  renk farkları hesaplanmıştır. Tabaka ofset baskı makinesine yeni merdanenin montajı yapıldıktan hemen sonra ve bu merdanelerle yaklaşık 5 milyon adet baskı yapıldıktan sonra basılan ECI 2002 CMYK test skalaları spektrofotometreyle ölçülerek, Profile-maker programında baskıların renk evrenleri tespit edilmiş, ayrıca test sayfalarının kolormetrik renk karşılaştırılması yapıp,  $\Delta E$  2000'e göre renk farklılıkları hesaplanmıştır.

Tabaka baskı sayısı, merdane yüzey pürüzlülüğü ölçüm verilerinin, test baskılarından elde edilen  $L^*a^*b^*$ , densite ve  $\Delta E$  değerleriyle birlikte regresyon analizi ve matematiksel modellemesi yapılmıştır. Analizlerde minitab ve excel sayısal değerlendirme programları kullanılmıştır. Sonuçlar tablolar ve grafikler halinde sunulmuştur.

### 5.3.1. Baskı kalitesi parametrelerinin modellenmesi

Baskı kalitesi açısından mürekkebin densitesi,  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  değerleri ve hesaplanan renk farklılıkları ( $\Delta E$ ) dikkate alınan önemli parametrelerdir. Çalışma kapsamında baskı kalitesi parametreleri olan densite,  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  ve  $\Delta E$  değerleri için birer model geliştirilmiştir. Modellerde baskı sayısı ( $N$ ) ve merdane yüzey pürüzlülüğü ( $R_a$ ) girdi olarak kullanılmış; bu girdi verilerindeki değişimlere göre modelin çıktısı olan densite,  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  değerleri ve  $\Delta E$  hesaplanmıştır. Baskı kalite parametreleri (densite,  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  ve  $\Delta E$ ) için Eş. 5.1'de gösterilen model geliştirilmiştir:

$$S_i = C \cdot N^p \cdot R_a^q \quad (5.1)$$

Burada  $S_i$ , herbir farklı baskı kalite parametresini (densite,  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  ve  $\Delta E$ );  $C$ , densite,  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  değerleri ve  $\Delta E$  için model sabitini;  $p$  ve  $q$  ise sırasıyla baskı sayısı ( $N$ , adet) ve merdane yüzey pürüzlülüğü ( $R_a$ ,  $\mu m$ ) için üs değerlerini göstermektedir. Eş. 5.1'in çözülebilmesi için densite,  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  ve  $\Delta E$ 'ye bağlı  $C$  sabitinin ve sırasıyla baskı sayısı ve merdane yüzey pürüzlülüğü için  $p$  ve  $q$  üs değerlerinin hesaplanması gerekmektedir. Bu amaçla Eş. 5.1 ifadesi,

$$\log S_i = \log C + p \cdot \log N + q \cdot \log R_a \quad (5.2)$$

biçiminde logaritmik forma,

$$Y = \beta_0 \cdot X_0 + \beta_1 \cdot X_1 + \beta_2 \cdot X_2 + \varepsilon \quad (5.3)$$

eşitliğini kullanmak suretiyle de doğrusal forma dönüştürülmüştür. Eş. 5.3'te;  $Y$ , deneylerle ölçülen densite,  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  ve  $\Delta E$ 'nin logaritmik değerleri olan  $\log S_i$  değerlerini;  $\beta_1$  ve  $\beta_2$  bulunacak eşitlik katsayılarını (sırasıyla  $p$  ve  $q$  üs değerleridir);  $X_1$  ve  $X_2$  sırasıyla  $\log N$  ve  $\log R_a$  değerlerini;  $\varepsilon$  ise gerçekleşebilecek muhtemel hatayı göstermektedir. Eşitlikte yer alan  $\beta_0$  ve  $X_0$  ise baskı kalite parametrelerine bağlı  $C$  sabitinin belirlenmesinde kullanılacak olup;  $X_0$  hayali bir değişken olarak ele alınmış ve değerinin 1 olduğu kabul edilmiştir.

Eş. 5.3, bir adet bağımlı değişken ( $Y$ ) ve iki adet bağımsız değişken ( $X_1$ ,  $X_2$ ) ihtiva ettiğinden, Eşitlik 5.3'ün ve dolayısıyla da Eş. 5.1'in çözümü; aralarında sebep-sonuç ilişkisi bulunan iki veya daha fazla değişken arasındaki ilişkiyi, o konu ile ilgili tahminler veya kestirimler yapabilmek amacıyla regresyon modeli olarak adlandırılan matematiksel bir model ile karakterize eden istatistiksel bir analiz tekniği olan regresyon analizi kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

Eş. 5.3 ifadesi, regresyon analizi tiplerinden çok değişkenli doğrusal regresyon analizi kapsamında yer aldığından; Eş. 5.3'ün çözümü ( $\beta_0$ ,  $\beta_1$  ve  $\beta_2$  katsayılarının tahmini) en küçük kareler metodu yardımıyla Bölüm 3.1.2'de anlatılan prosedür uygulanarak gerçekleştirilmiştir.

Baskı kalitesi parametreleri için Eş. 5.3 ifadesi,

$$y_i = \beta_1 + \beta_2 \cdot x_{2i} + \beta_3 \cdot x_{3i} + e_i \quad (i = 1, \dots, n) \quad (5.4)$$

şeklinde yazılırsa,

$$\begin{aligned}
y_1 &= \beta_1 + \beta_2 \cdot x_{21} + \beta_3 \cdot x_{31} + e_1 \\
y_2 &= \beta_1 + \beta_2 \cdot x_{22} + \beta_3 \cdot x_{32} + e_2 \\
&\dots \\
y_n &= \beta_1 + \beta_2 \cdot x_{2n} + \beta_3 \cdot x_{3n} + e_n
\end{aligned} \tag{5.5}$$

elde edilebilir. Eş. 5.5'nin matris formundaki gösterimi ise

$$Y = \begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \dots \\ y_n \end{bmatrix}, B = \begin{bmatrix} \beta_1 \\ \beta_2 \\ \dots \\ \beta_n \end{bmatrix}, e = \begin{bmatrix} e_1 \\ e_2 \\ \dots \\ e_n \end{bmatrix} \text{ ve } X = \begin{bmatrix} 1 & x_{21} & x_{31} \\ 1 & x_{22} & x_{32} \\ \dots & \dots & \dots \\ 1 & x_{2n} & x_{3n} \end{bmatrix}$$

olmak üzere,

$$\begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \dots \\ y_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & x_{21} & x_{31} \\ 1 & x_{22} & x_{31} \\ \dots & \dots & \dots \\ 1 & x_{2n} & x_{3n} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \beta_1 \\ \beta_2 \\ \dots \\ \beta_n \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} e_1 \\ e_2 \\ \dots \\ e_n \end{bmatrix} \tag{5.6a}$$

veya

$$Y = X \cdot B + e \tag{5.6b}$$

biçimindedir. Burada  $n$  baskı kalite parametreleri olan densite,  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  ve  $\Delta E$  için deney sayısıdır ( $n=13$ ). Modeldeki girdi (baskı sayısı ve merdane yüzey pürüzlülüğü olan sırasıyla  $N$  ve  $R_a$ ) parametre sayısı  $k=2$  olup;  $Y$ ,  $n \times 1$  boyutundaki bağımlı değişkenler vektörünü;  $X$ ,  $n \times K$  boyutunda bağımsız değişkenler matrisini;  $B$ ,  $K \times 1$  boyutunda model sabitleri vektörünü ve  $e$ ,  $n \times 1$  boyutunda hata terimleri vektörünü göstermektedir.

Çoklu doğrusal regresyon analizinde parametrelerin (model sabitleri vektörü) tahmini; en küçük kareler metodu yardımıyla, gerçek (deneylerle ölçülen) değerler ile teorik



(hesaplanan) değerler arasındaki farkların kareleri toplamının minimize edilmesiyle yapılmaktadır.

Bölüm 3.1.2’de belirtilen prosedüre uygun olarak gerekli düzenlemeler yapılırsa; *model sabitleri vektörü* ve dolayısıyla da Eş. 5.1’de sırasıyla baskı sayısı ve merdane yüzey pürüzlülüğü için belirtilen  $p$  ve  $q$  üs değerlerinin hesaplanması için gereken çözüm Eş. 5.7’deki halini alır [49-53]:

$$B = [X' \cdot X]^{-1} \cdot X' \cdot Y \quad (5.7)$$

Eş. 5.7’de;  $X'$ ,  $X$  bağımsız değişkenler matrisinin transpozunu;  $[X' \cdot X]^{-1}$ ,  $[X' \cdot X]$  matris çarpımının tersini ve  $Y$ , deneylerle ölçülen değerler ( $\log S_i$ 'lerden oluşmaktadır) vektörünü göstermektedir. Eş. 5.1’de belirtilen herbir densite,  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  ve  $\Delta E$  modeline bağlı  $p$  ve  $q$  üs değerleri ile  $C$  sabitleri, Eş. 5.7’nin densite,  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  ve  $\Delta E$  için çözülmesi suretiyle bulunmuştur.

Ancak modelleme süresinde iki önemli sorunla karşılaşmış ve aşağıda anlatılan prosedür uygulanarak modelleme yapılabilmektedir:

- Hiç kullanılmamış (yeni) merdane için baskı sayısı 0 olmasına rağmen ( $\log 0$  hatası sebebiyle), diğer baskı sayılarıyla (100 000 veya 5 000 000) karşılaştırıldığında son derece küçük olmasından dolayı yeni merdane için baskı sayısı 1 ile ifade edilmiştir.
- $L^*a^*b^*$  renk küresinde magenta rengin negatif olan  $b^*$  (sarı-mavi) değeri için yine  $\log b$  hatasından dolayı modellerde mutlak değerli  $b^*$  dikkate alınmıştır. Hesaplama sonrasında tekrar negatif işaretli  $b^*$ 'yi elde etmek üzere hesaplanan  $C$  sabitinin zıt işaretisi kullanılmıştır.

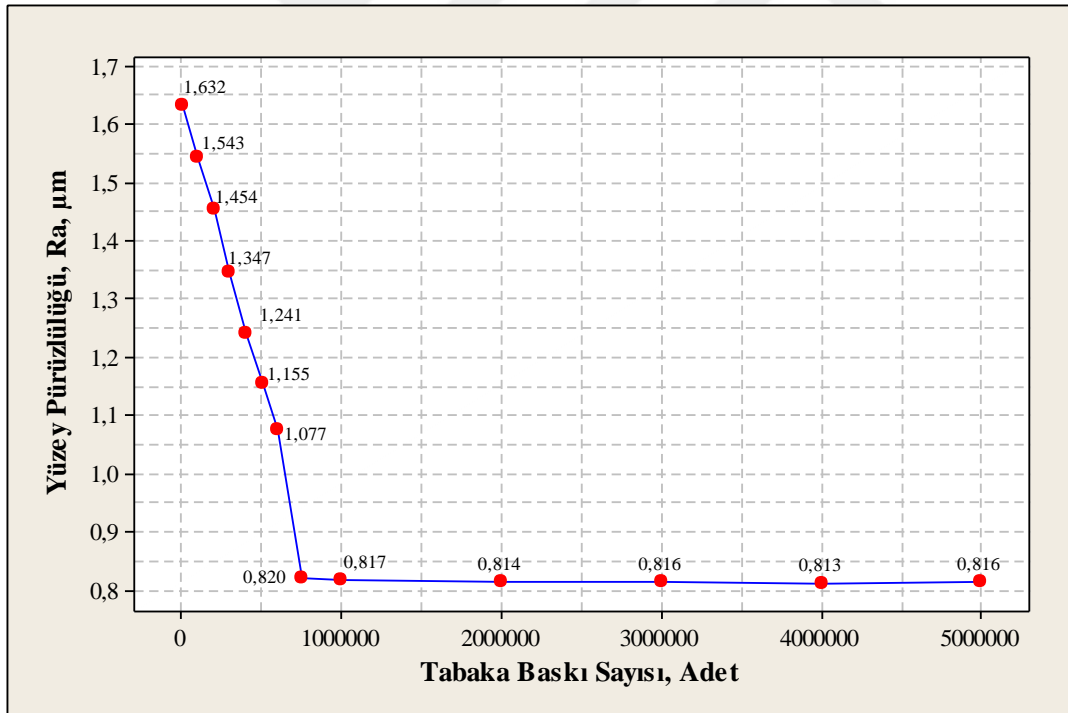
Buna göre densite,  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  ve  $\Delta E$  için ayrı ayrı  $C$ ,  $p$  ve  $q$  değerleri hesaplanmıştır. Geliştirilen regresyon modelindeki gözlem değerlerinin hazırlanan modele uygunluğunun kontrolü için ise Bölüm 3.1.3’te belirtilen istatistiksel değerlendirme kriterleri kullanılmıştır.

## 6. DENEY VE MODEL SONUÇLARI

### 6.1. Deney Sonuçları

#### 6.1.1. Baskı sayısına bağlı olarak yüzey pürüzlülüğü değişimi

Merdane yüzeyinde meydana gelen değişimleri belirlemek ve baskı kalitesine etkisini tespit etmek amacıyla kalıba temas eden kauçuk nemlendirme merdanesinin yüzey pürüzlülüğü ölçülmüştür. Kauçuk merdanede, baskı sayısına bağlı olarak meydana gelen yüzey pürüzlülüğü değişimi Şekil 6.1'de gösterilmiştir. Ölçüm sonuçlarına göre 750 000 baskıya kadar merdane yüzey pürüzlülüğünde 1,63  $\mu\text{m}$ 'den 0,81  $\mu\text{m}$ 'ye yarı yarıya bir düşüş gözlenmektedir. 750 000 baskıdan sonra ise merdane yüzey pürüzlülüğünde ortalama 0,01'lik bir değişim görülmüştür.



Şekil 6.1. Baskı sayısına bağlı olarak yüzey pürüzlülüğü değişimi

Tabaka baskı sayısına göre, ölçülen yüzey pürüzlülüklerinin arasında anlamlı bir fark olup olmadığını kontrol etmek için, tek yönlü varyans analizi yapılmıştır. 750 000 baskı sayısından sonra yüzey pürüzlülüğü stabil hale geldiği için, analizde yeni merdane (0 baskı sayısı ile belirtilen) ile 750 000 baskı sayısı aralığındaki yüzey pürüzlülük ölçümleri

dikkate alınmıştır. Yapılan analizde, P değeri (istatistiksel anlamlılık) 0,02 olarak hesaplanmıştır. Buna göre P değeri 0,05'in altında çıktığı için ölçülen yüzey pürüzlülüğü değerleri arasında anlamlı bir fark vardır denir. Baskı sayısı ve yüzey pürüzlülüğü arasındaki ilişkiyi bulmak için yapılan regresyon analizine göre,  $R^2$  değeri %98,8 olarak hesaplanmıştır. Bu sonuç, baskı sayısı ile yüzey pürüzlülüğü arasında güçlü bir ilişki olduğunu gösterir.

