



T.C.

BARTIN ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

TEKSTİL MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

BÜKÜMSÜZ FDY (FULLY DRAWN YARN-TAM ÇEKİMLİ İPLİK)

POLYESTER İPLİKLERİNİN BOYANMASI

HAZIRLAYAN

RAMAZAN GÖMEÇ

DANIŞMAN

PROF. DR. RESUL FETTAHOV

BARTIN-2017



T.C.

BARTIN ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

TEKSTİL MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**BÜKÜMSÜZ FDY (FULLY DRAWN YARN-TAM ÇEKİMLİ İPLİK) POLYESTER
İPLİKLERİNİN BOYANMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HAZIRLAYAN

Ramazan GÖMEÇ

JÜRİ ÜYELERİ

Danışman : Prof. Dr. Resul FETTAHOV - Bartın Üniversitesi
Üye : Doç. Dr. S. İlker MISTIK - Marmara Üniversitesi
Üye : Yrd. Doç. Dr. Mahmut KAYAR - Marmara Üniversitesi

BARTIN-2017

KABUL VE ONAY

Ramazan GÖMEÇ tarafından hazırlanan “BÜKÜMSÜZ FDY (FULLY DRAWN YARN-TAM ÇEKİMLİ İPLİK) POLYESTER İPLİKLERİNİN BOYANMASI” başlıklı bu çalışma, 22.02.2017 tarihinde yapılan savunma sınavı sonucunda oy birliği ile başarılı bulunarak jürimiz tarafından Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan : Prof. Dr. Resul FETTAHOV (Danışman)

Üye : Doç. Dr. S.İlker MISTIK

Üye : Yrd. Doç. Dr. Mahmut KAYAR

Bu tezin kabulü Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu’nun/...../20... tarih ve 20...../.....-..... sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Doç. Dr. H. Selma ÇELİKİYAY
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

BEYANNAME

Bartın Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kılavuzuna göre Prof. Dr. Resul FETTAHOV danışmanlığında hazırlamış olduğum “BÜKÜMSÜZ FDY (FULLY DRAWN YARN-TAM ÇEKİMLİ İPLİK) POLYESTER İPLİKLERİNİN BOYANMASI” başlıklı yüksek lisans tezimin bilimsel etik değerlere ve kurallara uygun özgün bir çalışma olduğunu, aksinin tespit edilmesi halinde her türlü yasal yaptırımını kabul edeceğimi beyan ederim.

22.02.2017

Ramazan GÖMEÇ

ÖNSÖZ

Bartın Üniversitesi Tekstil Mühendisliği Bölümü Anabilim Dalı'nda yapmış olduğum yüksek lisans çalışmamda araştırma çalışmalarım ve tez yazımı sırasında desteklerini esirgemeyen tez danışmanım sayın hocam Prof. Dr. Resul FETTAHOV'a ve değerli katkıları nedeniyle sayın Araş. Gör. Müslüm KAPLAN'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Yüksek Lisans eğitim boyunca bende hakkı ve emeği olan herkese, bana her konuda olan güven ve destekleri için Bartın Üniversitesi Tekstil Mühendisliği Bölümü öğretim elemanlarına ve Bartın Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü öğretim elemanlarına ve görevlilerine teşekkürü borç bilirim.

Tez savunmasında jüri üyesi olma nezaketini gösteren, tezi inceleyerek hataların düzeltilmesinde değerli vakitlerini harcayan sayın hocalarım Doç. Dr. S. İlker MISTIK ve Yrd. Doç. Dr. Mahmut KAYAR'a şükranlarımı sunarım.

Tezin uygulama aşamalarında desteklerinden ve yardımlarından dolayı Aydın Mensucat A.Ş. ailesine ve firma bünyesinde üretim müdürü, boyahane müdürü ve apre müdürü görevlerini yürüten sırasıyla Hasan TUNA, Ferat AYAŞLI ve Hasan SAĞIR'a, Plasmatreteat yönetimine, Teknik satış sorumlusu Mustafa AYHAN'a ve Teknik servis bölümüne teşekkür ederim.

Tüm yaşantım boyunca maddi manevi desteklerini her zaman yanımda hissettiğim aileme sonsuz şükran ve minnetlerimi sunarım

Ramazan GÖMEÇ

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

BÜKÜMSÜZ FDY (FULLY DRAWN YARN-TAM ÇEKİMLİ İPLİK) POLYESTER İPLİKLERİNİN BOYANMASI

Ramazan GÖMEÇ

Bartın Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Resul FETTAHOV

Bartın- 2017, sayfa: XV + 66

FDY (Fully Drawn Yarn-Tam Çekimli iplik) polyester yüksek parlaklıktaki görünümü nedeniyle tekstil endüstrisinde, özellikle de ev tekstili sektöründe oldukça fazla miktarda kullanılmaktadır. Ancak bu iplik bükümsüz haldeyken boyanamamaktadır. Boyama işleminin gerçekleştirilmesi için uygulanan büküm işlemi, ipliğin parlaklığının azalmasına, işletmelere ek maliyete ve zaman sarfiyatına neden olmaktadır. Cips olarak boyanması durumunda ise tedarikçi firmanın sunduğu renklerle sınırlı kalınmaktadır.

Bu çalışmada FDY polyesterin lipaz enzimi ve plazma teknolojisi ile boyanabilirliği araştırılmıştır. Böylece ipliğe verilen büküm işlemi nedeniyle ortaya çıkan maliyet ve zaman sarfiyatının ve parlaklık azalmasının önlenmesi amaçlanmaktadır. Elde edilen sonuçların spektrofotometrik ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Çalışma sonucunda kısmen başarılı olunmuştur. Boyama sonucunda ipliklerde abraj görülmüştür.

Anahtar Sözcükler

Polyester iplik üretimi, FDY polyester iplik boyama, plazma teknolojisi, Lipaz enzimi

Bilim Kodu

621.01.04

ABSTRACT

M.Sc.Thesis

DYED POLYESTER FULLY DRAWN YARN UNTWISTED

Ramazan GÖMEÇ

Bartın University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Textile Engineering

Thesis Advisor: Prof. Resul FETTAHOV

Bartın-2017, pp: XV + 66

Fully drawn polyester filament yarn (FDY polyester) is used in the textile industry, especially in the home textile sector, due to its high gloss appearance. However, this yarn can not be painted while untwisted. The twisting process applied to achieve the dyeing process results in a reduction in the brightness of the yarn, additional financial and time expenditure for the operations. In case of dyeing as chips it is limited to the colors offered by the supplier company.

In this study, dyeability of FDY Polyester with lipase enzyme and plasma technology was investigated. Thus, it is aimed to avoid the cost and time consumption and the decrease of brightness caused by the twisting process given to the yarn. Spectrophotometric measurements of the obtained results were performed. Partly successful in the result of the study. Abrage was observed in the yarns as a result of dyeing.

Key words

Polyester yarn production, FDY polyester yarn dyeing, plasma technology, Lipase enzyme

Science Code

621.01.04

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
KABUL VE ONAY	ii
BEYANNAME.....	iii
ÖNSÖZ.....	iv
ÖZET	v
ABSTRACT	vi
İÇİNDEKİLER.....	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	ix
TABLolar DİZİNİ.....	xi
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	xii
BÖLÜM 1 GİRİŞ	1
1.1 Genel Bilgiler.....	2
1.1.1 Tekstil Terbiyeciliğinde İplik Boyama İşlemleri.....	2
1.1.2 Bobin Halde İplik Boyama	4
1.1.2.1 Bobin Boyama Yönteminin Avantajı ve Dezavantajları.....	5
1.1.2.2 Bobin Boyama Makineleri	5
1.1.2.3 Bobin Boyamayı Etkileyen Faktörler.....	10
1.1.3 Çözümlü Halde İplik Boyama.....	18
1.1.4 Bölgesel Olarak İplik Boyama.....	18
1.1.5 Çile Halde İplik Boyama	19
1.1.6 İplik Boyanmasında Kullanılan Boyarmaddeler.....	19
1.1.6.1 Direkt Boyarmaddeler	19
1.1.6.2 Reaktif Boyarmaddeler.....	19
1.1.6.3 Kükürt Boyarmaddeler	21
1.1.6.4 Küp Boyarmaddeler	21
1.1.6.5 Dispers Boyarmaddeler	22
1.2 Polyester Elyafının Dispers Boyarmaddelerle Boyanması.....	24
1.2.1 HT Boyama Prosesi	25
1.3 Plazma Teknolojisi Üzerine Genel Bilgiler	26
1.3.1 Tekstil Teknolojisinde Plazma İşlemleri	29

1.3.2 Plazma Polimerizasyon Tekniği ile Tekstil Liflerinin Modifikasyonu Üzerine Bazı Çalışmalar	30
1.4 Lipaz Enzimi ve Tekstil Endüstrisinde Kullanımı.....	31
1.5 Polyester İplik Üretimi.....	33
1.5.1 Polyester Eriğinden İplik Üretimi	38
1.5.2 Polyester Cipsinden İplik Üretimi	40
1.5.3 Polyester Lifinin Yapısı	42
1.6 İpliğın Termofiksaj İşlemleri	42
BÖLÜM 2 MATERYAL VE YÖNTEM	44
2.1 Kullanılan Materyal	44
2.1.1 İplik	44
2.1.2 Kullanılan Kimyasallar ve Boyarmaddeler.....	44
2.1.3 Kullanılan Cihazlar	45
2.1.3.1 Plazma	45
2.1.3.2 HT Boyama Makinesi	46
2.1.3.3 Bobin Aktarma Makinesi	46
2.1.3.4 Fiksaj Makinesi	47
2.2 Yöntem.....	47
2.2.1 Lipaz Enzimi Ön İşlem Uygulaması.....	47
2.2.2 Plazma Teknolojisi ile Polyester FDY'nin Ön İşlem Koşulları	48
2.3 FDY Polyester İpliğın Boyama işlemleri.....	50
2.4 Renk Ölçümü	51
BÖLÜM 3 BULGULAR VE TARTIŞMA	53
BÖLÜM 4 SONUÇ VE DEĞERLENDİRME	59
KAYNAKLAR.....	61
ÖZGEÇMİŞ.....	66

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil	Sayfa
No	No
1. Bobin boyama makinesi	6
2. Boya kazanının içine yerleştirilecek iğ düzeneği	13
3. Boya kazanına yerleştirilmiş ve boyanmaya hazır bobinler	13
4. Reaktif boyarmaddenin yapısındaki gruplar	19
5. Nitrodifenilamin dispers boyarmaddelerinin yapısı	23
6. Diazo dispers boyarmaddelerinin formülasyonu	23
7. Monoazo dispers boyarmaddelerinin kimyasal yapısı	23
8. Antrakınon dispers boyarmaddelerinin kimyasal yapısı	23
9. Maddenin dört hali	26
10. Oksijen plazmanın etkileri	29
11. Lipaz reaksiyonlarının şematik olarak gösterilişi	32
12. Lipaz enzimlerinin etkisiyle ester bağlarının hidrolizi	33
13. Granülatör	34
14. Polyester cips	35
15. Round kesit görüntüsü	35
16. Trilobal kesit görüntüsü	36
17. İçi boş round kesit görüntüsü	36
18. Düze paketi.....	39
19. Düze	39
20. Polyester cipten POY (Partially Oriented Yarn) iplik üretiminin şematik görünümü	41
21. Polyester elyafının kimyasal yapısı.....	42
22. Uygulamada kullanılan plazma cihazı	46
23. SSM bobin aktarma makinesi	46
24. Lipaz enzimi ile yapılan ön İşlem ve pH kontrolü	48
25. Plazma ile ipliğin muamelesi	49
26. İpliğin plazma ile muamelesi	49
27. Dispers boyarmaddesi ile HT boyama yöntemine göre FDY Polyester boyama diyagramı	50
28. Boyanmış 300/96 FDY Polyester iplik bobinleri. 1- 160 t/m bükümlü iplik bobini, 2- Büküm bükümsüz iplik bobini	53

29.	1- Fikse + %1 Enzim ile yapılan ön işlem sonrası boyama, 2-Fikse + Referans boyama (160 t/m Bükümlü).....	54
30.	1-Fikse + % 2 Enzim ile yapılan ön işlem sonrası boyama, 2-Fikse + Referans boyama.....	55
31.	1- Fikse + Plazma işlemi + Boyama, 2 - Plazma işlemi + Boyama, 3- Fikse + Boyama (Bellini Makinesinde Boyama).....	56
32.	1- Fikse + Plazma işlemi + Boyama, 2-Plazma işlemi + Boyama, 3- Fikse + Boyama (Laip Makinesinde Boyama)	57



TABLolar DİZİNİ

Tablo	Sayfa
No	No
1. Uygulamalarda kullanılan kimyasal maddeler.....	44
2. Uygulamalarda kullanılan boyarmaddeler	44
3. Uygulamalarda kullanılan cihazlar	45
4. SSM bobin aktarma makinesinde aktarma koşulları.....	47
5. Numune kazanında Lipaz enzimi ile yapılan ön işlem parametreleri	47
6. Plazma ile ön işlem görecekt ipliğin SSM bobin aktarma makinesinde aktarma koşulları.....	48
7. Dispers boyarmaddesi ile FDY Polyester ipliğin boyanmasında kullanılan kimyasal maddeler ve konsantrasyonlar	50
8. Redüktif yıkama işlemi için gerekli koşullar ve kimyasal maddelerin konsantrasyonu.....	51
9. Lipaz enzimi ile ön işlem yapılarakt i yapılan boyamalara ait renk farklılıkları	55
10. İpliğe plazma uyguladıktan sonra Bellini boyama makinesinde yapılan boyama sonucuna ait renk farklılıkları.....	56
11. İpliğe plazma uyguladıktan sonra Laip boyama makinesinde yapılan boyama sonucuna ait renk farklılıkları.....	58
12. Boyamalara ait CIELab ve tristimulus değeri.....	58

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

°C : Santigrad derece

KISALTMALAR

HT : High temperatüre (yüksek sıcaklık)

FDY : Fully drawn yarn (tam çekimli iplik)

PES : Polyester

kW : Kilowatt

kPa : Kilopascal

Tetsiad : Türkiye Ev Tekstili Sanayicileri ve İşadamları Derneği

İtkib : İstanbul Tekstil ve Konfeksiyon İhracatçı Birlikleri

BÖLÜM 1

GİRİŞ

Tekstil ve hazır giyim sektörü tarih boyunca insanoğlunun en temel gereksinimlerinden biri olmuştur. Özellikle hızla değişen moda trendleri nedeniyle son yıllarda tekstil sektörü son derece rekabetçi hale gelmiştir. Önceleri sadece giyim ve ev tekstilleri gibi sınırlı bir alanda üretimi gerçekleştirilen tekstil sektörü özellikle son yarım yüzyılda hijyen tekstillerinde havacılık ve uzay alanında kullanılan tekstil ürünlerine kadar son derece geniş bir kullanım alanına sahip olmuştur. Önemli bir tekstil ülkesi olan Türkiye de bu değişimden nasibini almaktadır. (Tetsiad 2014).

Türkiye, en önemli ve en çok kullanılan doğal lif olan pamuk, ve polyester, akrilik, poliolefin lifleri gibi elyafların üretiminde dünyada söz sahibidir. Ayrıca iplik üretiminde en büyük dördüncü, iplik pazarında ise beşinci en büyük pozisyonundadır (Tetsiad 2014).

Türkiye'nin toplam tekstil ve hammaddeleri sektörü ihracatı, 2016 yılının Eylül ayında %3,1 oranında artış ile 831 milyon dolar değerinde gerçekleşmiştir. Ocak-Eylül dönemi toplam tekstil ve hammaddeleri ihracatı ise %0,1 oranında gerileme ile yaklaşık 7,4 milyar dolar değerinde kaydedilmiştir. 2016 yılı Eylül ayında Türkiye'nin genel ihracatı %0,8 oranında gerileyerek 10,4 milyar dolar değerinde gerçekleşmiştir. Bu dönemde sanayi ürünleri ihracatı ise %1,4 oranında gerilemiş ve yaklaşık 8,6 milyar dolar değerinde gerçekleşmiştir. Yine aynı yılın Eylül ayında toplam tekstil ve hammaddeleri sektörü ihracatının genel ihracatımız içerisindeki payı %8 olarak gerçekleşmiştir (İTKİB Genel Sekreterliği, 2016).

Tekstil Endüstrisinde FDY (Fully Drawn Yarn-Tam Çekimli İplik) Polyester yüksek parlak görünümü nedeniyle özellikle Ev Tekstili sektöründe oldukça fazla miktarda kullanılmaktadır. Ancak bu iplik bükümsüz olarak boyanamamaktadır. Boyama işlemi için yapılan büküm ipliğin parlaklığının azalmasına, işletmelere ek maliyete ve zaman sarfiyatına neden olmaktadır. Cips olarak boyama da ise tedarikçi firmanın sunduğu renklerde sınırlı kalınmakla birlikte stok maliyeti de işletmeye ek yük getirmektedir.

Belirtilen olumsuzlukları ortadan kaldırmak amacıyla bu çalışmada bükümsüz tam çekimli ipliğin boyanmasına çalışılmıştır.

1.1 Genel Bilgiler

1.1.1 Tekstil Terbiyeciliğinde İplik Boyama İşlemleri

Tekstil malzemelerinin boyanması işlemi, tekstil materyalinin boyar madde çözeltisi ve yardımcı kimyasal maddeler (ıslatıcı, tuz, alkali ve asit) ile muamele edilmesi ile gerçekleşir. Tekstil boyamasında, suda çözünmüş veya disperse haline getirilmiş boyarmaddenin materyal tarafından absorblanması en önemli unsurdur. İyi bir boyama işleminin gerçekleşmesi sadece boyarmaddenin tekstil materyali yüzeyine adsorblanması (tutunma) ve lif içine yerleşmesine değil, aynı zamanda liflere kimyasal veya fiziksel olarak bağlanmasına da bağlıdır. Boyarmaddenin tekstil materyali tarafından absorblanması ve bağlanması materyalin kimyasal ve fiziksel yapısına bağlı olduğu için kullanılacak boyarmaddeler de her tekstil materyali için farklıdır. Materyalin cinsine ve istenilen haslık özelliklerine bağlı olarak uygun bir boyarmadde seçimi gerçekleştirilir. Tekstil materyalinin boyanması için hem doğal lif hem de sentetik lif kumaşların ya da her ikisinin karışımından meydana gelmiş kumaşlar için geniş bir boyarmadde olanağı bulunmaktadır. Bu boyarmaddelerle istenilen her türlü nüans ve yüksek derecede renk haslıkları elde edilebilir (Gültekin, 2011).

Tekstil materyalleri elyaf, iplik, kumaş hallerinde boyanabilmektedir. Boyama işlemi, liflerin iplik olarak eğrilmesinden sonra delikli masuralara sarılarak dokuma veya örme işleminden önce yapılıyorsa bu işleme iplik boyama işlemi, bu iplikler kullanılarak elde edilen kumaşlar, ipliği boyalı kumaş olarak adlandırılmaktadır. Renkleri genelde daha canlı görünümündedir.

Tekstil sanayiinde, son yıllarda iplik boyamacılığı insanların jakarlı ve çok renkli kumaşlara olan ilgisinin artmasıyla büyük önem kazanmıştır. Ayrıca boyalı ipliklerin haslık değerleri kumaş, tops vb. hallerde boyamaya göre yüksek olması tekstil terbiye işlemlerinde iplik boyamacılığını önemli noktaya getirmiştir (Özdemir, 2009).

İplik boyamanın amacı; dokuma veya örme işlemi esnasında çizgiler, ekoseler, kareler oluşturmak için çeşitli renklerden iplikler kullanmaktır. Bazı özel durumlarda düz renk kumaşlar için de boyalı ipliklerin kullanımı gerçekleştirilmektedir.

Bobin boyama işleminde bir takım makine koşullarının boyamaya etkileri araştırılmış olup araştırmada boya çözeltisinin tek akış yönde akması düzgünsüz boyamaya neden olduğu tespit edilmiştir. Düzgün olmayan boyama sonuçlarından kaçınmak ve uygun bir boyama sonuçları elde etmek için boyama makinesi boya çözeltisinin akışı içten dışa ve dıştan içe doğru akması sağlanmalıdır (Tsui, 2003).

Sarım yoğunluğuna bağlı olarak verimli boyama işleminin gerçekleştirilmesi için ayarlanan diferansiyel basıncın ve değişken pompa değerlerinin kontrol edildiği 'optimize edilmiş diferansiyel ölçüleme' sisteminin önemli olduğu açıklanmıştır (Chakraborty vd. 1998).

Bir araştırmada 450 g/dm³ yoğunluğunda elde edilmiş hassas sarım yapılı bobindeki pamuk ipliğinin sorun olmadan boyanabildiği açıklanmıştır (Balmford vd., 1986).

Akışın boyanmış ipliğin kalitesini belirleyen en önemli koşullardan bir tanesi olduğu vurgulanmış olup, akışın yetersiz olması durumunda homojen olmayan düzgünsüz bir boyamaya neden olabildiği, akışın artmasının bazen düzgünsüzlüğü azalttığı ya da yok ettiği belirtilmiştir (AATCC Symposium, 1991).

