



MARMARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



**FLEKSO BASKIDA DİJİTAL TERMAL
KALIP HAZIRLAMA PARAMETRELERİNİN
BASKI KALİTESİNE ETKİSİNİN SAPTANMASI**

LUTFİ ÖZDEMİR

DOKTORA TEZİ

Matbaa Eğitimi

Anabilim Dalı

Matbaa Eğitimi Programı

DANIŞMAN

Yrd. Doç. Dr. Ömer B. ZELZELE

İSTANBUL, 2014



MARMARA UNIVERSITY
INSTITUTE FOR GRADUATE STUDIES
IN PURE AND APPLIED SCIENCES



**DETERMINATION OF THE EFFECTS OF
THERMAL PLATE PREPARATION
PARAMETERS ON TO FLEXO PRINTING
QUALITY**

LUTFİ ÖZDEMİR

Ph.D. THESIS

Department of Printing Education

ADVISOR

Assis. Prof. Dr. Ömer B. ZELZELE

ISTANBUL, 2014

MARMARA ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü /Doktora Öğrencisi Lutfi ÖZDEMİR'in "Flekso Baskıda Dijital Termal Kalıp Hazırlama Parametrelerinin Baskı Kalitesine Etkisinin Saptanması" başlıklı tez çalışması, 10 Mart 2014 tarihinde savunulmuş ve jüri üyeleri tarafından başarılı bulunmuştur.

Jüri Üyeleri

Yrd.Doç.Dr. Ömer B. ZELZELE (Danışman)

Marmara Üniversitesi Teknik Bilimler MYO

Prof.Dr. Mehmet OKTAV (Üye)

Marmara Üniversitesi Uygulamalı Bilimler Yüksekokulu

Prof..Dr. Efe N. GENÇOĞLU (Üye)

Marmara Üniversitesi Uygulamalı Bilimler Yüksekokulu

Yrd.Doç.Dr. Erkan İŞGÖREN (Üye)

Marmara Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi

Yrd.Doç.Dr. Muharrem SÖZEN (Üye)

İstanbul Ticaret Üniversitesi Uygulamalı Bilimler Fakültesi

ONAY

Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun 01.06.14 tarih ve 2014/12-02 sayılı kararı ile Lutfi ÖZDEMİR'in Matbaa Eğitimi Anabilim Dalı Matbaa Eğitimi Programında Doktora derecesi alması onanmıştır.


Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü
Prof. Dr. Abdülkerim KAR



ÖNSÖZ

Ambalaj ve etiket sektörlerine hizmet eden flekso baskı tekniği ülkemizde matbaacılık açısından önemli bir yer tutmaktadır. Flekso baskı tekniği, baskı kalıplarının hazırlanması ve baskıya etki eden faktörlerle ilgili uluslar arası ve ulusal düzeyde doktora alanında hala bakir bir konudur. Basım sektörü bu konuda yapılan ve yapılacak olan araştırmaları desteklemekte ve sonuçlarını yakından takip etmektedir. Bu nedenle çalışma hem laboratuvar koşullarında hem de gerçek üretim şartlarında yapılmıştır.

Değerli tez danışmanım M.Ü. T.B.M.Y.O. Görsel İşitsel Teknikler ve Medya Yapımcılığı Bölümü, Bölüm Başkanı Sayın Yrd.Doç.Dr. Ömer Bünyamin ZELZELE'ye sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Doktora tez izleme komitesinde bulunan ve desteklerini esirgemeyen M.Ü.T.E.F. Tekstil Eğitimi Bölümü Öğretim Üyelerinden Sayın Yrd.Doç.Dr. Erkan İŞGÖREN'e, doktora tezimin tüm uygulama evrelerinde her konuda bilgi ve tecrübeleriyle bana yol gösteren değerli hocam M.Ü.T.E.F. Matbaa Eğitimi Bölümü Bölüm Başkanı Sayın Prof.Dr. Efe N. GENÇOĞLU'na, M.Ü.T.E.F. Matbaa Eğitimi Bölümü öğretim üyelerinden Sayın Prof.Dr. Mehmet OKTAV'a, M.Ü.T.E.F. Matbaa Eğitimi Bölümü araştırma görevlilerinden, Sayın Arş.Gör.Dr. Batuhan KURT'a, Arş.Gör.Dr. Ahmet AKGÜL'e ve Arş.Gör. Zafer ÖZOMAY'a şükranlarımı sunarım.

Lisans, yüksek lisans ve doktora eğitimim boyunca bende hakkı ve emeği olan herkese, başta bana her konuda olan güveni ve desteği için tüm M.Ü.T.E.F. Matbaa Eğitimi Bölümü öğretim üyelerine ve öğretim elemanlarına teşekkür ederim.

Doktora tezimin; gerçek üretim şartlarında yapmak için üretim tesisini benim için durduran ve baskıları gerçekleştiren ART Ambalaj Plastik Sanayi ve Ticaret A.Ş. sahibi Sayın Cem ERGEN'e, bölümümüzde flekso alanında laboratuvar kuran ve bu laboratuvarda tez çalışmalarımda gerek malzeme, gerek makine bakımından her türlü desteğini gördüğüm DUPONT Türkiye ve DUPONT Germany ekibine teşekkürlerimi bir borç bilirim.

Tüm yaşantım boyunca maddi ve manevi desteklerini her zaman yanımda hissettiğim, bana olan güvenleriyle ve sevgileriyle beni daha da güçlü kılan aileme, öncelikle rahmetli teyzem Cemile M. ÖZDEMİR'e, sevgili ablam Emel ÖZDEMİR'e, sevgili annem Munise ÖZDEMİR'e ve değerli dostum Öğr.Gör. Y.Mimar Ferit ÇETİNTAŞ'a sonsuz şükran ve minnetlerimi sunarım

Bu çalışma Marmara Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar Koordinasyon Merkezinin (BAPKO) FEN-C-DRP-050608-0142 nolu projesi kapsamında desteklenmiştir.

Lutfi ÖZDEMİR

İÇİNDEKİLER/TABLE OF CONTENTS

	SAYFA
ÖNSÖZ	i
İÇİNDEKİLER.....	iii
ÖZET	v
ABSTRACT	vii
YENİLİK BEYANI	ix
SEMBOLLER.....	x
KISALTMALAR.....	xiii
ŞEKİLLİSTESİ	xv
TABLOLİSTESİ.....	xvii
1. GİRİŞ/INTRODUCTION.....	1
1.1. Flekso Baskı Tekniği.....	2
1.2. Flekso Baskı Tekniğinde Kullanılan Malzemeler	5
1.2.1. Flekso Baskı Mürekkepleri	5
1.2.2. Baskıaltı Malzemeleri	8
1.2.2.1. Kağıt ve Karton Grupları	9
1.2.2.2. Polietilen	9
1.2.2.3. Polipropilen.....	10
1.2.2.4. Polyester	11
1.2.3. Aniloks Merdane	12
1.2.4. Fotopolimer Flekso Baskı Kalıbı	15
1.3. Fotopolimer Flekso Baskı Kalıbının Hazırlanması	17
1.3.1. Arka Poz.....	17
1.3.2. Görüntünün Kalıp Üzerine Aktarılması	20
1.3.3. Ana Poz	21
1.3.4. İndirme	23
1.3.5. Bitirme (Finishing).....	26
1.3.6. Son Poz.....	26
1.4. Baskı Aşamaları	26
1.4.1. Flekso Baskı Makineleri	26

1.4.2. Mürekkep Transferi.....	29
2. MATERYAL VE YÖNTEM/MATERIAL AND METHOD	33
2.1 Kullanılan Materyal, Yöntem, Hammaddeler, Skala ve Cihazlar	33
2.1.1. Dijital Termal Flekso Baskı Kalıbı.....	33
2.1.2. Test Skalası	34
2.1.3. Kalıp Pozlandırma Makinesi	36
2.1.4. Bilgisayardan Kalıba Görüntü İşleme Makinesi.....	38
2.1.5. Termal Kalıp İndirme Makinesi	39
2.1.6 Baskı Makinesi	41
2.1.7 Mürekkep	41
2.1.8. Baskıaltı Malzemesi.....	42
2.1.9. Nokta Ölçüm Cihazı	42
2.1.10 Mikroskop.....	43
2.1.11 Deney Tasarım Yazılımı.....	44
3. BULGULAR VE TARTIŞMA/RESULTS AND DISCUSSION	45
4. SONUÇLAR/CONCLUSIONS.....	78
KAYNAKLAR.....	82
EKLER	87
ÖZGEÇMİŞ	

ÖZET

FLEKSO BASKIDA DİJİTAL TERMAL KALIP HAZIRLAMA PARAMETRELERİNİN BASKI KALİTESİNE ETKİSİNİN SAPTANMASI

Flekso baskı tekniği; esnek kalıp ve likit mürekkep kullanılan, rotatif baskı yapan yüksek baskı tekniği olarak tanımlanmaktadır. Flekso baskı tekniğini diğer baskı tekniklerinden ayıran en önemli özellikler; çok düşük viskoziteli mürekkeplerin kullanılması ve kalıpların esnek malzemeden yapılmasıdır. Flekso baskı tekniği temel olarak ambalaj ve etiket sektöründe kullanılan en yaygın baskı tekniğidir. Ancak flekso baskı tekniğinde kalıbın kaliteli, ekonomik ve hızlı hazırlanması diğer baskı sistemlerinde olduğu gibi en önemli unsurlardır. Ofset baskı tekniğinde CtP ile bu unsurlar büyük oranda başarılı şekilde gerçekleştirilmektedir. Flekso baskıda ise kalıbın indirme aşamasına kadar bu unsurlara etki eden sorunlar çözülmüştür.

Kalıbın indirme aşamasında ise özellikle oldukça yeni olan termal metod ile kalıp indirilmesinde verimlilik ve kalite ile ilgili sorunlarla karşılaşmaktadır. Çalışmanın temeli anılan bu sorunların giderilmesine yöneliktir.

Çalışmada flekso baskı tekniğinde önemli değişkenlerden olan kalıbın termal olarak hazırlama parametrelerinin, baskı kalitesine etkisi ile ilgili testler uygulanmış ve elde edilen sonuçların değerlendirilmesi doğrultusunda tespitler yapılmıştır.

Kalıbın yanmaz kumaş indirilmesinde; indirme tur sayısının fazla olması ve indirme derinliğinin yeterli olmaması maliyeti arttıran ve kaliteyi olumsuz etkileyen unsurlardır.

Anılan bu sorunların çözümü için öncelikle, amaçlanan görüntü kalite unsurlarının ölçümünü sağlayacak özel test skalası hazırlandı. Hazırlanan test skalası bilgisayardan kalıp üzerindeki şablon tabakaya aktarıldı.

Kalıp indirme sürecinden önce MiniTab programı ile deney tasarımı yapıldı. Programın çıktıları doğrultusunda indirme makinesinin programına veriler girilerek; farklı ısı,

basınç, hız ve tur değerlerinde işlenmiş kalıplar termal metotla indirildi. İndirilen kalıplar üzerinde; kalıp kalınlığı, rölyef derinliği, nokta büyüklükleri, çizgi yapıları ölçümleri yapılarak doğruluğu belirlendi.

27 test kalıbı içerisinde; rölyef derinliği, nokta ve çizgi yapısı açısından ideal olan 2 adet kalıp seçilerek, normal üretim şartlarında, bakımı ve ayarları yapılmış flekso baskı makinesi ile polietilen malzeme üzerine test baskısı yapılmıştır. Baskılar üzerinde yapılan ölçümler ile de tespit edilen parametrelerin tutarlılığı kanıtlanmıştır.

2014

Lutfi ÖZDEMİR

ABSTRACT

DETERMINATION OF THE EFFECTS OF THERMAL PLATE PREPARATION PARAMETERS ON TO FLEXO PRINTING QUALITY

Flexo printing is defined as a elevated printing technique that uses flexible plates and liquid ink enabling rotary printing. Key advantages of flexo printing technique over other printing techniques include the use of inks with very low viscosity and the plates made of flexible materials. Flexo printing is the most common printing technique used primarily in the packaging and labels industry. As is the case with other printing techniques, its most important attributes aim to ensure quality, cost-effectiveness and fast plate-making. For offset printing technique these features are successfully delivered to a great extent through CtP. Flexo printing also addresses the challenges affecting these attributes for all stages including the unloading of the plate.

There are some issues concerning productivity and quality during the unloading of the plate especially thorough the newly introduced thermal method. The main purpose of this study is to address such drawbacks.

As part of the study, parameters of thermal plate making which are significant factors in the flexo printing technique were tested for their impact on the printing quality and certain assessments were made based on the evaluation of the results achieved.

The factors accountable for the increased costs and reduced quality in the unloading of nonwoven fabric on a plate covered the high numbers of unloading cycles and insufficient unloading depth.

In order to address such challenges, initially a special test scale was created to measure the desired image quality aspects. This test scale was transferred via computer to the pattern layer on the plate. The experimental design was performed on MiniTab prior to the unloading of the plate. Data was entered in the unloading machine program based on the output from MiniTab and the plates processed with different temperature, pressure, speed and roll cycle values were unloaded applying the thermal method. The

unloaded plates were measured for plate thickness, relief depth, spot sizes and line structures to determine their precision.

2 plates that were deemed ideal in terms of relief depth, spot and line structure were selected among 27 test plates and a test printing was performed under normal production conditions on polyethylene material using flexo printing machine with proper maintenance and adjustment. The consistency of the parameters achieved was demonstrated by the measurements taken from the prints.

2014

Lutfi ÖZDEMİR

YENİLİK BEYANI

FLEKSO BASKIDA DİJİTAL TERMAL KALIP HAZIRLAMA PARAMETRELERİNİN BASKI KALİTESİNE ETKİSİNİN SAPTANMASI

Flekso baskı tekniğinde baskı kalitesini etkileyen faktörlerin başında istenen niteliklere uygun baskı kalıbını hazırlamak gelir. Flekso baskı tekniğinde; solventli ve termal yöntemle kalıp hazırlanmaktadır. Ancak flekso baskı kalıbı yapımında kullanılan termal sistem 15 yıllık, yeni sayılabilecek bir teknolojidir. Bu nedenle sistem bir takım problemler nedeniyle henüz tam optimum parametrelerle çalıştırılmamaktadır.

Bu problemlerin en önemli olanlarından bir tanesi kalıbın yanmaz kumaş ile yeterli rölyef derinliğine indirilememesi, diğer ana sorun ise yanmaz kumaşla yapılan indirme tur sayısının fazla oluşuydu. İndirme derinliğinin az oluşu baskıda kalıbın çabuk dolmasına bağlı olarak kirletme ve buna bağlı olarak kalite kayıplarının yaşanmasıdır. İndirme tur sayısının fazla oluşu ise kullanılan yanmaz kumaş maliyetinin fazla olmasına ve üretimde istenmeyen zaman kaybına neden olmasındı.

Çalışmada; MiniTab programı ile deney tasarımı yapılarak, programın çıktıları doğrultusunda indirme makinesinin programına müdahale edilerek; farklı ısı, basınç, hız ve tur değerlerinde işlenmiş kalıplar hazırlanmıştır. Bu kalıplarla normal üretim şartlarında, bakımı ve ayarları yapılmış flekso baskı makinesi ile polietilen malzeme üzerine test baskısı yapılmıştır. Baskılar üzerinde yapılan ölçümler ile de tespit edilen parametrelerin tutarlılığı kanıtlanmıştır.

Yapılan tespitler sonucunda; dijital olarak hazırlanan termal kalıpların daha ekonomik, daha kısa sürede ve kaliteli şekilde verimli olarak elde edilebilecek ve baskılar gerçekleştirilmiştir. Böylelikle kalıp ve kalıp hazırlama makinesi üretici firmalarına, esnek ambalaj ve etiket üretimi yapan firmalara katkı sağlayarak kalıbı daha verimli olarak elde etmek mümkün olacaktır.

Çalışma; dijital olarak termal kalıpların optimum üretim parametrelerinin tespit edilmesi açısından orjinal bir çalışmadır.

2014

Yrd.Doç.Dr. Ömer B. ZELZELE

Lutfi ÖZDEMİR

CLAIM FOR ORIGINALITY

DETERMINATION OF THE EFFECTS OF THERMAL PLATE PREPARATION PARAMETERS ON TO FLEXO PRINTING QUALITY

The leading factor affecting the print quality in the flexo printing technique is making a printing plate that meets the desired attributes. Flexo printing technique uses solvent or thermal plates. However, the thermal system used in the flexo plate making has been introduced 15 years ago, and thus is not very established. Therefore, certain problems continue to hinder the operation of the system to achieve the fully optimum parameters. One of most significant among such problems was the failure to unload the plate with nonwoven fabrics to a sufficient relief depth, while another main problem was about the high number of unloading cycles with nonwoven fabrics. The small unloading depth value caused the plate to be filled early, resulting in contamination and loss of quality. Furthermore, the high number of roll cycles was leading to increased costs for nonwoven fabrics as well as undesired time loss during production.

In the study, an experimental design was developed via MiniTab to intervene in the program of the unloading machine based on the MiniTab outputs, and plates were made by processing them through different temperature, pressure, speed and roll cycle values. This was followed by a test printing performed under normal production conditions on polyethylene material using flexo printing machine with proper maintenance and adjustment. The consistency of the parameters achieved was demonstrated by the measurements taken from the prints.

The assessments made suggest that the thermal plates made using digital techniques enable printing through cost and time efficiency with increased quality and productivity. This will contribute to plate and plate-making machine manufacturers as well as to flexible packaging and label manufacturing companies, rendering plate-making process more effective.

The study represents an original effort to identify the optimum production parameters for the digital thermal plates.

2014

Yrd.Doç.Dr. Ömer B. ZELZELE

Lutfi ÖZDEMİR

SEMBOLLER/SYMBOLS

J	:Joule
mm	: milimetre
cm	: Santimetre
m	: Metre
L	: Litre
g	: Gram
°C	: Santigrat derece
°F	: Fahreneit derece
%	: Yüzde
µm	: Mikrometre
W	: Watt
mK	: Mili kelvin
kg	: Kilogram
cm²	: Santimetre kare
cm³	: Santimetre küp
lpc	: Line per santimetre
lpi	: Line per inch
kJ	: Kilojoule
µ	: Mikron
bar	: Bar
ml	: Mililitre
N	: Newton
mJ	: Megajoule
Nm	: Nanometre
dyn	: Din
s	: Saniye
Pa s	: Paskal saniye
Psi	: Paskal square inch
µm	: Mikron metre
l	: Litre

min : Dakika
m/m : Meter per minute (m/d)
Sh A : Shore A
ipm : Inch per minute – (Inch/m - inç/d)
pt : Punto

KISALTMALAR/ABBREVIATIONS

PE	: Polietilen
PP	: Polipropilen
ISO	: Uluslararası Standartlar Organizasyonu (International Standart Organization)
ASTM	: Amerikan Malzeme ve Testleri Standartları Birliği (American Society for Testing and Materials)
UV	: Ultra violet
CTP	: Computertoplate
PE	: Polietilen
LDPE	: Düşük Yoğunluklu Polietilen (Low Density Polyethylene)
HDPE	: Yüksek Yoğunluklu Polietilen (High Density Polyethylene)
PP	: Polipropilen
PET	: Polyester
OPP	: Oriented polipropilen
LD	: Low density
HD	: High density
BOPP	: Biaxially oriented polipropilen
OSHA	: Occupational Safety and Health Administration
UV	: Ultra Violet
UVA	: A Dalga ultra violet
UVC	: C Dalga ultra violet
IR	: Infrared
ND YAG	: Neodymium-doped yttrium aluminium garnet
EB	: Elektron beam
VOC	: Volatile organic compound
DFTA	: Deutschland Flexographic Technical Association
CMYK	: Cyan Magenta Yellow Black/Key
DFH	: Digital Fast Hard Plate
UVIRAD	: UV Integrating Radiometer
LAMS	: Laser ablation mask system

ŞEKİL LİSTESİ/LIST OF FIGURES

	SAYFA
Şekil 1.1. Flekso Baskı Tekniği	3
Şekil 1.2. Viskozite Ölçüm Cihazları	6
Şekil 1.3. LDPE Kimyasal Yapısı	10
Şekil 1.4. PP Kimyasal Yapısı	11
Şekil 1.5. Aniloks Merdane Yüzeyi	13
Şekil 1.6. Farklı Derinlikteki Aniloks Hücreleri	14
Şekil 1.7. Farklı Açılardaki Aniloks Hücreleri	14
Şekil 1.8. Flekso Baskı Kalıbı Bölümleri	15
Şekil 1.9. I. Konvansiyonel Fotopolimer Kalıp II. Dijital Fotopolimer Kalıp	16
Şekil 1.10. Polimerizasyonun Temel Prensipleri	16
Şekil 1.11. Kalıba Arka Poz Verilmesi	18
Şekil 1.12. Farklı Arka Poz Süresi Uygulanmış Kalıp	19
Şekil 1.13. Görüntünün Kalıp Üzerine Film Kullanılarak Aktarılması	20
Şekil 1.14. Görüntünün Lazer ile Şablon Tabaka Üzerinde Oluşturulması	21
Şekil 1.15. Anapoz İşlemi	22
Şekil 1.16. İdeal Anapoz Süresinin Tespitinde Değerlendirilen Minimum Noktalar	23
Şekil 1.17. Kalıbın Termal Olarak İndirilmesi	24
Şekil 1.18. Basıncın Artmasının Yüzey Aralıklarına Etkisi	31
Şekil 2.1. Dijital Baskı Kalıbı (Soldaki indirilmiş, Sağdaki Pozlandırılmış)	34
Şekil 2.2. Test Skalası	35
Şekil 2.3. Pozlandırma Makinesi	37
Şekil 2.4. Bilgisayardan Kalıba Görüntü İşleme Makinesi	38
Şekil 2.5. Termal Kalıp İndirme Makinesi	39
Şekil 2.6. Baskı Makinesi	41
Şekil 2.7. Vipflex Ölçüm Cihazı	43
Şekil 2.8. Mikroskop	43
Şekil 2.9. Deney Tasarım Programı Test Arayüzü	44
Şekil 3.1. Şablon Tabakadaki %10'luk Noktanın Vipflex Cihazında 64x Büyütülmüş Görüntüsü	48

Şekil 3.2. 0,1 pt Kalınlıktaki Yatay Çizgilerin ve Dikey Çizgilerin Kalıp Üzerindeki Kalınlıklarının 128x Büyütülmüş Görüntüsü	58
Şekil 3.3. RunOrder6 ve Runorder16 ve Standart Kalıplar Üzerindeki 2punto Kalınlığındaki Negatif Yatay Çizgi Derinliklerinin 128x Büyütülmüş Görüntüsü.....	63
Şekil 3.4. RunOrder6, RunOrder16 ve Standart Kalıplar Üzerindeki 40lpc'de %3'lük Noktaların 128x Büyütülmüş Görüntüsü.....	64
Şekil 3.5. Standart Kalıp Üzerindeki 34, 40, 48 ve 54lpc tram sıklıklarındaki %10'luk Noktaların 128x Büyütülmüş Görüntüsü.....	65
Şekil 3.6. RunOrder6 Kalıbı Üzerindeki 54lpc Tram Sıklığındaki %3'lük Noktanın 1200m Baskı Uzunluğundaki 128x Büyütülmüş Görüntüsü.....	69
Şekil 3.7. RunOrder6, Standart Kalıp ve RunOrder16 Kalıbı Üzerindeki 48lpc Sıklıkta %3'lük Noktanın Tram içi Dolmaların Başladığı Baskı Uzunluğundaki 128x Büyütülmüş Görüntüsü.....	69
Şekil 3.8. Negatif Yatay ve Negatif Dikey Çizgilerin Baskı Sonucundaki 100x Büyütülmüş Görüntüsü.....	74
Şekil 3.9. Pozitif Yatay ve Pozitif Dikey Çizgilerin Baskı Sonucundaki 100x Büyütülmüş Görüntüsü.....	75
Şekil 3.10. Standart Kalıp Üzerindeki Pozitif ve Negatif Yazıların Baskı Sonucundaki 100x Büyütülmüş Görüntüsü.....	76
Şekil 3.11. RunOrder16 Kalıp Üzerindeki Pozitif ve Negatif Yazıların Baskı Sonucundaki 100 Kat Büyütülmüş Görüntüsü	77
Şekil 3.12. RunOrder6 Kalıp Üzerindeki Pozitif ve Negatif Yazıların Baskı Sonucundaki 100 Kat Büyütülmüş Görüntüsü	78

TABLO LİSTESİ/LIST OF TABLES

SAYFA

Tablo 2.1. Kullanılan Kalıba Ait Teknik Veriler	34
Tablo 2.2. Pozlandırma Makinesinin Özellikleri	37
Tablo 2.3. Bilgisayardan Kalıba Görüntü İşleme Makinesinin Özellikleri	39
Tablo 2.4. Termal Kalıp İndirme Makinesinin Özellikleri	40
Tablo 3.1. Minitab Programında, Kalıp Parametrelerine Göre Tasarlanan Testler ve Parametreleri.....	46
Tablo 3.2. Şablon Tabaka (Lams Layer) Üzerindeki Tram Ton Değeri Grafiği	48
Tablo 3.3. Şablon Tabaka ve Standart Kalıp Üzerindeki 54lpc Sıklığındaki Tram Ton Değeri Grafiği.....	48
Tablo 3.4. Test Kalıpları Ağırlık Fark Yüzdesi Grafiği (28. ; Üretici Firmanın Standart Parametreleri ile Elde Edilen Kalıp).....	49
Tablo 3.5. Test Kalıplarının Sertlik Grafiği.....	50
Tablo 3.6. Test Kalıpları Rölyef Derinlikleri Grafiği	51
Tablo 3.7. Farklı Tur Sayılarında İndirilen Kalıpların Rölyef Derinliği	52
Tablo 3.8. Farklı Tur Sayılarında İndirilen Kalıplar Üzerindeki Tram Ton Değeri Grafiği.....	52
Tablo 3.9. Farklı Basınç Yüzdesi Uygulanarak İndirilen Kalıpların Rölyef Derinliği...53	
Tablo 3.10. Farklı Basınç Yüzdesi Uygulanarak İndirilen Kalıplar Üzerindeki Tram Ton Değeri Grafiği	54
Tablo 3.11. Kalıplara Uygulanan İndirme Hızının Rölyef Derinliğine Etkisi.....	54
Tablo 3.12. Farklı İndirme Hızı Uygulanarak İndirilen Kalıplar Üzerindeki Tram Ton Değeri Grafiği.....	55
Tablo 3.13. Kalıplara Uygulanan Infrared Isıtmanın Rölyef Derinliğine Etkisi	56
Tablo 3.14. Farklı Infrared Isıtma Uygulanarak İndirilen Kalıplar Üzerindeki Tram Ton Değeri Grafiği.....	56
Tablo 3.15. Farklı Aralıklara Sahip Çizgi Kalınlıklarının Genişlik Değeri Grafiği	57

Tablo 3.16. RunOrder Numaralarına Göre Hazırlanan Kalıplar Üzerindeki Tram Ton Değeri Grafikleri.....	58
Tablo 3.17. RunOrder6, RunOrder16 ve Standart Kalıpların Tram Sıklığına Göre Tram Ton Değeri Grafikleri	62
Tablo 3.18. RunOrder6 RunOrder16 Kalıplarının İndirme Parametreleri.....	62
Tablo 3.19. Standart Kalıp, RunOrder16 ve RunOrder6 Kalıplarındaki 34, 40, 48 ve 54lpc Tram Sıklığındaki Noktaların Baskıaltı Malzemesi Üzerinde Baskı Başlangıcındaki Tram Ton Değeri Grafiği.....	66
Tablo 3.20. %3'lük Tram Noktasının Baskı Uzunluğuna Göre Değişim Grafiği	68
Tablo 3.21. %5'lik Tram Noktasının Baskı Uzunluğuna Göre Değişim Grafiği	70
Tablo 3.22. %10'luk Tram Noktasının Baskı Uzunluğuna Göre Değişim Grafiği	71
Tablo 3.23. %40'luk Tram Noktasının Baskı Uzunluğuna Göre Değişim Grafiği	72
Tablo 3.24. %80'lik Tram Noktasının Baskı Uzunluğuna Göre Değişim Grafiği	73

1. GİRİŞ/INTRODUCTION

Bir görüntünün çoğaltılmasında pek çok baskı tekniği kullanılabilir. Günümüzde bu baskı tekniklerinden sadece birkaçı endüstriyel seri üretimde kullanılmaktadır. Bu teknikler, görüntüyü malzeme yüzeyine aktarmaya yarayan kalıbın fiziksel özelliklerine göre isimler almışlardır. Bunlar Yüksek (tipo,flekso), Düz (ofset), Çukur (tifdruk) ve Elek (serigrafi) baskı teknikleridir. Bu baskı tekniklerinin ortaya çıkış nedenleri; gelişen tüketim teknolojisi ile birlikte çok farklı malzeme yüzeylerine değişken sayıda baskı taleplerinden kaynaklanmıştır. Farklı yüzey özelliğine sahip; kağıtlar üzerine, plastik malzemeler üzerine, kumaşlar üzerine, cam yüzeyler üzerine yada metal malzemeler üzerine baskılar yapılabilir.

Gelişen teknoloji ile birlikte değişik materyaller üzerine uluslararası standartlarla baskı yapılması ihtiyacı, anılan bu baskı tekniklerinin gelişmesini sağlamıştır.

Flekso baskı tekniği ile kağıt ve film malzemeler üzerine baskı yapmak mümkündür. Flekso baskı tekniği ile yapılan ürünlerin geneli etiket ve ambalaj olarak kullanılmaktadır. Bu malzemeler üzerine uluslararası standartlarda baskı yapabilmenin temel kuralı; flekso baskı tekniğini oluşturan unsurların öncelikle doğru analiz edilmesi ve standardize edilmesidir.

Flekso baskı tekniğini oluşturan temel bileşenlerin analizinde ilk olarak flekso baskı kalıbının yapısal özelliği bilinmeli ve doğru baskı kalıbının hazırlanması sağlanmalıdır. Flekso baskı tekniğini oluşturan unsurların standardize edilmesi öncelikle kalıbın değişken yapısının test ve kontrol edilmesi ile sağlanabilmektedir.

Flekso baskı tekniğinde kalıbın yanı sıra; mürekkep transferini sağlayan aniloks merdanenin, mürekkep özelliklerinin ve baskıaltı malzemesinin özelliği de kalite açısından kontrol altında tutulması gereken faktörlerdir.

Flekso baskı tekniğinde; gerek kalıp yapım süreci gerekse baskı sürecinde farklı sistemler kullanılabilir.

Günümüzde flekso baskı kalıbı yapımı için farklı teknikler kullanılabilir. Bunlardan en yeni ve en gelişmiş olanı ise dijital olarak görüntü aktarılan kalıpların termal olarak indirilmesidir. Dijital termal kalıpların üretimi günümüzde hala gelişimine devam etmektedir. Fotopolimer yapıya sahip bu esnek kalıpların minimum zamanda, minimum malzeme kullanımı ile maksimum kalitede elde edilmesi amaçlanmaktadır.

Dijital termal kalıbı ve bu kalıbın üretildiği sistemin üreticisi olan firma da, bu sistemle ilgili geliştirme faaliyetlerine devam etmektedir.

Dijital termal kalıpların üretimi ile ilgili araştırmalar devam ederken, bu kalıpların hazırlanmasında etkin olan parametrelerin üretim verimliliği ve baskı kalitesine etkisi ile ilgili bugüne kadar lisansüstü düzeyde bir tez çalışması yapılmamıştır. Bu nedenle dijital termal kalıp hazırlama parametrelerinin ve bu parametrelerin baskı kalitesine etkisinin tespiti araştırılması gereken bir konudur.

1.1. Flekso Baskı Tekniği

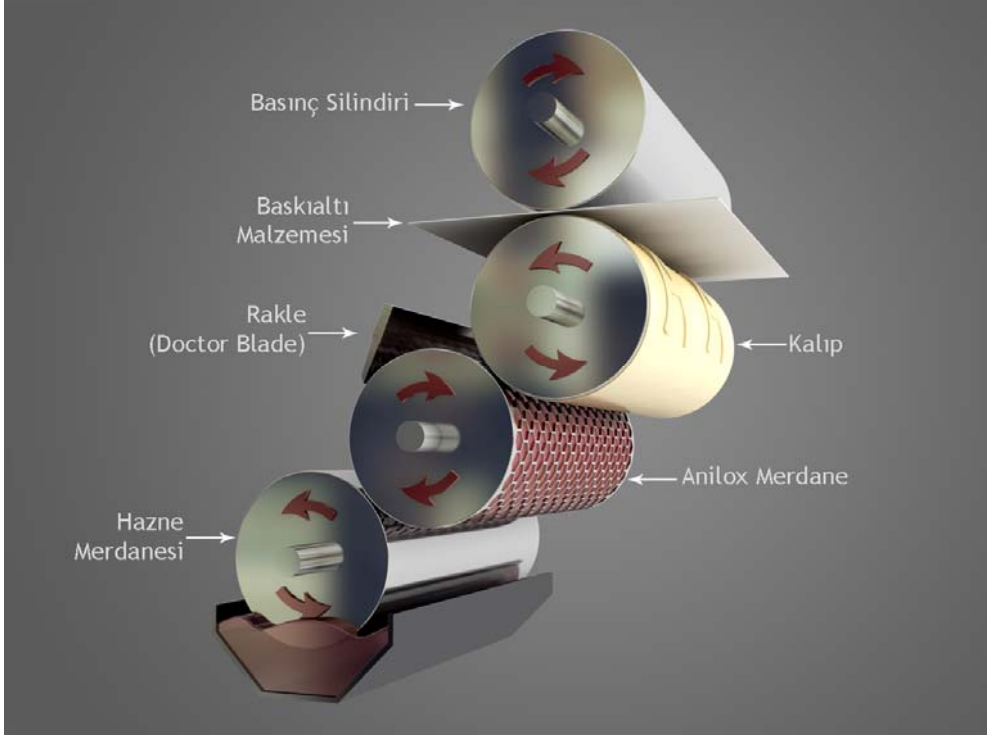
Baskı; yazıların ve görüntülerin mürekkep ile baskıaltı malzemesine aktararak çoğaltılması sürecidir. Baskı süreci temel olarak silindirlerin aynı periyottaki hareketleri ve birbirlerine belirli mesafede temasları ile mürekkep aktarımını sağlaması olarak tanımlanabilir. [1]

Baskı işlemi konvansiyonel olabildiği gibi kalıpsız teknolojiler ile de gerçekleştirilmektedir. Kalıpsız elektrofotoğraf yada inkjet teknolojisi kalıba gereksinim duymamalarına rağmen, verimlilik, maliyet, sınırlı baskı yüzeyine baskı yapabilme ve tiraj problemi nedeniyle sınırlı işlerin basılmasında kullanılabilir. [1]

Flekso baskı tekniği; esnek kalıp kullanılan rotatif veya tabaka baskı yapabilen, yüksek baskı tekniği olarak tanımlanmaktadır. Flekso Baskı tekniği; ambalaj üreticilerinin, plastik esaslı ve film malzemelerin kullanımına yönelmesi üzerine, kullanılması kaçınılmaz duruma gelmiş bir baskı tekniğidir.

Flekso baskı tekniğinde kalite unsuru için en önemli faktör baskıyı gerçekleştirecek kalıbın yapısal özelliğidir. Ayrıca mürekkep transferi için kullanılan tramlı (anilox) merdane ve basılacak baskıaltı malzemesinin özelliği de kaliteyi etkileyen diğer faktörlerdir.

