



---

# **BOYAMAYA HAZIRLANAN BOBİNLERİN SARIM YAPISININ İNCELENMESİ**

**Emine TOMRUK**

**Haziran 2008  
DENİZLİ**

**BOYAMAYA HAZIRLANAN BOBİNLERİN SARIM YAPISININ  
İNCELENMESİ**

**Pamukkale Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Yüksek Lisans Tezi  
Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı**

---

**Emine TOMRUK**

**Danışman: Prof. Dr. Resul FETTAHOV**

**Haziran, 2008**

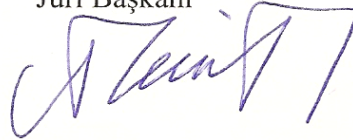
**DENİZLİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ ONAY FORMU**

Emine TOMRUK tarafından Prof. Dr. Resul FETTAHOV yönetiminde hazırlanan **“Boyamaya Hazırlanan Bobinlerin Sarım Yapısının İncelenmesi”** başlıklı tez tarafımızdan okunmuş, kapsamı ve niteliği açısından bir Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Arif KURBAK

Jüri Başkanı



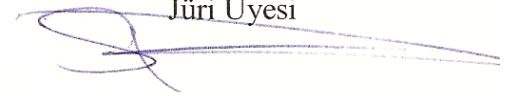
Prof. Dr. Resul FETTAHOV

Jüri Üyesi (Danışman)



Yard. Doç. Dr. Sema PALAMUTÇU

Jüri Üyesi



Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun

...../...../..... tarih ve ..... sayılı kararıyla onaylanmıştır.

**Prof. Dr. Mehmet Ali SARIGÖL**

**Müdür**

## TEŞEKKÜR

Bu proje Pamukkale Üniversitesi Tekstil Mühendisliği Bölümü'nde yürütülmekte olan TÜBİTAK 107M129 nolu “Sarım ve Patron Yapısının Bobin Boyamaya Etkisinin Araştırılması - Yeni Patron Tasarımı ve Uygulaması” adlı araştırma projesi kapsamında yapılmıştır. Proje Yürütücüsü ve aynı zamanda danışman hocam olan Prof. Dr. Resul FETTAHOV'a, Üniversite eğitimim süresince gerek verdiği derslerde, gerekse de ilgilendiğim birçok konuda bilgi ve birikimlerini en iyi şekilde bana aktardığı ve özellikle, tez çalışmam sırasında her konuda yardımını esirgemediği için teşekkürü bir borç bilirim.

Çalışmalarım boyunca desteğini her zaman arkamda hissettiğim, Pamukkale Üniversitesi Tekstil Mühendisliği Bölümü Akademisyenlerine,

Bugüne kadar olan hayatımda her konuda yanımda olan AİLEME,

Teşekkür eder, saygılarımı sunarım.

**Emine TOMRUK**

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

İmza :

Öğrenci Adı Soyadı : Emine TOMRUK

## ÖZET

### BOYAMAYA HAZIRLANAN BOBİNLERİN SARIM YAPISININ İNCELENMESİ

Tomruk, Emine

Yüksek Lisans Tezi, Tekstil Mühendisliği ABD

Tez Yöneticisi: Prof. Dr. Resul FETTAHOV

Haziran 2008, 80 Sayfa

Teknolojinin gelişmesi ile gerek var olan tekstil üretim yöntemleri daha kaliteli ve daha düşük maliyetli yöntemler ile elde edilebilir olmakta, gerekse de yeni üretim yöntemleri tasarlanabilmektedir.

Bunların ışığında tekstil boyama türlerinden biri olan, iplik boyamada en yaygın kullanılan bobin boyama yöntemindeki iplik teleflerini azaltmak ve maliyeti düşürmek amacıyla bir takım çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmaların mantığında boyamanın verimliliğine önemli oranda etkisi olan bobinlerin sarım yapısının kalitesi ve patronun yapısı üzerine literatür çalışması yapılmış, önceki patentler incelenmiş ve işlem kalitesini artırıcı parametreler göz önüne alınmıştır. Özellikle boyamanın kaliteli olması için hazırlanan bobinlerin sarım yoğunluğu çok önemli bir parametre olup ipliklerin boyama sırasında katlar arasında farklı boya alımlarına neden olabilmektedir.

Bobin boyamanın kalitesinin ve verimliliğinin değerlendirilmesinde en önemli faktör bobin boyamanın başlangıç aşaması olan bobinleme prosesinin kalitesidir. Bu aşamada elde edilen bobinlerin sarım yapısının kalitesi ipliğin boyama sırasında doğru ve düzgün boyanmasına etki etmektedir. Bu tezde, boyamaya hazırlanan bobinlerin sarım yapısı deneysel olarak incelenmiş ve bobin boyama için en önemli parametre olan sarım yoğunluğu ile onu etkileyen faktörler arasında bağlantılar elde edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** İplik, bobin, sarım yapısı, sarım yoğunluğu, boyama prosesi.

Prof. Dr. Resul FETTAHOV

Prof. Dr. Arif KURBAK

Yard. Doç. Dr. Sema PALAMUTÇU

**ABSTRACT****ANALYSING WINDING STRUCTURE OF PREPARED BOBBINS FOR  
DYEING**

Tomruk, Emine

M. Sc. Thesis in Textile Engineering

Supervisor: Prof. Dr. Resul FETTAHOV

June 2008, 80 Pages

Not only existent textile production methods can be obtained more qualified by lower costs but also new production methods can be designed according to the improvements in technology.

Owing to these, to reduce the wastage amount and costs in the one of most used textile dyeing method - cone dyeing, studies have done. In this thesis, winding structure and cone type, the important factors for dyeing efficiency are investigated in literature, previous patents for cones are examined and the parameters that increase the process quality are taken into account. Especially the winding density of the cones that prepared for dyeing to be more qualified is an important parameter that can influence the winding layer to absorb different amounts of dye.

The most important factor for evaluating cone dyeing quality and efficiency is the quality of bobbinning-the starting process for cone dyeing. In this phase, obtained cones' winding structure effects of regular and correct dyeing. In this thesis, the winding structure of the cones, prepared for dyeing, are investigated experimentally and correlations found between winding density, the most important parameter for cone dyeing, and effecting factors.

**Keywords:** Yarn, bobbin, winding structure, winding density, dyeing process

Prof. Dr. Resul FETTAHOV

Prof. Dr. Arif KURBAK

Asst. Prof. Dr. Sema PALAMUTÇU

## İÇİNDEKİLER

### Sayfa

Yüksek lisans tezi onay formu.....	ii
Teşekkür.....	iii
Bilimsel etik sayfası .....	iv
Özet.....	v
Abstract.....	vi
İçindekiler.....	vii
Şekiller Dizini.....	viii
Tablolar Dizini.....	ix
Simge ve Kısaltmalar.....	x
1.GİRİŞ.....	1
2.KURAMSAL BİLGİLER VE LİTERATÜR TARAMALARI.....	3
2.1. Kuramsal Bilgiler.....	3
2.1.1. Bobinleme.....	4
2.1.2. Bobinlemenin amacı.....	4
2.1.3. Bobinlemede sarım parametreleri.....	6
2.1.4. Bobin sarma makineleri .....	7
2.2. Literatür Taramaları.....	7
2.2.1. Boyama için hazırlanan bobinlerin sarım yapısının incelenmesi.....	7
2.2.2. Bobin boyamada kullanılan patron yapısının incelenmesi .....	14
2.2.3. Bobin boyama işleminde boyama parametrelerinin incelenmesi.....	23
3.MATERYAL VE METOD.....	37
3.1. Kullanılan Materyal .....	37
3.2. Kullanılan Cihaz ve Makineler.....	37
4.BULGULAR VE TARTIŞMA.....	40
4.1. Bobinlemede Sarım Hızının İplik Gerilimine Etkisinin Deneysel İncelenmesi.....	40
4.2. İplik Geriliminin Sarım Yoğunluğuna ve Sertliğine Etkisinin Deneysel İncelenmesi.....	48
4.3. İplik Numarasının Sarım Yoğunluğuna ve Sertliğine Etkisinin Deneysel İncelenmesi.....	50
4.4. Sarım Hızının Sarım Yoğunluğu ve Sertliğine Etkisinin Deneysel İncelenmesi .....	51
4.5. Sarım Yoğunluğu ve Sertliğinin Bobinin Çapına Bağlı Olarak Değişiminin Deneysel İncelenmesi.....	59
4.6. Sarım Sertliğinin Bobinin Uzunluğuna Bağlı Olarak Değişimi .....	65
4.7. Bobinin Sarım Yoğunluğu İle Sarım Sertliği Arasındaki Bağıntının Tespiti.....	67
5.SONUÇ VE DEĞERLENDİRMELER.....	70
KAYNAKLAR.....	74
ÖZGEÇMİŞ.....	80



## ŞEKİLLER DİZİNİ

### Sayfa

Şekil 2.1 Bobinin sarım yapısında iç, orta ve dış bölgeler.....	12
Şekil 2.2 Bobin boyamada kullanılan plastik patron örnekleri.....	15
Şekil 2.3 Son yıllarda tasarlanmış esnek patron örnekleri .....	21
Şekil 2.4 Boyama iğleri ve bobinlerin yerleşimi .....	23
Şekil 2.5 Bobin boyama makinesi .....	24
Şekil 2.6 Dispers/reaktif boyarmaddelerle polyester /pamuk karışımı ipliklerin boyanmasının karşılaştırılması grafiği.....	31
Şekil 3.1 Gevşek sarım yapan bobinleme makinesi .....	38
Şekil 3.2 Bobinleme makinesinde gerilim ölçme düzeneği .....	38
Şekil 4.1 Konik bobinden beslemede iplik geriliminin sarım hızına bağlı olarak değişim grafikleri .....	42
Şekil 4.2 Konik bobinden beslemede iplik geriliminin sarım hızına bağlılığı grafikleri .....	46
Şekil 4.3 Silindirik bobinden beslemede iplik geriliminin sarım hızına bağlılığı grafikleri .....	46
Şekil 4.4 İplik geriliminin etkisi ile sarım sertliğinin değişimi.....	48
Şekil 4.5 İplik geriliminin etkisi ile sarım yoğunluğunun değişimi.....	49
Şekil 4.6 Sarım sertliğinin iplik numarasına göre değişimi grafiği.....	50
Şekil 4.7 Sarım yoğunluğunun iplik numarasına göre değişimi grafiği.....	51
Şekil 4.8 Konik bobinden beslemede sarım sertliğinin hıza bağlı değişimi grafikleri.....	53
Şekil 4.9 Silindirik bobinden beslemede sarım sertliğinin hıza bağlı değişimi grafikleri .....	54
Şekil 4.10 Konik bobinden beslemede sarım yoğunluğunun hıza bağlı değişimi grafikleri .....	57
Şekil 4.11 Silindirik bobinden beslemede sarım yoğunluğunun hıza bağlı değişimi grafikleri .....	58
Şekil 4.12 Bobin üzerinde sarım katlarının görünümü.....	60
Şekil 4.13 Sarma sırasında sarım çapına bağlı olarak sarım katı için yoğunluğun değişimi grafikleri .....	62
Şekil 4.14 Çözme sırasında sarım çapına bağlı olarak sarım katı için yoğunluğun değişimi grafikleri .....	62
Şekil 4.15 Sarma sırasında sarım çapına bağlı olarak tüm bobin için yoğunluğun değişimi grafikleri .....	63
Şekil 4.16 Çözme sırasında sarım çapına bağlı olarak tüm bobin için yoğunluğun değişimi grafikleri .....	63
Şekil 4.17 Sarma sırasında sarım çapına bağlı olarak tüm bobin için sarım sertliğinin değişimi grafikleri .....	64
Şekil 4.18 Çözme sırasında sarım çapına bağlı olarak tüm bobin için sarım sertliğinin değişimi grafikleri .....	64
Şekil 4.19 Bobinin uzunluğu boyunca sarım sertliği değerlerinin alındığı noktalar .....	65
Şekil 4.20 Farklı iplik numaralarında sarım sertliğinin bobin uzunluğu boyunca değişimi.....	66
Şekil 4.21 Sarım yoğunluğu ile sarım sertliği arasındaki ilişkinin grafiği .....	68

## TABLOLAR DİZİNİ

Sayfa

<b>Tablo 1.1</b> Tekstil ihracatının üçer aylık dönemler itibariyle seyri.....	2
<b>Tablo 2.1</b> Boyama amaçlı patronların yararlı yüzey katsayılarının değerleri.....	18
<b>Tablo 2.2</b> Çeşitli lifli malzemelerden yapılan iplikler için tekstil boyamacılığında kullanılan boyarmaddelerin tipik özellikleri .....	24
<b>Tablo 2.3</b> 18 farklı çeşit boyarmaddenin difüzyon sıralanması.....	36
<b>Tablo 3.1</b> Skalanın her bir diliminde sarım hızının değerleri .....	39
<b>Tablo 4.1</b> Sarım hızına bağlı olarak iplik geriliminin değerleri .....	43
<b>Tablo 4.2</b> Sarım hızına bağlı olarak iplik geriliminin istatistiksel verileri .....	44
<b>Tablo 4.3</b> İplik geriliminin sarım hızına bağlı olarak değişiminin ampirik denklemleri ve korelasyon katsayıları .....	47
<b>Tablo 4.4</b> İplik gerilimine bağlı olarak sarım sertliği ve yoğunluğunun değerleri .....	48
<b>Tablo 4.5</b> Gerilime bağlı olarak sarım sertliğinin ve yoğunluğunun ampirik denklemleri ve korelasyon katsayıları .....	49
<b>Tablo 4.6</b> İplik numarasına bağlı olarak sarım sertliğinin ve yoğunluğunun değerleri.....	50
<b>Tablo 4.7</b> Sarım hızına bağlı olarak sarım sertliği ve yoğunluğunun değerleri .....	52
<b>Tablo 4.8</b> Sarım sertliğinin sarım hızına bağlı olarak değişiminin ampirik denklemleri ve korelasyon katsayıları .....	54
<b>Tablo 4.9</b> Konik bobinden beslemede sarım hızına bağlı olarak sarım sertliğinin istatistiksel verileri .....	55
<b>Tablo 4.10</b> Silindirik bobinden beslemede sarım hızına bağlı olarak sarım sertliğinin istatistiksel verileri.....	56
<b>Tablo 4.11</b> Sarım yoğunluğunun sarım hızına bağlı olarak değişiminin ampirik denklemleri ve korelasyon katsayıları.....	59
<b>Tablo 4.12</b> Bobinin çapı boyunca sarım yoğunluğunun ve sertliğinin değerleri .....	61
<b>Tablo 4.13</b> Bobinin uzunluğu boyunca sarım sertliğinin değerleri.....	65
<b>Tablo 4.14</b> Bobinin uzunluğu boyunca sarım sertliğinin istatistiksel verileri.....	67
<b>Tablo 4.15</b> Sarım sertliği ile sarım yoğunluğunun bir birine bağlı değerleri .....	68

**SİMGE VE KISALTMALAR DİZİNİ**

AR-GE	Araştırma Geliştirme
HT	High Temperature
İTKİB	İstanbul Tekstil ve Konfeksiyon İhracatçıları Birliği
TÜBİTAK	Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu
ÜR-GE	Ürün Geliştirme

## 1.GİRİŞ

Teknolojik gelişmelerin artması ile insanların yaşam biçimleri, ilişkileri, hayat standartları ve beklentileri de artmaktadır. Buna bağlı olarak gerek tekstil sektöründe gerekse de diğer sektörlerde firmaların rekabetçi konumlarını sürdürebilmeleri ve güçlendirebilmeleri, büyümelerini ve verimlilik artışlarına dayandırmalarına ve yeni mukayeseli üstünlük alanları yaratabilmelerine bağlıdır.

Teknoloji geliştirme, sanayileşme ve sanayileşirken de ileri teknolojiden yararlanarak yeni alanlar ve ürünler yaratma yarışı her geçen gün daha ileri bir boyuta ulaşırken, bu yolla erişilen güç, milletler için dünya piyasalarında büyük bir rekabet alanını da beraberinde getirmektedir. Bu yarışta başarılı olmanın temel şartları sürekli kalite, ileri teknolojiye ulaşma, ürün çeşitliliğinde zenginlik, eğitilmiş ve nitelikli iş gücü ve ucuz maliyet olarak belirginleşmektedir. Yani, hammadde ve emek yoğun bir sanayi yerine bilgiye, teknolojiye, gerek üretme, geliştirme yoluyla, gerek transfer yoluyla sahip olmaya dayalı, kalite egemen bir sanayi anlayışı hakim olmaktadır.

Tekstil ve konfeksiyon sektörlerinde;

- Ürün kalitesini artırmak,
- Yeni piyasa yaratmak,
- İşgücü maliyetini azaltmak,
- Ürün çeşidini artırmak,
- Yurtdışında pazar yaratmak,
- Standartlar ve mevzuatların gereklerine uymak,
- Üretim esnekliğini artırmak,
- Enerji tüketimini azaltmak,
- Çevre kirliliğini azaltmak,

- Hammadde tüketimini azaltmak,
- Modası geçen ürünlerin yerine yeni ürün geliştirmek

isteniyorsa mutlaka firmaların teknolojik yenilik ve AR-GE faaliyetlerine önem vermeleri gerekmektedir (Önder vd 2001).

Sanayicimiz de belirtilen bu maddelerin bilincinde olsa gerek ki, son zamanların ihracat rakamları önceki yıllarına oranla artış göstermektedir (Tablo 1.1) .

**Tablo 1.1** Tekstil ihracatının üçer aylık dönemler itibariyle seyri (İTKİB Genel Sekreterliği)

<b>Dönem</b>	<b>2006 Yılında</b>	<b>2007 Yılında</b>	<b>% Değişim</b>
Ocak – Mart	1 257 808	1 524 916	21,2
Nisan – Haziran	2 675 522	3 179 811	18,9
Temmuz – Eylül	4 031 298	4 757 330	18,0
Ekim - Aralık	5 576 708	6 551 786	17,5
Birim: 1000\$			

Tekstil ihracatının toplam ihracat içindeki payı 2006 senesinde %6,5 iken, 2007’de bu rakam %6,2’ye düşmüştür. Bunun sebebi ise genel ihracat değerlerinin önceki seneye oranla artışının çok yüksek olmasıdır. Ancak, hazır giyim ve konfeksiyon sektörü ile beraber tekstil sektörü (Toplam ihracat değeri 22,6 milyar dolar) hala Türkiye’nin en fazla ihracat yapan sektörü konumunu korumaktadır.

Durum böyle iken ülkemizin en önemli sektörlerinden biri olan tekstil sektöründe, yapılan AR-GE ve ÜR-GE faaliyetlerini önemsemek ve öncelik vermek gerekmektedir. Görünen o ki, bunların yapılması halinde tekstil sektörü toplam ihracat içindeki payını kaybetmeyecek, belki de daha fazla pay sahibi olabilecektir.

Bu çalışmada sektörün önemli aşamalarından biri olan boyama teknolojisinde, ipliğin boyanması ve terbiyesi için hazırlık aşamaları hakkında Ar-Ge çalışmaları yapılmış olup, ipliğin boyama kalitesine etki eden sarım parametreleri incelenmiş ve değerlendirmeleri verilmiştir.

## 2. KURAMSAL BİLGİLER VE LİTERATÜR TARAMALARI

### 2.1. Kuramsal Bilgiler

Tekstil malzemelerinin gerek görünümünü, gerek tutumunu gerekse de kullanım özelliklerini geliştirmek amacıyla terbiye ve boyama işlemleri yapılmaktadır (Tarakçıoğlu 1996). Tekstil yüzeylerinde daha fazla çekicilik uyandırmak, bir albeni yaratmak amacıyla yapılan renklendirme işlemleri boyama ve baskı ile yapılır. İpliklerin boyanması: bobinde boyama, çile boyama, muf boyama ve çözümlü levendinde boyama olarak dört farklı şekilde yapılır.

Gerek düşük maliyeti, gerekse uygulama kolaylığı bakımından en sık kullanım alanına sahip olan, bobin boyamadır. Bobin halinde boyanmış iplikler, çile halinde boyanmış ipliklerin yumuşaklığına ve hacimliliğine sahip olmasa da boyamadan sonra ek işlem gerektirmeden buldukları şekilde dokumaya gönderilebilmekte, daha düşük flotte oranlarında çalışılabilmekte, büyük partileri bir kerede boyayabilmekte ve HT kazanlarında her türlü lifi, her türlü boyarmadde ile boyayabilme özelliklerine sahiptir.

Bobin boyama; ipliklerin boyama için özel patronlara çapraz sarımla bobinlenmiş halde boyanmasıdır. Çapraz bobinlerin boyanması, universal boyama aparatlarında gerçekleştirilir. Yani bobin hareketsiz, flotte hareketlidir. Sarımlı bobinler boyama makinesi üzerinde boya çözeltisinin merkezden dışarıya ve dışarıdan merkeze doğru hareketinin söz konusu olduğu düzeneğe oturtulmuştur. Bobin boyama çeşitli boyama aparatlarında yapılır. Boyama aparatları silindirik biçimde yapılmış olup, dikey veya yatay olarak kullanılabilirler (Yakartepe ve Yakartepe 1995a).

Bobin boyamaya hazırlanacak bobinlerin öncelikle bobinleme işleminde gereken sarım özelliklerinde sarılması gerekmektedir. Boyanacak ipliğin özelliklerine göre, bir

ön hazırlık prosesi olan bobinlemede iplik boyanın nüfus edebileceği formlarda sarılır ve boyamaya sevk edilir.

### 2.1.1. Bobinleme

Bobinleme işlemi ipliğin sarılı olduğu kops veya bobinden başka bir bobine aktarılmasıdır. İplikler üretildikten sonra kopslara veya open-end eğirme sisteminde olduğu gibi bobinlere sarılırlar. Bu aşamadan sonra iplik için iki yol vardır. Ya son mamul olarak piyasaya sunulacak, ya da işletme içinde bir ara ürün olarak ele alınıp uygun üretim kademelerine (dokuma, örme, hazır iplik ve diğer üretim daireleri) sevk edilecektir. Eğer ham iplik halinde piyasaya sürülecekse, kopslarda satılamayacağı için uygun bir şekilde müşteriye sunmak amacıyla bobinleme işlemi yapılır.

İplik dairesinden gelen kopslar 100–150 gr iplik içerir. Bu kopsların üzerinde: kalın ekleme yerleri, ince ve kalın yerler, koza ve kabuk parçaları gibi yabancı maddeler, uçuntular, gerilim farklılıkları gibi birtakım hatalar mevcuttur. Bütün bunlar, dokuma veya örme sırasında randımanı düşürür ve dokunan veya örülen kumaşta hatalı yüzeylere, düzgünsüzlüklere neden olur. Bu nedenle iplik makinesinden çıkan kopslar dokuma veya örme öncesinde hazırlık işlemlerinin ilk basamağı olarak bobinleme işlemine tabi tutulurlar.

### 2.1.2. Bobinlemenin amacı

Genel olarak bobin sarmanın temel amacı daha sonraki işlemler için büyük ve aynı uzunlukta iplik ihtiva eden bobinlerin hazırlanması, yabancı maddelerden, eğirme sırasında oluşan hatalardan arındırılması ve iplik çapındaki düzgünsüzlüğün giderilmesidir.

Bobinleme sırasında giderilen başlıca hatalar şunlardır:

- İplikteki ince ve kalın yerler: İplikteki kalın kısımlar az bükülmüş bölgelerdir. Bu nedenle mukavemetleri düşük olup dokumada kopuşlara neden olurlar. Dokuma esnasında kopmazlarsa kumaşta hata oluştururlar. İplikteki ince kısımlar ise elyafın az olduğu yada bükümün fazla olduğu yerlerdir. Bunlarda kopuklara yada kumaş hatalarına neden olurlar. İplik üzerindeki düğümler değişik büyüklükte olabilir. Bu

durumda çözümlü ipliği lamellerden geçmez, kopar yada aşırı sürtünmeye neden olur. Örmecilikte kullanılırsa iplik kopuşlarına ve iğne kırılmasına yol açabilir.

- İplikhaneden gelen ekleme hataları: İplikhanede eğirme sırasında bir kopuştan sonra ortaya çıkan ve ekleme hatası olarak önce çift sarılmış bir kısım, sonrada kalın bir kısım meydana gelir. Kopuş esnasında eğilmemiş kısımdan alınan uç, iplik sevk silindirinin altına diğer uçla beraber yerleştirilip sevk edildiği için bu hata oluşur.
- İpliğe sarılmış uçuntular: Bu hata iplikhanedeki uçuntuların ipliğe karışmasından olur.
- Bitkisel ve hayvansal atıklar (nopeler): Bunlar balyadan ipliğe kadar ulaşabilecek kalıntılardır, dokuma hatası oluştururlar.

Çözgü makinelerinde duruşların önemi büyüktür. Düz çözgüde bir kopuş aynı anda çözgüsü çekilen 500 ile 800 ipliğin de duruşunu ifade eder. Bu da çözgünün verimini büyük ölçüde düşürür. Çözgü makinesinde kopstan çalışmak düşünülemez. Çünkü kopların sık sık tükenmesi nedeniyle kops değiştirme işlemleri çok zaman alacaktır. Aynı zamanda bu duruşlar çözgünün kalitesini de düşürecektir. Bu olumsuzluğu gidermek için ağırlığı kopslardaki iplik ağırlığından 10–20 kat daha çok olan ve çözülmesi daha kolay olan uygun biçimli bobinlere sarılır.

Mekiksiz dokuma makinelerinde atkılı ipliğinin uzun süre durmadan atılması ancak büyük bobin kullanılarak gerçekleştirilir. Aynı şekilde katlı bobin makinelerinde de yüksek randımanlı çalışma bobin kullanarak mümkündür. Örme iplikleri için gerekli olan parafinleme işlemi de bobinleme ile sağlanır. Bu yüzden bobinleme işleminin gerçekleştirilmesi oldukça önemlidir.

#### Bobinleme işlemindeki dikkat edilecek hususlar:

- Renk, kalite ve numara ayrımı için tayin edilen renkli patronlar kesinlikle kullanılmalıdır.
- Her çeşit iplik için seçilen ayar ve gerginlik titizlikle muhafaza edilmelidir.
- Daire ve makinelerin temizliği sık sık yapılmalıdır.
- Otomatik olmayan makinelerde düğümler küçük ve sağlam atılmalıdır.
- Bobinlerin boş dönmesi ile ipliğin yıpranmasına meydan verilmemelidir.
- Bobinde düzgün sarıma dikkat edilmelidir.



- Makinelerin periyodik bakımları muntazam olmalıdır.

#### Bobinde çıkması muhtemel hatalar ve sebepleri:

- Yabancı maddelerin bobinlere karışması. Bu hata genellikle işçinin dikkatsizliğinden kaynaklanmaktadır.
- Bobinin düzgün sarılmaması. Bu hata daha çok sarım mekanizmasının arızalı ve ayarsız olmasından kaynaklanmaktadır.
- Çok küçük veya büyük bobinler. Bobin çapının ölçü ayarı bozuktur veya belirli ölçüye varan bobinler işçi tarafından çıkarılmamıştır.
- Yumuşak sarımlı bobinler. İpliğe gerekli gerginliğin verilmeyişinden kaynaklanmaktadır.
- Büyük düğümdeki bobinler. İşçinin usulüne uygun düğüm atmamasından kaynaklanır.
- Karışık iplik sarılmış bobinler. İşçi tarafından dikkatsizlik sonucu yapılan hatadır.
- Bozuk patronlu bobinler. İşçi hatasıdır ve ileriki işlemlerde karışıklığa neden olur.
- Yağlı ve kirli bobinler. İşçi hatasıdır, dikkat ve titizlik ister.

#### **2.1.3. Bobinlemede sarım parametreleri**

Bobinleme işleminde sarım işlemi ve bobine yönelik bir takım parametreler mevcuttur. Bunlar bobinleme amacına göre değişiklik gösterir. Bu parametreler bobinin, bobinleme işleminin kalitesi ile bobinleme makinesinin verimini doğrudan etkiler. Başlıca sarım parametreleri şunlardır:

- Çaprazlık açısı
- Sarım açısı
- İplik numarası
- Sarım yoğunluğu ve sarım sertliği
- Bobinin biçimi ve boyutları
- Sarımda iplik uzunluğu

#### **2.1.4. Bobin sarma makineleri**

Temel sarım şekline göre; paralel sarım, çapraz sarımlı makineler,  
Bobin şekline göre; silindirik bobinli, konik bobinli makineler,  
İplik gezdiricinin tipine göre; pervane kanatlı, yarı kanatlı, yivli silindirik bobinleme makineleri,  
Bobinleme amacına göre; kaba sarım, hassas sarım makineleri olarak gruplandırılırlar.