%100 polyester iki katlı bobinlerin sarım açma performansı ve boyama düzgünlüğü üzerine yapılan bir araştırmada; sert sarım ve bobinin boyanma derecesinin, bobinin yoğunluğuna, ağırlığına ve tek kat çift kat olmasına bağlı olduğu belirlenmiştir (Yigi Yang ve David, 1999).

Günümüzde ipliklerin boyanma işlemi bobin boyama, çözgü boyama, çile boyama ve bölgesel boyama gibi çeşitli yöntemlerle yapılmaktadır.

1.1.2 Bobin Halde İplik Boyama

İpliği bobinden boyama, kumaş üretiminde kullanılan renkli ipliklerin üretilmesi için en uygun ve en ekonomik yöntemdir. İpliği boyalı kumaş üreten fabrikalar, tüketici taleplerindeki değişikliklere hızlıca cevap verebilmektedirler.

Bobin boyama, nakışlı ve renkli kumaşlara olan talebin artması sebebiyle son yıllarda önem kazanmıştır (Lewis 1992). Çünkü ipliği boyalı kumaşlar; jakarlı ve armürlü makinelerde üretilen kumaşlardaki gibi dokuma ve örme olmak üzere farklı kumaş üretim alanlarında kullanılabilir. Ayrıca, ipliği boyalı kumaşlarda (giyim için) olması gereken haslıklar, farklı boyama yöntemleri ile boyanan kumaşlara göre daha yüksek olduğu için tercih edilmektedir (Park, 1981; AATCC Symposium 1997).

Bobin boyama, tekstil terbiye tesislerinde üretim kapasitelerinin yüksek olması, boyama sonrası yapılacak diğer işlemlere geçişlerin daha kolay ve hızlı olması sebebiyle diğer iplik boyama yöntemlerine göre daha fazla tercih edilmektedir (Aniş, 1998).

Bobin boyama yönteminde iplikler delikli koniklere (boyama koniklerine) çapraz ve boyamaya uygun sertlikte sarılarak boyanmaktadır. Bobin boyama işlemi boyama makinelerinde gerçekleştirilir. Burada bobinler sabitlenmiş bir ünitedeki delikli silindirlere (iğlere) eşit boyda takılarak kazanın içine hareketsiz olacak şekilde yerleştirilir. Boya banyosu ise kazanın içinde bobine dıştan içe ve içten dışa doğru belli bir basınç altında verilir. Özet olarak materyal hareketsiz, boya banyosu (flotte) ise hareketlidir (Yakartepe ve Yakartepe, 1995).

Diğer iplik boyama yöntemlerine göre düşük maliyeti ve uygulama kolaylığı açısından en fazla kullanım alanına sahip olan iplik boyama türü bobin boyamadır. Bobin boyama yöntemine göre boyanan iplikler, çile halinde boyanmış ipliklerin hacimliliğine ve yumuşaklığına sahip olmasa da boyamadan sonra herhangi bir ard işlem gerektirmeden kurutulduktan sonra kumaş haline getirmek üzere dokumaya veya örmeye gönderilebilmekte, daha düşük banyo oranlarında çalışabilmekte ve büyük partileri bir kerede boyayabilmektedir. Böylece kazan farkı denilen renk farklılığına daha az rastlanmış olmaktadır.

Tekstil apre (bitim) işlemlerinde bobin boyama diğer iplik boyama yöntemleriyle karşılaştırıldığında üretimde yüksek verimlilik ve sonraki üretim aşamalarındaki uygulama kolaylığı nedeniyle daha çok tercih edilmektedir. Diğer bir yandan, boyanmış bobinin iç, dış ve merkez bölgelerinde iplik deformasyonu nedeniyle boyama sırasında bobinin her yerinde rengin homojen olmaması mümkündür. İşçi ya da proses hataları, yardımcı maddeler, yanlış boyarmadde kullanımı, düzgün olmayan sarım ve bobin yoğunluğu, iplik boya tüplerinin yanlış seçilmesi, yetersiz makine ve teçhizat, kötü iplik özellikleri nedeniyle düzensizlik ve hatalı boyama meydana gelebilmektedir (AATCC Symposium, 1990; Yang ve Mattison, 1997).

1.1.2.1 Bobin Boyama Yönteminin Avantajı ve Dezavantajları

Yüksek kontrol seviyesine uygunluğu, boyama kalitesinin diğer yöntemlere göre yüksek olması, boyama işleminin verimli, dolayısıyla üretim kapasitesinin yüksek olması gibi sebepler avantajları arasında yer almaktadır.

Bobin boyamanın büyük dezavantajı ise toplam üretim aşamalarında proses içinde boya öncesi delikli masuralara sarım ve boya sonrası delikli masuralardan kurtarmak için olmak üzere 2 kere sarım yapılıyor olmasıdır. Bu da sonuç olarak maliyeti artırmaktadır.

1.1.2.2 Bobin Boyama Makineleri

İplik boyama işlemlerinin çoğu, ipliğin çapraz sarımlı, konik veya kalıp halindeki bobinlere sarıldıktan sonra yapılmaktadır. Bu bobinler daha sonra delikli (perfore) iğler üzerine yerleştirilmekte, basınç ile boya banyosu bu iğler içerisinden geçirilerek üzerinde ipliğin sarılı olduğu delikli masuralara dolayısıyla ipliğe ulaşmasıyla boyama gerçekleştirilmektedir.

Eski makinelerde, boya banyosu atmosfere açıktı yani sıcaklık 100°C'nin üzerine çıkamamaktaydı ve sadece boya banyosunun, bobinin içinden dışarıya akmasına imkan sağlamaktaydı. Flotte, ana pompa yardımı ile alınmakta ve yeniden sisteme beslenmekteydi. Daha sonra, boya banyosu tamamen atmosfere kapatıldı ve pompanın ters yönde çalıştırılması yoluyla çözeltinin, bobinin dışarısından içeriye akışı da sağlanmıştır. Boya banyosunun akış yönünün değiştirilmesi ile (iki yönlü akış) daha düzgün boyama

elde edilmiştir. Basınçlandırılmış sistem, pompanın performansını arttırmış ve daha yüksek sıcaklıklarda boyama imkanı sağlamıştır.

Bir bobin iplik boyama makinesinin temel parçaları aşağıdaki şekildedir:

- Boyama kazanı,
- İğ ünitesi (Bobin taşıyıcı),
- Sirkülasyon pompası,
- Boya banyosunun akış hızını iki yönlü (içten dışa ve dıştan içe) kontrol eden ünite,
- Isı değiştirici (Eşanjör)

Boyama Kazanı : Basınçlandırılmış olan boyama kazanının gövdesi silindir şeklinde olup üst kısmı kubbemsi yapıdadır. Üst kısım kapak olup, (eski makinelerde) bir civatayla veya çabuk kilitlenebilen dişli kayıcı bir halka ile kapatılmıştır. Farklı boyutlar da bazı makinelerin imal edilmiş olmasına rağmen makine çapları 2 metrenin biraz üzerindedir ve yükseklikleri de yaklaşık aynı değerlerdedir.



Şekil 1: Bobin boyama makinesi.

Ana gövdenin hemen altına monte edilmiş olan pompa makinenin yüksekliğini arttırmaktadır. Makine; üzerinde büyük bir boşluk veya boyahanenin tabanından aşağıya doğru bir

çukur içerisine yerleştirerek tek ray üzerinde sağa sola hareket eden bir vinç yardımıyla doldurulup boşaltılması sağlanır. Makinelerin merkezleri, rayın tam aşağısına gelecek şekilde dikkatlice ayarlanmalıdır. Yük asansörünün kapasitesi düşük tutulmamalıdır; 2 metre çapındaki bir makine için genellikle 5 tonluk bir yük asansörü yeterlidir. Makinelerin toprak seviyesine monte edildiği yerlerde, operatör için etrafına emniyet çerçevesi olan yüksek bir platforma ihtiyaç bulunmaktadır. Genellikle, platform ve açık kazanın tepesi arasındaki yükseklik en az 92 santimetre kadardır. Geniş çaplı makinelerin kapağı oldukça ağırdır ve karşı ağırlık ile dengelenmelidir. Kapak makinenin arka kısmındaki, pnömatik veya hidrolik olarak çalışan bir silindir yardımıyla kaldırılmaktadır. Her basınçlı kazanın üzerinde üretici firmanın adını, seri numarasını, üretim tarihini ve kontrol edildiği tarihi, emniyetli çalışma sıcaklığını ve basıncını, vb. bilgileri içeren bir plaka bulunmalıdır. Basınçlı kazanlarda ayrıca, emniyet vanaları ve kazan içerisindeki basınç ve sıcaklığı gösteren göstergeler de yer almalıdır. Emniyet kilitleri ile boya kazanında basınç kaldığında veya sıcaklığın 85°C'i geçtiği zamanlarda kazanın açılmasını önlenmektedir. Kazandan havayı atabilmek için kazanın kapak kısmına tahliye borusu takılmıştır ve az miktarda boya çözeltisinin su soğutmalı bir kondenserden geçirildikten sonra makinenin yan tarafında bulunan ve monte edilmiş yardımcı kazana atılmasına olanak verilmiştir.

Çerçeve ve İğler: Bobin halindeki iplikler, boya banyosunun akışını engellemeyecek şekilde dik konumundaki ortası boş iğlere yerleştirilmektedir. İğler dairesel kesitlidir. Uzunlukları yaklaşık 125 santimetre olup ve genellikle çapı 7 santimetre kadardır. Boya çözeltisinin akışının daha kolay olmasını sağlanması için enine kesitleri “Y” şeklinde iğler icat edilmiştir.. İğler, içi boş ve dairesel tabanlı, yukarıya kaldırmak için tepesinde bir kulpa sahip ortası direkli bir çerçeve içerisindeki deliklere sağlam şekilde vidalanmışlardır.

Pompa deşarj borusunun üzerine uyacak, çerçeve merkezinin dibinde boya banyosunun girişi için bir açıklık mevcuttur. Çerçeve çapı maksimum 2 metrenin biraz üzerindedir ve boyanacak bobinlerin çapına bağlı olarak iğ delikleri yerleştirilir. Bobinler, iğlere yerleştirilirken etraflarındaki iğlere değmemesine dikkat edilmelidir, ne kadar fazla iğ yerleştirilirse, yük o kadar fazla olacaktır. Her iğin tepesinde, boya banyosunun istenmeyen yönlere kanallaşma yaparak akmasını önlemek, uç tablasının ve kapağının yerleştirilmesi için bir vida deliği mevcuttur.

İğ başına düşen boyanacak bobinlerin adedi genellikle 8 - 10 arasındadır ve bastırılabilir olduklarında, iğ kolonu yukarıdan aşağıya doğru genellikle mekanik olarak kuvvetlice bastırılır ve boya çözeltisinin sızmasını önleyecek şekilde uçtaki vida iyice sıkılır. Bazı tekstüre iplik bobinleri ilk defa ıslatıldıklarında büzülürler. Bu durumda, boyanacak malzeme kısa bir süre (5 dakika) ıslatılarak ve daha sonra kazan yeniden açılmak suretiyle her iğ kolonuna ek bobinler yerleştirmek gereklidir. Bobinleri yukarıdan aşağıya doğru boylamasına bastırmak sadece boyanacak bobin miktarını arttırmak ve birbirine komşu bobinler arasında iyi bir sızdırmazlık sağlamakla beraber düşük yoğunluk ve yüksek geçirgenliği (permeabilitesi) olan bazı bölgeleri bir araya getirerek iğ kolonu boyunca boya çözeltisinin daha düzenli bir şekilde akmasına olanak sağlar. İğ çapının arttırılması veya iğ in enine kesitini değiştirilmesiyle banyo akış hızında değişiklik yapılabilir.

Ana Pompa: Boya kazanının alt kısmına ve merkeze yakın bir şekilde monte edilen ana pompa, sıvı akışı sırasındaki sürtünme kayıpları en aza indirir. Basıncın az olduğu yerlerde kanat yönünün ters tarafında baloncukların oluşmasının (kavitasyon) önüne geçmek amacıyla makine tabanına pompa yerleştirilerek pompa üzerinde en yüksek seviyede sıvı sağlanmıştır.

Kullanılacak pompa, sıvı akışına karşı meydana gelen direnci kırabilecek düzeyde basıncı ve sıvı akış hacmini oluşturabilecek kapasiteye sahip olmalıdır. Flotte içerisindeki basınç farkı 25-85 kPa arasında olmalıdır. Hangi pompa tipi seçilirse seçilsin, oluşan basınç, akış hacmindeki küçük değerlerdeki değişiklikler için de sabit kalabilmelidir.

Eksenel pompalarda çözelti akış yönü, motorun ters yönde çalıştırılması ile kolayca değiştirilebilmektedir. Ancak bu verimli değildir. Her iki yönde çalıştıklarından iki tip akış yönüne sahip eksenel pompaların, pompa yatakları üzerindeki basınç, aşırı yıpranmalara neden olmaktadır. Bir eksenel pompayı verimli bir şekilde çalıştırabilmek için, pompanın pervanesi, pervane yuvasının çapından sadece çok az miktarda küçük olmalıdır. Boya çözeltisinin merkezden dışarıya, bir kanal çiftine doğru püskürtüldüğü santrifüj pompalar tek yönde dönerler. Kanal çiftlerini birlikte tutan vanayı, bir dirsek borusu içerisinde hareket ettirilmesi suretiyle akış yönü değiştirilebilir. Sıcaklıkları 130°C kadar ulaşan boya çözeltisinin pompalanmasında sağlam bir sızdırmazlık mekanizmasına ihtiyaç vardır. İmalatçılarının birçoğu, santrifüj ve eksenel pompaların iyi yönlerini bir araya getiren pompalar kullanmakta ve bir elektrik motoru ile V kayışı yardımıyla pompa hareket ettirilmektedir. Ge-

rekli olan maksimum akış hızına bağlı olarak motorun boyutu, ipliğin 100 kg başına 5- 15 kW arasında değişmektedir.

İkinci Pompa: Tüm bobin boyama makineleri ana pompanın giriş kısmına bağlanmış olan pompa ile basınçlandırılmıştır. İkinci pompa boya banyosunu, yardımcı kazanın en altından alarak, ana pompa besleme borusuna ulaştırır. Bu sistem ayrıca boyarmaddelerin ve yardımcı maddelerin flotteye ilavesinde de kullanılmaktadır. İkinci pompa, genellikle sant-rifüje benzer bir pompadır ve devamlı olarak çalışır. Pompanın tasarımı, meydana gelen basınç kazanın emniyetli bir şekilde çalışabileceği maksimum basıncı geçmeye ihtimal vermeyecek bir şekilde yapılmalıdır. Makinelerin çoğu, genellikle 275-310 kPa civarındaki statik basınçlarda çalışırlar ve hatta ana pompada basıncın az olduğu yerlerde kanat yönünün ters tarafında baloncukların oluşmasını önlemek için 100°C' de yapılan boyama işlemlerinde bile basınç kullanılmaktadır.

Isıtma Sistemi: Boya banyosunun ısıtılması, yüksek basınçtaki su buharının (550- 700 kPa) iplik bobinlerini taşıyan iğ çerçevesinin hemen altında, boya kazanının alt kısmına yerleştirilen yatay ve helezonik konumundaki ısıtma elemanının içerisine beslenmesi ile yapılmaktadır.

Boya Banyosunun Akışı: Ana pompa boya banyosunu, iğ çerçevesinin tabanından geçirerek, iğlerin tepe noktasına, iplik bobinlerinin içerisinden ve ısıtma elemanlarından geçirerek yeniden kendisine ulaşacak bir şekilde tazyiklendirir. Bu akış yönü, bobinlerin içerisinde "içeriden-dışarıya" ve ters çalıştırıldığında "dışarıdan-içeriye" doğrudur.

Banyo Oranı: Kazan tam dolu olduğunda, makinelerin çoğu 1:10 flotte oranları ile çalışmaktadır. Flotte oranını azaltmak; su, ısı, kimyasal maddeler ve boyarmaddelerden tasarruf etmek anlamına gelmektedir.

Genişleme Tankı: Bu tank, ısınan banyonun artan hacmini karşılamak için gereklidir ve ayrıca, boyar maddelerin ve diğer kimyasal maddelerin eklenmesinde de kullanılmaktadır (Öner, 1997).

1.1.2.3 Bobin Boyamayı Etkileyen Faktörler

Bobin boyamayı etkileyen önemli faktörler şunlardır: Kullanılan boyarmaddenin türü, boyama işleminin parametreleri (boya banyosunun sıcaklığı, banyo sirkülasyon hızı ve sirkülasyon yöntemi, pompalama basıncı, boyama aparatının teknik koşulları), kullanılan ipliklerin cinsi, bobinlerin sarım yapısının kalitesi, koniklerin yüzey yapısı vb. (Fettahov vd., 2005).

a) Boyarmaddenin Boyamaya Etkisi

Boyarmaddelerin tekstil materyallerine bağlanması, boyarmaddelerin ve materyalin yapısına bağlı olarak aşağıdaki mekanizmalardan birinin meydana gelmesi ile gerçekleşmektedir.

- Boyarmaddenin materyale adsorbsiyon yani yüzey tutunması ile life bağlanması (Örnek: Direkt boyarmaddelerin tekstil materyallere bağlanması).
- Suda çözünmüş olan boyarmaddenin materyale uygulandıktan sonra boyarmaddenin materyal içersinde çözünmez duruma getirilmesi (Örnek, azoik, küp ve leuko (çözülebilir) küp boyarmaddelerin tekstil liflerine bağlanması).

Tekstil materyallerinin boyanması, boyarmadde moleküllerinin liflerin yapısındaki amorf bölgelere difüzyonu ve burada polimer molekülleri ile kimyasal ve fiziko kimyasal kuvvetler ile bağlanması esasına dayanmaktadır (Özdemir, 2009).

Boyarmaddeler, birbirlerinden farklı lif cinsleri üzerine farklı şekilde çekime maruz kalmaktadır. Boyarmaddenin elyaf tarafından çekimi, liflerin cinsine, yapısına göre değişmektedir. Birbirlerinden farklı elyaf türleri ile yapılmış iplik veya kumaşın boyanabilme özellikleri farklılık gösterecektir. Hatta iplik numarası ve büküm sayısı dahi boyanma özelliklerini etkilemektedir. Örneğin; merserize olmuş pamuk ile normal pamuğu aynı boya banyosunda boyama işlemine alırsak renk ve boyama düzgünlüğü açısından birbirlerinden farklı sonuçların ortaya çıktığı gözlemlenecektir (Başer, 1998).

b) Boyama Parametrelerinin Boyamaya Etkisi

Bobinlerin boyanması sırasında sirkülasyon süresi, banyo sıcaklığı, basınç ve pompa devri gibi boyamanın düzgünlüğünü birinci dereceden etkileyebilecek makineye bağlı çalışma şartlarının ve makine ile bobin sarım yapısının (iplik numarası, sıklık, yoğunluk) dikkate alınmadan çalışma şartlarının belirlenmesi renk düzgünsüzlüklerine ve bölgesel renk farklılıklarına (dış-orta-iç) yol açtığı bilinmektedir. Bu nedenle farklı özellikteki bobinler için farklı makine şartlarında ve özellikle iplik inceliği, bobin sarım yoğunluğu, kullanılan boyama işleminin koşulları ve boyarmadde özelliklerine göre farklı boyama şartlarının belirlenmesi gerekmektedir.

Göz önüne alınması gereken en önemli noktalardan bir tanesi de makinedeki banyo oranının istenilen değerlerde olmasıdır. Banyo oranında yapılan yanlışlık doğrudan mamülün renginde farklılıklara yol açabilmektedir. Aynı zamanda gerekli banyo oranını belirlerken kullanılan boyarmaddelerin ve yardımcı kimyasalların hassas bir şekilde tartımı yapılması gerekmektedir (Park, 1981).

Bobin boyama makinesinde genel olarak hazırlanan banyonun, materyalin her tarafına homojen ve düzgün bir şekilde nüfuz etmesi için yeterli hareketi (sirkülasyonu, basıncı, debiyi vb.) sağlayabilecek pompa, yönlendirici valf, pnömatik kontrol elemanları ile birlikte banyonun her noktasında aynı sıcaklığı sağlayacak şekilde makineye monte edilmiş bir eşanjör (ısıtma ve soğutma sistemi) bulunmalıdır (Özdemir ve Oğulata, 2003).

Bobin boya işlemi prensip olarak, bobinin her biri eşit çaplı ve üzerinde sıralı delikler açılmış metal silindirlere (iğlere) yerleştirilmesi ve preslenmesi ile başlar. Daha sonra bu aparat bobin boya makinesinin içine yerleştirilir. Kazan kapağı kapandıktan sonra vidalı kelepçelerle sıkıştırılır. Kazana yeterli miktarda boya çözeltisi verilerek belirlenmiş boyama koşulları ile belirli bir sürede dıştan içe ve içten dışa basınç uygulayarak banyo sirkülasyonu sağlanır. Boyama işlemi bu şekilde gerçekleştirilir. Isının artmasıyla boya banyosunun hacmi genişleyeceğinden bir taşıma borusu ile boya banyosunun bir kısmı yanda bulunan genişleme tankına (yardımcı kazana) verilir. Bu kazan aynı zamanda boyama sırasında boyarmadde ve kimyasal maddelerin ilavesine de yarar. İpliklerin bobin halinde boyanmasında bütün iğlere eşit miktarda bobin yerleştirilmesi önemlidir (Yakartepe ve Yakartepe, 1995).