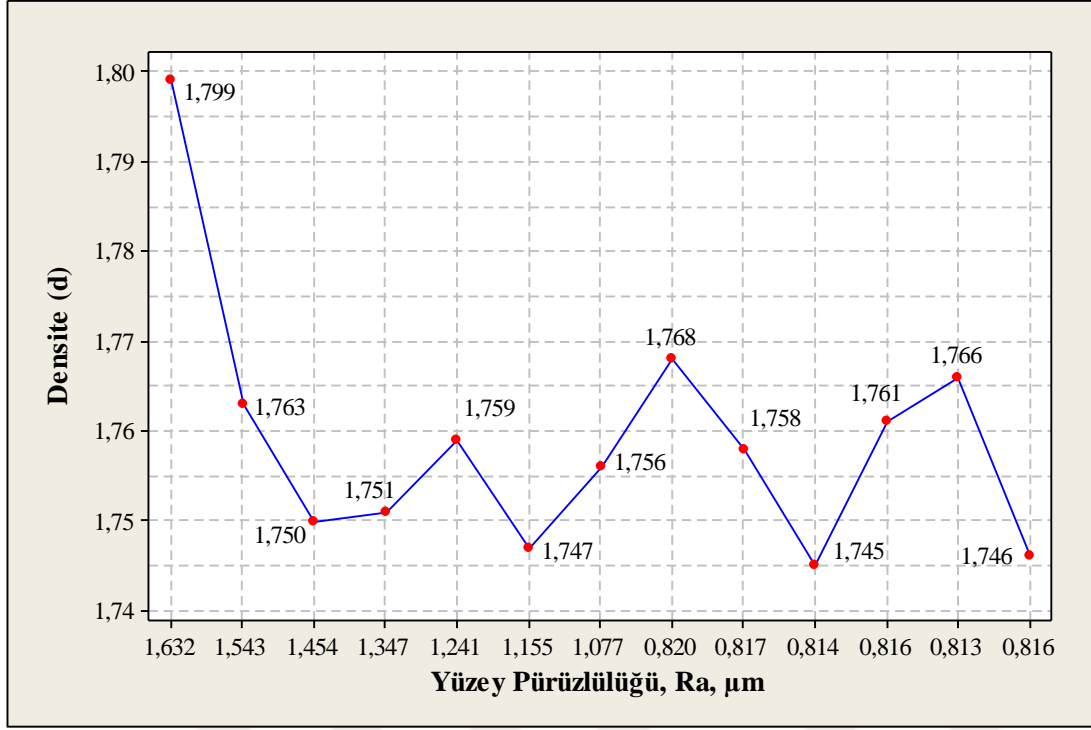
Zaman içerisinde merdane yüzeyinde meydana gelen bu düzleşme literatürle paralellik göstermektedir. Yeni bir merdane mikroskopla yakından incelendiğinde yüzeyinde çukurların ve tepelerin olduğu görülür. Merdane yüzeyindeki ince kanallarda zamanla kağıt lifleri, mürekkep pigmentleri, nemlendirme solüsyonu içerisindeki kireç ve mineraller birikir. Bu birikintiler zamanla birbiriyle kimyasal reaksiyona girerek kaynaşır. Kanalların dolmasıyla yüzeyi düzleşen merdane, kalıba gerektiği gibi nemlendirme suyu ve mürekkep transfer edemez [2]. Merdane yüzey pürüzlülüğünün azalması merdane yüzeyinde parlamalara neden olmaktadır. Yüzeyi parlayan merdane istenilen mürekkep densitesini sağlamak için daha fazla su ve mürekkebe ihtiyaç duyar. Bu da baskıda nokta kazancına neden olmaktadır. Merdane yüzey pürüzlülüğünün azalması, merdane yüzeyinin daha hızlı yaşlanarak kısa sürede bozulmasına da yol açmaktadır.

### **6.1.2. Yüzey pürüzlülüğü- densite ilişkisi**

Merdane yüzey pürüzlülüğü ile baskı densitesi arasındaki ilişki Şekil 6.2'de gösterilmiştir. Tabaka ofset baskı makinesinde, belli aralıklarla 5 milyon adete kadar yapılan magenta renk baskılardan elde edilen densite değerleri 1,74 ila 1,79 arasında değişim göstermiştir. 1,63  $\mu\text{m}$  ila 0,81  $\mu\text{m}$  arasında ölçülen kauçuk merdane yüzey pürüzlülük değerleri ve densite değişimine bakıldığında, merdane yüzey pürüzlülüğünün magenta renk mürekkep densitesi üzerine çok fazla etkisi olmadığı görülmektedir.

Ancak, düzenli olarak bakımları yapılmayan ve uzun süreler kullanılan kauçuk merdanelerin yüzeyinde meydana gelen çatlak ve kopmalar baskı kalitesini olumsuz etkilemektedir. EK-1'de görülen kauçuk nemlendirme merdanelerinde meydana gelen deformasyon nedeniyle, merdane hazne suyunu istenilen şekilde baskı kalıbına transfer edemez. Bunun sonucunda baskı yapılan kağıtların kenar bölgelerinde mürekkep

densitesinde istenilenden daha düşük değer elde edilir. Baskıdaki zayıf su mürekkep dengesi kağıt üzerinde mürekkebin dağılımını negatif yönde etkiler.

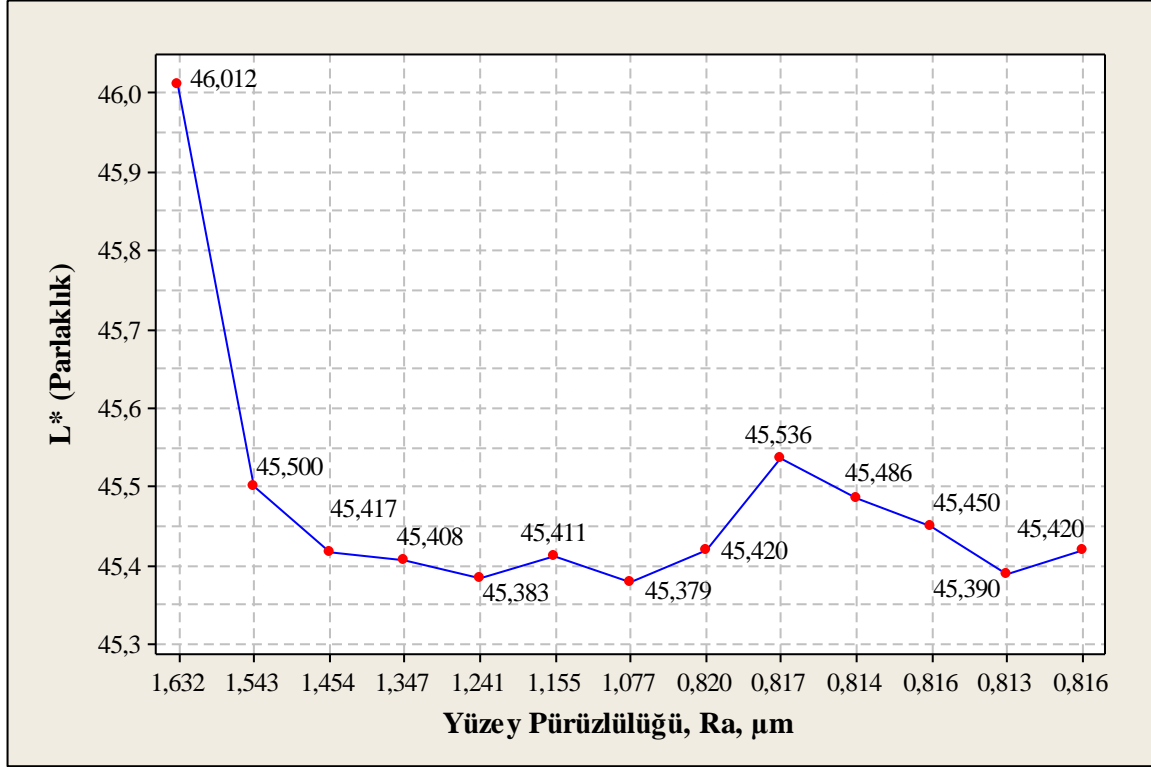


Şekil 6.2. Yüzey pürüzlülüğü- densite ilişkisi

### 6.1.3. Yüzey pürüzlülüğü- L\* (parlaklık) ilişkisi

Merdane yüzey pürüzlülüğü değiştikçe baskılardan elde edilen L\* değerleri Şekil 6.3'te gösterilmiştir. Magenta renk baskılardan elde edilen parlaklık değerleri 46,01 ila 45,37 arasında değişim göstermiştir. Tabaka ofsette belli aralıklarla 5 milyon adete kadar yapılan ölçümlerden elde edilen kauçuk merdane yüzey pürüzlülük değerleri (1,63 µm- 0,81 µm) ile baskıların L\* ölçüm değerleri karşılaştırıldığında, yüzey pürüzlülüğündeki 0,82 µm'lik bu değişimin parlaklığı önemli ölçüde etkilemediği ortaya konulmuştur.

Yüzey pürüzlülüğünde meydana gelen değişimin densite ve L\* üzerine aynı etkiyi göstermesi beklenen bir neticedir. şöyle ki, parlaklık densite ile yakından ilgilidir. Densite arttıka parlaklık azalır. Densitenin artması demek, mürekkep yoğunluğunun artması demektir. Bu da yansıyan ışığın azalması anlamına gelir.



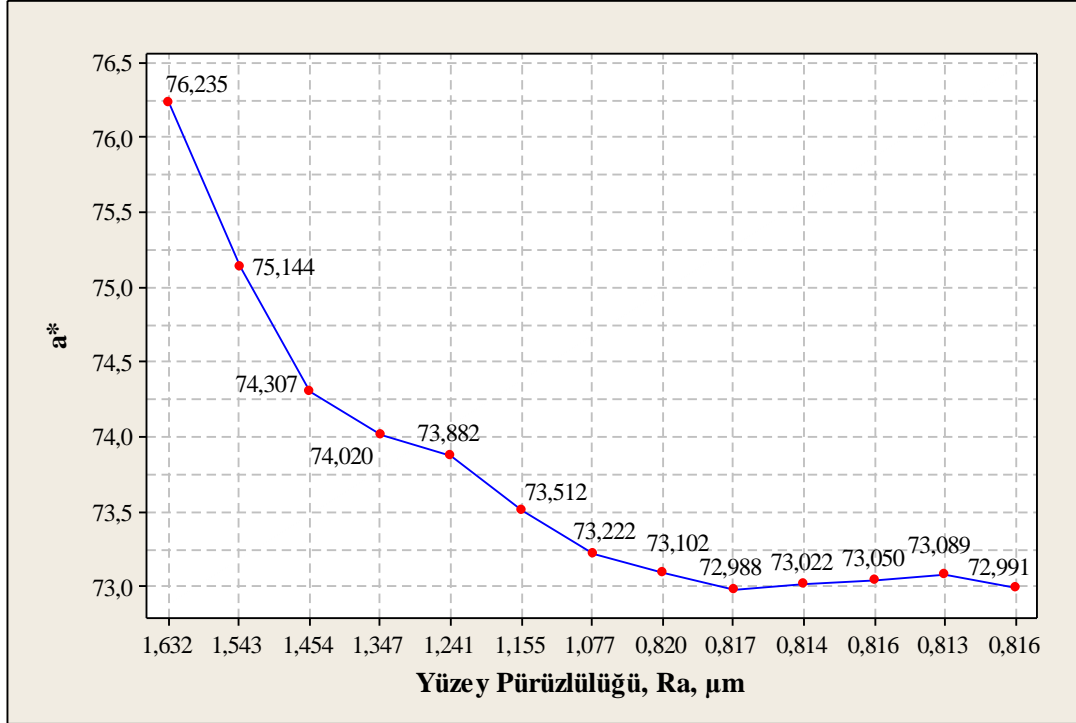
Şekil 6.3. Yüze y pürüzlülüğü- L\* (parlaklık) ilişkisi

#### 6.1.4. Yüze y pürüzlülüğü- a\*, b\* ilişkisi

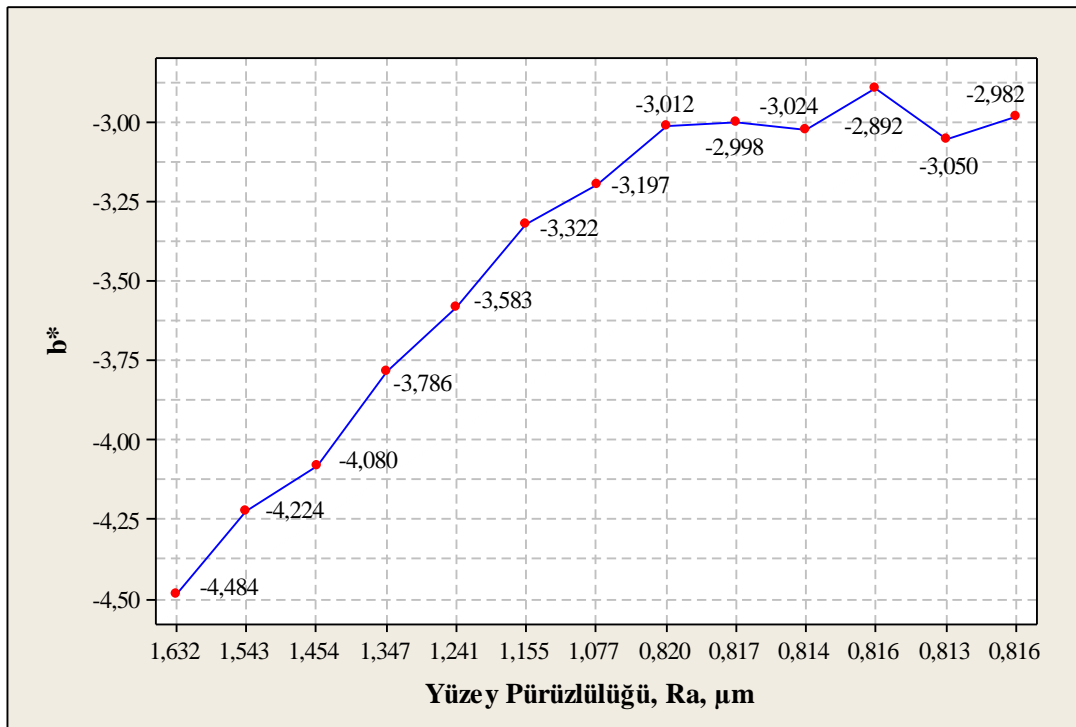
Kauçuk merdane yüze y pürüzlülüğü ve L\*a\*b\* renk evrenindeki a\* değeri arasındaki ilişki Şekil 6.4'te gösterilmiştir. ISO 12647-2 ofset baskı standardına göre magenta renkte olması gereken a\* değeri 72'dir (Bkz. Çizelge 2.1). Test baskılardan elde edilen a\* değerleri 72,98 ila 76,23 arasında değişim göstermektedir. Yüze y pürüzlülüğü ile b\* değeri arasındaki ilişki ise Şekil 6.5'te gösterildiği gibidir. Ofset baskı standardına göre parlak kuşe kağıtta olması gereken b\* değeri -5'tir. Baskılardan elde edilen b\* değerlerine bakıldığında -3 ila -4,5 arasında değişim göstermiştir. Bu sonuçlar, merdane yüze y pürüzlülüğünün magenta renk a\* ve b\* değerleri üzerine etkisinin olduğunu göstermektedir. L\*a\*b\* renk evreninde a\* ve b\*'de meydana gelen bu değişim, basılan magenta rengi gözle görülebilir şekilde değiştirmektedir (EK-2).