Klasik bobinleme makinelerinde makine elemanları; iplik yoklayıcısı, iplik temizleyici bıçak, iplik freni, balon kırıcı, kops iği, parafinleme tertibatı, kops nakil tertibatı, uçuntular için emme donatımlarıdır. Yarı otomatik bobinleme makinelerinde; iplik düğümleri ve kops değiştirme makine tarafından yapılır. Tam otomatik bobinleme makinelerinde ise biten kops yerine dolu kops takılır ve kopsun ucu bulunup bobine bağlanır. Bazı makinelerde dolan bobini çıkarıp yerine yeni patron takılır. Uç bağlama ve kops değiştirme düğümlenme robotu, bobin değiştirme ise değiştirici robot tarafından yapılır (Önder vd 2001).

#### **2.2. Literatür Taramaları**

Boyamaya hazırlanan ipliklerin sarım yapısı ve sarılan patronun yapısı boyamayı etkileyen işlemlerin en başında gelmektedir. Bunun yanında boyama rejimi ve boyarmaddeler ise boyama işlemi için önem arz eden parametrelerdir. Boyamayı etkileyen bu parametreler ayrı ayrı incelenmiş ve yapılacak çalışma için bir alt yapı oluşturulmuştur.

##### **2.2.1. Boyama için hazırlanan bobinlerin sarım yapısının incelenmesi**

Sarım yapısı, bir malzemenin belirli şartlar altında bir sarım aracına dolanarak sarılmasından elde edilen ve sonraki işlemlerde kullanılmak üzere hazırlanan yapı olarak tanımlanır. Sarım yapısı yalnız tekstil sanayinde değil, aynı zamanda diğer teknik sanayi alanlarında oluşturulan ve amacına göre kullanılan bir teknik yapıdır. Örneğin tekstil ve konfeksiyonda vatka, tops, çile, yumak, masura, bobin, levent, dikiş

makinesinde kullanılan iplik sarılı çeşitli yapılar, rulo halinde sarılmış kumaş ve kâğıt topları, farklı boyutlu kablo makaraları, elektronik ve elektroteknik alanlarında üretilen ve kullanılan tel sarılı çeşitli yapılar, bant sarılı film ve diğer amaçlı kasetler, yük kaldırma makinelerinde kullanılan halat sarılı yapılar gibi sarım yapıları mevcuttur.

Sarım yapısı kavramı tekstilin özünü içeren bir kavram olup tekstil teknolojisinde temel konular içerisinde yer almaktadır. Zira eğirme, dokuma ve örme üretimlerindeki teknolojik aşamaların başlangıcından sonuna kadar her aşamada malzeme değişikliği ile sarma-çözme ve çözme-sarma işlemleri yapılmaktadır. Bu işlemler ise, üretim aşamalarının yarı mamul veya hazır mamul halindeki ürünü olan, çeşitli özelliğe sahip sarım yapıları kullanılmakla gerçekleştirilir. Bu yapıların kalitesiz veya hatalı olması, onların sonraki aşamalarda kullanımını, üretimi veya hizmeti olumsuz derecede etkilemektedir. Özellikle sarım yapısının; bobin boyama ve terbiye işlemlerinde boyanan ipliğin kalitesi, bu sırada oluşan iplik telefleri ve üretimin verimliliği üzerinde önemli derecede etkili olduğu görülmektedir.

Gerek tekstil, gerekse diğer sanayi alanlarında sarılım malzemesi, sarılımı gerçekleştiren donanım, sarma koşulları ve sarım yapısının kullanım şartları değiştiğinde (ki, günümüzde bu değişim büyük bir hızla gerçekleşmektedir), sarım yapısının buna uygun olarak geliştirilerek kalitesinin iyileştirilmesi önem taşımaktadır. Bu yüzden sarım yapısı konusu üzerine daima araştırma ve geliştirme çalışmalarının devamlı biçimde gerçekleştirilmesinin önemli olduğu görülmektedir.

Çapraz bobinlerin sarılması için özel boyama patronları vardır. Bu patronların bir kısmı esnek, bir kısmı esnek değildir. Esnek olanlar çok çeken ipliklerin sarılmasında kullanılır. Ağırlığı 500–1500 gr arasında bulunan iplik, konik veya silindirik çapraz bobinlere sarılmaktadır. Sargının her tarafının aynı sıklıkta olması ve bir partide boyanacak sargı büyüklüklerinin eşitliği önemlidir. Sargılar hazırlanırken, ipliklerin az veya çok çekeceği ve şişeceği de göz önüne alınarak çok sıkı olmamaları sağlanmalıdır.

Örneğin pamuk iplikleri gevşek bir gerilimle sarılır. Rejenere selüloz liflerinde ise şişme daha fazla olacağından bunların iyice gevşek sarılmasına ve sargı kalınlığının da az olmasına dikkat edilmelidir. Yün, su ve ısı ile esneme özelliği gösterdiğinden sıkı

sarılabılır. Sentetik ipliklerde ise sıcaklık nedeniyle çekme fazla olduğundan iplik ya önce çektirilir, sonra yeniden sarılıp boyanır ya da çekme sonucunda patronun küçülebilmesi ve fazla sıkışmaması için özel elastiki patronlara sarılabılır.

Farklı sargı sıklıkları durumunda ise flotte sargının gevşek kısmından geçecek ve bu kısım koyu boyanacaktır. Çok sıkı sargılardan da flottenin geçişi zor olacaktır (Fettahov vd 2005).

Sargılar yapıldıktan sonra aparata yerleştirmeden önce çapraz bobinlerin alt ve üstlerinden bastırılarak kavislendirilmesi sağlanır. İşlem; prensip olarak, bobin göbeğiyle eşit çaplı ve üzerine sıralı delikler açılmış metal tüplere bobinlerin oturtulması ile başlar. Metal tüpler flotte sirkülasyon sistemine bağlıdır ve tankın içindeki boyarmadde çözeltisi bobinlerin içerisinden hem içten-dışa hem de dıştan-içe sirküle edilebilir. Bobin halinde boyamada bütün boyama çubuklarına eşit boyda bobin yerleştirilmesi önemlidir (Yakartepe ve Yakartepe 1995b).

#### İpliklerin bobinde boyama işlemine etki eden faktörler şunlardır:

Boyanan ipliğin cinsi, kullanılan boyarmaddenin türü ve kalitesi, boyama işleminin parametreleri (boyama ortam şartları, boyama prosesi, boya çözeltisinin sıcaklığı, sirkülasyon hızı, sirkülasyon yöntemi, pompalama basıncı, boyama aparatının teknik parametreleri), bobinlerin sarım yapısının kalitesi, patronun yüzey yapısı (Fettahov vd 2005).

Boyama için kullanılan bobinlerin sarım yapısı boya çözeltisini sarımın her yerine eşit biçimde dağıtmasını sağlamalıdır. Bunun için boyamaya hazırlanan bobinlerin sarım yoğunluğu sert bobinlere göre daha az olmalıdır. Yapılmış araştırmalara göre bobinlerin sarım yoğunluğunun optimal değeri  $0,33-0,37 \text{ gr/cm}^3$  civarında bulunmuştur (Gordeyev ve Volkov 1974). Ancak yüksek basınç altında boyama rejimi uygulandığında bobinin sarım yoğunluğu  $0,39-0,40 \text{ gr/cm}^3$  değerine kadar arttırılabilir. Bu yüzden boyama için hazırlanan bobinlerin sarım yapısının incelenmesi özellikle sarım yoğunluğunu etkileyen faktörlerin optimal değerlerinin belirlenmesi boyama açısından oldukça önemlidir.

Bobinin sarım yapısını belirleyen önemli parametreler aşağıdakilerdir;

- Sarılma sırasında ipliğin yükselme (sarma) açısı
- İplik dolamlarının sarımda çaprazlık açısı
- Sarım yapısının yoğunluğu (sarımın özgül ağırlığı)
- Sarılan ipliğin cinsi ve numarası
- Sarım tipi (hassas sarım, adi sarım)
- Sarım yapısının biçimi ve boyutları

Bobin boyama ve terbiye işlemleri sırasında boyama ve kurutma kalitesini etkileyen en önemli faktör bobinin sarım yoğunluğudur. Sarım yoğunluğu ipliğin cinsine, çaprazlık açısının değerine, sarılma esnasında ipliğin gerilimine ve iplik dolamlarının basıncına bağlı olarak değişmektedir.

Sarım yoğunluğunu belirlemek için birçok yöntem ve cihaz bulunmaktadır. Yoğunluk, genelde doğrudan (direkt) ölçüm yoluyla, dolaylı ve teorik yöntemlerle tespit edilir.

Yoğunluğu doğrudan ölçmek için kullanılan cihazların çalışma prensibi mahiyetçe aynı ancak sıklıkla kullanılan Shoremetre (Simon ve Hübner 1983), Densimetre (Gordeyev ve Volkov 1974) gibi bu amaçla yapılmış cihazların tasarımları farklı olabilmektedir. Bunun yanı sıra, sarım yoğunluğunu ölçmek için Vasilyev'in (1985) patentinde önerilen yöntem ve buna göre tasarlanan cihaz dikkat çekicidir. Ancak bu cihazlarla sarım yoğunluğu bobinin yüzüne uygulanan baskı kuvvetinin değerine göre belirlenir ve yoğunluğun ortalama değerini gösterir. Cihazların verileri hassaslık açısından yoğunluğun gerçek değeri ile kıyaslandığında daha düşüktür.

Yoğunluğun değerinin en düzgün ve hassas tespit yöntemi olarak bobine sarılan ipliğin  $G$  ağırlığına ve bobindeki sarım yapısının  $V_s$  hacmine göre  $\rho = G/V_s$  denklemi ile hesaplanarak belirlenen deneysel yöntemdir. Gerçi, burada da bobinin geometrik şeklinin karmaşıklığından dolayı  $V_s$  hacminin titizlikle hesaplanamaması ihtimali yüzünden yoğunluğun değerinde hassaslık biraz düşebilir. Ancak yine de, bu yöntemin hassaslığının cihazla ölçüm yöntemindekinden daha yüksek olduğu bir gerçektir. Fakat

bu yöntemde de diğerlerinde olduğu gibi sarım yoğunluğunun ortalama değeri tespit edilir.

Yukarıda belirtilen faktörlerin sarım yoğunluğuna etkisinin belirlenmesini içeren çok sayıda teorik ve deneysel araştırma yapılmıştır. Çapraz bobinin yoğunluğunun çaprazlık açısına bağlı olarak değişiminin tespiti ilk olarak Gordeyev (1949) tarafından teorik açıdan incelenmiştir. Buna göre çaprazlık açısının sarım yoğunluğuna etkisi denklem 2.2 ile ifade edilmiştir.

$$\rho = \frac{K}{\sin \beta} \dots\dots\dots 2.2$$

Burada K- sabit katsayı

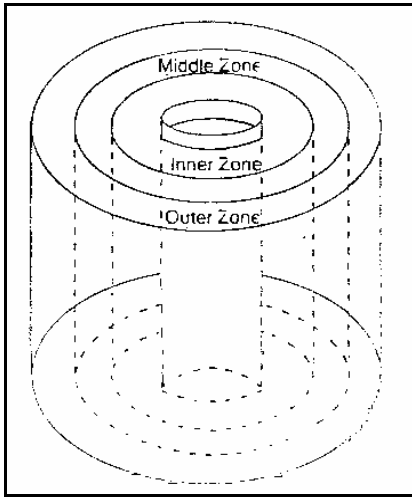
$\beta$  - bobinde iplik dolamlarının çaprazlık açısının değeridir.

Fakat denklem 2.2 yalnız çapraz sarım için geçerli olup paralel sarım hali için gerçeği yansıtmamaktadır. Zira çaprazlık açısının sıfır değerinde bu denkleme göre paralel sarımın yoğunluğu sonsuza gitmektedir. Daha sonraları çaprazlık açısının sarım yoğunluğuna etkisini genel halde yansıtan denklemler Yefremov (1982) ve Fettahov (1986) araştırmaları ile geliştirilmiştir. Bu araştırmalardan elde edilen denklemlere göre çaprazlık açısının sıfır değerinde paralel sarım yapısının yoğunluğu elde edilir.

Bobin boyamanın düzgünlüğüne sarım yapısının ve gerilimin etkisini araştırmak üzere Yang ve Mattison (1997) sarılı bir bobini Şekil 2.1’de görüldüğü üzere 3 bölgeye ayırmışlardır. Belirli sarım yoğunluğu, sarım hızı, sarım baskısı ve sarım açısı değerlerinde sarılan bobinlerin boyamadan sonra renk derinliklerine bakılmış ve aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır:

- İç – orta – dış bölgelerdeki gerginlik ve yoğunluk değişimleri tüm bölgelere farklı etkilerde bulunmakta ve dolayısıyla renk alım derecelerini de etkilemektedir.
- Değerlendirmelerin sağlıklı yapılabilmesi için kuru yoğunluk değerleri alınmalıdır.
- Sarım yoğunluğu en çok iç bölgenin renk derinliğini etkilemektedir. Dış bölge en az etkilenir.
- İç bölgedeki yoğunluk artışı tüm bölgelerin renk derinliğini etkiler.

- Orta bölgenin yoğunluğu artarsa iç ve orta bölgedeki renk koyuluğu artar, dış bölgeninki ise düşer.
- Dış bölgenin yoğunluğu arttığında ise dış bölgenin renk koyuluğu artar, iç bölgeninki azalır, orta bölgeninki ise etkisizdir.
- Su ve sıcaklık boyama sırasında bobinin yoğunluğunu değiştirmektedir.
- Flotte akışı ipliklerin bobin içersindeki yerleşimini dolayısıyla yoğunluğunu da değiştirmektedir.



**Şekil 2.1** Bobinin sarım yapısında iç, orta ve dış bölgeler

Bobinde sarım yapısının yoğunluğu bobinin genişliği ve çapı boyunca değişmektedir. Bu konu üzerine araştırmalar Proşkov (1965), Yefremov (1968), Karezo (1970) ve Vayner (1986)'in yapmış olduğu çalışmalarda esaslı biçimde teorik ve deneysel olarak ele alınmıştır. Tespit edilmiştir ki bobinin yoğunluğu sarımın genişliği boyunca eşit dağılımda bulunmamaktadır. Sarımın yoğunluğu bobinin yan kısımlarında orta kısımlarına göre 1,5 – 2 kat daha fazladır. Bobinin çapı boyunca yoğunluğun dağılımı farklı biçimde değişmektedir. Şöyle ki bobinin dış çapına doğru gittikçe yoğunluğun azaldığı ve bu azalmanın iplik dolamlarının basıncına ve sekme açısının değişimine bağlı olarak değiştiği ispatlanmıştır.

Simon ve Hübner (1983)'e göre bobinin yoğunluğunun dıştan içe doğru değişimi esasen iplik dolamlarının, basıncın etkisi ile meydana geldiği gösterilmiş ve bu basıncın paralel sarımlı silindirik yapılarda tespiti için denklem 2.3 önerilmiştir.

$$P = Fwu(r_2 / r - 1) \dots\dots\dots 2.3$$

Burada P - iplik dolamlarının patrona olan toplam basıncı

F - ipliğin gerilimi

w - bobinin genişliği boyunca iplik dolamlarının sayısı

u - bobinin çapında bulunan iplik dolamlarının sayısıdır.

İplik dolamlarının bobinin dıştan içe doğru basıncını tespit etmek için Gordeyev ve Volkov (1974) kaynağında gösterilen daha kapsamlı olan 2.4 denklemi önerilmiştir.

$$P = (1000F\rho \cos^2 \alpha / T)(\ln R_2 / R_1) \dots\dots\dots 2.4$$

Burada  $\rho$  -sarım yapısının yoğunluğu

$\alpha$  -sarma açısı

R<sub>1</sub>- bobinin iç çapı

R<sub>2</sub>- bobinin dış çapıdır.

Fakat bu denklemler genel olarak iplik dolamlarının patrona basıncının değişimini etkileyen faktörleri kapsamlı biçimde ifade etse de bu değişimin gerçek ortamda yani sarım yapısında relaksasyon olayının etkisi dikkate alınmamıştır. Bu durum Vayner'in (1986) yaptığı araştırmalarda dikkate alınmış ve zaman içinde bobinin sarım yoğunluğunun değişimini deneysel ve teorik açıdan değerlendiren teklifler sunulmuştur.

Gevşek bobinlerin sarım yapısının incelenmesine ait önemli bilgiler Richter ve Vescia (1971), Wegener ve Schubert (1968) ve Morozov (1967) kaynaklarında verilmiştir. Onların araştırmalarında sarım yoğunluğunu etkileyen parametreler ve onların optimal değerleri önerilmiştir. Abdelkader'in (1990) yaptığı çalışmalarda ise yoğunluk dağılımının bobinin genişliği boyunca değişimi incelenmiş ve yoğunluğun bu doğrultudaki değişiminin azaltılmasına yönelik pratik önerilerde bulunulmuştur. Lakin bu çalışmalarda önerilen tavsiyelere uyulması durumunda da boyama sırasında sarımın alt katlarında abraj oluşumuna engel olunamamaktadır.

Konik bobinlerin boyanmasında bobinin formundan dolayı ortaya çıkan abraj hatalarının boyama sırasında önlenmesi için yanları yuvarlak biçimde bobin elde etmek üzere Fettahov'un (1991) çalışmasında yeni bobin sarma tertibatı önerilmiştir. Bunun yardımıyla sarılan bobinlerde bobinin yan kısımlarında renk farklılığı hatasının azaltılmasının mümkün olduğu gösterilmiştir.



Sarım yoğunluğunun incelenmesi Durur ve Bandara'nın (2000) çalışmalarında çağdaş teknolojinin kullanımı ile bilgisayar ortamında gerçekleştirilmiş ve burada iplik dolamlarının baskısına bağlı olarak çapraz sarımın yoğunluğunun değişimini ifade eden teorik ve ampirik denklemler verilmiştir.

Sarım yapısının yoğunluğunun bobin boyamada kullanımı açısından incelenmesi Aleksandrov'un (1969, 1972) ve Aleksandrov ve Kleonov'un (1970) çalışmalarında verilmiştir. Bu çalışmalarda bobinin yapısının özelliğinin (yoğunluğunun, geometrik ölçülerinin ve biçiminin) boyamada kullanımının uygunluğunu sağlamak için gereken yapı parametreleri belirlenmiş ve bu tür yapıların elde edilmesi için sarma parametreleri önerilmiştir.

Aleksandrov ve Kleonov (1960) ve Denton (1963) un yapmış olduğu araştırmalarda düzgün boyama işleminin yapılması için bobinin sarım parametreleri ve boyama işleminden önce onun preslenmesi önerilmiştir. Presleme sırasında bobinin yoğunluğu stabil hale gelir ve onun genişliği boyunca eşitliği sağlanır.

### **2.2.2. Bobin boyamada kullanılan patron yapısının incelenmesi**

Tekstil aksesuarları olarak bilinen ve üretim aşamalarında elde edilen yarı mamul ve mamullerin sarılması için kullanılan sarım aracının teknolojik işlemleri kaliteli ve verimli biçimde yürütülmesinde önemli yeri vardır. Open End, bobinleme, dublaj makinelerinde kullanılan konik veya silindirik biçimli patronlar bu aksesuarların bir türüdür. Patron genelde sarım yapısının biçimini belirleyen sevkیات, sarılma ve çözülme operasyonlarının normal biçimde gerçekleştirilmesi koşullarını sağlayan bir sarım aracıdır. Bobin boyamada kullanılan patron ise bunun yanında boyama ve terbiye işlemlerinde ipliğe boya iletimini, boyama rejimini ve boyama kalitesini önemli derecede etkileyen bir araç sayılmaktadır.

Boyama aracı gibi kullanılan bir tekstil aksesuarı olan boyama patronlarının yapısal özelliklerinin incelenmesi ve değerlendirilmesi üzerine yeteri kadar çalışma yapılmamıştır. Patronların kullanım amacına göre tasarımını, yapısal ve mekaniksel özelliklerinin incelenmesini içeren kaynaklar ne yazık ki, çok azdır. Malmberg (1965)'in bu konuda ki eseri patronun önemli yapısal parametrelerinin hesaplanması ve

onun tasarımı açısından önemli bir kaynaktır. Maalesef bu değerli kitapta da boyama amaçlı patronların incelenmesine ve tasarım yöntemlerine yer verilmemiştir.

Eskiden bobin boyama için paslanmaz çelikten yapılmış yüzü delikli konik ve silindirik patronlar kullanılmaktaydı. Ancak çelik patronlar kullanım sırasında çabuk deforme olurdu, bobinleme makinesinin tamburunun yüzünü aşındırırdı ve üretim maliyeti yüksek idi. Sonraları kimya sanayisinin gelişimi ile çelik özelliklerine sahip yeni polimerlerin meydana gelmesi sayesinde çelik özelliklerine sahip yüksek kaliteli, ısıya ve basınca dayanıklı plastik materyallerden yapılan patronlar, çelik patronların yerini almıştır.

Malzemesine, biçimine, boyutuna, yüzeyinin yapısına, yüzündeki deliklerin boyutuna, biçimine, sıklığına ve esnekliğine göre farklılık gösteren patronların artık günümüzde Şekil 2.2'deki gibi plastik materyalli olanları yaygın olarak kullanılmaktadır (Fettahov vd. 2005). Plastik patronların daha az maliyetli, hafif, birçok boyama ortamına uygun ve üretiminin kolay olmasından dolayı onları geçmişte kullanılan paslanmaz çelik konikler, bobinler ve yaylı olanlara nazaran daha çok tercih edilir hale getirmiştir.



**Şekil 2.2** Bobin boyamada kullanılan plastik patron örnekleri (WEB\_2 2008)

Piyasada çok çeşitli boyama amaçlı sarım patronları kullanılmaktadır. Gerek Türkiye, gerekse dünya çapında kullanılan patronların çoğunluğunun genel bir dezavantajı yüzlerinin % 25 - % 60 'lık kısmının delikli alana sahip olmasından dolayı içten püskürtülen boya çözeltisinin yalnızca % 25 - % 60 kadarı sarıma iletilmektedir.

Bu da boyama işleminin verimli yapılmasına engel olan sebeplerden biridir. Günümüzde kullanılan patronların diğer bir sakıncası ise kullanım esnasında boyanmadan sonra sarımın alt katlarında abraj, dipte koyuluk gibi renk farklılığı hataları meydana gelmesi ve bundan dolayı boya işletmelerinde % 2,5 - % 5,0 oranında iplik teleflerinin oluşmasıdır (Şimşek 2006).

Boyamada kullanılan bobinlerin aşağıdaki özelliklere sahip olması gerekmektedir: (Fettahov vd. 2005)

- Bobinin sarım yapısı boya sirkülasyonunun kolaylığını sağlamak amacıyla ipliğin cinsine, boyarmaddenin tipine göre belirlenmiş değerlere uygun sarım yoğunluğuna (gevşek) sahip olmalıdır.
- Sarım yoğunluğunun dağılımının mümkün oldukça bobinin her yerinde eşit olması sağlanmalıdır.
- Bobinde bulunan ipliğin tüylülüğü çok az olmalıdır.
- Bobin standartlara uygun olmalıdır (çapı, ağırlığı, yoğunluğu ve benzeri).
- Bobinin sarım yapısında kenar atlamaları ve kuşaklar olmamalıdır.

Bazı durumlarda ipliklerin sarılması sırasında patronların üzerine filtre kâğıdı sarılmaktadır. Bunun amacı flotte içerisinde bulunan pisliklerin, uçuntuların veya yabancı maddelerin ipliklerin içersine nüfus etmesini dolayısıyla abraj oluşturma riskini en aza indirmektir (Tarakçıoğlu 1996).

Bazı işletmelerde ise sarımın alt katlarına boya çözeltisinin eşit durumda dağılımını sağlamak amacıyla sarım işleminde patronun yüzüne polyester çorap kaplanır ve bunun üzerine sarım yapılır. Bunun amacı ise patronun yüzündeki boşluk olmayan yerlere nüfus etmeyen boyanın dağılımını sağlamaktır (Androsov 1974).

Boyama için kullanılan patronların aşağıdaki özelliklere sahip olmaları gerekmektedir: (Fettahov vd. 2005)

- Patron azami derecede boya geçirme kabiliyetli bir yüze sahip olmalı böylece yüzündeki ipliklerin eşit boyanmasını sağlamalıdır.
- Terbiye işlemlerinde patronun yüzeyi paslanmamalıdır ve ipliğin kirlenmesine yol açmamalıdır.

- Sarım, terbiye ve transfer işlemleri esnasında sarım yapısının dayanıklı olmasını sağlamalıdır.
- Terbiye sırasındaki sıcaklık ortamından etkilenerek herhangi bir deformasyona uğramamalıdır.
- Uzun ömürlü ve ekonomik olmalıdır.
- Kullanım sırasında çevreye ve insan sağlığına zarar vermemelidir.

Yukarıda anlatılanlarla birlikte bütün patronların tümünün genel bir dezavantajı vardır. Bu patronların yüzündeki delikli alanlar deliksiz alanlara göre çok azdır (esnek çelik patronlar hariç).

Patronun yapısının değerlendirilmesi için ilk defa Fettahov vd. 'nin (2005) çalışmasında yararlı yüzey katsayısı kavramı önerilmiştir. Bu katsayı patronun yüzünün ne kadarının delikli ve deliksiz olduğunu gösteren bir değerlendirme katsayısıdır. Bu araştırmaya göre kullanılan mevcut plastik patronların yararlı yüzey katsayısı 0,28–0,72 civarında bulunmaktadır. Bu demektir ki patronun yüzünde toplam alanın 0,28–0,72 kadarı delikli, kalan 0,72–0,28 kadarı ise deliksiz alandır. Bu nedenle patronun yüzündeki delikli ve deliksiz yerlerde bulunan iplik dolamlarının renk alımlarının farklı olabilmesi kaçınılmazdır. Bu eksikliği gidermek amacıyla mevcut delikli çelik patronun yüzüne 5-6 mm kadar aralıkta ikinci bir çelik ağın uygulanmasından oluşan iki katlı patron geliştirilmiştir. Boyama sırasında boya çözültisi ağın üzerine sarılmış bobinin alt katlarına homojen biçimde iletilmesi sağlanılmıştır. Çünkü ikinci ağ yüzeyinin yararlı yüzey katsayısı 0,95'e kadar yükseltilmiştir. Bu yüzden bobinin alt katlarında abraj oluşumu minimuma indirilmiştir. Bu patronun denemesine ait bilgiler ve denemenin sonuçları Fettahov (1991) kaynağında verilmiştir.

Yararlı yüzey katsayısının hesaplama yöntemi denklem 2.5'deki gibi olmaktadır.

$$\beta = S_D / S_T \dots\dots\dots 2.5$$

Burada  $\beta$  - patronun yararlı yüzey katsayısı

$S_D$  - patronun yüzündeki deliklerin toplam alanı

$S_T$  - patronun yüzünün toplam alanı

Yararlı yüzey katsayısını pratik açıdan değerlendirmek amacıyla % olarak ifade etmek daha uygun olacaktır.

$$\% \beta = (S_D / S_T) 100 \dots\dots\dots 2.6$$

Boyamada kullanılan patronların yararlı yüzey katsayıları birbirinden farklıdır. Bunların arasında Tablo 2.1’den de görüldüğü üzere yararlı yüzey katsayısı en fazla olan esnek patronlar, en az olan ise uzunluğu boyunca kaburgalı konik patronlardır. Dolayısıyla boyama açısından en yararlı patron esnek patronlardır.

**Tablo 2.1** Boyama amaçlı patronların yararlı yüzey katsayılarının değerleri

Sıra No	Patronların Tipi	Yararlı Yüzey Katsayısı	Patronun Yüzünün Boşluk Alanı (%)
1	Pürüzsüz plastik silindirik patron grubu	0,40–0,45	40–45
2	Dairesel kaburgalı plastik silindirik patron grubu	0,25–0,35	25–35
3	Uzunluğu boyunca kaburgalı plastik konik patron grubu	0,21–0,31	21–31
4	Esnek patron grubu	0,75–0,80	75–80

Ancak hangi tür patron olursa olsun, patronun yüzündeki delikli ve deliksiz yerlerinde bulunan iplik katmanlarının renk alım değerlerinin farklı olması kaçınılmazdır. Patronun yararlı yüzey katsayısının artırılması renk farklılığının azaltılmasını sağlar.