Bobin boyamada koniğin içinden dışına ve dışından içine olan banyo hareketi (sirkülasyon) boyunca iplik sabit kalır. İplik ile boyarmadde çözeltisinin temas sayısı önemlidir. Sirkülasyon oranı arttıkça temas sayısı artar. Bu artma hem renkteki düzgünsüzlüğü artırır hem de proses süresini azaltır (Scharf vd, 2002).

Boyama işleminin ardından boyanmış olan bobinler kazandan çıkarılarak üzerlerindeki suyun süzülmesi için bekletilir ve daha sonra bobinler kurutma makinesinde kurutma işlemine tabi olunur.

Kurutma işleminde, mekanik ve ısı etkileriyle ipliklerin lif yapısının bozulmamasına, bobinlerin biçimsizleşmemesine dikkat edilmelidir. Günümüzde kurutma işleminde kullanılan frekanslı kurutma makinelerindeki yüksek frekans, ipliğin konikteki sarım yoğunluğuna ve sarım şekline bağlı kalmadan oluşan ısı enerjisi ile su moleküllerini harekete geçirip buharlaşmasını sağlamaktadır. Bobinde bulunan su, düzgün ve doğrudan hacmi ile orantılı olarak etki görmekte, toplam verilen ısı enerjisi su tarafından emilmektedir (Ondarza ve Özden, 1996; Özdemir, 2002).

Yatay taşımalı yüksek frekanslı kurutuculara bobinler, bir taşıma bantı üzerinde makinenin kurutma bölümüne getirilmektedir. Burada yüksek frekanslı alternatif akıma bağlı iki tane kondansatör levha arasında mamül üzerinde bulunan su moleküllerinin, (+) ve (-) yükleri saniyede milyonlarca kez değişmesi ile açığa çıkan ısı enerjisiyle suyun buharlaştırılması sağlanır ve nihayetinde mamülün kurutma işlemi gerçekleştirilmiş olmaktadır (Who, 1996).

İplik boyama işleminin kaliteli, abradışsız bir şekilde gerçekleştirilmesi için, bobinin her yerindeki iplik sarımlarının içine homojen boya dağılımının sağlanması gerekmektedir. Bu şartın yerine getirilmesi yalnız boyama işlem koşulları ile değil aynı zamanda bobinin sarım özellikleri ile de doğrudan bağlantılıdır. Çünkü; bobinin sarım yoğunluğu ve iplik sarım çapı boya çözeltisinin akışına etki eden en önemli etkenlerden biridir.



Şekil 2: Boya kazanının içine yerleştirilecek iğ düzeneği.



Şekil 3: Boya kazanına yerleştirilmiş ve boyanmaya hazır bobinler.

c) İplik türünün etkisi

Pamuk ipliklerinin yumuşak sarılması bir sorun teşkil etmemektedir. Rejenere selüloz liflerinde de şişme daha fazla olacağından bu türdeki ipliklerin daha yumuşak sarılmasına ve iplik sarım çapının da az olmasına dikkat edilmelidir. Selülozik filament iplikleri kaygan yapıları nedeniyle fazla yumuşak sarılamazlar, sarılmaları durumunda özellikle alkali çözeltilerde boyanabilmeleri zorlaşacaktır.

Yün iplikleri, sıkı bir şekilde koniğe sarılabilirler. Çünkü yün ısı ortamda hafif bir esneme göstermektedir, böylece boya çözeltisi koniğe sarılmış ipliklerin içinden geçmesi daha kolaylaşmış olur.

Sentetik ipliklerde ise sıcaklık sebebiyle çekmenin fazla olmasından dolayı, iplik ya belirli ısı ve buhar altında (fiksaj işlemi) önce çektilir sonra yeniden sarılıp boyanır ya da iplikler, çekme sonucu koniklerin küçülmesi ve sargıların sıkışmaması için özel elastikli koniklere sarılır.

d) Sarım Özelliğinin Etkisi

Bobin boyamada boyamanın istenen düzeyde yüksek kaliteli gerçekleştirilmesini belirleyen önemli faktörlerden birisi bobinin sarım yapısının özelliğidir. Şöyle ki boyanması amacıyla hazırlanan bobinlerin sarım yapısı, boya banyosunun sarımın her yerine homojen bir şekilde dağıtılmasını sağlamalıdır. Bunun yanı sıra boya çözeltisinin sarımın içinde daha hızlı ve etkili bir sirkülasyonun gerçekleşmesi için, boyanmaya hazırlanan bobinlerin sarım yoğunluğu sert bobinlere göre daha az olmalıdır. Yapılan araştırmalara ve üretim tecrübesine dayanarak bu bobinlerin sarım yapısının yoğunluğu boyanan ipliğin cinsine ve yapısına bağlı olarak $0,33-0,37 \text{ g/cm}^3$ civarında belirlenmiştir (Yakartepe ve Yakartepe, 1995a).

Bir bobinin farklı sarım sıklıklarında sarılması durumunda boya çözeltisi sarımın gevşek-yumuşak bölgesinden geçmesi daha kolay olacağından bu bölge daha koyu boyanacaktır. Bobinin sıkı sarım yapılan bölgelerinde ise boya çözeltisinin geçişi zor olacaktır. Bobin sarımlarında, boyama sırasında ipliklerin cinsine göre az veya çok çekeceği ve şişeceği de göz önüne alınarak çok sıkı sarılmamaları sağlanmalıdır. Aksi halde çok sıkı sarımlardan, boya çözeltisinin geçmesi zor olacağından bölgesel boya almama sorunu öne çıkacaktır. Bu nedenle boyama öncesinde yapılan ipliğin delikli masuralara sarımında aşağıdaki hususlara dikkat edilmesi gerekir.

- Bobinin yapısında kenar atlamaları ve kuşaklar olmamalıdır (Fettahov vd., 2005).
- İpliğin bobine sarımı, boyamanın düzgün ve ipliğin homojen bir boya alımının sağlanması için boya çözeltisinin sirkülasyonunun daha kolay olması gerekmektedir. Bu yüzden ipliğin türüne, boyarmaddenin tipine göre belirlenmiş değerlerdeki ağırlıkta, çapta ve sarım yoğunluğunda yapılmalı ve ipliğin bobine sarımı mümkün olduğunca homojen bir şekilde yapılması gerekir.

e) Koniğin Yapısının Etkisi

Bobin boyama işlemine etki eden faktörlerden birisi de ipliğin sarıldığı koniğin yapısı konik veya silindirik biçimli olabilmektedir.

Bobin boyamada kullanılan delikli konikler boyama ve terbiye işlemlerinde ipliğe boyar maddenin ulaşmasını sağlayan, boyama koşullarını ve boyama düzgünlüğünü önemli derecede etkileyen bir aparatır.

Bobinlerin boyamaya hazırlanmasında çok sayıda çeşitli boyama konikleri kullanılmaktadır. Sarılacak olan ipliğin türüne göre konikler; malzemesine, boyutlarına, şekline, yüzünün yapısına, üzerindeki deliklerin boyutuna, biçimine, sıklığına ve esnekliğine göre belirlenir. Boyamada kullanılacak konikler aşağıdaki özelliklere sahip olması istenir:

- Sarım, terbiye ve transfer işlemleri sırasında ipliğin dayanıklı olmasını sağlamalıdır.
- Boyama ve kurutma esnasındaki sıcaklık ortamından etkilenerek biçim değiştirmeye uğramamalıdır.
- Konik mümkün olduğu derecede boya geçirme kabiliyeti bir yüze sahip olmakla birlikte sarıldığı ipliklerin eşit boya almasını sağlamalıdır.
- Ekolojik olmalıdır.
- Uzun ömürlü ve ekonomik olmalıdır.

Önceleri bobin boyamada paslanmaz çelik konikler kullanılmaktaydı. Ancak çelik koniklerin üretim maliyetinin yüksek olması ve bobin sarma sırasında bobin makinesinde sarım tamburunun yüzünü aşındırmak özelliği gibi önemli dezavantajlar bulundurmaktadır. Sonraları özellikle kimya sanayisinin gelişmesi ile çelik özelliklerine sahip yeni polimer maddelerinin geliştirilmesi ile çelik koniklerin yerini kalitesi yüksek, basınca ve ısıya dayanıklı plastik materyallerden yapılan konikler almıştır.

Plastik konikler maliyeti daha düşük, hafif, değişik boyama ortamlarına uygun ve üretiminin kolay olması nedeniyle paslanmaz çelikten yapılmış koniklere göre daha çok tercih edilir hale getirmiştir (Fettahov vd., 2005).

Tekstil endüstrisinde çok çeşitli boyama amaçlı sarım konikleri kullanılmaktadır. Kullanılan koniklerin bir çoğunun genel bir dezavantajı yüzeylerindeki %25-%60 'lık kısmının delikli alana sahip olmasından dolayı içten püskürtülen boya banyosunun sadece %25-%60' lık kısmı ipliğe ulaştırılmaktadır. Bu da boyama işleminin düzgün, homojen bir şekilde yapılmasına engel olan nedenlerden bir tanesidir. Hali hazırda şu anda piyasada kullanılan koniklerin diğer bir problemi ise kullanım sırasında boyamadan sonra sarımın alt kısımlarında kalan ipliklerde abraj, dipte koyuluk gibi bölgesel renk farklılığı hataları meydana gelmesi ve bundan dolayı terbiye işletmelerinde %2,5-%5,0' lik bir iplik teleflerinin oluşmasıdır (Şimşek, 2006).

Flotte içerisinde bulunan pisliklerin, uçuntuların veya yabancı maddelerin ipliklerin içerisine nüfuz etmesini engellemek için yani abraj riskini oluşturacak etkenleri en aza indirmek amacıyla ipliklerin sarılması sırasında koniklerin üzerine filtre kağıdı sarılmaktadır (Tarakçıoğlu, 1996).

İplik sarımının alt kısımlarına boyarmadde çözeltisinin homojen bir seviyede dağılımını sağlamak amacıyla bazı işletmelerde, sarım işleminde koniğin yüzüne polyester esaslı çorap geçirilir ve bunun üzerine sarım yapılır (Androsov, 1974).

Bobin boyama için en önemli unsur koniğin yüzündeki deliklerin şekli ve deliklerin çapıdır. Konik yüzündeki delik alanı ne kadar fazla olursa, ipliğin sarım yapısındaki boyanma alanı da o kadar fazla olur.

Konik yapısının değerlendirilmesi için Resul Fettahov tarafından ilk defa yararlı yüzey katsayısı kavramı ile koniğin yüzünün ne kadarının delikli ne kadarının deliksiz olduğunu gösteren bir değerlendirme kriteri önerilmiştir (Fettahov vd., 2005).

Yararlı yüzey katsayısının değerini tespit etmek için eşitlik 1 denklemi önerilmiştir.

$$Y_{yk} = S_G / S_D \quad (1)$$

Burada;

Y_{YK} - patronun yararlı yüzey katsayısı;

S_D - patronun yüzünde deliksiz yerlerin alanı

S_G - patronun yüzündeki deliklerin toplam alanıdır.

Koniğin yüzey yapısının pratik açıdan değerlendirilmesi amacıyla bu katsayıyı % ile ifade etmek daha uygun olabilir.

Bu durumda aşağıdaki eşitlik 2 denkleminin kullanılması uygundur.

$$\% Y_{yk} = 100 (S_G / S_D) \quad (2)$$

Yararlı yüzey katsayısının hesaplanmasını kolaylaştırmak amacıyla bu denklem sonraki çalışmalarla geliştirilmiştir (Fettahov vd., 2009).

(Fettahov vd., 2005) çalışmasında ilk kez boyama konikleri yapısına göre gruplar halinde sınıflandırmış ve bu koniklerin yararlı yüzey katsayılarının değerlerini hesaplamıştır. Hesaplamalara göre kullanılan mevcut plastik sert koniklerin yararlı yüzey katsayısı 0,21–0,45, esnek koniklerin ise 0.75-0.80 arasında olmaktadır. Bu, koniğin yüzünde toplam alanın 0,21–0,80’ lık kısmı delikli, kalan 0,20–0,79’ lık kısmı ise deliksiz alan anlamına gelir. Bu sebeple koniğin yüzündeki delikli ve deliksiz yerlerde bulunan iplik dolamlarının farklı renk alımlarında olması kaçınılmazdır. Bu eksiklik yararlı yüzey katsayısı yüksek olan esnek koniklerde çok az derecede görülmektedir. Bu sebepten boyama açısından en yararlı patronlar esnek koniklerdir. Ancak bu koniklerin en büyük dezavantajı onların tek kullanımlık olmasıdır.

Diğer yandan esnek koniklerin kullanım alanı da kısıtlı olup çok çeken ipliklerin (genelde polyester) boyanmasında kullanılmaktadır. Ancak kullanılan mevcut hangi tür konik olursa olsun, onun yüzeyindeki delikli ve deliksiz yerlerinde bulunan iplik katmanları renk alımlarının farklı olmasına yol açacaktır. Bu olumsuzluğu gidermek için ilk kez hali hazırda ki delikli çelik koniğin yüzüne 5-6 mm mesafelerde ikinci bir çelik ağı uygulanmasından oluşan iki katlı boyama koniği geliştirilmiştir (Fettahov, 1991). Sonradan, yararlı yüzey katsayısı 0.90 a kadar ulaşan bu tip koniklerin farklı dizaynlarda plastik malzemelerden imalatı için patentler alınmıştır. (Fettahov, 2006; Fettahov vd., 2010; Palamutçu ve Fettahov, 2010). Bu plastik koniklerin özelliği, ağ katı sayesinde yüksek yararlı yüzey katsayısına ve gövde katı sayesinde yüksek dayanıklılığa sahip

olmasıdır. Dolayısıyla bu patronlar mevcut koniklerden farklı olarak hem yüksek yararlı yüzey katsayısına hem de çok kullanımlık özelliğine sahiptirler. Boyama sırasında boya çözeltisi ağın üzerine sarılmış bobinin alt kısımlarına eşit bir şekilde ulaştırılması sağlanılmıştır.

1.1.3 Çözü Halde İplik Boyama

Dokuma tezgahında kullanılacak olan çözüler daha dokuma tezgahına verilmeden önce çözü boyama yöntemine göre boyanabilir. Genelde pamuklu materyallerinin çözü halinde boyanmaları 2 farklı şekilde yapılabilir.

- Levende sarılı çözü halinde boyama
- Yumak çözü halinde boyama

Levende sarılı çözü halinde boyama yöntemi, Çözü iplikleri delikli levant üzerine sarılır. Boya sirkülasyonu bu deliklerden sağlanır. Genelde içeriden dışarıya ve dışarıdan içeriye boya sirkülasyonu birlikte yapılır. Boyanan çözüler boyamadan sonra kurutulur veya kurutulmadan dokumada mukavemeti artırmak için eğer haşılacak ise haşıllama işlemine tabi tutulur. Kaliteli bir boyama işlemi gerçekleştirilmesi zordur. Ucuz malların boyanmasında kullanılır.

Yumak çözü halinde boyama yöntemi emdirme yöntemi esasına dayanmaktadır. Boyama teknesi, içinde altta ve üstte kılavuz silindirler ile bir çift sıkma silindirlerinden oluşmaktadır. Çözü, silindirler üzerinden yukarı aşağı yönlendirilir, tekstil materyali 20 saniyelik sürede boya banyosundan geçerek boyarmaddeyi alabildiği kadar alması sağlandıktan sonra sıkma silindirlere ulaşır ve burada üzerindeki fazla boya banyosu sıkılır. İşlem emdirme ile klasik boyama arasında bir ara basamak gibi görülür

1.1.4 Bölgesel Olarak İplik Boyama

Bu yöntemde iplik bobinleri kademeli olarak boyama banyosuna batırılır ya da iplik çileleri birbirine bağlanır ve boya çözeltisine daldırılır. Daha sonra çileler tekrar bobinler haline getirilir. İplik üstünde meydana gelen 5–60 mm'lik değişik renkli kısımlar mulineye benzer fakat çok renkli olur (URL-1, 2016).

1.1.5 Çile Halde İplik Boyama

Çile boyama yönteminde iplik çileleri boya teknesinin içindeki boya çözeltisine daldırılarak boyama işlemi gerçekleştirilir. Bu yöntem genelde yumuşak hacimli el örgü nakış ve tekstüre ipliklerinin boyanmasında kullanılır.

Diğer ipik boyama yöntemlerine göre maliyeti en yüksek olan yöntemdir. Çünkü iplik, bobin halinden çile haline getirilir, boyama işlemi gerçekleştirildikten sonra tekrar iplikler bobin sarımına tabi tutulur. Ancak bu yöntemde kullanılan boyama makinesinin üretim verimliliği düşük olmaktadır. Fakat ipliklerin boyama kalitesi daha homojen ve yüksek olur.

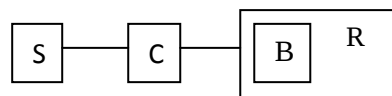
1.1.6 İplik Boyanmasında Kullanılan Boyarmaddeler

1.1.6.1 Direkt Boyarmaddeler

Direkt boyarmaddeler selüloz esaslı materyallerin boyanmasına yönelik olarak kullanılabilirler. Suda çözülebilir ve renkli anyonlar oluştururlar. Uygulanmalarının oldukça kolay olması en genel özellikleridir. Haslıkları genelde orta seviyede veya düşüktür. Dezavantajları ise parlak renkler için uygun olmamalarıdır (Shore, 1998; Gore, 1995).

1.1.6.2 Reaktif Boyarmaddeler

Tekstil materyali ile kovalent bağ oluşturmak üzere reaksiyon veren boyarmaddelerdir. Yapılarında bulunan reaktif grup, pamuk, yün, ipek, poliamid gibi elyaf türleri ile reaksiyon verebildiğinden bu materyallerin boyanmasında kullanılabilirler. Bir reaktif boyarmaddenin karakteristik yapısı aşağıdaki şemada gösterilmektedir.



Şekil 4: Reaktif boyarmaddenin yapısındaki gruplar.

S- Suda çözünmeyi sağlayan grup

Selüloz ve protein esaslı materyalleri boyayan reaktif boyar maddelerde 1-4 sülfonik asit grubu bulunur.

C- Boyarmadde molekülüne renklilik veren grup (Kromofor grup)

Reaktif boyarmaddenin molekülün de, renklilik verici grup olarak kimyasal gruplardan hemen hemen her grubu görebilmek mümkündür. Ancak genel olarak sarı, turuncu ve kırmızı boyarmaddelerin basit monoazo yapısında, mor, koyu kırmızı ve lacivert renklerin bakırlı mono ve disazo yapısında, parlak ve açık mavi renklerin ise antrakınon ve ftalosiyonin türevleri olduğu söylenebilir.

B- köprü bağları

Boyarmadde molekülündeki renkli grup ile reaktif grubu birbirine bağlayan gruptur. Gruplara örnek verecek olur isek $-NH-$, $-CO-$, $-SO_2-$ gibi. Ayrıca bu bağlar, reaktif grubun reaktivitesi üzerine etki edererek bir imino köprüsünün dissosiyasyonu reaktiviteyi on kat düşürebilir. Böyle durumda boyarmaddenin elyafa olan ilgisi ve buna bağlı olarak bağlanma hızı düşer. Köprü bağlarının önemli bir özelliği boyarmadde ile elyaf arasında olan bağın ayrılmasını önlemesidir.

R - Reaktif grup

Tekstil materyalindeki fonksiyonel grup (selülozda hidroksil, yün ve ipekte ise amino, karboksil, hidroksil ve tiyoalkol, Poliamidde ise bir kaç tane uç amino ve karboksil grubu) ile kovalent bağ oluşturan gruptur. Bütün bu gruplar elektronca zengin yani nükleofilik karakterdedir. Boya çözeltisinde su da olduğundan boyarmadde iyonları sudaki hidroksit iyonları ile reaksiyona girebilir. Bu reaksiyon boyarmaddenin hidrolizi olarak tanımlanır. Hidroliz olan boyarmadde elyaf ile reaksiyona girip bağ yapmaz. Elyaf boyarmadde bağlanma reaksiyonu ile su boyarmadde hidroliz reaksiyonu birbirleri ile yarışma halinde olduğundan şartlar bağlanma reaksiyonu yararına olacak şekilde hazırlanmalıdır. İkinci olarak reaktif

boyarmaddelerle boyamanın başarısı elyaf ile boyarmadde arasındaki kovalent bağın sabitliğine de bağlıdır. Bu bağın yıkama ve apre işlemlerinde hidrolize karşı dayanıklı olması önemlidir (İnanıcı ve Başer, 1990).