ISO'nun ofset baskı standardı olan 12647-2'nin 1996 yılındaki versiyonu mürekkep densitesi üzerine kurulmuştu. Ancak standarda 2002 yılında getirilen bir yenilikle ofset baskıda kaliteyi sağlamak için öncelikli olarak L\*a\*b\* değerlerinin doğru olarak elde edilmesi gerektiği belirtilmiştir [16]. Bu nedenle yüze y pürüzlülüğü densiteyi etkilemiyor

olsa bile  $a^*$  ve  $b^*$  değerlerinde meydana gelen bu değişim baskı kalitesini sağlamak açısından önemlidir ve gözlemci tarafından farkedilebilmektedir.



Şekil 6.4. Yüze pürüzlülüğü-  $a^*$  (Kırmızı/Yeşil) ilişkisi



Şekil 6.5. Yüze pürüzlülüğü-  $b^*$  (Sarı/Mavi) ilişkisi

### 6.1.5. Baskı sayısı- $\Delta E$ ilişkisi

Magenta renk baskılardan ölçülen  $L^*a^*b^*$  değerleri ile Eş. 2.4 kullanılarak hesaplanan baskılar arası renk farklılığı ve baskı sayısı arasındaki ilişki Şekil 6.6'da gösterilmiştir.

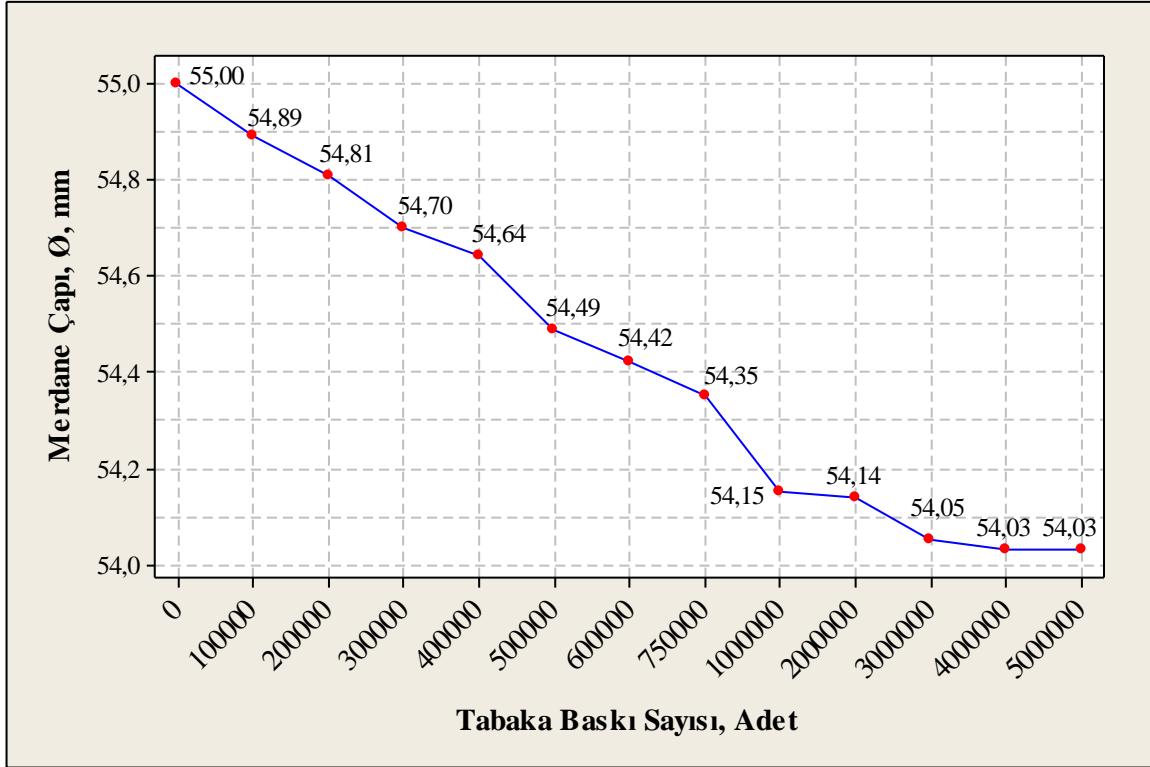


Şekil 6.6. Baskı sayısına bağlı olarak  $\Delta E$  değişimi

Renkler arasındaki fark ( $\Delta E$ ) 1'den büyük ise, farklılık insan gözü tarafından algılanabilir olmasına rağmen 2-4  $\Delta E$  birime kadar uzaklığı olan renkler genellikle çoğu gözlemci tarafından referans renkten pek ayırt edilemez [16, 73]. Elde edilen  $\Delta E$  değerlerine bakıldığında, baskılar arasındaki fark standart tarafından magenta renk için belirtilen  $\Delta E$  sapma toleransı içerisinde kalmıştır (Bkz. Çizelge 2.2). İlk 100 000 baskıya kadar ölçülen  $L^*a^*b^*$  verilerine göre,  $\Delta E$  değerleri 4,266 ve 3,277 olarak hesaplanmıştır. Diğer baskı sayıları ile karşılaştırıldığında bu renk sapmasının fazla çıkmasının nedeni, ofset baskı makinesi üzerine takılan yeni merdanenin sisteme tam uyum gösteremeyişinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

### 6.1.6. Merdane çap değişimi

Baskı kalıbına temas eden kauçuk nemlendirme merdanesinde belli aralıklarla yapılan ölçümlerden elde edilen çap değişimi Şekil 6.7’de gösterilmiştir. Yeni merdane (0 baskı sayısı ile belirtilen) çapı 55 mm olarak ölçülmüştür.



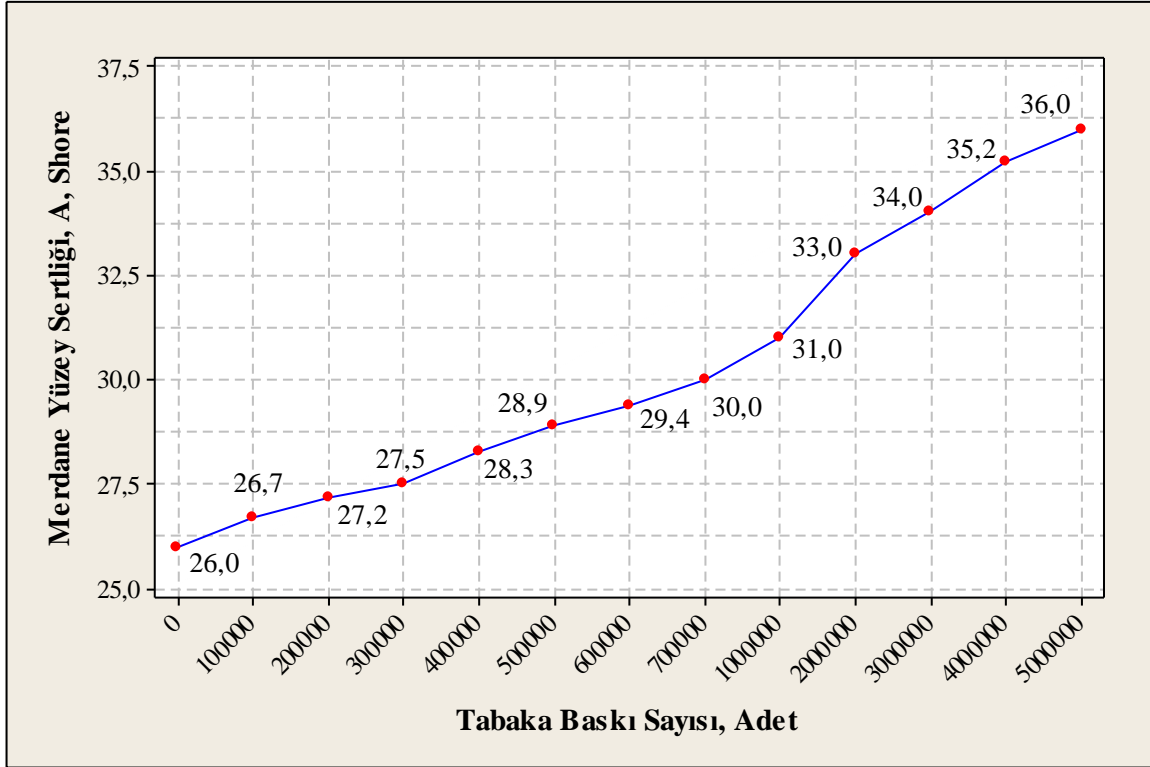
Şekil 6.7. Baskı sayısına bağlı olarak çap değişimi

Baskı sayısına bağlı olarak meydana gelen çap değişimi incelediğinde, baskı sayısı arttıkça merdane çapında yaklaşık 1 mm’lik bir azalma görülmektedir. Merdanelerle ilgili olarak daha önce yapılan çalışmalara bakıldığında baskıda kullanılan kimyasalların merdane büzülme ya da şişmelere neden olduğu bilinmektedir. Özellikle alkol kullanılan sistemlerde nemlendirme merdanelerinde %11’lik bir büzülme meydana geldiği daha önce yapılan araştırmalarda da belirtilmiştir [3]. Merdane çapında meydana gelen bu azalma, kauçuk merdane yüzey sertliğinin artmasına da neden olmaktadır. Ayrıca azalan çap dolayısıyla daha sık merdane baskı izi ayarı yapılması gerekir.



### 6.1.7. Merdane sertlik değişimi

Baskı kalıbına temas eden kauçuk nemlendirme merdanesinde belli aralıklarla yapılan ölçümlerden elde edilen sertlik değişimi Şekil 6.8’de gösterilmiştir. Yeni merdane (0 baskı sayısı ile gösterilen) kauçuk sertliği 26<sup>0</sup> Shore A olarak ölçülmüştür.



Şekil 6.8. Baskı sayısına bağlı olarak sertlik değişimi

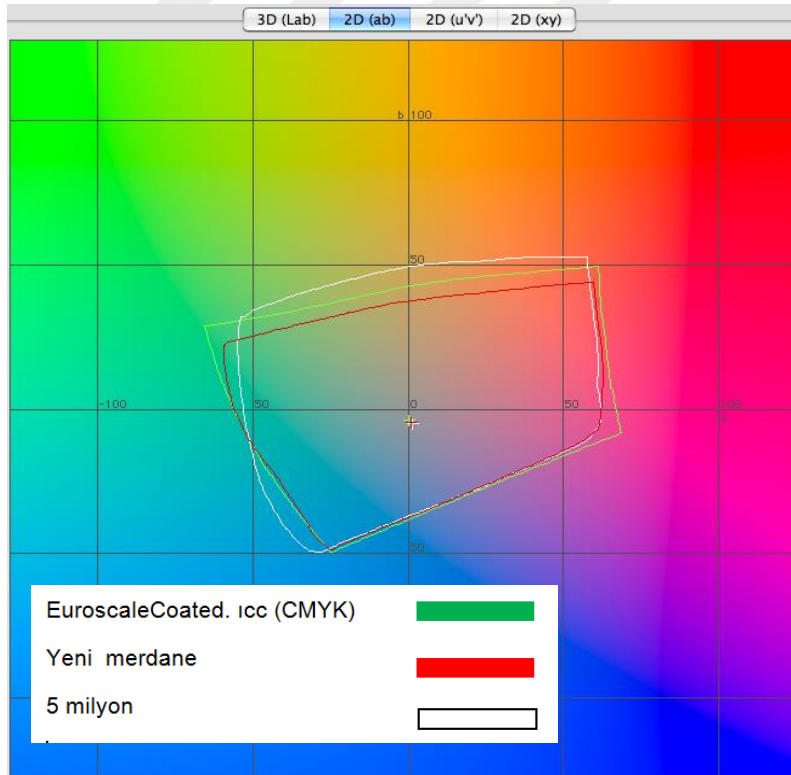
Yapılan ölçümler sonucunda kalıba temas eden kauçuk nemlendirme merdanesinin yüzeyinde sertleşme olduğu görülmüştür. Şekilde görüldüğü üzere 26<sup>0</sup> Shore A ölçülen yeni merdane kauçuk sertliği zaman içerisinde kullanıma bağlı olarak 36<sup>0</sup> Shore A değerine yükselmiştir. Kalıba temas eden nemlendirme merdanelerinde önerilen sertlik değeri, 24<sup>0</sup>-26<sup>0</sup> Shore A aralığında olmalıdır. Standartlara göre  $\pm 5$  Shore’luk bir sertleşme normal kabul edilmektedir. Buna göre 36<sup>0</sup> Shore A sertlik değerine yükselmiş nemlendirme merdanesinin yenisi ile değiştirilmesi gerekir.

Baskıda kullanılan mürekkep, yıkama solventleri, hazne suyu, kağıt ve hatta matbaanın atmosferi zamanla merdane yüzeyini sertleştirir. Olması gerekenden daha sert merdaneye baskı izi ayarı yapılabilmesi için, sertleşen merdanenin basıncını 10 kat arttırmak gerekir.

Bu da makine içinde daha fazla enerji ve daha fazla ısı anlamına gelir. Merdanelerde fazla basınç nedeniyle oluşan ısı mürekkep vizkozite değişikliklerine sebebiyet verir. Ayrıca yüzeyi sertleşen merdane mürekkep ve suyu üzerinde tutamaz, transfer işlemi istenildiği gibi gerçekleşmez. Merdanelerdeki zaman içerisindeki sertleşme merdanenin çapsal olarak daraldığını göstermektedir. Artmış bir sertlik derecesi merdane yüzeyinde parlamalara neden olan birikmiş sert film tabakasının da işaretidir [2, 37].