Gorbunov ve Şarıgin (1983) ve Yevdokimova (1986)’nın patent dokümanlarında boyama kalitesini iyileştirmek amacıyla patronların geleneksel yapısını değiştirmeden, sadece yüzeydeki deliklerin biçimini ve dağılımını değiştirmişlerdir. Ancak bu iyileştirme sarımın alt katlarında meydana gelen abraji giderememiştir.

Bobin boyamada boyama ve terbiye işlemlerinde farklı yüzey yapısına sahip çok çeşitli plastik patronlar kullanılmaktadır. Boyamanın kalitesini iyileştirmek amacıyla son zamanlarda yararlı yüzey katsayısı artışı ile takip edilen esnek plastik patronların

tasarımı yer almaktadır. Bu konuda önemli çalışmaların bazıları Şekil 2.3’de gösterilen patent çizimlerinde verilmiştir.

Kaynaklarda gösterilen patronların bazılarının özellikleri üzerine açıklamalar aşağıda verilmiştir.

3.563.491 nolu patentte (Hahm 1971) silindirik veya konik şekle sahip olan, termoplastik malzemeden yapılmış boyama patronu tasarlamıştır. Patron yüzeyine, ardışık sıralanmış aralarında dikey ve yatay yönde boşluklar bulunan rijit halkalar yerleştirilmiştir. Halkalar arasındaki boşluklar, patronun radyal ve eksenel yönde sıkıştırılabilmesini sağlamaktadır.

3.759.461 nolu patentte (Draper 1973) eksenel ve radyal yönde sıkıştırılabilen plastik malzemeden yapılmış boyama patronu tasarlamıştır. Buna göre, rijit iki halkanın arasına patron boyunca saat yönünde ve saat yönünün tersi yönde (çapraz bir şekilde) iç içe geçmiş halkalar yer almaktadır. Bu tasarım, patronun hem radyal hem de eksenel yönde sıkıştırılabilmesine olanak sağlamıştır. Ayrıca, ipliğin patron üzerine uygun bir şekilde sarılabilmesi için düzgün bir yüzey oluşturulmuştur.

3.936.009 numaralı patentte (Livingstone 1974) ise delikli boyama iği üzerine yerleştirilebilen boyama patronu tasarlamıştır. Tasarlanan patronda, radyal yönde esnemeyi engelleyici rijit halkalar, bu halkaların arasında da patronun eksenel yönde sıkıştırılabilmesine yardımcı olan eğik bağlayıcılar bulunmaktadır. Bu bağlayıcılar, konkav bir şekilde patronun yüzeyine paralel olarak sıralanmışlardır ve bükülme miktarı halkaların alt yüzeyi ile boyama iğinin yüzeyi arasındaki mesafe kadar sınırlandırılmıştır. Bu sayede, patron eksenel uzunluğunun %50 ile %75’i kadar sıkıştırılabilmekte ve ipliklerin bu halkaların arasında sıkışması, bobin şeklinin bozulması dolayısı ile ipliklerin farklı derecede boyanması önlenmiş olmaktadır.

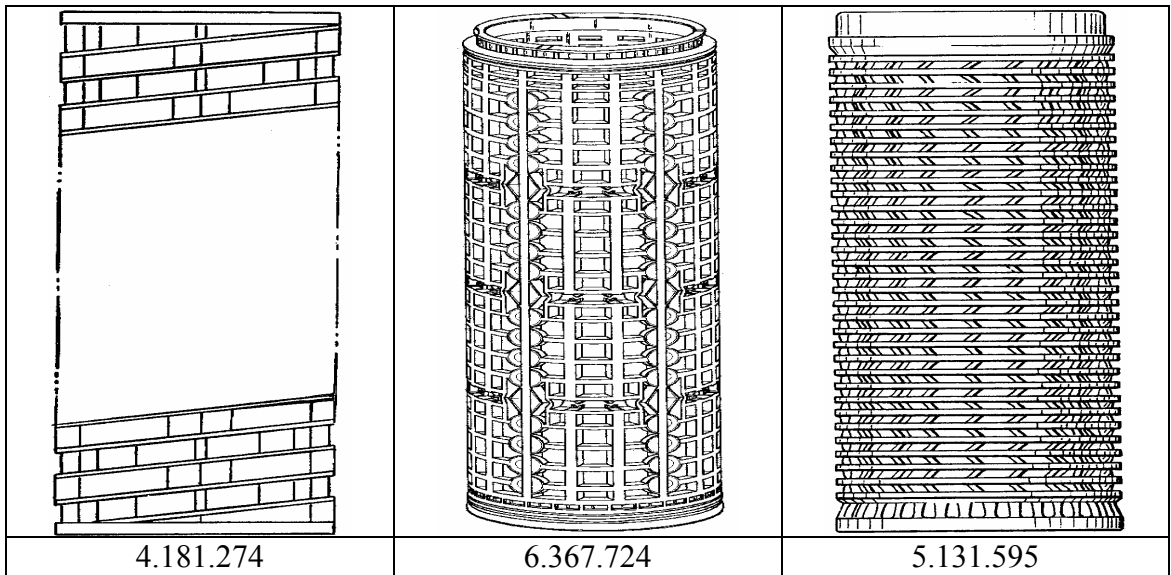
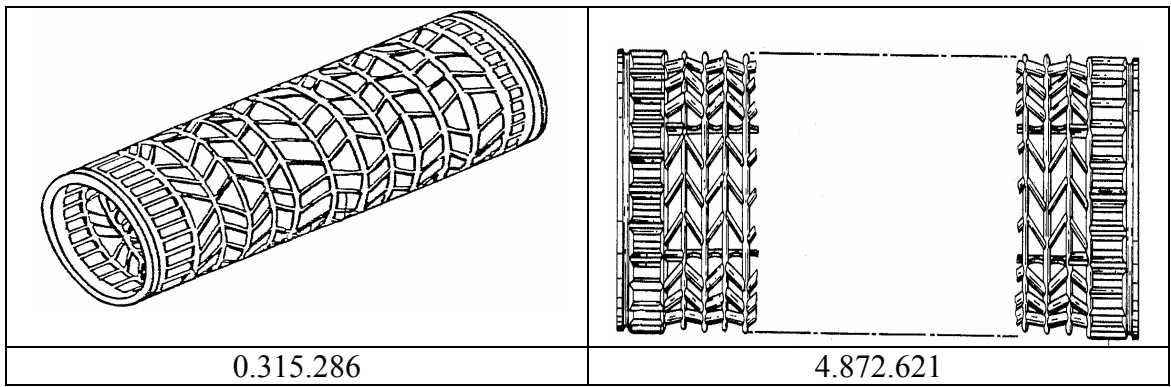
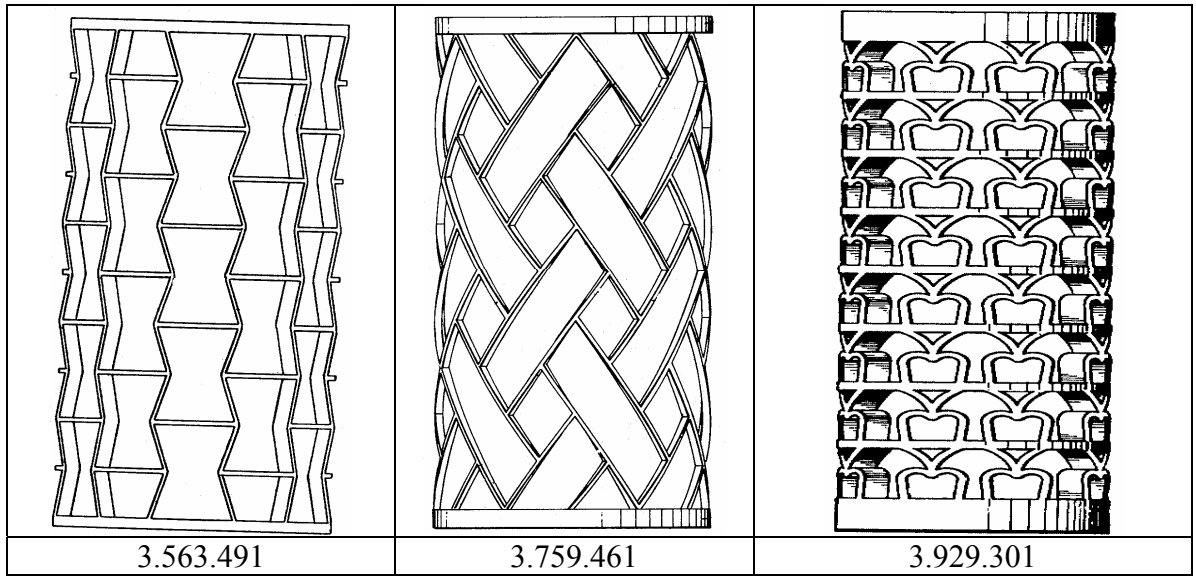
3.929.301 nolu patentte (Frank 1975) basınçlı iplik boyama işleminde radyal yönde boyutları sabit, eksenel yönde sıkıştırılabilir yapıda plastik patron tasarlamıştır. Buna göre tasarlanan silindirik patronda eksenel yönde birbirine paralel halkalar ve bu halkalar arasında “V” ve “U” şekilleri mevcuttur. Patronun sıkıştırılabilir yapısı sayesinde, bobin sıkıştırılabilmekte ve ipliklerin bobin üzerinde tutulması daha iyi

olmaktadır. Patron üzerindeki boşluklar, ipliğe düzenli boya akışının sağlanması için yeterli olmaktadır. Ayrıca bobin bükülmeye karşı dirençli olduğu için, patronun iğ üzerinde dönme eğilimi olmamaktadır.

4.181.274 nolu patentte (Burchette 1980) aksenal doğrultuda esneyebilen, radyal doğrultuda ise rijit özellikte, termoplastik malzemedan yapılmış bir boyama patronu tasarlanmıştır. Tasarlanan patronda, radyal doğrultuda rijitliği sağlayan 2 adet flanş bulunmaktadır. Bu iki yapı bir arada olup, birlikte boyutsal değişimi sağlamaktadırlar. Bu yapının arasındaki boşluktan iplik içerisine boya nüfusu sağlanmaktadır. Ayrıca, tasarlanan patron tek kullanımlıktır.

4.872.621 ve 0.315.286 nolu patentlerde (Thomas 1989 ve Thomas 1989) üzerinde halkalar ve halkaların arasında eş merkezli V şekilli kaburgalar bulunan bir boyama patronu tasarlanmıştır. Bu kaburgalar arasında yeterli boşluk vardır, bu da boyanın ipliğe daha rahat nüfuz etmesini sağlamaktadır. Ayrıca bu kaburgalar, aksenal yönde bobinin boyutunun değişmesini sağlamaktadır. Kaburgalar ile bağlantılı olan birbirine paralel halkalar da bobinin rijitliğini arttırmaktadır. Patron aksenal yönde esneme gösterirken, radyal yönde esneme göstermemektedir. Patron termoplastik-polimerik malzemedan üretilmiştir ve tek kullanımlıktır.

4.997.141 nolu patentte (Pasini 1991) iplik sarılı boya patronlarında iplik uçlarının sarım yapısını bozmayacak şekilde konumlandırılması ve eksen yönünde basınç uygulandığında bitişik patronlar arasında uygun basınç dağılımının sağlanması amacıyla, iplik ucunun sıkıştırılabildiği bir yüzeyi kapsayan bir boyama patronu tasarlanmıştır. Tasarlanmış patronda, iplik ucu flanşlar üzerinde oluşturulan küçük boşluğa sıkıştırılarak, iplik ucunun zarar görmesi, kopması veya boya patronu üzerinde aynı hizada iplik yığınlarının oluşması önlenmektedir. Tasarımı yapılan flanşların bir sonraki patronun flanşları ile kenetlenmesi amaçlanmıştır.



Şekil 2.3 Son yıllarda tasarlanmış esnek patron örnekleri



5.131.595 nolu patentte (Romagnoli 1992) eksenel yönde deformasyona uğrayabilen boyama patronları tasarlamıştır. Tasarlanmış patron üzerinde eksenel yönde paralel bir şekilde dizilmiş halkalar bulunmaktadır. Bu halkalar, eğri köprüler vasıtasıyla birbirlerine bağlanmıştır. Ardışık iki halka arasındaki köprülerin doğrultusu birbirine zıt olmaktadır. Köprülerin arasında boşluklar bulunmaktadır. Köprülerin uzunlukları, iki ardışık köprü arasındaki boşluktan daha kısa, iki ardışık halka arasındaki mesafeden daha uzundur. Önceki tasarlanan patronlardan farklı olarak, halka sayısının köprü sayısına oranı, 1'den hatta 1,5'den daha yüksektir. Bu da bobinin radyal yönde daha dayanıklı olmasını sağlamıştır. Halkalar arasındaki boşlukların azaltılması ile, eksenel yönde sadece 1 veya 2 noktada deformasyon oluşması dolayısı ile bobinin düzensiz bir şekilde boyanması engellenmiştir.

6.367.724 nolu patentte (Atkinson 2002) hem eksenel hem de radyal doğrultuda sıkıştırılabilen bir boyama patronu tasarlamıştır. Tasarlanan patronunda, içinden boyanın geçmesine olanak sağlayan iki adet flanş ve bu flanşlar arasında eksene paralel bir şekilde yerleştirilmiş rijit bölgeler bulunmaktadır. Bu rijit bölgeler, iplik geriliminin etkisi ile radyal doğrultuda patron dış çapının %15'i kadar sıkıştırılabilmektedir. Rijit bölgelerin arasında, eksenel doğrultuda belirli miktarda sıkıştırılabilmeyi sağlayan bağlantı kaburgaları mevcuttur. Kaburgalar arası mesafe, patronun eksenel doğrultuda ne kadar sıkıştırılabileceğini belirlemektedir. Patronun radyal doğrultuda sıkıştırılabilmeye miktarı da dairesel flanşların ve rijit bölgelerin özelliklerine bağlı olmaktadır.

Tigges ve Henning (1969), Egyptien (1971), Draper (1973), Sottosanti (1973) ve Ono ve Nagai (1973)'nin almış olduğu patentler de yukarıdakiler gibi aynı özelliğe sahip teknik olarak birbirinden çok az fark olan patronlar olarak tanımlanmaktadır.

Bu patronlar esasen polyester ve bazı kimyasal liflerle karışımı ipliklerin boyanmasında kullanılır. Boyama öncesinde bu patronlara sarılı bobin yapısı preslenir ve bu durumda bobinin genişliği biraz azalarak onun yoğunluğu belirli derecede artar ve bu yöndeki düzensizliği azaltılır. Bundan dolayı sarım yapısının tamamında nispeten homojen boyama sağlanır.

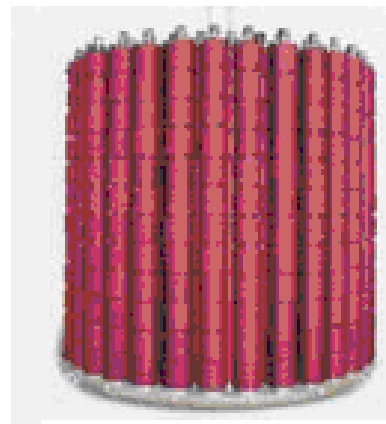
Ancak, açıklanan patronların presleme öncesinde yararlı yüzey katsayısı esnek olmayan diğer patronların yararlı yüzey katsayısından yüksek olmasına rağmen preslemeden sonra sıkışma neticesinde boşluk alanlarının azalması dolayısıyla boya iletiminin esnememiş halindeki nazaran düşük olması görülmektedir. Böylece boyama sırasında patronun yüzey yapısının yararlı yüzey katsayısının yüksek derecede artması görülmemektedir. Buna göre de boyama sırasında bobinin alt katlarında boya farklılıklarının meydana gelmesi olayı da çok ciddi şekilde önlenememektedir. Bunun yanı sıra bu patronların uzun ömürlülüğü de esnek olmayan patronlara göre daha düşüktür. Hatta onların bazıları tek kullanımlı olarak tasarlanmıştır.

### 2.2.3. Bobin boyama işleminde boyama parametrelerinin incelenmesi

Bobin boyama işlemi çok çeşitli konstrüksiyonlu bobin boyama makinalarında gerçekleştirilir. Boyama işlemlerinin yapılması genelde şöyle gerçekleştirilir: İplik, gevşek sarım yapan bobinleme makinelerinde silindirik ve / veya konik biçimli delikli patronlara belirli bir çapa ulaşıncaya kadar uygun yoğunlukta sarılır ve sonra preslenir. Bobin boyama işlemi prensip olarak; bobin çekirdeği ile eşit çaplı ve üzerinde sıralı delikler açılmış ve Şekil 2.4’de gösterilen metal silindirlere bobinlerin giydirilmesi ve preslenmesi ile başlar. Daha sonra bu tepsi Şekil 2.5’de gösterilen boyama makinesinin içersine yerleştirilir. Metal tüpler flotte sirkülasyon sistemine bağlıdır ve tankın içindeki boyarmadde çözeltisi bobinlerin içerisinden hem dıştan içe, hem de içten dışa sirküle edilebilir. Boyama rejimine uygun biçimde boyama işlemi yapılır.



a)



b)

Şekil 2.4 Boyama iğleri ve bobinlerin yerleşimi (WEB\_3 2007)



**Şekil 2.5** Bobin boyama makinesi (WEB\_4 2007)

Yukarıda belirtildiği üzere boyama işleminde boyamanın düzgün gerçekleşmesini sağlayan ve etkileyen sarım yapısı ya da sarım tüpü yapısının yanında boyama rejimi ve kullanılan boyarmaddeler de boyama kalitesini etkileyen faktörlerdir. Bunların boyama sırasında boyamanın kalitesine etkisi üzerine çok sayıda araştırma yapılmıştır. Bu araştırmalardan önemlileri aşağıdaki açıklamalarda verilmiştir.

Her iplik türü farklı boyarmadde ile boyanmaktadır. Buna göre iplik çeşitliliğine bağlı olarak kullanılan boyarmaddeler ve iplik boyama grupları Tablo 2.2’de verildiği üzeredir.

**Tablo 2.2** Çeşitli lifli malzemelerden yapılan iplikler için tekstil boyamacılığında kullanılan boyarmaddelerin tipik özellikleri (WEB\_1 2008)

<i>Boyarmadde</i>	<i>Karakteristik</i>	<i>Lif</i>	<i>Fikse oranı</i>	<i>Tipik kirleticiler</i>
Asit	Suda çözünebilir anyonik bileşiklerdir	Poliamid, yün	80–93	Renk, organik asitler
Bazik	Suda çözülebilir, parlak renkli	Akrilik, bazı polyesterler	97–98	Renk
Direkt	Suda çözülebilir, anyonik bileşikler	Selüloz, rayon	70–95	Renk, katyonik fiksator, yüzeyaktif madde, köpük kırıcı, egalizatör
Dispers	Suda çözülmez	Polyester, asetat, diğer sentetikler	80–92	Renk, organik asitler, keriyer, egalizatör, köpük kırıcı, dispergator

(Devamı arkada)

Reaktif	Suda çözülebilir anyonik bileşikler, en geniş sınıf	Selüloz ve türevleri, yün	60–90	Renk, tuz, alkali, köpük kırıcı ve yüzeyaktif maddeler
Kükürt	Kükürt içeren organik bileşikler	Selüloz ve türevleri	60–70	Renk, alkali, oksidatif ve redüktif maddeler
Küp	Suda çözülmez kompleks yapılar	Selüloz ve türevleri	80–95	Renk, alkali, oksidatif ve redüktif maddeler

Günümüzde boyanan ipliğin parlaklığının yüksek olması ve renk tonunun istenen biçimde elde edilmesi, maliyetinin düşük olması ve selüloz liflerinin boyanmasında en perspektifli boyarmadde olarak küp boyarmaddeler kullanılmaktadır. Bu yüzden bu maddelerle yapılan araştırmaların çoğu bu maddelerin kullanımı ile yapılan boyama işlemleri üzerine yapılmıştır.

Küp boyalar ile boyamanın teorik modeli geliştirilmiş denklem 2.7 ile ifade edilmiştir (Boulton ve Crank 1952).

$$\frac{\partial M}{\partial t} = K_1(RC^m - M) \dots\dots\dots 2.7$$

Burada M- t zamanında ipliğe nüfus eden boya çözeltisinin miktarı

C- Çözeltide boyarmaddenin konsantrasyonu

K<sub>1</sub>- Hız sabiti

R ve m – Bu boyarmaddenin belli sıcaklıktaki emiş izoterminin karakteristikleridir.

Boya çözeltisinin doyma derecesi denklem 2.8 ile belirlenmektedir.

$$\frac{\partial C}{\partial x} = \frac{\partial K_1}{n}(RC^m - g) \dots\dots\dots 2.8$$

Burada g- Bobinde ipliğin ağırlığı

x- Bobinin genişliği

n- İpliğe verilen boya çözeltisinin pompalama sayısı

Ayrıca Boulton ve Crank (1952), boyama sırasında çözeltinin etkililiğinin; teknede boya çözeltisinin dolma yüzdesine, ipliğe boya çözeltisinin iletim hızını ifade eden K katsayısına ve pompalama sayısına bağlı olduğunu ifade etmiştir.

Armfield vd.(1956) sonraları bu modelin uygulamasını gerçekleştirmiş ve deneysel araştırmaların sonucunda ipliğin boyama düzgünlüğünü etkileyen esas faktörlerin boya çözeltisinin sirkülasyon hızı, sarım yapısının yoğunluğu, teknenin modülü (hacmi) ve küp boyarmaddelerin boya özellikleri olduğu belirtmiştir.

Küp boyalar ile boyamada sirkülasyon hızının boyamaya etkisi üzerine yapılan araştırmalarda boya çözeltisinin sirkülasyon hızı değerinin 25 (m / dk) / kg'dan az olmaması gerektiği önerilmiştir (Barsten 1964).

Boşaltım ve renk değişimine bağlı olarak boyama işleminin teorik modeli ele alınarak incelenmiş ve iplikler tarafından alınan ve bobinde kalan boyarmadde kütle dengesine dayanan bir formül geliştirilmiştir. Bu model daha da geliştirilerek denklem 2.9'daki halini almıştır. Bobine alınan boya miktarı bu formülle bulunabilmektedir (Gilchrist ve Nobbs 2000).

$$\frac{\partial M(r,t)}{\partial t} = \frac{e}{(1-\varepsilon)} * w(t) * K^1(t) * C(t) * \exp \left[ -\frac{V_s}{F} * K^1(t) [w(t) - 1] \left[ \frac{(r^2 - A^2)}{(B^2 - A^2)} \right] \right] \dots\dots\dots 2.9$$

Burada A- Patronun iç çapı (dm)

B- Patronun dış çapı (dm)

r- ilgili yarıçap (dm) (cari)

V- toplam boya hacmi (dm<sup>3</sup>)

V<sub>s</sub>- patrona gelen boyanın hacmi(dm<sup>3</sup>)

ε - ipliğin gözenekliliği

t- zaman (dak)

M(r,t)- r yarıçapında, t süresinde ipliğe nüfus eden boya oranı

K(t)- boyama oran sabiti (l / dak)

F- akış oranı (dm<sup>3</sup> / dak.)

C(t)- t zamanında boya konsantrasyonu (gr / dm<sup>3</sup>)

$K^1(t)$ - toplam boyama oran sabiti( $l / dak$ )

$W(t)$ - oran sabitlerinin oranı

Bu çalışmada, aynı zamanda bobin boyamada akış dağılımının etkisi araştırılmıştır. Araştırmacılar bobinin içersine sıvı akışındaki dağılımın konsantrasyon derecesini düşürdüğü görüşünde bulunmuşlardır.

Sarım gözenekliliği denklem 2.10 ile aşağıdaki şekilde hesaplanmaktadır.

$$\varepsilon = \text{sarımın gözenekliliği} = 1 - \frac{(\text{iplikhacmi})}{(\text{bobinin hacmi})} \dots\dots\dots 2.10$$

Oran sabitlerinin oranı -  $W(t)$  denklem 2.11'deki şekilde hesaplanmaktadır.

$$W(t): \text{oran sabitlerinin oranı: } \frac{K(t)}{K^1(t)} \dots\dots\dots 2.11$$

Bobine alınan boyarmaddenin ne kadarının iplik tarafından alınabildiği ve her iplik katna eşit oranda dağılımı önemli bir parametredir. Bobin içersine alınan boyanın verimli bir şekilde kullanılamaması en başta maliyet giderine bunun yanında başka negatif etkenlere sebep olmaktadır. Ayrıca iplik sarım yoğunluğu, gerginliği v.s. gibi faktörlere bağlı olarak da boyarmaddenin sarılı olan ipliğin tüm yüzeyine eşit oranda dağıtılmaması sonucunda en başta abraj hatalarına, buna bağlı olarak ta iş gücünden, makine gücünden veya boyadan fazladan bir israf oluşmasına sebep olmaktadır.

Lifler tarafından alınan toplam boya miktarı  $D_t$  olmak üzere, yukarıdaki formüller ile bağlantılı olarak sarım yüzeylerine eşit oranda boyanın ulaşmadığı göz önüne alındığında  $Z_{rel}$  yani t süresindeki iplik tonunda oluşan hata oranı 2.12 denklemindeki gibi hesaplanmaktadır.

$$Z_{rel}(t) = Z(t) * \frac{V_s}{D_t} * \frac{(1 - \varepsilon)}{\varepsilon} \dots\dots\dots 2.12$$

Bu şekilde matematiksel modelleri kullanarak boyama işleminin herhangi bir süresinde o anki hata oranının tahminini yapmak mümkündür. Böylece hata sınır değerleri aşıldığında işleme müdahale edilebilmektedir.

Hata sınır değerleri,  $\Delta E_{CMC}$  : renk farklılığı olarak bilinen değerlere göre belirlenmektedir. Spektrofotometrede ölçülen bu değerlerin istenen değerlerden yüksek olması durumunda işleme müdahale edilerek normal değerlere ulaşmasını sağlamak mümkündür.

3 farklı boya dozajlama tekniği (Lineer, 2. dereceden ve üstel fonksiyonla orantılı olarak) kullanılarak yapılan boyamalarda en düşük renk farklılığı ve relativ yığılma hataları değerlerinin ikinci dereceden fonksiyon ile orantılı olan boya ekleme profilinde görüldüğü anlaşılmıştır. Bunun yanında her üç boyama profili de kabul edilebilir düzgünlük seviyesindedir. Üç boyama profilinin de yığılma hataları ve renk farklılığı değerleri birbirine yakın ve normal düzeyde çıkmıştır. Doğrusal, ikinci dereceden ve üstel fonksiyonla orantılı olarak yapılan boya ilaveli bobin boyama işlemlerinde her ne kadar renk farklılığı ve relativ yığılma değerleri toleranslar içerisinde çıkmış olsa da tüm bu işlemlerde uygulanan sıcaklık, konsantrasyon, sirkülasyon...v.s. değerlerinin farklı olduğunu belirtmekte fayda vardır (Gilchrist ve Nobbs 2000).

Ayrı ayrı ring ve rotor eğirme yöntemleri ile elde edilmiş %50 polyester / %50 pamuk karışım ipliklerinin boya davranışlarının incelendiği bir çalışmada, iplikler iki banyolu boyama yöntemi ile boyanmıştır. Boyanan ipliklerin renk kuvveti saptamaları, aynı boyama koşulları altında rotor çekimli ipliklerin ring çekimli ipliklere göre daha yüksek renk kuvveti olduğunu göstermiştir. %67 Polyester(air-jet) ve %33 pamuk (ring eğirme) ipliği karışımının boyandığı farklı bir çalışmada karışım oranlarının farklı olmasından dolayı çıkan renk sonuçlarının farklı koyuluk ve tonlarda olduğu görülmüştür. Örneğin polyesteri boyayan dispers ve pamuğu boyayan reaktif boyarmaddelerin boya performanslarının kıyaslanmasında boyalı numunenin  $\lambda_{max}$  (renk kuvveti) değerinin dispers boya ile boyanmış polyesterde daha iyi sonuçlar verdiği görülmüştür. Karışımli ipliklerin yüzeyindeki lif dağılımının oranına bağlı olarak kullanılan boyarmaddenin etkisi boyamada daha baskın olmaktadır (Iyer vd 1998).