Reaktif boyarmaddeler selüloz esaslı materyallerin boyanmasında kullanılabilirler. Suda çözünürler, anyonik karakterlidirler ve nikotik asit türevi dışındakiler alkali şartları gerektirirler. Optimum işlem koşulları sağlandığında haslıkları iyidir. Pahalıdır ve yıkama adımları nedeniyle uygulanma süreleri uzundur. Renk gamlarının tam oluşu ve iyi haslıkların elde edilebilmesi ayrıca reaktif boyarmaddelerin polyesteri lekelememesi reaktif boyarmaddeleri polyester/pamuk karışımlarının pamuk bileşeninin boyanmasında en önemli sınıf yapar (Aspland, 1993; Shore, 1998).

1.1.6.3 Kükürt Boyarmaddeler

Selüloz esaslı materyallerin boyanmasında kullanılırlar.

Genellikle boyarmadde indirgen madde ile indirgenmiş yani çözündürülmüş halde çözelti şeklinde satılırlar, burada renk anyonik yapıdadır. Oldukça ekonomiktir ve selüloza uygulanmaları kolaydır. Boyamadan sonra bir oksidasyon yani boyarmaddeyi suda çözünmez hale getirme işlemine gerek vardır. Renk gamları son derece sınırlıdır. Siyah ve koyu-mat tonlar için uygundur. Boyama sonrası oluşan atık su problem oluşturmaktadır (Aniş ve Eren, 2003).

1.1.6.4 Küp Boyarmaddeler

Küp boyarmaddeler selüloz esaslı materyallerin boyanması amacıyla kullanılabilirler. Suda anyonik dispersiyonlar oluştururlar. Pigmentler non iyoniktirler ancak boyama esnasında kuvvetli alkali ile indirgen maddeler kullanılarak suda çözünebilir anyonlara dönüştürülürler. Küp boyarmaddeler pahalı olmakla beraber çok iyi haslık özelliklerine sahiptirler. Boyarmadde grubu olarak çözülmeleri ve uygulamaları zor bir boyarmadde grubudur ve ard işlemler olarak yükseltgenme ve sabunlama adımlarına gerek vardır (Shore, 1998; Horne, 1995).

1.1.6.5 Dispers Boyarmaddeler

Uygulamalarda Polyester esaslı bir iplik kullanıldığı için Dispers Boyarmaddesi daha ayrıntılı bir şekilde açıklanmıştır.

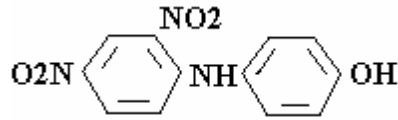
Bu boyarmadde sınıfı, ismini, uygulamanın sudaki dispersiyonlarında yapılmasından almaktadır. Dispers boyarmaddeler, suda az çözünebilen ve birkaç hidrofobik life substantivitesi olan boyarmaddeler olarak tanımlanır. Sulu banyoda, dispersleme maddeleri ile düzgün süspansiyonlar oluşturabilirler. Sulu ortamda boyama yapıldığında, en azından boyama prosesinin başlangıç aşamasında, boyarmaddenin lif içerisine geçişi, oldukça seyreklik bir sulu çözeltiden gerçekleşir ve bu geçiş, süspansiyondaki boyarmadde partiküllerin sürekli olarak çözünmesi yoluyla yenilenir. Su, çok az miktardaki boyarmaddeyi mono moleküler formda çözer. Dispers boyarmaddeler, non- iyonik organik bileşikler olduğundan, çoğunlukla düşük molekül ağırlığına sahiptir ve birçoğu ısı ile süblimleşir. Bu sayede boyama, boyarmaddenin buharları vasıtasıyla da gerçekleşebilir. Dispers boyarmaddelerin bu özelliği, birçok boyama prosesinde temelini oluşturur. Emdirme prosesi ve ısı transferi yoluyla yapılan baskı işlemleri, bu proseslerden bazılarıdır. Dispers boyarmaddelerin temel kullanım alanı, selüloz asetat ve poliester elyafın renklendirilmesidir. Ayrıca, Nylon ve akrilik liflerin boyanmasında da kullanılır (Serindağ ve Halefoğlu, 2000).

1.1.6.5.1 Dispers Boyarmaddelerin Kimyasal Yapısı

Dispers boyarmaddelerin birçoğu non-iyonik, monoazo veya antrakinon yapılı ve düşük molekül ağırlıklıdır. Temelde, dispers boyarmaddelerin kimyasal yapısı aşağıdaki gibi gruplabilmektedir:

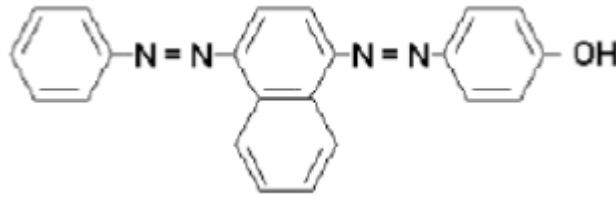
- Nitrodifenilamin
- Azo
- Antrakinon

Nitrodifenilamin grubu; temel olarak sarı ve turuncu boyarmaddelerdir. Ucuzdur ve yapımı kolaydır. Poliester ve asetat liflerinin boyanmasında iyi haslık özellikleri sunar. Gelişmiş süblimasyon haslığı özellikleri, polar gruplar içermelerinden veya molekül büyüklüğünün artmasından kaynaklanır.



Şekil 5: Nitrodifenilamin dispers boyarmaddelerinin yapısı (Kaya, 2011).

Azo grubu; birkaç mor ve mavi rengin yanı sıra, çoğunlukla sarı, turuncu ve kırmızı boyarmaddelerdir. Çok geniş ve önemli boyarmadde grubudur.

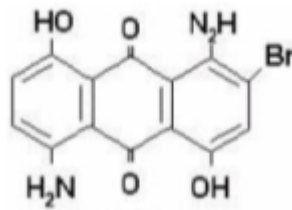


Şekil 6: Diazo dispers boyarmaddelerin formülasyonu (Kaya, 2011).



Şekil 7: Monoazo dispers boyarmaddesinin kimyasal yapısı (Kaya, 2011).

Antrakinon grubu ise; mavimsi kırmızı, mor, mavi ve mavimsi yeşil renkleri içerirler. Bu boyarmadde sınıfı da oldukça büyük ve önemlidir. Parlak renkler sunarlar ve boyama şartları altında, hidroforik life uygulanmaları sırasında stabilizasyon problemi yaratmazlar. Dispers boyarmaddelerde, polar gruplar ve su arasındaki dipol etkileşimleri ve hidrojen bağları gibi etkileşimler, dispersiyon gücünün yanı sıra, boyarmadde moleküllerinin lifteki polar gruplara bağlanmasını da sağlar.



Şekil 8: Antrakinon dispers boyarmaddelerin kimyasal yapısı (Kaya, 2011).

Çeşitli Tipler

- a) Stiril (Metin) Boyarmaddeleri : Bu boyarmadde sınıfı, özellikle selüloz sekonder asetat ile yeşilimsi sarı renkleri elde edebilmek üzere sentezlenmiştir.
- b) Heterosiklik Boyarmaddeleri : Parlak renklerin, özellikle yeşilimsi-sarı rengin elde edilmesinde kullanılır.

1.1.6.5.2 Dispers Boyarmaddelerin Fiziksel özellikleri

Saf haldeki dispers boyarmaddeler, ısıtıldıklarında (150-200°C) eriyen ve bozunmaya uğramadan süblime olabilen, düşük molekül ağırlıklı kristal haldeki katı maddelerdir. Sudaki çözünürlükleri, 80°C’de 0.2 mg/L’den, 100 mg/L’ye kadar değişmektedir. Çözünürlük, sıcaklık ile logaritmik olarak arttığından, 130°C’deki boya çözeltisinde boyarmaddenin tamamı çözülmüş halde bulunmaktadır (Öner, 2010).

1.2 Polyester Elyafının Dispers Boyarmaddelerle Boyanması

Modifiye olmamış polyester lifleri, suda eser miktarda çözünürlüğe sahip boyarmaddelerle boyanır. Bu boyarmaddeler, dispers ve azoik boyarmaddelerdir. Bazik, kükürt, reaktif, krom, metal kompleks, asit ve direkt boyarmaddeler gibi diğer boyarmadde grupları da polyester elyafı renklendirir. Ancak, bu renklendirme, çoğu kez elyaf yüzeyinin lekelenmesi ile sınırlıdır. Polyester lifleri, 70-80°C’nin altındaki sıcaklıklarda boyanamaz. 100°C’nin altındaki sıcaklıklarda difüzyon hızı çok yavaştır ve kaynama sıcaklığı, yeterli boyarmadde çekimini sağlayamaz. Boyama hızı, küçük moleküler boyuttaki, yüksek difüzyon hızı çok yavaştır ve kaynama sıcaklığı, yeterli boyarmadde çekimini sağlayamaz. Boyama hızı, ya çalışma sıcaklığının 130°C civarına ulaşması, ya da kaynama sıcaklığında bir boyama hızlandırıcısı kullanımı ile artırılabilir. Boyama prosesi sonunda, elyaf tarafından absorblanan boyarmadde ile banyoda kalan boyarmadde arasında dinamik bir denge vardır. Buradan, boyarmaddenin elyafa geçişinin mono moleküller bir çözeltiden gerçekleştiği ve boyama prosesinin ilk aşaması esnasındaki konsantrasyonun, banyo içerisinde dispersiyon halindeki katı boyarmadde partiküllerinin kademeli çözünmesiyle korunduğu sonucuna varılabilir. Boyamanın işlem mekanizması, birbirini izleyen dört aşamadan oluşmaktadır. Bunlar;

- Boyarmaddenin bir kısmı, boya banyosunun suyu içerisinde çözünür,
- Boyarmadde molekülleri, boya banyosundan elyaf üzerine geçer,
- Boya banyosundaki çözelti, dispersiyondan daha fazla miktardaki katı maddenin çözünmesiyle yenilenir.
- Adsorblanan boyarmadde, elyaf içerisinde mono moleküler olarak difüzlendir.

Polyester elyaf, dispers boyarmaddeler için yüksek bir afiniteye sahiptir ve elyaf üzerindeki başlangıç adsorbsiyonunun hızla oluştuğu veya en azından sulu çözeltideki çözünürlüğünün mümkün kıldığı ölçüde, boyamanın hızlı bir şekilde gerçekleştiği bilinmektedir. Elyaf içerisindeki düşük difüzyon hızı, boyarmadde moleküllerinin geçişini engeller ve sulu çözeltideki boyarmadde konsantrasyonu ile lif üzerindeki boyarmadde konsantrasyonu denge seviyesine yaklaşır. Bu şartlar oluştuğunda, boya banyosundan elyafa olan geçiş hızı, iç difüzyon hızı ile belirlenir (Öner, 2010).

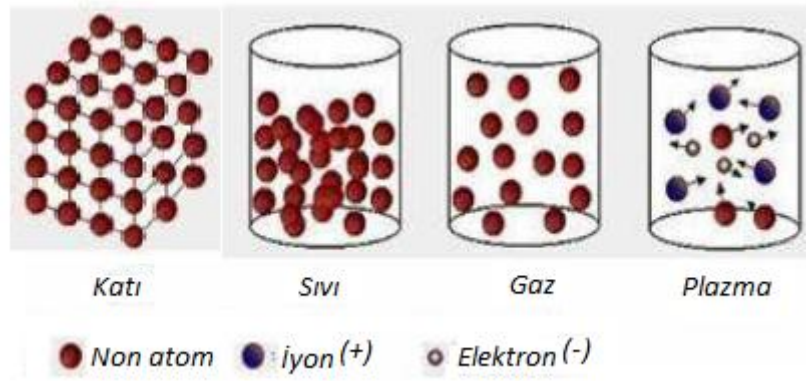
1.2.1 HT Boyama Prosesi

Polyesterin dispers boyarmaddelerle kaynama sıcaklığında boyanması, boyarmaddenin life olan difüzyon hızının düşük olmasından dolayı yavaştır. Boyarmaddenin, banyo içinde, lif ve çözelti arasındaki dağılım katsayısı, banyonun sıcaklığı arttıkça düşer. Yüksek boyama sıcaklıkları, boyama prosesinin daha hızlı tamamlanmasını sağlar. Düşük sıcaklıkta yapılan boyamalar, yeterli zaman kullanılmadığı ve dispersiyonun niteliği bu zaman dilimi boyunca korunmadığı takdirde daha güçlü olacaktır. 130°C’ de, dispersiyon boyarmaddelerin sudaki çözünürlüğü, 95°C’ deki değerinden 3.5 kat daha fazladır. Yüksek sıcaklıklarda, basınç altında, keriyersiz gerçekleştirilen boyamada, boyama hızı önemli ölçüde artar. Boyanacak olan polyester materyalin türüne göre, uygun boyama sıcaklığı ve süresi belirlenmelidir. Boyama süresi, sıcaklık kontrolü altında, boyarmadde çekim hızı ve düzgün boyarmadde absorbsiyonu dikkate alınarak en az düzeyde belirlenir. Boyama süresinin belirlenmesinde, boyama hızının dengeye ulaşması da göz önünde bulundurulmalıdır. Polyester lifin dispers boyarmaddelerle, HT boyama prosesine göre boyanmasında, boyama banyosunun pH ’ı amonyum sülfat ile formik asit veya asidik asit kullanımı, ya da yalnızca asetik asit ilavesiyle 4.5-5.5 olarak ayarlanır. Zayıf asidik karakterli boyama banyosu, yıkama esnasında kalan ve polyesterin dayanımını

düşürebilecek hidroliz olayını kolaylıkla katalizleyebilecek olan alkali kalıntılarını nötralize eder.

1.3 Plazma Teknolojisi Üzerine Genel Bilgiler

Genellikle sabit sıcaklıkta katı bir madde, sıcaklığının arttırılması ile sıvı hale geçmekte, sıcaklık arttırılmaya devam ederse, sıvı ve daha sonra gaz halini almaktadır. Yeterince yüksek bir sıcaklıkta gaz halinde bulunan moleküller, ayrışarak rastgele serbestçe hareket eden gaz atomlarını oluşturmaktadır. Eğer sıcaklık daha fazla arttırılırsa gaz atomlarından bir veya birden fazla elektron kopmakta ve serbest hareket eden yüklü parçacıklara (pozitif iyonlar ve elektronlar) ayrışarak maddenin dördüncü hali olan plazmayı oluşturmaktadır. Aşağıdaki şekilde ısının yükseltilmesiyle maddenin meydana gelen hal değişimi gösterilmektedir.



Şekil 9: Maddenin dört hali (Karahana, 2007).

Plazma genel olarak atomlar, moleküller, iyonlar, elektronlar, serbest radikaller ve fotonlardan oluşan uyarılmış gaz halidir ve uyarılmış durum içerisinde elektronların sahip oldukları negatif yükler büyük oranda birbirlerine eşittirler (Kan vd., 2000; Kan vd, 2007; Chan, 1994; Carnelius, 2009; Seventekin, 2008).

Plazmalar üretim yöntemlerine göre gruplanabildiği gibi, plazmayı oluşturabilmek için kullanılacak gazın sıcaklık ve basıncına, parçacık yoğunluğuna ve iyonlaşma derecesine göre de gruplanabilmektedir (Kan vd., 2007; Seventekin, 2008).

Plazma, sıcaklığına göre sıcak veya soğuk; basıncına göre atmosferik veya vakum plazma olarak tanımlanabilmektedir. Temel olarak üç farklı plazma metodu kullanılmaktadır.

Bunlar; Dielektrik bariyerdeşarj, Glowdeşarj ve Koronadeşarjıdır (Kan vd., 2007; Rakowski, 1997).

Plazma işlemini etkileyen faktörler; elektriksel alanın cinsi, elektrotlar, manyetik alan, gaz akış tertibatı, kullanılan gaz özellikleri, uygulanan basınç ve güç, materyal özellikleri, reaktör temizliği, ışıklı boşalım süresi ve kullanılan söndürme gazı çeşitleridir (Karahan, 2007; Cernelius, 2009; Seventekin, 2008).

Plazma sistemi içerisindeki, elektronlar, eşit yüklü iyonlar, moleküller ve atomlardan oluşan uyarılmış gaz karışımında eş zamanlı olarak birçok reaksiyon oluşmaktadır. Plazma materyal ile etkileşime geçtiğinde, plazmayı oluşturan atomlar, moleküller, iyonlar, elektronlar, serbest radikaller ve fotonlardan oluşan uyarılmış gazlar çarpışmalar sonunda enerjilerini materyale vermekte; yüzeyde bulunan bazı bağlar kopmakta, radikaller oluşmakta ve buna bağlı olarak yüzeyde modifikasyonlar meydana gelmektedir. Materyalin temel özelliklerinde herhangi bir değişiklik meydana gelmemesinin yanı sıra işlem sonunda tekstil mamülünün hidrofilitesi, adhezyonu, temizliği, sterilizasyon derecesi, yüzey enerjisi, yüzey sürtünme katsayısı artırılabilir. Bunların yanında tekstil materyaline, yapacağımız işleme uygun monomerler kullanılarak yüzeyde oluşturulan ince film tabakaları ile su, yağ ve kir iticilik, güç tutuşurluk, antimikrobiyellik gibi fonksiyonel bitim işlemleri kazandırılabilir (Karahan, 2007).

Plazma işlemi sırasında oluşan reaktif parçacıklar, uygulanan materyalin temel özelliklerini bozmadan yüzeyde, yüzey aktivasyonu (zayıf bağların reaktif karbonil, karboksil ve hidroksil grupları ile yer değiştirme) temizleme, aşındırma, aşılama, çapraz bağlanma gibi modifikasyonlar meydana getirmektedir. Plazma işleminden sonra yüzey süper aktif hale gelmekle birlikte fonksiyonel gruplar sayesinde de aktivasyon gerçekleşebilmektedir. İyon bombardımanı esnasında yüzeyde bulunan gözle görülmeyen kirlilikler fiziksel olarak buharlaştırılarak uzaklaştırılmaktadır. İşlemin etkinliği atık miktarına ve kullanılan gaza göre değişmektedir. Plazma işleminde mekanik bir etkileşim olmadığından dolayı parçacıklar veya anorganik atıklar uzaklaştırılamamaktadır. Materyalde meydana gelen buharlaşma sonucu aşınma meydana gelmektedir. Bu aşınma ile materyalin yüzeyindeki zayıf kovalent bağların kopartılması sonucu materyalin toplam yüzey alanı artmaktadır. Böylece, materyalin özellikle adhezyon (iki farklı maddenin birbirlerine yapışma) özelliği artırılmaktadır. Aşılama, plazma teknolojisinin etkisiyle gaz ve işlem koşullarında bağlı

olarak yüzeyde hidrofil, hidrofob gibi farklı özelliklere sahip ince bir polimer tabakası oluşturulmaktadır. Çapraz bağlanma, plazma işlemi esnasında polimer yapısında meydana gelen parçalanmalar sonunda oluşan reaktif grupların üç boyutlu bir ağ etkileşimi sonucu meydana gelmektedir. Bu işlem için işlem gazında karbon, silisyum veya kükürt gibi bağ yapıcı atomlar bulunmalıdır. Çapraz bağlanma seviyesi basınç, gaz akışı, uygulanan elektriksel güç gibi işlem parametrelerine bağlı olarak değişmektedir (Karahan, 2007).

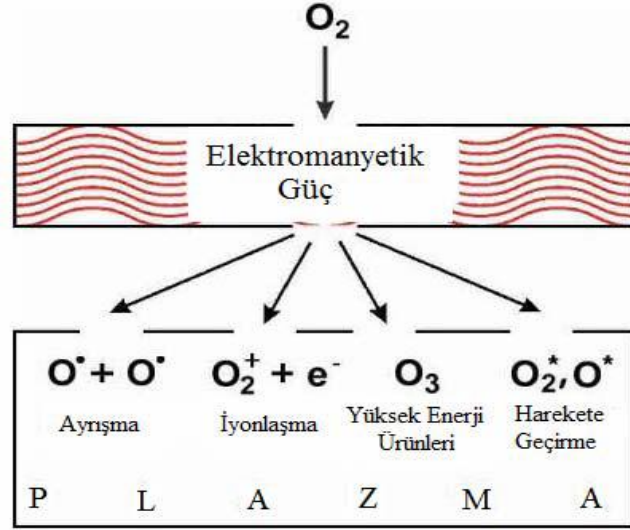
Plazma teknolojisi ile muamele edilen tekstil materyali üzerinde serbest radikaller bulunmaktadır. Bu serbest radikaller fonksiyonel grupların şekillenmesinde ve elyaf ile matris arasında bağ oluşumunda önemli bir etkiye sahiptirler. Elyaf ile matris arasında oluşan bağ atmosfer ve özellikle de oksijen ile temasta kopmakta ve yok olmaktadır. Bu nedenle plazma uygulanan tekstil materyali ile bir sonraki işlemler arası fazla uzun tutulmamalı ve hava ile temasından sakınılmalıdır (Kan vd., 2007).

Plazma; stabil olmayan, yüksek enerji seviyesine sahip bir maddedir. Enerji girişi katı, sıvı ve gaz olan madde halleri üzerinde gerçekleşir. Elektriksel deşarj yoluyla gaz halindeki maddeye ek enerji yüklendiğinde plazma oluşur. Bu esnada atom kabuğundan elektron ayrılabilir, bu durumda bağ kırılmaları meydana gelir. Bu da serbest elektronların, iyonların ve molekül fragmanlarının oluşmasına yol açar. Ancak maddenin bu hali, normal basınç altında instabil olduğundan pek kullanılamaz. Bu yüzden geliştirilen jet sistemi ile, maddenin bu hali sanayide kullanılabilir hale gelmiş ve plazma in-line, yan seri olarak kullanılmaya başlamıştır (Plasmatreat, 2016).