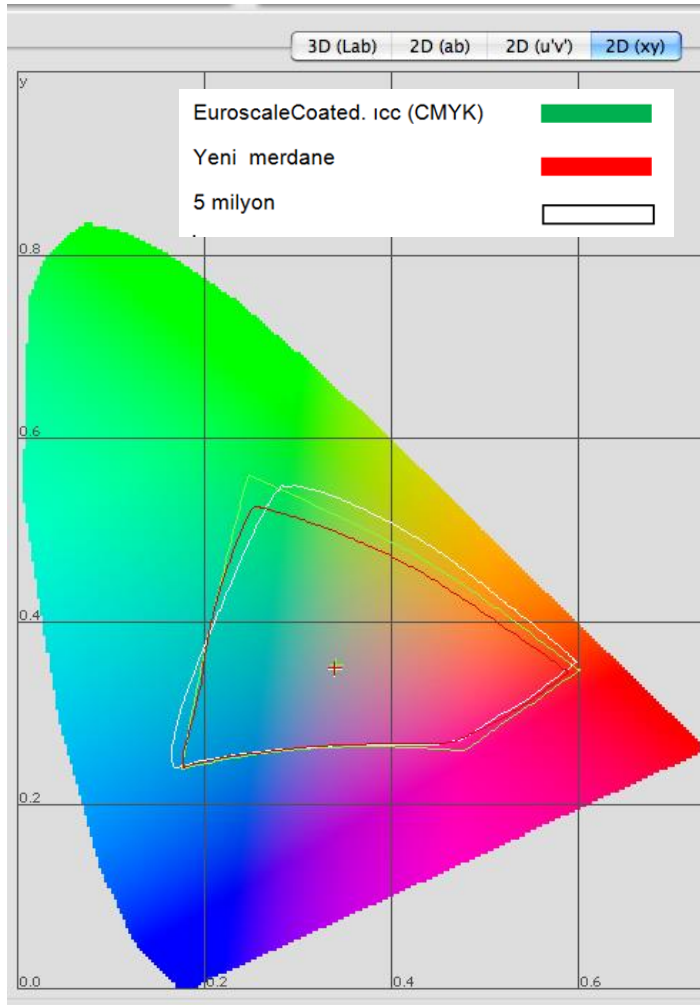
### 6.1.8. Baskıların renk evrenlerinin karşılaştırılması

ECI 2002 CMYK test skalası ölçümlerinden elde edilen 2 boyutlu  $L^*a^*b^*$  renk evrenlerine bakıldığında (Şekil 6.9), yeni merdane ile yapılan baskıların hacim değeri 347; 5 milyon adet çalışmış merdane ile yapılan baskıların renk hacim değeri 372'dir. EuroscaleCoated.icc standart renk hacim değeri ise 402'dir. Buna göre, merdane yüzeyinde meydana gelen, ölçülen değişimler ile renk evreni arasında doğrusal bir ilişki vardır denilemez. Öyle ki 5 milyon adet baskı yapmış merdane ile elde edilen renk evreni standart değer olan 402 hacim değerine daha yakın çıkmıştır.



Şekil 6.9. Renk evrenleri karşılaştırma

Ofset baskıda istenilen renk hacmini sağlamak için merdaneler dışında; kullanılan mürekkebin pigment özelliği, sistemdeki su dengesi, baskı kalıbının tram nokta değerleri, kağıt yüzeyi, ortam baskı şartları gibi birçok faktör aynı anda etkilidir. Ölçülen renk evrenleri Şekil 6.10'da gösterilen 2 boyutlu xy renk evrenine göre değerlendirildiğinde; 5 milyon adet baskı yapmış merdanelenin renk evreninin, standart EuroscaleCoated.icc (CMYK) renk evreni ve yeni merdane renk evrenine göre yeşil, turuncu ve cyan alanlarda artmış olduğu görülmektedir.

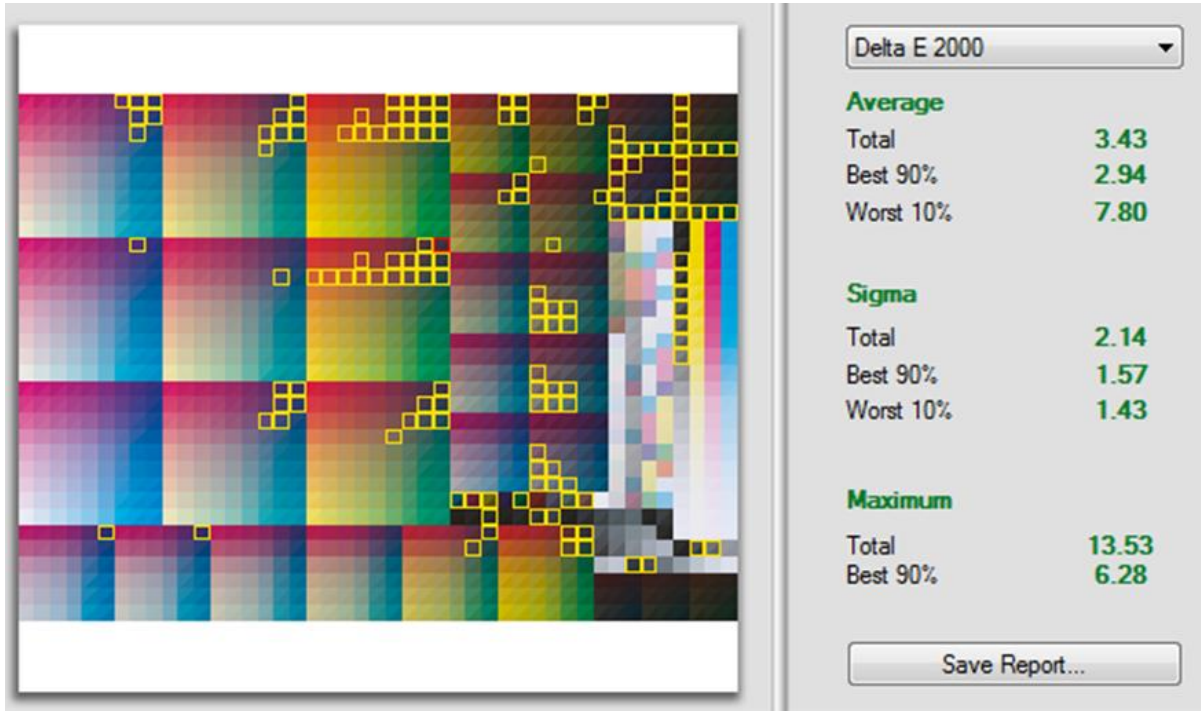


Şekil 6.10. Renk evrenleri karşılaştırma (xy)

### 6.1.9. Renk ölçümsel karşılaştırma

ProfileMaker Professional programının ölçme aracı (Measure Tool) özelliği kullanılarak yeni ve 5 milyon baskı yapmış merdanelerle yapılan test baskılarının kolorimetrik

karşılaştırmaları Şekil 6.11’de gösterilmiştir. Baskılar, D50 (5000 kelvin ışıklandırma standardı) ve 2° ’lik gözlemci açısı dikkate alınarak ölçülmüştür.



Şekil 6.11. Kolorimetrik karşılaştırma

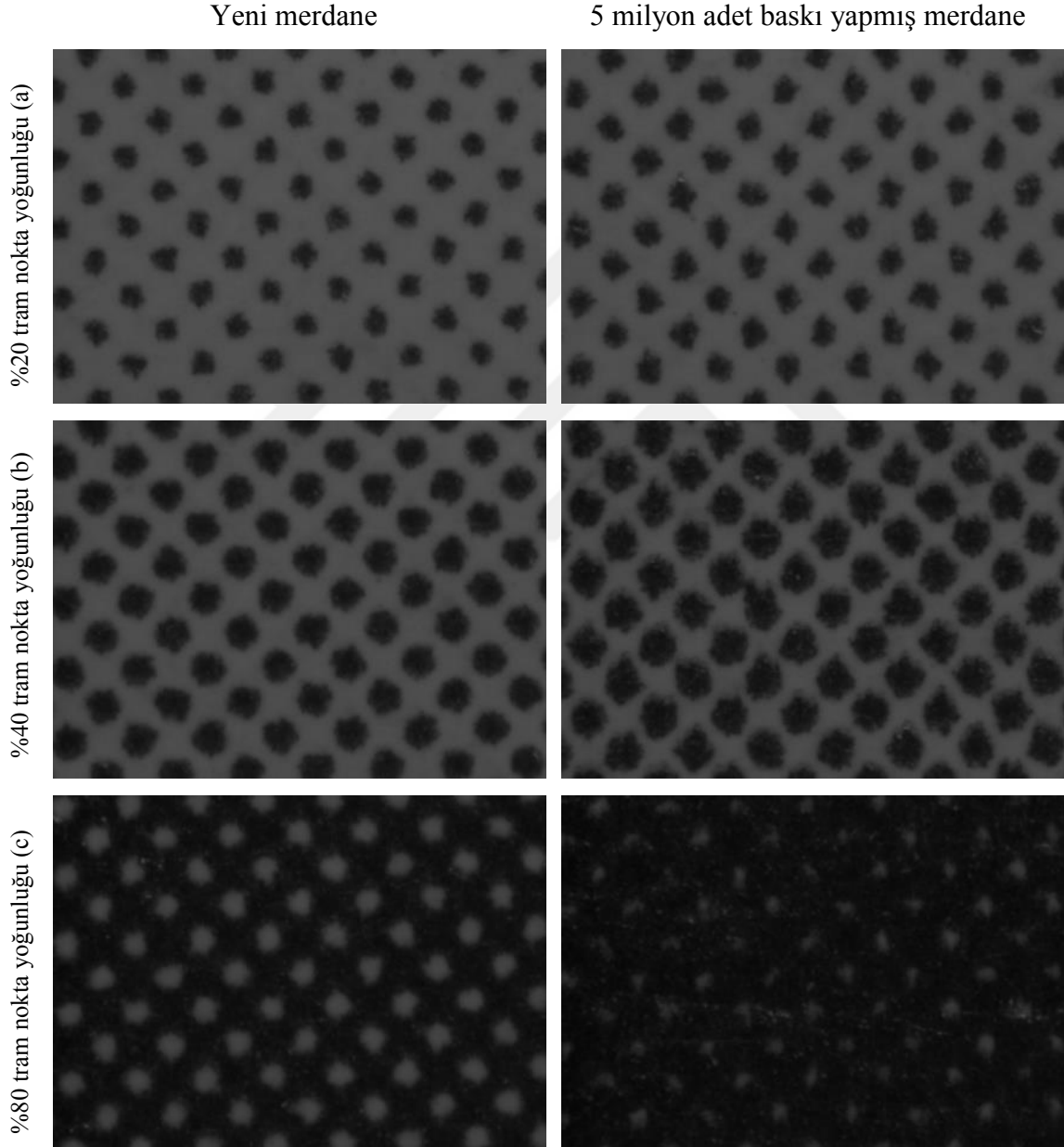
$\Delta E$  2000’e göre renk farklılığı değerlendirildiğinde;

- Toplamda baskılar arasında ortalama= 3,43;
- En iyi %90, hesaplanan en küçük  $\Delta E$ = 2,94;
- En kötü %10, hesaplanan en yüksek  $\Delta E$ = 7,8 olarak gösterilmiştir.

Program tarafından hesaplanan sigma değeri, ölçülen  $\Delta E$  ile aritmetik ortalama arasındaki standart sapmayı ifade etmektedir. Maksimum ise; karşılaştırmadaki en üst  $\Delta E$  sapmasını gösterir. Baskılar arasında en kötü %10’luk kısım sarı çizgi ile belirtilmiştir. En kötü  $\Delta E$  değeri ise kırmızı çizgi ile gösterilmiştir. Elde edilen  $\Delta E$  değerlerine bakıldığında baskılar arasındaki fark, sapma toleransı içerisinde kalmıştır. Renk hedef kutularındaki  $L^*a^*b^*$  renk farklılıkları ise, genellikle sarı ve cyan renklerden oluşan orta ve koyu tonlarda görülmektedir.

### 6.1.10. Tram noktalarının değerlendirilmesi

Resim 6.1'de gösterilen yeni ve 5 milyon adet baskı yapmış merdanelerden elde edilen magenta renk tram noktalarının, elektron mikroskobu altında 40 kez büyütülerek fotoğrafları çekilmiştir. %20 açık tonları (a), %40 orta tonları (b) ve %80 ise koyu tonları (c) temsil etmektedir.



Resim 6.1. Çeşitli tram nokta yoğunlukları a) %20 tram nokta yoğunluğu  
b) %40 tram nokta yoğunluğu, c) %80 tram nokta yoğunluğu

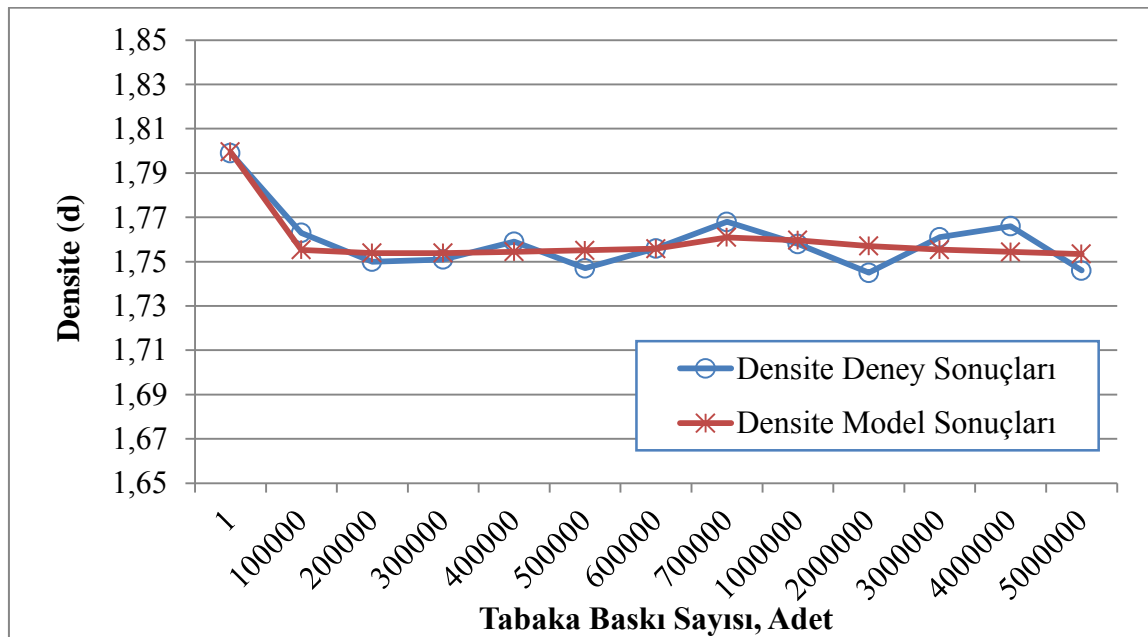
Resim incelendiğinde, yeni merdane ile yapılan baskılardan elde edilen tram noktalarının daha düzgün olduğu; 5 milyon baskı yapmış merdane ile yapılan baskıların tram noktalarının bozulmuş yapıları göze çarpmaktadır. Tramlardaki bu değişim yayılma, doldurma ve kirletme şeklinde kendini göstermiştir. Nokta kazancı ve doldurma problemi genellikle aşırı mürekkepleme, yetersiz nemlendirme suyu ya da kalıba değen merdanelerinin yanlış ayarlanması sonucu meydana gelmektedir. Tram noktalarında meydana gelen bu bozulmalar, resimlerin orta ve koyu tonlarında tıkanmalara, detay ve netlik kayıplarına neden olmaktadır. Böylece baskılarda ton farklılıkları oluşmaktadır.