Flekso baskı tekniğinde esnek yüzeylere baskı yapabilmeyi sağlayan yumuşak kalıplar kullanılmaktadır. Flekso baskı tekniğinde esnek kalıp kullanılmasının nedeni temelde merdane ilişkisinden kaynaklanmaktadır. İki metal kazanın karşılıklı çalışması bazı sakıncalar ortaya çıkarmaktadır. Bu baskı tekniğinde, merdanelerin tahrip olmaması, baskı materyalinin tahrip olmaması ve anilox merdanelerdeki tram veya yüzeyin tahrip olmaması için esnek kalıplar kullanılmaktadır. [1,2]



Şekil 1.1. Flekso Baskı Tekniği.

Mürekkep merdanesi, hazne içerisinde tam devir yaparak döndüğünden bütün yüzeyi mürekkeple kaplanır ve bu mürekkep anilox merdanesinin yüzeyine tamamen aktarılır. Anilox merdane üzerindeki hücreleri dolduran mürekkebin fazlalığı rakle (Doctor Blade) ile sıyrılır. Anilox merdane aldığı mürekkebi minimum temas ile homojen olarak kalıba aktararak görevini tamamlamaktadır. Kalıp, üzerindeki mürekkebi tam ve homojen olarak baskı altı materyali üzerine aktarabilmelidir. Bu aktarımda kalıp ile baskı altı materyalinin teması, kalıp üzerindeki noktalar deforme olmayacak seviyede minimum ve homojen olmalıdır.

Flekso baskı tekniği yapısı gereği likit incelticili mürekkepler kullanmakta olup, mürekkep haznesinden baskıaltı malzemesine kadar mürekkep taşınması aşamasında boyar maddenin ezilmesi ve yumuşatılması gerekmemektedir. Mürekkep tabakasının belli bir kalınlık üzerine çıkmasına gerek ve imkan bulunmadığından, üstelik rotatif sistemden üniteler arası mesafenin dar olması nedeni ile boyar maddenin likit mürekkep olması zorunluluğunu taşımaktadır. Ayrıca baskıaltı malzemelerinin yapıları gereği ve baskı süratının yüksekliği nedeniyle süratli bir kuruma süreci gerektiğinden daha süratli kurumaya elverişli olan alkol ve solvent bazlı likit mürekkep kullanmak zorunluluğu bulunmaktadır. [1,2,4]

Aniloks; metalse kazınarak, seramikse lazerle oyularak oluşturulmuş hücreler bulunduran mürekkep aktarma merdanesidir. Aniloks merdane, baskı kalıbının her dönüşünde üzerinde biriken mürekkebin miktarını ayarlamaktadır. Üzeri kazınmış olan merdane, mürekkep tepsisindeki mürekkeple doğrudan temastadır. Kazınmış hücreler, mürekkebi sınırlamak ve istenen ölçüde mürekkep miktarını baskı kalıbına iletmek üzere tasarlanmışlardır. Merdanedeki fazla mürekkep aniloks merdanenin dönüş yönüne ters olarak yerleştirilen ters açılı rakle ile sıyırılmaktadır. [3]

Baskı silindiri, baskı kalıplarını döndürerek aniloks merdaneden mürekkep almasını ve dönüşle devamla mürekkepli kalıbın baskı yapılacak materyalle temas etmesini sağlamaktadır.

Fleksografik baskı tekniğinde 3 değişik oluşum bulunmaktadır. Sistemler baskı için kullanılan mürekkep ve baskıdan sonraki kurutma metotlarına göre adlandırılmaktadırlar.

Solvent tabanlı flekso baskı sisteminde, ince solvent tabanlı mürekkepler ve kurutma için de genellikle sıcak hava kullanılmaktadır. Mürekkebin ayarlanmasında ve temizlik için muhtelif kimyasal maddeler kullanılmaktadır. Mürekkep; baskı işlemi boyunca ayarlanmaya gerek göstermesinden ötürü, çalışma süresince aynı renk değerlerinin korunması zordur.

Su tabanlı flekso baskı sisteminde ise çevre korunması kaygıları nedeniyle geliştirilmiştir. Kimyasal madde kullanımının en az seviyede tutulması amaçlanmıştır. Mürekkebin geliştirilmesiyle kuvvetli renkler elde edilmiş ve birçok madde için daha sağlam tutuculuk sağlanmıştır. Basılı görüntünün kurutulması sıcak hava veya InfraRed (IR) ile yapılabilmektedir.

Ultraviyole (UV) flekso baskı sisteminde, konvansiyonel flekso baskı makinesine bir adet UV lamba sistemi eklemenin dışında, kendine özgü bir işlemdir. UV flekso baskı sistemi ile solvent yada su bazlı mürekkep kullanılan sistemden daha kalın bir mürekkep tabakası elde edilebilmektedir. Biriken mürekkebin kalınlığı büyük ölçüde, kalın mürekkepleri doğru miktarda ayarlamak üzere geliştirilen aniloks merdaneler tarafından ayarlanmaktadır.

Görüntü kalitesi bu işlemin geniş bir pazar tarafından kabul görmesini sağlarken, işlemin maliyetinin yüksek olması bir dezavantajdır. UV mürekkepleri, renklere bağlı olarak değişik süratlerde işlenebilmektedir. [4]

Mürekkep aktaran kısımlar UV ışıklardan korunduğu sürece, çalışma sonunda baskı makinesinin temizlenmesi zorunluluğu yoktur, renkler tekrar kullanılabildiği kadar baskı ünitesinde kalabilmektedir. Mürekkep yoğunluğunun yüksek olması, en çok su tabanlı mürekkeplerde görülen yayılmayı önleyerek, nokta kazancını en az düzeye indirmektedir. UV işlemin bu olumlu sonucu, ince ayrıntıların pratik olarak basımını sağlamaktadır. [2,4]

1.2. Flekso Baskı Tekniğinde Kullanılan Malzemeler

1.2.1. Flekso Baskı Mürekkepleri

Flekso baskıda, tipik baskıdaki gibi pasta mürekkeplerin yerine düşük viskoziteli (sıvı) mürekkepler kullanılır. Bu yüzden flekso baskı makinesinin mürekkepleme sistemi oldukça farklıdır. Web tipik baskı makinelerinin mürekkepleme ünitelerinde birçok merdane mevcuttur. Bu nedenle, ya bir kuruma fırınında ya da emilme yolu ile kuruyan, nispeten stabil mürekkepler kullanılmalıdır. Fleksoda, sadece iki ya da üç merdane kullanılmaktadır. Flekso mürekkepleri çok daha uçucudur ve genellikle yüksek hızda sıcak hava üflenmesi ile kurutulurlar. Bu da, flekso işlemini düşük sıcaklıklarda eriyen plastikler üzerine baskı yapmak için uygun hale getirir. Bu plastikler birçok esnek ambalaj için kullanılır. Flekso mürekkeplerinin pigmentasyon seviyesi yüksek çözücülerin seviyelerine oranla düşüktür. [4]

Flekso baskı tekniğinde son kullanıcı ihtiyaçları ve baskı altı malzemesi özelliklerine göre çeşitli mürekkepler kullanılır. Flekso baskıda kullanılan mürekkep çeşitleri; çözücü solvent bazlı mürekkepler, su bazlı mürekkepler ve UV (ultra viyole) ışınlar ile kuruyan mürekkeplerdir. Flekso baskı mürekkepleri akışkan özellikli sıvı mürekkeplerdir, bu nedenle baskı sırasındaki viskozite değerleri oldukça önemlidir.

Viskozite; Bir akışkanın yüzey gerilimi altında deforme olmaya karşı gösterdiği direncin ölçüsüdür. Akışkanın akmaya karşı gösterdiği iç direnç olarak da tanımlanabilir. [4,9]

Viskozite, akışa karşı gösterilen direnci gösterir. Sıvılar akışa karşı ne kadar çok direnç gösterirse, viskozite de o kadar yüksek olacaktır.



Şekil 1.2. Viskozite ölçüm cihazları.

Flekso baskı mürekkepleri düşük viskoziteli akışkan mürekkeplerdir. Mürekkepler eğer baskı için kullanılan viskozitede temin edilir veya saklanırlarsa, pigmentler kolayca çökeler ve baskıdan önce tekrar homojen bir şekilde dağıtılması zor olur. Bu nedenle, mürekkepler, konsantre formda taşınır ve baskı esnasında mürekkep imalatçısı tarafından belirtilen bir çözücü kullanılarak gerekli viskozite sağlanır. Viskozite, mürekkep içindeki pigment konsantrasyonunu ve mürekkebin akışkanlığını tanımlar. Baskı sırasında yapılan viskozite kontrolü rengin kontrol altına alınmasına yardımcı olur, mürekkep ve baskı altı malzemesi firesini düşürmek için çok önemlidir.

Sıcaklıktaki küçük değişimler viskozitenin büyük ölçüde değişmesine ve matbaacının önemli bir problem yaşamasına sebep olur. Hepsinden önce eğer çok renkli bir baskı makinesi, baskı işlemi başlamadan önce çalışma sıcaklığında ısıtılmazsa mürekkep akışı, dolayısıyla da renk, baskı makinesi ısındıkça değişecektir. Ayrıca eğer baskı esnasında ünitelerden biri üzerindeki sıcaklık değişirse, ünite üzerindeki mürekkebin akışı değişecek ve bu da baskı rengini değiştirecektir. Flekso baskıdaki mürekkepte bulunan çözücünün içeriği, mürekkebin viskozitesi ölçülerek kontrol edilir. Bununla birlikte mürekkebin sıcaklığının kontrol edilmesi çok önemlidir. Çözücü içeriğinin kontrol edilmemesi mürekkebin tüketimini artırır ve çok masraflı olabilir. En yaygın mürekkep viskozite kontrol etme metodu olan viskozite ölçümü, sıcaklığı dikkatlice kontrol etmeyen bir matbaacı için büyük bir yanılgıdır. [4,9,11]

Matbaacı viskoziteyi gözlemleyerek ve gerek duyulduğunda çözücü ilave ederek mürekkebin akışkanlığını ve rengini kontrol altına alır. Otomatik viskozite kontrol sistemleri kullanıldığında baskıdaki renk farklılıkları oldukça azalır.

Viskozite genellikle FordCup ile ölçülmesine rağmen, otomatik viskozite kontrol sistemleri mevcut olup bunlar baskı makinesi üzerinde mürekkebe otomatik olarak çözücü ilave ederek mürekkeplerin optimum viskozitede kalmalarını sağlarlar.

Tipik flekso baskı mürekkepleri formülasyonları aşağıdaki gibidir; [9,11,14]

Esnek Ambalaj İçin Beyaz

(Oran %)

33 Titanyum dioksit

10 Nitroselüloz verniği

2 Etil asetat

2 Plastikleştirici

3 Glikol eter

20 Maleatlanmışrosin esteri

30 Etanol

100

Kağıt İçin Kırmızı

(Oran %)

24 Kırmızı lake C chip

35 Etanol

12 İsopropil asetat

15 Maleik reçine verniği

9 Nitroselüloz verniği

2 Vaks bileşiği

3 Plastikleştirici

100

Kırmızı Su-Bazlı Mürekkep

(Oran %)

18.0 Lithol kırmızı

60.0 Sulu akrilik/alkali vernik

4.0 Mum bileşiği

4.0 İsopropil alkol

13.5 Su

0.4 Yüzey gerilimi için aktif madde

0.1 Silikon köpük giderici

100

Sulu Gazete Mürekkebi

(Oran %)

23.0 Karbon siyahı

38.0 Sulu akrilik/alkali vernik

38.0 Su

0.5 Köpük giderici

0.5 Yüzey gerilimi için aktif madde

100

Solvent bazlı flekso baskı mürekkepleri; su, asit ve alkaliye karşı yüksek dirence sahip mürekkeplerdir. Solvent bazlı mürekkepler, kaplanmış kağıtlar veya düşük gramajlı kartonlar için sıklıkla kullanılır. Polietilen filmler gibi polietilen kaplı kağıt ve mukavva üzerine baskı yapılacaksa bu filmler yada film kaplı yüzeylere korona işlemi uygulanması gerekir.

Su bazlı flekso baskı mürekkepleri birçok farklı çeşit için baskısında kullanılırlar. Çevreci baskılar, kanun ve yönetmelikler, su bazlı mürekkeplerin ambalaj baskılarında kullanılmasını desteklemektedirler. Günümüzde su bazlı flekso mürekkepleri reçine çözeltilerinden veya süspansiyonlarından üretilmektedirler. Bu tip su bazlı mürekkepler parlaklık ve sürtünme direnci açısından oldukça iyidirler ancak aşırı viskoz olmaya, stabil olmamaya eğilimlidirler. Polietilen, polipropilen ve polyester filmler gibi emici olmayan baskı altı malzemelerine baskı yapmak için kullanılacak su bazlı mürekkepler buharlaşmayla kurumalıdır. Su çok yavaş buharlaştığından mürekkebin kurumasını güçleştirir, ancak mürekkebin içinde kullanılan diğer maddeler bu olumsuz etkiyi ortadan kaldırmaktadırlar. [9,11,14]

UV kuruyan flekso baskı mürekkepleri ise; etiketlerin, diğer darbobinden basılan ürünlerin ve orta genişlikteki kartonların basımında kullanılır. UV kuruyan flekso mürekkeplerinin kullanım alanı hızlı bir şekilde artmaktadır.

1.2.2. Baskı altı Malzemeleri

Flekso baskı tekniği, kalıptaki görüntünün direkt olarak baskı altı malzemesi üzerine aktarıldığı bir baskı sistemidir. Kalıp ile baskı altı malzemesi temas etmesine rağmen flekso baskı baskı altı malzeme kullanımı açısından en esnek baskı sistemidir. Flekso baskı tekniği ile dış kürdanının çok ince olan paketinden, metalize folyolara kadar her türlü baskı altı malzemesine baskı yapılabilir. Düşük viskoziteli flekso baskı mürekkepleri ve bu mürekkeplerin yüksek tutunma özellikleri, bu baskı sisteminde geniş bir ürün yelpazesine baskı yapılabilmesine yardımcı olmaktadır.

Flekso baskı tekniğinde kullanılan baskı altı malzemeleri temelde kağıt ve türevleri, termoplastikler ve kumaşlar olarak sınıflandırılabilir. Bu sınıflandırmada; kağıt ve karton, mukavva, plastik film türevleri, metalize materyaller yada alternatif (farklı birleşimlerden oluşan) materyaller olabilir. Bu baskı altı materyallerinin

kullanımında, özellikle film ve metalize materyallere uygulanacak baskı ön işlemleri (laminasyon, korona v.b.), materyalin basılabilirlik özelliklerini belirlemektedir. [1,11]

1.2.2.1. Kağıt ve Karton Grupları

Ham maddesi selüloz, odun, saman gibi bitkisel maddeler olan, üzerine baskı yapılmaya elverişli tabakaya kağıt adı verilir. Baskı tekniklerine göre kağıtların özellikleri değişir. Baskının oluşabilmesi için gerekli olan temel şart, kullanılan mürekkebin kağıt yüzeyine tutunabilmesi ve kağıt tarafından mürekkebin kabul edilme kabiliyetinin olmasıdır.

Yüzey özelliklerine ve katkı maddelerine bağlı olarak kağıt ve kartonlar farklı amaçlar için geniş bir kullanım alanına sahiptir. Baskı yüzeyi olarak kullanılacak kağıtların yapısal özelliklerinin bilinmesi, olası baskı problemlerinin çözülmesinde önemli rol oynamaktadır.

Oluklu mukavvadan yapılan ambalajlar, ambalaj endüstrisi içerisinde etkili bir pozisyona sahiptir. Oluklu mukavva ambalaj materyali olarak her alanda kullanılabilir. Ambalaj materyali olarak oluklu mukavvanın uygunluğu; yüksek bükülmezlik özelliği, kolay şekillendirilebilmesi, yüksek kuvvetlilik, hafif olması gibi özelliklerinden dolayıdır.

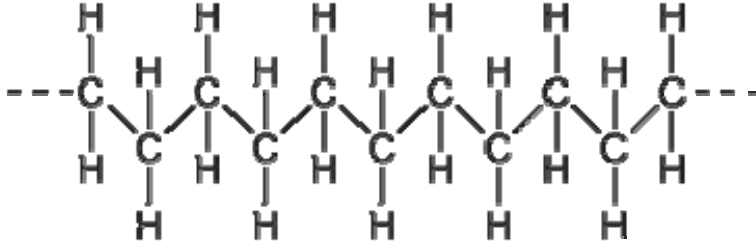
Bir kağıdın basılabilirliği, onun görüntüleri sürekli olarak imajları standart kalitede yada düzgünlükte çoğaltabilmesi olarak kabul edilir. Emiciliği en yüksek malzeme olan kağıt üzerine her türlü mürekkeple baskı yapılabilir. Kağıt ve karton flekso baskı tekniği için en problemsiz baskı altı malzemeleridir. Bu sebeple kağıt karton ve dolayısı ile mukavva flekso baskı tekniğinin geleceği açısından önemli baskı altı malzemeleri olmaya devam edecektir.

1.2.2.2. Polietilen (PE)

Polietilen; monomer haldeki etilenin ısı ve basınca maruz bırakılmasıyla üretilmektedir. Polietilen ambalaj ve etiket üretiminde en fazla kullanılan ve maliyeti en düşük transparan film olarak kabul edilen, esnek, şeffaf plastik materyaldir. Polietilen genellikle; gıda ambalajlarında, taşıyıcı çantalarda, endüstriyel ürün ambalajlarında, hayvan yiyeceği ambalajlarında, hijyen uygulamalarında, koruyucu filmlerde, tarım uygulamalarında, kullanılmaktadır.

Polietilen basım endüstrisinde temel olarak üç türde kullanılmaktadır. Bunlar; düşük

densiteli PE (LDPE), yüksek yoğunluklu PE (HDPE), randomcopolymer PP (RCPPP). Yüksek Yoğunluklu Polietilen (HDPE); iyi bir sıcaklık direnci, dayanıklılık ve sert yüzey özelliklerine sahiptir. HDPE filmleri değişik renklerde olup, kolay kesime uygundur. Düşük Yoğunluklu Polietilen (LDPE); HDPE'den daha az sıcaklık direnci ve kopma gücü vardır. [4,11]



Şekil 1.3. LDPE kimyasal yapısı.

Polietilen üzerine, etilenin ısı ve basınca maruz bırakılmasından hemen sonraki hali ile baskı yapılamaz çünkü bu durumdaki yüzey gerilimi oldukça düşüktür düşüktür (yaklaşık 30 dyn/cm²). Normal şartlarda solvent bazlı bir mürekkebin yüzey gerilimi yaklaşık 26 dyn/cm²'dir. Baskının yüzeyde tutunabilmesi ve kalıcı olabilmesi için filmin geriliminin mürekkebininkinden en az 10 birim (dyn/cm²) fazla olması gerekir.. Polietilen üzerine baskı yapılabilmesi için korona yüzey işlemi uygulanması gerekmektedir. Korona yüzey işlemi; elektron bombardımanı yaparak baskı yapılacak malzemenin yüzey gerilimini arttırmaktadır. Korona yüzey işleminde dikkat edilecek en önemli konu, elektron bombardımanına maruz bırakılacak filmin çeşidi ve kalınlığına göre korona gücünü ayarlayabilmektir. Basım sürecinde polietilen filmlerde yaşanan en önemli sorun; polietilenin ince yapıda olmasından kaynaklanan renklerin üst üste oturmamasıdır. [1,11]

1.2.2.3. Polipropilen (PP)

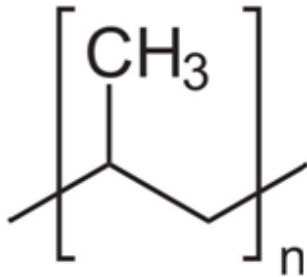
Baz reçinenin çeşitli katkı maddeleri ile takviye edilmesinden sonra ısı ve basınca maruz bırakılmasıyla oluşturulur. Bu şekilde film daha sonra çeşitli fırın sıcaklıklarında enine ve boyuna belli kademelerde 1/16 ile 1/18 oranında gerdirilerek yapılır. Polipropilen, yüksek boyutsal kararlılığa sahiptir ve optimum baskı, kesim ve uygulanabilirlik sunar.

Polipropilenin iki ana türü bulunmaktadır; döküm polipropilen ve gerilmiş polipropilen. Gerilmiş filmler tek veya çift yönlü olarak imal edilmiş olabilir. Dökme filmler daha düşük yırtılma direncine sahipken, tek veya çift yönlü filmler daha düzgün yüzeye, daha fazla sertlik ve berraklığa sahiptir.

Oriente edilmemiş moleküler bir yapıya sahip olan Polipropilen hem daha fazla esneyip hem de kesimde problem çıkartabilmektedir. Bu nedenle üretim hattında hem akış yönünde hem de enine gerdirilerek elde edilmesinden ötürü etiket sektöründe kullanılan polipropilenin neredeyse tümü BOPP, yani Biaxially Oriented Polipropilen'dir. Bu prosedür, malzemeye mükemmel baskı kontrolü yanında iyi bir berraklık ve kesimi kolaylaştıran bir sertlik kazandırır. Bunun yanında da oryantasyon sürecinden geçen malzeme esnekliğini yitirir.

Polipropilen'in yüzey gerilimi Polietilen'de olduğu gibi mürekkebin yüzeye tutunması için gereken değerden düşüktür. Mürekkebin yüzeye tutunması için korona işlemi ile yüzey gerilimi artırılarak baskı işlemine hazır hale getirilir. [1,11]

Polipropilen film baskısında en önemli etkenlerden biri de filmin makine yönünde uzamasına karşı dayanımdır. Polipropilen filmin yüzey enerjisindeki düşük yapı nedeniyle film makine yönünde uzama eğilimi içerisindedir. Bu nedenle polipropilen film baskısında, ortam sıcaklığı ve baskı makinesi sıcaklığı göz önünde bulundurulması gereken bir etkidir.



Şekil 1.4. PP kimyasal yapısı.

1.2.2.4. Polyester (PET)

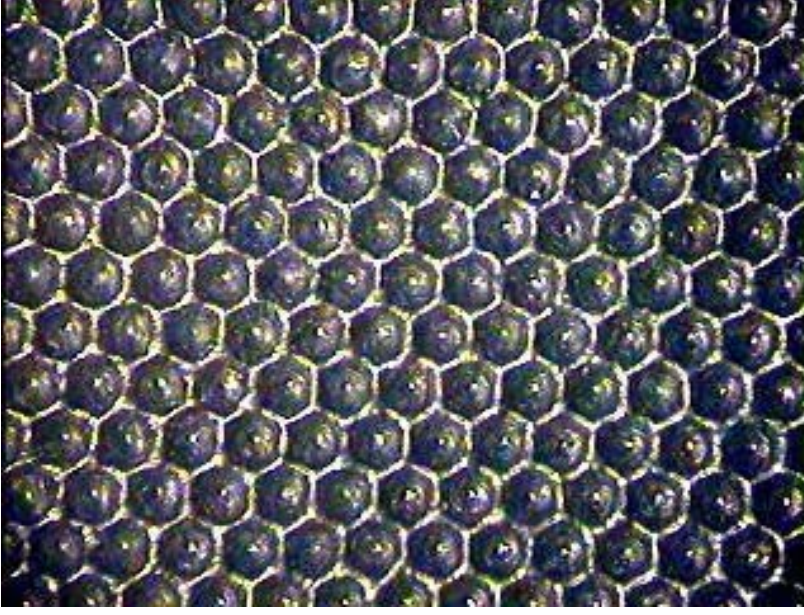
Polyester reçinesinden elde edilen bir film, çok geniş bir ısı yelpazesinde dayanıklılığını mükemmel korumasıyla tanımlanır. Çift tarafı kaplanmış olduğu için koku ve yağa karşı kusursuz bir bariyer özelliği gösterir. Isıyla kaplama, kullanım kolaylığı, bariyer ya da laminasyon özelliklerini sağlamak için üzerine kaplama yapılabilir.

Polyesterin yüksek sertliği ve gerilimde yırtılmaya karşı direnci yüksek, sensör özelliği ve oksijen, CO₂ ve su buharına karşı yüksek bariyer özelliği bulunmaktadır. Polyester filmler çok iyi sıcaklık ve kimyasal direnç sağlamaktadırlar. [11] Yüksek güç, olağanüstü optik berraklık ve yüzey düzgünlüğü olarak en uygun materyaldir. Performans avantajlarından ötürü polyester filmlerin çok geniş uygulama alanları vardır. Polyesterin; yüksek berraklığa sahip olması, yüksek ısıl şekillendirme dayanıklılığı, sertlik ve bükülmezlik açısından dayanıklı olması, yüksek parlaklığının olması, yüksek gerdirmede yırtılma dayanıklılığına sahip olması, boyutsal değişiklikleri koruma dayanımı olması ve gazlara ve su buharına karşı yüksek dirençli olması gibi avantajları vardır.

İçerisinde bulunan solventler ve su geçirmezlik özelliği, polyester filmin kaplanmasını yada basılmasını zorlaştırır. Üreticiler bu sorunu polyesterin termal ve mekanik karakteristiğine dokunmadan, yüzey kimyasını değiştirerek çözmeye çalışmışlardır. Bu yüzey düzenlemelerinden ilki olan “korona uygulaması” kolayca sıvı tutmasına olanak vermektedir. Bundan sonraki reçinede yapılan düzenlemeler, solvent bazlı mürekkeplerle iyi sonuç vermektedir ancak su bazlı mürekkeplere karşı direnç göstermektedirler.

1.2.3. Aniloks Merdane

Çelik, alüminyum yada seramikten yapılmış olan, üzerinde oyulmuş hücreler bulunan silindirlerdir. Aniloks merdane nin çevresindeki hücreler, merdane metalse kazınarak, seramikse lazerle oyulmaktadır. Aniloks merdane, baskı kalıbının her dönüşünde üzerinde biriken mürekkebin miktarını ayarlamaktadır. Üzeri kazınmış olan merdane, mürekkep haznesindeki mürekkeple doğrudan temastadır. Kazınmış hücreler, mürekkebi sınırlamak ve istenen ölçüde mürekkep miktarını baskı kalıbına iletmek üzere tasarlanmışlardır. Merdane deki fazla mürekkep bir ara merdane, veya daha çok kullanılan şekli ile yani rakle ile sıyırılmaktadır. En yaygın sıyırma sistemlerinden biri de aniloks merdane nin dönüş yönüne ters olarak yerleştirilen ters açılı bıçak sistemidir.

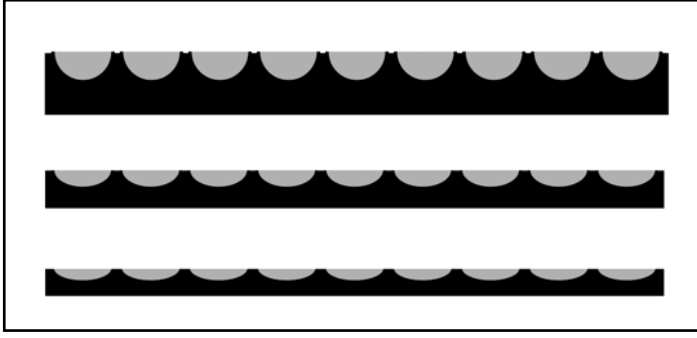


Şekil 1.5. Aniloks merdane yüzeyi.

Aniloks merdanelerin hücre yapıları, hangi baskı uygulamalarında kullanılacaklarını belirler. Örneğin 200 linesperinch (1 inç'lik mesafe üzerinde 200 hücre) ve 30 – 53 mikron derinliğinde hücre yapısına sahip bir aniloks merdanelerin taşıyabildiği mürekkep hacmi 7.5 bcm (billioncubicmicron - inç karede milyon mikron küp)'dir. Bu miktar çok yüksek bir hacimdir. Bu özellikteki aniloks merdane ile pürüzlü yüzeyli kraft kağıt üzerine rahatlıkla zemin baskısı yapılabilir. Buna karşın ince çizgilerin, küçük punto yazıların ve 48'lik tram kullanılarak kuşe kağıt üzerine yapılacak baskılar için ise; 600 lpi ve 1.6 bcm özelliklerinde aniloks merdane kullanmak gerekmektedir. Seçilecek aniloks merdanelerin özellikleri basılacak işin grafik özelliklerine ve baskı malzemesinin özelliklerine göre değişir.

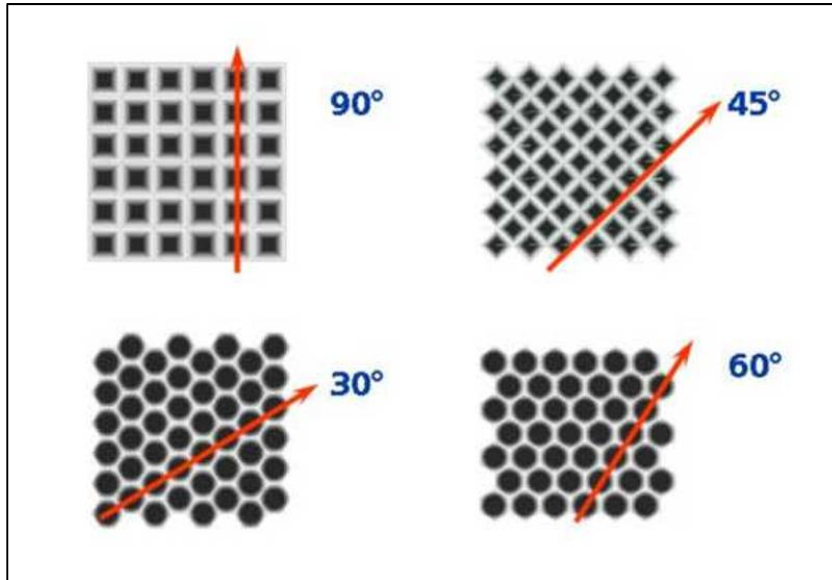
Aniloks merdanelerin sıklığı olarak belirtilen hücre sayısı; 1 inç çizgi üzerindeki hücre sayısıdır. Santimetre cinsinden ifade edilmek istenirse bu değer 2.54'e bölünmelidir. 180'lik aniloks oldukça kaba sayılabilecek bir değerdir. [13,20] Yalnızca görüntü kalitesinin ön planda olmadığı kaba yüzeylere baskı yapılırken tercih edilir. Aniloks merdane seçimini belirleyen en önemli kriterlerden ilki baskı malzemesinin özelliği, diğeri ise basılacak görüntünün özelliğidir.

Aniloks merdanelerin hücre derinliği; hücre sayısı kadar önemli bir özelliktir. Bu iki özellik hücre hacmini belirlemektedir, hücre hacmi de mürekkebin baskı malzemesi üzerine aktarım miktarını etkilemektedir.



Şekil 1.6. Farklı derinlikteki aniloks hücreleri.

Aniloks merdanenin hücrelerinin açısı da önemlidir. Geleneksel olarak hücreler merdane miline 45° açı yapacak şekilde üretilmektedir. Günümüzde aniloks merdanelerin hemen hepsi 60° olarak üretilmektedir.



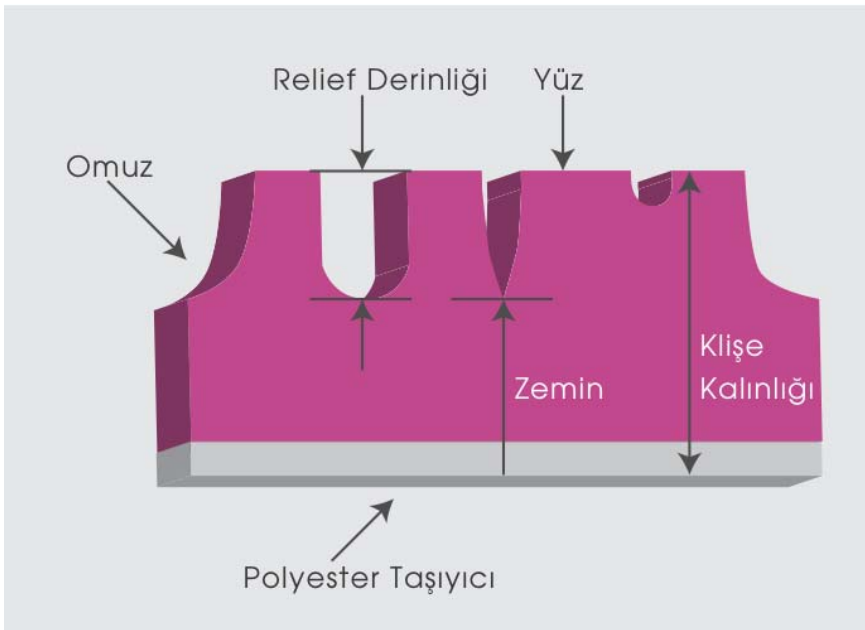
Şekil 1.7. Farklı açılardaki aniloks hücreleri.

Birbirinden farklı özelliklerde baskıaltı malzemesi kullanılıyorsa, farklı tram sıklıklarında baskı yapılmak isteniyorsa, kaliteli baskı yapabilmek için farklı özelliklerde aniloks merdane setlerine ihtiyaç duyulacaktır. Her geçen gün aniloks merdanelerin üretiminde gelişmeler olmaktadır. Günümüzde ağır çelik silindirlerin yerini karbon fiberden üretilmiş daha hafif silindirler almıştır. Ağırlıkları azalan aniloks merdanelerin nakliye masrafları düşmüş ve makine hazırlığı sırasında daha kolay taşınabilir hale gelmişlerdir.

1.2.4. Fotopolimer Flekso Baskı Kalıbı

Flekso baskı tekniğinin en önemli unsurlarından bir tanesi de baskıda kullanılan kalıplardır. Kalıbın esnek oluşu birçok farklı baskı altı malzemeleri üzerine baskı yapabilmesine imkân verir. Farklı sertlikte ve kalınlıkta kullanılan kalıplar ile tire ve tramlı baskılar yapılabilmektedir. [1]

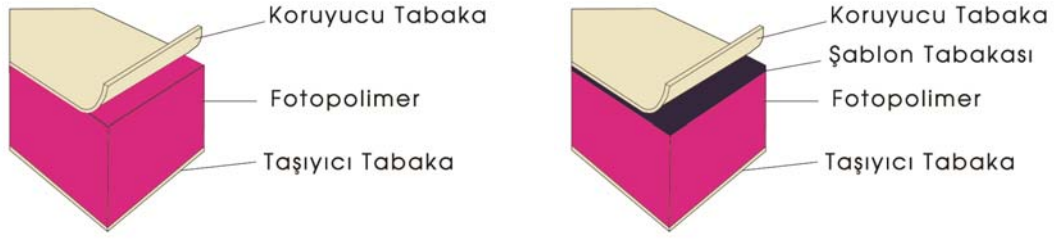
Flekso baskı kalıbının esnek oluşu avantajlı olduğu gibi, dezavantajlı olduğu durumlar da vardır. Esnek olan kalıptan baskı alabilmek için, baskı forsası verildiğinde esneyen tram noktaları baskı yaptığında, noktanın çevresinde çember şeklinde bir kontur oluşur.