Bu jetler sadece hava, duruma göre istenen işlem gazı ve yüksek gerilim ile çalışmaktadır. Çıkan plazma, jetlerin geometrisine göre 25mm'ye kadar etki genişliğine veya 40mm işlem mesafesine sahip bir çalışma alanında kullanılabilir. Rotatif plazma jetlerinin ise 100 mm'ye kadar bir işlem genişliğinde kullanımı mümkündür. Herhangi bir kimyasal kullanılmadan ve mevcut proses akışına büyük bir müdahale bulunulmadan, üretim aşamasında yenilikçi ve hesaplı yüzey işlemleri uygulanabilmekte ve aynı zamanda doğa korunmaktadır (Plasmatreat, 2016).

Sistem atmosferik basınçta çalışmakta, jette ateşlenen bir arkın gazı olan havanın yardımıyla, işlenecek ürüne püskürtülen plazmayı üretmektedir. Bu plazma, yüzeyde istenen etkinin başlatılması için yeterli düzeyde uyarılmış parçacıklar içermektedir.

Plazmanın yoğunluğu, birkaç 100 m/dk'lık işlem hızlarını mümkün kılacak yüksekliktedir. Diğer bir özelliği de, çıkan plazmanın elektrik açısından nötr olmasıdır. Bu özellik plazmanın kullanımını büyük ölçüde kolaylaştırmakta ve kullanım alanını genişletmektedir. İşlem sırasında plastik yüzeylerde görülen tipik ısınma is $T < 20^{\circ}\text{C}$ 'de kalmaktadır (Plasmatreat, 2016).



Şekil 10: Oksijen plazmanın etkileri (Köse. M., 2010).

1.3.1 Tekstil Teknolojisinde Plazma İşlemleri

Plazma ile tekstil materyalinin en üst tabakasında atomik düzeyde, kimyasal bileşiklerin birikmesi ve bu yüzeyin değiştirilmesi gibi modifikasyon reaksiyonları gerçekleşmektedir (Köse, 2010).

Tekstil malzemesi iki elektrot arasında ya da plazmanın etki edebileceği bir alanda işleme maruz kalmaktadır. Monomer veya gaz buharının plazmaya dönüşmesi ile kimyasal olarak aktif parçacıklar oluşmaktadır. Oluşan bu parçacıklar, tekstil materyalinin yüzeyine çarparak kimyasal reaksiyonlar ile yüzeyde modifikasyon gerçekleştirmektedir. Plazma içerisinde karşıt etkili iki ana işlem gerçekleşmektedir. Bunlardan bir tanesi, polimerizasyon diğeri ise aşındırmadır. Polimerizasyon gaz bileşiminde yüksek miktarda C ve H varsa materyalin numune üzerinde birikmesine neden olmaktadır. Aşındırma ise; materyalin substrat üzerinden uzaklaşmasını sağlamaktadır (Köse, 2010).

Plazma teknolojisinin avantajları, işlem sonunda kimyasal atıkların oluşmaması, maliyetin düşük olması, hızlı reaksiyon süreleri, kimyasal kullanımının az olması ve suyun kullanılmaması şeklinde sıralanabilir. Avantajlarından da anlaşılacağı gibi plazma, ekolojik ve ekonomik bir işlemdir. Plazma işlemleri tekstil materyallerinin hidrofilitesini arttırmak ya da azaltmak, kir iticilik, yağ iticilik, güç tutuşurluk, antibakteriyel, iletkenlik vb. gibi apre özelliklerinin kazandırılmasını ve kompozit yapılarda kullanılan tekstil materyali ile matriks arasındaki yapışmayı arttırmak ve boyama gibi bir sonraki adımlarda yapılacak işlemin etkisini arttırmak amacıyla tekstil yüzeyinin modifiye olmasını sağlamaktır (Mathai vd., 2003; Maruyama, 2004; Anonim, 2005; Liberman ve Lichtenberg, 2005; Shishoo, 2007; Cireli ve Kutlu, 2007).

1.3.2 Plazma Polimerizasyon Tekniği ile Tekstil Liflerinin Modifikasyonu Üzerine Bazı Çalışmalar

Oksijen, Azot ve Hidrojen gazlarının ve bunların değişik konsantrasyonları kullanılarak karışımlarının polyester üzerine plazma teknolojisi uygulanması sonucunda polyester materyalinin yüzeyinde oluşan değişim incelenmiştir. Çalışmalarda gazlar sadece 1 ve 5 dakika uygulanmış olup işlem 150°C civarında yapılmıştır. Plazma işleminin uygulandığı cihazın gücü 1500V'dır. Plazma işlemi sonucunda tekstil materyalinin hidrofilitesini test etmek için kumaşlara damla ve temas açısı testleri uygulanmıştır. Bu testlerin sonucunda; plazma işleminin %100 polyester materyale hidrofil bir özellik kazandırdığı gözlenmiştir. 1dk'lık işlem sonunda plazma işlemi görmüş kumaşın su absorbanlık özelliğinin işlem görmemiş kumaşa göre 8 kat, 5dk'lık işlem sonunda ise 12 kat arttığı görülmüştür. Gazlar içinde en iyi sonucu $O_{10}N_{83}H_7$ gazı vermiştir. Kumaş yüzeyinde -OH ve NH_2 grupları dışında istenmeyen başka grup meydana gelmemiştir. Ayrıca lif yüzeyinde yarıklar oluşmuş ve gözenekler meydana gelmiştir; bu da, kumaşın su absorbanlık yani hidrofilitesinin özelliğinin arttığını göstermektedir (Costa vd., 2005).

Düşük sıcaklıklarda plazma işlemi ile %99.9 saflıkta olan argon ve oksijen gazları kullanılarak pamuğun daha kısa sürede hidrofilleştirilmesi amacıyla pamuklu yüzey alüminyum metal ile kaplanmıştır. Örnek numuneler 20°C ve %65 bağıl nemde bekletilmiştir. Sistem 2×10^{-2} Torr basınç ile vakumlanmış ve eş değerdeki basınç ile sisteme gaz girişi sağlanmıştır. Örnek kumaşlar 5 ve 30 dk'lık periyotlarda plazma işlemine maruz bırakılmışlardır. Metal parçalar, metal saçıcı eleman ile kumaş yüzeyine

depolanmıştır. Plazma işlemi sonunda, 5 dk'lık muamelede (O_2 ve Ar ile çalışmada) lif yüzeyi plazma ile muamele edilmemiş lif yüzeyine göre hiçbir değişiklik göstermezken, 30 dk'lık plazma işlemi sonunda dalgayı andıran lif yüzeyi lif eksenine yönünde oryante bir hal almıştır. Su damlatma testi sonucunda ise plazma ile muamele edilmemiş kumaşta su emiş süresi 6sn iken argon gazı ile plazmada işlem görmüş materyalde bu süre 5dk'lık işlem sonucunda 1dk'ya çıkmıştır. Oksijenle yapılan 5 dk'lık plazma muamelesi sonucunda ise bu süre 1sn'ye inmiştir. Fakat plazma işlem süresi uzatıldıkça bu sürelerin arttığı görülmektedir (Shaidi vd., 2007).

Başka bir çalışmada ise, 1,1,3,3-tetrametildisiloksanın (TMDSO) plazma teknolojisi ile poliamid (PA) ve pamuklu materyallerin yüzey modifikasyonlarını değiştirerek güç tutuşurluk, su iticilik bitim işlemleri uygulayarak özelliklerdeki değişimler incelenmiştir. Yapılan güç tutuşurluk testleri sonucunda, poliamid materyallerin güç tutuşurluk özelliklerinde bir değişiklik gözlenmemiştir fakat pamuklu materyalin alev yayılma sürelerinin plazma ile işlem görmemiş materyale göre 2–3 kat arttığı gözlenmiştir. En iyi sonuçlar 20W-5dk, 20W-45dk ve 40W-5dk'lık işlem koşullarında elde edilmiştir (Köse, 2010).

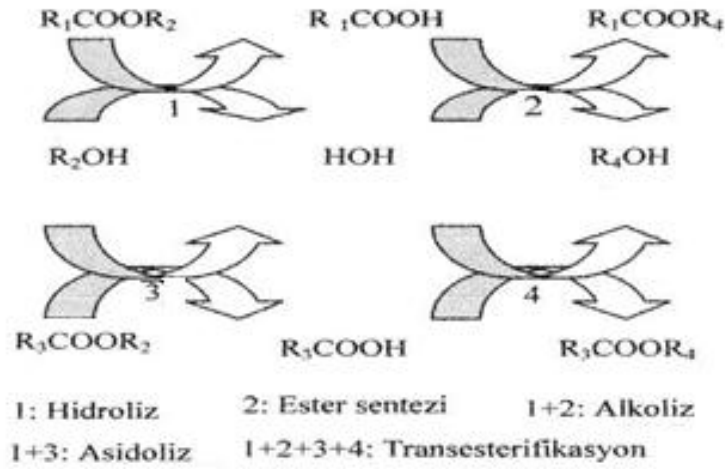
1.4 Lipaz Enzimi ve Tekstil Endüstrisinde Kullanımı

Lipazlar (EC.3.1.1.3, triasilgliserol asil hidrolaz) hayvansal ve bitkisel yağların normal koşullar altında sentezi hidrolizini katalizleyen enzimlerdir. Bunun dışında esterifikasyon, transesterifikasyon gibi reaksiyonları da katalizlemektedir (Paiva vd., 2000).

Lipazlar hayvansal, bitkisel ve doğal veya genetik olarak iyileştirilmiş mikroorganizmalardan elde edilebilir. Düşük aktivasyon enerjileri sebebiyle lipazın katalizlediği reaksiyonlar daha düşük sıcaklık ve nötral pH gerektirir (Öztürk, 2002).

Enzimleri kimyasal reaksiyonlardan ayıran en önemli özellikleri olan seçicilik özelliği enzimin moleküler özellikleri, substratın yapısı ve enzimin substrata bağlanmasını etkileyen faktörler tarafından kontrol edilir. Lipaz spesifikliğı üç temel grupta toplanır; pozisyon, substrat ve stereo seçicilik (Öztürk, 2002).

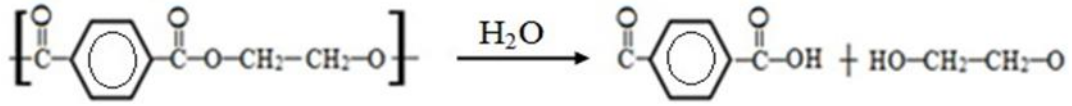
Lipaz enzimi tarafından katalize uğrayana malzemenin tüm reaksiyonları toplu olarak aşağıdaki şekilde gösterilmektedir.



Şekil 11: Lipaz reaksiyonlarının şematik olarak gösterilişi (Balcoa vd., 1998).

Son yıllarda, çeşitli tekstil mamüllerinin terbiyesinde enzimlerin kullanımı gittikçe artmaktadır. Bu artışın nedeni, enzimatik terbiye proseslerinin çevre kirliliğine neden olmamasıdır (Yıldırım 1998). Enzimler yalnızca belli maddelerde belli reaksiyonları gerçekleştirmekte ve kendileri bir değişime uğramamaktadır (Çoban 1997). Enzimler, canlı ve cansız ortamdaki reaksiyonları ılımlı koşullarda katalizleyerek katalizörsüz yürüyen bir reaksiyonun hızını 10^{12} - 10^{20} kadar arttırabilmektedir (Korkmaz vd., 2003).

Tekstil endüstrisinde polyester lifleri, yüksek mukavemet, çekme dayanımı, kirlenmeye karşı dayanım, makinede yıkanabilirlik, kırışmazlık ve aşınma dayanımı gibi çok önemli avantajlara sahiptir (Djordjevic vd. 2005). Bu lifler çoğu düşük hidrofilitelere dayandırılan (Nem oranı: % 0.4) çeşitli dezavantajlara sahiptir. Düşük hidrofilitelere nedeniyle, PET kumaşların yüzeyi kolaylıkla ıslanmamakta ve bu da bitim işlemleri, yıkama ve boyama proseslerinde bazı zorluklara yol açmaktadır (Lee vd. 2010). Bu nedenle, liflerin boyanabilirliğini ve kuvvetli hidrofobik yapısıyla ilişkili diğer özelliklerini geliştirmek için polyesterin yüzey karakteristiklerini iyileştirecek yöntemler geliştirilmiştir. Fakat bununla birlikte genellikle bu yöntemler, kimyasal maliyetleri, kullanılan cihazların enerji ve yatırım maliyetleri, materyalin mukavemeti ve diğer estetik özellikleri üzerindeki negatif etkileri gibi çeşitli eksiklikler içermiştir (Djordjevic vd., 2005).



Şekil 12: Lipaz enzimlerinin etkisiyle ester bağlarının hidrolizi (Atav vd., 2014).

Son çalışmalar kimyasal işlemler için yeni alternatifler sunmaktadır. Bunlardan birisi çevre dostu işlem için enzimlerin kullanımını içermektedir (Lee vd. 2010). Polimer modifikasyonunda enzimlerin kullanımının diğer kimyasal yöntemler ile karşılaştırıldığında en önemli avantajları reaksiyon koşullarının daha ılıman olması ve lifin yüzeyine odaklanmış yüksek derecede spesifik tahribatsız değişimlerin gerçekleşmesidir (Gubitz vd., 2005).

Potansiyel olarak polyester liflerinin hidrolizinde kullanılan enzimlerden bazıları; lipazlar, esterazlar ve kutinazlardır. Ester bağlarında bu enzimler tarafından gerçekleştirilen hidroliz liflerin yüzeyinde hidroksil ve karboksil grupları açığa çıkarmakta ve böylece PET kumaşların yüzey hidrofilitesi gelişmektedir. Polyester lifleri bu tür enzimler ile işleme tabi tutuldukları taktirde, bunların kirlenme dayanımı artmakta, ıslanma ve boyanma özellikleri gelişmektedir (Lee vd., 2010).

1.5 Polyester İplik Üretimi

Polyester tekstüre ipliğin hammaddesi olarak kullanılan kısmi olarak yönlendirilmiş (POY-Partially Oriented Yarn) ipliğin üretilmesi için saf teraftalik asit, mono etilen glikol başlangıç maddeleri ve katalizör olarak antimon triasetat, matlaştırıcı olarak titanyum dioksit yardımcı kimyasal maddeleri ile birlikte polikondenzasyon sonucu polyester eriyik üretimi yapılmaktadır (Aniş, 2003).

Kimyasal reaksiyonun reaktör adı verilen kapalı kazanlarda basınç, sıcaklık ve vakum altında gerçekleştirilen polyester üretimi birbirine ardışık olarak bağlı birden fazla reaktörde kesintisiz bir şekilde yapılmaktadır. Reaktör sayısı üretim işletmesine göre değişmekle birlikte 5 adet reaktör olan bir işletmeyi ele alırsak, birinci ve ikinci reaktörde basınç ve sıcaklık altında esterleşme reaksiyonu meydana gelmektedir. Hazırlama tankında saf teraftalik asit, mono etilen glikol, katalizör karıştırılır ve esterleşmenin olduğu birinci reaktöre beslenir. İkinci esterleşme reaktöründe, matlaştırıcı ve yüzey pürüzlülüğü sağlamak amacıyla titanyum dioksit ilavesi ile yarı mat polyester üretimi gerçekleştirilir.

Fakat süper parlak polyester üretimi gerçekleşecek ise titanyum dioksit ilave edilmez. mono etilen glikol buharı ile birlikte ilk iki reaktörde açığa çıkan su işlem yapılan kolona gelir, kolonda mono etilen glikol geriye kazandırılarak tekrar kullanılırken su kolon tepesinde yoğunlaştırılarak dışarıya atılır (Çirkin, 2006).

Esterleşme ürünü, reaksiyonun vakum altında gerçekleştiği ön polimerleşme aşamaları olan üçüncü ve dördüncü reaktöre basınç farkıyla sevk edilir. Üçüncü reaktörde başlayan polimerleşme, beşinci yani final reaktörde tamamlanır. Açığa çıkan mono etilen glikol buharı vakum pompa ile çekilerek kondenserlerde yoğunlaştırılır ve sistemde tekrar kullanılır. Beşinci yani final reaktöründe polikondenzasyon yüksek vakum altında meydana gelir. Ürünün en önemli parametrelerinden viskoziteye bu beşinci reaktörde ulaşılır ve burada elektronik olarak ölçülerek kontrol edilir (Garip, 2005).

Final reaktörden çıkan polyester eriyik dişli pompa aracılığıyla iplik üretmek üzere POY (Partially Oriented Yarn) – FDY (Fully Drawn Yarn) hatlarına gönderilir. İplik üretim kapasitesinin üzerinde kalan eriyik ise cips üretim bölümünde demineralize su ile soğutulup granülatörde cips olarak kesilir, kurutulur ve cips stok deposunda depolanır (Çirkin, 2006).

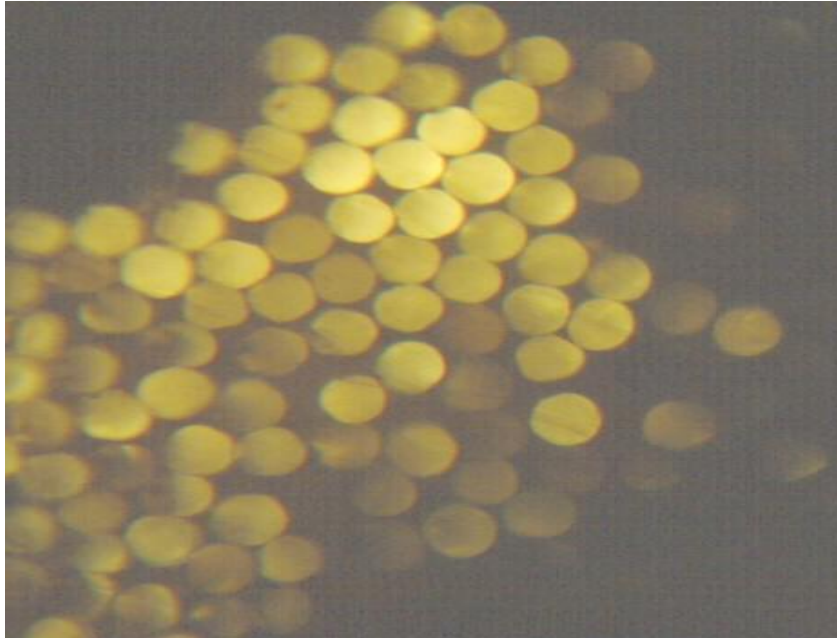


Şekil 13: Granülatör (Çirkin, 2006).



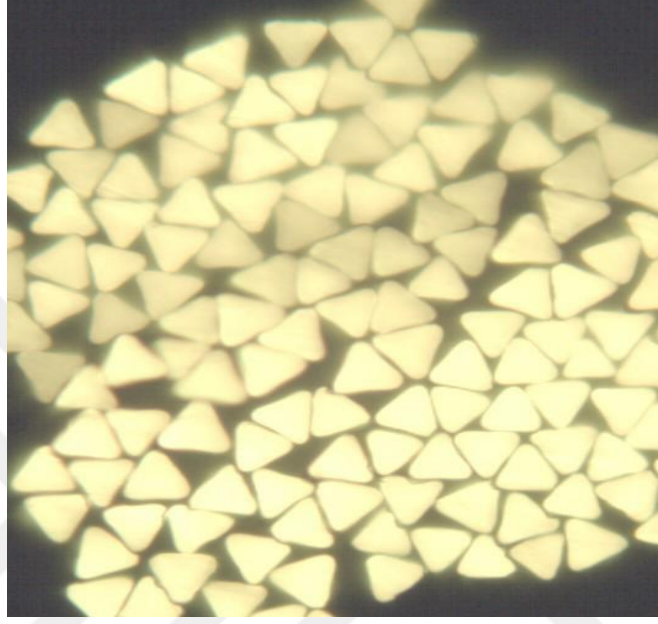
Şekil 14: Polyester cips (Çirkin, 2006).

POY (Partially Oriented Yarn) iplik üretmek amacıyla gerekli olan eriyik yarı mat veya mat olacak ise eriyiğe titanyum dioksit ilavesi yapılır, bu eriyikle üretilecek ipliklerin kesitleri kullanılacak düzeye bağlı olmakla birlikte genelde yuvarlak (round) kesitli olmaktadır (Çirkin, 2006).