## 6.2. Modelleme Sonuçları

Bölüm 5.2.1, Eş 5.1’de belirtilen densite,  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  ve  $\Delta E$  modellerindeki  $p$  ve  $q$  üs değerleri ile  $C$  sabiti, Eş 5.7’nin her bir baskı kalitesi parametresi için çözülmesiyle bulunmuştur.

### 6.2.1. Densite model sonuçları

Deney ve model sonuçlarına göre elde edilen densite karşılaştırılması, Şekil 6.12’de gösterilmiştir.



Şekil 6.12. Densite deney sonucu- model karşılaştırma

Gerçek deney sonuçları ile model sonuçları arasındaki uyumu gösteren  $R^2$  değeri, 0,756608 olarak hesaplanmıştır.  $R^2$  1'e yaklaştıkça geliştirilen modelin başarı oranı yükselir. Hesaplanan  $R^2$  değeri %80 altında kaldığından, densite için geliştirilen modelin gerçekliğe yakınlığı diğer baskı kalitesi parametrelerine göre daha düşüktür. Ancak ortalama hata yüzdesi  $\pm$  %1'lik sapma aralığı içerisinde kalmıştır ve en yüksek sapma 0,689675 olarak elde edilmiştir.

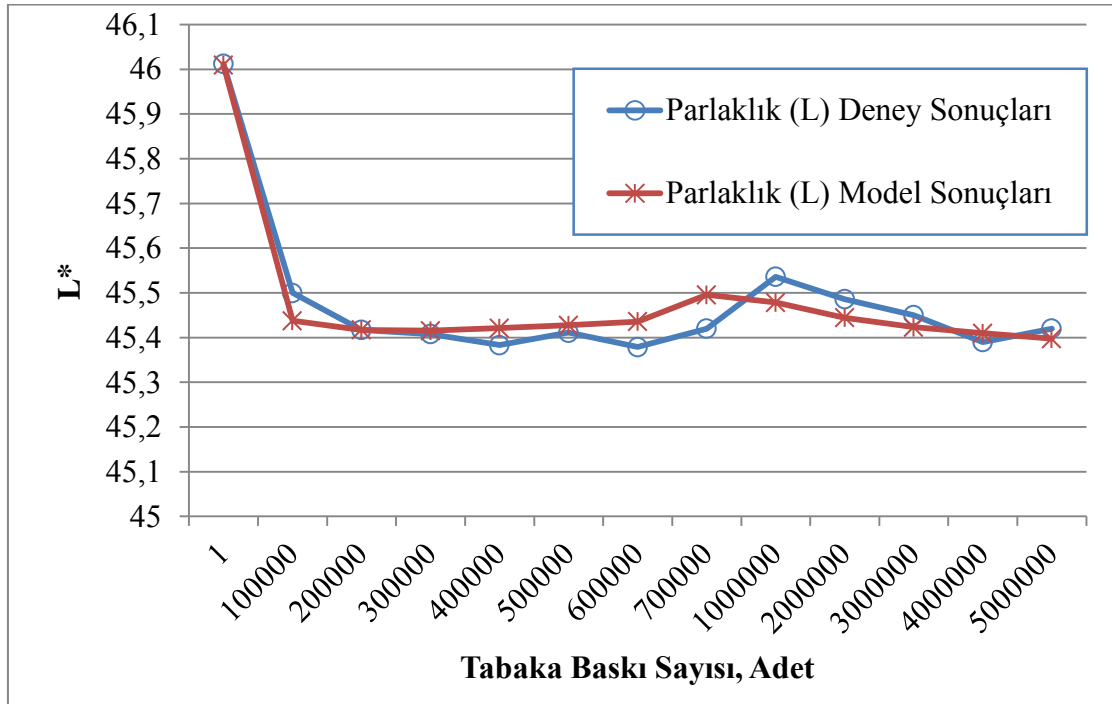
Hesaplamalar sonucunda geliştirilen modellerde kullanılan  $p$  ve  $q$  üs değerleri ile  $C$  sabiti Çizelge 6.1'de gösterilmiştir.

Çizelge 6.1. Densite için elde edilen eşitlik sabitleri

Baskı kalite parametresi	$S_i = C \cdot N^p \cdot R_a^q$		
	$C$	$p$	$q$
Densite	1,810090	-0,002220	-0,011941

### 6.2.2. $L^*$ (parlaklık) model sonuçları

Deney ve model sonuçlarına göre elde edilen  $L^*$  (parlaklık) karşılaştırılması Şekil 6.13'te gösterilmiştir.



Şekil 6.13.  $L^*$  (parlaklık) deney sonucu- model karşılaştırma

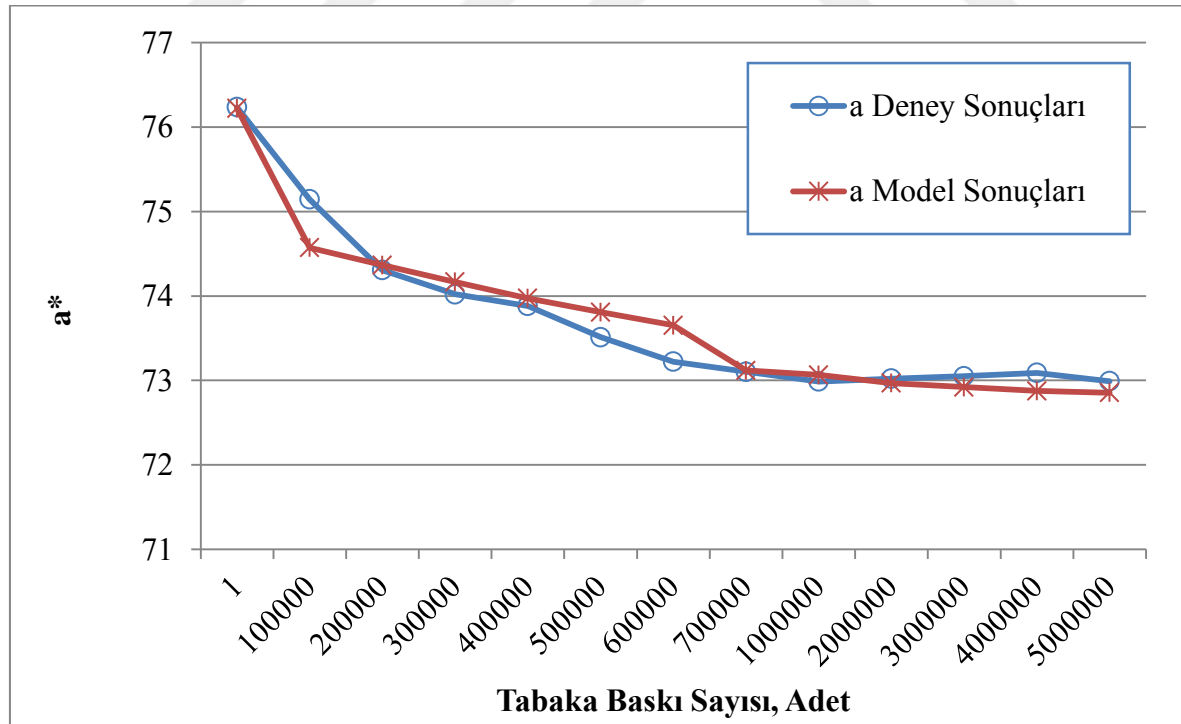
Gerçek deney sonuçları ile model sonuçları arasındaki uyumu gösteren  $R^2$  değeri, 0,936549 olarak hesaplanmıştır.  $L^*$  için hesaplanan  $R^2$  oldukça yüksektir. Buna göre  $L^*$ , baskı sayısı ve yüzey pürüzlülüğü ile kuvvetli bir ilişkiye sahiptir. Ortalama hata yüzdesi  $\pm \%1$ 'lik sapma aralığı içerisinde kalmıştır ve en yüksek sapma 0,166278 olarak elde edilmiştir. Hesaplamalar sonucunda geliştirilen modellerde kullanılan  $p$  ve  $q$  üs değerleri ile  $C$  sabiti Çizelge 6.2'de gösterilmiştir.

Çizelge 6.2.  $L^*$  için elde edilen eşitlik sabitleri

Baskı kalite parametresi	$S_i = C \cdot N^p \cdot R_a^q$		
	$C$	$p$	$q$
$L^*$	46,132378	-0,001113	-0,005450

### 6.2.3. $a^*$ model sonuçları

Deney ve model sonuçlarına göre elde edilen  $a^*$  (Kırmızı/Yeşil) karşılaştırılması, Şekil 6.14'te gösterilmiştir.



Şekil 6.14.  $a^*$  deney sonucu- model karşılaştırma



Hesaplamalar sonucunda geliştirilen modellerde kullanılan  $p$  ve  $q$  üs değerleri ile  $C$  sabiti Çizelge 6.3'te gösterilmiştir.

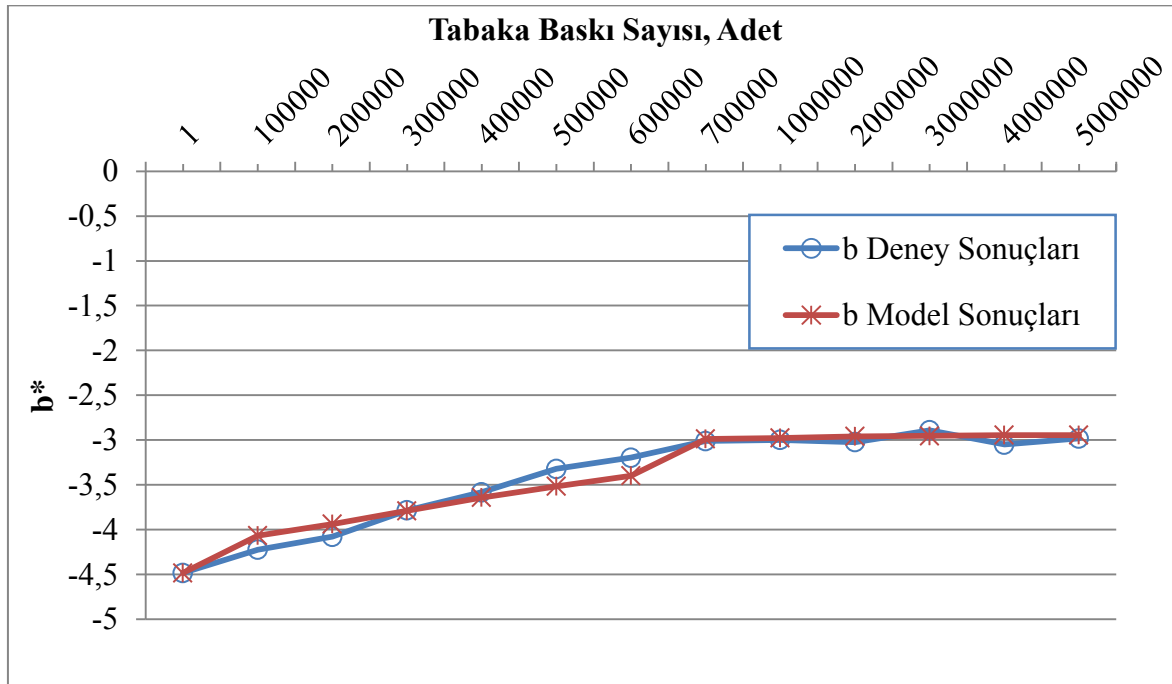
Çizelge 6.3.  $a^*$  için elde edilen eşitlik sabitleri

Baskı kalite parametresi	$S_i = C \cdot N^p \cdot R_a^q$		
	$C$	$p$	$q$
$a^*$	75,268766	-0,001776	0,025664

$a^*$  deney sonuçları ile  $a^*$  model sonuçları arasındaki uyumu gösteren  $R^2$  değeri, 0,939112 olarak hesaplanmıştır.  $a^*$  için hesaplanan  $R^2$  değeri 1'e oldukça yakındır. Buna göre modelin başarı oranı yüksektir. Ayrıca  $a^*$  değeri, baskı sayısı ve yüzey pürüzlülüğü ile kuvvetli bir ilişkiye sahiptir. Ortalama hata yüzdesi  $\pm$  %1'lik sapma aralığı içerisinde kalmıştır ve en yüksek sapma 0,762251 olarak elde edilmiştir. Bu durumda, geliştirilen model uygulanabilirlik açısından başarılıdır.

#### 6.2.4. $b^*$ model sonuçları

Deney ve model sonuçlarına göre elde edilen  $b^*$  (Sarı/Mavi) karşılaştırılması Şekil 6.15'te gösterilmiştir.