Şekil 1.8. Flekso Baskı Kalıbı Bölümleri

Flekso baskı kalıbı ile ilgili kısımlar yukarıdaki şekilde görülmektedir. Kalıbın yüz olarak ifade edilen bölümü, mürekkebi alan ve baskıyı yapan bölümdür. Bu bölümün yüzeyinin düz ve keskin kenarlı olması gerekir. Omuz olarak ifade edilen bölüm kalıbın yüzü ile birleşim yerlerinde olabildiğince düz olmalıdır. Kalıbın zemini basmayan bölgeye verilen isimdir. Kalıbın yüzü ile zemini arasındaki mesafeye relief derinliği adı verilir. Kalıbın polyester taşıyıcı olarak adlandırılan kısmı ise kalıbın arka yüzündeki kalıba boyutsal stabiliteyi veren kısımdır.

Flekso baskı kalıpları yapılarına göre; konvansiyonel kalıplar ve dijital kalıplar olmak üzere iki türde üretilmektedir.



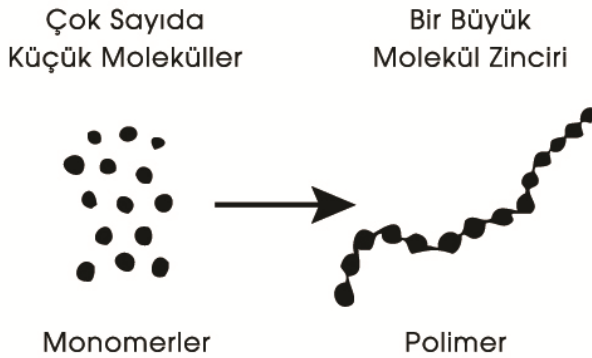
Şekil 1.9. I. Konvansiyonel Fotopolimer Kalıp - II. Dijital Fotopolimer Kalıp

Fotopolimer tabaka, taşıyıcı polyester tabaka ile koruyucu üst tabaka arasında bulunur. Böylece fotopolimerin çizilmesi veya dış etkenlerden etkilenmesi önlenmiş olur. Konvansiyonel fotopolimer kalıplarda üç tabaka bulunur. Dijital fotopolimer kalıplarda ise bu üç tabakaya ek olarak filmin yerini alan lazer tarafından görüntünün işlendiği, lazer ışınına hassas şablon tabaka bulunur.

Fotopolimer kalıbın üzerindeki koruyucu tabaka, kalıbı fiziksel etkilerden ve oksidasyondan korur. Ham fotopolimer kalıp ısıya, gün ışığına ve UV ışığa duyarlıdır. Fotopolimer kalıplarda sadece, içerisinde UV ışık olmayan ışık kaynakları altında çalışmak gerekir.

Polimerizasyonun Temel Prensipleri;

Polimerizasyon işlemi kısa dalga ultraviyole ışığın, fotopolimer kalıpların pozlandırılmasında kullanılmasıyla başlamıştır. Fotopolimer (Photopolymer) kelimesi Yunanca kelimelerin birleşiminden oluşmaktadır. “Photos” (ışık), “Poly” (çok) ve “Meros” (bölüm, ünite). Polimerizasyon sırasında monomer olarak adlandırılan birçok küçük parçacık birbirine bağlı kimyasal zincirler oluştururlar. [15]



Şekil 1.10. Polimerizasyonun Temel Prensipleri

Flekso baskı kalıbı UV ışık ile pozlandırıldığında reaksiyonu başlatıcı enerji, radikallerin içine dağılır. Bu radikaller monomer moleküllerle birleşir ve yeni radikaller oluştururlar. Aynı tipteki bir çok radikal birleşerek büyür ve moleküler ağı oluşturan, zincir molekülleri oluştururlar.

Kalıbın pozlandırılmasında kullanılan ultraviolet ışığın dalga boyu dağılımı ise aşağıdaki gibidir;

Ultraviolet alan dalga boyu	400-100 nanometre
Ultraviolet A –	400-315 nanometre
Ultraviolet B –	315-280 nanometre
Ultraviolet C –	280-100 nanometre

Flekso baskı kalıbı hazırlığında ultraviyole ışığın iki farklı türü kullanılmaktadır. Arka poz, ana poz ve son poz için UV-A olarak adlandırılan, 315-400 nanometre dalga boyuna sahip ışık kullanılırken; bitirme pozu işleminde ise UV-C olarak adlandırılan, 100-280 nanometre dalga boyuna sahip ışık kullanılmaktadır.

Bu polimerizasyon işlemiyle hammaddenin fiziksel özellikleri indirme işleminde kullanılan solventteerimeyecek şekilde değişmiştir.

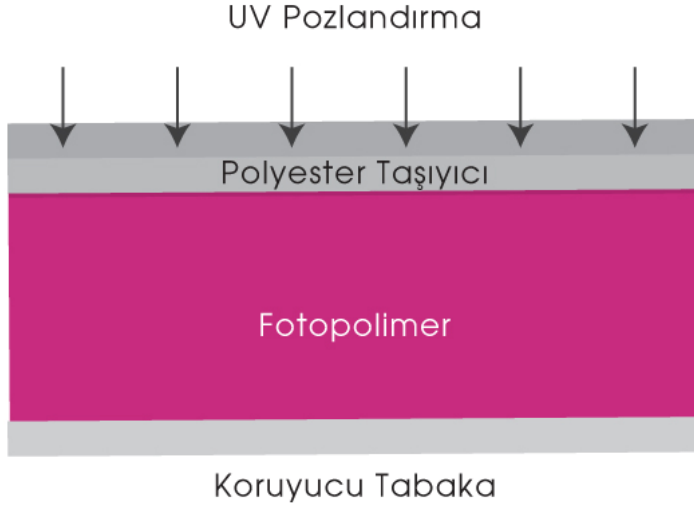
1.3. Fotopolimer Flekso Baskı Kalıbının Hazırlanması

1.3.1. Arka Poz

Kalıp materyalinin arka yüzeyine uygulanan genel poz arka poz olarak adlandırılmaktadır. Arka poz işlemi, ana poz işleminden önce kalıbın polyester tabanlı arka kısmından uygulanır. Bu poz, kalıbın arkasında bir miktar polimerizasyon oluşturup, kalıp üzerindeki noktaların tutunacağı sağlam bir zemin oluşturulması ve nokta yüksekliğini (rölyef derinliğini) belirlemek amacıyla uygulanmaktadır. Bu sayede daha sonra uygulanacak noktaların sabitlenmesi ve diğer ince ayrıntılar gözle görülür şekilde iyileştirilmesi gerçekleştirilmektedir.

Fotopolimer ham kalıpların arka yüzleri pozlandırıldığında ışığa olan duyarlılıkları artmaktadır. Hassaslaştırma işlemi arka poz işleminin ilk bir kaç saniyesinde tamamlanır, bunun devamında arka tabandan itibaren kalıpta istenilen miktardaki sertleşme sağlanır. Arka poz işlemi, baskı kalıbını ışıkla değişir hale getirerek iyi

çizgiler, noktalar elde etmek için ana poz süresini azaltmaktadır. Arka poz sayesinde polyester destek ve fotopolimer tabaka arasındaki yapışkanlık artmaktadır. Arka poz işlemi; esas poz süresini %40 oranında azaltmakta, ince detayların muhafazasını sağlamaktadır.



Şekil 1.11. Kalıba arka poz verilmesi

Arka poz zamanları ideal derinlik elde etmek üzere ayarlanmakta ve ışık kaynağının gücüyle bağlantılı olarak değişmektedir. Arka poz kalıbın tabanında bulunan asetat yönünden verilir. En uygun arka poz süresi, arka poz testi yapılarak belirlenebilir.

Arka poz işlemi sırasında kalıp yeteri kadar hassaslaştırılmazsa veya ana poz çok kısa verilirse, elde edilecek görüntüde detay kayıpları olabilir. Doğru arka poz ve doğru ana poz verildiği takdirde, tram noktası profili çok düzgün olarak elde edilebilir.

Hassaslaştırma fazında, kalıp içine dağılmış halde bulunan oksijen tüketilir. Bu ana kadar kalıpta polimerizasyon ve bir zemin oluşumu başlamamıştır. Kalıbın içindeki oksijenin büyük miktarı tüketildikten sonra polimerizasyon ve zemin oluşumu başlar.

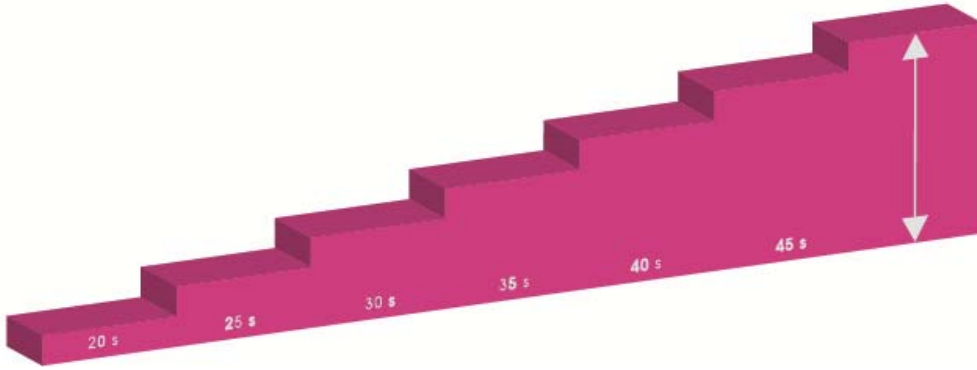
Arka pozun fazla verilmesi zeminin daha kalın olmasına dolayısıyla basan bölgelerin (relief) sığ olmasına neden olur. Polimerizasyon reaksiyonu, polimerin orijinal özelliklerini bozarak, organik solventler tarafından çözülmemesini sağlar.

İstenen relief yüksekliğinin elde edilebilmesi için, standart arka poz testinin yapılması gerekir. Arka poz testi yapılırken mümkün olduğu kadar gerçek üretim koşulları sağlanmalıdır. Kısa poz sürelerinin kullanıldığı ince kalıpların pozlandırılmasında kararlılığı sağlayabilmek için, pozlandırma için kullanılacak UV lamba, pozlandırma

işleminde önce ısınması için açık tutulmalıdır. Standart UVA lambalar için, bu lambaların ısısının 35°C olması gerekmektedir. Lambalar ısıtıldıktan sonra arka poz testine başlanmalıdır. Düzenli olarak arka poz testi yapmak zamandan tasarruf sağlar ve kaliteli kalıp üretiminin garantisidir. [1,11]

İyi sonuç alabilmek için kalıp kutusu üzerindeki ürün kodu numarasının her değişiminde ve her UV lamba değişiminde arka poz testi yapmak gereklidir. Aynı ürün kodu numarasına sahip kutulardaki kalıplara aynı miktarda arka poz vermek yeterlidir.

Arkapoz testinde minimum 6 adım olması tavsiye edilmektedir. Arka poz testi uygulanması baskı sanayiinde 5 er saniye aralıklarla uygulanması tavsiye edilmektedir. Örn; 20sn – 25sn – 30sn – 35sn – 40sn – 45sn şeklinde uygulanmaktadır.



Şekil 1.12.Farklı arka poz süresi uygulanmış kalıp

Arka poz testinden sonra indirilen kalıplar, kalınlıkları ölçülerek ideal rölyef derinliğine karar verilir. Mikro metre sıfırlanır. Kalıp kalınlığını belirlemek için 1. kademe üzerindeki zemin bölge ölçülür. Daha sonra 1. kademe ölçülür ve bu iki değer zemin bölgenin yüksekliğinden çıkartılır. Elde edilen değer Relief derinliğidir. Relief derinliği her kademede verilen arka poz miktarı ile alakalıdır. Daha sonra bütün alanların ölçümü tamamlanır. [1]

Dijital mikrometre ile sağlıklı ölçüm yapabilmek için aşağıdaki öneriler faydalı olacaktır:

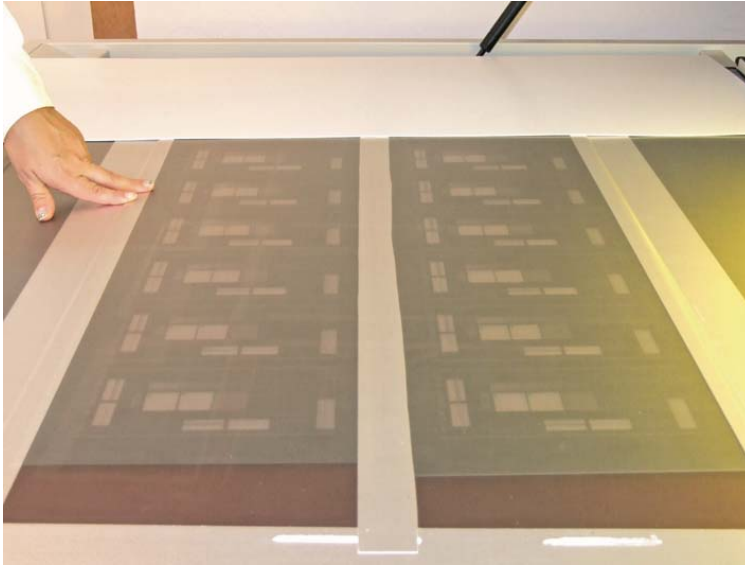
- Belirli aralıklarla dijital mikrometre kalibre edilmelidir,
- Ölçüm yaparken kalıbın konacağı yüzey parlatılmış taş veya çelik gibi geniş ve pürüzsüz bir yüzey olmalıdır.
- Mikrometrenin ölçüm yapan ucu en düşük basıncı uygulayacak şekilde ve minimum 0.25 inç çapında olmalıdır.

- Ölçüm yapılan alan en az 1/1 inç kare olmalıdır.
 - Kalıbın arkasında bulunan polyester tabaka doğru bir ölçüm için çok temiz olmalıdır.
- Bazı durumlarda aynı kalıba farklı baskı koşulları, farklı baskıaltı malzemeleri ve farklı relief derinliği ihtiyacına göre farklı sürelerde arka poz verilebilir.

1.3.2. Görüntünün Kalıp Üzerine Aktarılması

Fotopolimerflekso baskı kalıplarında görüntü kalıbın yapısına göre farklı sistemler kullanılarak kalıp üzerine aktarılmaktadır.

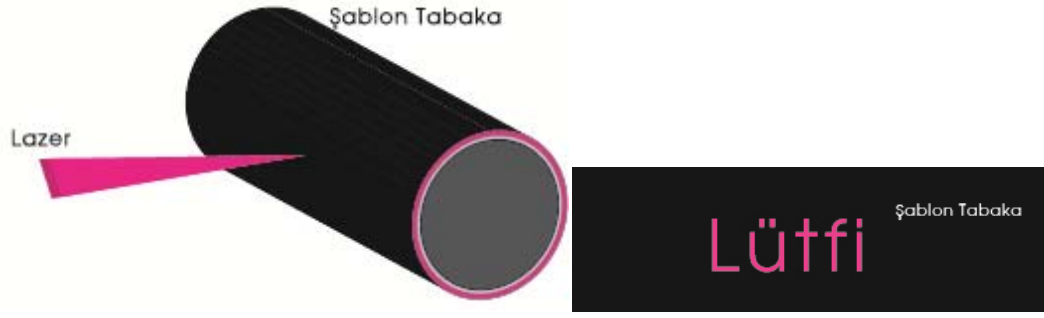
Konvansiyonel fotopolimer kalıplarda görüntü mat, negatif film kullanılarak ana poz ile aktarılmaktadır. Kalıp üzerine aktarılacak görüntü öncelikle zemin densitesi en az 4, transparanlık densitesi en fazla 0,07 olan negatif film üzerinde oluşturulur. Bilgisayardan film üzerine aktarılan görüntü gerekli kontroller yapıldıktan sonra kalıp üzerine pozlandırılır.



Şekil 1.13. Görüntünün kalıp üzerine film kullanılarak aktarılması.

Konvansiyonel kalıplar üzerine görüntü aktarılırken; negatif filmin emülsiyonlu yüzü ile kalıp çakışacak şekilde yerleştirilmesine, vakum folyosunun homojen şekilde kaplanmasına, maskeleme şeritlerinin doğruluğuna, yüzeyin temizliğine ve doğru ana poz süresi kullanımına dikkat edilmelidir.

Dijital fotopolimer kalıplarda ise görüntü lazer kullanılarak, kalıp üzerindeki şablon tabakada oluşturulur.



Şekil 1.14. Görüntünün lazer ile şablon tabaka üzerinde oluşturulması.

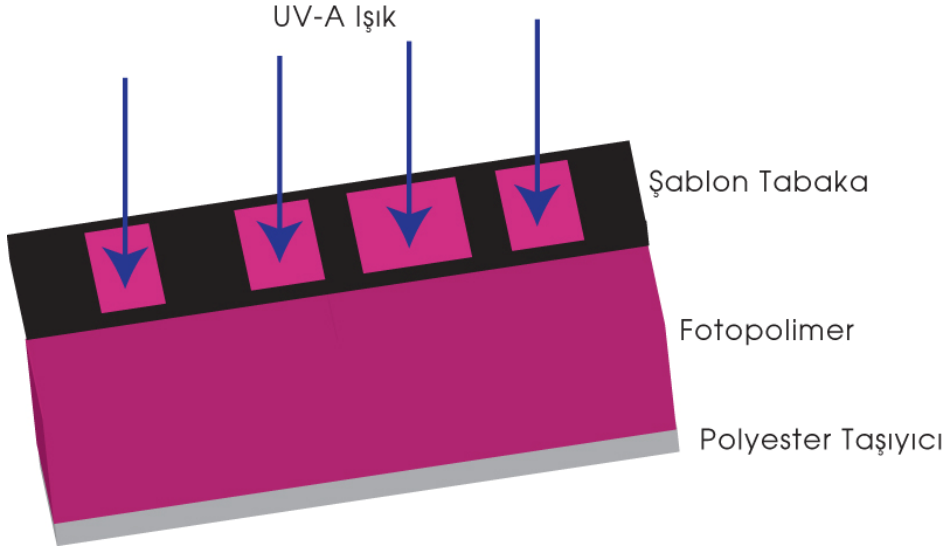
Lazerin görevi ışık geçirmeyen şablon tabaka üzerinde negatif olarak görüntü şablonunu oluşturmaktır. Lazer, görüntü olan bölgeleri açarak buradan ışığın geçmesine imkân verir ve bir sonraki aşama olan pozlandırma aşamasında, lazer ile oluşturulan bu negatif şablonun açık olan bölümlerinden ışık geçerek kalıp pozlandırılır.

Lazer ile görüntü şablonunun oluşturulması sırasında fotopolimer lazerden etkilenmez. Kalıpta kullanılan fotopolimer, mor ötesi, (UV) ışıklardan etkilenmektedir. Kalıp üzerindeki şablonu oluşturacak tabakayı kaldıran lazer ise kızıl ötesi (IR) ışık yaymaktadır. Bu nedenle kalıp lazer ışığından dolayı pozlanmaz. Şablonu oluşturacak özel tabaka yüksek güçlü lazer ışığı ile kaldırılmaktadır. Görüntü oluşturma amacı ile kaldırılan bölgede görüntü kalitesini etkileyecek bir artık bırakmamak için, yüksek güçlü lazer ışığının kullanılması gerekmektedir. [16]

Şablon tabakası direkt olarak fotopolimere bağlı olduğu ve lazerle işlendiği için en ufak tram noktalarının ve en ince çizgilerin kenarları dahi çok iyi bir şekilde oluşturulur. Böylece pozlandırma aşamasında tram noktaları, çizgiler ve harfler minimum kayıpla kalıba aktarılır.

1.3.3. Ana Poz

Kalıbın ön yüzeyine, tamamlanmış kalıpta görülecek görüntünün oluşturulmasıdır. Ultraviyole ışık ile pozlanan fotopolimer, polimerizasyon reaksiyonuna uğrayarak çözülemez hale gelir. Ana poz süresi; pozlandırma ünitesinin tipine ve durumuna göre, pozlandırma lambalarının tipine ve eskime durumuna göre, işin detayına ve istenen relief derinliğine göre değişir. Bu nedenlerden dolayı ana poz testi mutlaka yapılmalıdır.

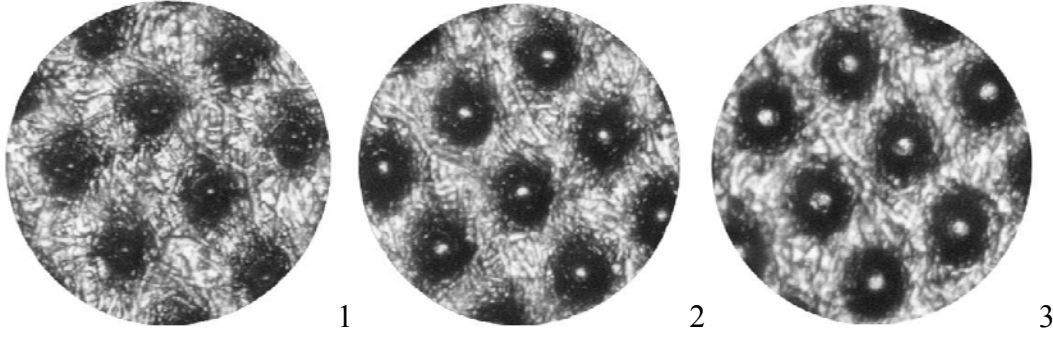


Şekil 1.15.Anapoz işlemi

Ana pozu etkileyen birçok faktör vardır. Bunlardan biride ışık gücüdür. Pozlandırma lambası eskidiğinde, ışık gücü düşer, dolayısıyla poz süresi artar. Pozlandırma lambaları kalıbın hassasiyeti açısından periyodik olarak kontrol edilmelidir. (200, 400, 600 saat) Işık kaynağını kontrol etmenin en kolay yolu ışıkölçer (UVIRAD radiometre) kullanmaktır. Eğer UV radiometre yoksa film kontrol şeritleri veya poz test negatifleri kullanılabilir.

Doğru poz süresi skalanın üzerindeki tram ve çizgilerin değerlendirilmesi ile tespit edilir. En ince çizginin, en küçük puntodaki yazının, dökülmeyen pozitif tram noktasının ve tıkanmayan negatif tram noktasının elde edildiği süre, optimum poz süresidir. Seçilen optimum poz süresine bir veya iki dakika daha eklenerek daha doğru ve tutarlı bir poz süresi elde edilmiş olur. Çizgilerin dalgalanması, nokta dökülmesi veya noktalarda zayıf omuz yapısı poz süresinin çok kısa olduğunu gösterir. Negatif bölgelerdeki dolma, dairesel omuz yapısı poz süresinin çok uzun verildiğini gösterir.

Standart tire işlerle, % 1 tram noktalarının bulunduğu trikromi baskılar karşılaştırıldığında, tramlı işler için daha uzun süre ana poz verilmesi gerekir. İstenen tram sıklığında %1 tram noktasını alabilmek ve gerekli poz süresini tespit etmek için, kademeli yarımton test skalası pozlandırılarak, ideal poz süresini tespit etmek gerekir.



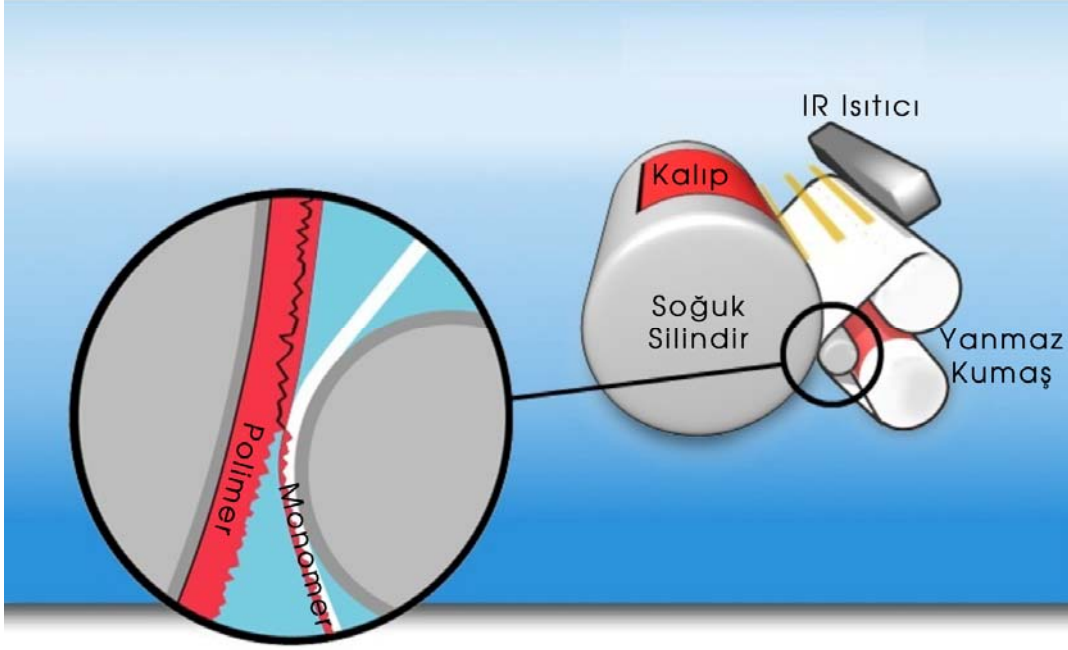
Şekil 1.16. İdeal anapoz süresinin tespitinde değerlendirilen minimum noktalar.

Skalalar basılarak elde edilen en ufak tram noktası hangi poz süresinde pozlandırılmışsa, o poz süresi ana poz olarak kullanılabilir. İnce tramlı işler için optimize edilecek poz süresi için yapılacak ana poz testinde, başlangıç poz süresi için, trampozlandırma testinde elde edilen poz süresi kullanılmalıdır. Test baskıları için en kritik zor işler ve renkler seçilmelidir. Ana poz testinde tespit edilen poz süresi aynı tip işlerde kullanılabilir.

1.3.4. İndirme

Kalıp üzerinde baskı yapacak bölümlerin yüksekte kalmasını sağlamak için, pozlanmamış bölümlerdeki fotopolimer, indirme işlemi sırasında çözülerek kalıptan ayrılır. Solventli indirme işleminde kullanılan kimyasal (su veya solvent) ve fırçalama işlemi, kalıp üzerinde iş olmayan yerlerdeki fotopolimeri çözerek (eriterek), kalıp üzerinden uzaklaştırır.

DuPont firması tarafından geliştirilen Cyrel FAST sistemi, solvent veya sıvı solüsyon kullanmadan fotopolimer kalıpları işleyen ilk sistemdir. Bu termal kalıp sistemi; kalıp hazırlama işleminde kullanılan solvent ve diğer sıvı solüsyonları ortadan kaldırmıştır.



Şekil 1.17. Kalıbın termal olarak indirilmesi

Bu sistem; çapraz bağlanmamış yani iş olmayan bölgelerin çözülmesi ve çapraz bağlanmış yani iş olan bölgelerin çözülmeden kalıp üzerinde kalması sistemi ile çalışmaktadır. Özel olarak hazırlanmış Cyrel FAST kalıpları pozlanmamış bölgelerdeki monomerindokumasız kumaştan üretilmiş ve Cyrel FAST developer rulosu olarak adlandırılan malzeme tarafından emilerek kaldırılmasına müsade etmektedir.

Hamfotopolimer kalıplar zayıf polimerden yapılmıştır. Fotopolimer kalıp, görüntü oluşturulması sırasında aşamalı olarak polimerize edilir. Öncelikle UV ışık ile arka tarafından pozlandırılır. Bu işlemin amacı zemini oluşturmak ve polimerizasyon işlemini başlatarak fotopolimeri hassaslaştırmaktır (Verilen arka poz istenen relief yüksekliğine göre değişir). İkinci kademe olarak kalıbın ön tarafındaki koruyucu tabaka kaldırılarak ana poz verilir. Bu prosedürün aynısı Cyrel FAST sistemi için de geçerlidir. En önemli fark indirme işleminin yapıış yöntemindedir. Klasik yöntemde kalıp solvent içinde indirilir. Poz görmeyen bölümler solvent içinde 20 – 40 dakika arasında çözünür. [16,22,29] Daha sonra kalıp içindeki solventin buharlaşarak kurumması için 90 – 240 dakikaya ihtiyaç vardır. Cyrel FAST sisteminde ise kalıbın poz görmeyen bölümlerindeki polimerize olmamış kısımları ısıdan etkilenerek çözülür ve bu çözülen monomer, dokumasız kumaştan imal edilmiş olan developer rulosu tarafından absorbe edilerek kalıptan uzaklaştırılır.

Kalıbın pozlandırma işlemi tamamlandıktan sonra “Termal Banyo Makinesi” olarak adlandırabileceğimiz makineye verilir. Kalıbın kenarı makinenin içindeki tamburun makaslarına tutturulur.

Termal kalıp indirme makinesi kalıp indirme sürecinde uyguladığı parametreleri, kalıbın özelliği doğrultusunda makineyi oluşturan kısımların yapısına göre belirlemektedir. Termal kalıpların indirilmesi sürecinde öncelikle yukarıdan kızıl ötesi bir ısıtıcı yardımıyla ısıtılır. Burada 2000watt infrared (IR) lamba kalıbın yüzeyine ön ısıtma değeri olarak yaklaşık 140°C’lik bir ısı uygulamaktadır. Bu değer dijital termal kalıbın yapısını oluşturan fotopolimerin erime endeksi sınırı olarak kabul edilmektedir. Burada uygulanan ısıtma değeri makinenin program ayarında yüzde (%) değeri olarak değiştirilmektedir. Yükselen sıcaklıkla kalıbın poz görmemiş bölgeleri çözülerek, neredeyse akışkan hale gelir.

Developer rulosu dokumasız yanmaz kumaşı sıcak bir merdane tarafından basınçla kalıbın üzerine uygulayarak kalıbın sıvılaştırmış bölümünü absorbe eder. Buradaki sıcak merdane ısı 170°C (335 °F) dir. Merdane sıcaklığı bu değere ulaşmadan termal kalıp indirme makinesi indirme sürecini başlatmamaktadır. Isınan merdane dokumasız yanmaz kumaşı kalıp üzerine 159g/cm² (2,25 psi) basınç ile uygulamaktadır. Burada uygulanan basınç değeri makinenin program ayarında yüzde (%) değeri olarak değiştirilmektedir. Uygulanan basınç derecesini fotopolimer kalıbın özelliğine göre değiştirmek mümkündür. Basınç değerinin yüzde oranı olarak değiştirildiği ve %100 değerinin cm²’ye 160g ağırlık uyguladığı unutulmamalıdır.

Kalıp ısıtıcılar vasıtasıyla ısıtılınca, çapraz bağlanmamış iş olmayan bölgeler çözülür ve akışkan hale gelir. Dokumasız kumaş kalıpla temas ettiğinde çözülmüş olan kısımları kalıp üzerinden kaldırır.

11 dönüşten sonra relief derinliği 0.6 – 0.7 mm’ye ulaştığında kalıp makinenin dışına alınır. İstenen relief derinliği elde edilene kadar kalıp dokunmamış kumaş ile temas ettirilir. Bütün bu işlem yaklaşık 25-30 dakikada tamamlanmaktadır. Arka poz ve ana poz süreleri termal, solventli ve su bazlı sistemlerde aynı süreyi almaktadır. Hangi indirme yöntemi kullanılırsa kullanılsın (termal, solvent, su) kalıpların hepsine ışıkla sonlandırma (UV-C) ve son poz (UV-A) uygulanmalıdır. Kalıpların yapışkanlıklarını ortadan kaldırmak ve kalıbın her noktasında polimerizasyonu sağlamak için bu işlemler gereklidir. [22,29,31]

1.3.5. Bitirme (Finishing)

Kalıbın baskı görüntüsü oluşturulmuş olan yüzeyine UVC lamba ile kısa dalga radyasyon uygulanarak, yüzeyin solvent yüzünden oluşmuş yapışkan özelliği kaldırılır. Uygun ekipman kullanılarak kalıp yüzeyinin yapışkanlığının kaldırılma işlemi ve altıncı aşama olan son poz işlemi beraber yapılabilir. [1,11]

1.3.6. Son Poz

Son poz polimerizasyon işlemi tamamlar. UVA lamba ile yüzeye ışık verilerek kalıbın olması gereken özelliklere ve solventlere karşı dayanıklılık kazanması sağlanır. Son poz finishing işlemiyle birlikte uygulanabilmektedir.

1.4. Baskı Aşaması

Flekso baskı makineleri bobin üzerine baskı yapabildikleri gibi tabaka üzerine de baskı yapabilirler. Bobin baskı yapabilen makinelerin özellikleri birbirinin aynısıdır. Makinelerin giriş bölümlerinde bobin bağlama bölümü ve baskı materyalinin hep aynı gerginlikte kalmasını sağlayan gerginlik kontrol ünitesi mevcuttur. Baskı bölümünde baskı üniteleri ve ünitelerin arasında kurutucular vardır. Baskı yapılan bölümden sonra ise son kurutucuların olduğu bölüme oradan da soğutma merdaneleri ve gerginliğin yine kontrol edildiği bobine toplama bölümüne girer.

1.4.1. Flekso Baskı Makineleri

Flekso baskı makineleri kendi aralarında dörde ayrılırlar. Bunlar;

- In-line (Sıralı düzen)
- Stack (Toplu)
- Central Impression (Merkezi baskı silindiri)
- Tabaka

flekso baskı makineleridir. Bu makinelere de yine kendi aralarında dar enli, geniş enli, tabaka basabilen makineler olmak üzere gruplandırılırlar.

a. Toplu Düzen Flekso Baskı Makineleri

Bu makinede baskı üniteleri birbirlerinin üstüne gelecek şekilde ayarlanmıştır. Bu sayede baskı ortamında daha az yer kaplarlar. Bu makinelerin en büyük dezavantajı gerek modern yapıdaki uzaktan kontrollü makinelerde, gerekse manuel kontrollü makinelerde operatörün kalıp ve aniloks silindirlerini değiştirebilmesi için makine üzerine çıkmak zorunda kalmasıdır.

Bir ila on adet baskı ünitesine sahiptirler. Bu üniteler iki veya üç merdaneli sistem adı altında farklı özelliklere sahip olabilirler. İki merdaneli sistemde mürekkep haznesine daldırılmış Dr. Blade adı verilen sıyırma raklesi aniloks merdaneye üç merdaneli sistemde ise aniloks merdanesi, hazne merdanesi ve kalıp silindiri mevcuttur.