Karışımli ipliklerin eğirme sistemlerine bağlı olarak merkezdeki veya yüzeydeki dağılım oranları da farklılık göstermektedir. Polyester / pamuk karışımli ring çekimli ipliklerde polyester merkezde, pamuk ise yüzeyde hâkim olmasına rağmen polyester /

pamuk karışımı open end çekimli ipliklerde ise polyesterin lif yüzeyinde daha hâkim olduğu görülmüştür (Bhattak vd 1994).

Öyle ki, aynı karışım oranlarına sahip liflerde open end ipliğindeki sarım yoğunluğu daha düşük olduğu için boya alımı ring ipliğine nazaran daha yüksek olmaktadır. Ayrıca polyester / pamuk karışımı ipliklerin boyanmasında polyester liflerinin yoğunluğu pamuk liflerinden daha düşük olduğu için boya alımının daha yüksek olduğu görülmüştür.

Karışımı ipliklerin boyanmasında oluşabilecek herhangi bir düzgünsüzlük ya da lekelenme genellikle ön terbiye işlemlerinin iyi yapılmamış olmasından kaynaklanır, öyle ki, polyester / pamuk boyanmasında hataların %70 i zayıf penetrasyondan kaynaklanmaktadır (Aniş ve Eren 2003).

Aniş ve Eren yapmış olduğu çalışmalarda polyester / pamuk karışımlarının boyanmasında reaktif, dispers, direkt, kükürt ve küp boyarmaddelerin kullanımını araştırmış ve aşağıdaki sonuçlara varmıştır.

- 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.
- Azo, nitrodifenilamin ve antrakinon gibi 3 farklı gruptan oluşan ve alkali hidrolize karşı hassas olan ve ayrıca haslıkları iyi olan dispers boyarmaddeler polyester ipliklerinin boyanmasının kullanımında daha etkilidir.
- Pamuk ipliğinin boyanmasında kullanılan direkt boyarmaddelerin kolay uygulanabilirlikleri ve maliyetlerinin düşük olması gibi avantajlarının yanında haslıklarının düşük olması ve parlak renk eldesinin uygun olmaması gibi dezavantajları da bulunmaktadır.
- Pamuk ipliğinin boyanmasında kullanılan kükürt boyarmaddelerinin selüloza uygulanması kolay olmasına rağmen boyamadan sonra oksidasyon işlemi sonucunda oluşan atık su çevre için büyük zarar teşkil etmektedir.



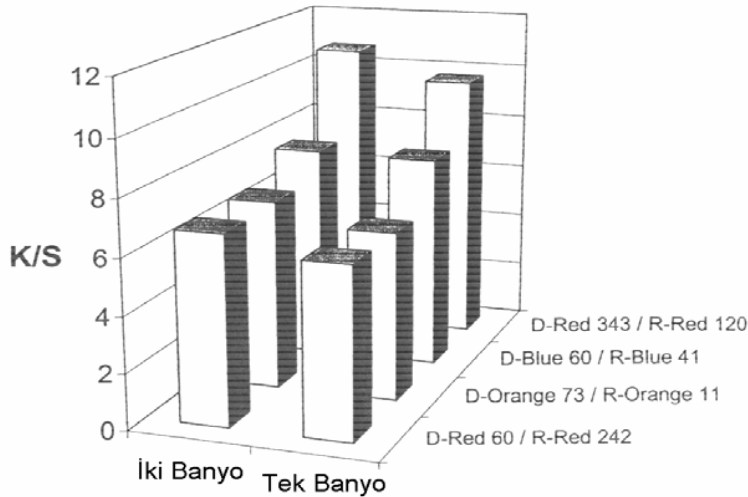
- Pamuk bileşeninin boyanmasına yönelik kullanılan küp boyarmaddelerinin çözümleri ve uygulanmaları zor olmasına rağmen çıkan sonuçları mükemmel düzeydedir.

Küp boyarmaddelerin kükürt, reaktif ve direkt boyarmaddelere göre renk tekrarlanabilirliği ve haslıklar açısından daha iyi sonuçlar verdiği ve redüktif yıkamaya gerek olmamasının diğer bir avantaj olduğu belirtilmiştir. Ayrıca çeşitli küp boyarmadde sentezleri yardımıyla her iki lifinde boyanması araştırılmış ve pamuk / polyester bileşenlerinin ikisinin de aynı renk tonunda boyanabildiği ve haslık değerlerinin de ticari gereksinimleri karşılayacak düzeyde olduğu belirtilmiştir (Chao vd 1998).

Polyesterin alkalik ortamda boyanması ve polyester / pamuk karışımlarının tek banyo tek adımda dispers / reaktif boyarmaddeler ile boyanma parametreleri üzerine yapılan farklı bir çalışmada proses avantajlarının enerji, süre, su ve işgücü tasarrufu ve hem kumaşa hem de makinelere yapılacak redüktif yıkamaların eliminasyonu sonucu kimyasal tüketimi ve atık yükünün azaltılması olduğu öne sürülmüştür. Prosesin dezavantajı ise çektirme oranlarının konvensiyonel iki adımlı prosese göre daha düşük olmasıdır. Ancak uygun boyama şartları sağlandığında oldukça iyi ve karşılaştırılabilir sonuçlar elde edildiği belirtilmiştir. Şekil 2.6'dan da sonuçları kıyaslamak mümkündür. (Yang ve Li 2002)

Şekil 2.6., karışım oranı 40 / 60 olan pamuk / polyester ipliği için flotte oranının 1:6, boyarmadde konsantrasyonun %1,2 owf akış oranı değerlerinde yapılmıştır.

Noniyonik dispers boyarmaddelere çok az substantivitesi olan pamuğun benzoklorür ile asetillenerek modifiye edildiği ve ph 6'da, 100 °C'de dispers boyarmadde ile boyandığı farklı bir çalışmada çıkan sonuçlarda oldukça iyi renk verimliliği ve haslık değerleri elde edildiği görülmüştür. Ayrıca suda çözünebilen bir benzotlatlama maddesi olan sodyumbenziltioglikolat ile pad-dry-termofikse yönteminde boyamada da iyi sonuçlar elde edildiği belirtilmiştir (Lewis ve Broadbent 1997).



**Şekil 2.6** Dispers/reaktif boyarmaddelerle polyester /pamuk karışımı ipliklerin boyanmasının karşılaştırılması grafiği

Lewis ve Broadbent'in (1997) çalışmasına benzer bir çalışmada ise asetillenerek modifiye edilmiş pamuğun 100 °C, 300 bar ortam şartları altında dispers boyarmaddeler ile boyanması ele alınmış ve oldukça iyi renk ve haslık değerleri verdiği vurgulanmıştır. Aynı ortam şartlarında polyesterin boyandığı durumda polyesterin çalışma sıcaklığının daha yüksek olması sebebi ile pamuk kadar iyi sonuçlar elde edilememiştir. Ayrıca dispers boyarmaddelerin pamuk ve polyester için süperkritik karbondioksit şartlarında uygulanması çevresel açıdan da büyük avantajlar sağlamaktadır ve aynı zamanda kullanılan karbondioksit geri kazanılmakta, polyesterin redüktif temizlenmesine gerek kalmamakta, bu yolla atık problemi de azalmaktadır (Özcan vd 1998).

Bu çalışmanın ardından polyesterin süperkritik karbondioksit ortamında 80 °C ile 120 °C arasında dispers boyarmaddeler ile boyanması konulu çalışmada bu iki sıcaklık sonucunda çıkan renk verimi değerlerinin arasında önemli bir farklılık çıkmadığını vurgulanmıştır (De Giorgi vd 2000).

Alkil malonik asit esterleri içeren yeni azo boyarmaddeleri ile pamuk ve polyesterin her ikisinin de boyama sonucunda aynı renk tonunda olabileceği bulunmuştur. Termozol yönteminin kullanıldığı boyama işleminde termofiksasyon esnasında, alkil malonik asit dekarboksilatlarının hidrolize ürünleri boyarmaddeyi çözünmez halde bırakarak pamuğa geçmiştir ve polyesterin yakınındaki ya da üzerindeki dekarboksile boyarmadde de dispers boyarmadde gibi davranarak polyestere difüze olmuştur. Elde

edilen yıkama ve ışık haslıklarının tatmin edici düzeyde olduğu rapor edilmiştir (El-Sayed 1996).

Dispers kırmızı 1 tekstil boyasının uygulanabilirliği üzerine yapılan çalışmalarda kullanılan boyarmaddenin hacmine bağlı olarak polyester elyafı için haslık değerleri kıyaslanmıştır. Boyarmadde hacimleri 10, 50 ve 100 gr / lt'lik ortamda yapılan çalışmalarda her üç numune için de yıkama ve sürtünme haslıklarının mükemmel düzeyde olduğu belirtilmiştir. Ancak, 50 gr / lt'lik hacimde boyanan numunenin ışık haslığı değerinin diğerlerinden daha yüksek olduğu tespit edilmiştir (Akkurt vd 2005).

Piyasada boyarmaddenin çözünmesini, fiksaj süresini kolaylaştıran ve hızlandıran çözücüler mevcuttur. Butil karbitol gibi renk kalitesini arttıran bir takım çözücülerin kullanımı, çok yüksek oranlarda kullanılması gerektiğinden ve maliyetinin de yüksek olmasından dolayı mantıklı değildir (Hampson 1951).

Boyamayı yavaşlatan egalizatörlerin kullanımı ve bunun da renk dağılımının artmasına etkisi incelenmiştir. Ayrıca boyarmaddenin küçük partikül büyüklüğünün boyama derecesini değerlendirmede doğru bir kriter olmadığını vurgulanmıştır. Egalizatörlerin kullanımı ile boyarmadde daha yavaş ve sağlıklı bir şekilde iplikte tutula bilmektedir (fikse olmaktadır). İpliğe boya çözeltisinin fiksajı, kullanılan boyarmaddenin migrasyonu ile alakalıdır. Ancak bu esnada boyarmadde partikülü ne kadar küçük olursa, ipliğin içersine nüfusu kolay olduğu gibi, çıkışı da bir o kadar kolay olacaktır (Flanagan 1953).

Küp boyarmaddeleri ile pamuğun boyanması üzerine yapılan çalışmalarda boyarmadde partikül büyüklüğünün boyama derecesine etkisini incelenmiştir. Görünen odur ki, küçük partiküller lif içersine daha kolay alınabildiği gibi daha kolay da çıkabileceğinden, büyük partiküller ise daha zor nüfus ettiği ve daha zor çıkabileceğinden dolayı, boyarmaddenin partikül büyüklüğünün boyamaya çok fazla etkisi yoktur (Woerner vd 1958).

Küp boyaların ipliğe nüfusunun tayininde termodinamik kriterin kullanılabileceğini gösterilmiş ve bu amaçla da 2.13 denklemi geliştirilmiştir (Vickerstaff vd 1951).

$$-\Delta^0 F = RT \ln K \dots\dots\dots 2.13$$

Burada  $-\Delta^0 F$ , serbest enerji değişimi ile eşitlik sabiti K arasındaki termodinamik ilişkidir.

$$K = \frac{(Na)_f^z (D)_f}{(Na)_a^z (D)_a} \dots\dots\dots 2.14$$

Burada;  $(Na)_f$  - Sodyum iyonunun lif üzerindeki konsantrasyonu

$(D)_f$  - Boya anyonunun lif üzerindeki konsantrasyonu

$(Na)_a$  - Sodyum iyonunun çözelti içindeki konsantrasyonu

$(D)_a$  - Boya anyonunun çözelti içindeki konsantrasyonu

z - Boyamaya katılan küp leuco anyonunun değeri

Bunlara bağlı olarak küp boyarmaddelerin boyama yeteneğinin belirlenmesi her bir boyanın migrasyon yeteneği ile alakalıdır. Boyama düzgünlüğü, egalizatör veya çözücü eklenmesiyle, ya da yüksek boyama sıcaklığıyla iyileştirilebilir. Küçük boyarmadde partikülleri boyama düzgünlüğünü düşürmekte görev yapar. Ancak düzgün ve düzenli derecede yapılan indirgenme işlemi düzgün bir boyamaya öncülük etmez.

Tekstil sanayindeki boyama prosesi, kaliteli ürün gereksinimi için büyük dikkat gerektirmektedir. Boya konsantrasyonu, PH ve sıcaklık, boyanan materyalin tonuna ve düzgünlüğüne etki eden en önemli parametrelerdir. Bu parametreler düzgün olmadığında uygun bir matematiksel model tanımlamak mümkün olmaz. Bu şekilde karmaşık bir prosesle başa çıkmanın yollarından biri kontrol tabloları çıkartıp spesifik kontrolü sağlamaktır. Bu amaçla pamuk materyalin direkt boyarmaddeler ile boyanması üzerine yapılan çalışmada “fuzzy logic” adı verilen bilgisayar program sistemi ile işlem sırasında konsantrasyon, PH ve sıcaklık değeri kontrolü ile son üründe beklenen renk tonunun istenen değeri elde edilmesinin mümkün olduğu sonucuna varılmıştır. Pratikte ise bu değeri boyama yöntemine, boyarmaddeye ve boyanan materyale bağlıdır (Huang ve Yu 1999).

Kütle transferini modellemek amacıyla dispersiyon modeli geliştirilmiştir. Bu model akış özelliğinin sabit olduğu gerçek sistemlerde uygulanabilir (Greenkorn 1983).

Boya akışının konsantrasyon derecesini düşürdüğü varsayılan durumda kütle transferi modelinde dispersiyon faktörü bobin içersindeki boya akışının daha düzgün bir boya dağılımını sağlamaktadır (Vosoughi 1993).

Dispersiyon faktörünün boyama derecesine etkisi üzerine çok az yayın bulunmaktadır. Bu konuya Wai (1984) açıklık getirmiştir. Wai, dağılım faktörünün incelenmesini matematiksel formüller ile açıklamış ve sonuçta dağılım katsayısını elde etmiştir. Modelin elde edilmesinde ters yönlü akış-zaman faktörü ve boyama sırasında boya eklenmesi durumlarına önem verilmiştir.

Shamey vd (2005) ve Zhao vd (2006), dağılımın boya verimliliğine etkisini araştırmışlar ve dispersiyon katsayısının yüksek olması durumunda boya alımının ve bobinin genişliği boyunca boya dağılımının arttığını göstermişlerdir. Ayrıca bu çalışmadan dispersiyon faktörünün ihmal edilmemesi gerektiği, hesaplamalara dâhil edildiği takdirde daha iyi bir boya alımı ve boya dağılım derecesi sağlanabileceği görülmüştür.

Onlara göre, belirli bir hızda bobin yatağına sıvı akışını hesaplamak biraz karmaşıktır ve bu tek boyutta hesaplanamaz. Bunun için difüzyonun, dispersiyonun ve iletimin ayrı ayrı aşağıdaki şekilde hesaplanmasını önermişlerdir

- Difüzyon: Akış hızından bağımsız, molekül hareketine bağlı olan tesadüfî bir işlemdir, denklem 2.15 ile elde edilir.

$$j_{dif} = -D_{dif} \frac{\partial c_1}{\partial x} \dots\dots\dots 2.15$$

- Dispersiyon: Akış hızına bağlı olarak, farklı hızların ortaya çıktığı tabakaların akışıyla belirtilir, denklem 2.16 ile elde edilir.

$$j_{dis} = -D_{dis} \frac{\partial c_2}{\partial x} \dots\dots\dots 2.16$$

- İletim: Akışın göre moleküllerin hareketleridir, denklem 2.17 ile elde edilir.

$$J_c = v_c \dots\dots\dots 2.17$$

Burada  $D_{dif}$  - Difüzyon katsayısı

$c_1$  - Sıvının konsantrasyonu

$x$  - Akış mesafesi

$D_{dis}$  - Dispersiyon katsayısı(akış hızına bağlıdır)

$c_2$  - Kimyasalların konsantrasyonu

$v$  - Akış hacminin ortalama hızıdır

Hammoudeh ve Schönplflug (1971), tarafından Kombitest adı verilen yöntemde dispers boyaların difüzyon oranı belirlenerek boyanın polyester tabakalarına nüfus etme derecesi belirlenebilmektedir. Bu çalışmada 15 mikron kalınlığındaki Pes film tabakasına 266F<sup>0</sup> sıcaklıkta 8 saatte nüfus eden boyaların Tablo 2.3’de gösterilen difüzyon sıralaması oluşturulmuştur.

Tablo 2.3’den de görüldüğü üzere değerler 5–13 arasında değişmektedir. Burada yüksek enerjili boyaların ortalama difüzyon dizini 6, orta enerjidekilerin 7, düşük enerjililerin ise 11 olduğu görülmektedir.

Scharf vd. (2002) tekstil boyama prosesinde üç boyutlu akış hesabını ele almış ve hesaplamalarında Navier-Stokes eşitlik kavramını kullanmıştır. Bu kavramda gözenekli bobin içersine lineer bir akış olduğu düşünülerek, sıvı türbülanslı-sıkıştırılmaz olarak düşünülmüştür. Boyama kanalının her bir noktasında statik basınç ve hız dağılımı ölçülebilmektedir.

Hesaplanabilir sıvı dinamiği (CFD) adı altında denklemler mevcut olup bu denklemler sanayinin her kolunda kullanılmaktadır. CFD simülasyon sonuçları ile iş kalitesi gelişir, zaman kısılır, proses maliyetleri düşer. CFD ’nin tekstil sanayinde kullanımını arttırmak için boya kazanındaki bobinde ve boya kanalındaki akış tarzını incelemek için CFD eşitlikleri kurulmuştur. Akış, tekstil materyalinin formuna (iplik-kumaş-gevşek bir materyal), bobinin yoğunluğuna ve geometrisine bağlıdır. Yoğunluğun farklı olduğu yerlerde akış tarzı da farklı olacaktır.

**Tablo 2.3** 18 farklı çeşit boyarmaddenin difüzyon sıralanması

	Boya	Difüzyon İndeksi	Difüzyon Katsayısı
Düşük enerjili boyalar	Sarı 54	13	7,7
	Turuncu 25	9	6,2
	Kırmızı 50	9	7,0
	Kırmızı 60	11	6,3
	Mavi 56	12	6,9
	Mavi 81	12	6,9
Ortalama Değeri		11	6,8
Orta enerjili boyalar	Sarı C-5G	8	5,4
	Kahverengi C-3G	7	5,4
	Kırmızı C-4G	7	4,5
	Rubin C-B	7	3,3
	Mavi C-RN	6	3,8
	Lacivert C-2G	7	3,2
Ortalama Değeri		7	4,3
Yüksek enerjili boyalar	Sarı 114	6	4,2
	Turuncu 44	7	4,9
	Kırmızı 177	5	3,2
	Kırmızı 167	6	2,2
	Mavi 73	7	3,4
	Mavi 79,1	5	2,5
Ortalama Değeri		6	3,4

### **3. MATERYAL VE METOD**

#### **3.1. Kullanılan Materyal**

Bu tez çalışmasında 36/1 Ne, 24/1 Ne, 20/1 Ne, 16/1 Ne ve 20/2 Ne numarada pamuk iplikleri kullanılmıştır. Deneylere başlamadan önce kullanılacak ipliklerin gerçek numarası tespit edilmiştir. Bunun için her bobinden 5 er kez elektronik çıkırığa 100 m uzunluğunda iplik sarılarak numune alınmış ve Precisa XT320M modeli elektronik hassas terazide tartılmıştır. Sonra ise Ne olarak ipliğin gerçek numarasının ortalama değeri belirlenmiştir. Deney neticesinde ipliklerin gerçek numaralarının ortalama olarak yukarıda belirtilen değerlerde olduğu görülmüştür.

#### **3.2. Kullanılan Cihaz ve Makineler**

Bobin boyama işlemine hazırlanan ipliklerin sarım parametrelerinin incelenmesi amacıyla Tavukoğlu Ltd. Şti'nin ürettiği 2 konik, 2 silindirik sarım kafası bulunan gevşek sarım yapan bobinleme makinesinde (Şekil 3.1) deneyler yapılmıştır. Sarım yapısının incelenmesi yalnızca silindirik bobinler için gerçekleştirilmiştir. İnceleme sırasında Schmidt-Dtmx 200 modeli tek iplik gerilim ölçme cihazı ile ipliklerin geriliminin ölçüm işlemi yapılmıştır. Gerilimin ölçümü sarım hızının 200 m/dak -1150 m/dak arasında olduğu 7 farklı hızda gerçekleştirilmiştir. Bu sırada ipliğin yükleme gerilimi sabit tutulmuştur. İplik gerilimin ölçümü için kullanılan düzenek Şekil 3.2'de gösterilmiştir.





**Şekil 3.1** Gevşek sarım yapan bobinleme makinesi



**Şekil 3.2** Bobinleme makinesinde gerilim ölçme düzeneği

Bobinleme makinesi 10 farklı sarım hızında çalışabilmektedir. Bu hızlar makineye monte edilmiş skalada 10 dilimde gösterilmiştir. Ancak her bir dilim tamburun  $n$  dönme hızını (devir sayısını) ifade etmektedir. Her bir dilimdeki dönme hızının değeri Kane-May Ltd'nin ürettiği KM6002 modelli takometre ile belirlenmiştir. Sonra dönme hızının değerine göre de bobinlemenin sarım hızının değerleri aşağıdaki formül yardımıyla hesaplanmıştır.

$$V_s = n\sqrt{(\pi D)^2 + h_{ort}^2} \dots\dots\dots 3.1$$

Burada  $V_s$  - sarım hızı, m/dak

$n$  - tamburun devir sayısı,  $\text{dak}^{-1}$

$D$  - tamburunun çapı, m

$h_{ort}$  - iplik gezdiricinin ortalama adımı, m

Hesaplamalar sonucunda belirlenen her dilimdeki sarım hızı değerleri Tablo 3.1' de gösterilmiştir.

**Tablo 3.1** Skalanın her bir diliminde sarım hızının değerleri

Dilim No' su	Hız (m/dak)	Dilim No' su	Hız (m/dak)
1	100	6	600
2	200	7	700
3	300	8	850
4	400	9	1000
5	500	10	1150

Bobinleme makinesinde yapılan sarım testlerinde sarım sertliği ve sarım yoğunluğu parametreleri belirlenmiştir. Sarım sertliği Shoremetre cihazı ile ölçülmüş, sarım yoğunluğu ise hesaplama yöntemi ile değerlendirilmiştir. Shoremetreden elde edilen verilerin birimi N/cm, hesaplama yöntemi ile elde edilen verilerin birimi ise  $\text{gr}/\text{cm}^3$ 'tür.

Sarım yoğunluğu aşağıdaki denklemle tespit edilmiştir.

$$\rho = \frac{G}{V} \dots\dots\dots 3.2$$

Burada G- sarılan ipliğin ağırlığı, gr

V- sarılan ipliğin hacmi,  $\text{cm}^3$

Sarılmış bobinlerin hacimleri ise aşağıdaki 3.3 denklemi ile hesaplanmıştır:

$$V = \pi H_d (D_s^2 - D_i^2) \dots\dots\dots 3.3$$

Burada  $H_d$  - bobinin sarımının uzunluğu, cm

$D_s$  - bobinin dış çapı, cm

$D_i$  - bobinin iç çapıdır, cm

#### **4. BULGULAR VE TARTIŞMA**

Bu araştırma TÜBİTAK 107M129 nolu “Sarım ve Patron Yapısının Bobin Boyamaya Etkisinin Araştırılması” konulu proje kapsamında yürütülmüş olup, test ve denemeler Pamukkale Üniversitesi Tekstil Mühendisliği Bölümü laboratuvarlarında gerçekleştirilmiştir.

Önceki bölümlerde boyama için hazırlanan ipliklerin sarım yapısı incelenmiş ve boyamaya etki eden sarım yapısı, sarım tüpü ve boyama özellikleri hakkında literatür bilgileri verilerek oluşabilecek riskler anlatılmıştır.

Sarım yoğunluğuna etki eden faktörlerin değerlendirmesi deneysel olarak yapılmış ve değerlendirmeleri aşağıdaki başlıklar altında verilmiştir.

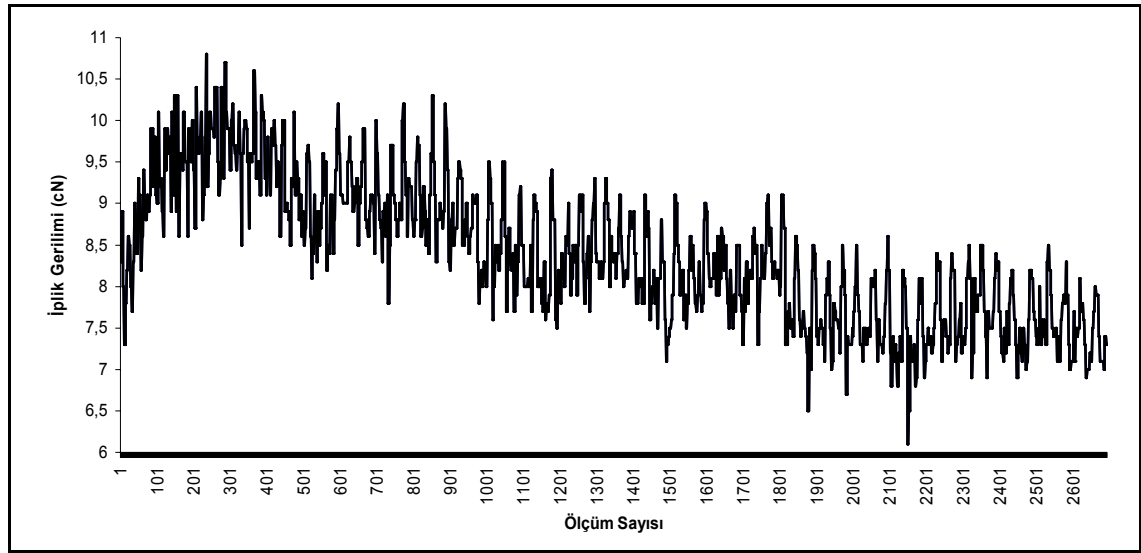
##### **4.1. Bobinlemede Sarım Hızının İplik Gerilimine Etkisinin Deneysel İncelenmesi**

Daha önceki bölümlerde de belirtildiği üzere sarım yoğunluğunu etkileyen önemli teknolojik parametrelerden birisi bobinleme sırasında oluşan iplik geriliminin değeridir. Bundan dolayı bu parametrenin sarım hızı ile ilişkisini belirlemek ve gerilimin sarım yoğunluğuna etkisini tespit etmek önemlidir.

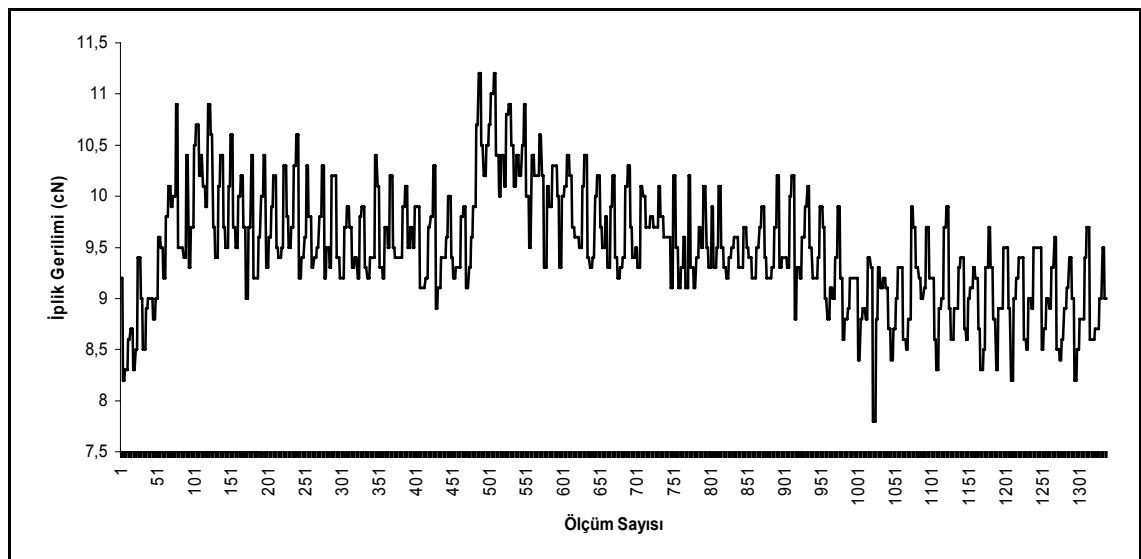
Sarım hızının iplik gerilimine etkisi 36/1 Ne, 20/1 Ne ve 20/2 Ne numaralı ipliklerin kullanımıyla 7 farklı sarım hızında gerçekleştirilmiştir. Ölçüm işlemi konik ve silindirik bobinlerden besleme durumu için gerçekleştirilmiştir. Ölçüm sırasında her bir seçilmiş hızda yaklaşık 1000 gerilim değeri elde edilmiş ve sonra onun ortalama değeri bulunmuştur.