Şekil 6.15.  $b^*$  deney sonucu- model karşılaştırma

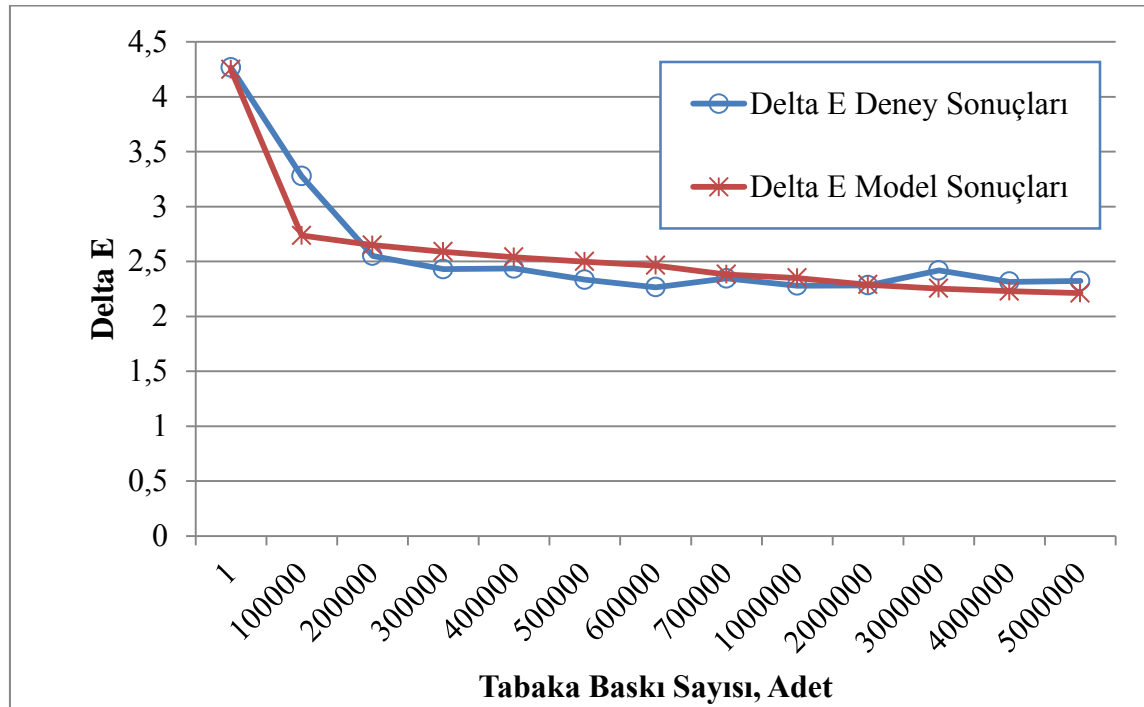
$b^*$  deney sonuçları ile  $b^*$  model sonuçları arasındaki uyumu gösteren  $R^2$  değeri, 0,958229 olarak hesaplanmıştır.  $R^2$  1'e yaklaştıkça geliştirilen modelin başarı oranı yükselir.  $b^*$  için hesaplanan  $R^2$  diğer tüm parametrelerin içerisinde en yükseğidir. Buna göre  $b^*$  değeri, baskı sayısı ve yüzey pürüzlülüğü ile kuvvetli bir ilişkiye sahiptir. Ortalama hata yüzdesi  $\pm$  %3'lük sapma aralığı içerisinde kalmıştır ve en yüksek sapma 6,318966 olarak elde edilmiştir. Bu durumda, geliştirilen model uygulanabilirlik açısından başarılıdır. Hesaplamalar sonucunda geliştirilen modellerde kullanılan  $p$  ve  $q$  üs değerleri ile  $C$  sabiti Çizelge 6.4'te gösterilmiştir.

Çizelge 6.4.  $b^*$  için elde edilen eşitlik sabitleri

Baskı kalite parametresi	$S_i = C \cdot N^p \cdot R_a^q$		
	$C$	$p$	$q$
$b^*$	-3,563771	-0,006171	0,468794

### 6.2.5. $\Delta E$ model sonuçları

Deney ve model sonuçlarına göre elde edilen  $\Delta E$  karşılaştırılması, Şekil 6.16'da gösterilmiştir.



Şekil 6.16.  $\Delta E$  deney sonucu- model karşılaştırma

$\Delta E$  deney sonuçları ile  $\Delta E$  model sonuçları arasındaki uyumu gösteren  $R^2$  değeri, 0,883341 olarak hesaplanmıştır.  $R^2$  1'e yaklaştıkça geliştirilen modelin başarı oranı yükselir. Buna göre  $\Delta E$  değeri, baskı sayısı ve yüzey pürüzlülüğü ile kuvvetli bir ilişkiye sahiptir. Ortalama hata yüzdesi  $\pm$  %10'luk sapma aralığı içerisinde kalmıştır ve en yüksek sapma 16,516275 olarak elde edilmiştir. Bu durumda, geliştirilen model uygulanabilirlik açısından başarılıdır.

Hesaplamalar sonucunda geliştirilen modellerde kullanılan  $p$  ve  $q$  üs değerleri ile  $C$  sabiti Çizelge 6.5'te gösterilmiştir.

Çizelge 6.5.  $\Delta E$  için elde edilen eşitlik sabitleri

Baskı kalite parametresi	$S_i = C \cdot N^p \cdot R_a^q$		
	$C$	$p$	$q$
$\Delta E$	4,039061	-0,037713	0,102590

## 7. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada merdane yüzeyinde meydana gelen değişimler ve baskı kalitesine etkisi deneysel olarak araştırılmış ve yapılan çalışmalardan elde edilen bulgular değerlendirilerek, aşağıda maddeler halinde özetlenen sonuçlar elde edilmiştir:

- 750 000 baskıya kadar her yüzbin baskıda bir yapılan kauçuk merdane yüzey ölçümlerine göre, 750 000 baskıya kadar merdane yüzey pürüzlülüğünde 1,63  $\mu\text{m}$ 'den 0,81  $\mu\text{m}$ 'ye yarı yarıya bir düşüş gözlenmektedir. 750 000 baskıdan sonra ise merdane yüzey pürüzlülüğünde ortalama 0,01'lik bir değişim görülmektedir. Buna göre, baskı sayısı arttıkça merdane yüzeyinde düzleşme meydana gelmektedir. Tabaka baskı sayısına göre, ölçülen yüzey pürüzlülüklerinin arasında anlamlı bir fark olup olmadığını kontrol etmek için yapılan tek yönlü varyans analizine göre, P değeri 0,02 olarak hesaplanmıştır. Hesaplan P değeri 0,05'in altında olduğu için tabaka baskı sayısına göre ölçülen merdane yüzey pürüzlülükleri arasında anlamlı bir fark olduğu tespit edilmiştir. Regresyon analizi ile elde edilen %98,8 oranındaki  $R^2$  değeri ise, baskı sayısı ile yüzey pürüzlülüğü arasında güçlü ilişkiyi kanıtlamaktadır.
- Tabaka ofset baskı makinesinde, belli aralıklarla 5 milyon adete kadar yapılan magenta renk baskılardan elde edilen densite değerleri 1,74 ila 1,79 arasında değişim göstermiştir. 1,63  $\mu\text{m}$  ila 0,81  $\mu\text{m}$  arasında ölçülen kauçuk merdane yüzey pürüzlülük değerleri ve densite değişimine bakıldığında, merdane yüzey pürüzlülüğünün magenta renk mürekkep densitesi üzerine çok fazla etkisi olmadığı görülmektedir. Merdane yüzeyinde meydana gelen yaklaşık 0,82 mikron'luk yüzey pürüzlülüğü değişiminin, mürekkep densitesi, parlaklığı ve renk evreni üzerine olumsuz bir etkisi tespit edilmemiştir. Düzenli olarak bakımları yapılmayan ve uzun süreler kullanılan merdanelerin yüzeyinde meydana gelen çatlak ve kopmalar baskı kalitesini olumsuz etkilemektedir. EK-1'de görülen su merdanelerinde meydana gelen deformasyon nedeniyle, merdane hazne suyunu istenilen şekilde baskı kalıbına transfer edemez. Bunun sonucunda baskı yapılan kağıtların kenar bölgelerinde istenilenden daha düşük mürekkep densite değeri elde edilmiştir. Baskıdaki zayıf su mürekkep dengesi kağıt üzerinde mürekkebin dağılımını negatif yönde etkilemektedir.

- Magenta renk baskılardan elde edilen  $L^*$  (parlaklık) değerleri 46,01 ile 45,37 arasında değişim göstermiştir. Tabaka ofsette belli aralıklarla 5 milyon adete kadar yapılan ölçümlerden elde edilen kauçuk merdane yüzey pürüzlülük değerleri (1,63  $\mu\text{m}$ - 0,81  $\mu\text{m}$ ) ile baskıların  $L^*$  ölçüm değerleri karşılaştırıldığında, yüzey pürüzlülüğündeki 0,82  $\mu\text{m}$ 'lik bu değişimin  $L^*$ 'yi önemli ölçüde etkilemediği ortaya konulmuştur. Parlaklık densite ile yakından ilgilidir. Yüzey pürüzlülüğünde densite değerini etkileyecek önemli bir değişim olmadığından dolayı baskılardan ölçülen  $L^*$  değerlerinde de dikkate değer bir değişim gerçekleşmemiştir.
- Test baskılardan elde edilen  $a^*$  değerleri 72,98 ile 76,23 arasında değişim göstermektedir.  $b^*$  değerleri ise, -3 ile -4,5 arasında ölçülmüştür. Yapılan ölçüm sonuçlarına göre, merdane yüzey pürüzlülüğünde meydana gelen değişimin, magenta rengin  $a^*$  ve  $b^*$  değerlerini etkilediği ancak bu etkinin ISO 12647-2 ofset baskı standardı tarafından belirtilen toleranslar içerisinde kaldığı tespit edilmiştir. Rengin görsel kontrolü yapıldığında,  $a^*$  ve  $b^*$  değerlerinde ölçülen farklılıklar basılan magenta rengi gözle görülebilir şekilde değiştirmektedir (EK-2).
- $\Delta E$  1976 formülü kullanılarak, magenta renk için hesaplanan  $\Delta E$  değerlerine bakıldığında, baskılar arasındaki fark ortalama 2,5 ile 3,5 arasında çıkmıştır. Bu sonuçlar, standart tarafından magenta renk için belirtilen  $\Delta E$ , 5 sapma toleransı içerisinde kalmıştır. İlk 100 000 baskıya kadar ölçülen  $L^*a^*b^*$  verilerine göre,  $\Delta E$  değerleri 4,266 ve 3,277 olarak hesaplanmıştır. Diğer baskı sayıları ile karşılaştırıldığında bu renk sapmasının fazla çıkmasının nedeni, ofset baskı makinesi üzerine takılan yeni merdanelerin sisteme tam uyum gösteremeyişinden kaynaklandığı düşünülmektedir.
- Baskı kalıbına temas eden kauçuk nemlendirme merdanesinde baskı sayısına bağlı olarak meydana gelen çap değişimi incelendiğinde, baskı sayısı arttıkça merdane çapında yaklaşık 1 mm'lik bir azalma görülmüştür. Yapılan ölçümler sonucunda kalıba temas eden kauçuk nemlendirme merdanesinin yüzeyinde sertleşme olduğu görülmüştür. 26<sup>0</sup> Shore A ölçülen yeni merdane kauçuk sertliği zaman içerisinde baskı sayısına bağlı olarak 36<sup>0</sup> Shore A değerine yükselmiştir. Kalıba temas eden nemlendirme merdanelerinde sertlik değeri, 24<sup>0</sup>-26<sup>0</sup> Shore A aralığında olmalıdır. Buna

göre 36<sup>0</sup> Shore A sertlik değerine yükselmiş nemlendirme merdanesinin yenisi ile değiştirilmesi gerekir.

- Yeni ve 5 milyon baskı yapmış merdanelerin renk evrenlerini EuroscaleCoated.icc (CMYK) renk evreni ile karşılaştırıldığında merdane yüzey pürüzlüğü ile renk evreni hacmi arasında doğrudan bir ilişki olmadığı görülmüştür. Öyle ki 5 milyon adet baskı yapmış merdane ile elde edilen renk evreni standart değer olan 402 hacim değerine daha yakın çıkmıştır. Elde edilen renk evreni, 2 boyutlu xy evrenine göre değerlendirildiğinde; 5 milyon adet baskı yapmış merdanelerin renk evreninin, standart ve yeni merdane ile alınan renk evrenine göre yeşil, turuncu ve cyan alanlarda artmış olduğu görülmektedir. ProfileMaker Professional programının ölçme aracı (Measure Tool) özelliği kullanılarak yeni ve 5 milyon baskı yapmış merdanelerle yapılan test baskılarının kolorimetrik karşılaştırmalarına bakıldığında ise, tüm renkler için toplamda baskılar arasında 3,43 bir renk farklılığı hesaplanmıştır. Bu fark sapma toleransı dahilindedir. Renk hedef kutularındaki L\*a\*b\* renk farklılıkları ise, genellikle sarı ve cyan renklerden oluşan orta ve koyu tonlarda görülmektedir.
- Baskıların tram nokta kalitesine bakıldığında; yeni merdane (0 baskı sayısı ile belirtilen) kullanılarak yapılan baskıların tram noktalarının daha düzgün olduğu 5 milyon adet baskı yapmış merdaneyle alınan tram noktalarının ise bozulmuş yapıları göze çarpmaktadır. Yüzey özelliklerini koruyan merdaneler ile daha net nokta şekli elde edilmiştir. 5 milyon adet baskı yapmış merdaneyle yapılan baskıların tram noktalarına bakıldığında, yayılma, doldurma ve kirletme gibi nokta deformasyonları meydana gelmiştir. Nokta kazancı ve doldurma problemi genellikle aşırı mürekkepleme, yetersiz nemlendirme suyu ya da kalıba temas eden merdanelerinin yanlış ayarlanması sonucu oluşur. Tram noktalarında meydana gelen bu değişimler baskılarda ton farklılıklarına neden olmuştur.
- Baskı kalitesi parametreleri olan densite, L\*, a\*, b\* ve ΔE değerleri için geliştirilen model sonucunun hata yüzdeleri densite, L\* ve a\* değeri için ± %1; b\* için ± %3; ΔE için ± %10'luk sapma aralığı içerisinde kalmıştır. Geliştirilen model, uygulanabilirlik açısından başarılıdır. Buna göre, model kullanılarak farklı baskı sayısı ve merdane yüzey pürüzlülük değerlerine göre baskı kalitesinin önemli parametreleri olan densite, L\*, a\*, b\* ve ΔE değerleri tahmin edilebilecektir. Böylece kağıt, mürekkep, kalıp,

nemlendirme suyu ve işçilik maliyetlerinin yanı sıra merdane maliyetlerinin de hesaplanabileceği düşünülmektedir.

- Elde edilen bu sonuçlara göre, merdane kalitesinin önemli bir parametresi olan yüzey pürüzlülüğü için matbaacılık literatüründe daha önce hiç değinilmemiş ideal bir yüzey pürüzlülük değer aralığı üreticilerin ve kullanıcıların değerlendirilmesine sunulmuştur.
- Kullanım süresine ve baskı sayısına bağlı olarak merdane sertliği ve çapında meydana gelen değişiklikler dikkate alındığında, temiz baskıya geçiş süresini hızlandırmak ve baskıda doğru su mürekkep dengesini sağlamak için, kauçuk sertliği 36<sup>0</sup> Shore A değerine yükselmiş ve çapı yaklaşık 1 mm azalmış olan nemlendirme merdanesinin yenisi ile değiştirilmesi önerilmektedir.
- Kauçuk merdanedeki bu yüzey değişimleri dolayısıyla tram noktalarında bozulmalar ve baskıda kağıt fire oranı artmaktadır. Yüzey özellikleri bozulmuş merdane ile çok renkli baskılarda mürekkep su dengesinin kurulması ve korunması zorluğundan, bu merdaneler tek renkli ve tire baskılarda kullanılması önerilmektedir.
- Yapılan deney süresi boyunca merdanelerin periyodik bakımları üretici tavsiyesine uygun olarak yapılmıştır. Bu nedenle baskılar arasında görsel olarak çok fazla renk farklılığı oluşmamıştır. Baskı kalitesini ve müşteri memnuniyetini sağlamak için merdanelerin günlük, haftalık bakımlarına özen gösterilmesi gerekir. Merdane bakım ve temizlik aşamasında çevreye ve insan sağlığına zararlı olmayan, kalite standartlarına uygun malzemeler seçilmelidir.