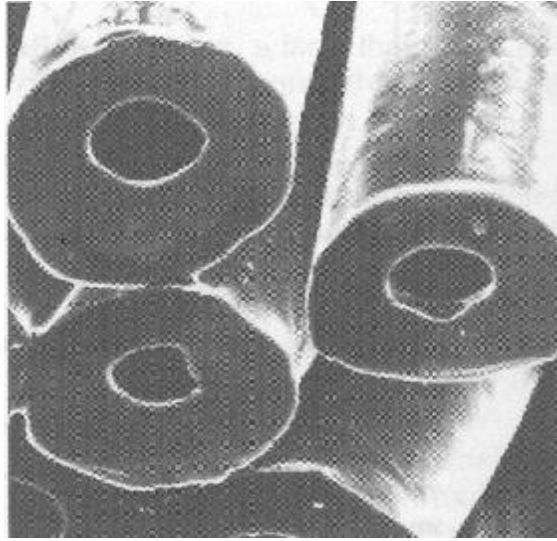
Şekil 15: Round kesit görüntüsü (Çirkin, 2006).

Üretilecek eriyik süper parlak görünümde olacak ise Titanyum dioksit ilavesi yapılmaz, bu eriyikle üretilecek ipliklerin kesitleri de düzeye bağlı olarak genelde trilobal kesitli olmaktadır (Şekil 15). Bu kesitli ipliklerin kesitleri üçgenimsi olduğundan ışığı daha çok yansıttığı için bu yapıdaki ipliklerden yapılmış ürünler daha parlak görünümündedir.(Çirkin, 2006).



Şekil 16: Trilobal kesit görüntüsü (Çirkin, 2006).

Düze şekline bağlı olarak düzelerden gösterilen içi boş dairesel kesitli de olabilmektedir (Şekil 16).



Şekil 17: İçi boş round kesit görüntüsü (Çirkin, 2006).

Kristalizatörde, cipsin topaklanmasının önüne geçmek amacıyla kurutulmuş sıcak hava ve mikserli bir karıştırıcı ile kristalize edilmektedir. Bu aşamada kristal yapı düzgünleşir ve su molekülleri yüzeye yakınlaştırılır. Eriyiğin debisine göre kristalizasyon ve kurutma birimlerinde kalma süreleri belirlenir. Kristalizörden, nemi alınmış (50 ppm üzeri nem, 170-175°C’de hava ile) cips aşağı hareket ederken hava yukarı üflenmesiyle kurutma işlemi gerçekleştirilir. Cipsin neminin alınmaması durumunda nem yüksekliğinden dolayı viskozite düşer ve bu da ipliğin düzeden akışı sırasında kopuşlara sebebiyet verir. Ekstrüdere, eriyik haline getirilmesi için gönderilen granül halindeki kurutulmuş cips, içindeki sonsuz vida vasıtasıyla vida etrafındaki ısıtıcılar yardımıyla eritilir ve basınç kazandırılır. Eritilen cips belli bir viskozite değerine sahiptir. Sonsuz vida sonunda bulunan dinamik mikser ile melt homojen bir şekilde karıştırılır ve bir sonraki işleme sevk edilir. Ekstrüder girişinde cips sıcaklığı yaklaşık 80-100°C’dir. Bu süreçten sonra eritilen polyester ısı kaybının önlenmiş olduğu ceketli boru hatları aracılığıyla taşınır. Evaporatör adı verilen sistemlerde üretimdeki sıcaklık stabilitesini sağlamak üzere ceketli boru hatlarda yüksek ısı dayanımlı yağlardan faydalanılır (Çirkin, 2006).

Basınç farklılıklarını önlemek amacıyla üretim aşamalarında granülatör dengeleyici görev yapar. Sistemin kapasitesine bağlı kalmak suretiyle minimum ve maksimum düzeyde üretim gerçekleştirebilmek için granülatörlerden mutlaka üretim kapasitesinin üzerinde cips üretmek gerekir.(Çirkin, 2006).

Ekstrüderden sonra sürekli çalışması gereken NSF (None Stop Filter) filtresi yer alır. Filtrenin görevi eriyiğin, üretiminin diğer aşamalarında yapısını bozabilecek ve daha sonra geri dönüşümünü imkansız hale getirebilecek kum, toz ve tam öğütülmemiş titanyum dioksit gibi maddelerden korumaktır. 1-3 mikron seviyelerinde öğütme işlemine maruz bırakılan titanyum dioksit daha büyük parçalar halinde kalırsa ve filtrelerle tutulmazsa ileride iplikte mukavemetsiz yapılara sebebiyet vererek iplikte kopmalar meydana gelecektir (Çirkin, 2006).

Filtre kullanılmadığı takdirde ölü bölgelerde toplanan karbonize parçalar oluşur. Bu parçalar bir sonraki işlemlerde özelliğini kaybederek ipliğin yapısını bozarlar. Bu yüzden filtre çok önemlidir. Düzelerin kullanım ömrünü uzatmak için filtreler ekstrüder çıkışında büyük tanecikli safsızlıkları meydana getiren parçacıkları tutma görevini yapmaktadır. Melt basıncının aşırı yükselmesinden filtrenin görevini yapmadığı anlaşılmaktadır.

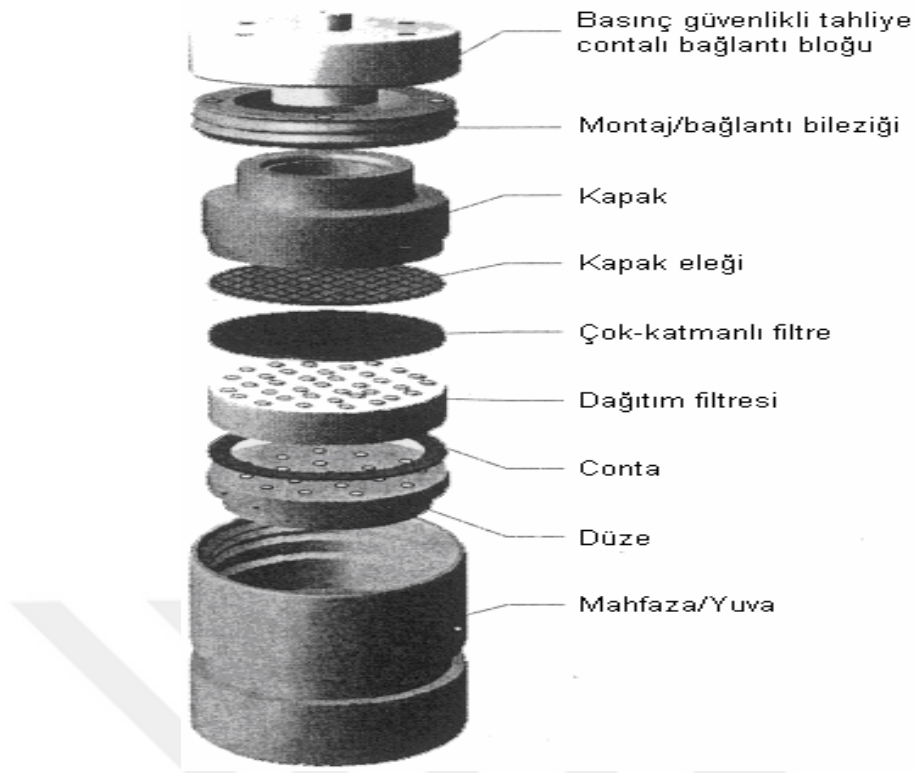
Örneğin filtreye eriyik 160 bar basınçla akarken filtreden 180 bar basınçla çıkması filtrenin kirlendiği yani görevini yapmadığı anlamını taşımaktadır. Diğer bölmeye eriğin geçmesi vananın biraz açılması suretiyle sağlanır. Bölmeyi tamamen dolduran eriyik tahliye borusundan püskürtülmeye başlar ve böylece yedekte duran temiz bölme çalışmaya başlamış olur. Boyalı ve siyah üretimlerde filtre gözenekleri diğer üretimlere oranla daha büyüktür (Mikro ipliklerde 15 mikron, normal kısmi oranda ve tamamen yönlendirilmiş iplik hatlarında 20 ve boyalı üretimlerde 30 mikronluk filtreler kullanılır). Filtrelerin temizliğine polyesterin 280°C’de trietilen glikol içinde kaynatılarak çözülmesi işlemiyle başlanılır. Daha sonra fitrelere içten dışa basınçlı su püskürtülmesi ve ultrasonik dalgalı sistemde döndürülme işlemleriyle tamamlanır (Çirkin, 2006).

1.5.1 Polyester Eriğinden İplik Üretimi

Polikondenzasyon tesisinden gelen polimer eriyiği direkt üretim sistemlerine, eşit geçiş zamanda özel olarak dizayn edilmiş dağıtım boru hattıyla beslenir (Çirkin, 2006).

Dağıtım boru hattı içindeki statik mikserler (karıştırıcılar) herhangi bir ölü nokta bırakmaksızın polimer eriyiğinde homojen bir sıcaklık etkisi sağlarlar. Her üretim aşaması, pozisyonlarının önüne yerleştirilmiş bir durdurma valfi ile ayrı ayrı kapatılabilir (Çirkin, 2006).

Eriyik pompaları ile polimer eriyiği düzenin içindeki deliklerden püskürtülerek filamentler haline getirilmek üzere homojen bir akış şeklinde düze paketlerine beslenir (Çirkin, 2006).



Şekil 18: Düze paketi (Garip, 2005).



Şekil 19: Düze (Çirkin, 2006).

Polimer eriği 30-40 bar basınçla akarken, 120 bar basınçla düzelere gelir. Eriyik düzeye girdiğinde önce ön filtreyle karşılaşır. Sonra kalın metal kum ve ince metal kumla karşılaşır yoluna devam eder. Bunun altında distribütör plaka bulunur. Eriyiğin düzelerden çıkış sıcaklığı yaklaşık 280°C'dir. Üretim malifoltları özel dizayn edilmiş buhar dağıtım

sistemleri vasıtasıyla yüksek ısı dayanımlı yağ buharıyla üniform bir şekilde ısıtılır. Püskürtülen filamentlere hava akımıyla katılaştırıldıkları soğutma kabinlerinde dozaj aplikasyon yöntemiyle spin-finish yağı uygulanır (Çirkin, 2006).

1.5.2 Polyester Cipsinden İplik Üretimi

Piyasanın istenilen renk ve miktarda cips ihtiyacını karşılamak için Polikondenzasyon tesisinde, granülatörde granül olarak kesilen polyester cipsler, cips stok silosundan hava akımı ile üretim yaş cips silosuna beslenir.

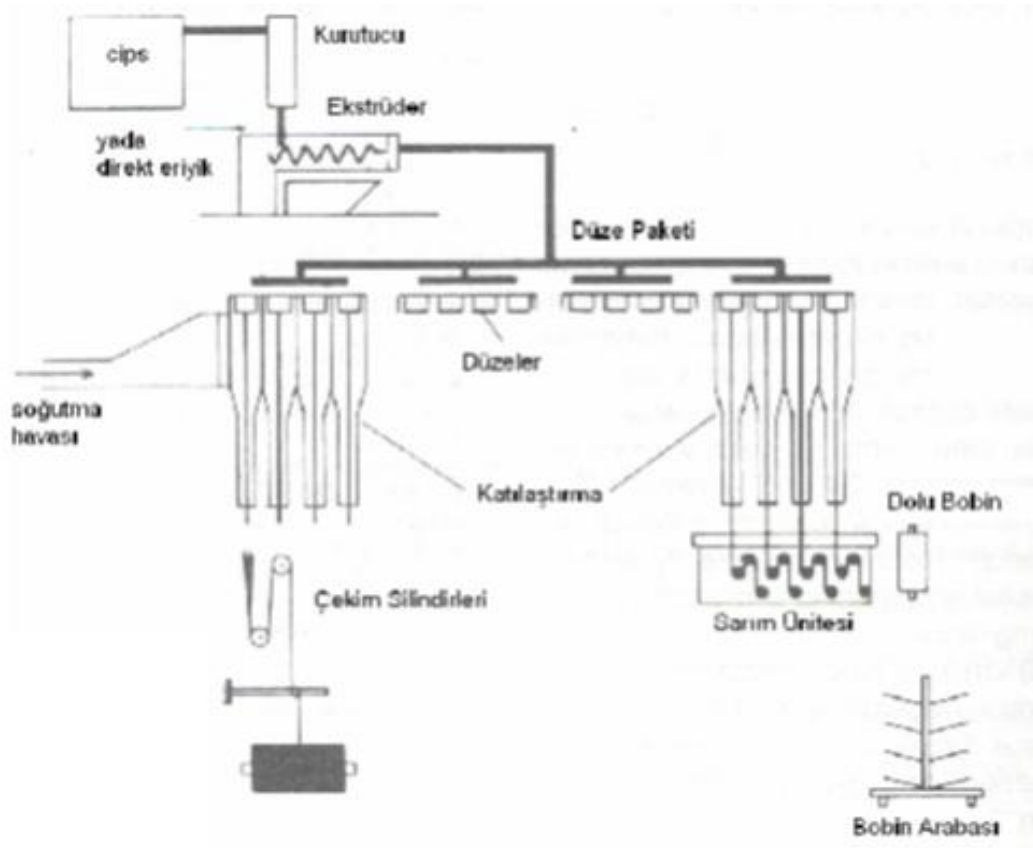
Yaş cips silosundan, kurutma tesisine beslenen cipsler kristalizasyon ve kurutma işlemleri yapıldıktan sonra ekstrudere sevk edilir. Ekstrüdere, eriyik haline getirilmesi için gönderilen granül halindeki kurutulmuş cips, içindeki sonsuz vida vasıtasıyla vida etrafındaki ısıtıcılar yardımıyla eritilir ve basınç kazandırılarak filtrasyon işleminden geçer.

Polikondenzasyon tesisinden gelen polimer eriyiği direkt üretim sistemlerine, eşit geçiş zamanda özel olarak dizayn edilmiş dağıtım boru hattıyla beslenir. Sonraki süreç aynı direkt eriyikle yapılan üretimde olduğu gibidir. Bu işlemde sonra eritilen polyester eriyik ısı kaybı önlenmiş olan izole edilmiş ceketli boru hatları aracılığıyla taşınır. Şekil 19'da cips (granül) halindeki polyesterden POY (Partially Oriented Yarn) türü bir iplik üretimi için gerekli olan iş akışı verilmiştir (Garip, 2005).

Üretim hızına bağlı olarak üretilen farklı yapı ve özellikteki iplikler aşağıdaki gibi tanımlanabilir.

- Low Oriented Yarn (LOY) : 1000-2000 m/dk hızla üretilmiş ipliklerdir. Moleküllerin oryantasyonu çok düşüktür. İki (2) ya da daha yüksek bir oranda yapılacak bir çekme işlemi ile oryantasyon artırılır.
- Medium Oriented Yarn (MOY) : 2000-3000 m/dk hızla üretilmiş ipliklerdir. Moleküller kısmen oryante olmuştur. Lif elementlerinin yönlenmiş yerleşimi iyi olduğundan daha sonra yapılacak çekme işlemi sırasında 2'nin altında oranlar kullanılabilir.

- Partially Oriented Yarn (POY) : 3000-4000 m/dk hızla üretilmiş ipliklerdir. Moleküler oryantasyon artırılmıştır. İplik üretiminden sonra uygulanacak germe işleminde 1.2-1.27 arasında çekme uygulanabilir.
- Fully Oriented Yarn veya Fully Drawn Yarn (FOY veya FDY) : 5000 m/dk ve üzerindeki hızlarında üretilmiş ipliklerdir. Moleküler oryantasyon tamamlanmıştır (Garip, 2005).



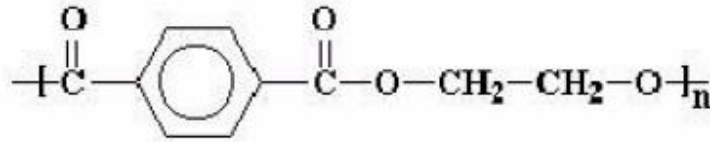
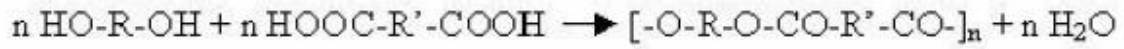
Şekil 20: Polyester cipsten POY(Partially Oriented Yarn) iplik üretiminin şematik görünümü (Garip, 2005).

FDY (Fully Drawn Yarn) iplik üretim makinelerinde çekim silindirleri her işlem pozisyonunda iki alt ve bir üst indüktif çekim silindirleri bulunmaktadır. İlk galet tarafından filamentin çekim işlemi gerçekleştirilir ve birinci ve ikinci galet arasında ise çekim belirlenir. Geri kalan her şey POY (Partially Oriented Yarn) iplik üretimi ile aynıdır. Gerekli spin-finish yağı ilk galetlerin önüne yerleştirilmiş bir sistem aracılığıyla filamentlere uygulanır. Homojen bir şekilde uygulanmış spin-finish yağı filamentlerin sonraki geçeceği prosesler için çok önemlidir.

FDY (Fully Drawn Yarn) iplik bu haliyle direkt olarak kumaş üretim proseslerinde kullanılabilir (Çirkin, 2006).

1.5.3 Polyester Lifinin Yapısı

Aleve yaklaştırıldıklarında küçük siyah boncuk oluştururlar. %90'lık konsantrasyonlarda ortofosforik asit içerisinde 1-2 dakika kaynatıldıklarında çok az miktarda şişme gösterirler. Polimer imalinde alifatik dikarboksilik asit monomeri yerine, bir aromatik diasit olan benzen- 1,4-dikarboksilik asit (tereftalik asit) kullanılacak olursa moleküller arası kohezyon kuvveti dolayısıyla, elyaf çekimi için yeteri derecede yüksek olan polimer elde edilir. Bunlardan etandiol-1,2 ile benzen-1,4-dikarboksilik asidin meydana getirdiği polimer madde tekstilde poliester veya polietilen tereftalat (PET) adı altında toplanır. Polyester kelimesi, genel olarak bir dialkol ile bir dikarboksilik asidin kondenzasyon ürünü olan uzun zincirli polimerlere verilen addır. Bu zincirde ester grubu çok sayıda tekrarlanır.



Şekil 21: Polyester elyafının kimyasal yapısı (Kaya, 2011).

1.6 İpliğin Termofiksaj İşlemleri

Sentetik materyallere kumaş veya iplik halinde termofiksaj işlemi yapılabilmektedir. Termofiksaj işlemi yapılış yöntemine göre 3'e ayrılır. Bunlar:

Fikse işlemi: Sıcak hava ile fiksaj (termofikse): İşlem genellikle ramöz makinelerinde, kumaş sıcak hava altında gerdirilerek yapılmaktadır. İşlem süresi materyalin cinsine ve m² (metrekare) ağırlığına göre 10 saniye ile 3 dakika arasında değişir.

Sıcak su ile fiksaj (Hidrofikse): İşlem kumaşların, levent üzerine sarılmasıyla; ipliklerin, bobin hâlinde basınçlı kazanlarda sıcak su verilmesiyle gerçekleştirilmektedir.

Sıcak buhar ile fiksaj: Kumaşlar, levent üzerine sarılarak; iplikler, bobin hâlinde basınçlı kazanlarda buhar verilerek fikse olmaktadır.

Tekstil lifleri, üretim aşamalarından yüksek ısılara maruz kalmaktadır. Bu ısılarda sentetik lifler termoplastik özellik gösterdiklerinden fikse işlemi yapılmadıysa tekstil materyalinin yapısının bozulmasına neden olabilmektedir. İşte bu nedenle sentetik materyallere veya bu materyallerden yapılmış kumaşlara termofiksaj işlemi uygulanır.

Bütün sentetik lifler, uzun zincir yapılı moleküllerden oluşur. Eğrilme işleminden sonra bu uzun zincir yapılı moleküller gelişi güzel kalmaktadır. Ancak daha sonra uzunluklarının birkaç katı kadar çekime uğratılırsa, uzun zincir yapılı moleküller lif eksenine paralel olarak uzanır.

Materyal yapısına bağlı olarak lif içersindeki polimer zincirleri farklı kuvvetlerle birbirlerine bağlanmıştır. Örneğin, polyesterde Van der Waals kuvvetleriyle, naylonda ise H-bağları ile zincir molekülleri birbirlerine bağlıdır. Bu kuvvetlerin görevi molekül zincirlerini bir arada tutmaktır. Germe-çekme işlemi yapıldıktan sonra bu bağlar kuvvetlenerek materyal sertleşir ve çekmede uzaması azalır. Germe-çekme işleminden önce de sonra da bu bağlar, zincirler arasında mevcuttur. Ancak kuvvetler baskı altındadır, life ısı uygulandığında lif içersindeki zincirler hareket etmeye başlar ve bu ısı yeteri kadar olursa zincirler arasındaki bu baskı altındaki bağlar kopar ve lif erir. İşte bu ısı enerjisi minimum enerji durumuna eriştiğinde durdurulursa yani lifler soğutulursa zincirler arasındaki bağlar en kısa yoldan yeniden bağlanır. Dolayısıyla lif bu tespit ısisına kadar ısıya maruz kaldığında durumunda herhangi bir değişiklik (çekme vb.) olmaz.

Isı fiksajı, polyester mamüllerin terbiye işlemleri esnasında ence ve boyca sabit (stabil) kalmasını sağlar (URL-2, 2016).