Yukarıda da belirtildiği üzere ipliklerin gerilimi Schmidt-Dtmx 200 modelli tek iplik gerilim ölçme cihazının bilgisayar ortamında değerleri alınmış ve her bir sarım hızı için yaklaşık 1000 gerilim değeri kaydedilmiştir. Gerilimin değişiminin görsel grafikleri Şekil 4.1'de gösterilmiştir. Bu şekilde konik bobinden beslemede 600 m/dak hız ile sarım esnasında 36/1 Ne, 20/1 Ne ve 20/2 Ne ipliklerin geriliminin bir kesit bölümünde değişimi verilmiştir.

Şekilden görüldüğü üzere bütün ipliklerde iplik gerilimi periyodik olarak değişmektedir. Belli bir periyotta gerilim artmakta ve sonra azalmakta olduğu görülmektedir. Değişim tarzı her üç iplikte hemen hemen aynı biçimde olmuştur.

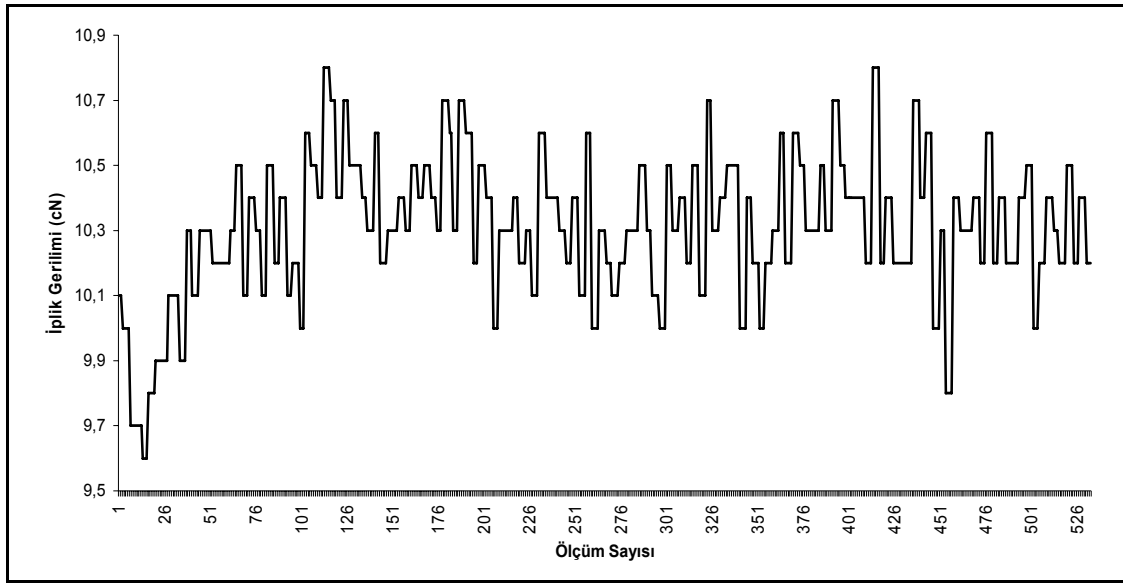


a)



b)

(Devamı arkada)



c)

**Şekil 4.1** Konik bobinden beslemede iplik geriliminin sarım hızına bağlı olarak değişim grafikleri **a)** 36/1 Ne iplik için **b)** 20/1 Ne iplik için **c)** 20/2 Ne iplik için

İncelemeden elde edilen değerler Tablo 4.1.'de verilmiştir.

Tablo 4.1'den görüldüğü üzere her iki besleme durumunda ve her bir iplikte gerilimin değeri hız arttıkça artmaktadır. Ancak gerilim değerinin artışı besleme türüne ve iplik numarasına bağlı olarak değişmektedir. Konik bobinden besleme sırasında elde edilen gerilimin değeri silindirik beslemeye göre daha düşüktür. Bu durum, ipliğin bobinden çözüldüğü sırada iplik dolamının bobinin yüzüne sürtünmesiyle alakalıdır. Konik bobinden çözülme sırasında iplik bobinin yüzüne sürtünmeden açılmakta, silindirik bobinde ise bobinin yüzüne sürtünerek açılmaktadır. Bu yüzden çözülme sırasında meydana gelen ilk gerilimin değeri konik bobinden beslemede düşük, silindirik bobinden beslemede ise nispeten daha yüksektir.

Aynı zamanda Tablo 4.1'den iplik numarasının da gerilim değerini etkilediği görülmektedir. Örneğin silindirik bobinden beslemede 1150 m/dak hızında 36/1 Ne'nin gerilim değeri 26,66 cN iken bu değer 20/1 Ne numarada 33,01 cN, 20/2 Ne numarada ise 34,94 cN olmuştur. Dolayısıyla iplik numarasının artması ile gerilim değerinin azaldığı görülmektedir.

**Tablo 4.1** Sarım hızına bağlı olarak iplik geriliminin değerleri

Sıra Numarası	Sarım Hızı (m/dak)	İplik Numarası (Ne)	Ortalama İplik Gerilimi (cN)	
			Konik Bobinden Beslemede	Silindirik Bobinden Beslemede
1	200	36/1 Ne	3,71	3,31
2	300		4,73	4,96
3	400		4,61	13,86
4	600		8,38	17,36
5	700		10,25	18,48
6	850		16,33	23,17
7	1150		19,49	26,66
8	200	20/1 Ne	2,53	3,96
9	300		7,35	7,47
10	400		8,2	10,69
11	600		9,48	15,22
12	700		12,35	16,59
13	850		13,05	21,21
14	1150		19,97	33,01
15	200	20/2 Ne	4,32	6,58
16	300		5,59	6,78
17	400		5,7	8,57
18	600		10,3	15,07
19	700		11,17	23,88
20	850		14,87	29,66
21	1150		20,74	34,94

Tablo 4.1’de iplik geriliminin yalnız ortalama değerleri gösterilmektedir. Ancak bu değerler bobinleme sırasında gerilimin dağılımındaki düzensizliğin değerlendirilmesi için yetersiz bulunmaktadır. Gerilim dağılımının düzensizliğini tespit etmek için gerilim değerlerinin orta kare sapma (standart sapma), dispersiyon (varyans) ve varyasyon katsayılarının her bir deney seti için belirlenmesi gerekmektedir. Buna göre de yaptığımız her bir deney seti için gerilim değerlerinin söz konusu istatistik parametreleri 4.1, 4.2, 4.3 denklemleriyle hesaplanmıştır.

Dispersiyon;

$$\sigma^2\{Y\} = \frac{1}{m-1} \sum_{i=1}^m (Y_i - \bar{Y})^2 \dots\dots\dots 4.1$$

Standart sapma;

$$\sigma\{Y\} = \sqrt{\sigma^2\{Y\}} \dots\dots\dots 4.2$$

Varyasyon katsayısı;

$$CV\{Y\} = \frac{\sigma\{Y\}}{\bar{Y}} \dots\dots\dots 4.3$$

Burada m- Deneylelerden elde edilen veri sayısı

$Y_i$ - Verilerin cari değeri

$\bar{Y}$  - Verilerin ortalama değeri

Her üç numaralı iplikler için Tablo 4.1’de gösterilmiş hızlarda yapılmış deneylerden elde edilen verilere göre bu istatistiksel parametreler Excel programında hesaplanmış ve hesaplamaların sonuçları Tablo 4.2’de verilmiştir.

**Tablo 4.2** Sarım hızına bağlı olarak iplik geriliminin istatistiksel verileri

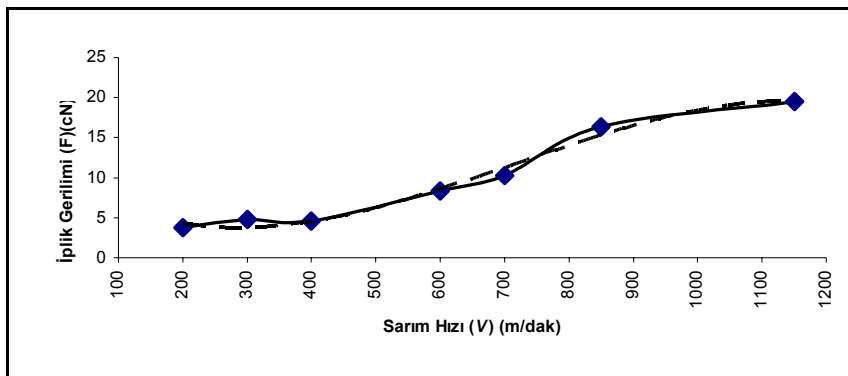
Sıra No	Sarım Hızı (m/dak)	İplik No (Ne)	Gerilim İstatistiksel Verileri					
			Konik Bobinden Besleme İçin			Silindirik Bobinden Besleme İçin		
			Standart Sapma (cN)	Dispersiyon (cN)	Varyasyon Katsayısı (%)	Standart Sapma (cN)	Dispersiyon (cN)	Varyasyon Katsayısı (%)
1	200	36/1	0,299	0,09	8,06	0,546	0,30	16,50
2	300		0,698	0,49	14,76	0,638	0,41	12,86
3	400		0,836	0,70	18,13	0,817	0,67	5,89
4	600		0,857	0,73	10,23	0,933	0,87	5,37
5	700		0,69	0,48	6,73	0,845	0,71	4,57
6	850		0,491	0,24	3,01	0,863	0,74	3,72
7	1150		1,524	2,32	7,82	1,7	2,89	6,38
8	200	20/1	0,578	0,33	22,85	0,261	0,07	6,59
9	300		0,735	0,54	10,00	0,468	0,22	6,27
10	400		1,13	1,28	10,47	0,688	0,47	6,44
11	600		0,576	0,33	6,07	1,01	1,02	6,64
12	700		0,7	0,49	5,67	1,05	1,10	6,33
13	850		0,53	0,28	4,06	1,85	3,42	8,72
14	1150		1,38	1,90	6,91	2,78	7,73	8,42
15	200	20/2	0,335	0,11	7,75	0,851	0,72	12,93
16	300		0,454	0,21	8,12	0,665	0,44	9,81

(Devamı arkada)

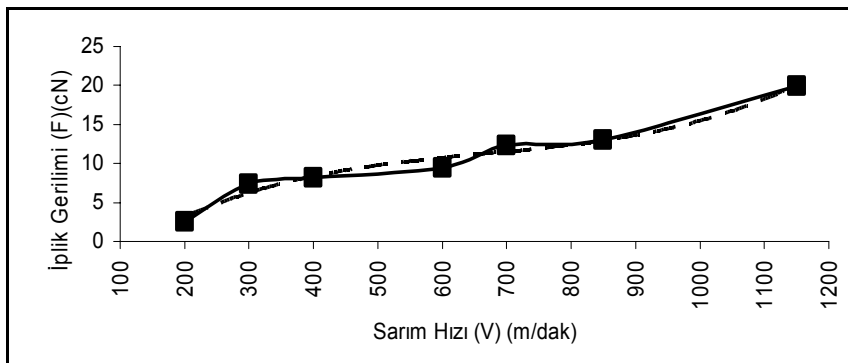
Sıra No	Sarım Hızı (m/dak)	İplik No (Ne)	Gerilim İstatistiksel Verileri					
			Konik Bobinden Besleme İçin			Silindirik Bobinden Besleme İçin		
			Standart Sapma (cN)	Dispersiyon (cN)	Varyasyon Katsayısı (%)	Standart Sapma (cN)	Dispersiyon (cN)	Varyasyon Katsayısı (%)
17	400	20/2	0,248	0,06	4,35	0,8	0,64	9,33
18	600		0,22	0,05	2,14	1,121	1,26	7,44
19	700		0,453	0,21	4,06	1,457	2,12	6,10
20	850		0,669	0,45	4,50	2,385	5,69	8,04
21	1150		2,162	4,67	10,42	1,433	2,05	4,16

Tablo 4.2'den görüldüğü gibi gerilimin değerinin standart sapması hem konik hem de silindirik bobinden besleme durumunda hız arttıkça artmaktadır. Buna uygun olarak da varyasyon katsayısı düşmektedir. Sapmaların değerlerinin gerilimin ortalama değerlerine göre kabul edilebilir durumda olduğu görülmektedir.

Tablo 4.1'deki iplik geriliminin ortalama değerlerine göre Excel programında sarım hızı ile gerilim arasındaki bağıntıyı gösteren grafikler yapılmıştır. Her bir iplik numarası için bu grafikler ayrı ayrı Şekil 4.2 ve Şekil 4.3'de gösterilmiştir. Bu grafiklerde tam çizgilerden oluşan eğriler deney değerlerine göre yapılmış eğrileri, kesik çizgilerden oluşan eğriler ise düzeltilmiş regresyon eğrileri ifade etmektedir.



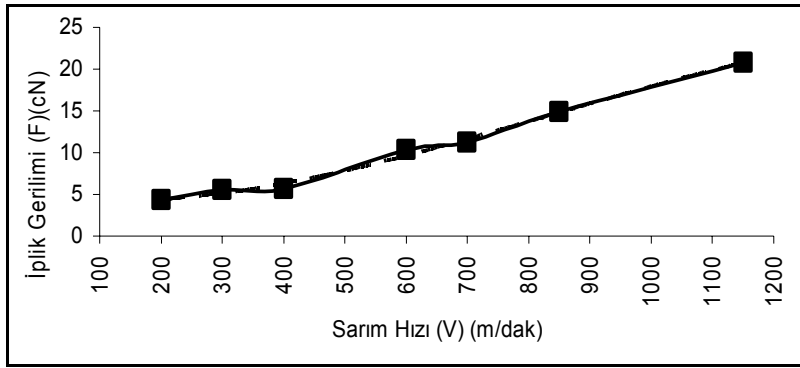
a)



b)

(Devamı arkada)

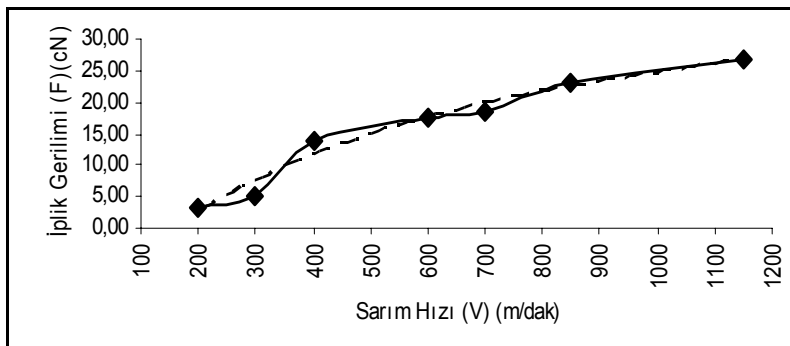




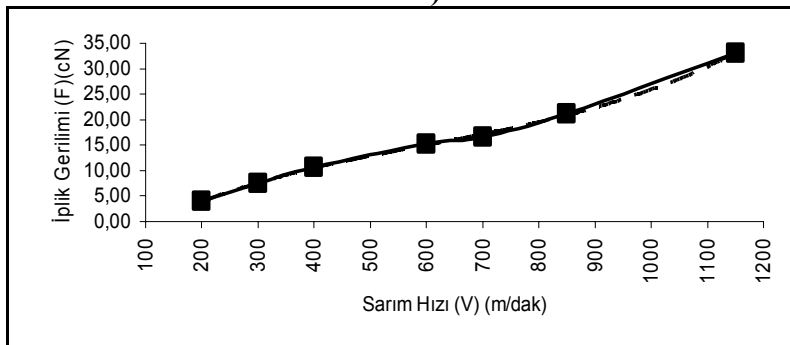
c)

**Şekil 4.2** Konik bobinden beslemede iplik geriliminin sarım hızına bağlılığı grafikleri

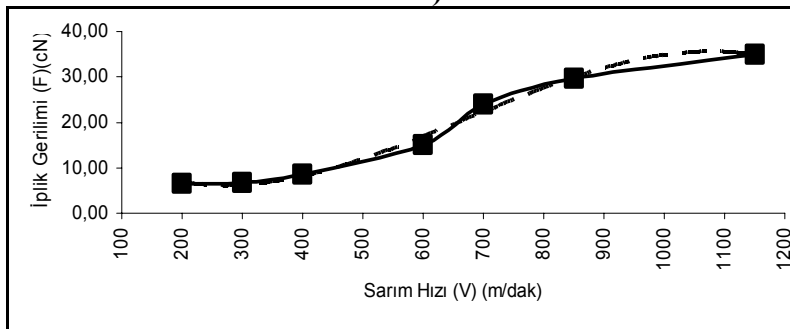
a) 36/1 Ne iplik için b) 20/1 Ne iplik için c) 20/2 Ne iplik için



a)



b)



c)

**Şekil 4.3** Silindirik bobinden beslemede iplik geriliminin sarım hızına bağlılığı

grafikleri a) 36/1 Ne iplik için b) 20/1 Ne iplik için c) 20/2 Ne iplik için.

Grafiklerden görüldüğü gibi kullanılan bütün ipliklerin gerilimi sarım hızına bağlı olarak hemen hemen aynı biçimde artmaktadır. Gerilimin değişim tarzı hem silindirik hem de konik bobinden beslenmesi durumu için bütün ipliklerde aynıdır. Gerilimin değerinin sarım hızının yaklaşık 700 m/dak ya ulaşınca kadar düşük tempo ile bu hızdan sonra ise yüksek tempo ile artışa geçtiği görülmektedir. Ancak gerilim artışı silindirik bobinden beslemede konik bobinden beslemeye göre daha yüksek olduğu izlenmektedir. Grafiklerden görüldüğü üzere gerilimin artış temposuna ipliğin numarası da etki göstermektedir. Gerilimin değerinin artış temposu ince numaralı ipliklerde kalın numaralılardan daha fazladır.

Tablo 4.1'in verilerine göre iplik gerilimi ile sarım hızı arasındaki ilişkiyi matematiksel olarak ifade etmek amacıyla Excel programında her üç numaralı iplikler için grafik eğrilerinin regresyon (ampirik) denklemleri ve onların korelasyon katsayıları elde edilmiştir. Bu denklemler ve onların korelasyon katsayılarının değerleri Tablo 4.3'de verilmiştir.

**Tablo 4.3** İplik geriliminin sarım hızına bağlı olarak değişiminin ampirik denklemleri ve korelasyon katsayıları

İplik numarası (Ne)	Gerilimin regresyon denklemleri $F = f(\mathcal{G})$		Korelasyon katsayısı	
	Konik Bobinden Beslemede	Silindirik Bobinden Beslemede	Konik Bobinden Beslemede	Silindirik Bobinden Beslemede
36/1	$F = -5 \cdot 10^{-8}V^3 + 0,0001V^2 - 0,049V + 10,193$	$F = 2 \cdot 10^{-8}V - 6 \cdot 10^{-5}V^2 + 0,0732V - 9,9118$	$R^2 = 0,9852$	$R^2 = 0,9682$
20/1	$F = 4 \cdot 10^{-8}V^3 - 9 \cdot 10^{-5}V^2 + 0,0678V - 7,2079$	$F = 4 \cdot 10^{-8}V^3 - 7 \cdot 10^{-5}V^2 + 0,048V - 6,413$	$R^2 = 0,9782$	$R^2 = 0,999$
20/2	$F = -10^{-8}V^3 + 310^{-5}V^2 - 0,0074V + 4,6217$	$F = -10^{-7}V^3 + 0,0002V^2 - 0,0979V + 18,328$	$R^2 = 0,9941$	$R^2 = 0,9922$

Tablo 4. 3'den görüldüğü gibi alınan ampirik denklemler her üç iplik için ve her iki beslemede ipliğin geriliminin değişimini çok yüksek olasılıkla yansıtmaktadır. Bunu denklemler için elde edilmiş  $R^2$  korelasyon katsayısının değerleri açıkça kanıtlamaktadır.

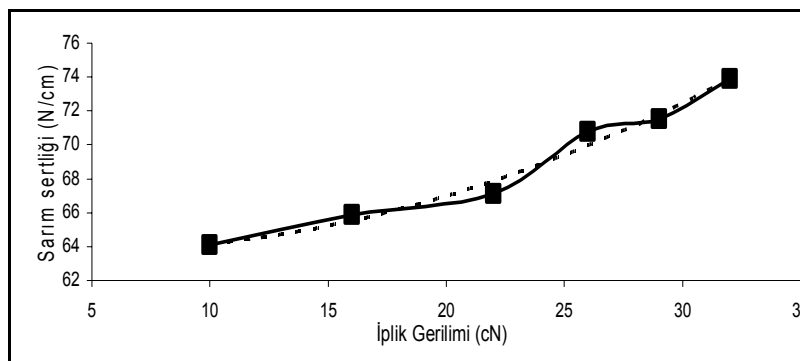
## 4.2. İplik Geriliminin Sarım Yoğunluğuna ve Sertliğine Etkisinin Deneysel İncelenmesi

İplik geriliminin sarım yoğunluğuna ve sertliğine etkisinin deneysel incelenmesi 24/1 Ne pamuk ipliği için makinanın 850 m/dak sarım hızında gerçekleştirilmiştir. İnceleme her gerilim değeri için 3'er bobinde yapılmış ve elde edilen verilerin ortalama değerleri hesaplanmıştır. Sarım sertliği değeri her bobin için bobinin uzunluğu boyunca 6 farklı noktadan, çapı boyunca 3 farklı noktadan değer alınarak yani her bobinden 18 farklı noktadan değer alınarak hesaplanmış ve ortalama değeri belirlenmiştir. Bobinin yoğunluğu ise üçer bobinin ortalama yoğunluğu gibi belirlenmiştir. Elde edilen değerler Tablo 4.4'de gösterilmiştir.

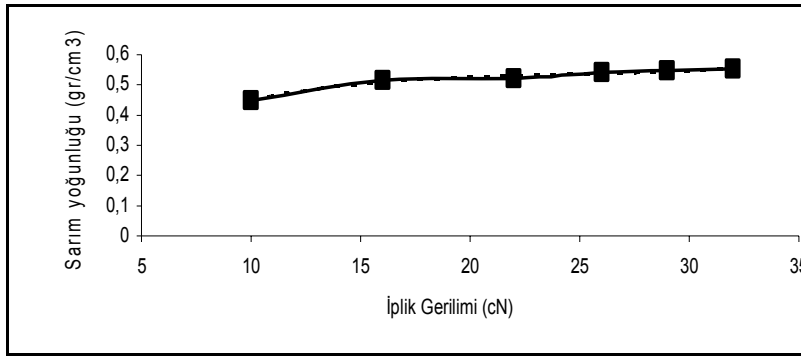
**Tablo 4.4** İplik gerilimine bağlı olarak sarım sertliği ve yoğunluğunun değerleri

Sıra Numarası	İplik Gerilimi (cN)	Ortalama Sarım Sertliği (N/cm)	Ortalama Sarım Yoğunluğu (gr/cm <sup>3</sup> )
1	10	64,08	0,449
2	16	65,86	0,515
3	22	67,11	0,521
4	26	70,76	0,542
5	29	71,51	0,547
6	32	73,9	0,554

Tablodan da açıkça görüldüğü üzere gerilimin artmasıyla iplikler bobine daha sıkı bir şekilde sarılmakta ve dolayısıyla sarım sertliği ve yoğunluğu da daha büyük değerler almaktadır. Bu değişimin grafikleri de Şekil 4.4 ve Şekil 4.5'deki gibi olmaktadır.



**Şekil 4.4** İplik geriliminin etkisi ile sarım sertliğinin değişimi



**Şekil 4.5** İplik geriliminin etkisi ile sarım yoğunluğunun değişimi

Tablolarda düz eğriler deney değerlerine göre yapılmış eğrileri, kesik çizgilerden oluşan eğriler ise düzeltilmiş regresyon eğrileri ifade etmektedir.

Bu verilerine göre iplik gerilimi ile sarım sertliği ve yoğunluğu arasındaki ilişkiyi matematiksel olarak ifade etmek amacıyla Excel programında grafik eğrilerinin regresyon denklemleri ve onların korelasyon katsayıları elde edilmiştir. Bu denklemler ve onların korelasyon katsayılarının değerleri Tablo 4.5’de verilmiştir.

**Tablo 4.5** Gerilime bağlı olarak sarım sertliğinin ve yoğunluğunun ampirik denklemleri ve korelasyon katsayıları

İplik numarası (Ne)	Sarım sertliği ve yoğunluğunun regresyon denklemleri		Korelasyon katsayısı	
	Sarım Sertliği [S=f(F)]	Sarım Yoğunluğu [Y=f(F)]	Sarım Sertliği	Sarım Yoğunluğu
24/1	$S = 5 \cdot 10^{-6}F^3 + 0,013F^2 - 0,1098F + 63,943$	$Y = 2 \cdot 10^{-5}F^3 - 0,0016F^2 + 0,0396F + 0,1899$	$R^2 = 0,98$	$R^2 = 0,978$

Tablo 4.5’ten görünen odur ki, alınan ampirik denklemler sarım sertliğinin ve sarım yoğunluğunun ipliğin gerilimine bağlı olarak değişimini çok yüksek olasılıkla yansıtmaktadır. Bunu denklemler için elde edilmiş  $R^2$  korelasyon katsayısının değerleri açıkça kanıtlamaktadır.

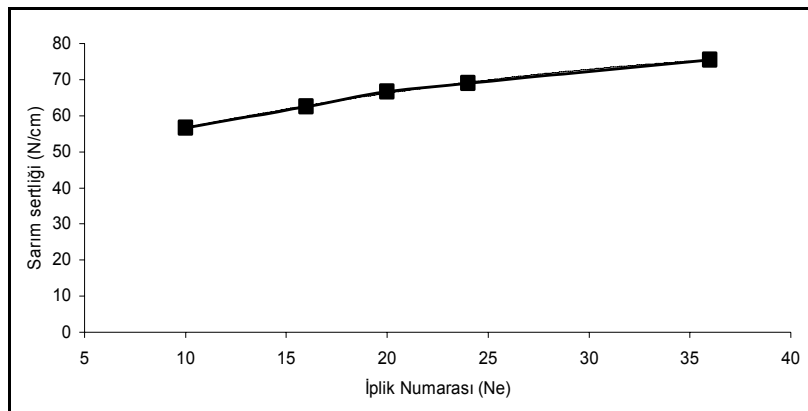
### 4.3. İplik Numarasının Sarım Yoğunluğuna ve Sertliğine Etkisinin Deneysel İncelenmesi

Bu test türünde 36/1 Ne, 24/1 Ne, 20/1 Ne, 16/1 Ne ve 20/2 Ne gibi 5 farklı numaralı iplik 850 m/dak sarım hızında, ortalama 26 cN iplik gerilim değerlerinde üçer bobin sarılmışlardır. Elde edilen veriler Tablo 4.6’da gösterilmiştir. Verilerde her iplik numarasında test edilen her üç bobinin ortalaması yer almaktadır. Sarım sertliği değeri her bobin için bobinin uzunluğu boyunca 6 farklı noktadan, çapı boyunca 3 farklı noktadan değer alınarak yani her bobinden 18 farklı noktadan ölçüm değerleri alınarak hesaplanmıştır.

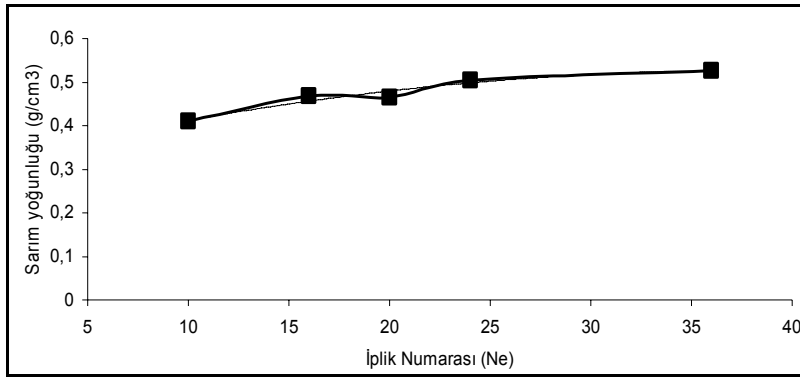
**Tablo 4.6** İplik numarasına bağlı olarak sarım sertliğinin ve yoğunluğunun değerleri

Sıra Numarası	İplik Numarası (Ne)	Ortalama Sarım Sertliği (N/cm)	Ortalama Sarım Yoğunluğu (gr/cm <sup>3</sup> )
1	36/1	75,5	0,526
2	24/1	68,9	0,504
3	20/1	66,7	0,465
4	16/1	62,58	0,468
5	20/2	56,7	0,410

Tablodan da görüleceği üzere sabit hızda, sabit gerilim değerlerinde her 5 numaranın da sarım sertliği ve sarım yoğunluğu değerleri kıyaslandığında ince ipliklerin değerleri daha yüksek olmaktadır. Sarım sertliği ve sarım yoğunluğu değerlerinin iplik numarasına göre grafiklerini Şekil 4.6 ve Şekil 4.7’de görmekteyiz.