Flekso baskı makineleri farklı formatlarda, farklı baskı tekrar uzunluklarında baskı yapabilecek şekilde üretilmişlerdir. Bunu gerçekleştirebilmek için baskı tekrar uzunluğuna uygun çapta silindirlerin kullanılması gereklidir. Baskı tekrar uzunluğu, makineden makineye farklılık gösterebilir. Küçük makinelerin baskı tekrar uzunluk ölçüleri; 250 mm ile 800 mm arasında, daha geniş makineler 350 mm ile 1.000 mm hatta 1.600 mm arasındayken 500 mm ile 2.600 mm arasındaki baskı ölçülerinde çalışan makineler de bulunmaktadır. Flekso baskı sektöründe farklı güç iletim sistemine sahip toplu düzen baskı makineleri de mevcuttur. Bu makineler, bir merkezden hareket ettirilen 4 veya 6 ünitesi bulunan makinelerdir. Gücün tek merkezden iletilmesi baskı ünitelerinin birbiriyle çok uyumlu ve verimli (senkronize) bir şekilde çalışmasını sağlar. Bu tip makinelerin baskı ünitelerinde bobin malzemenin arka yüzüne baskı yapmak mümkün değildir. [1,53]

b. Sıralı Düzen Flekso Baskı Makineleri

Bu tip flekso baskı makinelerinin dizaynının diğer makine dizaynlarına göre bariz avantajları vardır. Bütün ünitelerin zemine monte edilmesinden dolayı makineyi kullanan operatörler, ayar yapabilmek ve makineye müdahale edebilmek için gereksiz yere fiziksel efor harcamadan, bir üniteden diğer bir üniteye kolaylıkla hareket edebilirler. Bu makinelerde baskıyı izleyip, kontrol etmek diğer makine tiplerine göre daha kolaydır. Sıralı düzen flekso baskı makinelerinin bir başka avantajı; makine üniteleri ve parçalarının sade düzenli bir şekilde sıralı olmasıdır. Kapasiteyi arttırmak için eklenmek istenen üniteler ve istasyonlar rahat bir şekilde yerleştirilebilir. In-line

(sıralı düzen) flekso baskı makinelerinin bir sakıncası baskı sırasında baskıaltı malzemesinin uzun bir mesafe almak zorunda kalmasıdır. Bu mesafe dar enli 6 renkli bir flekso baskı makinesinde girişten, baskısı bitmiş bobine kadar 46 metre olabilir. Kullanılan baskıaltı malzemesinin mesafesinin uzun olması; ayar yapmak için daha fazla malzeme kullanılması anlamına gelir. Kullanılan uzun baskı altı malzemesinin üniteler arasında gergin bir şekilde çekilme işlemine tabi tutulmasından dolayı da özellikle düşük yoğunluğa sahip malzemeler üzerine yapılan baskılarda ayar yapmak zorlaşmaktadır. [1,53]

c. Merkezi Baskı Silindirli Flekso Baskı Makineleri

Bu tip makinelerde tek ve büyük bir baskı silindiri vardır ve kalıp silindirleri ile mürekkep üniteleri bu silindirin etrafına yerleştirilmiştir. Bu makinelerin üretilme nedeni plastik film endüstrisi için baskı sırasında esnek film malzeme üzerine hassas, ayarlı baskı yapabilme imkanına sahip olmalarıdır. Bu ihtiyaç nedeniyle üretilen merkezi baskı silindirli flekso makinelerinde baskıaltı malzemesi, bobin halde giriş kısmından gerginlik ünitesine ve oradan da ortak merkezi baskı silindirine gönderilir. Daha sonra baskıaltı malzemesi üzerine sırası ile bütün renklerin baskısı gerçekleştirilir. Böylece merkezi baskı silindiri üzerindeki baskıaltı malzemesi üzerine, ayar bozukluğu olmadan baskı yapılabilir. Bu makinelerde maksimum ayar toleransı yaklaşık 0,1 mm kadardır. Bu yüzden bu makineler; mekanik veya elektronik yardımcı düzeneklere gerek kalmadan bobin malzeme üzerine diğer baskı makinesi tiplerine göre çok daha hassas bir şekilde ayarlı baskı yapabilirler.

Günümüzde 4 veya 6 renkli makineler yerini 8 renkli makinelere bırakmaktadır. Bu makinelerde 4 renkli işler ve +4 ekstra renk ile 8 renge kadar baskı yapılabilir. Merkezi baskı silindirli makinelerle tıfdruk ve ofset baskı kalitesinde baskılar yapmak mümkündür. Günümüzde birçok merkezi baskı silindirli flekso baskı makinesi, sadece esnek plastik filmler üzerine değil, sabit gramajlı çok katmanlı kombinasyonlar ve kağıt üzerine de baskılar gerçekleştirebilmektedir. Bu makineler, duvar kağıdı üzerine de baskı gerçekleştirebilir. [1,53]

Merkezi baskı silindirli flekso baskı makinelerinde yapılan baskıların ayarının iyi olmasının bir sebebi de, baskı silindiri ısısının ayarlanabilmesidir. Baskı silindiri ısısının sabit tutulması çok önemlidir. Bu işlem genel olarak su yardımıyla sağlanır.

Merkezi silindirli makinelerde bobin malzeme, basılmamış bobin ünitesi veya gerginlik ünitesinden silindir üzerindeki kauçuk kaplı basınç merdanesine gelir. Bu sırada bir baskı ünitesinden başka bir baskı ünitesine giderken pozisyonunda hiçbir değişiklik olmayıp, en son baskı ünitesine kadar kesinlikle baskı silindirinden ayrılmaz ve böylece ayarda hiçbir şekilde değişiklik olmaz. Kurutma ünitesi tarafından üflenen hava, ünitelerin arasından geçen malzemeye titreşim uygulamadığından (yüksek basınçla üflense bile) ayar bozukluğuna sebebiyet vermez. Bu makinenin dizaynından dolayı her kalıp silindirinin dişlisi, direkt olarak merkezi baskı silindirinin dişlisine bağlıdır. [1,53]

1.4.2. Mürekkep Transferi

Baskıaltı malzemesi üzerine doğru mürekkep transferini sağlamak ve mürekkebin baskıaltı malzemesi üzerine tutunmasını sağlamak kaliteli bir baskı yapmak için en önemli adımlardır. Herhangi mekanik bir baskı prosesindeki temel adım, mürekkeplendirilmiş baskı kalıbı ile kâğıdın arasındaki kontağın sağlanmasıdır. Şunu bilmek gerekir ki baskı nipi mürekkep transferi ve kaliteli baskı için çok önemlidir. HSU nun 1963 te değındiğıne göre; üniform sıvı bir mürekkep yüzeye basıldığında yüzeyin en derin kısmının derinliğı ilk mürekkep kalınlığına eşit olduğudur. Bununla birlikte daha sonraki araştırmalar mürekkep transferinin çok daha kompleks olduğunu göstermiştir. Kağıt ile baskı tekniğı arasındaki baskı ortamı şartlarının değışkenliğı ve mürekkebin özellikleri mürekkep transferini etkilemektedir. Bir sonraki bölümde mürekkep transferinde etkili rol oynayan temas baskısı, temas alanı kağıt ile baskı tekniğinin uyumu, nip etkisi ve baskı sonrası işlemler anlatılmaktadır [1,11,50].

Konvansiyonel ofset baskıda kullanılan baskı mürekkebi yağ içerir ve viskozitesi yüksektir. Uygulanan mürekkep oksidasyon yoluyla kurur. Bu kurumanın absrobsiyon/penetrasyon şeklinde olduğu anlamındadır. Kuruma oldukça uzun bir zamanda gerçekleşir. Viskozitesi oldukça yüksek olan baskı mürekkebi, mürekkebin istenilen kalınlıkta transferinin gerçekleştirilmesi için, düzgün dağıtılmasını sağlayacak oldukça komplike düzenekler istemektedir. Diğer bir yandan düşük viskoziteli mürekkepler flekso baskıda kullanılır. UV mürekkepler çok az yağ içermekte ve düşük viskozite özelliğı sağlayan organik solventlerle yapılandırıldığı için transfer işleminde çok daha efektiftir. Flekso baskı mürekkep filminin kalıp yüzeyinde ve baskı malzemesinde dağılımını çok daha iyi bir şekilde verir. Şayet çok fazla mürekkep

kullanılırsa, baskı çamurlu bir görünüm alır [53].

Baskı mürekkepleri UV mürekkep ve solventlin buharlaşması ile çapraz bağlayıcılar sonucu kurur. Lifli baskı altı malzemelerinde aynı zamanda absorbe olunarak da kurur. Dr. Blade'e sahip bir aniloks silindiri ile flekso mürekkeplerinin akış özelliği bakımından tek bir tanımlanmış hücre yapısına sahip yüzeyden transferi mümkündür. Burdaki mürekkep transferi, gravür baskıdaki mürekkep transferi ile karşılaştırılabilir. Herhangi bir baskı tekniğinde transfer edilecek mürekkep miktarı, iş ve kullanılan baskı altı malzemesinin çeşidine göre değişmektedir. Temel kural her bir basılacak elemanın kesintisiz bir şekilde mürekkeplenmesinin sağlanmasıdır. Basılacak elemanlar imajlar olduğu kadar baskı malzemesi de bunun içine girer. Bu demektir ki:

Daha iyi bir iş elde etmek için daha az mürekkep miktarıyla baskının gerçekleşmesi demektir. Böylelikle iş daha temiz bir şekilde ve kenarlarda kırılmalar olmaksızın gerçekleştirilebilir. Ama bunun yanında çok büyük alanları kaplayacak bir iş ise, baskı efektifini arttırmak için daha fazla mürekkebe ihtiyaç duyar.

Baskı yapılacak yüzeyin düzgün bir yüzey olmaması da daha fazla mürekkep miktarına ihtiyaç duyar. Bunun sebebidir baskı boyunca kesintisiz olarak mürekkep filminin oluşturulmasını sağlar.

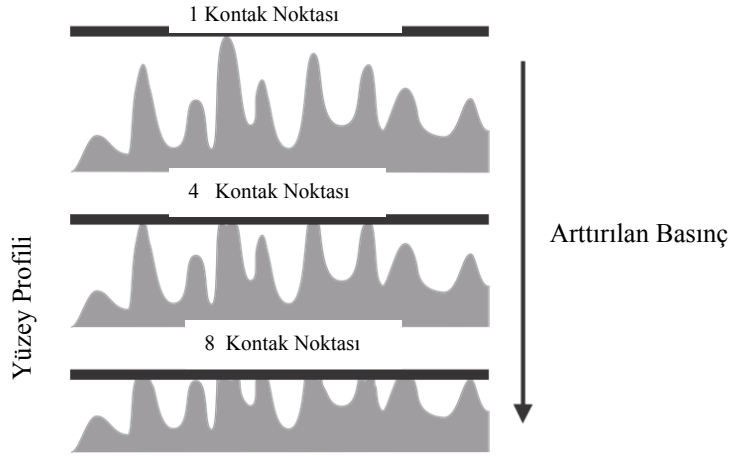
Daha kalın bir mürekkep filmi emilim yapmayan yüzeye göre, emici bir baskı yüzeyi ister (çünkü mürekkep nüfus eder ve emilir). Halbuki basılacak mürekkep miktarını yağ bazlı mürekkep kullanan baskı sistemlerinde imajın yoğun olduğu bölgede mürekkep geçişini mandalları sıkarak veya açarak ayarlamak mümkünken flekso baskı sisteminde bu mümkün değildir.

Aniloks merdanesi mürekkebi transfer etmek için kullanılır. Belirli bir miktar mürekkebin transferi, aniloks hücrelerinin yapısına, hücre geometrisine ve yüzeyin genel özelliklerine bağlıdır. Baskıya veya baskıaltı malzemesinin yapısına bağlı olarak farklı miktarlarda mürekkep miktarı istenirse, farklı hücre sıklığında aniloks merdaneler kullanmak ve farklı ayırım teknikleri veya farklı baskı üniteleri kullanmak gerekir.

Kontak Alanı ve Kontak Basıncı

Mürekkep transferinden önce temas mekaniği kavramlarını göz önünde bulundurmada fayda vardır. İki yüzey temas ettirildiğinde, gerilme ve deformasyon ortaya çıkar. Eğer

iki bölgenin yüzeyleri deformasyon olmaksızın tam anlamıyla birbirine uyumlu ise temasın uygun olduğu söylenebilir. Birbirine uyumlu olmayan yapılar uyumsuz olarak söylenebilir [53]. Şekil 1.18’de düzgün olan ve düzgün olmayan yüzeyler arasındaki farklı kontak değerlerindeki uyumsuz temasları göstermektedir.



Şekil 1.18. Basıncın Artmasının Yüzey Aralıklarına Etkisi

Gerçek temas alanı uygun olmayan yapılar genellikle küçük alanlardaki normal kontak alanları ile karşılaştırılır, çünkü temas tek bir noktadan kısıtlandırılmıştır. Bu temas bölgelerinde oldukça yüksek bir basınç oluşturur. [53]. Yüzey profili, yüzeyin iki farklı yerden düz bir yapıda sıkıştırılması ile oluşan temas basıncına bağlıdır.

Gerçek temas alanının büyüklüğü ve temas alanının baskısı bir çok faktör tarafından etkilenir. Bunlar;

- Malzemenin geometrik ve topografik yapısı. Malzemenin yapısal düzgünlüğü, şekli ve temas sayısı.
- Malzemenin gövdesel özellikleri. Gerginlik değeri. Yırtılma değeri. Bükülme direnci. Viskoelastikliği (akışkanlık kombinasyonunu ve materyalin elastikiyeti zamana bağlı olarak malzemenin özellikleri).
- Malzemeye uygulanmış olan şartlar. Temas zamanı. Malzemenin sıcaklığı ve çevre. Ortamın nemi.

Viskozite

Tifdruk baskımürekkeplerine benzeyen flekso baskı mürekkepleri düşük viskoziteli akışkan mürekkeplerdir. Mürekkepler eğer baskı için kullanılan viskozitede temin edilir veya saklanırlarsa, pigmentler kolayca çökelir ve baskıdan önce tekrar homojen bir şekilde dağıtılması zor olur. Bu nedenle, mürekkepler, konsantre formda taşınır ve baskı esnasında mürekkep imalatçısı tarafından belirtilen bir çözücü kullanılarak gerekli viskozite sağlanır. Viskozite, mürekkep içindeki pigment konsantrasyonunu ve mürekkebin akışkanlığını tanımlar. Baskı sırasında yapılan viskozite kontrolü rengin kontrol altına alınmasına yardımcı olarak, mürekkep ve baskıaltı malzemesi firesini düşürmek için çok önemlidir. Flekso baskı mürekkepleri baskı esnasında buharlaşır, bu da mürekkebin viskozitesini ve renk değerini değiştirir. Matbaacı viskoziteyi gözlemleyerek ve gerek duyulduğunda çözücü ilave ederek mürekkebin akışkanlığını ve rengini kontrol altına alır. Otomatik viskozite kontrol sistemleri kullanıldığında baskıdaki renk farklılıkları oldukça azalır.

Ters açılı sıyırıcı bıçağın keşfi ile, flekso baskı makinesinde daha yüksek viskozitede mürekkeplerle baskı yapılabilir. Bu sayede flekso baskı sistemi daha rahat baskı yapılabilen bir baskı sistemi haline gelmiştir. Ters açılı sıyırıcı bıçağın kullanımı, kalıba verilen mürekkep filminin kontrolünü de arttırmaktadır. [11,53,54]

2. MATERYAL VE YÖNTEM/MATERIAL AND METHOD

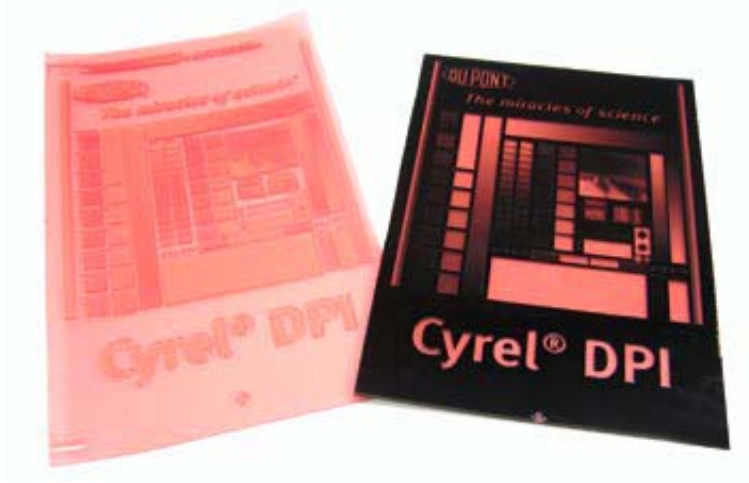
2.1. Kullanılan Materyal, Yöntem, Hammaddeler, Skala ve Cihazlar

Yapılan deneysel çalışmalarda flekso baskıda dijital termal kalıp hazırlama parametreleri ve bu parametrelerin baskı kalitesine etkileri incelenmiştir. Bu amaçla ambalaj baskısı için ideal kalınlık ve sertlikte dijital termal kalıp seçilmiştir. Bu kalıp üzerinde farklı parametreleri test etmek amacıyla test skalası hazırlanmıştır. Kalıbın indirilmesini sağlayan parametreler belirlenmiş ve bu parametrelerin test edilebilmesi için test simülasyonu yazılımı kullanılmıştır. Bu yazılım ile belirlenen parametreler ile testler gerçekleştirilmiş ve düşük densiteli polietilen malzeme üzerine baskı gerçekleştirilmiştir. Deneysel çalışmalarda kullanılan hammadde, skala ve cihazların özellikleri aşağıda açıklanmıştır.

2.1.1. Dijital Termal Flekso Baskı Kalıbı

Yapılan deneysel çalışmada DuPont firmasının Cyrel DFH 0.67inch (1,7mm) kalıplar kullanılmıştır. DFH 1,7 mm kalıp kullanılmasının en önemli nedeni; bu kalıpların ambalaj baskısında kalite ve verimlilik açısından en iyi performansı göstermesi ve sektörde tercih edilen kalıp olmasıdır. Bu kalıplar için, görüntü dijital yöntemle kalıba aktarılır ve termal yöntem ile indirilir.

Bu serideki kalıpların deney malzemesi olarak seçilmesinin en önemli nedenleri; yüksek ton aralığında tram noktası elde edilebilmesi, pozitif ve negatif alanların keskin ve net olarak elde edilebilmesi, nokta kazancının düşük değerlerde elde edilebilmesi, yüksek çözünürlükte görüntü pozlandırılmasına olanak sağlaması, ozon gazına ve beyaz ışığa yüksek dayanım sayesinde uzun süre depolama avantajı sağlamasıdır. Bu kalıplar genelde esnek ambalaj malzemelerinin basımında, etiket üretiminde, karton baskısında ve içecek kartonlarının baskısında tercih edilmektedir. Bu kalıplar su bazlı ve solvent bazlı mürekkepler ile yüksek uyumlulukla çalışabilmektedir. [16,22,25,29,40]



Şekil 2.1. Dijital baskı kalıbı (Soldaki indirilmiş, sağdaki pozlandırılmış)

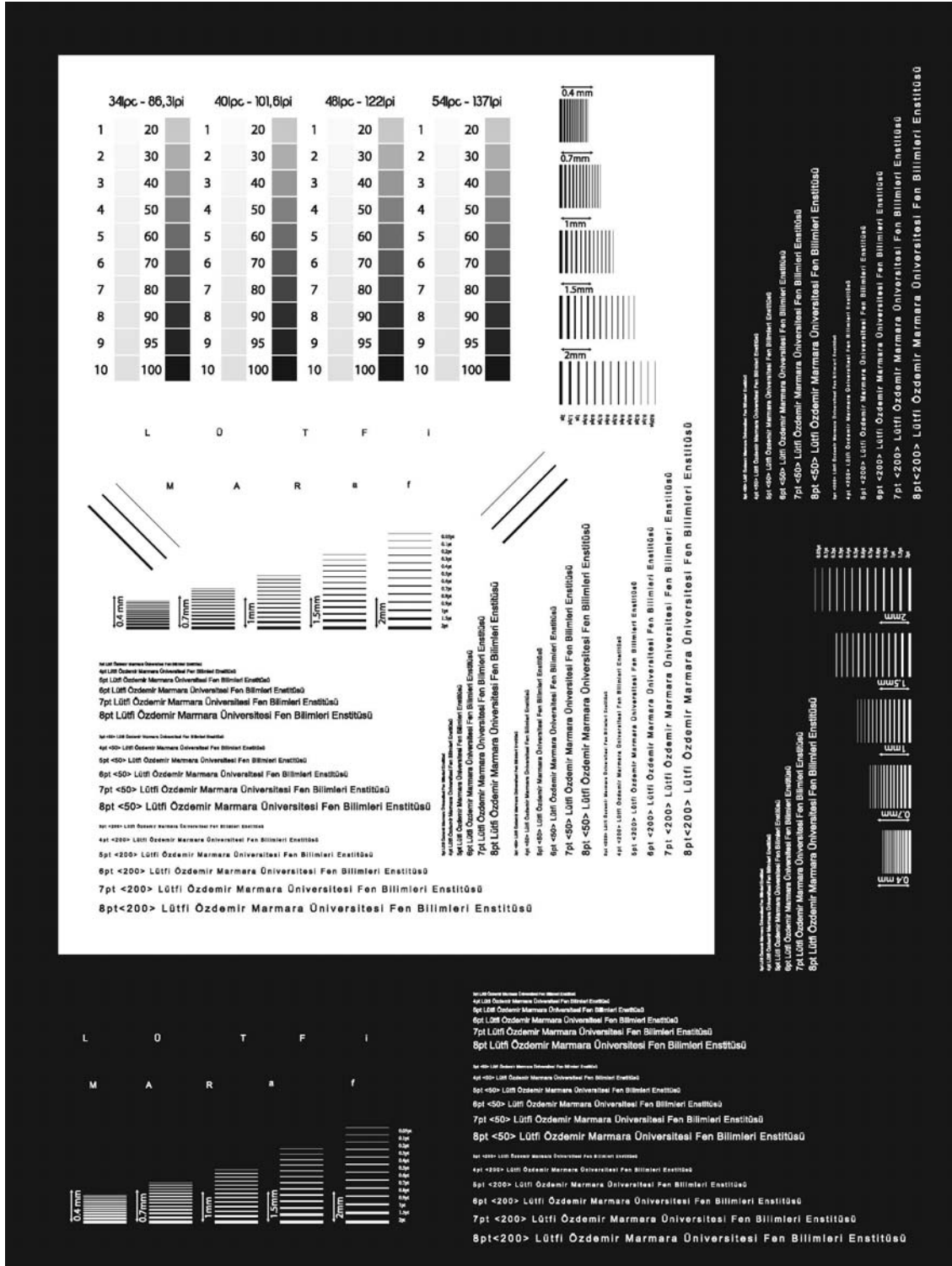
Tablo 2.1. Kullanılan kalıba ait teknik veriler

Kullanılan Kalıplara Ait Teknik Veriler	
	Cyrel. DFH 67 Kalınlık 1,70 mm
Sertlik	70 Sh A
Görüntü Reprodüksiyon	1 – 98% 60 L/cm
Minimum Pozitif Çizgi Genişliği	0,050 mm
Rölyef Derinliği	0,6 - 0,7 mm

2.1.2. Test Skalası

Hazırlanan kalıpların ve yapılan baskıların değerlendirilmesi amacıyla, farklı görüntü alanlarına sahip bir test skalası oluşturulmuştur. Tram sıklığına bağlı olarak tram noktalarındaki değişimin belirlenmesi amacıyla, test baskısı için oluşturulan skala üzerinde farklı tram sıklığına sahip alanlar oluşturulmuştur. Bu kalıplar ile yapılan baskılarda, sektörde flekso baskı sisteminde kullanılan 34, 40, 48, 54 lpc'lik tram sıklıkları seçilmiştir. Yapılan bu seçimlerde; baskıaltı malzemelerinin yüzey özelliği, basılan işlerin görüntü kalitesi ve kalıbın sektörde kullanım oranı etkin olmuştur.

Hazırlanan test skalası; kalıptan ölçülmesi amaçlanan farklı özellikte tramlardan ve çizgilerden oluşturulmuştur.



Şekil 2.2. Test Skalası

Test skalası, kalıplar üzerine aktarıldıktan sonra; öncelikle indirme işlemi gerçekleştirilmiş ve indirme işleminden sonra ölçüm cihazları ile test skalası üzerindeki nokta, çizgi ve görüntü kalitesi belirlenmiştir.

Farklı sıklıktaki ve farklı büyüklükteki tram noktalarının ölçümü; görüntü kalitesinin doğruluğunun belirlenmesini sağlamaktadır. Ölçüm yapılabilmesi amacıyla % 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 95, 100 tram ton değeri olan alanlar oluşturulmuştur. Bu alanlar 34, 40, 48 ve 54 lpc'lik tram sıklıkları ile oluşturularak; farklı tram sıklığında kalite değişiminin gözlenmesi amaçlanmıştır. Bu noktalar hem kalıp üzerinde hem de baskı sonucu baskıaltı malzemesinde % olarak tram ton değeri ölçümleri yapılmıştır.

Flekso baskı ile küçük puntolu dişi - erkek yazılar ve çizgilerin basımı oldukça önemlidir. Bu nedenle 3,4,5,6,7 ve 8 punto büyüklüğündeki yazılar; %100, %150 ve %200 harf aralığına sahip olarak tasarlanmıştır. Böylelikle harflerin punto büyüklüklerinin ve harf aralıklarının baskı sonucunda kaliteye etkisinin belirlenmesi hedeflenmiştir. Hazırlanan yazıların baskı sonucundaki deformasyonları mikroskop altında fotoğraflanmış, ölçülmüş ve baskı kaliteleri belirlenmiştir.

Skalanın üzerinde tire işlerin performansını test etmek amacıyla; 0.05, 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 0.9, 1, 1.5 ve 2 punto kalınlıklarında çizgiler 0.4mm, 0.7mm, 1mm, 1.5mm ve 2mm aralıklarla hazırlanmıştır. Hazırlanan bu çizgiler kalıba yatay ve dikey konumlarda hem pozitif olarak hem de negatif olarak yerleştirilmiştir. Böylelikle tasarımda kullanılan çizgilerin farklı kalınlıkta, farklı aralıklarda ve yatay ya da dikey olması durumlarının kalite açısından değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

Test skalasında kullanılan yazılar ve çizgiler kalıba yatay ve dikey olarak yerleştirilerek; bu durumun hem kalıp indirme makinesinde hem de baskı sürecinde, görüntünün kalitesine etkisini belirlemesi amacıyla kullanılmıştır.

2.1.3. Kalıp Pozlandırma Makinesi

Kalıp pozlandırma makinesi, baskı kalıbının yapımında arka poz, ana poz, son poz ve bitirme pozların verilmesini sağlayan bir makinedir. Bu makinede UVA ve UVC ışık kaynakları ile pozlandırma yapılmaktadır [23,27].

Pozlama ünitesinde üst kapakta sıralı UV-A lambalar mevcuttur, bu lambalarla UV-A ile arka poz ve ana poz işlemleri uygulanır. Kalıbın arka poz ve ana poz için yerleştirildiği tabla su ile soğutulan bir mekanizmaya sahiptir.

Son pozlama ve bitirme pozunun aynı anda verilebilmesine olanak sağlayan çekmeceli pozlandırma ünitesi mevcuttur.

Kalıp pozlandırma makinesi olarak DuPont Cyrel 1000 EC/LF kalıp pozlandırma makinesi kullanılmıştır. Pozlandırma işlemi öncesinde UVIRAD ışıkölçer ile ölçüldüğünde lambaların gücü 17 birim olarak saptanmış ve tüm çekimler optimum değerde yapılmıştır. Pozlandırma işlemi başlatılmadan önce pozlandırma yapacak lambaların sıcaklığı 35⁰C'ye çıkartılmıştır.



Şekil 2.3. Pozlandırma Makinesi

Tablo 2.2. Pozlandırma Makinesinin Özellikleri

Makine Özellikleri	
Ekipman adı	DuPont™ Cyrel® 1000 EC/LF
Maksimum kalıp genişliği	900 mm – 36 inch
Maksimum kalıp uzunluğu	1200 mm – 48 inch
UV-A tüp dalgaboyu	360 nanometre
UV-C tüp dalgaboyu	254 nanometre
Ortam bilgileri	Ortam sıcaklık aralığı 8.3°C ile 29.4°C – 65°F to 85°F

Kalıp pozlandırma makinesi ile kalıp hazırlanmasında öncelikle pozlandırma testleri yapılmıştır. Arka poz ve ana poz testleri maskeleme yöntemiyle ve her bir alan kendi süresinde pozlandırılmıştır.

Arka poz süresi olarak; kullanılan kalıba ait ideal rölyef derinliği olan 0,65mm'nin elde edilmesini sağlayan 40 saniye belirlenmiştir. Ana poz testi sonucunda belirlenen 10 dakika arka poz süresi olarak belirlenmiştir. Bitirme poz ve son poz süreleri kalıp üreticisinin belirlediği standart olan 5 dakika olarak uygulanmıştır.

Arka poz ve ana poz testlerinde üretici firmanın standart olarak sunduğu indirme parametreleri kullanılmıştır.

2.1.4. Bilgisayardan Kalıba Görüntü İşleme Makinesi

Bilgisayarda hazırlanan test skalası kalıp üzerindeki şablon tabakasına Esko CDI Spark 4835 görüntü işleme makinesi kullanılarak hazırlandı. Görüntü işleme makinesi Yag-Lazer ile kalıp üzerinde bulunan şablon tabakasını yakarak görüntü şablonunu oluşturur. Bu şablon tabakası üzerinde görüntü olan yerler yakılmış olacağı için ana poz sürecinde sadece maskelenmeyen bölgeler ışığı geçirmektedir [46,47].



Şekil 2.4.Bilgisayardan Kalıba Görüntü İşleme Makinesi

Tablo 2.3. Bilgisayardan kalıba görüntü işleme makinesinin özellikleri

Lineer Hız	Alan	İmaj İşleme Hızı
V-hız(Çok hızlı)	Kalıplar: 43 mm/min	4260: 4.3 m ² / saat
Medya Özellikleri	Kalıp İşleme	
Kalıp Türü	Dijital fleksografik ve tipo kalıbı polyester tabanlı (Max. 4000ppi)	
Kalıp Ölçüsü	1200 x 900 mm	
Kalıp Kalınlığı	0,76 to 6,35mm	
Ölçü (y x g x d)	2100 x 1100 x 1160 mm	

2.1.5. Termal Kalıp İndirme Makinesi

Hazırlanan kalıplar DuPont Cyrel FAST 1000TD cihazı kullanılarak termal olarak indirilmiştir. Termal kalıp indirme makinesi; kalıbın yapısına ve özelliğine göre standart programlar kullanarak indirme işlemini gerçekleştirmektedir.



Şekil 2.5. Termal Kalıp İndirme Makinesi

Tablo 2.4. Termal Kalıp İndirme Makinesinin Özellikleri

Makine Özellikleri	
Ekipman adı	DuPont™ Cyrel® FAST 1000 TD
Maksimum kalıp genişliği	900 mm – 36 inch
Minimum kalıp uzunluğu	254 mm – 10 inch
Maksimum kalıp uzunluğu	1200 mm – 48 inch
Maksimum kalıp kalınlığı	2,84 mm
Basıncılı hava	112 litre/dakika (nem ihtiva etmeyen)
Ortam bilgileri	Ortam sıcaklık aralığı 8.3°C ile 29.4°C – 65°F to 85°F

Termal kalıp indirme makinesi; DFH 1,7 kalıplar için standart olarak 11 dönüş gerçekleştirerek kalıbı indirmektedir. Bu süreçte uygulanan parametreler aşağıdaki gibidir;

DFH 1,7 Standart Program			
Tur Sayısı	Basınç (%)	Hız (inç/d)	IR (%)
1	100	25	80
2	100	30	80
3	90	30	80
4	90	30	70
5	90	30	70
6	80	35	70
7	80	35	60
8	70	40	60
9	70	40	60
10	60	40	60
11	60	40	50

Standart programda 11 dönüşten sonra relief derinliği 0,6 – 0,7 mm aralığına ulaştığında (0,65 ideal kabul edilmektedir) kalıp makinenin dışına alınır.

Hazırlanan kalıplar; standart kalıp ve deney tasarım programı ile kriterleri belirlenen 27 kalıp termal olarak indirilmiştir.

2.1.6. Baskı Makinesi

Baskı işlemi Art Ambalaj baskı bölümündeki Bielloni marka (Şekil2.6) makinede basıldı. Makine hızı dakikada 150m olacak şekilde ayarlandı. Normalde 8 renk basabilme makinenin 7 renk ünitesi iptal edilerek hazırlanan magenta mürekkep ile baskıya girildi. Makinenin genel özellikleri:

- Renk istasyon adedi : 8
- Baskı hızı : 250m/min
- Tekrar uzunluğu : 300 – 800mm
- Baskı genişliği : 1200mm
- Otomatik pre-register ayarı
- Kapalı doktor blade sistemi

Drum, aniloks, kalıp bileşenlerinin otomatik senkronizasyonu.



Şekil 2.6. Baskı Makinesi

2.1.7. Mürekkep

Deneysel çalışmada Kolorkim firmasının, Euroflex-r serisi solvent bazlı magenta mürekkebi kullanılmıştır. Baskı için önce mürekkep vizkositesi 18-19 Dync aralığında

ayarlanıp, Etil Alkolle bomesi 99,6 olacak şekilde inceltilmiştir. Üretici firmadan alınan mürekkep özelliği aşağıda verilmiştir.

Mürekkeple kullanılan baskıaltı malzemesi çeşitleri; OPP/BOPP/Metalize OPP/HDPE/LDPE/Kağıt/Laklı Alüminyum Folyo.

Teknik Özellikleri

- Yüksek parlaklık
- Yüksek kuru sürtünme direnci
- İyi mürekkep transferi
- Yüksek renk şiddeti
- Üretim Viskozitesi : 30-35s/D4/25°C

Baskı Şartları

- Baskı Viskozitesi:
 - Flekso sıyırma bıçaklı : 18s/D4/25°C
 - Mürekkebin Baskı Viskozitesi Hazırlığı:
 - Flekso için: %80 Etil Alkol %20 Etil asetat karışımı (4-1)
 - Kuruma Süresi Ayarlayıcılar
 - Hızlandırıcı : Etil asetat
 - Yavaşlatıcı : Etoksiprapanol veya Metoksiprapanol

2.1.8. Baskıaltı Malzemesi

40 mikron kalınlığında beyaz LDPE malzeme kullanıldı. Baskı uzunluğu ayar süreci ile birlikte 7000m.

2.1.9. Nokta Ölçüm Cihazı

Flekso baskı tekniğinde kullanılan filmlerin, kalıpların ve basılı materyallerin üzerindeki, nokta ve çizgilerin görüntülenmesi ve ölçülmesinde kullanılan cihazdır.

Yüksek çözünürlüklü kamerası ve görüntü tanıma sistemi ile VipFLEX nokta da dahil olmak üzere, nokta alanı, nokta boyutu, tram sıklığı, tram ton değeri, kenar faktörü gibi önemli parametrelerin tümünü ölçmektedir. VipFLEX cihazı ile flekso baskı kalıpları

üzerindeki ve baskıaltı malzemesi üzerindeki farklı transıklığı ve farklı tram ton değerlerinin ölçümü gerçekleştirilmiştir.