BÖLÜM 2

MATERYAL VE YÖNTEM

2.1 Kullanılan Materyal

2.1.1 İplik

Tez çalışmasında FDY polyester multiflament iplikler boyanmaya çalışılmıştır. Boyama işlemi için 96 filamentten oluşan 300 denier (300/96) tam çekimli (FDY) polyester ipliği kullanılmıştır. Bu ipliğin mukavemeti 10.31 Newton, elastikiyeti ise %25 dir. Karşılaştırma yapılması için aynı FDY polyester ipliğin 160 tur/metre (t/m) bükümlü hali de kullanılmıştır.

2.1.2 Kullanılan Kimyasallar ve Boyarmaddeler

Boyama işlemlerinde kullanılan kimyasallar Tablo 1’de verilmektedir. Boyarmadde olarak Acroma firmasının 3 farklı rengi kullanılmıştır. Kullanılan boyarmaddeler Tablo 2’de verilmektedir.

Tablo 1: Uygulamalarda kullanılan kimyasal maddeler.

Maddenin Adı	Ticari Adı	Üretici Firma
Dispergator	Clearix PSX	
Egalizatör	Kimpol DAS 150	Kimteks
Oligomer Önleyici	Bypers GLO	
İyon Tutucu	Kimpol CD 700	Kimteks
Asetik Asit	-	
Lipaz Enzimi	-	
Carrier	-	

Tablo 2: Uygulamalarda kullanılan boyarmaddeler.

Ticari Adı	Üretici Firma
FRN Bril Yell Red-E	Acroma
FRN Red RD-E	Acroma
FRN Blue RD-S	Acroma

2.1.3 Kullanılan Cihazlar

Deneyleri gerçekleştirmek için plazma cihazı, iki farklı bobin boyama makinesi, bobin aktarma ve fiksaj makinelerinden istifade edilmiştir. Bobinleri tartmak için hassas terazi kullanılmıştır. Bobinlerden alınan numunelerde renk ölçümü spektrofotometre cihazında yapılmıştır.

Söz konusu makine ve cihazların markaları Tablo 3’te verilmiştir. Bunların özellikleri ise aşağıda açıklanmıştır.

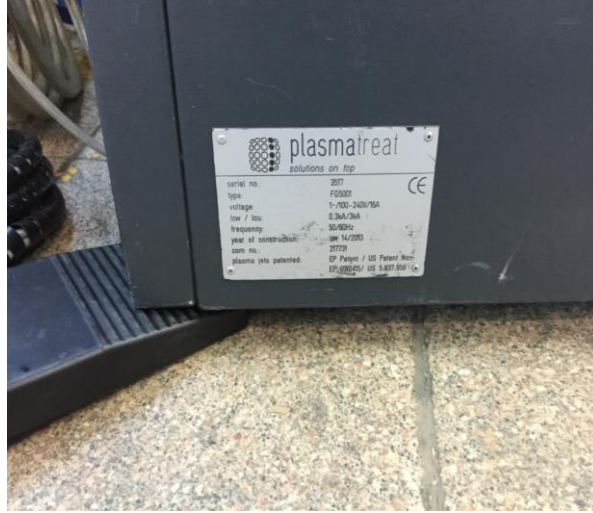
Tablo 3: Uygulamalarda kullanılan cihazlar.

Kullanılan Cihaz	Üretici Firma
Plazma	Plasmatreat
HT Boyama Makinesi	Bellini
HT Boyama Makinesi	Laip
Hassas Terazi	-
Bobin aktarma makinesi	SSM
Fiksaj Makinesi	Erturlar
Reflektans Spektrofotometresi (SF600+)	Datacolor

2.1.3.1 Plazma

Plazma ekipmanlarından Jet’in markası PEW10, nozzle’ın markası ise SLOT’dur. (Şekil 22) Plazma cihazında Oksijen gazı kullanılmıştır. Uygulamalar Atmosferik ortamda gerçekleştirilmiştir.

Bu cihazının özellikleri; Tipi FG5001, Voltaj 1-/100-240V/16A, Frekans 50/60 Hz dir.



Şekil 22: Uygulamada kullanılan plazma cihazı.

2.1.3.2 HT Boyama Makinesi

Basınçlandırılmış olan boyama kazanının gövdesi silindirik şeklinde olmakla beraber üst kısmı ise kubbe biçimindedir. Üst kısım kapak olup, (eski makinelerde) bir seri civatayla veya çabuk kilitlenebilen kayıcı bir halka ile kapatılmıştır.

2.1.3.3 Bobin Aktarma Makinesi

Uygulamalarda kullanılan ipliği aktarma işlemlerinde 2002 modelli SSM markalı bobin aktarma makinesi kullanılmıştır (Şekil 23). Bu makine 60 kafa kapasitesine sahiptir.



Şekil 23: SSM bobin aktarma makinesi.

2.1.3.4 Fiksaj Makinesi

Uygulamalarda kullanılan ipliğin fiksajında kullanılan fikse makinesi Erturlar markalı, 2002 model, 288 Bobin/800 Kg kapasitelidir.

2.2 Yöntem

Tez çalışmasında kullanılan FDY polyester iplikler öncelikle bir fikse işleminden geçirilmiştir. Fikse şartları 125°C'de 60 dakika olarak uygulanmıştır. Fikse işleminden sonra lipaz enzimi ve plazma ile ön işlem gerçekleştirilmiştir. Ön işleminden geçirilen iplikler boyama ve redüktif yıkamadan sonra spektrofotometrede renk değerleri ölçülmüştür.

2.2.1 Lipaz Enzimi Ön İşlem Uygulaması

Tez çalışmalarında lipaz enzimi ve plazma ile olmak üzere iki farklı ön işlem uygulanmıştır. Fikselenmiş FDY polyester iplik Tablo 4'te verilen koşullara göre SSM aktarma makinesinde delikli masuralara aktarılmıştır ve ardından enzim ile numune kazanında ön terbiye işlemi yapılmıştır. Numune kazanında lipaz enzimi ile yapılan ön işlem parametreleri ise Tablo 5'de gösterilmiştir.

Tablo 4: SSM bobin aktarma makinesinde aktarma koşulları.

Bobin Sarım Hızı (Devir/Dakika)	Bobin Sarım Sertliği (cN)	Bobin Çapı
350	10	150°

Numune kazanında lipaz enzimi ile yapılan ön işlem parametreleri ise Tablo 5 de gösterilmiştir.

Tablo 5: Numune kazanında Lipaz enzimi ile yapılan ön işlem parametreleri.

Koşullar ve Kimyasal Maddeler	Konsantrasyon/Proses Koşulları
Lipaz Enzimi	%1 - %2
pH	4 – 8
Sıcaklık-Süre	40 °C-30 dk.
Flotte Oranı	1:20

FDY polyester %1 ve %2 Lipaz enzimi konsantrasyonlarında 1:20 flotte oranında ön işleme tabi tutulmuştur. Şekil 24’te verildiği ön işlem kapalı ortamda 40° C sıcaklığında 30 dakika olarak uygulanmıştır. İşlem boyunca pH 4-8 aralığında tutulmuştur. Bundan sonra enzim banyosu boşaltılarak yeni banyo ile boyamaya geçilmiştir.



Şekil 24: Lipaz enzimi ile yapılan ön İşlem ve pH kontrolü.

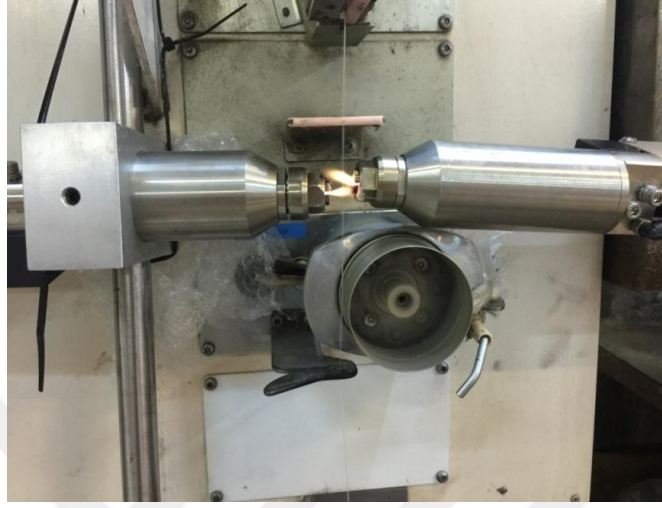
2.2.2 Plazma Teknolojisi ile Polyester FDY’nin Ön İşlem Koşulları

Ön işlem uygulaması olarak kullanılan bir diğer yöntem plazma uygulamasıdır. Fikselenmiş FDY polyester iplik Tablo 6’da verilen koşullara göre SSM aktarma makinesinde delikli masuralara aktarılması sırasında plazma işlemine maruz bırakılmıştır (Şekil 25-26). Plazma teknolojisi ile yapılan çalışmalarda; bobin sarım hızları değiştirilerek çeşitli boyamalar gerçekleştirilmiştir. Yapılan denemeler sonucunda 400 dev/dk en uygun sarım hızı olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 6: Plazma ile ön işlem görecekt ipliğin SSM bobin aktarma makinesinde aktarma koşulları.

Bobin Sarım Hızı (Devir/Dakika)	Bobin Sarım Sertliği (cN)	Bobin Çapı
400	15	96°

Sistem normal atmosfer basıncı altında çalışarak jette ateşlenen bir arkın gazı olan havanın yardımıyla ürüne püskürtülen plazmayı üretmektedir. Bu plazma, yüzeyde istenen etkinin başlatılması için yeterli düzeyde uyarılmış parçacıklar içermektedir.



Şekil 25: Plazma ile ipliğin muamelesi.



Şekil 26: İpliğin plazma ile muamelesi.

Şekil 25-26'de SSM aktarma makinesine monte edilen plazma jetlerinden ateşlenen bir arkın gazı olan havanın bükümsüz FDY Polyester ipliğine püskürtülmesi gösterilmektedir.

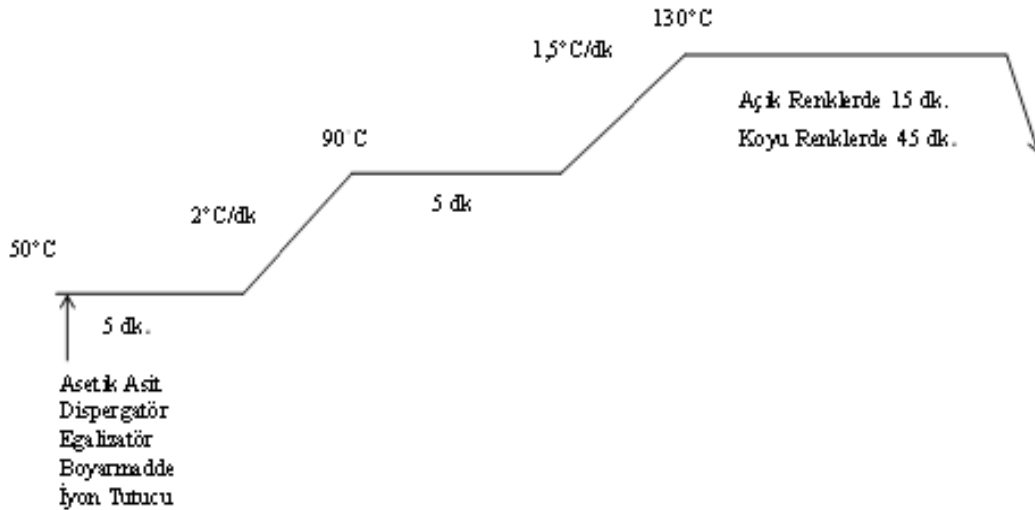
2.3 FDY Polyester İpliğin Boyama işlemleri

Çalışmada farklı ön işlemlerden geçen ipliğe dispers boyama uygulanmıştır. Karşılaştırma yapılabilmesi için tüm numunelere Tablo 7’de verilen kimyasal maddeler ve konsantrasyonlar uygulanmıştır.

Tablo 7: Dispers boyarmaddesi ile FDY Polyester ipliğin boyanmasında kullanılan kimyasal maddeler ve konsantrasyonları.

Koşullar ve Kimyasal Maddeler	Konsantrasyon/Proses Koşulları
Boyarmadde	%x (e.a.ü)
Dispergator	1,5 g/L
Egalizatör	0,3 g/L
Oligomer Önleyici	1 g/L
İyon Tutucu	1 g/L
Banyo Oranı	1:10
Sıcaklık	130°C
Boyama Süresi	2 saat
pH	4.5-5 (Asetik asit ile)
Lipaz Enzimi	%1 - %2

Boyama işlemine kullanılan makinenin etkisini görmek için Bellini ve Laip marka iki farklı makine kullanılmıştır. HT boyama yöntemine göre yapılan boyama işleminde Tablo 7’de verilen boyama reçetesi kullanılmıştır.



Şekil 27: Dispers boyarmaddesi ile HT boyama yöntemine göre FDY Polyester boyama diyagramı.

Boyama işlemi bittikten sonra materyal muamele edilerek nüfuz etmemiş boyarmadde uzaklaştırılır.

Boyama işleminin ardından bağlanmayan boyarmaddelerin uzaklaştırılması 90°C’de 20 dakika Sodyum Ditiyonit ve Sodyum Hidroksit ile Tablo 8’de verilen şartlarda redüktif yıkama işlemi uygulanmıştır.

Tablo 8: Redüktif yıkama işlemi için gerekli koşullar ve kimyasal maddelerin konsantrasyonu.

Kimyasal Maddeler/Koşullar	Konsantrasyon/Koşul
Sodyum Ditiyonit	2 g/L
Sodyum Hidroksit	2 g/L
Sıcaklık	90°C
Banyo Oranı	1:10
Süre	20 dk.

2.4 Renk Ölçümü

Bu çalışmada renk ölçümü için spektrofotometrik renk ölçümü tercih edilmiştir. Datacolor marka SF600X model renk ölçüm cihazında CIELab sistemine göre, D65 ışık kaynağı altında, 10° gözlem açısı ile yapılmıştır. L*, a*, b*, C*, h ve tristimulus (X,Y,Z) değerleri kaydedilmiştir. İki numune, eğer aynı tristimulus değerine sahipse, belirli ışık kaynağı altında ve ölçüm geometrisi ile gözlemlendiğinde, standart gözlemciye birbirlerine benzer olarak gözükeceklerdir. Bunun karşıtı olarak, eğer tristimulus değerlerinden herhangi biri farklı ise, numuneler benzer olarak algılanmayacak ve tristimulus farklılıklarının tümü, numunelerarasında gözlemlenen renk farklılığının bir ölçüsü olacaktır. CIELab birimleri cinsinden renk farklılıkları, aşağıdaki eşitlik 3’deki formül yardımıyla hesaplanmaktadır:

$$\Delta E = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2} \quad (3)$$

Renk farklılıklarının ΔL^* , Δa^* ve Δb^* şeklinde üç bileşene ayrılmasına rağmen, öncelikle bunlardan birincisi önemlidir ve L*numune - L*standart işleminin değerinin pozitif olması numunenin standartlardan daha açık olduğunu, negatif olması ise daha koyu olduğunu göstermektedir. ΔC^* . (C^* numune – C^* standart), değeri hesaplandığında, ΔC^* ’nin pozitif olması, numunenin daha yüksek bir kromaya (doygunluğa) sahip olduğunu, negaif olması ise numunenin daha düşük bir kromaya (doygunluğa) sahip olduğunu

göstergesidir. Açısal fark Δh , CIELab birimlerine sahip değildir ve bu yüzden aşağıdaki eşitlik 4’deki ΔH formülü ile ifade edilmesi uygundur (Öner, 2001).

$$\Delta H^* = \sqrt{(\Delta E^*)^2 + (\Delta L^*)^2 + (\Delta C^*)^2} \quad (4)$$



BÖLÜM 3

BULGULAR VE TARTIŞMA

Tez çalışmasında tekstil sektöründe bükümlü hale getirildikten sonra boyanan polyester ipliklerinin lipaz enzimi ve plazma uygulamaları ile büküm işlemine gerek kalmadan boyanabilirliği araştırılmaktadır. Bunun için büküm işlemi ve ardından boyanmış iplikler referans alınarak lipaz enzimi ve plazma işlemi uygulandıktan sonra boyanmış ipliklerle karşılaştırılmıştır.

Karşılaştırma yapılabilmesi için bükümlü, bükümsüz, lipaz enzimi uygulanmış, plazma işlemi uygulanmış iplikler aynı şartlarda hazırlanmış HT boyama makinesinde ayrı ayrı boyanmıştır.

Şekil 28’de 300/96 FDY polyester ipliğın hem 160 t/m bükümlüsü (1 no’lu bobin) hem de fikse işleminin ardından bükümsüz halde boyama yapılan (2 no’lu bobin) boyama işleminden sonraki görüntüleri gösterilmektedir. Bükümsüz ipliğın hemen hemen boya almadığı tespit edilmiştir.



Şekil 28: Boyanmış 300/96 FDY Polyester iplik bobinleri. 1- 160 t/m bükümlü iplik bobini, 2- Bükümsüz iplik bobini.

Bükümsüz FDY polyester ipliğın boya alımını arttırmak için lipaz enzimi uygulaması iki farklı şekilde yapılmıştır. Ön işlem %1 ve %2 enzim konsantrasyonu uygulanarak yapılan denemelerde aynı boyama şartlarında renklendirilmiş bükümlü polyester referans olarak alınmıştır.

Şekil 29’da 1 nolu bobin %1 lipaz enzimi ön işlemli bükümsüz halde boyanan iplik, 2 nolu bobin büküm işlemi ardından boyanan iplik gösterilmektedir. Bükümsüz ipliğın boyarmadde alımını ön işlem uygulanmamış bükümsüz ipliğe göre biraz arttırdığı fakat abrajlı boyama gerçekleştiği görülmüştür. Bobinin iç kısımlarına doğru gidildikçe boyarmadde alımının azaldığı tespit edilmiştir.



Şekil 29: 1- Fikse + %1 Enzim ile yapılan ön işlem sonrası boyama, 2-Fikse + Referans boyama (160 t/m bükümlü).

Lipaz enzimi %2’ye yükseltilerek yapılan çalışmada abrajın arttığı ve renk alımının iyiye gitmediği görülmüştür. Şekil 29’da 1 nolu bobin %2 lipaz enzimi ön işlemli bükümsüz halde boyanan iplik, 2 nolu bobin büküm işlemi ardından boyanan iplik gösterilmektedir. Tablo 9’da CIELab renk farkı değerleri verilmiştir.



Şekil 30: 1-Fikse + % 2 Enzim ile yapılan ön işlem sonrası boyama, 2-Fikse + Referans boyama.

Tablo 9: Lipaz enzimi ile ön işlem yapılarak yapılan boyamalara ait renk farklılıkları.

$\Delta E_{CMC (2:1)}$			Fikse + %1 Enzim ile yapılan Ön işlem sonrası Boyama	Fikse + % 2 Enzim ile yapılan Ön işlem sonrası Boyama
Referans Alınan Numune	Fikse + Referans Boyama (160 tpm Bükümlü)	ΔE^*	9,370	6,381
		ΔL^*	8,402	6,119
		ΔC^*	-4,136	-0,809
		ΔH^*	-0,323	1,619

Bükümsüz FDY polyester ipliğin boya alımını arttırmak için plazma uygulaması iki farklı boyama makinesinde yapılmıştır. Şekil 31’de Bellini marka makinede gerçekleştirilen boyamalara ait görüntüler verilmiştir. Bobinlerin sıralamasına göre uygulanan işlemler Tablo 10’da CIELab renk farkı değerleri verilmiştir.



Şekil 31: 1- Fikse + Plazma işlemi + Boyama, 2 - Plazma işlemi + Boyama, 3- Fikse + Boyama (Bellini Makinesinde Boyama).

Şekil 31’de 1 no’lu bobin; Fikse işlemi, SSM aktarma makinesinde plazma işleminin ardından boyama işlemine alınmıştır. 2 no’lu bobin; Fikse işleminin boyamaya olumlu etkisi olup olmadığını görmek için fikse işlemi yapılmamıştır. SSM aktarma makinesinde plazma işleminin ardından boyama işlemine alınmıştır. 3 no’lu bobin; Yapılan ekstra işlemlerinin (Plazma işlemi) boyamaya olumlu etkisinin olup olmadığını görmek için plazma işlemine tabi tutulmadan fikse işleminden sonra boyama işlemine alınmıştır.

Tablo10: İpliğe plazma uyguladıktan sonra Bellini boyama makinesinde yapılan boyama sonucuna ait renk farklılıkları.

$\Delta E_{CMC(2:1)}$			Plazma İşlemi +Boyama	Fikse + Boyama
Referans Alınan Numune	Fikse + Plazma İşlemi + Boyama	ΔE^*	3,011	0,756
		ΔL^*	-2,889	-0,738
		ΔC^*	0,610	0,155
		ΔH^*	0,586	0,040

Boyama işleme boyama makinesinin boyamaya etkisini göstermek için Laip markalı bobin boyama makinesinde ikinci bir boyama işlemi gerçekleştirilmiştir. Bu boyama sonucunda elde edilen bobinlerin görüntüleri Şekil 32’de verilmiştir. .



Şekil 32: 1- Fikse + Plazma işlemi + Boyama, 2-Plazma işlemi + Boyama, 3- Fikse + Boyama (Laip Makinesinde Boyama).