**Şekil 4.6** Sarım sertliğinin iplik numarasına göre değişimi grafiği



**Şekil 4.7** Sarım yoğunluğunun iplik numarasına göre değişimi grafiği

İplik numaralarına bağlı olarak sarım sertliğinin değişiminin ampirik denklemi;

$$S = -0,0144 N^2 + 1,3836 N + 44,307 \quad (R^2=0,998) \dots\dots\dots 4.4$$

İplik numaralarına bağlı olarak sarım yoğunluğunun değişiminin ampirik denklemi;

$$Y = -0,0001 N^2 + 0,0111 N + 0,316 \quad (R^2=0,95) \dots\dots\dots 4.5$$

Grafiklerde gösterilen düz siyah eğriler deney sonuçlarından elde edilen verilerin grafiğini, kesikli eğriler ise regresyon denkleminin düzeltme eğrilerini göstermektedir. Deney sonuçlarında elde edilen denklemlerin düzeltme eğrileri deney grafiklerine çok yakın olduğu için fark edilememektedir. Bunun yanında  $R^2$  değerlerinden de anlaşıldığı üzere elde ettiğimiz denklemler yapılan deneye oldukça uygundur.

#### **4.4. Sarım Hızının Sarım Yoğunluğu ve Sertliğine Etkisinin Deneysel İncelenmesi**

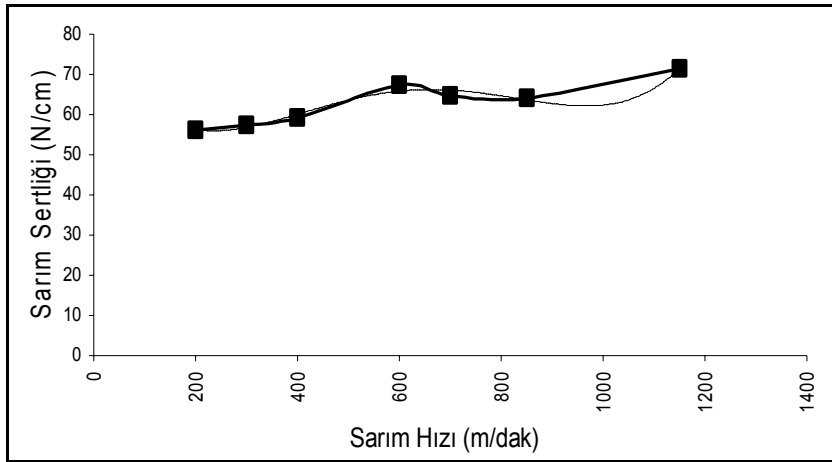
Sarım hızının sarım sertliğine ve yoğunluğuna etkisini ölçmek amacıyla 36/1 Ne, 20/1 Ne ve 20/2 Ne iplikler 7 farklı sarım hızında sarılmış ve her bir sarım hızındaki sarım yoğunlukları hesaplanmış ve sarım sertliği Shoremetre cihazı ile bobin üzerinde uzunluk boyunca 6 farklı, çap boyunca 3 farklı nokta için değerlendirilmiştir. Yani sarım sertliğinin her bobin için 18 farklı noktadaki ortalama değeri alınmıştır. Değerlendirmelerde konik ve silindirik bobinlerden olmak üzere iki farklı iplik besleme türü için kıyaslama yapılmıştır. Sonuç olarak çıkan değerler Tablo 4.7.'deki gibidir.

**Tablo 4.7** Sarım hızına bağlı olarak sarım sertliği ve yoğunluğunun değerleri

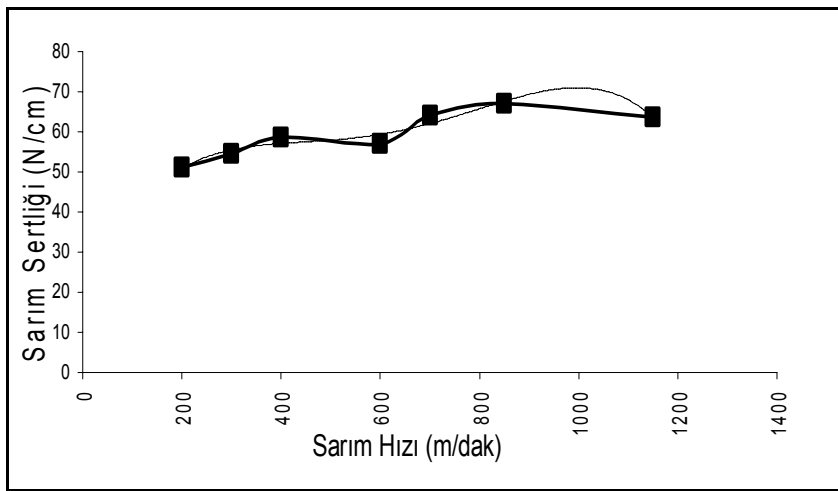
Sıra No	Sarım Hızı (m/dak)	İplik Numarası (Ne)	Konik Bobinden Beslemeli Sarım		Silindirik Bobinden Beslemeli Sarım	
			Sarım Sertliği (N/cm)	Sarım Yoğunluğu (gr/cm <sup>3</sup> )	Sarım Sertliği (N/cm)	Sarım Yoğunluğu (gr/cm <sup>3</sup> )
1	200	36 / 1	56,18	0,44	57,6	0,423
2	300		57,35	0,462	59,2	0,414
3	400		59,18	0,491	60,6	0,441
4	600		67,4	0,532	64,5	0,478
5	700		64,6	0,493	65,9	0,44
6	850		64,06	0,514	67,9	0,464
7	1150		71,4	0,506	74,3	0,52
8	200	20 / 1	51,11	0,411	62,3	0,422
9	300		54,58	0,424	62,4	0,43
10	400		58,6	0,454	54,5	0,421
11	600		57,02	0,434	57,5	0,446
12	700		64,2	0,482	57,9	0,435
13	850		67,1	0,468	61,8	0,451
14	1150		63,7	0,438	66,3	0,462
15	200	20 / 2	46,6	0,431	43,91	0,358
16	300		47,5	0,408	45,73	0,354
17	400		44,2	0,418	49,91	0,395
18	600		45	0,434	49,53	0,416
19	700		45,2	0,406	53,8	0,386
20	850		52,6	0,433	58,41	0,418
21	1150		52,9	0,455	58,11	0,447

Sarım hızına bağlı olarak sarım sertliğinin değişimi grafikleri aşağıdaki şekilde olmuştur. Bu grafiklerde tam çizgilerden oluşan eğriler deney değerlerine göre yapılmış eğrileri, kesik çizgilerden oluşan eğriler ise düzeltilmiş regresyon eğrilerini ifade etmektedir. Şekil 4.8 ve Şekil 4.9'dan da görüldüğü üzere sarım hızı arttıkça sarımın sertlik derecesi de artmaktadır.

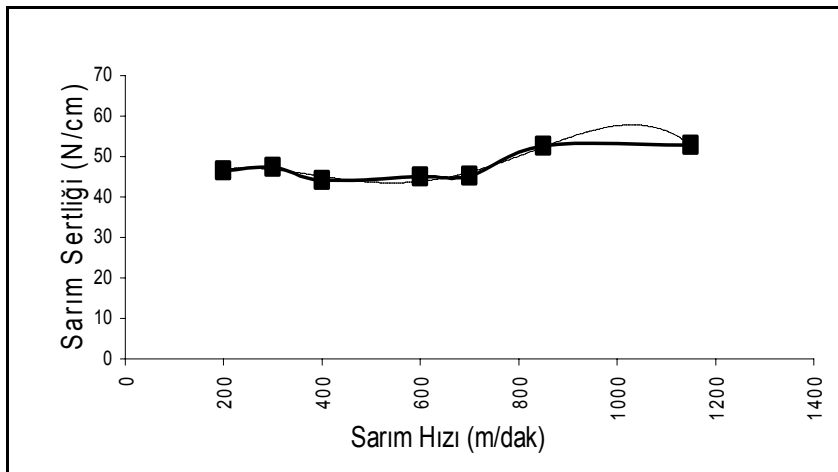
Şekil 4.8 ve Şekil 4.9'un verilerine göre sarım sertliği ile sarım hızı arasındaki ilişkiyi matematiksel olarak ifade etmek amacıyla Excel programında her üç numaralı iplikler için grafik eğrilerinin regresyon (ampirik) denklemleri ve onların korelasyon katsayıları elde edilmiştir. Bu denklemler ve onların korelasyon katsayılarının değerleri Tablo 4.8'de verilmiştir.



a)



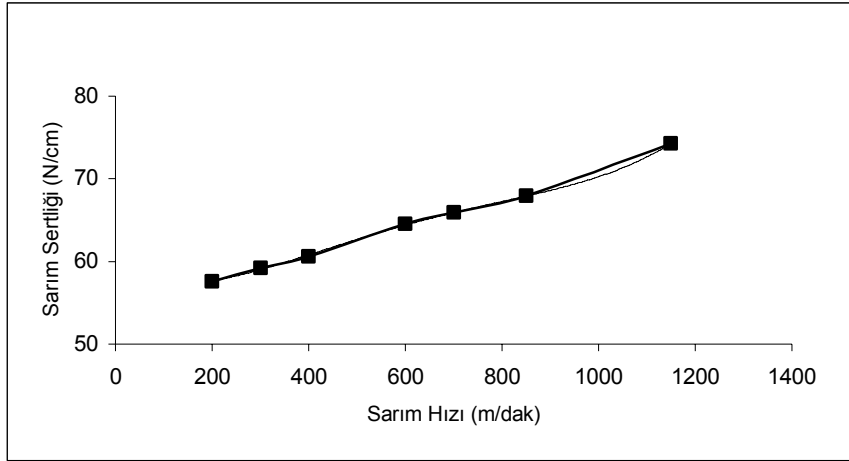
b)



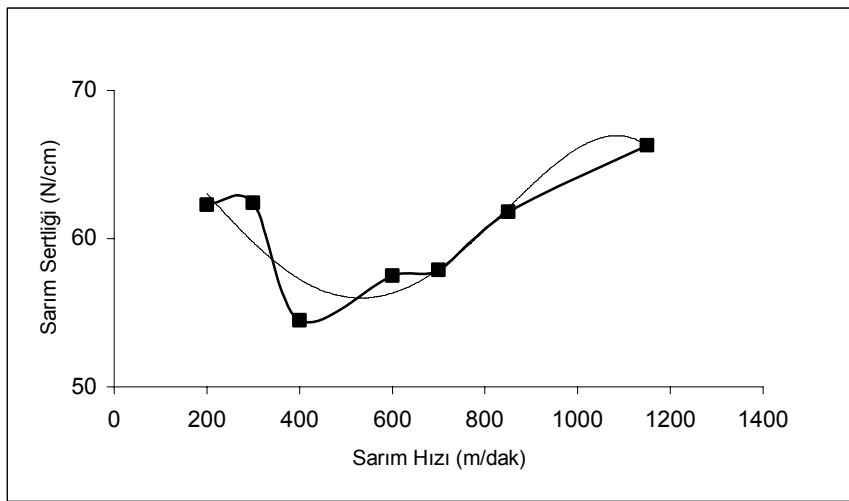
c)

**Şekil 4.8** Konik bobinden beslemede sarım sertliğinin hıza bağlı değişimi grafikleri  
 a) 36/1 Ne için b) 20/1 Ne için c) 20/2 Ne için

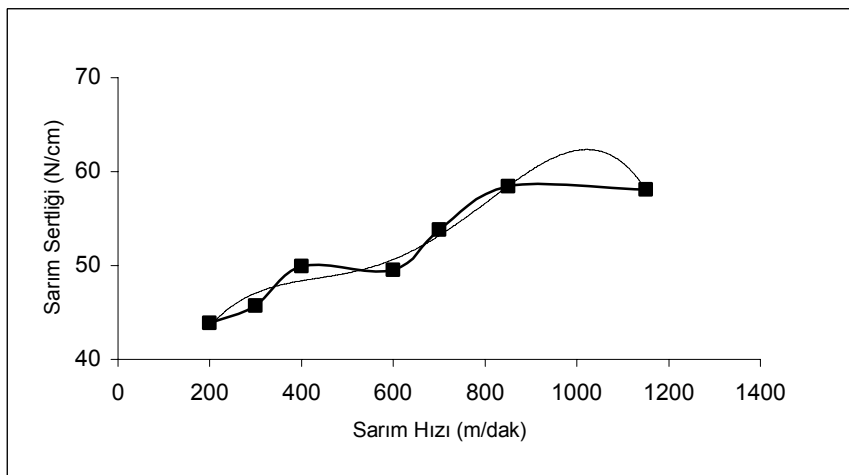




a)



b)



c)

Şekil 4.9 Silindirik bobinden beslemede sarım sertliğinin hıza bağlı değişimi grafikleri

a)36/1 Ne için, b)20/1 Ne için, c)20/2 Ne için

**Tablo 4.8** Sarım sertliğinin sarım hızına bağlı olarak değişiminin ampirik denklemleri ve korelasyon katsayıları

İplik numarası (Ne)	Sarım sertliğinin regresyon denklemleri [S=f(V)]		Korelasyon katsayısı	
	Konik Bobinden Beslemede	Silindirik Bobinden Beslemede	Konik Bobinden Beslemede	Silindirik Bobinden Beslemede
36/1	$S = 4 \cdot 10^{-10}V^4 - 9 \cdot 10^{-7} V^3 + 0,0008V^2 - 0,2259V + 77,55$	$S = 5 \cdot 10^{-11}V^4 - 10^{-7} V^3 + 0,0001V^2 - 0,0204V + 58,24$	$R^2 = 0,9679$	$R^2 = 0,9996$
20/1	$S = -3 \cdot 10^{-10}V^4 + 9 \cdot 10^{-7} V^3 - 0,0007V^2 + 0,2699V + 19,77$	$S = -10^{-10}V^4 + 2 \cdot 10^{-7} V^3 - 0,0001V^2 - 0,017V + 69,005$	$R^2 = 0,9318$	$R^2 = 0,8216$
20/2	$S = -3 \cdot 10^{-10}V^4 + 8 \cdot 10^{-7} V^3 - 0,0007V^2 + 0,192V + 28,423$	$S = -310^{-10}V^4 + 7 \cdot 10^{-7} V^3 - 0,0006V^2 + 0,2062V + 19,80$	$R^2 = 0,9556$	$R^2 = 0,9694$

Sarım sertliğinin düzgünsüzlüğünü tespit etmek için shoremetre değerlerinin orta kare sapma (standart sapma), dispersiyon (varyans) ve varyasyon katsayıları her bir deney seti için belirlenmiş ve buna göre sarım sertliği değerlerinin söz konusu istatistik parametreleri Tablo 4.9 ve Tablo 4.10'da verilmiştir.

**Tablo 4.9** Konik bobinden beslemede sarım hızına bağlı olarak sarım sertliğinin istatistiksel verileri

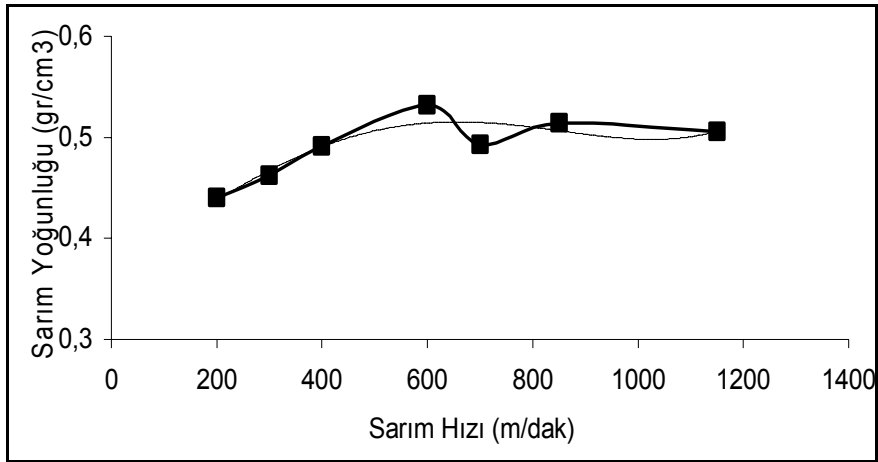
Sıra No	Sarım Hızı (m/dak)	İplik Numaraları (Ne)	İstatistiksel Veriler			
			Ortalama Değeri (N/cm)	Standart Sapma (cN)	Dispersiyon (cN)	Varyasyon Katsayısı (C.V.)(%)
1	200	36/1	56,17	11,00	120,97	0,196
2	300		57,94	11,46	131,23	0,198
3	400		59,22	14,63	214,07	0,247
4	600		67,44	12,24	149,91	0,182
5	700		64,61	9,34	87,31	0,145
6	850		64,11	9,67	93,52	0,151
7	1150		71,5	8,54	72,97	0,119
8	200	20/1	51,17	12,56	157,68	0,245
9	300		54,61	13,63	185,66	0,250
10	400		58,67	9,51	90,35	0,162
11	600		57,06	10,22	104,53	0,179
12	700		64,22	9,38	88,07	0,146
13	850		67,17	8,91	79,32	0,133
14	1150		63,72	10,19	103,74	0,160
15	200	20/2	46,67	11,36	128,94	0,243
16	300		47,61	12,08	146,02	0,254
17	400		44,28	10,89	118,57	0,246
18	600		45,11	11,83	139,87	0,262
19	700		45,22	11,55	133,36	0,255
20	850		52,67	8,01	64,12	0,152
21	1150		53,00	8,30	68,82	0,157

**Tablo 4.10** Silindirik bobinden beslemede sarım hızına bağlı olarak sarım sertliğinin istatistiksel verileri

Sıra No	Sarım Hızı (m/dak)	İplik Numaraları (Ne)	İstatistiksel Veriler			
			Ortalama Değeri (N/cm)	Standart Sapma (cN)	Dispersiyon (cN)	Varyasyon Katsayısı (C.V.) (%)
1	200	36/1	56,78	10,23	104,65	0,180
2	300		59,28	9,92	98,33	0,167
3	400		60,72	9,55	91,27	0,157
4	600		64,56	8,91	79,32	0,138
5	700		66,00	8,99	80,82	0,136
6	850		68,00	10,44	108,94	0,153
7	1150		74,33	6,54	42,82	0,088
8	200	20/1	62,33	8,90	79,18	0,143
9	300		62,5	9,15	83,68	0,146
10	400		54,56	12,20	148,85	0,224
11	600		57,56	9,96	99,20	0,173
12	700		57,94	12,38	153,23	0,214
13	850		61,83	10,49	110,03	0,170
14	1150		66,33	9,44	89,06	0,142
15	200	20/2	43,94	11,19	125,23	0,255
16	300		45,78	10,36	107,36	0,226
17	400		49,94	10,01	100,29	0,201
18	600		49,56	9,89	97,91	0,200
19	700		53,83	9,72	94,38	0,180
20	850		58,44	8,73	76,26	0,149
21	1150		58,17	10,61	112,62	0,182

Tablo 4.9 ve Tablo 4.10'dan da görüldüğü üzere iplik numarası arttıkça varyasyon katsayısı da azalmıştır. Yani iplik kalınlaştıkça varyasyonu da artmaktadır.

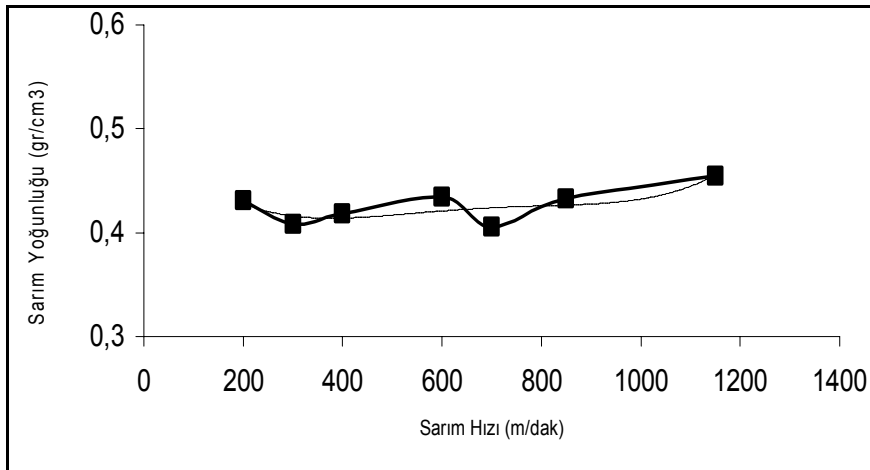
Sarım hızına bağlı olarak sarım yoğunluğunun da değişimi incelenmiş ve grafikleri Şekil 4.10 ve Şekil 4.11'de verilmiştir. Grafiklerde tam çizgilerden oluşan eğriler deney değerlerine göre yapılmış eğrileri, kesik çizgilerden oluşan eğriler ise düzeltilmiş regresyon eğrilerini ifade etmektedir.



a)

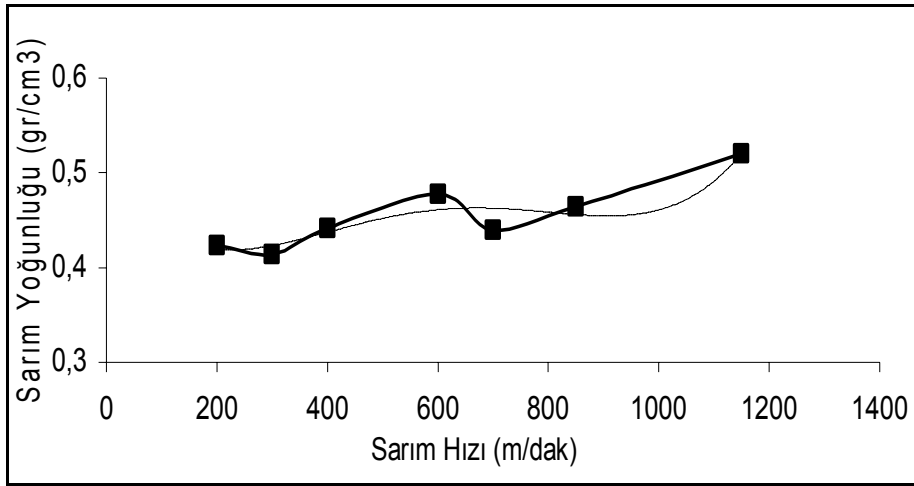


b)

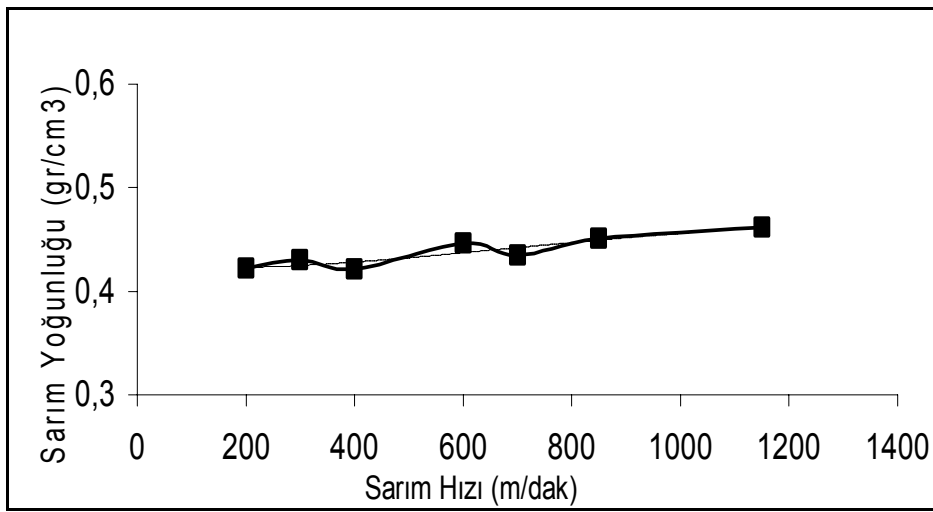


c)

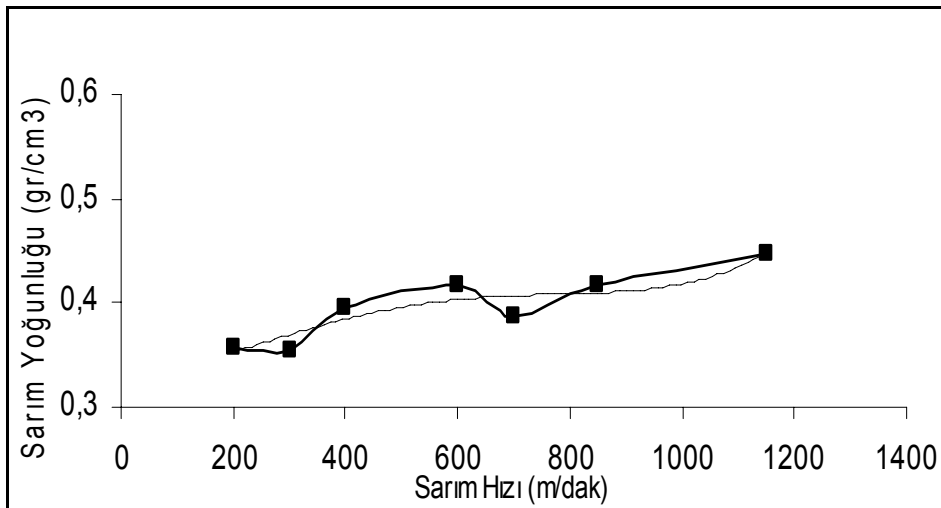
Şekil 4.10 Konik bobinden beslemede sarım yoğunluğunun hıza bağlı değişimi grafikleri a) 36/1 Ne için, b) 20/1 Ne için, c) 20/2 Ne için



a)



b)



c)

Şekil 4.11 Silindirik bobinden beslemede sarım yoğunluğunun hıza bağlı değişimi grafikleri a) 36/1 Ne için, b) 20/1 Ne için, c) 20/2 Ne için

Şekillerden görüldüğü üzere sarım hızı arttıkça sarımın yoğunluğu da artmaktadır. Sarım hızına bağlı olarak sarım yoğunluğunun oluşturduğu grafiklerin regresyon denklemleri ve varyasyon katsayıları Excel programında hesaplanmış ve Tablo 4.11’de verilmiştir.