Şekil 2.7. Vipflex ölçüm cihazı

2.1.10. Mikroskop

Test skalası üzerindeki erkek – dişi yazı ve çizgilerin görsel değerlendirilmesi ve kalınlıkların ölçülmesi için Leica Stereo Mikroskop kullanıldı. Mikroskop çekimleri baskı kalıpları üzerinden ve baskılar üzerinden çekimi yapılacak objenin büyüklüğüne göre 16, 32, 80 ve 100 kez büyütülerek gerekli ölçümler yapıldı. Mikroskopun genel özellikleri:

- Lecica Stereomikroskop S8APO
- Vizör – 16x/16 10447133
- Kamera – Leica DFC290 10447367 0,63x

Leica L2 ışık kaynağı



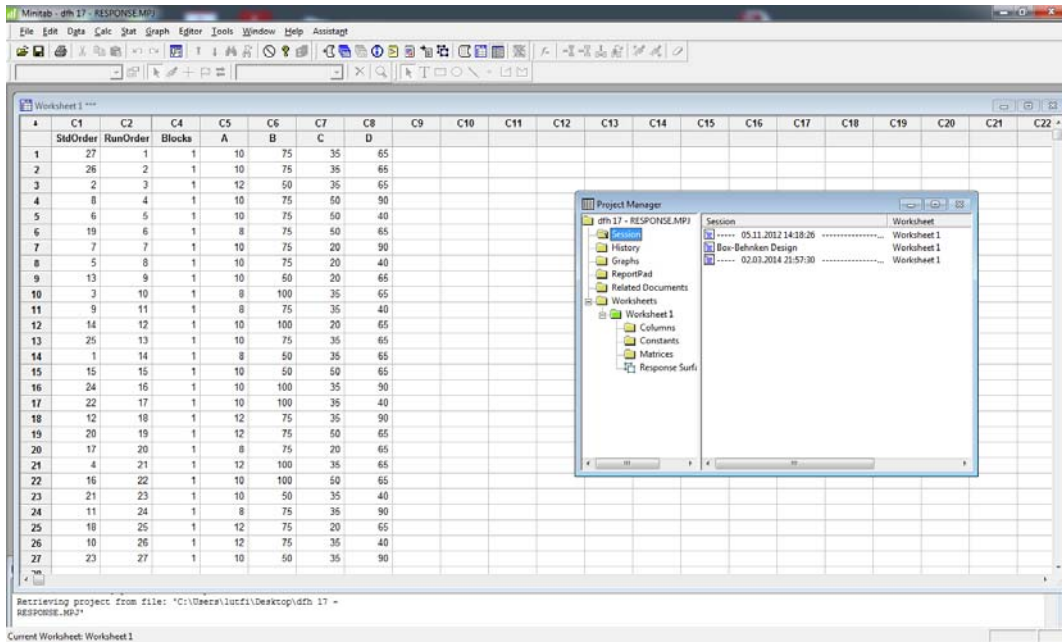
Şekil 2.8. Mikroskop

2.1.11. Deney Tasarım Yazılımı

Hücre – kolon bazlı çalışan deney tasarımı ve istatistiksel analiz gerçekleştiren yazılımdır. Çalışma sayfaları, grafik ve analiz pencereleri gibi alt bileşenlerden oluşmaktadır. Deney tasarım metodları; en az deney ile en fazla sonuç elde etmek için değişkenlerin deney kombinasyonlarını düzenleyen metodları içermektedir. Deney tasarım yöntemleri düzenlendiği deney sayısına ve etkili sonuçlar çıkarma kabiliyetleri açısından birbirinden ayrılmaktadır. Deney tasarımı elde var olan opsiyonların seçimi ile ilgilidir.

Deney tasarımı; dijital termal kalıp indirme parametrelerinin değişken sayısı ve parametre sayısı nedeniyle yanıt yüzeyi (Response Surface) optimizasyon metodu kullanılmıştır. Yanıt yüzeyi metodu ürün geliştirme sürecinde çok kriterli karar verme durumlarında kullanılan önemli yöntemlerden biridir. Bilimsel deney tasarımı yöntemlerini kullanarak hazırlanan; bağımsız değişkenlerin 2den çok olduğu durumlarda deney tablosundaki faktörlerin maksimum ve minimum değerleri arasındaki durumların analizinde kullanılan en etkin metoddur.

Dijital termal kalıp indirme sürecindeki parametreler; Minitab programında yanıt yüzeyi (Response Surface) optimizasyon metodunu oluşturmuştur. Bu metod ile ortaya çıkan test değerleri uygulanarak kalıplar üretilmiştir.



The screenshot displays the Minitab software interface. The main window shows a worksheet with a design table. The table has columns for StdOrder, RunOrder, Blocks, A, B, C, D, and C9 through C22. The data is as follows:

#	C1	C2	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14	C15	C16	C17	C18	C19	C20	C21	C22
1	27	1	1	10	75	35	65														
2	26	2	1	10	75	35	65														
3	2	3	1	12	50	35	65														
4	8	4	1	10	75	50	90														
5	6	5	1	10	75	50	40														
6	19	6	1	8	75	50	65														
7	7	7	1	10	75	20	90														
8	5	8	1	10	75	20	40														
9	13	9	1	10	50	20	65														
10	3	10	1	8	100	35	65														
11	9	11	1	8	75	35	40														
12	14	12	1	10	100	20	65														
13	25	13	1	10	75	35	65														
14	1	14	1	8	50	35	65														
15	15	15	1	10	50	50	65														
16	24	16	1	10	100	35	90														
17	22	17	1	10	100	35	40														
18	12	18	1	12	75	35	90														
19	20	19	1	12	75	50	65														
20	17	20	1	8	75	20	65														
21	4	21	1	12	100	35	65														
22	16	22	1	10	100	50	65														
23	21	23	1	10	50	35	40														
24	11	24	1	8	75	35	90														
25	18	25	1	12	75	20	65														
26	10	26	1	12	75	35	40														
27	23	27	1	10	50	35	90														

The Project Manager window is open, showing a tree view of the project structure. The 'Response Surfi' folder is selected. The 'Session' window is also open, showing the date and time of the session: 05.11.2012 14:38:26. The 'Worksheet' window is also open, showing the current worksheet: Worksheet 1.

Şekil 2.8. Deney tasarım programı test ara yüzü.

Bölüm 3 - Bulgular ve Tartışma

Tezde kullanılan dijital termal flekso baskı kalıpları, sektörde esnek ambalaj baskısında en çok kullanılan DuPont firmasının 1.7 mm kalınlığındaki DFH 67 kod numaralı kalıbıdır. Test kalıpları için bu firmanın 1.7 mm kalıplar için önerdiği rölyef derinliğini elde edebilmek için gerekli olan arka poz testi yapılarak arka poz 40 saniye olarak tespit edilmiş ve hazırlanan bütün kalıplarda aynı arkapoz süresi kullanılmıştır. Dupont firmasının kendi kalıpları için önerdiği standart ana poz test prosedürü uygulanarak ana poz süresi 600s (10dakika) olarak belirlenmiş ve hazırlanan bütün kalıplarda aynı anapoz süresi kullanılmıştır. Bitirme ve son poz süreleri kalıp üretici firmanın 1.7 mm kalınlığındaki kalıplar için önerdiği süreler olan 300s (5dk) kullanılmıştır.

Uygulanan testlerde; kalıp, arka poz süresi, bilgisayardan kalıba sistemi, test skalası, ana poz süresi, son poz ve bitirme poz süreleri test parametrelerinin sabitlerini oluşturmaktadır. Dijital termal kalıpların hazırlığındaki indirme parametreleri kalıp üzerinde oluşan görüntünün kalitesini ve dolayısıyla baskı kalitesini belirlemektedir. Test çalışmalarının değişkenleri olan; tur sayısı, uygulanan basınç yüzdesi, indirme hızı ve infrared ısıtma yüzdesi parametreleri Minitab programında analiz edilerek, yapılacak olan testler ve test sıralaması tasarlanmıştır. Bu güne kadar yapılan araştırmalarda cihazın standart değerleri değiştirilmeden ve uygulanan basınç yüzdesi, indirme hızı ve infrared ısıtma yüzdesi parametreleri değiştirilmeden inceleme çalışmaları yapılmaktaydı. Bu çalışmada dijital termal kalıp indirme cihazının yönetim paneli kullanılarak, tur sayısı, basınç uygulama yüzdesi, IR ısıtıcı kullanım yüzdesi ve indirme hızı parametreleri değiştirilmiş ve bu parametrelerin baskı kalitesine etkisi incelenmiştir.

Böylece standart dijital termal kalıp indirme süreci üretici firma standartlarına göre yaklaşık RunOrder16 ile %10 ve RunOrder6 ile %27 daha ekonomik, RunOrder16 ile %4 ve RunOrder6 ile %15,5 daha kısa sürede verimli olarak gerçekleştirilmiştir. Geliştirilen bu metodla elde edilen kalıpların kalitesi gerçek üretim şartlarında, bakımı ve ayarları yapılmış flekso baskı makinesi ile polietilen malzeme üzerine yapılan baskılarla kanıtlanmıştır.

Flekso baskı kalıpları hazırlanmadan önce deney tasarımı yazılımında uygulanacak parametrelerin veri girişi ve değerlendirilmesi yapılmıştır. Test değişkenleri olan; tur sayısı, uygulanan basınç yüzdesi, indirme hızı ve infrared ısıtma yüzdesi parametrelerinin çok kriterli karar verme durumunda olması nedeniyle deney tasarım metodu olarak ‘Yanıt Yüzeyi Optimizasyon Metodu’ kullanılmasının gerekliliği; deney tasarım programının metodları analiz edilerek ve daha önce yapılan akademik çalışmalar baz alınarak belirlenmiştir [15]. Yanıt yüzeyi optimizasyon methodu mühendislikte çok kriterli karar verme durumlarında kullanılan en uygun methoddur [15].

Tablo 3.1. Minitab Programında Yanıt Yüzeyi Optimizasyon Metodu ile Kalıp Parametrelerine Göre Tasarlanan Testler ve Parametreleri

StdOrder	RunOrder	Tur Sayısı	Basınç (%)	Hız (inç/d)	IR (%)
27	1	10	75	35	65
26	2	10	75	35	65
2	3	12	50	35	65
8	4	10	75	50	90
6	5	10	75	50	40
19	6	8	75	50	65
7	7	10	75	20	90
5	8	10	75	20	40
13	9	10	50	20	65
3	10	8	100	35	65
9	11	8	75	35	40
14	12	10	100	20	65
25	13	10	75	35	65
1	14	8	50	35	65
15	15	10	50	50	65
24	16	10	100	35	90
22	17	10	100	35	40
12	18	12	75	35	90
20	19	12	75	50	65
17	20	8	75	20	65
4	21	12	100	35	65
16	22	10	100	50	65
21	23	10	50	35	40
11	24	8	75	35	90
18	25	12	75	20	65
10	26	12	75	35	40
23	27	10	50	35	90

Hazırlanan test parametreleri RunOrder olarak numaralandırılmıştır. Yanıt yüzeyi optimizasyon methodu ile 27 adet test kalıbı ve bunlara ait parametreler Tablo 3.1. de görülmektedir. Dijital termal kalıp hazırlama parametrelerine bağlı olarak oluşturulan bu testler StdOrder sıralaması ile uygulanarak test tutarlılığı sağlanmıştır. Deney tasarım

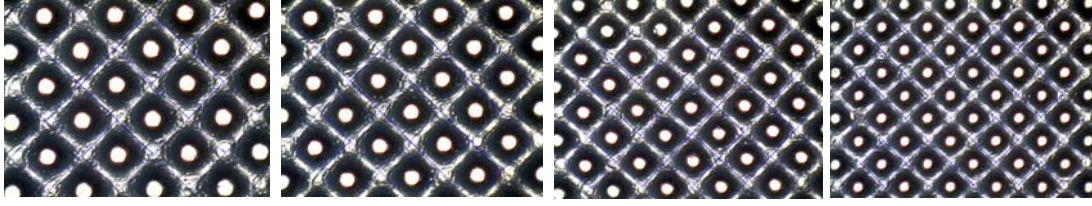
yazılımı ile belirlenen 27 adet kalıp ve Dupont firmasının standart değerleri ile üretilen 28. kalıp testlerde kullanılacak kalıplardır.

3.1. Baskı Öncesi Testleri ve Bulgular

Deney tasarımı yazılımında oluşturulan test parametrelerinin uygulanacağı bu kalıplara öncelikle 40s arka poz verilmiş ve bilgisayardan kalıba görüntü işleme makinesi ile test skalası kalıplar üzerindeki şablon tabakada oluşturulmuştur. Şablon tabakaya görüntü aktarımından sonra kalıplara 600s (10 dakika) ana poz verilmiş ve kalıplar üzerinde görüntü oluşum sürecine başlanmıştır.

Baskı öncesi uygulanan testler ve kalıplar üzerinden yapılan ölçümler ise aşağıdaki gibidir;

- Her kalıp bilgisayardan kalıba sistemi ile üzerlerine test skalası işlendikten sonra ana poz verilmiş, indirme işlemine tabi tutulmadan önce şablon tabaka üzerinden tram ton değerleri ölçülmüştür. Kalıplar indirilip, son poz ve bitirme pozu uygulandıktan sonra kalıp üzerindeki tram ton değerleri % cinsinden nokta ölçüm cihazı ile ölçülmüştür.
- Kalıplar indirme işleminden önce ve sonra hassas terazi ile tartılarak indirme sürecinde kalıp üzerinden ağırlık olarak ne kadar polimer alındığı tespit edilmiştir.
- Her kalıp hazırlandıktan sonra sertliği shore metre ile ölçülmüştür.
- Her kalıbın rölyef derinliği mikro metre ile ölçülmüştür.
- Kalıplar hazırlandıktan sonra dijital mikroskop ile kalıp üzerindeki çizgilerin kalınlıkları, kalıbın kesiti alınarak mm cinsinden ölçülmüştür.
- Kalıplar hazırlandıktan sonra dijital mikroskop ile farklı tram sıklıklarında ve farklı tram ton değerlerindeki tram noktası rölyef derinliği, kalıbın kesiti alınarak mm cinsinden ölçülmüştür.
- Kalıplar hazırlandıktan sonra dijital mikroskop ile farklı tram sıklıklarında ve farklı tram ton değerlerindeki tram noktalarının omuz açıları, kalıbın kesiti alınarak derece cinsinden ölçülmüştür.



a) 34 lpc

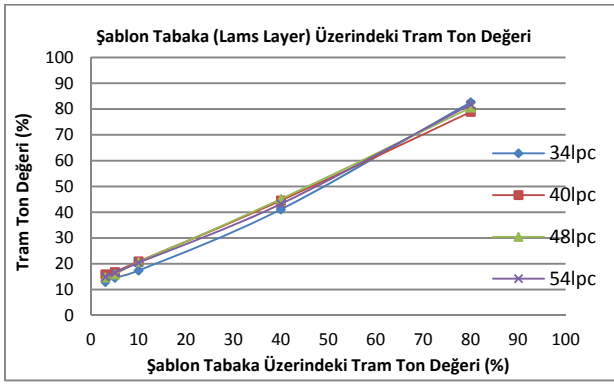
b) 40 lpc

c) 48 lpc

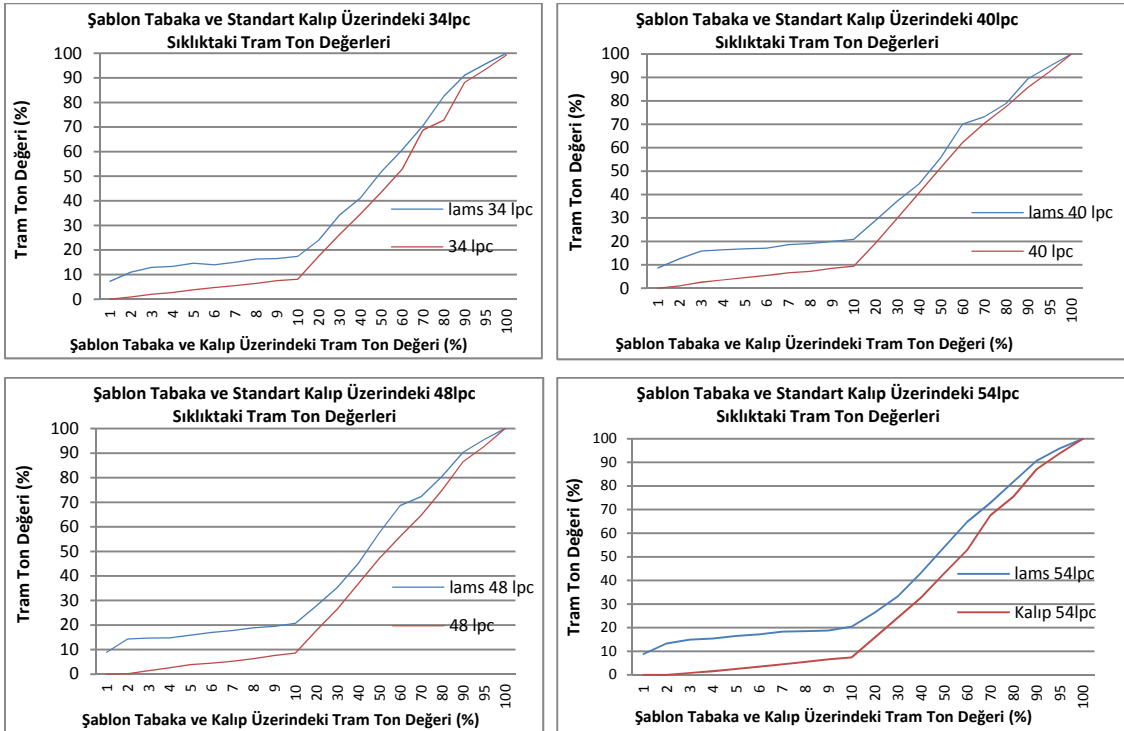
d) 54 lpc

Şekil 3.1. Şablon Tabakadaki %10'luk Noktanın Nokta Ölçüm Cihazında 64x Büyütülmüş Görüntüsü

Tablo 3.2. Şablon Tabaka (Lams Layer) Üzerindeki Tram Ton Değeri Grafiği



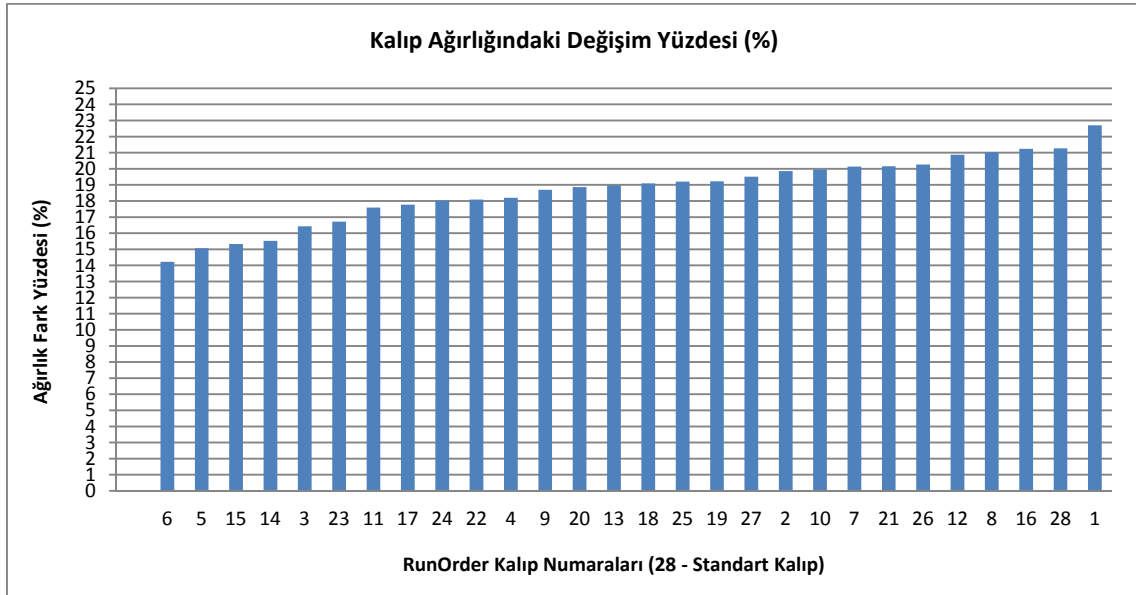
Tablo 3.3. Şablon Tabaka ve Standart Kalıp Üzerindeki 54lpc Sıklığındaki Tram Ton Değerleri Grafiği



Şablon tabaka üzerinde oluşan tram noktaları termal metotla indirilmeden önce ölçülmüştür. Tablo 3.2.'de görüldüğü gibi şablon tabaka üzerindeki tram ton değeri farklı tram sıklıkları için birbirine yakın bir dağılım göstermektedir. Tablo 3.3.'de ise şablon tabaka üzerindeki tram ton değeri ile indirilmiş kalıp üzerindeki tram ton değeri arasındaki fark görülmektedir. %10'a kadar olan tram noktalarının oluşturulmasında; şablon tabaka üzerindeki nokta büyüklük farkları %15 daha fazla oluşmaktadır. Şablon tabaka üzerindeki tram noktalarının göstermiş olduğu bu oluşum; özellikle kalıp üzerindeki tram başlangıcının belirlendiği bump-up curve'un ayarlanmasında baz alınabilir bir veri sunmaktadır.

Uygulanan parametrelerle termal olarak indirilen kalıplara son poz ve bitirme pozu 5 er dakika olarak uygulanmıştır. Elde edilen kalıpların indirme sürecinin öncesinde ve sonrasında ağırlık farkları ölçülmüş ve ne kadar polimerin kalıptan söküldüğü ölçülmüştür.

Tablo 3.4. Test Kalıpları Ağırlık Fark Yüzdesi Grafiği (28. ; Üretici Firmanın Standart Parametreleri ile Elde Edilen Kalıp)



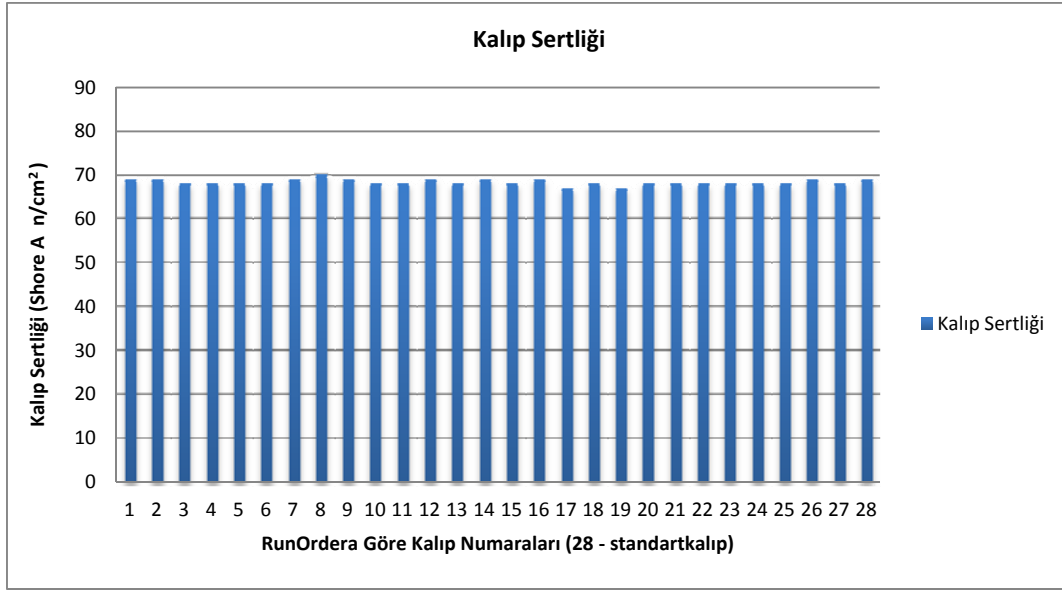
Tablo 3.4.'te test kalıplarının ağırlığındaki değişim yüzdesinin grafiği görülmektedir. Deney tasarım yazılımındaki parametrelerle elde edilen kalıplar ve üretici firmanın standart parametreleri ile elde edilen kalıp (28 numaralı kalıp) aynı şartlarda ve aynı terazi ile ölçülmüştür. Ölçümü gerçekleştirilen test kalıplarının; kalınlıkları, üzerlerinde

oluşturulan test skalası ve poz süreleri aynı olmasına rağmen uygulanan test parametrelerin, kalıp yüzeyinden sökülen fotopolimer oranında farklılık oluşturduğu görülmektedir. RunOrder1 numaralı parametrelerle indirilen kalıp en fazla, RunOrder6 numaralı parametrelerle indirilen kalıp ise en az polimeri kalıp yüzeyinden kaldırmıştır.

Kalıp yüzeyinden sökülen fotopolimer oranının farklı olması; dijital termal kalıp indirme parametrelerinin kalıp üzerindeki fotopolimer miktarını ve dolayısı ile görüntü oluşumunu etkilediği görülmüştür.

Termal indirme işlemi tamamlandıktan sonra kalıpların sertliği shore metre ile ölçülmüştür.

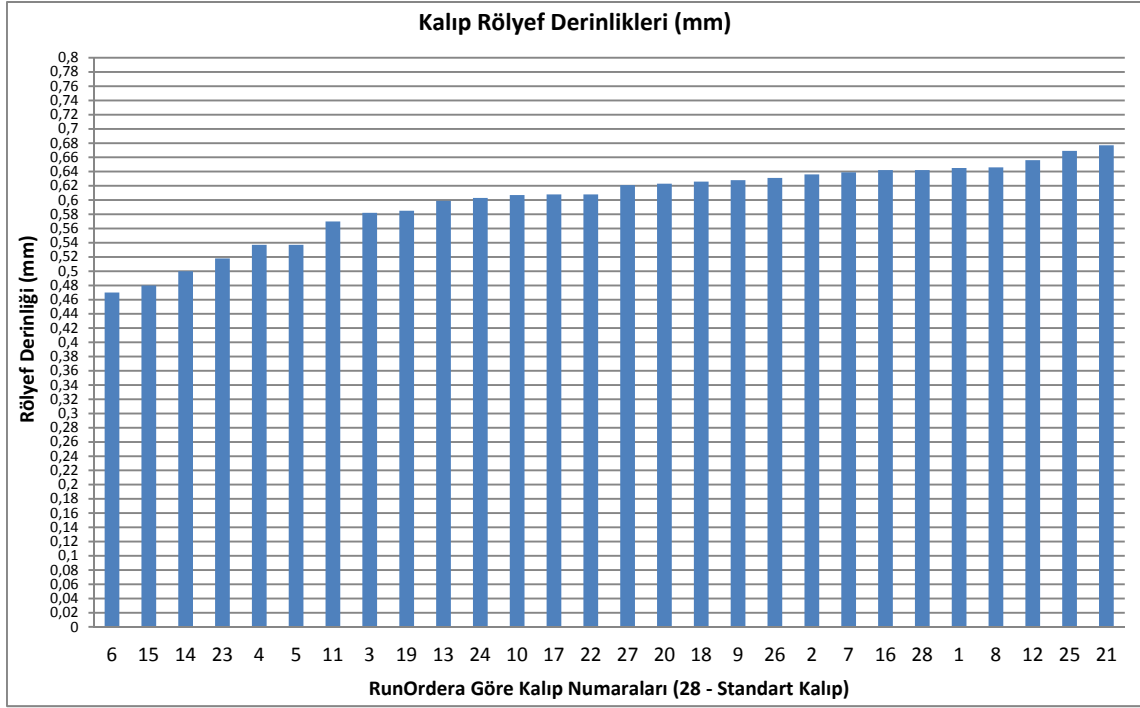
Tablo 3.5. Test Kalıplarının Sertlik Grafiği



Baskı sürecinde mürekkep aktarımına etki eden en önemli faktörlerden biri de kalıp sertliğidir. Farklı indirme parametrelerinde indirilmiş kalıpların sertlikleri arasında fark olmadığı Tablo 3.5.'te görülmektedir. Böylelikle; dijital termal kalıplar farklı parametrelerde indirilseler bile sertliklerindeki değişimin göz ardı edilebilecek değerde (69 ± 1 Shore A) belirlenmiştir.

Ağırlık farkı ölçümünden sonra test kalıplarının rölyef derinliği mikro metre ile ölçülmüş, değişkenlerin rölyef derinliğine etkisi tespit edilmiştir.

Tablo 3.6. Test Kalıpları Rölyef Derinlikleri Grafiği



Tablo 3.6.'da görüldüğü gibi; en düşük rölyef derinliği RunOrder6 kalıbında, en fazla rölyef derinliği ise RunOrder21 kalıbında oluşmuştur. Standart kalıbın rölyef derinliği ile aynı değerde rölyef derinliği RunOrder16 numaralı parametrelerin uygulandığı test kalıbında elde edilmiştir. Kalıp yapımındaki parametreler olan; tur sayısı, basınç uygulama yüzdesi, hız ve infrared ısıtma yüzdesi parametrelerinin bu değişimin temel nedenini oluşturduğu belirlenmiştir.

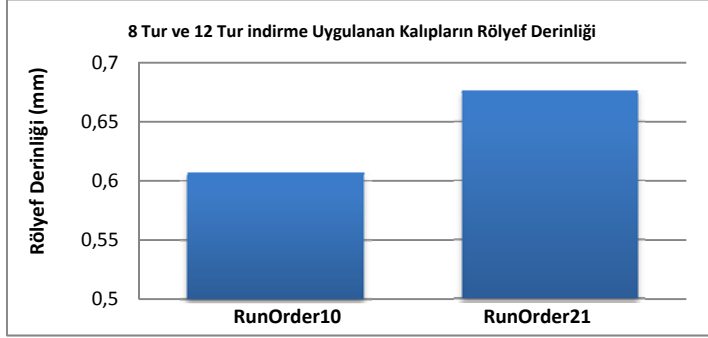
Rölyef derinliği ölçümünden sonra test kalıpları RunOrder numarasına göre uygulanan parametreler analiz edilmiş ve test çalışmalarının değişkenleri olan tur sayısı, uygulanan basınç yüzdesi, indirme hızı ve infrared ısıtma yüzdesi parametrelerinin rölyef derinliğine etkisinin grafikleri çıkartılmıştır.

3.1.1. Tur Sayısının Rölyef Derinliğine Etkisi

Kalıp indirme parametrelerinden tur sayısının rölyef derinliğine etkisinin belirlenebilmesi için öncelikle minimum ve maksimum tur sayılarında indirilmiş kalıplar belirlenmiştir. Belirlenen bu kalıplar RunOrder10 ve RunOrder21 numaralı kalıplardır. Bu kalıpların indirilmesindeki diğer parametreler olan basınç uygulama yüzdesi (%100), hız (35inç/d) ve infrared ısıtma yüzdesi (%65) değerleri sabit

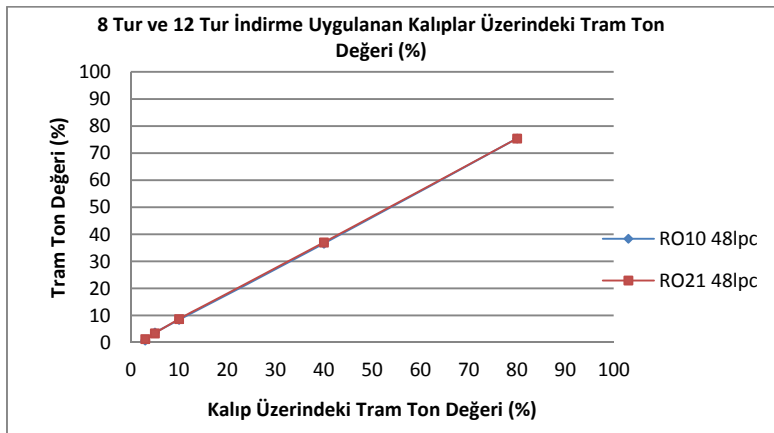
tutulmuş, tur sayıları ise değişken olarak belirlenmiştir. RunOrder 10 numaralı kalıp 8 tur sayısında, RunOrder 21 numaralı kalıp ise 12 tur sayısında indirilmiştir.

Tablo 3.7. Farklı Tur Sayılarında İndirilen Kalıpların Rölyef Derinliği



Tablo 3.7.'de 8 ve 12 turda indirilen kalıplar arasındaki rölyef derinliği farkı görülmektedir. Kalıpların rölyef derinlikleri ise; RunOrder10'da 0,607mm, RunOrder21'de ise 0,677mm dir. Test çalışması içerisinde uygulanan en az olan 8 tur ve en fazla tur sayısı olan 12 olması durumlarının test edilmesi sonucu; tur sayısının 8'den 12'ye çıkmasının (%50 fazla tur sayısı uygulanmasının) rölyef derinliğini %10,34 oranında etkilediği tespit edilmiştir. RunOrder10'da %19,95, RunOrder21 de ise %20,15 oranında gerçekleşen kalıp ağırlıklarındaki değişim yüzdeleri de oluşan bu rölyef derinliği farkını doğrulamaktadır.

Tablo 3.8. Farklı Tur Sayılarında İndirilen Kalıplar Üzerindeki Tram Ton Değeri Grafiği

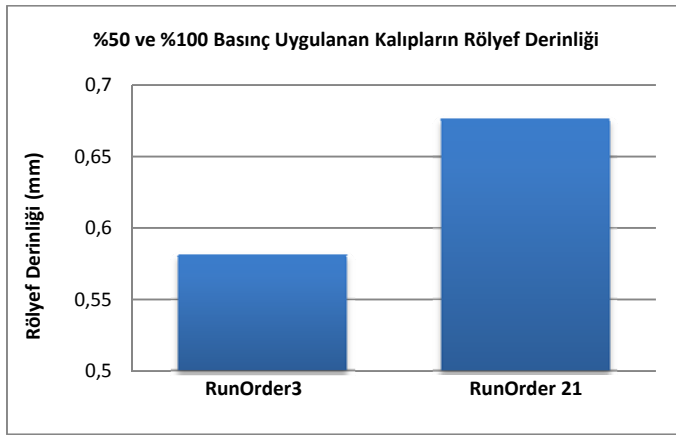


8 ve 12 turda indirilmiş kalıplar üzerindeki tram ton değerlerine bakıldığında ise; nokta eğrileri arasında fark olmadığı, rölyef derinlikleri farklı olmasına rağmen kalıp üzerindeki nokta büyüklükleri arasında fark olmadığı Tablo 3.8.'de görülmektedir.

3.1.2. Basınç Yüzdesinin Rölyef Derinliğine Etkisi

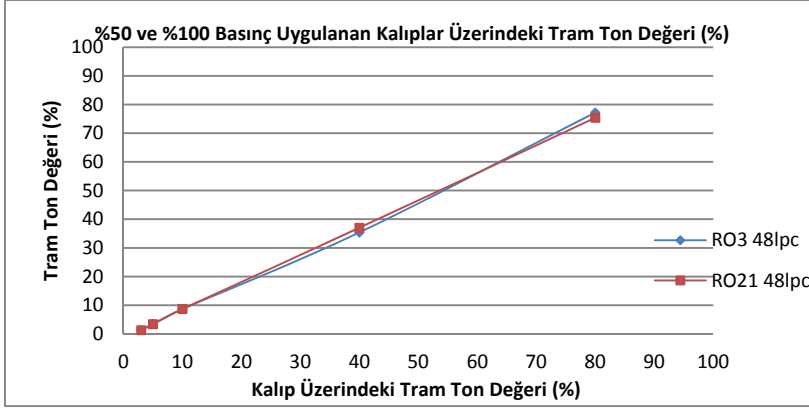
Uygulanan basınç yüzdesinin rölyef derinliğine etkisinin belirlenebilmesi için öncelikle %50 ve %100 basınç yüzdesi uygulanarak indirilmiş kalıplar belirlenmiştir. Belirlenen bu kalıplar RunOrder3 ve RunOrder21 numaralı kalıplardır. Bu kalıpların indirilmesindeki diğer parametreler olan tur sayısı (12) hız (35inç/d) ve infrared ısıtma yüzdesi (%65) değerleri sabit tutulmuş, basınç uygulama yüzdesi ise değişken olarak belirlenmiştir. RunOrder 3 numaralı kalıp %50 basınç değerinde, RunOrder 21 numaralı kalıp ise %100 basınç değerinde indirilmiştir.