Şekil 32’de 1 no’lu bobin; Fikse işlemi, SSM aktarma makinesinde plazma işleminin ardından boyama işlemine alınmıştır. 2 no’lu bobin; Fikse işleminin boyamaya olumlu etkisi olup olmadığını görmek için fikse işlemi yapılmamıştır. SSM aktarma makinesinde plazma işleminin ardından boyama işlemine alınmıştır. 3 no’lu bobin; Yapılan ekstra işlemlerinin (Plazma işlemi) boyamaya olumlu etkisinin olup olmadığını görmek için plazma işlemine tabi tutulmadan fikse işleminden sonra boyama işlemine alınmıştır. Tablo 11’da CIELab renk farkı değerleri verilmiştir.

Tablo11: İpliğe plazma uyguladıktan sonra Laip boyama makinesinde yapılan boyama sonucuna ait renk farklılıkları.

$\Delta E_{CMC(2:1)}$			Plazma İşlemi +Boyama	Fikse + Boyama
Referans Alınan Numune	Fikse + Plazma İşlemi + Boyama	ΔE^*	7,269	7,999
		ΔL^*	6,959	7,810
		ΔC^*	1,114	1,408
		ΔH^*	-1,781	-1,008

Şekil 31-32’de plazma uygulanan ipliklere yapılan boyama işlemi sonuçları gösterilmiştir. Bu işlemlerde diğer işlemlere oranla en iyi sonucu Fikse + Plazma + Boyama (1 nolu bobinler) işlemleri vermiştir. Fakat ipliğin iç kısımlarına doğru gidildikçe boyarmadde alımının azaldığı görülmüştür.

Tablo 12’de sırasıyla tüm numunelere ait CIELab değerleri ve renk farkı değerleri verilmiştir.

Tablo 12: Boyamalara ait CIELab ve tristimulus değerleri.

Boyama Kodu	CIELab ve Tristimulus Değerleri							
	L*	a*	b*	C*	h°	X	Y	Z
300/96 160 t/m Bükümlü FDY PES iplik Boyama	61,32	12,00	15,19	19,36	51,68	31,22	29,61	22,11
300/96 Bükümsüz FDY PES iplik Boyama	72,20	7,92	9,52	12,38	50,25	44,33	43,96	38,86
Fikse + %1 Enzim ile yapılan Ön işlem sonrası Boyama	69,53	7,83	11,49	13,90	55,75	40,48	40,09	33,73
Fikse + Referans Boyama (160 t/m Bükümlü)	61,13	9,85	15,11	18,04	56,92	30,42	29,40	21,97
Fikse + % 2 Enzim ile yapılan Ön işlem sonrası Boyama	67,25	8,04	15,24	17,23	62,18	37,45	36,96	28,33
Fikse + Plazma İşlemi + Boyama	56,45	31,28	25,37	40,28	39,04	30,76	24,36	13,23
Plazma İşlemi +Boyama	53,56	31,28	26,21	40,89	39,86	27,55	21,56	11,04
Fikse + Boyama (Bellini Makinesinde Boyama)	55,71	31,38	25,49	40,43	39,09	29,93	23,62	12,68
Fikse + Plazma İşlemi + Boyama	55,91	-2,82	3,69	4,65	127,38	21,98	23,82	23,35
Plazma İşlemi + Boyama	62,87	-1,74	5,49	5,76	107,56	29,35	31,43	29,81
Fikse + Boyama (Laip Makinesinde Boyama)	63,72	-2,70	5,42	6,06	116,48	30,06	32,46	30,88

BÖLÜM 4

SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Bu çalışmada Bükümsüz FDY Poliester ipliğinn boyana bilirlğini araştırmak amacıyla deneyler gerçekleştirilmiştir. Bunun için Lipaz enzimi ve Plazma teknolojisinden yararlanılarak HT boyama yöntemine göre çeşitli boyama işlemleri yapılmıştır. Boyamalara göre elde ettiğimiz sonuçlar 160 t/m bükümlü FDY Polyester ile karşılaştırılmıştır. Sonuçları birkaç cümlede toparlayacak olursak;

Enzim ile yapılan çalışmalarda; %1 enzim konsantrasyonuna sahip ön işlemler boyamalarda bükümsüz ipliğin en dış kesiminde boyarmadde alımının gerçekleştiği, bobinin iç kısımlarına doğru gidildikçe boyarmadde alımının azaldığı gözlenmiştir. Enzim konsantrasyonun %2 değerinde aynı durum gözlenmiştir.

Bobinin sarım sertliğinin bükümsüz FDY Polyester ipliğinin sarma işlemine etkisi de ele alınmıştır. Deneyler sırasında tespit edilmiştir ki bobinin sarım sertliği düşürüldüğü takdirde ipliğin bobin üzerinden aktığı, dolayısıyla homojen bir sarım işleminin gerçekleşemediği gözlenmiştir.

Plazma teknolojisi ile yapılan çalışmalarda; bobin sarım hızları değiştirilerek çeşitli boyamalar gerçekleştirilmiştir. Yapılan denemeler sonucunda 400 dev/dk en uygun sarım hızı olduğu tespit edilmiştir. Daha düşük sarım hızlarında daha iyi bir boyama sonucu elde edilememiştir.

Boyama kalitesine yapılan fikse işleminin, ve boyama makinesinin etkisi olup olmadığını görmek açısından hem Bellini hem de Laip markalı bobin boyama makinelerinde fikseli iplik ve fiksiz iplik boyamaları gerçekleştirilmiştir. Sonuçta, makinenin ve ipliğe yapılan fikse işleminin boyamaya herhangi olumlu bir etkisi olmadığı gözlemlenmiştir. Fakat fiksiz olan bobin sıcaklığın etkisi ile kendisini çekerek daha da sertleşmiştir.

Boyama sonuçları spektrofotometre ölçümü ile değerlendirilmiştir. Lipaz enzimi ile yapılan çalışmalarda referans olarak; 160 tpm bükülmüş FDY iplik, plazma teknolojisi ile yapılan çalışmalarda ise fikse + plazma uygulanan iplik + boyama işlemlerine tabi tutulan

numune alınmıştır. Sonuç olarak abrajlı boyamanın yanı sıra spektrofotometrik lm değerlendirme tablolarından da anlaşılacağı gibi referans numune ile aralarında renk farklılıkları da ortaya çıkmıştır.

Boyamalarda istenilen sonucun alınamamasından dolayı gerekli araştırmalar devam edilmekte olup, elektrospining cihazında ve gaz halinde boyama üzerine bir takım çalışmalar yapılacaktır.



KAYNAKLAR

- AATCC Symposium, (1990). Yarn Dyeing: Problems and Solutions, *Textile Chemist and Colorist*, Vol: 22(6), pp: 26-2
- AATCC Symposium, (1991). Continuous Improvement in Yarn Dyeing, *Textile Chemist and Colorist*, Vol: 23(8), pp: 8-34.
- AATCC Symposium, (1997). ‘Yarn Dyeing’: Insight for Today, A Vision Fort the Future, *Textile Chemist and Colorist*, Vol: 29(9), pp: 9-13.
- Akçalı, K., Bulut Oktav, M., Plazma Teknolojilerinin Yün elyafı Üzerindeki Etkileri Üzerine bir İnceleme, *Mühendislik Bilgileri ve Tasarım Dergisi*, Cilt:2 Sayı:1 s, 65-72, 2012
- Androsov, V.F., (1974). *İpliklerin Bobinde Boyanması*, Hafif Sanayi Yayınları, Moskova, 225 s. (Андросов В. Ф. Крашение пряжи в поковках. Москва, Изд. ЛИ, 225 ст.)
- Aniş, P. 1998. *Tekstil Ön Terbiyesi*, Uludağ Üniversitesi, Tekstil Mühendisliği Bölümü, Alfa Basım Yayın Dağıtım, İstanbul, s 204.
- Aniş, P. ve Eren, H. A, (2003). Polyester/Pamuk Karışımlarının Boyanması: Uygulamalar ve Yeni Yaklaşımlar, *Uludağ Üniversitesi Mühendislik- Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 8(1).
- Aspland, J.R. (1993). Chapter 13: *Dyeing Blends: Polyester/Cellulose*, American Dyestuff Reporter, 25 (8), 21-26.
- Atav. R., Namırtı, O., Karabulut, K., (2014). Enzimatik Ön İşlemin Polyester Liflerinin Düşük sıcaklıkta Boyanması için Kullanabilirliğinin İncelenmesi, *XIII. Uluslar arası İzmir Tekstil ve Hazır giyim Sempozyumu*, (2-5 Nisan 2014).
- Balcao V.M. Malcata F.X., (1998). Lipase catalyzed modification milkfat, *Biotech-nology advances*, 16, no 2, 309-341.
- Balmford, D. Mousalli, F., 1986. *Report on European Yarn Dyeing Technology*, American Dyestuff Reporter, Vol: 75(9), pp: 61-69, 71.
- Chakraborty, M. Sharma, D. K., 1998, ‘ Technological Developments in Yarn Processing, *Colourage*, Vol: 45(5), pp: 19-22.
- Chan, M. C., (1994). Polymer Surface Modification and Characterization, *Hanser*.
- Cireli, A. ve Kutlu, B. (2007). Plazma teknolojisinin tekstillerde kullanımı ve tekstil materyalleri üzerindeki etkileri. 2. *Tekstil Teknolojileri ve Tekstil Makinaları Kongresi, VI Oturum konuşması*, Gaziantep.
- Cireli, A., Kutlu, B., Onar, N., Erkan, G., Tekstilde İleri Teknolojiler, *Tekstil ve Mühendis*, Sayı 61-Yıl 2013.

- Cornelius, E.C., (2009). *Novel Applications of Atmospheric Pressure Plasma on Textile Materials, Doktora Tezi*, North Carolina State University, the Graduate Faculty.
- Costa, T. H. C., Feitor, M. C., Alves, C., Freire, P. B. ve Bezerra C. M. (2005). Effects of gas composition during plasma modification of polyester fabrics, *Science Direct*, 173(1), 40-43.
- Çirkin, S. (2006). Yalancı Büküm Tekstüre İşleminde Tekstüre Değişkenlerinin İplik Özellikleri Üzerindeki Etkisi, *Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekstil Mühendisliği Bölümü, Yüksek Lisans Tezi*.
- Çoban, S. (1997). Tekstil Terbiyesinde Enzim Kullanım Durumları, *Tekstil ve Konfeksiyon*, 4.
- Djordjevic, M. Petronijevic, Z., Cvetkovic, D., (2005). Polyester Fabric Modification by Some Lipases. *Chemical Industry and Chemical Engineering Quarterly*, 2005, 11/4, 183-188.
- Fettahov, R.M. (1991). Bobinde İplik Boyama Kalitesinin İyileştirilmesi Yöntemleri, *Azerbaycan Teknoloji Enstitüsü Bilimsel Yayınları Bildiriler Kitabı*, 37-45s.
- Fettahov, R. (2006). İplik Boyama ve Terbiye Amaçlı Patron, No: TR 2006 01193 Y.
- Fettahov, R. Palamutçu, S., Altıntaş, M., (2009). Influence of Tube Dye Transfer Surface Area to The Dyeing Quality of Yarn Bobin, *16. Th International Conference Structure and Structural Mechanics of Textile Liberec*.
- Fettahov, R. Palamutçu S., (2010). İplik Boyama ve Terbiye İçin Plastik Patron, No: TR 2007 07013 B.
- Fettahov, R. Kaplan V., Keskin R. ve Şimşek G., (2005). Terbiye ve Boyama Amaçlı Patronlar Üzerine Bir Araştırma, *Tekstil Maraton*, Eylül-Ekim 5, 18-22s.
- Garip, R. (2005). *Korteks İplik Fabrikası Eğitim Notları*, Haziran, Bursa,
- Gore, D.C. (1995). Practical Experiences İn Garment Dyeing: *Problems And Solutions, Textile Chemist And Colorist*, 27 (3), 37-40.
- Gubitz, G., Paulo, A., (2003). New Substrates for Reliable Enzymes: Enzymatic Modification of Polymers, *Current Opinion in Biotechnology*, 2003, 14, 577–582.
- Gültekin, B.C., (2011). *Genel Terbiye Bilgisi Ders Notları*, Marmara Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Tekstil Eğitimi Bölümü, İstanbul.
- Horne, C.M. (1995). A Review Of Vat Dyeing On Cotton Yarns, *Textile Chemist and Colorist*, 27 (12), 27-32.
- İnanıcı, Y. Başer, İ. (1990). *Boyarmadde Kimyası*, Marmara Üniversitesi Yayınları.

İTKİB Genel Sekreterliği, 2016 Yılı Eylül ayı İhracaatı Performans Raporu (2016).

Karahan, A.H. (2007). *Atmosferik Plazma Kullanılarak Doğal Liflerin Yüzeysel Özelliklerinin Değiştirilmesi Üzerine Bir Çalışma*, Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.

Kaya, K. (2011). *Doğal ve Sentetik Elyafların Süper kritik Karbondioksit ortamında Boyanması*, Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana, Türkiye.

Kan, C., Chan, K., Yuen, M.W.C. (2000), Application of low temperature plasma on wool part I: Review, *The Nucleus*, 37(1/2), 9-21.

Kan, C. Yuen, M.C. (2007). Plasma Technology in Wool, *Textile Progress*, 39, 3, 121-187.

Korkmaz, A., Öktem, T., (2003). Enzimatik İşlem Görmüş Yünlü Mamüllerin Çeşitli Özelliklerinin Araştırılması, *IX Tekstil Teknolojisi ve Kimyasındaki Son Gelişmeler Sempozyumu Kitapçığı*, 2003, 13-28.

Köse, M. (2010). Teknik Tekstil Malzemeleri; Plazma polimerizasyonu tekniği ile iletken lif üretimi, *Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekstil Mühendisliği Ana Bilim Dalı*, Ocak 2010.

LEE, S. and SONG, W., (2010). Surface Modification of Polyester Fabrics by Enzyme Treatment, *Fibers and Polymers*, 2010, 11/1, 54-59.

Lewis, D.M.. (1992), Wool Dyeing, *Society of Dyeing and Colorists*, Leeds, UK, pp 153-161.

Lieberman, M. A. ve Lichtenberg, A. J. (2005). Principles of plasma discharges and materials processing (2. baskı). *Canada: Wiley-Interscience publishing*.

Maruyama, R. (2004). Electrical property of fullerene films polymerized by argon plasma treatment. *NSTI-Nanotech*, 3(1), 206-209.

Mathai, C. J., Saravanan, S., Jayalekshmi, S., Venkitachalam, S. ve Anantharaman, M.R. (2003). Conduction mechanism in plasma polymerized aniline thin films. *Materials Letters*, 57(5), 2253– 2257.

Ondarza, L.V. Özden, H., Tekstil Terbiye Sektöründe Boya Makinelerindeki Yenilikler, *VII. Uluslararası İzmir Tekstil ve Hazır Giyim Sempozyumu, Tebliğler*, s.583-589, Altinyunus- Çeşme-İzmir, 19-23 Nisan 1996.

Öner, E. (2010). *Boyama Teknolojisi*, Marmara Üniversitesi Yayınları, İstanbul, Türkiye, 3-21.

Öner, E. (2001). *Renk Ölçümü*, Marmara Üniversitesi Yayınları, İstanbul, Türkiye.

- Öner, E. (1997). İstanbul, *Tekstil Terbiyesi Donanımları*, Marmara Üniversitesi Ders Notları
- Özdemir, H. ve Oğulata, R.T., (2003). Bobin boyamada Karşılaşılan Hatalar ve Nedenleri, *Çukurova Üniversitesi Tekstil Mühendisliği*
- Özdemir, H., (2009). Farklı İplik Üretim Sistemleri İle Eğrilmiş İpliklerin Fiziksel Özellikleri ve Bobin Boyama Performansının İncelenmesi, *Çukurova Üniversitesi Tekstil Mühendisliği Ana Bilim Dalı Doktora Tezi*, Adana, s 264.
- Öztürk, B. (2002). Lipaz Enzimi: Yapısal Özellikleri ve Uygulama Alanları, *Gıda Mühendisliği Dergisi*.
- Paiva, A.L, Balcao, V.M., Malcata F.X. Kinetics and mechanisms of reactions catalyzed by immobilized lipases, *Enzyme and microbial technology*, 27, (2000), 187-204.
- Park, J.A. 1981, Practical Introduction to Yarn Dyeing', *The Society of Dyers and Colourists*, Leicester, pp: 120.
- Plasmatrete, (2016).
- Rakowski.W.(1997). Plasma Treatment of Wool Today, Part I – Fibre Properties, Spinning and Shrinkproofing, *Society of Dyers and Colourists*, 113, 250-255, 1997.
- Scharf, S. Cleve, E. Bach, E., ve Schollmeyer, E., Deutsches Nord-West e.V.,47798 Krefeld, Germany, *Three-Dimensional Flow Calculation in a Textile Dyeing Process*.
- Shahidi, S. Ghoranneviss, M., Moazzenchi, B., Anvari, A. ve Rashidi, A. (2007). Effect of coating aluminium with low temperature plasma of argon and oxygen on cotton fabrics. *Surface and Coating Technology*, 201(1), 5646-5650.
- Serindağ, O. Halefoğlu, Y.Z., (2000). *Tekstil Kimyası*, Çukurova Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Kimya Bölümü, Nobel Kitapevi, Adana, 106s. Dergisi, Cilt 18, Sayı 2, Adana.
- Shishoo, R. (2007). *Plasma technologies for textiles (1.baskı)*. Cambridge: Woodhead Publishing Limited.
- Shore, J. (1998). Blends Dyeing, *Society Of Dyers And Colourists Publication*, Manchester-UK.
- Seventekin, N. ve Özdoğan, E., (2008), Atmosferik Plazma Tekniğinin Sentetik Tekstil Materyallerine Uygulanabilirliğinin Araştırılması, *Tübitak Proje No: 107M527*.
- Tarakçıoğlu, I. (1996), *Tekstil Terbiyesi ve Makinaları*, Bornova-İzmir, 110 s.
- TETSIAD, (2014), *Tekstil ve Hazır Giyim Sanayinin Türk Ekonomisindeki Yeri*
- Tsui ,W, (2003), Perfect Packages, *Textile Month*, November, pp: 14-17.

- URL-1 (2016). http://cilginogretmen.blogcu.com/iplik-boyama-islemleri_2295782.html, 01 Eylül 2016
- URL- 2 (2016). <http://www.tekstilbilgi.net/fiksaj-buharlama-makineleri.html>, 15 Eylül 2016.
- Who,1996, Bobin Boyamada Son 20 Yıldaki Gelişmeler, *Tekstil Terbiye ve Teknik* 1(6), s 27-30.
- Yakartepe, Z. Yakartepe, M., (1995), Boyama Esasları ve Makineleri, T. K. A. M., *Tekstil Terbiye Teknolojisi*, Cilt 2, Tekstil ve Konfeksiyon Araştırma Merkezi, İstanbul, 603-638s.
- Yakartepe, Z. Yakartepe, M., (1995a), Pamuklu Malzemenin Boyanması, T. K. M., *Tekstil Terbiye Teknolojisi*, Cilt 5, Tekstil ve Konfeksiyon Araştırma Merkezi, İstanbul, 1554-1624s.
- Yıldırım, F. (1998), Selülozik Liflerin Terbiyesinde Kullanılan Çevre Dostu Enzimler, *SAGEM*, Ekim/Aralık 1998, 15-23.
- Yigi Yang ve David, C. Allegood, (1999) *Institute of Textile Tecnology Charlottesville,Va*, Levelness of dyeing and unwinding performance of %100 polyester two/ply yarn packages.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı Soyadı : Ramazan GÖMEÇ
Doğum Yeri ve Tarihi : SİNOP / 01.07.1989

Eğitim Durumu

Lisans Öğrenimi : Marmara Üniversitesi–Tekstil Terbiye Öğretmenliği
Yüksek Lisans Öğrenimi : Bartın Üniversitesi–Tekstil Mühendisliği
Bildiği Yabancı Diller : İngilizce
Bilimsel Faaliyet/Yayınlar : -
Aldığı Ödüller : -

İş Deneyimi

Stajlar : Bahariye Mensucat A.Ş.- (9 ay) - İstanbul
Boya-Apre
Hamboya A.Ş. – (4 ay) – Tekirdağ
Boya-Apre-Baskı

Projeler ve Kurs Belgeleri : ISO VE OHSAS (Goldcert)
Laboratuar Boyahane Optimizasyonu ve Tekstilde
ölçümü (İTA)
Dijital Baskı ve Varyant Eğitimi (İTA)
Ulusal Nanoteknoloji Kongresi (YTÜ)
İngilizce (Amerikan Kültür Derneği)

Çalıştığı Kurumlar : 12.09.2014-09.09.2015 Aydın Mensucat A.Ş
Kadife apre sorumlusu
09.09.2015-01.01.2017 Aydın Mensucat A.Ş
Üretim Müdürü Asistanı
01.01.2017-... Aydın Mensucat A.Ş

Ar-Ge Merkezi Koordinatörü

İletişim

E-posta Adresi : ramazangomec@besiktas.li

Tarih : 22.02.2017 (Tez sınav tarihi)