**Tablo 4.11** Sarım yoğunluğunun sarım hızına bağlı olarak değişiminin ampirik denklemleri ve korelasyon katsayıları

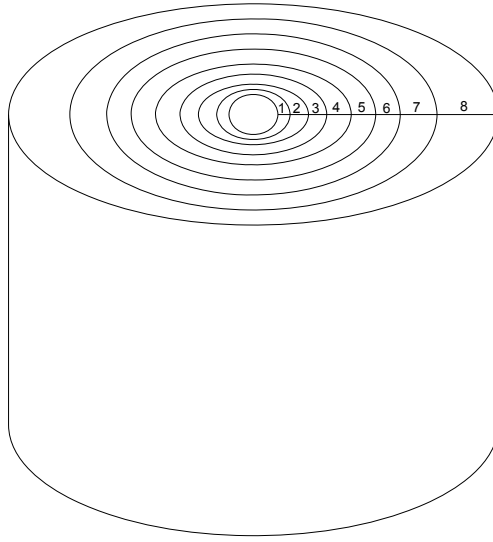
İplik numarası (Ne)	Sarım yoğunluğunun regresyon denklemleri [Y=f(V)]		Korelasyon katsayısı	
	Konik Bobinden Beslemede	Silindirik Bobinden Beslemede	Konik Bobinden Beslemede	Silindirik Bobinden Beslemede
36/1	$Y = 5 \cdot 10^{-13}V^4 - 9 \cdot 10^{-10} V^3 + 210^{-7}V^2 + 0,0003V + 0,3699$	$Y = 2 \cdot 10^{-12}V^4 - 4 \cdot 10^{-9} V^3 + 3 \cdot 10^{-6}V^2 - 0,0009V + 0,504$	$R^2 = 0,8507$	$R^2 = 0,8779$
20/1	$Y = -9 \cdot 10^{-13}V^4 + 2 \cdot 10^{-9} V^3 - 2 \cdot 10^{-6}V^2 + 0,0009V + 30,26$	$Y = 4 \cdot 10^{-14}V^4 - 2 \cdot 10^{-10} V^3 + 2 \cdot 10^{-7}V^2 - 5 \cdot 10^{-5}V + 0,4274$	$R^2 = 0,7196$	$R^2 = 0,8528$
20/2	$Y = 7 \cdot 10^{-13}V^4 - 2 \cdot 10^{-9} V^3 + 2 \cdot 10^{-6}V^2 - 0,0007V + 0,5111$	$Y = 5 \cdot 10^{-13}V^4 - 9 \cdot 10^{-10} V^3 + 5 \cdot 10^{-7}V^2 + 6 \cdot 10^{-5}V + 0,327$	$R^2 = 0,6461$	$R^2 = 0,845$

#### 4.5. Sarım Yoğunluğu ve Sertliğinin Bobinin Çapına Bağlı Olarak Değişiminin Deneysel İncelenmesi

Bobin boyama işleminde boyamanın kalitesini etkileyen önemli faktörlerden biri de sarım yoğunluğunun bobinin çapı ve genişliği boyunca dağılımıdır. Yapılmış araştırmalarla tespit edilmiştir ki bobinin sarım yapısının yoğunluğu farklı çaplarda ve genişliği boyunca farklı yerlerde farklı değerlere sahiptir. Yoğunluğu farklı olan yerlerdeki ipliklerin boyanması farklı olacaktır. Zira sert yerlerde ipliklerin boya alımı gevşek yerdekine nispeten daha zorlaşacaktır ve bu yüzden de boyama hataları ve abraj hataları artacaktır. Buna göre de bobinin çapı ve genişliği boyunca yoğunluğun dağılımının incelenmesi ve değerlendirilmesi boyama açısından oldukça önemlidir.

Bu amaçla çalışmada bobinin çapı ve genişliği boyunca dağılımı deneysel olarak incelenmiştir. Bu çalışmada 36/1 Ne ve 20/1 Ne numaradaki iplikler 700 m/dak. sarım

hızında 36/1 Ne için 17 cN, 20/1 Ne için 14 cN gerilim değerinde birer bobin sarılmıştır. Her bobine 8 katta iplik sarılmıştır (Şekil 4.12). Katların birbirinden ayrılması için her bir kat sarıldıktan sonra aralarına genişliği 2cm olan bobinin uzunluğu kadar kağıt yerleştirilmiş ve sarma işlemi devam ettirilmiştir. Böylece sarma sırasında 8 kat için bobinin yoğunluğu ve sertliği elde edilmiştir. Bu işlem sonra da çözme sırasında tekrarlanmıştır.



**Şekil 4.12** Bobin üzerinde sarım katlarının görünümü

Bobinin çapı onun çevresinin uzunluğuna göre belirlenmiştir. Bobinin çevresinin uzunluğu ise mezuro ile ölçülmüştür. Bobinin genişliği ise cetvelle ölçülmüştür.

Her bir katın hacmi aşağıdaki 4.6 formülünden elde edilmiştir

$$V_k = \pi H_d (D_{si}^2 - D_i^2) / 4 \dots\dots\dots 4.6$$

Burada  $V_k$  – sarım katının hacmi,

$H_d$  – bobinin cari katının uzunluğu,

$D_{si}$  – bobinin cari katının dış çapı,

$D_i$  – bobinin cari katının iç çapıdır

Bu formülle hem her bir katın hacmi, hem de bu katların altında oluşan tam bobinin hacimleri hesaplanmıştır.

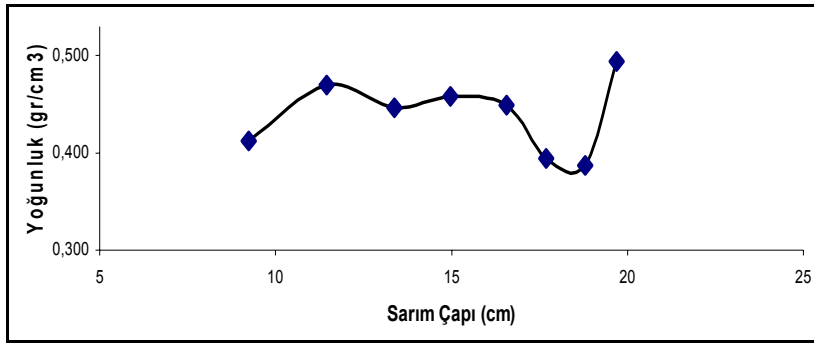
İncelemeden elde edilen veriler Tablo 4.12’de sunulmuştur. Tablodan görüldüğü gibi 8. sütundan da anlaşılacağı üzere 36/1 Ne’de de, 20/1 Ne’de de sarım katı arttıkça dolayısıyla bobinin sarım çapı arttıkça sarım sertliği de artmıştır. 6. ve 7. sütunlarda yer alan bobinin üzerinde bulunan tüm ipliğin sarım yoğunluğunu yorumlayacak olursak, her ne kadar değerler arasında sapmalar olsa da sarımın kat sayısı arttıkça sarım yoğunluğu da artmıştır.

**Tablo 4.12** Bobinin çapı boyunca sarım yoğunluğunun ve sertliğinin değerleri

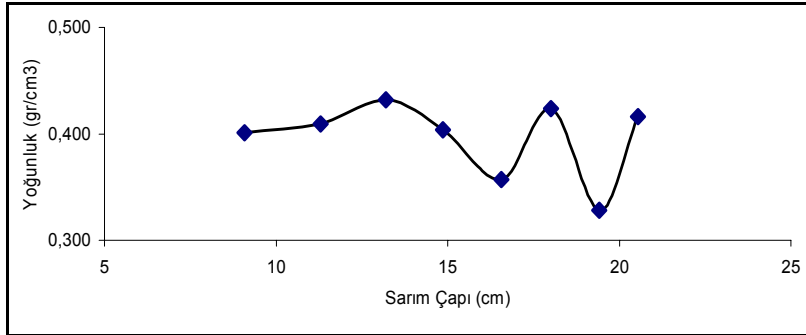
Sıra No	İplik No (Ne)	Sarım Çapı (cm)	Sarım yoğunluğu (gr/cm <sup>3</sup> )				Sarım Sertliği (N/cm)	
			Sarım Katı İçin		Tüm Bobin İçin		Tüm Bobin İçin	
			Sarım Sırasında	Çözüm Sırasında	Sarım Sırasında	Çözüm Sırasında	Sarım Sırasında	Çözüm Sırasında
1	2	3	4	5	6	7	8	9
2	36/1	9,24	0,412	0,469	0,412	0,442	64,87	65,1
3		11,46	0,470	0,455	0,441	0,459	63,38	63,72
4		13,38	0,446	0,463	0,442	0,456	60,94	59,72
5		14,97	0,458	0,403	0,445	0,457	59,66	58,6
6		16,56	0,449	0,476	0,447	0,447	57,33	57,05
7		17,7	0,394	0,381	0,439	0,45	54,43	54,67
8		18,8	0,387	0,415	0,432	0,441	54,38	54,44
9		19,7	0,494	0,494	0,438	0,438	52,44	52,6
10		20/1	9,08	0,401	0,414	0,401	0,43	58,99
11	11,3		0,409	0,396	0,405	0,421	57,94	57,83
12	13,2		0,432	0,417	0,414	0,413	54,1	53,66
13	14,87		0,404	0,418	0,411	0,415	52,77	52,77
14	16,56		0,357	0,384	0,399	0,416	50,99	52,05
15	18		0,424	0,429	0,403	0,412	49,21	48,05
16	19,42		0,328	0,326	0,398	0,413	48,55	49,71
17	20,54		0,416	0,416	0,401	0,401	47,5	45,88

Elde edilen verilerde her bir iplik numarası için yoğunluk ve sertlik değerlerinin grafikleri oluşturulmuştur. Bunlar 36/1 Ne ve 20/1 Ne’nin deney değerlerinden elde edilen veriler ile Şekil 4.13’de sarım sırasında sarım yoğunluğunun sarım katında değişimi, Şekil 4.14’de çözüm sırasında sarım yoğunluğunun sarım katında değişimi ve Şekil 4.15’de sarım sırasında sarım yoğunluğunun iplik sarılı tüm bobin için değişimi Şekil 4.16’da çözüm sırasında sarım yoğunluğunun iplik sarılı tüm bobin için değişimi, Şekil 4.17’de sarım sırasında ve Şekil 4.18’de ise çözüm sırasında sarım sertliğinin bobin üzerinde değişimleri şeklinde gösterilmiştir.



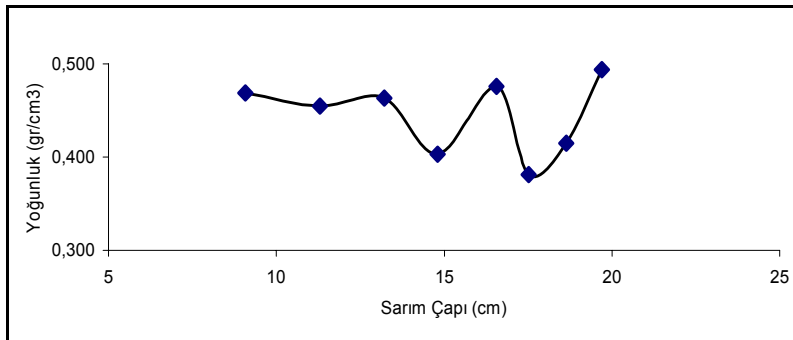


a)

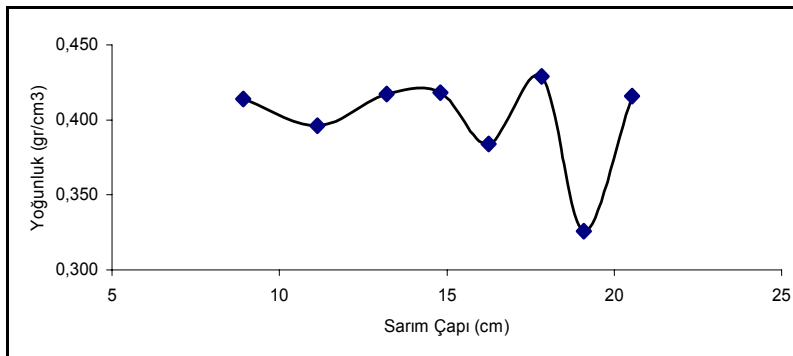


b)

**Şekil 4.13** Sarma sırasında sarım çapına bağlı olarak sarım katı için yoğunluğun değişimi grafikleri: **a)** 36/1 Ne için **b)** 20/1 Ne için

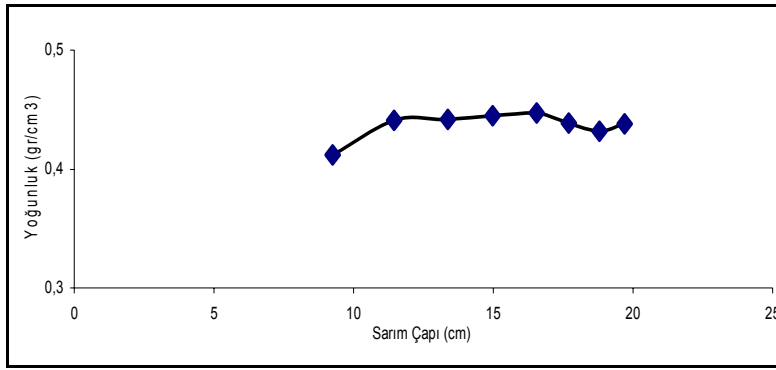


a)

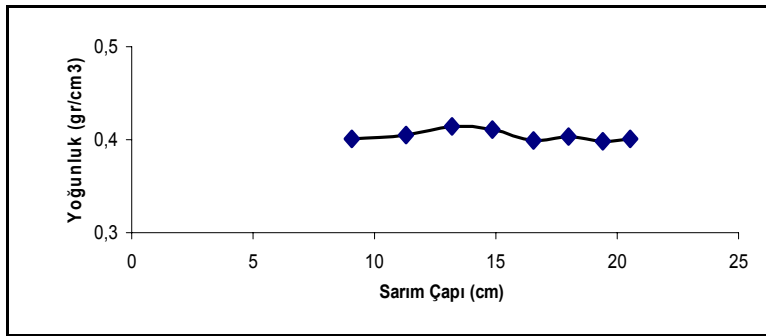


b)

**Şekil 4.14** Çözme sırasında sarım çapına bağlı olarak sarım katı için yoğunluğun değişimi grafikleri: **a)** 36/1 Ne için **b)** 20/1 Ne için

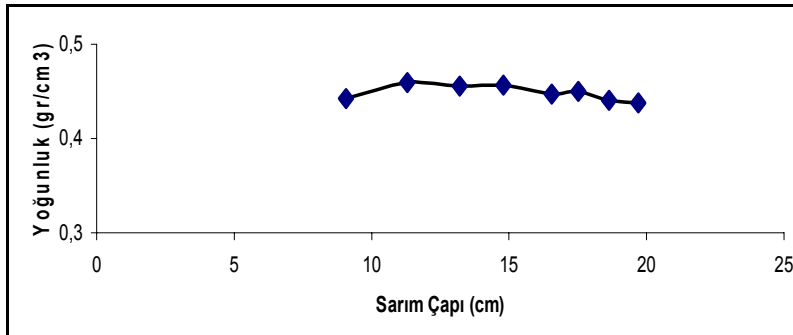


a)

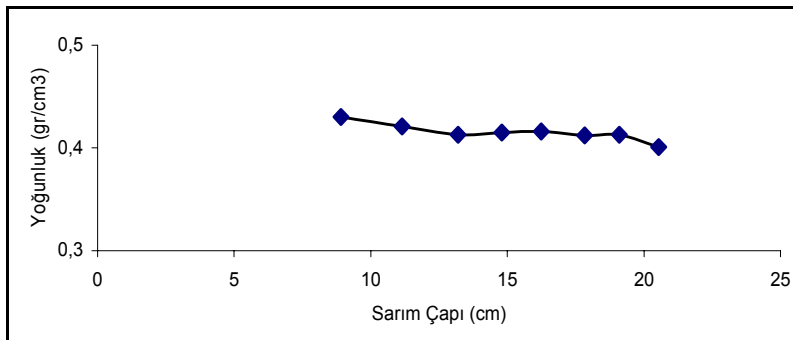


b)

**Şekil 4.15** Sarıma sırasında sarım çapına bağlı olarak tüm bobin için yoğunluğun değişimi grafikleri: **a)** 36/1 Ne için **b)** 20/1 Ne için

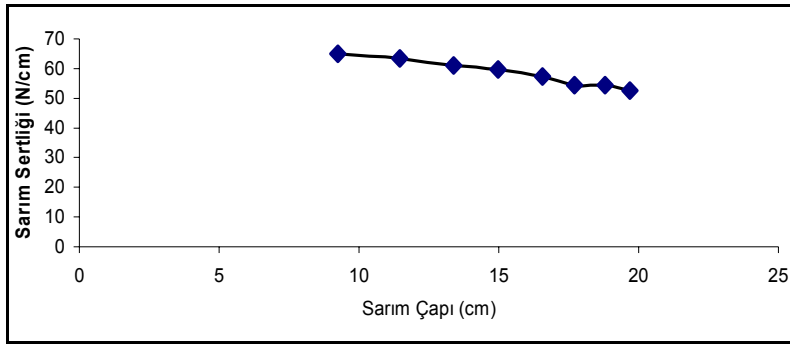


a)

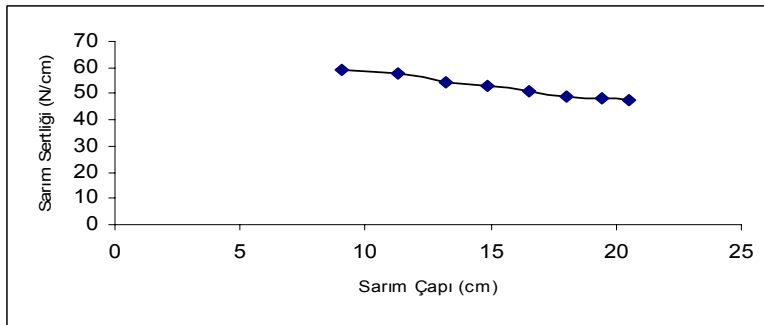


b)

**Şekil 4.16** Çözme sırasında sarım çapına bağlı olarak tüm bobin için yoğunluğun değişimi grafikleri; **a)** 36/1 Ne için **b)** 20/1 Ne için

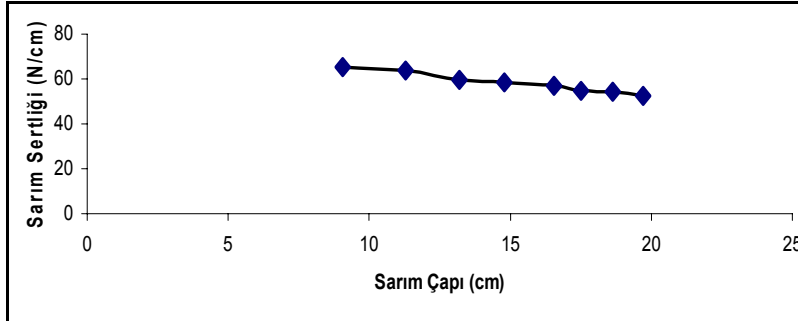


a)

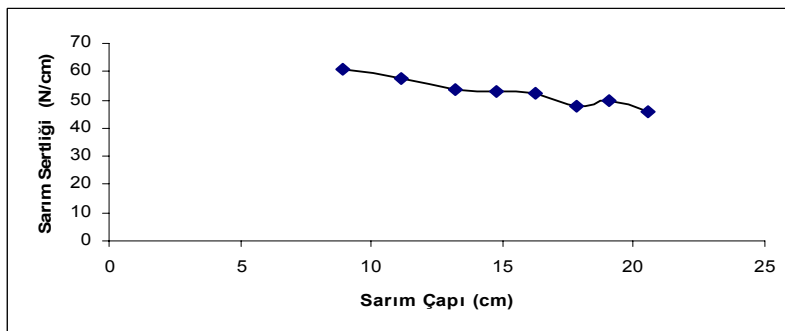


b)

**Şekil 4.17** Sarma sırasında sarım çapına bağlı olarak tüm bobin için sarım sertliğinin değişimi grafikleri: **a)** 36/1 Ne için **b)** 20/1 Ne için



a)

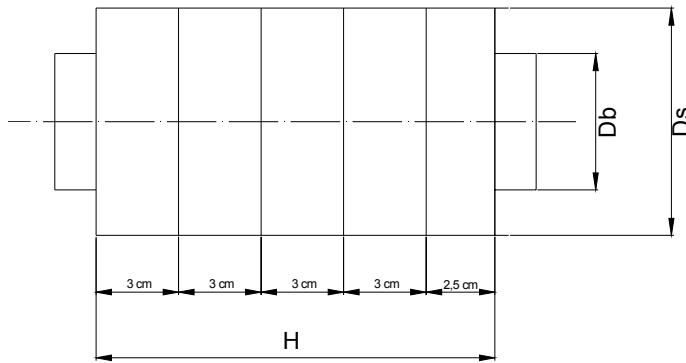


b)

**Şekil 4.18** Çözme sırasında sarım çapına bağlı olarak tüm bobin için sarım sertliğinin değişimi grafikleri: **a)** 36/1 Ne için **b)** 20/1 Ne için

#### 4.6. Sarım Sertliğinin Bobinin Uzunluğuna Bağlı Olarak Değişimi

5 farklı iplik numarasının 850 m/dak sarım hızında her numaradan 3'er bobin olacak şekilde sarılması sonucunda sarım sertliği değerleri elde edilmiştir. Yapılmış olan deneylerde elde edilen sarım sertliği değerleri bobin uzunluğu boyunca Şekil 4.19'dan da görüldüğü üzere 6 farklı noktada, çapı boyunca ise 3 farklı noktada ölçüm yapılarak sağlanmıştır. Yani sarılmış bir bobinin 18 farklı noktasından değer alınmıştır (Tablo 4.13). Bu değerlerin bobin uzunluğu boyunca değişimi de değerlendirilmiş ve sonuç olarak bobinin kenarlarında (altında ve üstünde) sarımın daha sert olduğu, ortalara doğru gidildiğinde ise sarımın kenarlara nazaran daha yumuşak olduğu sonucuna varılmıştır. Örnek olarak Şekil 4.20'de iplik numaralarına bağlı olarak uzunluk boyunca sarım sertliği değişimi grafikleri verilmiştir.



Şekil 4.19 Bobinin uzunluğu boyunca sarım sertliği değerlerinin alındığı noktalar

Tablo 4.13 Bobinin uzunluğu boyunca sarım sertliğinin değerleri

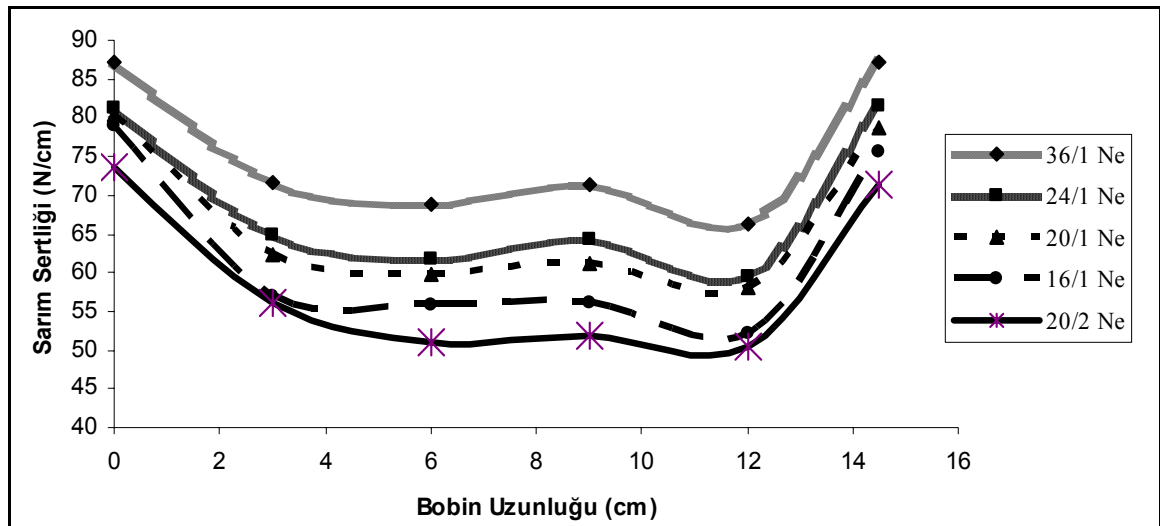
İplik Numarası (Ne)	Bobin No	Bobinin genişliği, H (cm)						Tüm Değerlerin Ortalaması
		0	3	6	9	12	14,5	
		Ortalama Sertlik Değerleri, N/cm						
36/1	1	86,3	71	67,3	68,3	64,6	88	75,51
	2	88	72	70	74	69,3	85,3	
	3	87,6	72,3	69,3	72	65,3	88,6	
24/1	1	81,3	63	61,6	64,3	59,6	81,3	68,85
	2	81,6	65,3	62,3	65	58,6	81,3	
	3	81	66	61	64	60,6	81,6	
20/1	1	80,3	61,6	57,3	61	58,3	79,3	66,74
	2	81,3	63	60	61	58,6	79	
	3	79,6	62,3	62,3	61,6	57,3	77,6	

(Devamı arkada)

İplik Numarası (Ne)	Bobin No	Bobinin genişliği (H) (cm)						Tüm Değerlerin Ortalaması
		0	3	6	9	12	14,5	
		Ortalama Sertlik Değerleri, N/cm						
16/1	1	79	58,3	58	58,6	55	77,3	62,58
	2	78	55	55,6	54,6	52,3	75,3	
	3	79,6	57,3	54	55,3	49	74,3	
20/2	1	72	51,6	50	51,3	49	70	59,06
	2	75,3	60	50,3	54,6	50,6	73	
	3	73,3	57	53	49,3	51,6	71,3	

Tablodan görüldüğü üzere iplik numarası arttıkça sarım sertliği değeri de artmıştır. Başka bir deyişle iplik inceldikçe sarım sertliği de artmaktadır.

Her bir iplik numarasındaki sarım sertliğinin bobin uzunluğunca değişimi grafikleri Şekil 4.20’de gösterilmektedir.



Şekil 4.20 Farklı iplik numaralarında sarım sertliğinin bobin uzunluğu boyunca değişimi

İnce ipliklerin sarım sertliğinin daha yüksek olduğunu belirtmiştik, şekilden de bu durum açıkça görülmektedir. Bobin uzunluğu boyunca sarım sertliğinin değişimine değinecek olursak yukarıdaki şekilden de görüldüğü üzere ve daha önce de belirtildiği üzere sertlik bobinin kenarlarında daha yüksek, ortalarında ise buna nazaran daha düşük olmaktadır. Bu durumun oluşturduğu eğriler her iplik numarasında da aynı eğimde olmuştur.

Tablo 4.13'deki 5 farklı iplik numarasının bobin uzunluğu boyunca sarım sertliği değerlerinin standart sapması, varyansı, % C.V. değerleri hesaplanmış ve regresyon analizleri yapılmıştır. Buna göre Tablo 4.13 ve Şekil 4.20'deki sonuçlardan çıkan istatistiksel veriler Tablo 4.14'deki gibi olmaktadır.

**Tablo 4.14** Bobinin uzunluğu boyunca sarım sertliğinin istatistiksel verileri

İplik No (Ne)	Regresyon Denklemi [S=F(x)]	Korelasyon Katsayısı	Standart Sapma	C.V. (%)	Varyans (Dispersiyon)
36/1	$S = 0,0125x^4 - 0,3505x^3 + 3,3436x^2 - 12,855x + 87,531$	$R^2=0,966$	9,77	0,13	95,39
			7,81	0,10	60,97
			9,65	0,13	93,05
24/1	$S = 0,0128x^4 - 0,3606x^3 + 3,464x^2 - 13,481x + 81,538$	$R^2=0,9677$	9,54	0,14	90,97
			9,59	0,14	91,94
			9,26	0,13	85,82
20/1	$S = 0,0124x^4 - 0,3512x^3 + 3,437x^2 - 13,831x + 80,556$	$R^2=0,9865$	10,68	0,16	114,12
			9,95	0,15	99,09
			9,18	0,14	84,26
16/1	$S = 0,0158x^4 - 0,4519x^3 + 4,3884x^2 - 17,117x + 78,998$	$R^2=0,9931$	10,62	0,16	112,72
			11,12	0,18	123,56
			11,70	0,19	136,84
20/2	$S = 0,0099x^4 - 0,273x^3 + 2,6998x^2 - 12x + 73,686$	$R^2=0,988$	10,14	0,18	102,82
			10,53	0,17	110,82
			9,97	0,17	99,39

#### 4.7. Bobinin Sarım Yoğunluğu İle Sarım Sertliği Arasındaki Bağının Tespiti

Belirttiğimiz gibi bobinin sarım yapısının yoğunluğu, sertlik ve özgül ağırlığı gibi kavramlarla değerlendirilir ve buna uygun da sertlik ölçme cihazları ve hesaplama yöntemleri uygulanır. Ancak bazı durumlarda bobinin yoğunluğunu çabuk biçimde doğrudan ölçerek değerlendirmek ve üretim sırasında kontrol etmek için hesaplama yöntemi uygun bulunmamaktadır. Çünkü hesaplama yöntemiyle yoğunluğun tespitinde farklı ölçme işlemleri yapılmakta ve alınan değerleri hesaplamada kullanılması gerekmektedir. Ancak doğrudan sertlik ölçme ile bobinin yoğunluğunun kontrol edilerek değerlendirilmesi hızlı gerçekleştirilse de yoğunluğun gerçek değerini gösterememektedir. Bu eksikliği gidermek için bobinin sarım yoğunluğu ile sarım sertliği arasında fonksiyonel ilişkinin elde edilmesi ve uygulanması önem taşımaktadır. Bu amaçla çoklu miktarda testler yapılarak sertlik ve yoğunluk değerleri arasındaki

ilişkinin elde edilmesi gerçekleştirilmiştir. Elde edilen fonksiyonel bağıntının yardımıyla hızlı biçimde elde edilmiş sertlik değerlerinden yoğunluk eğrilerine geçiş olanağı sağlanabilir. Bu da bobinleme işleminde sarım yapısının üretimde kontrolüne olanak sağlar.