Tablo 3.9. Farklı Basınç Yüzdesi Uygulanarak İndirilen Kalıpların Rölyef Derinliği



Tablo 3.9.'da %50 ve %100 basınç uygulanarak indirilen kalıplar arasındaki rölyef derinliği farkı görülmektedir. Uygulanan bu parametreler sonucu oluşan rölyef derinlikleri ise; RunOrder3 numaralı kalıpta 0,582mm, RunOrder21 numaralı kalıpta ise 0,677mm dir. Test çalışması içerisinde; dijital termal kalıp yapım parametrelerinin olan basınç uygulama yüzdesinin en az olduğu durum olan %50 ve en fazla olduğu %100 durumlarının test edilmesi sonucu; basınç uygulama yüzdesinin %50 artırılmasının rölyef derinliğini %14,04 oranında etkilediği tespit edilmiştir. RunOrder3'te %16,43, RunOrder21 de ise %20,15 oranında gerçekleşen kalıp ağırlıklarındaki değişim yüzdeleri de oluşan bu rölyef derinliği farkını doğrulamaktadır.

Tablo 3.10. Farklı Basınç Yüzdesi Uygulanarak İndirilen Kalıplar Üzerindeki Tram Ton Değeri Grafiği

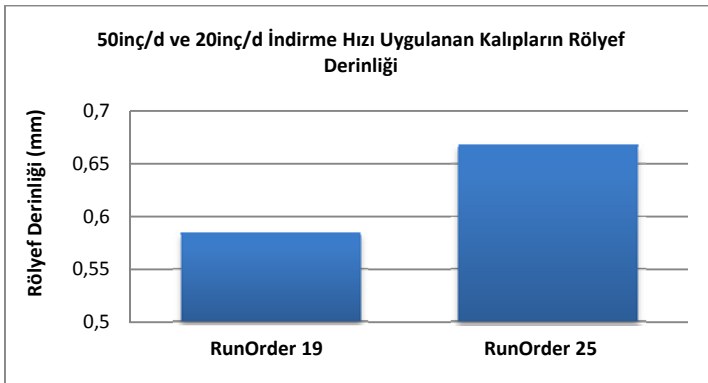


%50 ve %100 basınç uygulanarak indirilmiş kalıplar üzerindeki tram ton değerlerine bakıldığında ise; nokta eğrileri arasında göz ardı edilecek kadar fark olduğu, rölyef derinlikleri farklı olmasına rağmen kalıp üzerindeki nokta büyüklükleri arasında fark olmadığı Tablo 3.10.'da görülmektedir.

3.1.3. İndirme Hızının Rölyef Derinliğine Etkisi

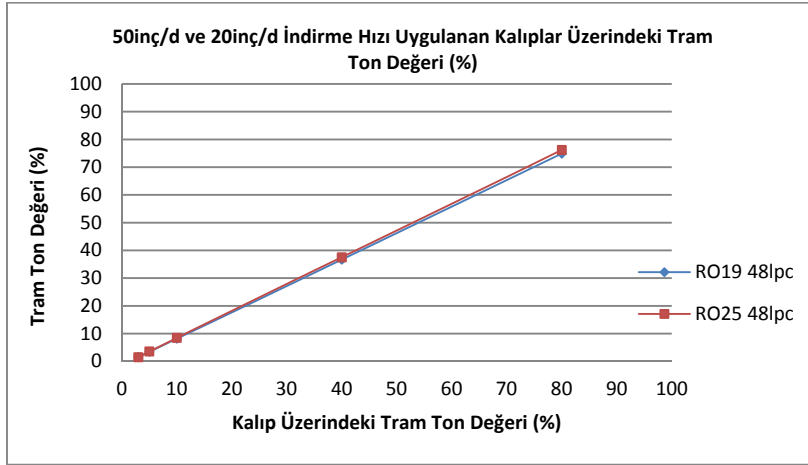
Kalıp indirme parametrelerinden indirme hızının rölyef derinliğine etkisinin belirlenebilmesi için öncelikle test kalıplarında uygulanan minimum hız olan 20inç/d ve maksimum hız olan 50inç/d değerleri ile indirilmiş kalıplar belirlenmiştir. Belirlenen bu kalıplar RunOrder19 ve RunOrder25 numaralı kalıplardır. Bu kalıpların indirilmesindeki diğer parametreler olan tur sayısı (12), uygulanan basınç yüzdesi (%75) ve infrared ısıtma yüzdesi (%65) değerleri sabit tutulmuş, indirme hızı ise değişken olarak belirlenmiştir. RunOrder19 numaralı kalıp 50inç/d hızında, RunOrder25 numaralı kalıp ise 20inç/d hızında indirilmiştir.

Tablo 3.11. Kalıplara Uygulanan İndirme Hızının Rölyef Derinliğine Etkisi



Tablo 3.11.'de 50inç/d ve 20inç/d hızlarda indirilen kalıplar arasındaki rölyef derinliği farkı görülmektedir. Uygulanan bu parametreler sonucu oluşan rölyef derinlikleri ise; RunOrder19 numaralı kalıpta 0,585mm, RunOrder25 numaralı kalıpta ise 0,669mm dir. Dijital termal kalıp yapımında indirme hızının test kalıpları içerisinde 50inç/d'dan 20inç/d'ya düşürülmesi durumunun (hızın %60 azaltılmasının) test edilmesi sonucu; indirme hızının rölyef derinliğini %12,56 oranında etkilediği tespit edilmiştir. Bu kalıpların ağırlık farklarındaki değişim ise; RunOrder19'da %19,22, RunOrder25'te ise %19,20 oranında gerçekleşmiştir.

Tablo 3.12. Farklı İndirme Hızı Uygulanarak İndirilen Kalıplar Üzerindeki Tram Ton Değeri Grafiği

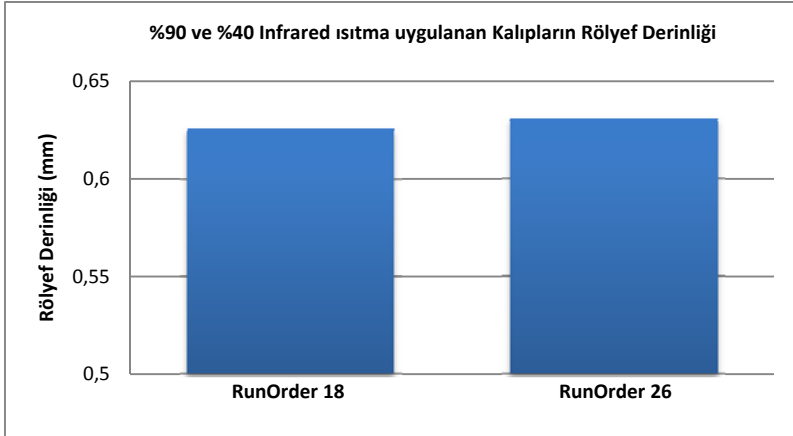


Tablo 3.12.'de; 50inç/d ve 20inç/d hızlarda indirilmiş kalıplar üzerindeki tram ton değerlerine bakıldığında ise; rölyef derinlikleri farklı olmasına rağmen kalıp üzerindeki nokta büyüklükleri arasında fark olmadığı görülmektedir.

3.1.4. Infrared Isıtma Yüzdesinin Rölyef Derinliğine Etkisi

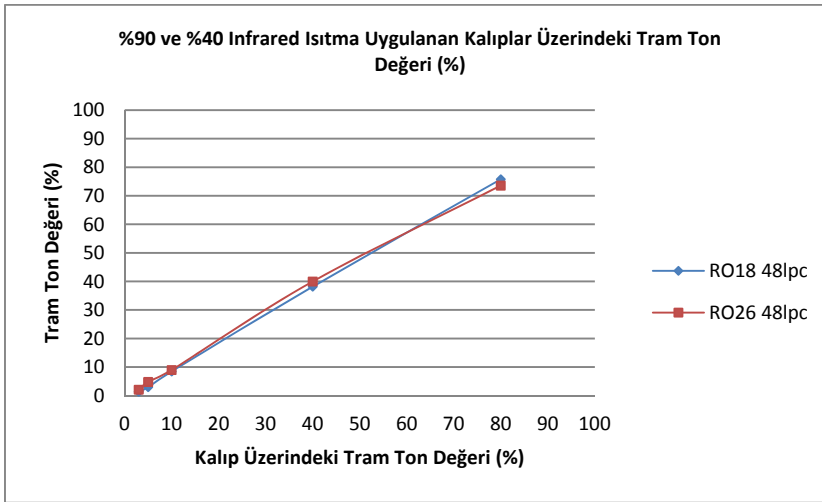
Infrared ısıtma yüzdesinin rölyef derinliğine etkisinin belirlenebilmesi için öncelikle test kalıplarına uygulanan minimum ısıtma yüzdesi olan %40 ve maksimum ısıtma yüzdesi olan %90 ısıtma yüzdesi uygulanmış kalıplar belirlenmiştir. Belirlenen bu kalıplar RunOrder18 ve RunOrder26 numaralı kalıplardır. Bu kalıpların indirilmesindeki diğer parametreler olan tur sayısı (12), uygulanan basınç yüzdesi (%75) ve indirme hızı (35inç/d) değerleri sabit tutulmuş, infrared ısı uygulama yüzdesi ise değişken olarak belirlenmiştir. RunOrder18 numaralı kalıba infrared ısıtma %90 oranında, RunOrder26 numaralı kalıba ise %40 oranında uygulanmıştır.

Tablo 3.13. Kalıplara Uygulanan Infrared Isıtmanın Rölyef Derinliğine Etkisi



Tablo 3.13.'de %90 ve %40 infrared ısıtma uygulanarak indirilen kalıplar arasındaki rölyef derinliği farkı görülmektedir. Uygulanan bu parametreler sonucu oluşan rölyef derinlikleri ise; RunOrder18 numaralı kalıpta 0,626mm, RunOrder26 numaralı kalıpta ise 0,631mm dir. Infrared ısıtmanın %90 uygulama yüzdesinden %40 uygulama yüzdesine düşürülmesinin test edilmesi sonucu; infrared ısıtma yüzdesinin %55,56 değişiminin rölyef derinliğini %0,8 oranında etkilediği tespit edilmiştir.

Tablo 3.14. Farklı Infrared Isıtma Uygulanarak İndirilen Kalıplar Üzerindeki Tram Ton Değeri Grafiği

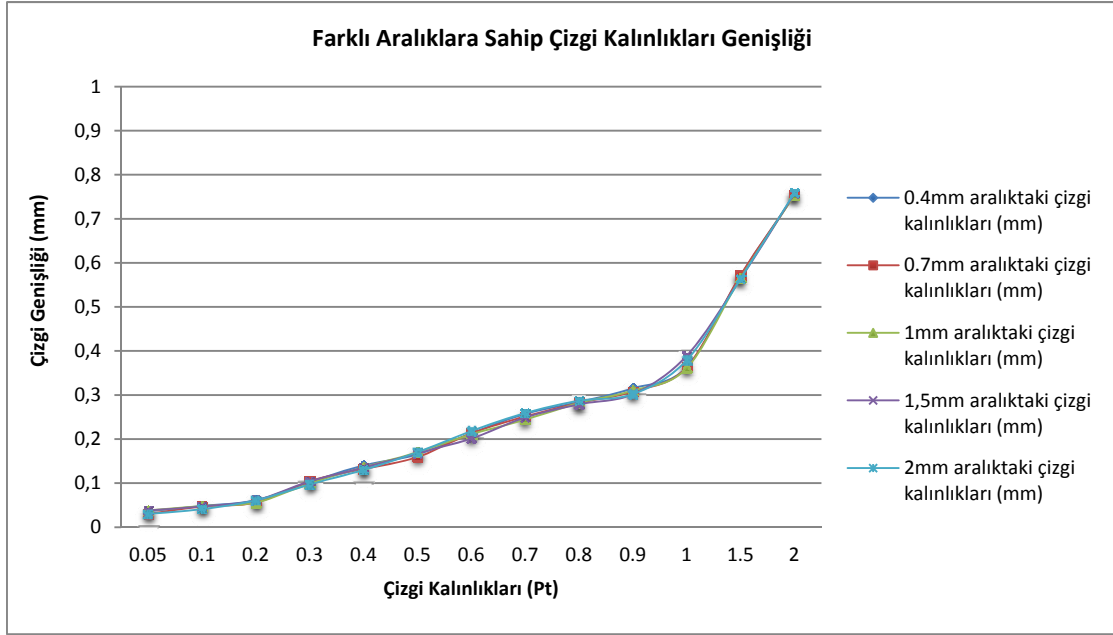


Tablo 3.14.'te; %90 ve %40 infrared ısıtma uygulanarak indirilmiş kalıplar üzerindeki tram ton değerlerine bakıldığında; nokta eğrileri arasında göz ardı edilebilecek kadar fark olduğu, rölyef derinlikleri arasındaki farkın da göz ardı edilebilecek düzeyde olduğu ve kalıp üzerindeki nokta büyüklükleri arasında fark olmadığı görülmektedir.

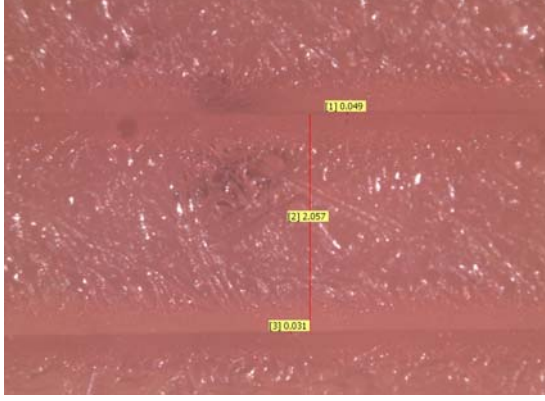
3.1.5. Kalıp Testi Bulguları

Termal indirme işlemi uygulanan kalıplara 300'er saniye (5'er dakika) son poz ve bitirme pozu uygulanmıştır. Böylelikle baskıya hazır duruma getirilen kalıplar üzerinden mikroskop ile çizgi özellikleri ve VipFlex cihazı ile nokta büyüklükleri ölçülmüştür.

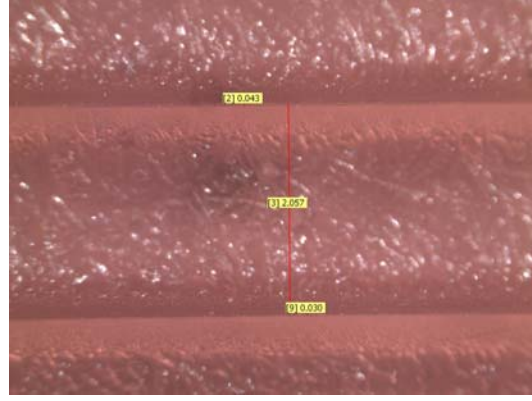
Tablo 3.15. Farklı Aralıklara Sahip Çizgi Kalınlıklarının Genişlik Değeri Grafiği



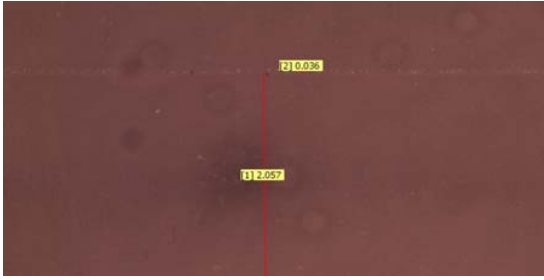
0.05, 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 0.9, 1, 1.5 ve 2 punto kalınlığında; 0.4mm, 0.7mm, 1mm, 1.5mm ve 2mm aralıklara sahip olarak yerleştirilen pozitif çizgilerin genişliklerinin ölçüm sonucu Tablo 1.15.'te görülmektedir. Yapılan ölçümler sonucunda farklı kalınlıktaki bu çizgilerin farklı aralıklarla yerleştirilmiş olmalarının kalıp üzerindeki kalınlıklarına etkisinin olmadığı belirlenmiştir.



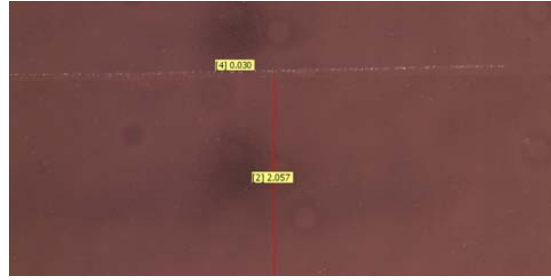
a) Pozitif Yatay Çizgi



b) Pozitif Dikey Çizgi



a) Negatif Yatay Çizgi



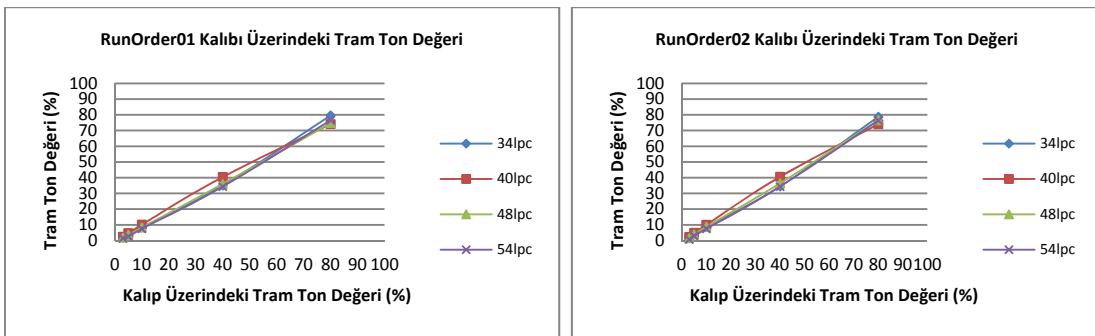
b) Negatif Dikey Çizgi

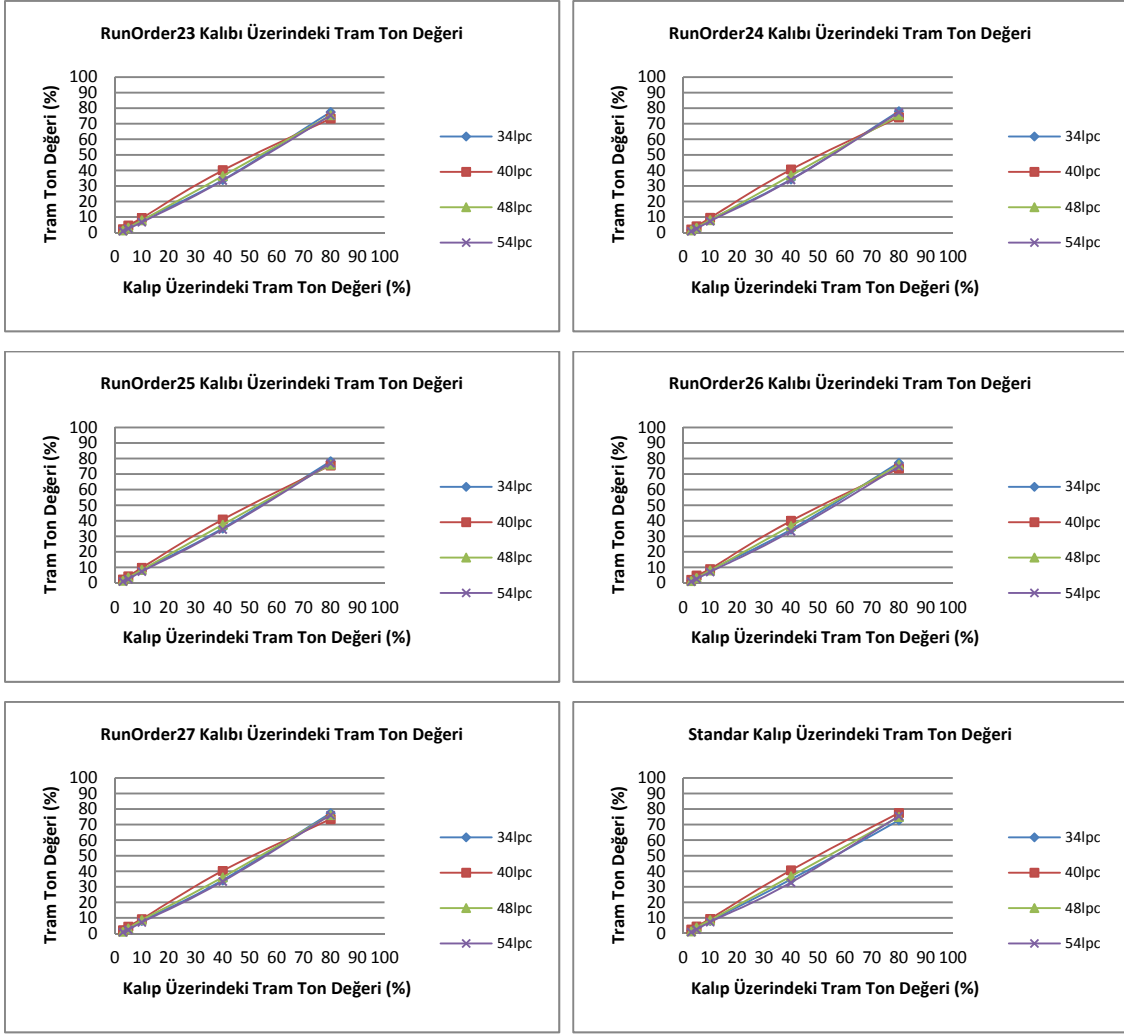
Şekil 3.2. 0,1 pt Kalınlıktaki Yatay Çizgilerin ve Dikey Çizgilerin Kalıp Üzerindeki Kalınlıklarının 128x Büyütülmüş Görüntüsü

Ölçümler sonucunda; çizgilerin yatayda veya dikeyde, pozitif veya negatif olmaları durumunun kalıp üzerindeki kalınlıklarında fark olmadığı tespit edilmiştir.

Hazırlanan kalıplar üzerindeki görüntü kalitesinin belirlenmesi ve baskı sürecinde kullanılacak test kalıplarının seçimi amacıyla test kalıpları üzerindeki tram ton değerleri ölçülmüştür. Gerçekleştirilen ölçümlerin grafikleri aşağıda (Tablo 3.14) verilmiştir.

Tablo 3.16. RunOrder Numaralarına Göre Hazırlanan Kalıplar Üzerindeki Tram Ton Değeri Grafikleri

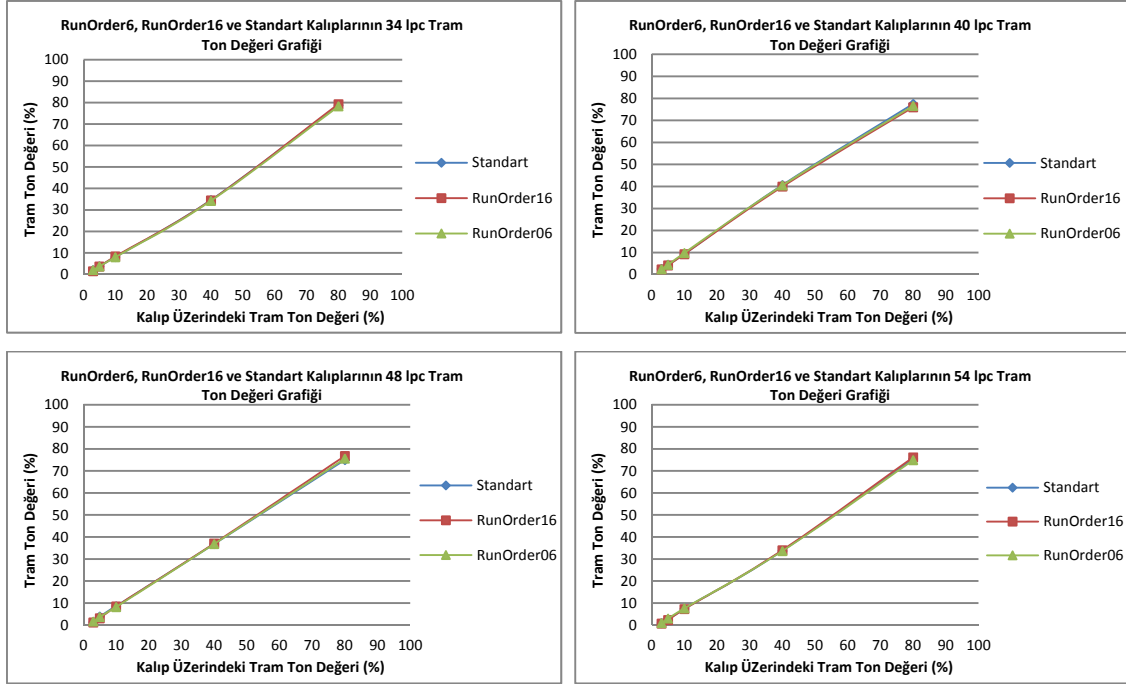




Kalıplar üzerindeki 34 lpc, 40 lpc, 48 lpc ve 54 lpc tram sıklığına sahip noktaların ölçüm sonucuna (Tablo 3.16.) göre 40lpc tram sıklığındaki tram ton değerlerinin 34, 48 ve 54lpc tram sıklığına sahip noktalardan daha yüksek olduğu, 34, 48 ve 54 lpc tram sıklığına sahip noktaların tram ton değerlerinin ise birbirine yakın büyüklükte oldukları belirlenmiştir.

Test baskılarında kullanılacak kalıpların seçiminde en önemli kriterlerden biri tram ton değeridir. Tablo 3.16'daki tram ton değeri grafikleri sonucuna göre DuPont firmasının standart kalıbı ile aynı tram ton değerine sahip olan RunOrder6 ve RunOrder16 kalıpları seçilmiştir. RunOrder6, RunOrder16 ve standart kalıp tram ton değeri karşılaştırmaları ise Tablo 3.17'de verilmiştir.

Tablo 3.17. RunOrder6, RunOrder16 ve Standart Kalıpların Tram Sıklığına Göre Tram Ton Değeri Grafikleri



Baskı testinde kullanılacak kalıplardan ilki olan RunOrder16 numaralı kalıbın, rölyef derinliği standart kalıbın rölyef derinliği olan 0,642mm'dir (Tablo3.6). RunOrder16 kalıbının tram ton değeri standart kalıp ile aynıdır (Tablo3.17). Baskı testinde kullanılacak olan RunOrder6 kalıbının ise tram ton değerleri standart kalıp ile aynı değerde (Tablo3.17) fakat rölyef derinliği ise 0,5mm'dir (Tablo3.6).

Böylece üretim parametreleri farklı tram ton değerleri aynı olan üç kalıp seçilmiştir.

Bu kalıplardan ilki; rölyef derinliği test kalıpları içerisinde en az rölyef derinliği olan 0,5mm, diğer kalıplardan biri standart parametrelerle indirilmiş 0,642mm rölyefe sahip kalıp, üçüncü kalıp ise standart kalıp ile aynı rölyef derinliğine (0,642) ve tram ton değerine sahip RunOrder16 kalıbıdır. Seçilen bu üç kalıbın baskı performanslarının karşılaştırılması için test baskısı yapılmasına karar verilmiştir.

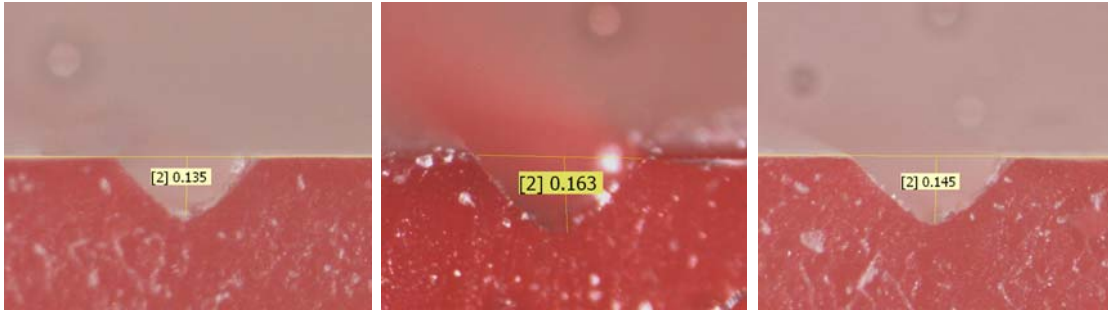
Tablo 3.18. RunOrder6 RunOrder16 Kalıplarının İndirme Parametreleri

RunOrder	Tur Sayısı	Basınç Uygulama Yüzdesi(%)	Hız (inç/d)	IR ısıtma (%)
6	8	75	50	65
16	10	100	35	90

RunOrder6 numaralı test kalıbı, 8 tur sayısında, %75 basınç altında, 50inç/d hızda ve %65 infrared ısıtma parametreleri kullanılarak, standart kalıbın tram ton değerleri ile aynı değerlerde elde etmiştir. Rölyef derinliği standart kalıptan farklı olarak 0,5mm'dir.

RunOrder16 numaralı test kalıbı, 10 tur sayısında, %100 basınç uygulama yüzdesi altında, 35inç/d hızda ve %90 infrared ısıtma yüzdesi parametreleri kullanılarak, standart kalıbın tram ton değeri ile aynı değerlerde elde etmiştir. Standart kalıpta 11 tur sayısında elde edilen rölyef derinliğini 10 turda elde etmiştir.

RunOrder6 ve RunOrder16 numaralı test kalıpları ile standart test kalıbının tram ton değerlerinin aynı olmaları, RunOrder16 ile standart test kalıbının rölyef derinliklerinin aynı olmaları fakat ağırlık fark yüzdelерinin farklı olmaları sebebiyle bu kalıplar mikroskop altında incelenmiştir. Kalıpların yüzey ve kesit görüntüleri ölçümlenmiş, kalıp üzerindeki çizgiler ile nokta yapıları incelenmiştir.



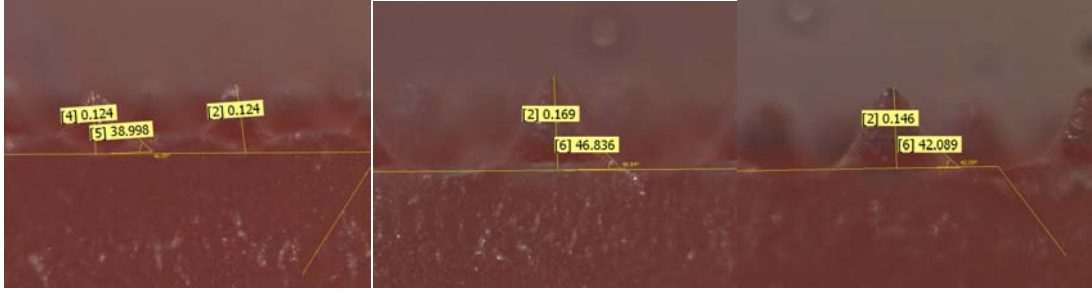
a) RunOrder6

b) RunOrder16

c) Standart Kalıp

Şekil 3.3. RunOrder6 ve Runorder16 ve Standart Kalıplar Üzerindeki 2punto Kalınlığındaki Negatif Yatay Çizgi Derinliklerinin 128x Büyütülmüş Görüntüsü.

Şekil 3.3.'de görüldüğü gibi 2punto kalınlığındaki negatif çizgilerin; RunOrder6 kalıbındaki derinliği en az elde edilmiştir. RunOrder16 kalıbında ise standart kalıptakinden daha derin negatif çizgi elde edilmiştir. Bu doğrultuda RunOrder16 kalıbının hazırlama parametrelerinin; aynı genişlikteki negatif çizgilerin standart kalıba göre daha derin elde edilmesini sağladığı tespit edilmiştir. Böylelikle standart kalıptan daha derin negatif çizgilerin, standart kalıptan daha az tur sayısı ile elde edilmiştir.



a) RunOrder6

b) RunOrder16

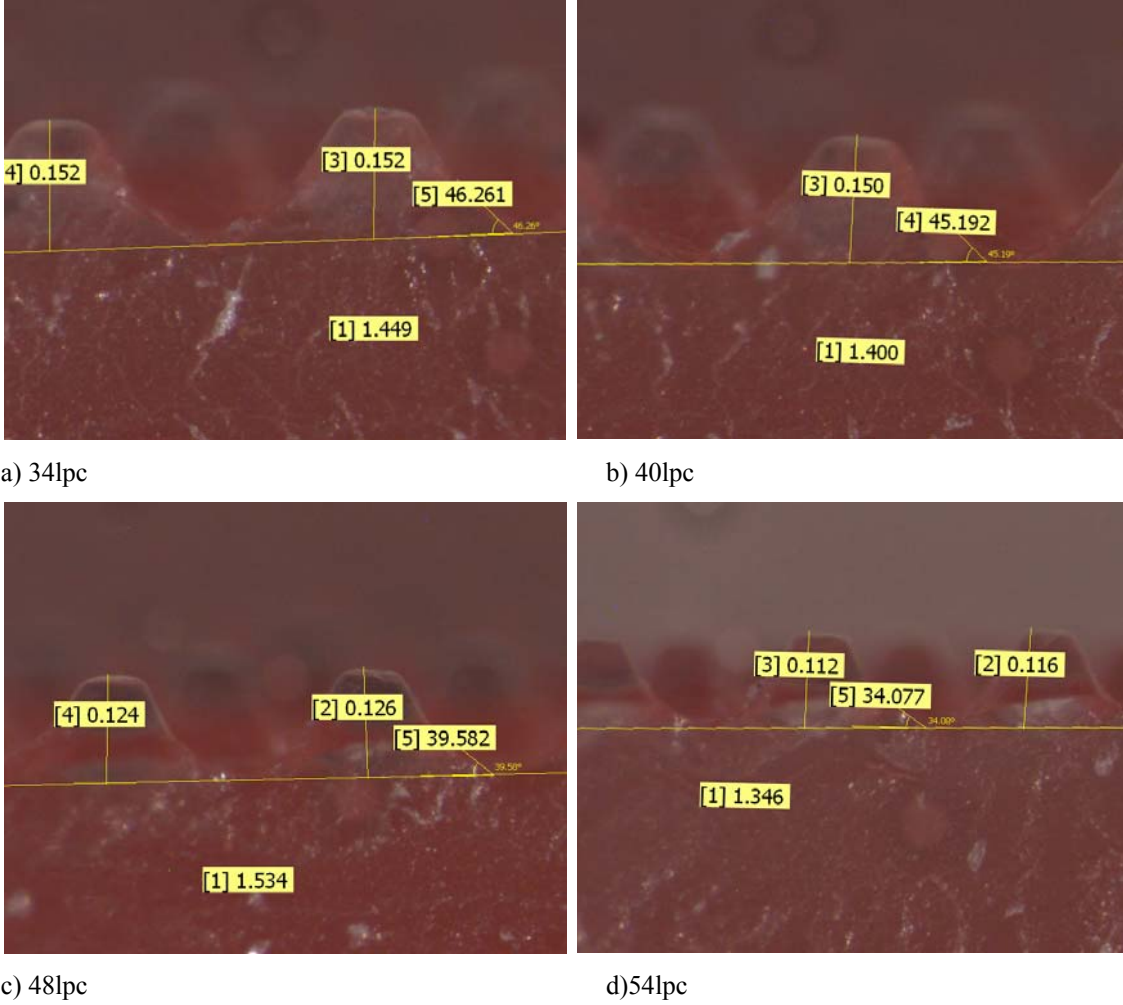
c) Standart Kalıp

Şekil 3.4. RunOrder6, RunOrder16 ve Standart Kalıplar Üzerindeki 40lp/cm'de %3'lük Noktaların 128x Büyütülmüş Görüntüsü.