Merdaneler hakkında yapılan araştırmalar ve deneyler sırasındaki gözlemler sonucunda merdanelerle ilgili yapılabilecek çalışmalar için aşağıdaki öneriler dikkate alınabilir:

- Ofset baskı makinesinde renk ünitelerine göre merdane yüzeylerinde meydana gelen değişimler tespit edilebilir.
- Kalıba mürekkep ve nemlendirme suyu veren merdanelerin kalıba uyguladığı basınç miktarı ve bu oluşan basıncın yüksek tirajlı işlerde baskı kalitesine ve tram noktalarına etkisi araştırılabilir.

## KAYNAKLAR

1. Kansu, N., Köse, E. (2008). *Ofset baskı teknolojisi*. (Birinci baskı). Ankara: Gazi Yayınevi, 130-132, 155-164.
2. Roseman, T., Ulsan, M. (2007, Ekim). *Merdanelerin basım üretimindeki önemi ve kalitesi*. 2. Uluslararası Matbaa Teknolojileri Sempozyumunda sunuldu, Ankara.
3. Özer, S. (2010). *Ofset Baskıda Kullanılan Kimyasalların Kauçuk Esaslı Merdane ve Blanketlere Etkisinin Tespiti*, Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
4. Gençoğlu, E., Şimşeker, O., Özdemir, L. (2006). *Flekso baskı sistemi*. İstanbul.
5. Kenly, E., Beach, M. (1999). *Getting it printed*. USA: North Light Books, 111.
6. Print Media Academy. (2010). *Sheetfed offset printing basics*. Heidelberg, 11, 31, 37.
7. Fairley, M. (2006). *Etiket ve etiket teknolojisi ansiklopedisi* (Çeviren Tuncay, O.). İstanbul: Canpaş Mesleki Eğitim Yayınları.
8. Printtaş. (1992). *Ofsette Mürekkep ve Baskı Problemleri, Çözümleri*. İstanbul: Printtaş, 22, 97.
9. Şimşeker, O., Oğuz, M. (2003, Eylül). *Ofset baskı blanketlerinin yapısı, çeşitleri ve kullanımında dikkat edilmesi gereken kurallar*. 1. Uluslararası Matbaa Teknolojileri Sempozyumunda sunuldu, Ankara.
10. Lloyd, P., Dejidas, Jr. (2005). *Sheetfed Offset Press Operating*. USA, 225-277.
11. Aslan, B. (2010). *Ofset Baskı Tekniği İle Uygulanan Mürekkebin Kuruma Etnasında Renk Değişimlerinin İncelenmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
12. Ural, E. (2010). *Kaplanmış ve kaplanmamış kağıtlara yapılan ofset baskıda; baskı basıncı, mürekkep miktarı ve zemin ton yoğunluğu ilişkisinin uygulamalı incelenmesi*. *İstanbul Ticaret Üniversitesi Fenbilimleri Dergisi*. 17, 61-71
13. Ünal, H., Camgöz, M. (2009, Ekim). *ISO 12647'ye göre ofset, tifduruk ve flekso baskı arasındaki ΔE farklılıkları*. 3. Uluslararası Matbaa Teknolojileri Sempozyumunda sunuldu, Ankara.
14. Özsoy, S. (2007). *Ofset Baskıda Kullanılan Kalite Standartları ve Türkiye'ye Uygunluğu*, Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
15. Heidelberg. (2008). *Renk, kalite ve tramlama teknolojisi*. İstanbul: Heidelberg Grafik Ticaret Servisi, 4, 40.



16. Şahinbaşkan, T., Gençoğlu, E. (2010). *Basım sektöründe renk ve renk yönetimi*. İstanbul, 85-86.
17. Ünal, H., Camgöz, M. (2009, Ekim). *ISO 12647'ye göre ofset tıfdruk ve flekso baskı arasındaki  $\Delta E$  farklılıkları*. 3. Uluslararası Matbaa Teknolojileri Sempozyumunda sunuldu, Ankara.
18. BSO-ISO 12647-1. (2004). *Graphic technology — Process control for the production of half-tone colour separations, proof and production prints*.
19. Çelik, H. (2011, Kasım). *ISO 12647-2 standardının uygulanması ve PSO process standart offset*. 4. Uluslararası Matbaa Teknolojileri Sempozyumunda sunuldu, İstanbul.
20. Eldred, R. N. (2012). *Matbaacının mürekkep hakkında bilmesi gerekenler*. (Çev. Ülgen, M., Oktav, M. ve Gençoğlu, E.). İstanbul: Basev Yayınları. (Eserin orijinali 2001'de yayımlandı), 5.
21. Page, A., Waite, N., Jones, C. (2006). *Developments in printing technology*. USA: Pira International, 21.
22. Traeger, T.L. (1999). *Rubber rollers in today's printing processes*. *Rubber World*, USA.
23. Kipphan, H. (2001). *Handbook of print media*. Heidelberg: Springer, 32, 213, 214, 368.
24. MEGEP (2008). *Ofset baskıya hazırlık modulu*. Ankara.
25. İnternet: From character to personality. Offset roller Web: <http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fwww.wmich.edu%2Fpci%2Foffset%2Fpp19.htm&date=2013-12-14>, Son Erişim Tarihi: 14.12.2013.
26. Çakıl, O. (2009). Orhan Çakıl Türkiye'de ilk rilsan merdane kaplama tesislerini açtı. *Matbaa Teknik*, 130, 150.
27. UPM. (2004). *Printing guidelines, printing ink behaviour*. Helsinki: UPM, 18.
28. Şimşeker, O. (1994). *Alcolor Nemlendirme Sistemi İle Konvansiyonel Nemlendirme Sistemini Mukayese Edilerek İncelenmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
29. Özer, S. (2009, Ekim). *Yeni nesil tabaka-web ofset nemlendirme merdaneleri*. 3. Uluslararası Matbaa Teknolojileri Sempozyumunda sunuldu, Ankara.
30. Print Media Academy. (2009). *Rollers in inking and dampening systems*. Heidelberg, Almanya.
31. Böttcher. (2008). *Merdane bakım önerileri, UV mürekkep*. Böttcher Türkiye.

32. Felix Böttcher GmbH & Co. KG. (Kasım 2007). Tabaka ofset seminer notları. Böttcher Türkiye.
33. Öztürk, E. (2008). *Farklı Kauçuk Karışımlarının Vulkanizasyonuna Hızlandırıcıların Etkisi*, Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya.
34. Köse, E., Uğur, E. (2003, Eylül). *Eskimiş kauçuk merdanelerin yenileme işleminin analizi*. 1. Uluslararası Matbaa Teknolojileri Sempozyumunda sunuldu, Ankara.
35. Özer, S., Karademir, A., Aydemir, C. ve Özsoy, A. (2014, Nisan). *Ofset baskı merdaneler ve mürekkepleri arası kimyasal uygunluk*. Uluslararası Basev Kongresinde sunuldu, İstanbul.
36. İnternet: Roller core structure. Katsura Roller Company. Web: <http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fwww.katsura-r.com%2Fcontents%2Fgumroller%2F02.html%23a04&date=2013-12-18>, Son Erişim Tarihi: 18.12.2013.
37. Asteks Merdane. (2007). *Merdane Teknik Bilgileri*. İstanbul: Güzel Sanatlar Matbaası.
38. İnternet: Rubber compounds. Sigma Rollers. Web: <http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fwww.sigmarollers.com&date=2013-12-30>, Son Erişim Tarihi: 30.12.2013.
39. Machphee, J. (1998). *Fundamentals of lithographic printing*, GATF, 77-146.
40. İnternet: Durometer. Printwiki. Web: <http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fprintwiki.org%2Fdurometer&date=2013-05-25>, Son Erişim Tarihi: 25.05.2013.
41. İnternet: Roller. Böttcher. Web: [http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fwww.bottcher.com%2Fanatomy\\_of\\_a\\_roller.php&date=2013-05-20](http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fwww.bottcher.com%2Fanatomy_of_a_roller.php&date=2013-05-20), Son Erişim Tarihi: 20.05.2013.
42. Uluşan, M., Çakıl, O. (2007). *Merdanelerin bakım ve depolanması*. Orhan Çakıl San. Ve Tic. Ltd. Şti, İstanbul.
43. Demirel, M. (2011, Kasım). *Hazne suyu konsantrasyonlarının bileşenleri ve etkileri*. 4. Uluslararası Matbaa Teknolojileri Sempozyumunda sunuldu, İstanbul.
44. İnternet: Baskıda hazne suyunun önemi. Matset. Web: <http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fwww.mastet.com.tr%2Fimages.&date=2012-12-16>, Son Erişim Tarihi: 16.12.2012
45. Huber (2003). Fount solution in offset printing, important facts for the use of fount concentrates. Almanya.
46. Hacıoğlu, E. (2003, Eylül). *Ofset baskıda nemlendirme işleminde fiziksel süreçler*. 1. Uluslararası Matbaa Teknolojileri Sempozyumunda sunuldu, Ankara.

47. İnternet: Storage of rubber compounds. PTE. Web: [http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fwww.polymertechnik.com+%2Fdownloads%2F+storage\\_of\\_rubber\\_compounds\\_en\\_final.pdf.&date=2014-12-16](http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fwww.polymertechnik.com+%2Fdownloads%2F+storage_of_rubber_compounds_en_final.pdf.&date=2014-12-16), Son Erişim Tarihi: 16.12.2014.
48. Şahinler, S. (2000). En küçük kareler yöntemi ile doğrusal regresyon modeli oluşturmanın temel prensipleri. *Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 5 (1-2), 57-73.
49. Turanlı, M., Güriş, S. (2000). *Temel istatistik*. İstanbul: DER Yayınları, 273.
50. Gallo, A. (2003). *Econometrics*. Lecture Notes, University of North Florida, 1-15.
51. Wolfram, S. (2003). *Mathematica book* (5th edition). Wolfram Media, 109.
52. Weisberg, S. (2005). *Applied linear regression* (3rd edition). New Jersey: John Wiley & Sons, 47-68.
53. Hill, T. and Lewicki, P. (2006). *Statistics: methods and applications*. Tulsa, OK: StatSoft, 341-349.
54. Kurt, A. (2006). *Talaş Kaldırma Sırasında Oluşan Kesme Kuvvetleri ve Mekanik Gerilmelerin Deneysel Olarak İncelenmesi ve Matematiksel Modellerinin Oluşturulması*, Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
55. Yurtkuran, H., Korkmaz, E., Çakıroğlu, R. ve Günay, M. (2013, Kasım). *DIN 1.2344 sıcak iş takım çeliğinin işlenmesinde yüzey pürüzlülüğünün modellenmesi*. 4. Ulusal Talaşlı İmalat Sempozyumunda sunuldu, Aydın.
56. Kapsız, D. (2009). *Optimization of Printing Roller Rubber Manufacturing*, Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
57. Qi, Y., Wang, X. and Sun, J. (2009, Kasım). *The optimization design for printing roller gear based on parametric modeling and finite element analysis*. Paper presented at IEEE 10th International Conference, Wenzhou, China.
58. Voicu, M., Lammen, B. and Schmidt, R. (2011). Active vibration damping of bending for printing roller. *Daam International*, 22 (1), 673-674.
59. Yokohoma, K., Akiyama, M. and Ando, T. (1993). Development of ceramic-coated roller for dampening system of offset printing presses. *Nippon Steel Technical Report*, No. 59, 31-35.
60. Xue, Y-K., Gethin, D T. and Lim, C H. (1994). Numerical modelling of the contact between lithographic printing press rollers by soft EHL theory. *Journal of Engineering Tribology*, 208 (4), 257-268.