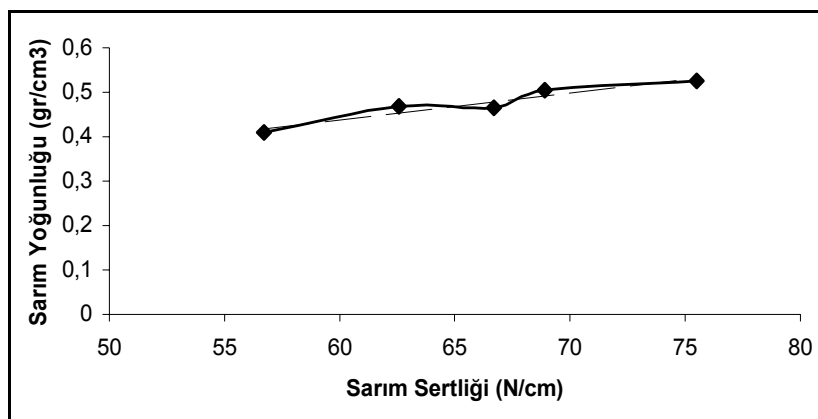
Sarım sertliği ile yoğunluk arasındaki ölçüm değerlerine göre fonksiyonel ilişkiyi almak amacıyla inceleme yapılmıştır ve elde edilen değerler sonucunda bu iki özellik arasında amprik denklem oluşturulmuştur.

İnceleme 5 farklı iplik numarasının 850 m/dak sarım hızında 3'er bobin sarılması sonucunda gerçekleştirilmiştir. Sertlik ölçümünde her bobinden çapı boyunca üçer, uzunluğu boyunca altışar noktadan değer alınarak toplam 18 ölçüm değeri elde edilmiş ve üç bobinin ortalama sertlik değeri belirlenmiştir. Sarım yoğunluğu ise her bobin için ayrı ayrı hesaplanmış ve onların ortalama değeri bulunmuştur. Elde edilen değerler Tablo 4.15'de gösterilmiştir.

**Tablo 4.15** Sarım sertliği ile sarım yoğunluğunun bir birine bağlı değerleri

İplik Numarası (Ne)	Sarım Sertliği (N/cm)	Sarım yoğunluğu (gr/cm <sup>3</sup> )
36	75,5	0,526
24	68,9	0,504
20	66,7	0,465
16	62,58	0,468
10	56,7	0,41

Tablo değerlerine göre sarım sertliği ile sarım yoğunluğu arasındaki ilişkiyi ifade eden grafik Excel programında oluşturulmuş ve Şekil 4.21 elde edilmiştir.



**Şekil 4.21** Sarım yoğunluğu ile sarım sertliği arasındaki ilişkinin grafiği

Şekilden görüldüğü gibi sarım sertliği ile sarım yoğunluğu arasındaki bağıntı doğrusaldır. Deney sonuçlarındaki verilerden elde edilen sarım yoğunluğunun sarım sertliğine bağlı olarak değişim grafiği düz çizgi ile, regresyon denkleminin eğrisi ise kesik çizgi ile gösterilmiştir. Bu bağıntının regresyon denklemi Excel programıyla elde edilmiş olup aşağıdaki gibi ifade edilmektedir.

$$Y = 0,006S + 0,076 \dots \dots \dots 4.7$$

Denklemdaki parametreler arasında korelasyon katsayısının, yani,  $R^2$  değerinin 0,92 olduğu görülmüştür.



## 5. SONUÇ VE DEĞERLENDİRMELER

İpliklerin bobinde boyama prosesi üzerine literatür taraması yapılmış ve neticede bobin boyama prosesinin verimliliğini, boyama kalitesini etkileyen faktörlerin analizi yapılmıştır. Literatür taraması sonucunda boyama işleminin verimliliğini ve boyanan ipliğin kalitesini etkileyen önemli parametrelerin aşağıdakiler olduğu anlaşılmıştır.

- Kullanılan boyarmaddenin türü ve özellikleri
- Boyama rejimi (boyama sıcaklığı, sirkülasyon hızı ve süresi, pompalama basıncı, boyama süresi vb.)
- Boyama makinasının yapısal özellikleri (konstrüksiyonu, modülü vb.)
- Boyanan ipliğin cinsi ve numarası
- İpliklerin sarıldığı bobinin sarım yapısının özellikleri (sarım yoğunluğu, bobinin boyutları, bobindeki ipliğin ağırlığı vb.)
- Kullanılan patronun yapısal özellikleri

Bobin boyamanın kalitesini ve verimliliğini değerlendirme sürecindeki en önemli faktör bobin boyamanın başlangıç aşaması olan bobinleme prosesinin kalitesidir. Boyama için hazırlanan bobinlerin kalitesi ise bobinleme prosesinin ve sarım yapısının parametreleri ile belirlenmektedir. Özellikle, sarım yapısının sertliği ve yoğunluğu, yoğunluğun dağılımının değişim tarzı ve onları etkileyen sarım yapı parametreleri çok önemlidir.

Boyama işlemi için en önemli olan sarım yoğunluğunun ve sertliğinin sarma parametrelerine ve sarım yapı parametrelerine bağlı olarak değişimini ve değişim tarzını belirlemek için silindirik ve konik bobinlerden besleme durumunda farklı iplik numaralarında, farklı sarım hızında ve farklı gerilimlerde deneysel incelemesi yapılmış ve aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır.

İplik geriliminin sarım yoğunluğuna ve sertliğine etkisini belirlemek üzere 24/1 Ne numaralı pamuk ipliği için yapılan deneysel inceleme sonucunda tespit edilmiştir ki, sarma sırasında ipliğin gerilimi arttığında sarım sertliği ve yoğunluğu da artmaktadır. Gerilimin değerine bağlı olarak yoğunluğun değişimini ifade eden regresyon denklemleri Tablo 4.5’de verilmiştir. Sarım sertliğinin ve yoğunluğunun gerilime bağlı olarak değişim tarzının 3. dereceli regresyon denklemleri ile ifade edildiği görülmektedir. Denklemlerin korelasyon katsayıları uygun olarak 0,98 ve 0,978 değerlerindedir.

Sarma sırasında iplik gerilimi sarım hızına önemli derecede bağlı olduğundan sarım hızının gerilime etkisi silindirik ve konik bobinlerden beslenmesi durumunda 36/1 Ne, 20/1 Ne ve 20/2 Ne pamuk iplikleri için incelenmiştir. Tespit edilmiştir ki, sarım hızı arttıkça iplik geriliminin değeri de artmaktadır. Gerilimin değerinin yaklaşık 700 m/dak ya ulaşıncaya kadar düşük tempo ile bu hızdan sonra ise yüksek tempo ile artışa geçtiği görülmüştür. Bu testte aynı zamanda belirlenmiştir ki, ipliğin gerilimi ile numarası arasında bir bağıntı bulunmaktadır. Böyle ki, sarma sırasında gerilimin değerinin kalın ipliklerde daha yüksek, ince ipliklerdeyse daha düşük olduğu izlenmiştir.

Beslenen bobinin formunun iplik gerilimine etkisinin incelenmesi sonucunda tespit edilmiştir ki, Tablo 4.2’de görüldüğü üzere, silindirik bobinden beslemedeki gerilimin değeri konik bobinden beslemedekinden daha yüksektir.

Sarım sertliği ve yoğunluğuna iplik numarasının etkisi incelenmiştir. İnceleme 36/1 Ne, 24/1 Ne, 20/1 Ne, 16/1 Ne ve 20/2 Ne numaralı pamuk iplikleri için gerçekleştirilmiştir. Tespit edilmiştir ki iplik numarası arttıkça sarım yoğunluğu da artmaktadır. Sarım yoğunluğu ve sertliği ile iplik numarası arasındaki ilişki aşağıdaki amprik denklemlerle ifade edilmiştir.

Sarım sertliği ile iplik numarası arasındaki bağıntı;

$$S = -0,0144 N^2 + 1,3836 N + 44,307 \dots \dots \dots 5.1$$

Sarım yoğunluğu ile iplik numarası arasındaki bağıntı;

$$Y = -0,0001 N^2 + 0,0111 N + 0,316 \dots \dots \dots 5.2$$

Sarım hızının sarım sertliğine ve sarım yoğunluğuna etkisi 36/1 Ne, 20/1 Ne ve 20/2 Ne pamuk iplikleri için deneysel incelenmiştir. Sarım hızı arttıkça sarım yoğunluğu ve sarım sertliğinin de arttığı gözlenmiştir. Bu artışın ince numaralarda daha yüksek olduğu görülmüştür. Bu iki parametre arasında bağıntıyı ifade eden amprik denklemler silindirik ve konik besleme durumları için oluşturulmuş olup, Tablo 4.8’de gösterilmiştir.

Bobinin sarım katlarında ve tüm bobinde sarım yoğunluğu ve sertliğinin onun çapı boyunca değişimi 36/1 Ne ve 20/1 Ne numaralı pamuk iplikleri için incelenmiştir. Tespit edilmiştir ki, sarım katlarının yoğunluğu ve sertliği her iki iplik için de bobinin çapı boyunca hemen hemen dalgalı bir biçimde değişmektedir.

Sarım yoğunluğunun ve sertliğinin değerleri ve bu değerlerin değişim tarzının katlarda, aynı zamanda tüm bobinde bir birinden farklı olduğu görülmüştür. Tüm bobinin sarım yoğunluğunun bobinin çapı boyunca değişiminde dalgalılık, katlardakinden farklı olarak azalmıştır. Sarım sertliğinin bobinin çapı boyunca değişim tarzı ise hemen hemen doğrusal biçimde azalma yönündedir.

Sarım sertliğinin bobinin uzunluğu boyunca değişimini belirlemek amacıyla 36/1 Ne, 24/1 Ne, 20/1 Ne, 16/1 Ne ve 20/2 Ne numaralı iplikler için inceleme yapılmıştır. İnceleme neticesinde tespit edilmiştir ki, sarım sertliği Şekil 4.20’de görüldüğü üzere, her bir numaralı ipliklerden oluşan bobinlerde bobinin kenarlarından ortasına doğru gittikçe azalmaktadır. Bobinin kenarlarında sarım sertliği ortalarındaki sertlikten ortalama 1,5 -2,0 kez daha yüksektir.

İlk kez sarım yoğunluğu ile sarım sertliği arasındaki ilişki saptanmıştır. HP5 markalı sertlik ölçüm cihazının kullanımıyla elde edilen sarım sertliği değerleri ile hesaplama yöntemiyle belirlenen yoğunluk değerleri arasında

$$Y = 0,006S + 0,076 \dots \dots \dots 5.3$$

ampirik denklemlerle ifade edilen bağıntı bulunmuştur.

36/1 Ne, 24/1 Ne, 20/1 Ne, 16/1 Ne ve 20/2 Ne numaralı pamuk iplikleri için çok sayıda deneyler sonucunda alınan değerlere dayalı elde edilen bu fonksiyonel bağıntının

yardımıyla hızlı biçimde elde edilmiş sertlik değerlerinden yoğunluk değerlerine geçiş olanağı sağlanabilmektedir.

## KAYNAKLAR

- Abdelkader A. U., (1990) Yumuşak Sarımın Optimal Parametrelerinin İşlenmesi, Doktora Tezi, **Tekstil ve Hafif Sanayi Enstitüsü**, Leningrad, 155s (Абделькадер А. У., (1990) Разработка оптимальных параметров мягкой намотки. Дис. на соискание учёной степени к.т.н. Ленинград )
- Akkurt, F., Benli, S. ve Alıcılar, A, (2005) Dispers Kırmızı 1 Tekstil Boyasının Karakterizasyonu ve Uygulanabilirliğinin Araştırılması, **Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi** 20 : 429–432.
- Aleksandrov S.A. and Kleonov V.B., (1960) Boyama objesi olan bobinin oluşum aşaması hakkında, **Tekstil Sanayi Dergisi**, 6 : 61-66 (Александров С.А., Кленов В.Б., (1960) О стадиях формирования бобины как объекта крашения в аппаратах Текстильная промышленность, № 6 с. 61-66 )
- Aleksandrov S.A., (1969) Boya çözeltisinin hidrolik sirkülasyonunu dikkate alınmakla aparatlarda pamuk ipliğinin boyamaya hazırlanması, **M.İ.T.İ.T.E. Yayınları**, 3 : 43s (Александров С.А (1969) и др. Подготовка х/б пряжи к крашению с учетом гидравлики циркуляции красильного раствора в аппаратах. ЦНИИТЭЛегром, серия 3. информация 2, с. 43
- Aleksandrov S.A. and Kleonov V.B., (1970) Sarım yapısının yarıçapına göre yoğunluğun dağılımının analitik çözümü, **Hafif Sanayi Eserleri**, 4 : 86-89 (Александров С.А., Кленов В.Б. (1970) Аналитическое решение задачи о распределение плотности намотки по радиусу паковки. Научно-технический сб. Легкая промышленность. Киев Техника. №4 с. 86-89 )
- Aleksandrov S.A., (1972) Belirli hacim yoğunluklu bobin oluşumu prosesinin teorisine dair, **Tekstil İstihsalatının Teknolojisi ve Makineleri**, 112s. (Александров С.А. (1972) К теории процесса формирования паковок заданного объёмного веса. Технология и оборудования текстильного производства, Симферополь, с. 112 )
- Androsov, V.F., (1974) İpliklerin Bobinde Boyanması, **Hafif Sanayi Yayınları**, Moskova, 225 s. (Андросов В. Ф. Крашение пряжи в паковках. Москва, Изд. ЛИ, 225 ст.)
- Aniş, P., ve Eren, H. A, (2003) Polyester/Pamuk Karışımlarının Boyanması: Uygulamalar ve Yeni Yaklaşımlar, **Uludağ Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi**, 8 (1)

- Armfield W., Boulton J. and Crank J., (1956) Package Dyeing II – The Effect of Liguon Ratio on Direct Dyeing – *Journal of Society of Dyers and Colorists*, 72: 278
- Atkinson L.E., (2002) Bi-directionally Compressible Dye Tube, *US Patent, No: 6.367.724*.
- Barsten I. H., (1964) The Effect of Liquid Flow on the Levellness of Yarn Packages Dyes with Vat Dyestuff, *Textil Recorder*, 57: 976
- Bhattach B.L, Gupta A.A. and Chattopathya S.K, (1994) “Resume of Papers”, *35th Joint Technological Conference*, ATIRA, BTRA, SITRA and NITRA, 54.
- Boulton J., and Crank J., (1952) Package Dyeing, *Journal of Society of Dyers and Colorists*, 68: 109
- Burchette R.I., (1980) Dye Tube, *US Patent, No:4.181.2741*.
- Chao, Y.C, Chung, Y.L, Lai, C.C, Liao, S.K and Chin, J.C, (1998) Dyeing Of Cotton-Polyester Blends With Anthraquinonoid Vat Dyes, *Dyes And Pigments*, 40: 59–71.
- De Giorgi, M.R, Cadani, E, Maricca, D., and Pires, A, (2000) Dyeing Of Polyester Fibers With Disperse Dyes In Supercritical CO<sub>2</sub>, *Dyes And Pigments*, 45: 75–79.
- Denton M.I., (1963) Flow Patterns in Package Dyeing, *Journal of Textile Institute*, 406–408s
- Draper R.M., (1973) Collapsible Dye Tube, *US Patent, No:3.759.461*.
- Draper R.M., (1973) Collapsible Dye Tube, *US Patent, No:3.756.532*.
- Durur, G., ve Bandara, P., (2000) “Çapraz Sarımlı İplik Bobinlerine Uygulanabilir İplik Kalınlığının Ölçülmesi”, *1. Ulusal Çukurova Tekstil Kongresi*, Adana, 338-347
- El Sayed, W.A, (1996) Novel Dyes For Pet/Cotton Blends, *American Dyestuff Reporter*, 22–57.
- Egyptien J., (1971) Sleeve for Treatment of Textile Threads and Yarns, *US Patent, No: 3.561.697*.
- Fettahov R.M., (1986) İpliğin Çaprazlık Açısının Bobin Yoğunluğuna Etkisinin Araştırılması. *Azerbaycan Teknoloji Enstitüsü Bilimsel Yayınları*, 49-60s
- Fettahov R. M., (1991) Bobinde İplik Boyama Kalitesinin İyileştirilmesi Yöntemleri. *Azerbaycan Teknoloji Enstitüsü Bilimsel Yayınları Bildiriler Kitabı*, 37-45s
- Fettahov R.M., Gordeyev V.A. ve Abdelkader A. U., (1991) İplik sarma tertibatı, *SSRİ Patenti , No:1650545* (Фатдахов Р.М., Гордеев В.А., Абделькадер А. У., (1991) Устройство для намотки нити, Патент СССР, No 1650545 )

- 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
- Flanagan, T, (1953) Dyeing Theory: Retrospect and Prospect, *Journal of Society of Dyers and Colorists*, 69: 18.
- Frank F., (1975) Dye Tube for Compressive Package Dyeing, *US Patent, No:3.929.301*.
- Gilchrist, A. and Nobbs, J. H, (2000) Dyeing Machine Control Using in-line Colour Measurement Part 3: Online Dyeing Quality Control, *Journal of Society of Dyers and Colorists*, 116: 154.
- Gorbunov Y.K. ve Şarıgin Y.N., (1983) Bobinlerde Terbiye İşlemleri için Kullanılan Patron. *SSRİ Patenti No: 998615* (Горбунов Ю.К., Шарыгин Ю.Н., (1983) Патрон для жидкостной обработки в бобинах. Патент СССР, No: 998615 )
- Gordeyev V.A., (1949) Çapraz sarım makinelerinin sarma mekanizmasının işinin araştırılması, *S.M.Kirov Leningrad Tekstil İnstitüsü*, 2 (Гордеев В. А., (1949) Исследование работы навивающего механизма крестомотальных машин. В сб. Научно-исследовательские труды ЛТИ ИМ. С. М.Кирова, 1949, №2 )
- Gordeyev V.A. ve Volkov P.V., (1974) Dokumacılık, *Hafif Sanayi Yayınları*, Moskova, 620s (Гордеев В. А. Волков П.В., (1974) Ткачество. Москва, Изд. ЛИ, 620 ст. )
- Greenkorn, R, (1983) Flow Phenomena in Porous Media, *Marcel Dekker Inc.*, New York.
- Наhm, G.H., (1971) Textile Threading Sleeve, *US Patent, No:3.563.491*.
- Hammoudeh, M. M., Schönpflug, E., (1971) Testing the Dyeing Properties and the Compatibility of Palanil Dyes by BASF-Kombi-Test, *Melliand Textilberichte*, 52: 1063.
- Hampson, H, (1951) Experimental Investigation into the Effects of Cross Flow with Condensation of Steam and Steam-Gas, *Journal of Society of Dyers and Colorists* 67: 369.
- Huang, C. C. And Yu, W. H, (1999) Control of Dye Concentration, ph and Temperature in Dyeing Processes, *Textile Research Journal*, 69: 914.
- İTKİB Genel Sekreterliği, (2008) “Tekstil Sektörünün İhracat Performansı, Yıllık Değerlendirme 2007”, *İTKİB*, İstanbul, 55s
- Iyer, V, Varadarajan, P.V, Chattopadhyay, S.K and Chhagani, R.R, (1998) Differential dyeing behaviour of polyester/cotton blended ring and rotor spun yarns, *Textile Processing*, 19–22s

- Karezo, V. D.(1970) Çapraz sarımlı silindirik bobinlerde yoğunluğun dağılımı, Yüksek Okul Haberleri, *Tekstil Sanayi Teknolojisi*, 3 (Карезо В. Д., (1970) Распределение плотности в цилиндрической бобине крестовой намотки. Из. вузов, «Технология текстильной промышленности» №3)
- Lewis, D.M., and Broadbent, P.J, (1997) A Universal Dye For All Fibres-Are Disperse Dyes Capable Of Fulfilling This Vision, *Journal of Society of Dyers and Colorists*, 113: 159–164.
- Livingstone S., (1974) Collapsible Dye Tube, *US Patent, No:3.936.009*.
- Malmberg K.E., (1965) Eğirme ve Bükmede Tüplerin en Önemli Parametrelerinin İğlerin İşine Etkisi. *Hafif Sanayi yayımları*, Moskova, 190s (Мальмберг К.Е., (1965) Влияние главнейших параметров паковок на работу веретён в прядении и кручении. Изд. Лёгкая Индустрия, Москва, 190 ст)
- Morozov G. N. (1967) Delikli patrona sarılmış silindirik katın emme kabiliyetinin deneysel araştırılması. Yüksek okul haberleri, *Tekstil Sanayi Teknolojisi*, 4 : 124-129s (Морозов Г.Н., (1967) Экспериментальное исследование проницаемости цилиндрического слоя, намотанного на перфорированный ратрон – Известие вузов. «Технология текстильной промышленности» , No 4, с.124-129)
- Ono N. ve Nagai Y., (1973) Resiliently Compressible Bobin Made of Plastic Material, *US Patent, No:3.753.534*.
- Önder, U., Eryaşar, F.T., Aşar, Z. ve Şan, İ., (2001) “Tekstil ve Hazır Giyim Sektör Araştırması”, *Sanayi Araştırma ve Geliştirme Genel Müdürlüğü*, Ankara, 24-27s
- Özcan, A.S, Clifford, A.A, Burfle, K.T., and Lewis, D.M, (1998) Dyeing Of Cotton Fibres With Disperse Dyes, *Dyes And Pigments*, 36 (2), 103–110.
- Pasini R., (1991) Yarn Dye Tube, *US Patent, No: 4.997.141*.
- Proşkov A. F., (1965) Çözme ve sarmayla ilgili sarma mekanizmalarının tasarlanması, *Bilimler Doktoru Tezi*, MTE, Moskova, 320s. (Прошков А Ф., (1965) Исследование процессов, связанных с наматыванием нити и проектирование мотальных механизмов. Дис. на соиск. учен. степ. д- ра техн.наук, МТИ. М. 320 ст)
- Richter P. and Vescia M. (1971) Über Zusammenhänge zwischen Flotten-dyrenfluss Wiekeldichte und Eglitet bei Apparateferbungen – *Text India (BRD)*, 73 (1) 25–39
- Romagnoli T., (1992) Axially Deformable Bobin for Dyeing Spools, *US Patent, No: 5.131.595*.
- Scharf, S., Cleve, E., Bach, E. and Schollmeyer, E, (2002) Three- Dimensional Flow Calculation in a Textile Dyeing Process, *Textile Research Journal*, 72(9), 783–788.



- Shamey, R., Zhao, X. and Wardman, R.H., (2005) Numerical Simulation of Dye bath and The Influence of Dispersion Factor on Dye Transport, *Proceedings of The 2005 Winter Simulation Conference*.
- Simon L. and Hübner H., (1983) Vorbereitungstechnik für die Weberei, *Wirkerei und Stricerei Veb Fachbuchverlag*, Leipzig
- Sottosanti M.P., (1973) Collapsible Spool, *US Patent, No:3.718.287*.
- Şimşek, G.,(2006) Patronun Yüzey ve Sarım Yapılarının İpliklerin Boyanmasına Etkisi, Lisans Tezi, *Pamukkale Üniversitesi Müh. Fak. Tekstil Müh. Bölümü*, Denizli, 72s
- Tarakçıoğlu, I., (1996) Tekstil Terbiyesi ve Makinaları, *Bornova-İzmir*, 110s
- Tigges G. and Henning W., (1969) Lap Carrier Resiliently Compressible in Axial Direction, *US Patent, No: 3.465.984*.
- Thomas A.D., (1989) Spring Dye Tube, *US Patent, No: 4.872.621*.
- Thomas A.D., (1989) Dye Tube, *European Patent, No: 0.315.286 A1*.
- Vasilyev V.V. (1985) Tekstil materyallerinin sıklığını ölçen cihaz, *SSCB Patenti , No:1180341* (Васильев В. В., (1985) Устройство для определения плотности текстильных материалов Ав.Свид. СССР, № 1180341 А.)
- Vayner İ.İ., (1986) İstenen yoğunlukta bobin oluşumuna dair, Yüksek Okul Haberleri, *Tekstil Sanayi Teknolojisi*, 6 (Вайнер И.И., (1986) и др. К вопросу формирования бобин заданной плотности. Из. вузов, «Технология текстильной промышленности» № 6. )
- Vickerstaff, T., Fowler, J.A. and Michie, A.G.H, (1951) Physical Chemistry of Dyeing, *Melliand Textilber*, 32: 296.
- Vosoughi, M, (1993) Numerical Simulation of Packed Bed Adsorption Applied to a Package Dyeing Machine, PhD Thesis, Department of Chemical and Process Engineering, *Heriot-Watt University*, Edinburgh, UK.
- Wai, P, (1984) Dynamic Behaviour of a Reactive Packed Bed Adsorption System, PhD Thesis, *Heriot-Watt University*, UK.
- Wegener F. and Schubert G., (1968) Die Ermittlung der Druckverteilung in Garnkörpern.- *Textil Praxis*, 4 :226, 5 : 299, 6 : 366
- WEB\_1 (2008). Division of pollution prevention and environmental assistance [www.p2pays.org](http://www.p2pays.org) (29.1.2008).
- WEB\_2 (2008) Tekstil Ürünleri, Silindirik ve Konik Bobinler [www.sanalplastik.com.tr](http://www.sanalplastik.com.tr) (03.08.2006)

- (WEB\_3) (2007) Cone Dyeing & Finishing Equipment [www.ats.mu](http://www.ats.mu) (2007) (27.10.2007)
- (WEB\_4) (2007) Bobin Boyama Kurutma Makineleri [www.iteks.com](http://www.iteks.com) (2007) (27.10.2007)
- WEB\_5 (2008) Dye History from 2600 BC to the 20th Century, [www.straw.com/sig/dyehist.html](http://www.straw.com/sig/dyehist.html) (25.4.2008).
- Woerner, P. Fordemwait, F. and Alten, E., (1958) A Laboratory Study of Package Dyeing, *Textile Research Journal*, 28, 1031–1041s.
- Yakartepe, Z. ve Yakartepe, M., (1995a) “Boyama Esasları ve Makinaları”, T.K.A.M. Tekstil Terbiye Teknolojisi, Cilt 2, *Tekstil ve Konfeksiyon Araştırma Merkezi*, İstanbul, 603–638s
- Yakartepe, Z. ve Yakartepe, M., (1995b) “Pamuklu Malzemenin Boyanması”, T.K.A.M. Tekstil Terbiye Teknolojisi, Cilt 5, *Tekstil ve Konfeksiyon Araştırma Merkezi*, İstanbul, 1554–1624s
- Yang, Y. and Mattison, V.L., (1997) “The Effect of Package Density Profile on Levelness of Package Dyed Yarn”, *Textile Chemist and Colorist*, 29 (8) : 77-81
- Yang, Y. and Li, S., (2002) One-Step Dyeing Of Polyester/Cotton With Disperse/Reactive Dyes, *Textile Chemist And Colorist & American Dyestuff Reporter*, 32 (3), 38–45.
- Yefremov R.D.(1968) İplik gezdiricinin karmaşık hareketi ile gerçekleşen bobinleme teknolojisinin araştırılması, *Doktora Adayı Tezi*, LTHSE, Leningrad, 152s (Ефремов Р.Д ., (1968) Исследование технологии перемотки пряжи при сложном движении нитеводителя. Дис. на соис.учен. ст. канд. техн.наук.,ЛИТЛП 152 ст.)
- Yefremov E.D., (1982) İpliğin masuraya sarılma teorisi, *Hafif ve Gıda Sanayi Yayınları* Moskova,143s (Ефремов Е.Д , (1982) Основы теории наматывания нити на паковку, Легкая и пищевая промышленность Москва, 143 ст)
- Yevdokimova. V.Y (1986) İpliğe benzer malzeme sarmak ve boyamak için patron *SSRİ Patenti* , No 1266824 ( Евдокимова и др., (1986) Патрон для намотки и крашения нитевидного материала, Патент СССР, No 1266824 )
- Zhao, X., Wardman R.H. and Shamey R, (2006) Theoretical Study of the Influence of Dispersion Factor on Dye Transport During the Dyeing Process, *Coloration Technology*, 122: 110-114.

## ÖZGEÇMİŞ

Adı, soyadı : Emine TOMRUK  
Ana adı : Fatma  
Baba adı : İrfan  
Doğum yeri ve tarihi : Manisa, 01.01.1983  
Lisans eğitimi ve mezuniyet tarihi : Pamukkale Üniversitesi Tekstil Mühendisliği  
Bölümü 2005, Denizli