Test kalıplarının kesitleri alınarak yapılan mikroskobik analizler sonucunda; tram noktalarının yapısal özelliklerinin indirme parametrelerine göre değişimi ölçümlenmiştir. Şekil 3.4.'te görüldüğü gibi; %3'lük tram noktasının kalıplar üzerindeki yüksekliği, RunOrder6'da 124μ, RunOrder16'da 169μ ve standart kalıpta 146μ değerindedir. Kalıp üzerindeki alanlarda rölyef derinliği, zemin alanlar ve tram içi derinlik olmak üzere iki şekildedir. Tram içi rölyef derinliği; tram noktasının baskı sürecinde daha düşük nokta kazancına sahip olmasında ve tram noktaları arasının mürekkep ile daha geç dolmasında en önemli etkidir. RunOrder16 numaralı test kalıbında, 10 tur sayısında, %100 basınç altında, 35inç/d hızda ve %90 infrared ısıtma parametreleri kullanılarak Standart kalıptan daha yüksek tram içi rölyefe sahip noktalar elde edilmiştir.

RunOrder16 ile elde edilen tram noktalarının omuz açısının daha dik olması, yapılan baskılardaki nokta kazancının daha az olmasını sağladığı için kaliteyi etkileyen diğer bir faktördür. Test kalıplarındaki %3'lük tram noktalarının omuz açıları Şekil 3.4.'te görüldüğü gibi RunOrder6'da 39°, RunOrder16'da 47° ve standart kalıp'da 42° olarak elde edilmiştir.

RunOrder16'da elde edilen tram noktaları standart kalıba göre yaklaşık 0,03mm daha yüksek tram içi rölyefe ve 4,75° daha dik omuz açısına sahiptir. Böylelikle RunOrder16 ile 10 turda elde edilen tram noktası, standart kalıp ile 11 turda elde edilen tram noktasından daha uygun yapıda elde edilmiştir.



Şekil 3.5. Standart Kalıp Üzerindeki 34, 40, 48 ve 54lpc tram sıklıklarındaki %10'luk Noktaların 128 Kat Büyütülmüş Görüntüsü.

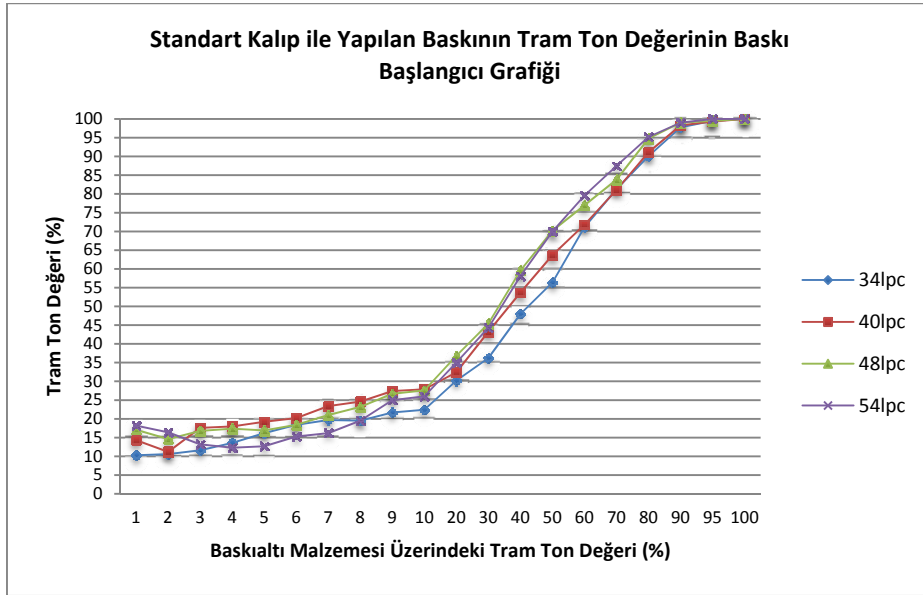
%10'luk tramların mikroskobik ölçümleri yapılmış ve tram sıklığına bağlı olarak tram nokta yüksekliklerinin ve omuz açılarının değiştiği belirlenmiştir. Tram sıklığının artması ile nokta tepeleri arasındaki mesafeler daha yakın olmaktadır. Şekil 3.5.'te de görüldüğü gibi, tram sıklığı arttıkça tram içi rölyef derinliği ve tram noktalarının omuz açıları daralmaktadır. Tram noktalarının sığlaşması ve omuz açılarının daralması, baskı sürecinde tramlar arasında mürekkep dolması probleminin en önemli nedenidir. Bu problem; yüksek tram sıklığına sahip görüntülerde kalıbın üzerine aktarılan mürekkep miktarının ve viskozitesinin doğru ve stabil ayarlanması ile ve kullanılan dijital termal kalıbın sertlik değerinin yüksek seçilmesi ile minimum seviyede tutulabilir.

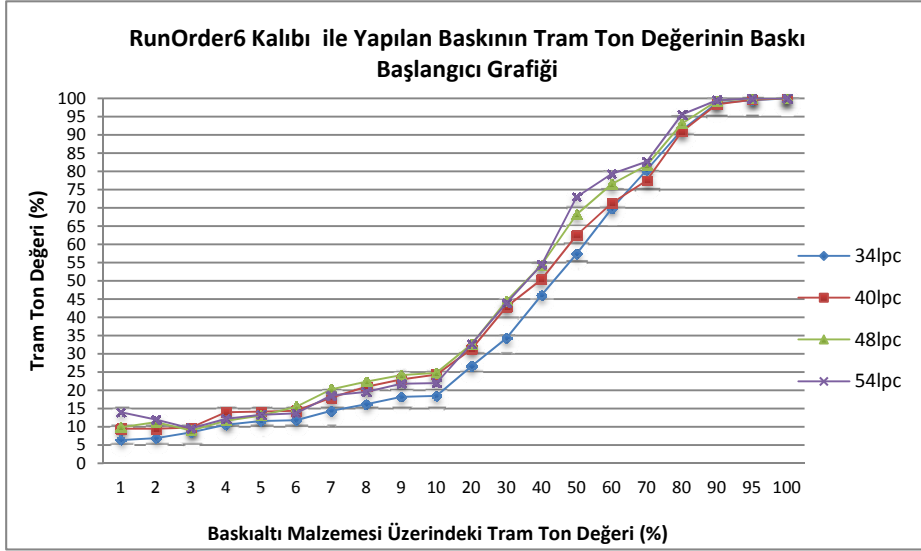
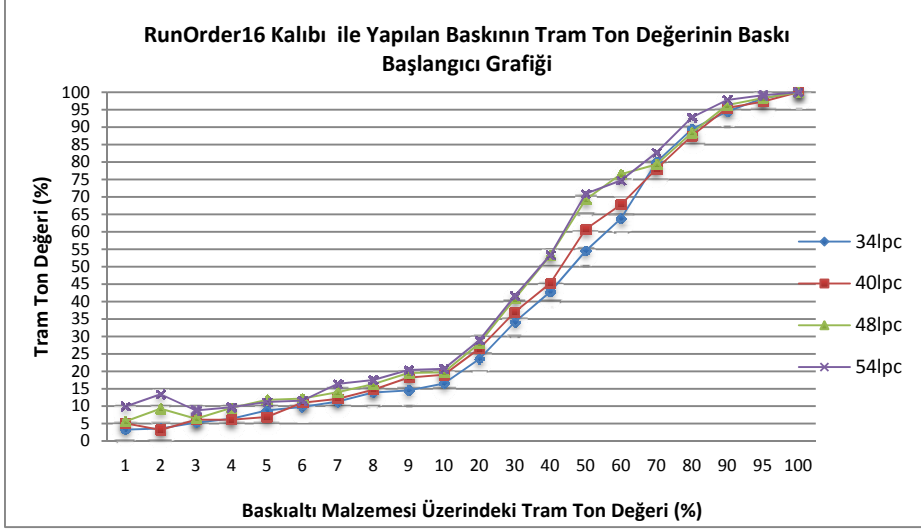
3.2. Baskı Testi ve Bulguları

Flekso baskı makinesinde yapılan bu testte; standart kalıp, RunOrder16 ve RunOrder6 numaralı test kalıpları aynı kalıp silindiri üzerine yapıştırılmış, böylece baskı parametrelerinin her kalıp için aynı olması sağlanmıştır. 40µ kalınlıkta LDPE baskı altı malzemesi üzerine optimum fiziksel baskı atölyesi şartlarında baskı yapılmıştır. Test baskıları magenta mürekkep kullanılarak; viskozite (18Dync), anilox merdane, baskı basıncı ve baskı hızı sabit olarak gerçekleştirilmiştir. Flekso baskıda basılan görüntü, baskının başlangıcından itibaren 300-400 metre sonra stabil hale geldiği için, ayar sürecinin 400. metresi baskı başlangıcı kabul edilmiş ve basılı materyal örnek alımı bu metreden sonra her 600 metrede bir olacak şekilde gerçekleştirilmiştir. Baskı kalitesindeki değişimler ve alınan örneklerin değerlendirilmesi ile baskı uzunluğu 7000metre olarak gerçekleştirilmiştir.

Alınan baskı örnekleri nokta ölçüm cihazı ile ölçülünerek, farklı indirme parametreleri ile hazırlanmış olan standart kalıp, RunOrder16 ve RunOrder6 kalıplarının baskı sonuçları karşılaştırılmıştır.

Tablo 3.19. Standart Kalıp, RunOrder16 ve RunOrder6 Kalıplarındaki 34, 40, 48 ve 54lpc Tram Sıklığındaki Noktaların Baskıaltı Malzemesi Üzerinde Baskı Başlangıcındaki Tram Ton Değeri Grafiği

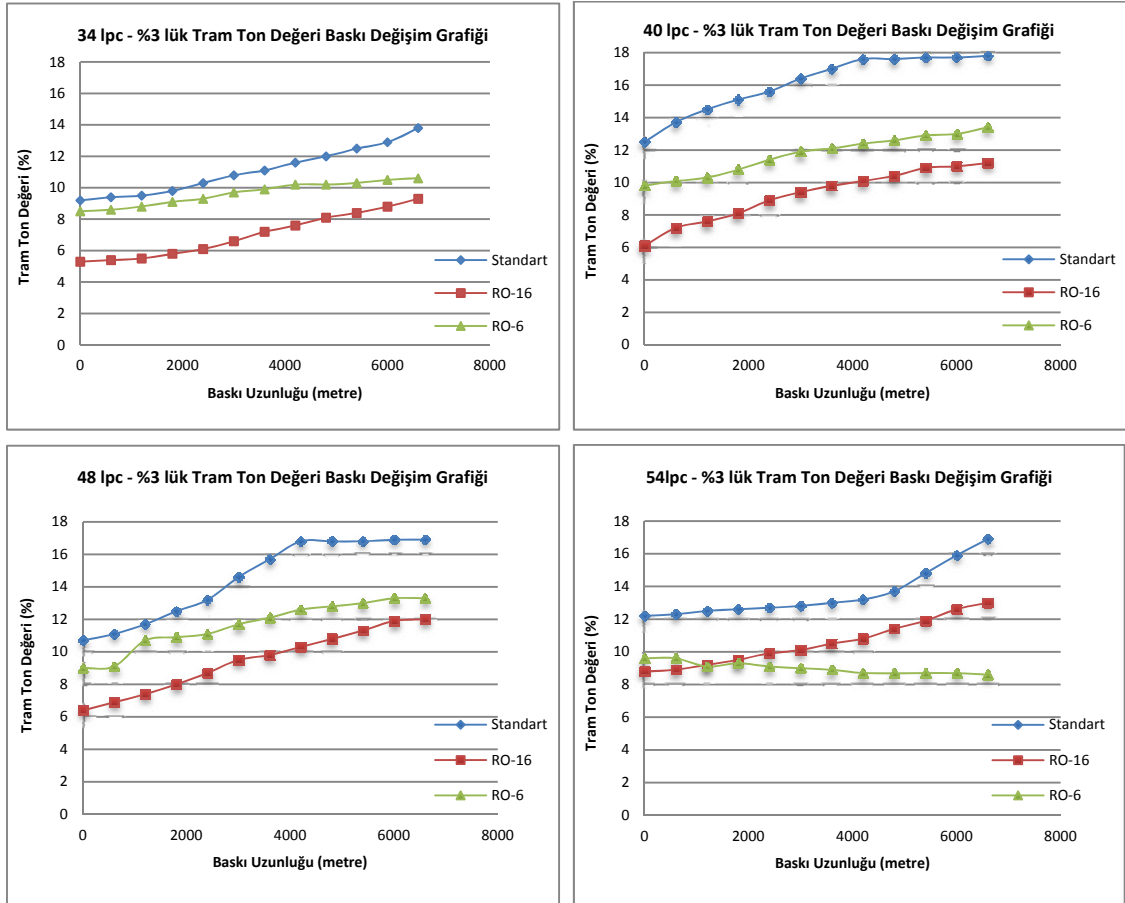




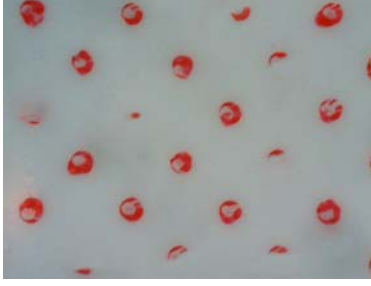
Test kalıpları ile yapılan baskıda; 34lpc, 40lpc, 48lpc ve 54lpc tram sıklığındaki alanların baskı başlangıcındaki tram ton değerleri ölçüldüğünde Tablo3.18’de grafikler elde edilmiştir. Bu grafiklere göre; farklı parametreler ile indirilmiş kalıplardaki tram ton değerlerinde en düşük nokta kazancına sahip tram sıklığının 34lpc olduğu belirlenmiştir. 40lpc tram sıklığına sahip tramların nokta kazancı da homojen bir dağılım gösterdiği ve baskı için gerekli kaliteyi sağladığı görülmektedir. 48lpc ve 54lpc sıklığına sahip tramlar ise, birbirleriyle çok yakın nokta kazancı değerine sahip oldukları ve bu özelliğin; standart kalıp, RunOrder16 ve RunOrder6 kalıbında da aynı olduğu belirlenmiştir. Dolayısı ile kalıp yapım parametreleri farklı olsa da, nokta kazancı eğrileri tram sıklığına bağlı olarak aynı yönde eğilim göstermektedir. Tablo3.18’de görüldüğü gibi; tram sıklığı arttıkça nokta kazancı oranı da artmaktadır.

Test baskısı 7000 metre olarak yapılmış ve her 600 metrede bir ölçüm yapmak üzere baskı örnekleri alınmıştır. Her örnekten test baskı sayfasında bulunan 34lpc, 40lpc, 48lpc ve 54lpc tram sıklığındaki skalalardaki açık tonları temsilen % 3, %5, %10, orta tonları temsilen % 40 ve koyu tonları temsilen % 80 tram ton değerlerinden VipFlex ölçüm cihazının, baskı ölçüm özelliği kullanılarak ölçüm yapılmıştır. Bu ölçümler ile farklı parametrelerle hazırlanmış her üç kalıbın baskı neticelerinin, baskı başlangıcı ile baskı bitimi sürecindeki farkları tespit edilmiştir.

Tablo 3.20. %3'lük Tram Noktasının Baskı Uzunluğuna Göre Değişim Grafiği



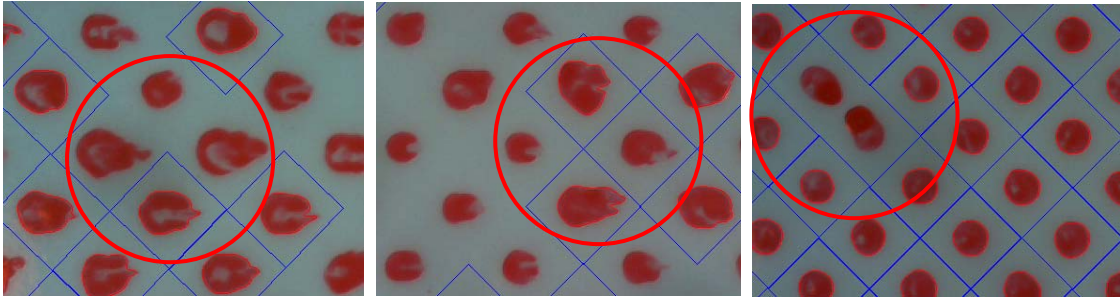
%3'lük tram noktasının baskı uzunluğu boyunca göstermiş olduğu değişime bakıldığında; (Tablo3.20) baskı sürecinde nokta kazancının giderek arttığı belirlenmiştir. Açık tonların baskı sürecinde değerlendirilmesinde; %3'lük noktanın RunOrder16 kalıbında daha az nokta kazancına sahip olduğu belirlenmiştir. Tablo3.20'deki nokta grafiklerine göre RunOrder16 kalıbı ile basılan görüntüde %3'lük noktanın büyüklüğü ve nokta kazancı diğer kalıplardan daha düşüktür.



Şekil 3.6. RunOrder6 Kalıbı Üzerindeki 54lpc Tram Sıklığındaki %3'lük Noktanın 1200m Baskı Uzunluğundaki 128x Büyütülmüş Görüntüsü.

RunOrder6 kalıbı üzerindeki %3'lük noktada 54'lük tram sıklığında baskı sürecinde %3'lük noktanın tram ton değerinin artmadığı aksine azaldığı görülmektedir. Bunun nedeni şekil 3.6. da görüldüğü üzere kalıp üzerindeki tram noktalarının yıpranmadan dolayı dökülmesidir.

Şekil 3.7.de görüldüğü üzere RunOrder16 kalıbı ile yapılan baskıda tramlar arası mürekkep dolması standart kalıptan 1800m, RunOrder6 kalıbından ise 5400m sonra gerçekleşmiştir.



RunOrder6 1200m

Standart Kalıp 4800m

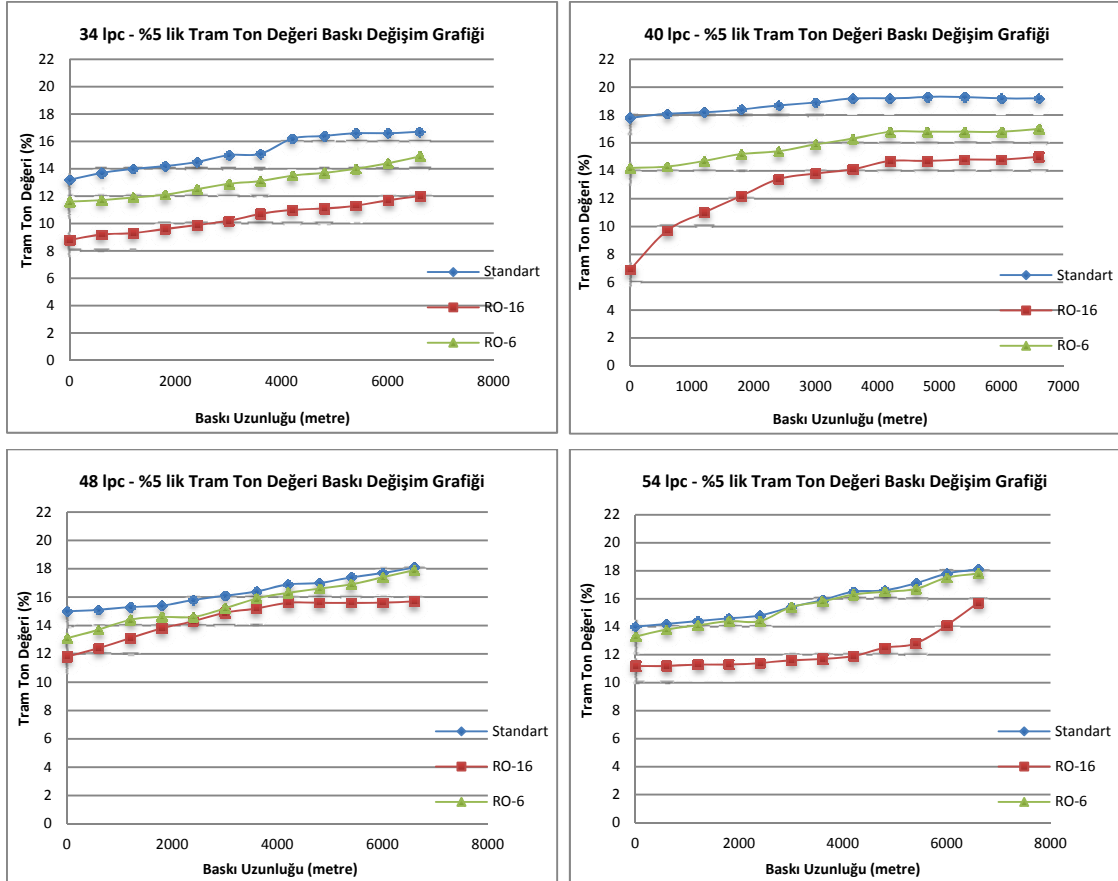
RunOrder16 6600m

Şekil 3.7. RunOrder6, Standart Kalıp ve RunOrder16 Kalıbı Üzerindeki 48lpc Sıklıkta %3'lük Noktanın Tram içi Dolmaların Başladığı Baskı Uzunluğundaki 128x Büyütülmüş Görüntüsü.

Standart kalıp ile gerçekleştirilen baskıda; tram noktaları arasında gerçekleşen mürekkep dolmasının 40, 48 ve 54 lpc tram sıklıklarında baskı başlangıcından 4800metre sonra başladığı gözlemlenmektedir (Şekil3.7.). Baskı uzunluğunun 4800. Bu metreden sonra standart kalıpla gerçekleştirilecek baskıda tramlar arası mürekkep ile dolmaya başlamakta ve açık tonlar birleşerek yok olmaya başlamaktadır.

%3'lük noktanın RunOrder6 kalıbında Standart kalıptan daha düşük nokta kazancına sahip olduğu, nokta kazancının standart kalıpta en yüksek miktarda olduğu görülmektedir. RunOrder6 kalıbı ile gerçekleştirilen baskıda %3'lük tram noktaları arasına 48lpc ve 54lpc tram sıklıklarında 1200 metre baskı uzunluğundan itibaren mürekkep dolması gerçekleştiği Şekil3.7.'de görülmektedir. RunOrder6 kalıbı ile 34lpc ve 40lpc tram sıklıklarında optimum görüntü kalitesi elde edilmiştir. 48lpc ve 54lpc tram sıklıklarında ise tram ton değerinin çok kısa baskı uzunluğunda limitler arasında kaldığı 1200 metreden itibaren açık tonların yok olmaya başladığı tespit edilmiştir (Şekil3.7.).

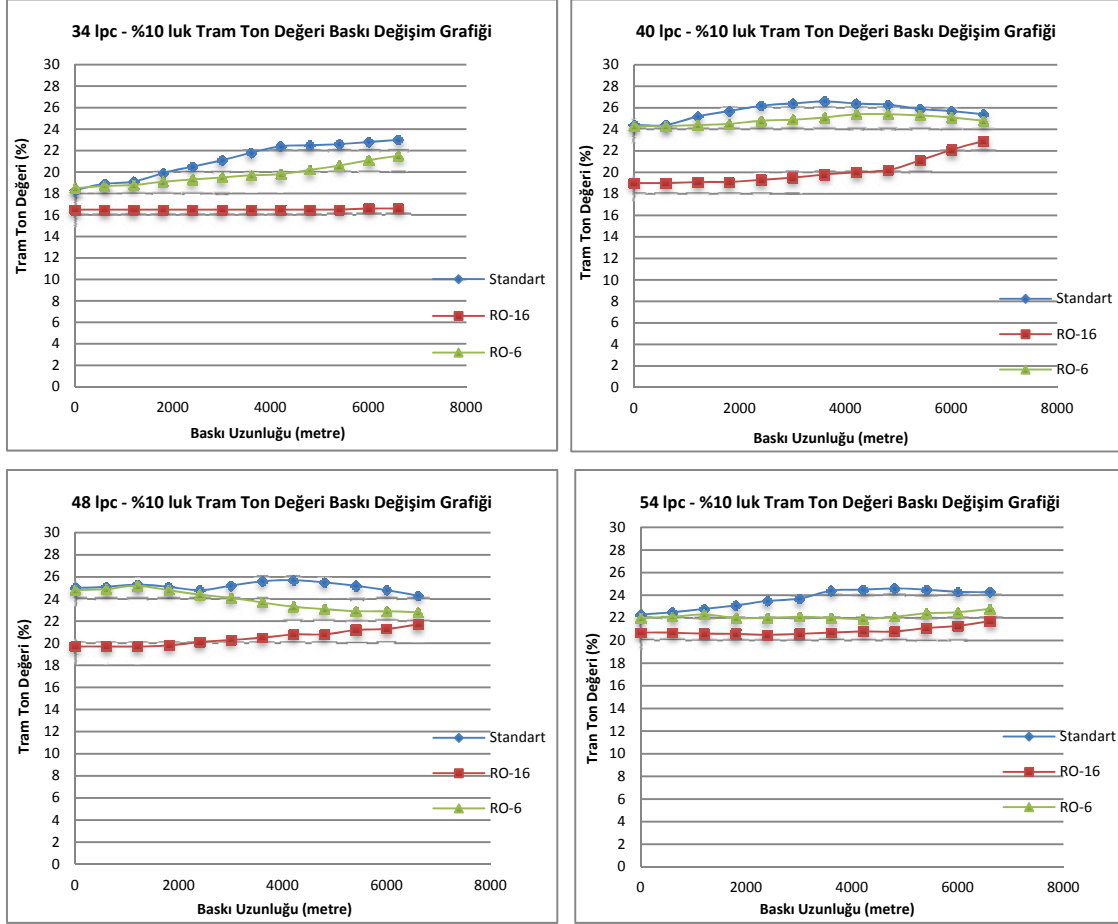
Tablo 3.21. %5'lik Tram Noktasının Baskı Uzunluğuna Göre Değişim Grafiği



%5'lik tram noktasının baskı uzunluğu boyunca göstermiş olduğu değişime bakıldığında; (Tablo3.21) baskı sürecinde nokta kazancının tram sıklığı arttıkça giderek arttığı belirlenmiştir. Açık tonların baskı sürecinde değerlendirilmesinde; %5'lik noktanın RunOrder16 kalıbında diğer kalıplara göre daha düşük tram ton değerine sahip

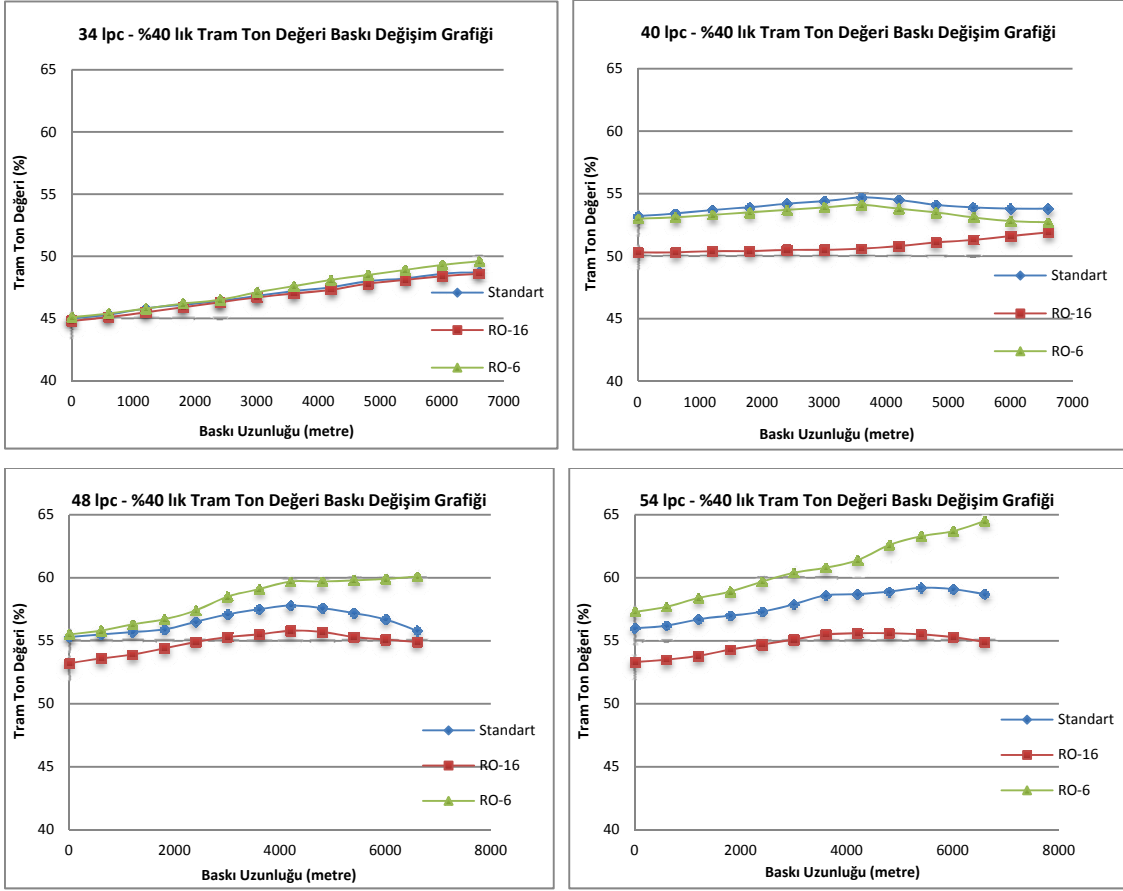
olduğu belirlenmiştir. %5'lik noktanın RunOrder6 kalıbında 34lpc ve 40lpc tram sıklıklarında Standart kalıptan daha düşük nokta kazancına sahip olduğu görülmektedir.

Tablo 3.22. %10'luk Tram Noktasının Baskı Uzunluğuna Göre Değişim Grafiği



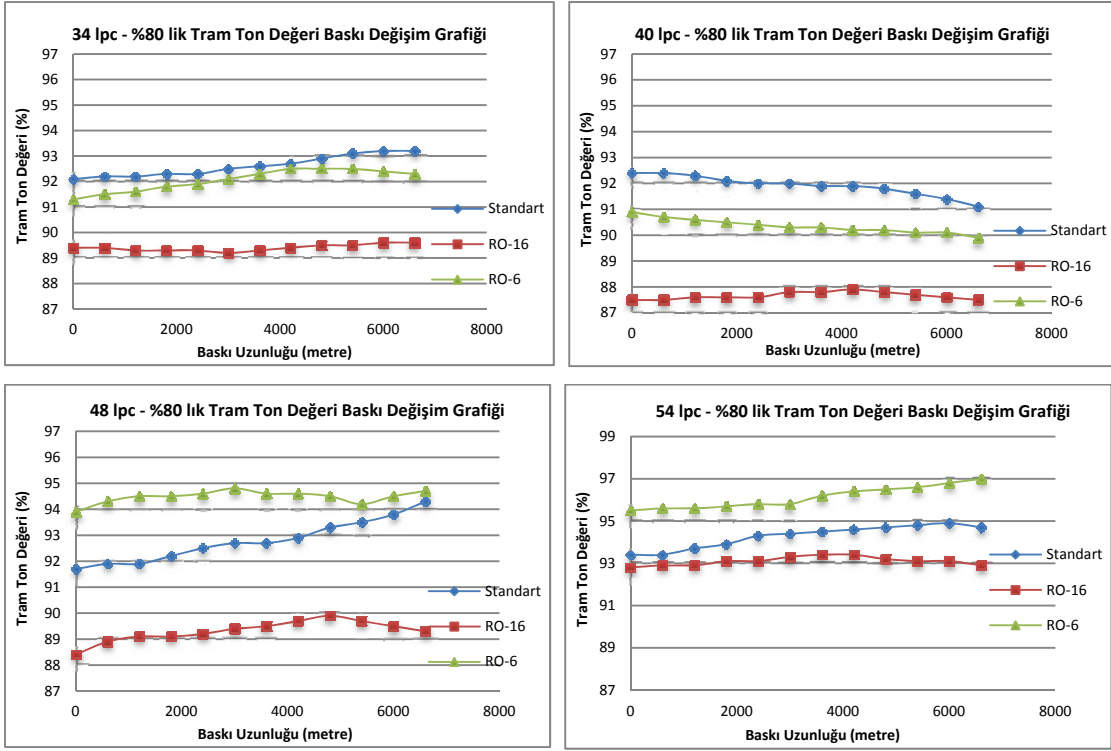
Tablo3.22'de %10'luk tram noktasının baskı uzunluğu boyunca göstermiş olduğu değişime bakıldığında; baskı sürecinde nokta kazancının tram sıklığı arttıkça giderek arttığı belirlenmiştir. %10'luk tram noktasının RunOrder16 kalıbında diğer kalıplara göre daha stabil olduğu ve nokta kazancının daha düşük seviyede olduğu görülmektedir.

Tablo 3.23. %40'lık Tram Noktasının Baskı Uzunluğuna Göre Değişim Grafiği



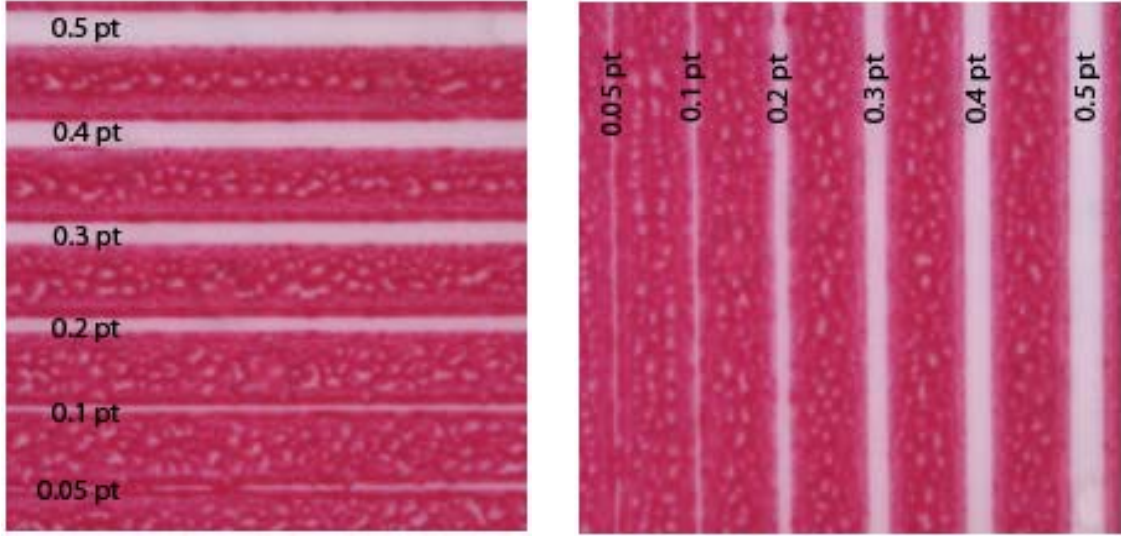
%40'lık tram noktasının baskı uzunluğu boyunca göstermiş olduğu değişime bakıldığında; (Tablo3.23) baskı sürecinde nokta kazancının tram sıklığı arttıka giderek arttığı ve düzensizleştiği belirlenmiştir. Orta tonların değerlendirilmesinde; %40'lık noktanın RunOrder16 kalıbında diğer kalıplara göre daha stabil ve düşük seviyede olduğu belirlenmiştir. %40'lık noktanın RunOrder6 kalıbında 34lpc tram sıklığında artan bir nokta kazancına sahip olduğu görülmektedir. 48lpc ve 54lpc tram sıklıklarında ise RunOrder6 kalıbındaki %40'lık noktanın nokta kazancının diğer kalıplara göre çok yüksek olduğu görülmektedir.