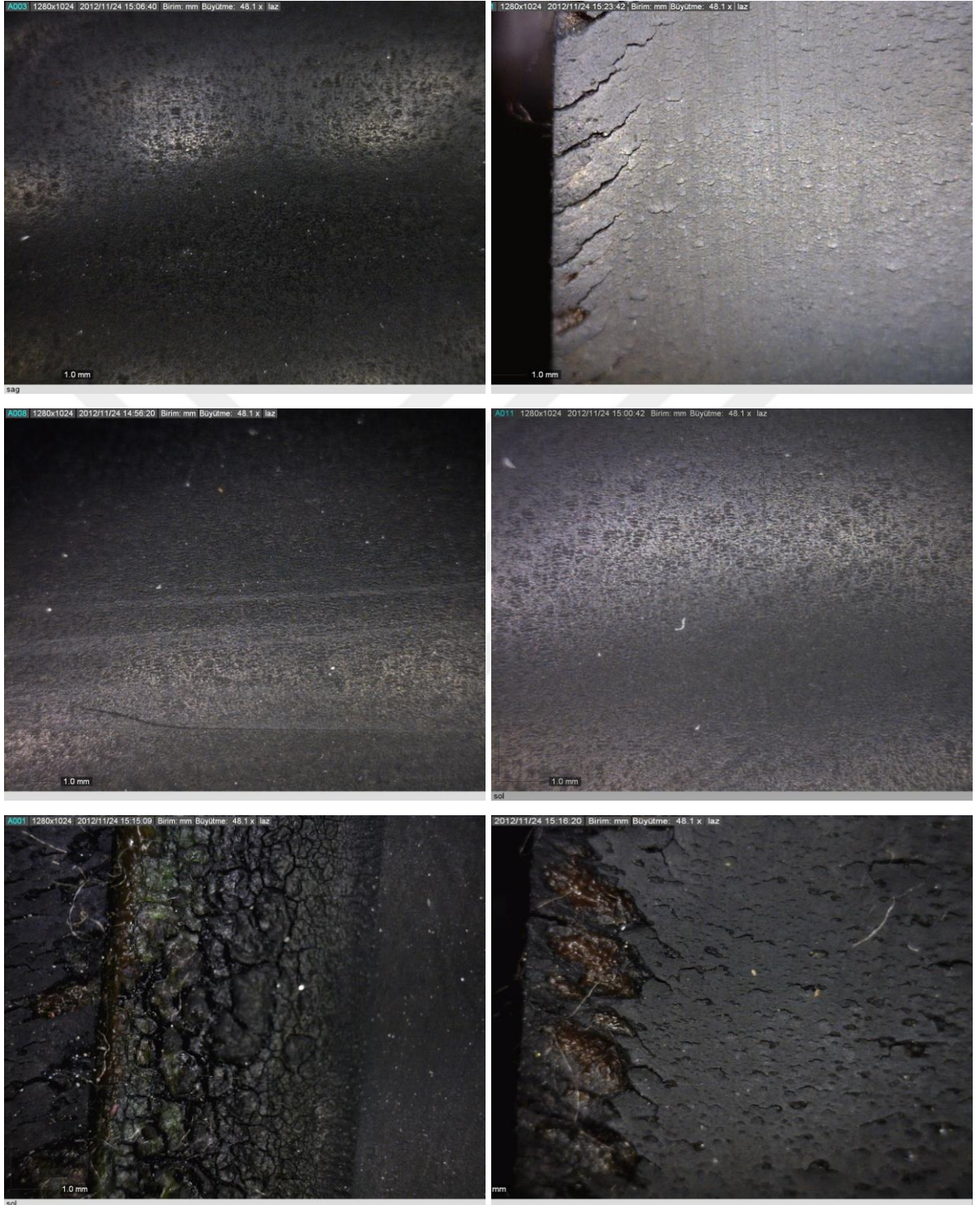
61. İnternet: Blanket and Form Roller Settings Fundamentals, Printing Industries of America. Web:  
<http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fwww.printing.org%2Fpage%2F10197&date=2012-01-01>, Son Erişim Tarihi: 01.01.2012.
62. Macphee, J. (1996). A study of roller deformation using finite element analysis. *TAGA Publications Abstracts*.
63. Macphee, J. (1976). Some basic facts on the wash-up of ink roller systems in lithographic presses, *TAGA Publications Abstracts*.
64. Özcan, A., Sariaslan, S. (2011, Kasım). *Elektronik-statik sıvı tonerli dijital baskı sistemlerinde blanket yıpranmasına bağlı nokta deformasyonlarının incelenmesi*. 4. Uluslararası Matbaa Teknolojileri Sempozyumunda sunuldu, İstanbul.
65. Kocabey, S. (2011, Kasım). *Elektrofotografik dijital baskı sistemlerinde renk stabilitesinin belirlenmesi*. 4. Uluslararası Matbaa Teknolojileri Sempozyumunda sunuldu, İstanbul.
66. Şahinbaşkan, T., Akgül, A. (2009, Ekim). *Serigrafi baskı sisteminde dokuma sıklığının renk evrenine etkisinin incelenmesi*. 3. Uluslararası Matbaa Teknolojileri Sempozyumunda sunuldu, Ankara.
67. Özcan, A. (2008). Kağıt Yüzey Pürüzlülüğünün L\*a\*b\* Değerleri Üzerine Etkisinin Belirlenmesi. *İstanbul Ticaret Üniversitesi Fenbilimleri Dergisi*, 14. 53-61.
68. Oktav, M., Özomay, Z. (2009). *IGT C1 test baskı makinesi değişkenlerinin baskı kalitesi üzerine etkisinin belirlenmesi*, 3. Uluslararası Matbaa Teknolojileri Sempozyumunda sunuldu, Ankara.
69. Milosevic, R., Kasikovic, N., Novakovic, D. and Stancic, M. (2014). Influence of different printing pressure levels on sheet-fed offset print quality. *Journal of Chemical and Metallurgy*, 49(4), 375-382.
70. Yenidoğan, S. (2010). Determination of the colour deviation in the solar colour prints applied to newsprint paper. *Asian Journal of Chemistry*, 22(10), 7865-7873.
71. Joshi, A., Bandyopadhyay, S. (2015). Effect of ink transfer on print mottle in shrink films. *J Coat Technol. Res.*, 12 (1), 205-213.
72. Zhao, J.B., Xiu, L.L. (2010). Testing and research on inking properties of offset pres. *Advanced Material Research*, 174, 319-322.
73. Köse, E., Şahinbaşkan, T. (2008). Renk yönetiminde kullanılan standart ICC profillerinin Türkiye’de oluşturulmuş bazı profiller ile karşılaştırılması. *Politeknik Dergisi*, 11(4), 365-371.





**EKLER**

## EK-1. Çeşitli merdane yzeyleri



Resim 1.1. Bozulmuş merdane yüzey örnekleri

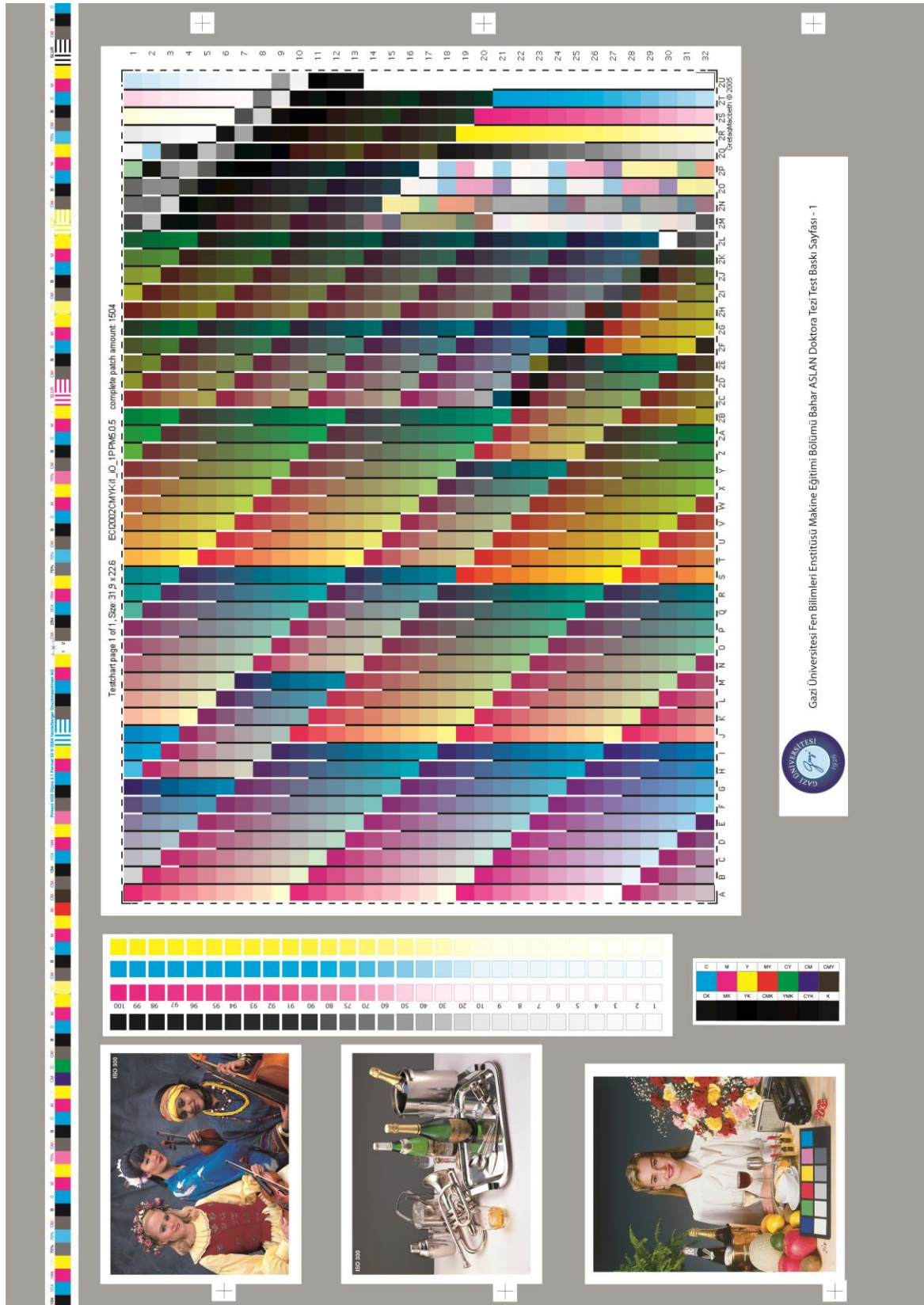
EK-2.  $L^*a^*b^*$  değerlerine göre renk farklılıkları



Şekil 2.1. Magenta renk farklılıkları

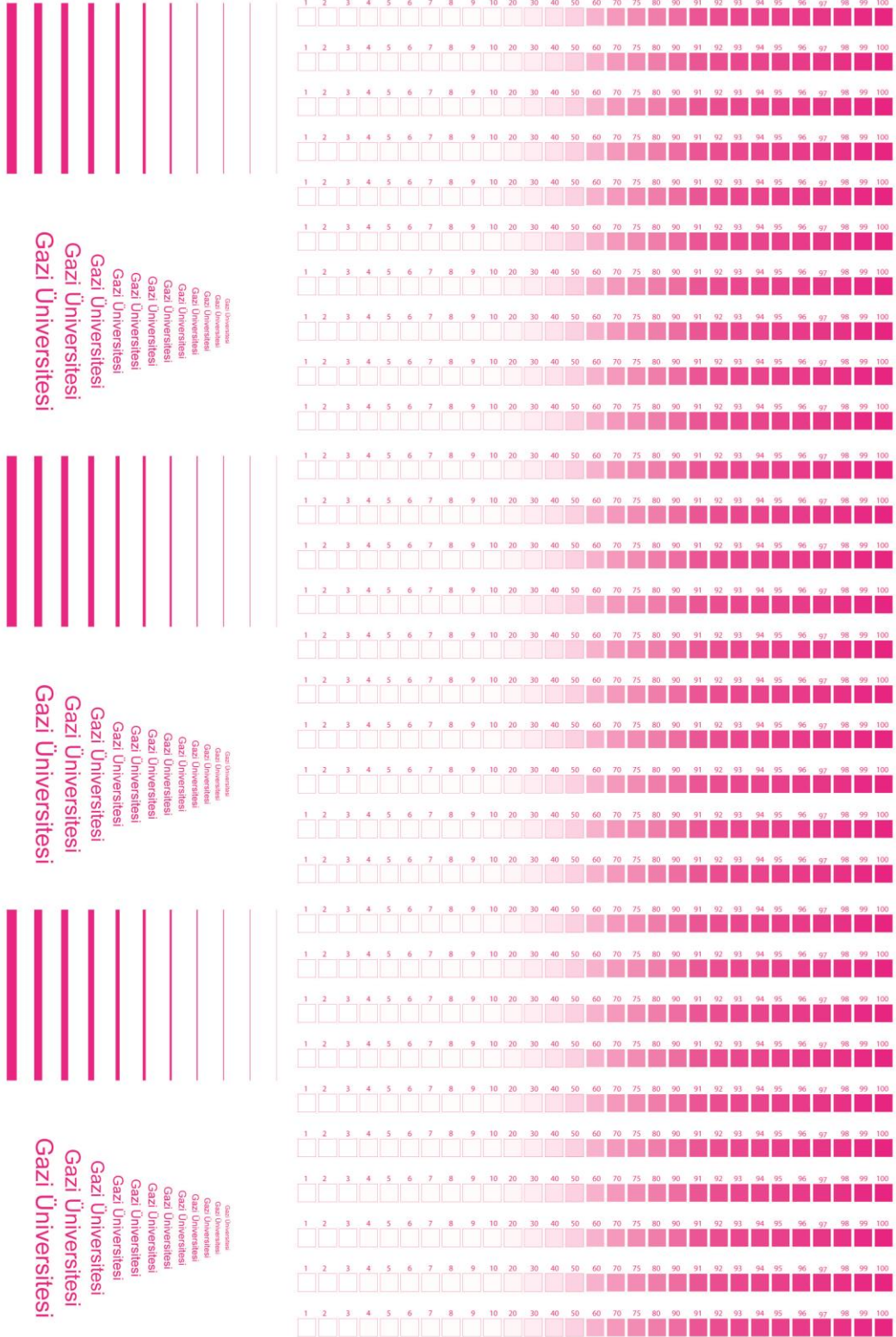


## EK-3. Test baskı sayfası-1



Şekil 3.1. Dört renkli (CMYK) test baskı sayfası

## EK-4. Test baskı sayfası-2



Şekil 4.1. Tek renkli test baskı sayfası

## ÖZGEÇMİŞ

### Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı : Bahar, ASLAN  
 Uyuğu : T.C.  
 Doğum tarihi ve yeri : 12.04.1984, İzmir  
 Medeni hali : Evli  
 Telefon : 0 (312) 202 87 46  
 GSM : 0 (537) 502 84 13  
 E-Posta : baharaslan@gazi.edu.tr



### Eğitim

Derece	Okul/Program	Mezuniyet tarihi
Yüksek lisans	Gazi Üniversitesi/Makine Eğitimi	2010
Lisans	Gazi Üniversitesi/Matbaa Eğitimi	2005
Lise	Buca And. Meslek Lisesi/Grafik	2001

### İş Deneyimi

Yıl	Çalıştığı Yer	Görev
2007-Halen	Gazi Üniversitesi	Okutman

### Yabancı Dil

İngilizce

### Yayınlar

1. Claypole, T., Hamblyn, S., Beynon, D. ve Aslan, B. (2014, Mart). *Printmark benchmarking the colour quality of newspapers*. Paper presented at the TAGA 66. Annual Technical Conference. USA.
2. Özdemir, A., Aslan, B. ve Şen, K. (2011). Matbaalarda atık yönetiminin uygulanması. *Basım Dünyası*, 90-91.
3. Yılmaz, M., Aslan, B. (2011, Kasım). *Basım sektöründe işgücü verimliliğini etkileyen faktörler*. 4. Uluslararası Matbaa Teknolojileri Sempozyumunda sunuldu. İstanbul.

4. Yılmaz, M., Aslan, B., İnandığçar, M. ve Acarer, S. (2011, Kasım). *Bilgisayardan konvansiyonel kalıba ve bilgisayardan kalıba sistemlerinin baskı kalitesine etkisi açısından karşılaştırılması*. 4. Uluslararası Matbaa Teknolojileri Sempozyumunda sunuldu. İstanbul.
5. Aslan, B., Köse, E. (2010). Ofset baskı sisteminde zamana bağlı kurumunun mürekkep densitesine etkisi. *İstanbul Ticaret Üniversitesi*. 9(18), 65-75.
6. Aslan, B., Özomay, Z., Köse, E. (2010). Ofset baskıda mürekkebin kuruma sürecinde renk değişimlerinin tespit edilmesi. *Politeknik*, 2(151-158).

### **Hobiler**

Fotoğraf, tarihi ve kültürel geziler, bisiklet binme.





*GAZİ GELECEKTİR..*