Tablo 3.24. %80'lik Tram Noktasının Baskı Uzunluğuna Göre Değişim Grafiği



%80'lik tram noktasının baskı uzunluğu boyunca göstermiş olduğu değişime bakıldığında; (Tablo3.24) baskı sürecinde nokta kazancının tram sıklığı arttıkça giderek arttığı ve düzensizleştiği belirlenmiştir. Koyu tonların değerlendirilmesinde %80'lik noktanın; standart kalıpta artıp azalan düzensiz bir özellik gösterdiği, RunOrder16 kalıbında diğer kalıplara göre daha stabil ve düşük seviyede olduğu belirlenmiştir. %40'lik noktanın RunOrder6 kalıbında 34lpc tram sıklığında artan bir nokta kazancına sahip olduğu görülmektedir. 48lpc ve 54lpc tram sıklıklarında ise RunOrder6 kalıbındaki %80'lik noktanın diğer kalıplardan daha fazla tram ton değerine sahip olduğu görülmektedir.

Test skalası üzerindeki çizgiler mikroskop ile ölçülmüş ve baskı sonucu görüntü değişiklikleri tespit edilmiştir.

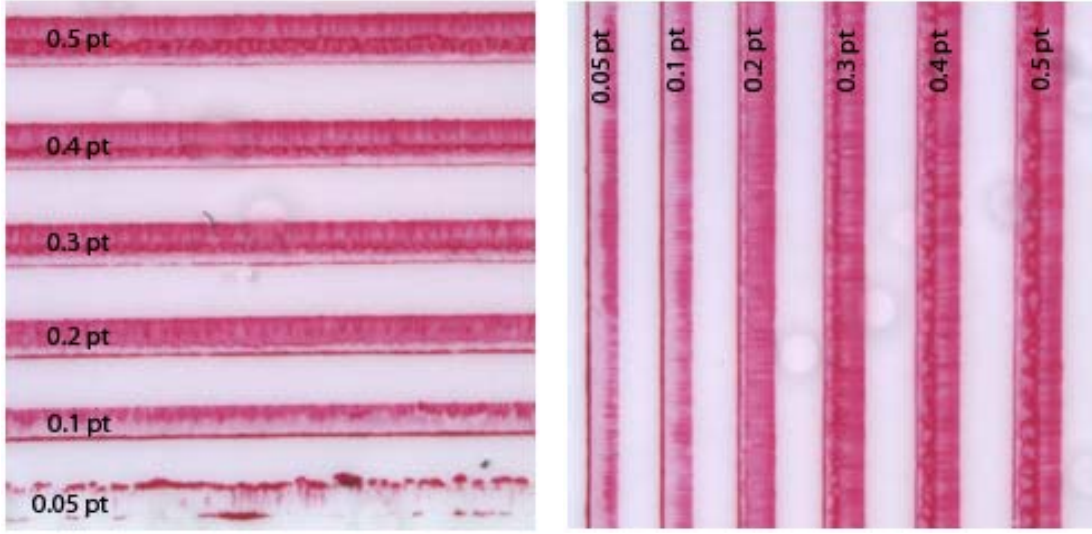


a) Negatif Yatay

b) Negatif Dikey

Şekil 3.8. Negatif Yatay ve Negatif Dikey Çizgilerin Baskı Sonucundaki 100x Büyütülmüş Görüntüsü

Baskıaltı malzemesi üzerinden yapılan incelemelerde negatif çizgilerin; yatay ve dikey olma durumlarının çizgi kalınlığına etkisi Şekil3.8.'de görülmektedir. Baskıaltı malzemesi üzerinden yapılan ölçümlerde; standart kalıp, RunOrder16 ve RunOrder6 kalıpları üzerindeki çizgi kalınlıklarının birbirleri ile aynı değerde olduğu tespit edilmiştir. Negatif çizgilerin yatay ya da dikey olmaları durumu arasında görüntü kalitesi açısından fark olmadığı tespit edilmiştir. Basılan çizgilerden 0.05 ve 0.1 pt kalınlığındaki negatif çizgi boşluklarının baskı sırasında mürekkep ile dolarak oluşmadığı tespit edilmiştir. 0.2pt kalınlıktan itibaren çizgi boşluklarına mürekkep dolmasının baskıyı etkileyecek kadar olmadığı, 0.3pt çizgi kalınlığından itibaren net çizgi oluşumunun gerçekleştiği belirlenmiştir. Bu nedenle tasarım çalışmalarında minimum 0.3pt kalınlıktaki çizgilerin kullanılması önerilmektedir.



a) Pozitif Yatay

b) Pozitif Dikey

Şekil 3.9. Pozitif Yatay ve Pozitif Dikey Çizgilerin Baskı Sonucundaki 100x Büyütülmüş Görüntüsü

Pozitif yatay; yatay ve dikey olma durumlarının çizgi kalitesine etkisi Şekil3.9.'da görülmektedir. Baskıaltı malzemesi üzerinden yapılan ölçümlerde; standart kalıp, RunOrder16 ve RunOrder6 kalıpları üzerindeki çizgi kalınlıklarının ve görsel karakteristiklerinin birbirleri ile aynı değerde olduğu tespit edilmiştir.

Pozitif çizgilerin baskı kazanına paralel olması durumunda ince çizgilerde mürekkep aktarımının net olmadığı Şekil3.9'da görülmektedir. Baskı altı malzemesi üzerinde ölçülen çizgilerden 0.05pt kalınlığındaki çizginin yatay olması durumunda deforme olarak leke haline dönüştüğü, 0.1pt kalınlığındaki pozitif çizginin ise mürekkep aktarımını tam olarak gerçekleştiremediği tespit edilmiştir.

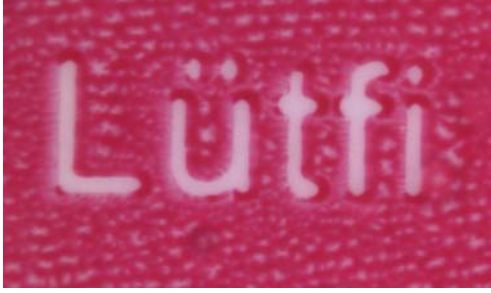
Standart kalıp, RunOrder16 ve RunOrder6 kalıpları üzerindeki pozitif çizgilerin kullanımında, yatay ve dikey olmaları durumunda 0.2pt kalınlıktan itibaren çizgi keskinliğinin ve mürekkep aktarımının ideal seviyeye ulaştığı, stabil ve net çizgi oluşumunun gerçekleştiği belirlenmiştir. Bu nedenle tasarım çalışmalarında pozitif çizgilerin minimum 0.2pt kalınlıkta kullanılması önerilmektedir.



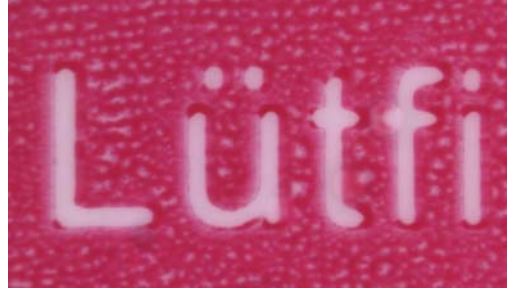
a) Pozitif Yazı 3pt



b) Pozitif Yazı 4pt



c) Negatif Yazı 3pt



d) Negatif Yazı 4pt

Şekil 3.10. Standart Kalıp Üzerindeki Pozitif ve Negatif Yazıların Baskı Sonucundaki 100x Büyütülmüş Görüntüsü

Standart kalıp ile gerçekleştirilen test baskılarında; yazıların baskı sonucu görsel olarak incelendiğinde pozitif ve negatif yazıların kalıp üzerinde yatay ya da dikey olmalarının baskı neticesi açısından fark bulunmadığı belirlenmiştir. Pozitif 3pt yazılarda harfler ve harf noktalamalarında birleşmeler meydana geldiği belirlenmiştir. Baskı sonucunda 3pt pozitif yazıların, mürekkep aktarımının net olmaması sebebi ile okunaklılığının ve harf keskinliğinin minimum seviyede olduğu tespit edilmiştir. Standart kalıp üzerindeki 4pt büyüklüğündeki pozitif yazıların baskı sonucunda ise; harflerde ve harf noktalamalarında birleşmeler meydana gelmemiştir (Şekil3.10.). 4pt büyüklüğündeki yazıların mürekkep aktarımının net ve okunaklı oldukları, baskı için kullanılabilir minimum pozitif yazı büyüklüğü olduğu tespit edilmiştir.

Standart kalıp üzerindeki negatif yazılarda ise; 3pt büyüklüğündeki yazının baskı sonucunda mürekkep dolması sebebiyle harf ve harf noktalamalarında küçülme olduğu dolayısı ile bu yazıların okunaklılığının minimum seviyede olduğu belirlenmiştir. 4pt büyüklükteki negatif yazıların ise baskı sonucunda net ve okunaklı oldukları, harf ve harf noktalamalarında küçülme olmadığı tespit edilmiştir.

Standart kalıp ile yapılan baskılarda kullanılacak yazı karakterleri için pozitif kullanımlarda 4pt, negatif kullanımlarda da 4pt kullanılmaları gerektiği belirlenmiştir.



a) Pozitif Yazı 3pt



b) Pozitif Yazı 4pt



c) Negatif Yazı 3pt



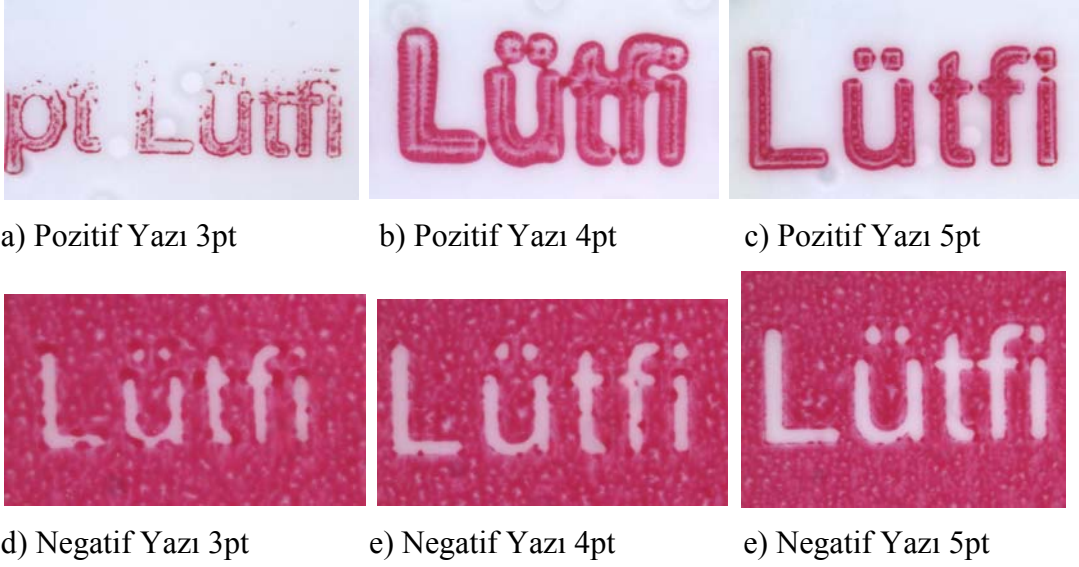
d) Negatif Yazı 4pt

Şekil 3.11. RunOrder16 Kalıp Üzerindeki Pozitif ve Negatif Yazıların Baskı Sonucundaki 100x Büyütülmüş Görüntüsü

RunOrder16 kalıbı ile gerçekleştirilen test baskılarında; yazıların baskı sonucu incelendiğinde pozitif ve negatif yazıların kalıp üzerinde yatay ya da dikey olmalarının baskı neticesi açısından fark bulunmadığı belirlenmiştir. Pozitif 3pt yazılarda harfler ve harf noktalamalarında birleşmeler meydana geldiği belirlenmiştir. Baskı sonucunda 3pt pozitif yazıların, mürekkep aktarımının net olmaması sebebi ile okunaklılığının ve harf keskinliğinin minimum seviyede olduğu tespit edilmiştir. RunOrder16 kalıbı üzerindeki 4pt büyüklüğündeki pozitif yazıların baskı sonucunda ise; harflerde ve harf noktalamalarında birleşmeler meydana gelmemiştir (Şekil3.11.). 4pt büyüklüğündeki yazıların mürekkep aktarımının net ve okunaklı oldukları, baskı için kullanılabilir minimum pozitif yazı büyüklüğü olduğu tespit edilmiştir.

RunOrder16 kalıbı ile yapılan baskılarda negatif yazılarda ise; 3pt büyüklüğündeki yazının baskı sonucunda mürekkep dolması sebebiyle harf ve harf noktalamalarında küçülme olduğu dolayısı ile bu yazıların okunaklılığının minimum seviyede olduğu belirlenmiştir. 4pt büyüklükteki negatif yazıların ise baskı sonucunda net ve okunaklı oldukları, harf ve harf noktalamalarında küçülme olmadığı tespit edilmiştir.

RunOrder16 kalıbı ile yapılan baskılarda kullanılacak yazı karakterleri için pozitif kullanımlarda 4pt, negatif kullanımlarda da 4pt kullanılmaları gerektiği belirlenmiştir.



Şekil 3.12. RunOrder6 Kalıp Üzerindeki Pozitif ve Negatif Yazıların Baskı Sonucundaki 100x Büyütülmüş Görüntüsü

RunOrder6 kalıbı ile gerçekleştirilen test baskılarında; yazıların baskı sonucu incelendiğinde pozitif ve negatif yazıların kalıp üzerinde yatay ya da dikey olmalarının baskı neticesi açısından fark bulunmadığı belirlenmiştir. Pozitif 3pt ve 4pt yazılarda harfler ve harf noktalamalarında birleşmeler meydana geldiği belirlenmiştir. Baskı sonucunda 3pt ve 4pt pozitif yazıların, mürekkep aktarımının net olmaması sebebi ile okunaklılığının ve harf keskinliğinin minimum seviyede olduğu tespit edilmiştir. RunOrder6 kalıbı üzerindeki 5pt büyüklüğündeki pozitif yazıların baskı sonucunda ise; harflerde ve harf noktalamalarında birleşmeler meydana gelmemiştir (Şekil3.12). 5pt büyüklüğündeki yazıların mürekkep aktarımının net ve okunaklı oldukları, baskı için kullanılabilir minimum pozitif yazı büyüklüğü olduğu tespit edilmiştir.

RunOrder6 kalıbı ile yapılan baskılarda negatif yazılarda ise; 3pt ve 4pt büyüklüğündeki yazının baskı sonucunda mürekkep dolması sebebiyle harf ve harf noktalamalarında küçülme olduğu dolayısı ile bu yazıların okunaklılığının minimum seviyede olduğu belirlenmiştir. 5pt büyüklükteki negatif yazıların ise baskı sonucunda net ve okunaklı oldukları, harf ve harf noktalamalarında küçülme olmadığı tespit edilmiştir.

RunOrder6 kalıbı ile yapılan baskılarda kullanılacak yazı karakterleri için pozitif kullanımlarda 5pt, negatif kullanımlarda da 5pt kullanılmaları gerektiği belirlenmiştir.

Bölüm 4 - Sonuçlar

1. Dijital termal kalıp hazırlama parametreleri deney tasarımı yazılımı ile analiz edilmiştir. Uygulanan parametre ve metod ile standart dijital termal kalıp indirme süreci RunOrder16 ile %10 ve RunOrder6 ile %27 daha ekonomik, RunOrder16 ile %4 ve RunOrder6 ile %15,5 daha kısa sürede ve verimli olarak gerçekleştirilmiştir. Geliştirilen bu metodla elde edilen kalıpların kalitesi gerçek üretim şartlarında yapılan baskılarla kanıtlanmıştır.
2. Dijital termal kalıp hazırlama parametrelerinin analiz edilebilmesi için deney tasarım metodu olarak yanıt yüzeyi optimizasyon metodunun uygun olduğu tespit edilmiştir.
3. Ana poz, son poz ve bitirme pozu süreleri eşit olan DFH 1,7 dijital termal kalıpların indirme parametreleri farklı uygulansa bile sertlikleri eşit ve yaklaşık 69 ± 1 Sh A değerindedir. Kalıp indirme parametreleri olan; tur sayısı, basınç uygulama yüzdesi, indirme hızı ve infrared ısıtma kalıp yüzdesi kalıbın sertliğine etki etmemektedir.
4. Flekso baskıda 1,7mm kalınlığındaki dijital termal kalıpların indirilmesindeki parametrelerden, uygulanan basınç uygulama yüzdesi rölyef derinliğine en çok etki eden faktördür. Uygulanan basınç yüzdesinin %50'den %100'e çıkartılmış olması durumunun rölyef derinliğine etkisi %14.04'tür. İndirme hızının 20inç/d'dan 50inç/d'ya çıkartılmasının rölyef derinliğine etkisi %12.56, tur sayısının 8 turdan 12 tura çıkartılmasının rölyef derinliğine etkisi %10.34 ve infrared ısıtma yüzdesinin %40'dan %90'a çıkartılmasının rölyef derinliğine etkisi ise %0.8'dir. İnfrared ısıtmanın rölyef derinliğine etkisi minimum seviyededir.
5. Üretici firmanın standart üretim metodu ve standart üretim değerleri ile elde edilen kalıp ile aynı sertlikte, aynı rölyef derinliğinde ve aynı tram ton değeri eğrisine sahip kalıp RunOrder16 indirme parametreleri ile üretilebilir. Standart kalıp ile aynı tram ton değeri eğrisine sahip kalıp ise RunOrder6 kalıbının parametreleri ile üretilebilir.

6. Yapılan test baskıları, baskının stabil ve en iyi olduğu durumda durdurulmamış, kalıpların performansının baskı uzunluğuna bağlı olarak karşılaştırılabileceği uzunluğa kadar gerçekleştirilmiştir. Böylelikle; aynı tram ton eğrisine sahip fakat farklı tram omuz açılarına ve tram içi rölyef derinliğine sahip kalıpların baskı sürecindeki performanslarının farklı olduğu tespit edilmiştir.
7. Termal indirme işlemi uygulanan kalıplar üzerindeki farklı kalınlıktaki çizgilerin, farklı aralıklarda yatay yada dikey olmalarının kalıp üzerindeki çizgi oluşumuna etkisi yoktur. 1.7mm kalınlıktaki kalıplarda minimum çizgi kalınlığı yatay yada dikey olmaları fark etmeksizin 0.2pt kullanılmalıdır. Pozitif yada negatif olmaları durumunda da 0.2pt değeri kullanılmalıdır. Kullanılan çizgilerin negatif olmaları durumunda, çizgi derinliğinin en fazla olması istenilen durumda kalıplar RunOrder16 kalıbının yapım parametreleri ile üretilmelidir.
8. Kalıp üzerindeki tram içi rölyef derinliği ve omuz açıları indirme parametrelerine göre değişmektedir. Yüksek tram içi rölyef derinliği ve tram omuz açısına sahip noktaların baskıdaki nokta kazancının düşük olduğu tespit edilmiştir. Baskı sürecinde de mürekkep ile tıkanma problemi daha az yaşanmaktadır. Tram içi rölyefin ve tram omuz açılarının yüksek olması istenilen durumlarda RunOrder16 kalıbının indirme parametreleri kullanılmalıdır.
9. Dijital termal kalıplarda açık tonlar, orta tonlar ve koyu tonlardaki tramların yapısal özellikleri ve baskı sürecindeki davranışları aynıdır.
10. Standart kalıp, RunOrder16 ve RunOrder6 kalıpları ile yapılan baskılarda; 34lpc tram sıklığı en düşük nokta kazancına sahiptir. 34lpc ve 40 lpc tram sıklıklarında her üç kalıp da aynı kaliteyi 4800 metre baskı uzunluğunda sağlamaktadır. RunOrder6 kalıbında 48lpc ve 54lpc tram sıklıklarının tram ton değeri eğrisi ve tramlar arası mürekkep dolması ve tram noktası dökülmesi problemleri açısından basılması 1200 metreye kadar mümkün olduğu tespit edilmiştir. 34lpc, 40lpc, 48lpc ve 54lpc tram sıklıklarının tamamında RunOrder16 kalıbı standart kalıptan daha stabil tram ton değeri eğrisine dolayısı ile daha yüksek baskı kalitesine sahiptir.

11. Açık, orta ve koyu tonlarda baskı uzunluğu boyunca, tüm tram sıklıklarında en düşük tram ton değeri eğrisinin RunOrder16 kalının elde ettiği belirlenmiştir. Nokta kazancı söz konusu olduğunda tram sıklığına bağlı değişimin en fazla açık tonlarda olduğu elde edilen tram ton değeri eğrileri ile belirlenmiştir.
12. 11 indirme turu ile üretilen standart kalıbın test baskıları sonucunda; 34lpc tram sıklığında baskı uzunluğu sonuna kadar nokta kazancı ideal ve baskı kalitesi yüksek sonuç elde edilmiştir. 40lpc, 48lpc ve 54 lpc tram sıklıklarında ise 4800 metre baskı uzunluğuna kadar kaliteyi sağlamakta, bu uzunluktan sonra tram noktaları arası mürekkep dolması hatası oluşmaya başlamaktadır. Standart kalıp ile basılacak görüntüde ise pozitif ve negatif çizgiler minimum 0.2mm, minimum yazı büyüklüğü 4pt kullanılmalıdır.
13. RunOrder16 kalıbının test baskıları sonucunda; 34lpc, 40lpc, 48 lpc ve 54 lpc tram sıklıklarında baskı uzunluğu sonuna kadar nokta kazancı eğrisi diğer kalıplardan daha düşük elde edilmiştir. RunOrder16 kalıbı ile basılacak görüntüde ise pozitif ve negatif çizgiler minimum 0.2mm, pozitif ve negatif yazı büyüklüğü minimum 4pt kullanılmalıdır. 10 indirme turu ile elde edilen RunOrder16 kalıbı standart kalıptan daha dik tram omuz açısına ve daha derin tram içi rölyef derinliğine sahiptir. Böylelikle RunOrder16 kalıbında tram içi dolma hatası standart kalıba göre daha az gerçekleşmektedir. Standart kalıba göre 1 tur daha az indirme işlemi uygulanmış RunOrder16 kalıbı ile indirme süreci yaklaşık %10daha ekonomik ve %4 daha kısa sürede verimli olarak edilmektedir. İndirme işleminde 1 rengin kalıbı için 1 indirme turu tasarruf edilmesi (renkli işlerin basımında renk sayısı kadar tasarruf edilmesi); zamana bağlı maliyetin ve yanmaz kumaş maliyetinin düşük olmasını sağlamakta ve böylelikle üretim maliyetini düşürmektedir. Kullanılan yanmaz kumaş maliyetinin düşürülmesi aynı zamanda ülke ekonomisine katkı sağlamaktadır.
14. RunOrder6 kalıbının test baskıları sonucunda; 34lpc ve 40lpc tram sıklıklarında baskı uzunluğu sonuna kadar tram ton değeri eğrisi standart kalıptan daha düşük seviyede elde edilmiştir. 48lpc ve 54lpc tram sıklıklarında ise 1200 metre baskı uzunluğuna kadar tramlar arasına mürekkep dolması hatası meydana gelmemekte, bu uzunluktan sonra tram noktaları arasına mürekkep dolma hatası

olmaktadır. RunOrder6 kalıbı ile basılacak görüntüde ise pozitif ve negatif çizgiler minimum 0.2mm, pozitif ve negatif yazı büyüklüğü minimum 5pt kullanılmalıdır. 8 indirme turu ile elde edilen RunOrder6 kalıbı en fazla 40lpc tram sıklığına sahip ya da çizgi kalınlığı 0.2mm'den fazla olan tire işlerin baskısında kullanılabilir. İndirme işleminde 1 rengin kalıbı için 3 tur tasarruf edilmesi (renkli işlerin basımında renk sayısının 3 katı kadar tasarruf edilmesi); zamana bağlı maliyetin ve yanmaz kumaş maliyetinin düşük olmasını sağlamakta ve böylelikle üretim maliyetini düşürmektedir. Kullanılan yanmaz kumaş maliyetinin düşürülmesi aynı zamanda ülke ekonomisine katkı sağlamaktadır.

KAYNAKLAR/REFERENCES

- [1]. Gençoğlu, E.N.; ŐimŐeker, O.; Özdemir, L.: “Flekso Baskı Sistemi”, 2. Baskı, İstanbul, Türkiye (2009)
- [2] Johnson, J.: “Aspects of Flexographic Print quality and relationship to some printing parameters”, *Doktora Tezi*, Karlstads University, Karlstad, Sweden, (2008) 8, 10-18.
- [3] Gençoğlu, E.N.; ŐimŐeker, O.; Özdemir, L.: “Flekso Baskı Sistemi” 1. Baskı, İstanbul, Türkiye, (2000)
- [4] Kipphan, H.: “Handbook of Print Media Technologies and Production Methods”, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, Almanya 2001.
- [5] Oum, E.: “Flexo Plate – Quality Unmasked”, *Flexo.*, 25-10 (2000) 18-20, 22-24.
- [6] Perkowski, P.: “The Graphic Corrugated Market Growth Opportunities for Flexographic Printing”, *Flexo.*, 31-1 (2006)
- [7] Hofstrand, E.H.: “Flexographic Post-Printing of Corrugated Board”, *Doktora Tezi*, Karlstads University, Karlstad, Sweden, (2006) 40-42
- [8] Liu, X.; Guthrie, J. T.: “A review of flexographic printing plate development”, *Surface Coatings International Part B: Coatings Transactions* 86(B2), (2003) 91-168.
- [9] Sinconolfi, F.N.; Weigand, C.; Paris, G.J.: “Flexography principles and practices” FTA, Bohemia, NY (1991)
- [10] Parlak, H.: ”Flekso Baskıda Nokta Kazancının Baskı Kalitesine Etkilerinin İncelenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, (2002) 130-133.
- [11] Meyer, K.H.: “Flexo Printing Technology” DFTA, Stuttgart, Germany, (2000)
- [12] Hofstrand, E.H.: “Flexographic Post-Printing of Corrugated Board”, *Doktora Tezi*, Karlstads University, Karlstad, Sweden, (2006) 40-42.
- [13] Bould, D.C.: “An Investigation into Quality Improvements in Flexographic Printing”, *Doktora Tezi*, University of Wales Swansea, Swansea, UK., (2001) 30-32.
- [14] Sharpio, F.; Sagraves, D.: “Chemistry and Technology of water- based inks”, *Laden, P. Ed., Blackie Academic & Professional*, London, UK, (1997)
- [15] Harri, L.: “Microscopic Studies of the Influence of Main Exposure Time on Parameters of Flexographic Printing Plate Produced by Digital Thermal Method”, *Microscopy Research and Technique* 72 (2009), 707–716

- [16] DuPont. (2008): Cyrel Photopolymer Flexographic Printing Plates, Process of Use Manual, Customer Technology Center, Germany.
- [17] Esko Graphics. (2004): Cyrel Digital Imager CtP Flexo System, Esko-Graphics White Paper, Barco Graphics Technology Center, Belgium.
- [18] Novaković, D.; Dedijer, S; Poljaček, S.M.: “A Model for Improving the Flexographic Printing Plate Making Process”, Technical Gazette 17, (2010), 403-410
- [19] Fellers, C.; Norman, B.: “Pappersteknik”, 3rd ed., Institutionen för Pappersteknik, KTH Royal Institute of Technology, Stockholm, Sweden, (1998)
- [20] Trungale, J. P.: “The Anilox roll”, Jelmar Publishing Co., Inc., New York, (1997)
- [21] Ritchie, M.: “Four Color Process Printing: Controlling the Variables”, *Flexo.*, 81-84 (2011)
- [22] Mengel, C.; Dudek, D.; Hackler, M. A.; Kannurpatti, A. R.; A., Golab, F., Process for preparing a flexographic printing plate. US Patent 7122295, April 18. (2001) United States of America.
- [23] Martens, J. A., Flexographic printing plate process. US Patent 5015556, May 14. (1991) United States of America.
- [24] Hackler, M. A.; Dudek, D.; Early, W. W.; Kannurpatti, A. R.; Lake, J. R.; McMillen, R. A.; Neufeglise, D. B.; Sassanelli, P. L.;, Method for thermal development using apparatus having a removable support member. US Patent 7611597, Nov 3. (2009) United States of America.
- [25] Rapp, S., Knudsen, T.;, Process for preparing a flexographic printing plate. US Patent 7682775, Mar 23. (2010) United States of America.
- [26] Rudolph, M. L.;, Method for printing a pattern on a substrate. US Patent 8236479, Aug 7. (2012) United States of America.
- [27] Rudolph, M. L.; Perrotto, J. A.; Patel, D. V.; McMillen, R. A. ;, Device and method for preparing relief printing form. US Patent 8241835, Aug 14. (2012) United States of America.
- [28] Lungu, A.;, Photosensitive element having reinforcing particles and method for preparing a printing form from the element. US Patent 8470518, Jun 25. (2013) United States of America.
- [29] Armstrong, M. L.; Chang, H.;, Method for thermal development with a conformable support. US Patent 8492073, July 23. (2013) United States of America.

- [30] Bhateja, S. K.; Martens, J. A.; Feil, K. F.;, Dimensionally stable flexographic printing plates. US Patent 6171758, Jan 9. (2001) United States of America.
- [31] Bohm, D.; Faust, R.J.; Gersdorf, J.; Petry, R.; Schlosser, H.J.: Process for the manufacture of photopolymer plates. US Patent 5135827, Aug 4. (1992) United States of America.
- [32] Kreckel, K.W.; Kuester, W.; Mueller, B.; Congard, P.; Loncar, Jr., Francis V.: Image graphic adhesive system and method for using same. US Patent 6482288, Nov 19. (2002) United States of America.
- [33] Kreckel, K.W.; Kuester, W.; Mueller, B.: Image graphic system comprising a highly tacky adhesive and method for using same. US Patent 6491781, Dec 10. (2002) United States of America.
- [34] Martens, John A.: Backside ionizing irradiation in a flexographic printing plate process. US Patent 5215859, Jun 1. (1993) United States of America.
- [35] Kausch, W.L.; Martens, J.A.; Morrison, E.D.: Flexographic printing plate having a vanadium oxide antistatic coating layer. US Patent 5322761, Jun 21. (1994) United States of America.
- [36] Sr., Thomas K.; Kathryn E.: Backing for flexographic printing plates. US Patent 5325776, July 5. (1994) United States of America.
- [37] Boston, D.R.; Kausch, W.L.; Martino, E.; Morrison, E.D.; Valsecchi, A.: Photographic elements comprising antistatic layers of vanadium pentoxide, epoxy-silane, and sulfopolymer. US Patent 5439785, Aug 8. (1995) United States of America.
- [38] Wang, P.J.: Aziridine primer for flexographic printing plates. US Patent 5534391, July 9. (1996) United States of America.
- [39] Schober, M.; Schroder, H.L.: Process for preparing flexographic printing plates. US Patent 5552263, Sep 3. (1996) United States of America.
- [40] Prioleau, L.S.; Canty, G.: Flexographic printing plate. US Patent 5187044, Feb 16. (1993) United States of America.
- [41] Fan, R.N.; Kellogg, R.E.: Process and element for making a relief image using an IR sensitive layer. US Patent 5607814, Mar 4. (1997) United States of America.
- [42] Van Wert, S.A.: Flexographic printing elements with improved air bleed. US Patent 6772686, Aug 10. (2004) United States of America.
- [43] Jordan, R.C.; Kapfer, C.A.; Van Wert, S.A.: Flexographic printing elements with

- improved air bleed. US Patent 6655218, Dec 2. (2003) United States of America.
- [44] Cheng, L. K.; Cheng, L.A.: Photobleachable compounds for use in flexographic printing plates. US Patent 6864039, March 8. (2005) United States of America.
- [45] Fan, R.N.; Hackler, M.A.; Kannurpatti, A.R.; Lungu, A.; Taylor, B.K.: Process for making a flexographic printing plate and a photosensitive element for use in the process. US Patent 6773859, Aug 10. (2004) United States of America.
- [46] Fan, R.N.: Flexographic printing element having an IR ablatable layer and process for making a flexographic printing plate. US Patent 5262275, Nov 16. (1993) United States of America.
- [47] Regan, M.T.; Bailey, D.B.; Christine, J.: Ablatable elements for making flexographic printing plates. US Patent 8187793, Nov 16. (1993) United States of America.
- [48] Sievers, W.: Curing of photo-curable printing plates using a light tunnel of mirrored walls and having a polygonal cross-section like a kaleidoscope. US Patent 8578854, Nov 12. (2013) United States of America.
- [49] Lagerstedt, P.; Kolseth, P.: "Influence of Energetics on Ink Transfer in Flexo Printing", Advances in Printing Science and Technology 23rd Conference Paris, France, (1995), 269-274
- [50] Heinemann, S.: "Handbook of Paper and Board", Holik, H. ed., Wiely-VCH Verlag, KGaA Weinheim, Germany, (2006)
- [51] Tillmann, O.: "Handbook of Paper and Board", Wiely-VCH Verlag, KGaA Weinheim, Germany, (2006)
- [52] Keif, M.G.; Goglio T.: "Identifying High-Volume Printing Processes", Visual Communications Journal, (2005)
- [53] Kurt, B.: "Flekso Baskı Sisteminde Kullanılan Baskıaltı Malzemelerinin ve Kalıbın Basan Yüzey Yüksekliğinin, Kaliteye Etkisinin Tespit Edilmesi", Doktora Tezi, İstanbul, (2012) 13-17, 45-49, 51-54
- [54] Mihailidis, A.; Bakolas, V.; Drivakos, N.: "Subsurface Stress Field of a Dry Line Contact", Wear, vol. 249, no. 7, (2001), 546-556.
- [55] Adams, G. G.: Nosonovsky, M.: "Contact Modeling – Forces", Tribology International, vol. 33, (2000), 431-442.
- [56] <http://www.printpackmachinery.com/details/thermoflex-wide-ii.html> erişim:10/2011

[57] http://www2.dupont.com/Packaging_Graphics/en_GB/assets/downloads/pdf/turkey/1000ECLF_tr.pdf erişim: 4/2012

[58] <http://www.gallus-group.com/pt/desktopdefault.aspx/tabid-87> erişim: 9/2012

[59] http://www.rti-rips.com/LinkedDocuments/EquipmentBrochures/Luscher_Multi_DX.pdf erişim: 1/2013

[60] http://www.hdm-stuttgart.de/international_circle/circular/issues erişim: 6/2013

[61] ERGEN, C. (2013) Kişisel Görüşme. Art Ambalaj A.Ş.

[62] KEŞAN, N. (2013) Kişisel Görüşme. DuPont Türkiye A.Ş.

EKLER

1. Standart Kalıp ile Yapılan Test Baskısının Baskı Başlangıcındaki ve 7000metre Sonundaki Baskı Örnekleri

2. RunOrder16 Kalıbı ile Yapılan Test Baskısının Baskı Başlangıcındaki ve 7000metre Sonundaki Baskı Örnekleri

3. RunOrder6 Kalıbı ile Yapılan Test Baskısının Baskı Başlangıcındaki ve 7000metre Sonundaki Baskı Örnekleri

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Lutfi ÖZDEMİR
Doğum Yeri ve Tarihi: NİĞDE, 07.11.1977
Yabancı Dili : İngilizce
E-Posta : lozdemir@marmara.edu.tr

Öğrenim Durumu

Derece	Bölüm/Program	Üniversite/Lise	Mezuniyet Yılı
Lise	Fen Bölümü	Antalya Lisesi	1994
Üniversite	Matbaa Eğitimi	Marmara Üniversitesi	1999
Y. Lisans	Matbaa Eğitimi	Marmara Üniversitesi	2003