

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ * FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**VİSKON ÖRME KUMAŞLARDA BİYOPARLATMA UYGULAMALARI İLE
BONCUKLANMA PROBLEMİNİN ÖNLENMESİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
Mahmut DİRİCAN**

Anabilim Dalı : Tekstil Mühendisliği

Programı : Tekstil Mühendisliği

Tez Danışmanı : Doç. Dr. Gülay ÖZCAN

HAZİRAN 2010

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ * FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**VİSKON ÖRME KUMAŞLARDA BİYOPARLATMA UYGULAMALARI İLE
BONCUKLANMA PROBLEMİNİN ÖNLENMESİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
Mahmut DİRİCAN
503071803**

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 07 Mayıs 2010

Tezin Savunulduğu Tarih : 08 Haziran 2010

**Tez Danışmanı : Doç. Dr. Gülay ÖZCAN (İTÜ)
Diğer Jüri Üyeleri : Prof. Dr. Erhan ÖNER (Marmara Ün.)
Doç. Dr. Nevin Çiğdem GÜRSOY (İTÜ)**

HAZİRAN 2010

ÖNSÖZ

Yüksek Lisans eğitimimin ilk gününden sonuna kadar geçen sürede, her aşamada desteğini esirgemeyen, bilgi birikimini, tecrübesini ve değerli zamanını benimle paylaşan, tezin oluşumunda, düzenlenmesinde ve değerlendirilmesinde her türlü katkıda bulunan danışman hocam Sayın Doç. Dr. Gülay ÖZCAN'a teşekkürü bir borç bilirim.

Çalışmada kullanılan viskon kumaşların temini aşamasında yardımcı olan değerli iş arkadaşlarım Ramazan YALPI ve Murat NAR'a, işletme koşullarında denemelerin yapılması aşamasında gerekli makine, teçhizat ve kimyasalların temini konusunda yapmış olduğu yardımlardan dolayı Özen Mensucat A.Ş. Üretim Müdürü Sayın Cumhur CİNDARUK'a, tezin oluşumu aşamasında maddi ve manevi yönden desteğini esirgemeyen Özen Mensucat A.Ş. Genel Müdürü Sayın Dr. Ahmet TEMİROĞLU'na ve yardımlarından dolayı tüm Özen Mensucat A.Ş. çalışanlarına teşekkür ederim.

Son olarak, hayatımın her aşamasında olduğu gibi bu çalışmada da desteklerini esirgemeyen ve her zaman yanımda olan aileme teşekkür ederim.

Mayıs 2010

Mahmut DİRİCAN
Tekstil Mühendisi

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖNSÖZ	iii
İÇİNDEKİLER.....	v
KISALTMALAR.....	ix
ÇİZELGE LİSTESİ	xi
ŞEKİL LİSTESİ	xiii
ÖZET	xvii
SUMMARY	xix
1. GİRİŞ	1
1.1. Giriş ve Çalışmanın Amacı	1
2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI	3
2.1. Viskon Lifi	3
2.1.1. Viskon lifinin eldesi	4
2.1.1.1. Alkali selüloz oluşturulması	5
2.1.1.2. Ön olgunlaştırma	6
2.1.1.3. Sülfürleme	7
2.1.1.4. Viskoz çözeltisinin hazırlanması	8
2.1.1.5. Ard olgunlaştırma	8
2.1.1.6. Lif çekme	9
2.1.1.7. Yıkama ve kükürt giderme	11
2.1.1.8. Ağartma ve hazırlama	12
2.1.2. Viskon lifi yapısındaki selüloz konfigürasyonu	12
2.1.3. Viskon liflerinin karakteristik çekirdek/manto yapısı	14
2.1.4. Viskon liflerinin fiziksel özellikleri	17
2.1.5. Viskon liflerinin kimyasal özellikleri.....	19
2.1.6. Viskon liflerine uygulanan kostikleme işlemi	20
2.1.7. Viskonun ön terbiyesi.....	26

2.1.7.1. Haşıl sökme.....	27
2.1.7.2. Viskon mamullerin bazık işlemleri (yıkama).....	28
2.1.7.3. Viskonun ağartılması.....	28
2.2. Enzimler.....	29
2.2.1 Enzimlerin yapısı.....	29
2.2.2. Enzimlerin özellikleri.....	30
2.2.3. Enzimlerin çalışma mekanizması.....	30
2.3. Tekstil Terbiye İşlemlerinde Enzim Kullanımı.....	32
2.3.1. Selülaz enzimi.....	33
2.3.1.1. Endo- β -1,4 glukozazlar (endoglukozazlar).....	34
2.3.1.2. Ekzo- β -1,4 glukozazlar (sellobiyohidrolazlar).....	34
2.3.1.3. β -1,4 glukozidaz (sellobiyozlar).....	35
2.3.2. Selülazların etki mekanizması.....	36
2.3.3. Selülaz enziminin aktivasyonunun tayini.....	39
2.3.4. Tekstil terbiye işlemlerinde selülaz enziminin kullanımı.....	39
2.3.4.1. Biyoparlatma (biyopolishing) işlemi.....	39
2.3.4.2. Enzimatik taş yıkama.....	40
2.3.5. Viskon ve selülaz enzimi etkileşimi.....	40
2.4. Boncuklanma.....	43
2.4.1. Boncuklanmanın tanımı.....	43
2.4.2. Boncuk oluşumu.....	43
2.4.3. Boncuklanmayı etkileyen lif, iplik ve kumaş özellikleri.....	45
2.4.3.1. Lif özellikleri.....	45
2.4.3.2. İplik özellikleri.....	47
2.4.3.3. Kumaş özellikleri.....	48
2.4.3.4. Bitim ve apre işlemlerinin boncuklanma üzerindeki etkisi.....	48
2.4.4. Boncuklanmanın ölçümü ve değerlendirme yöntemleri.....	49
2.4.4.1. Numunenin yuvarlanmasını esas alan test yöntemleri.....	50
2.4.4.2. Aşınmayı esas alan boncuklanma cihazları.....	52
3. MALZEME VE METOT.....	55
3.1. Kullanılan Malzeme ve Cihazlar.....	55
3.1.1. Kumaşlar.....	55
3.1.2 Kimyasal ve yardımcı maddeler.....	56

3.1.2.1. Enzimler	56
3.1.2.2. Yardımcı kimyasallar	56
3.1.2.3. Boyarmaddeler	57
3.1.3. Su	57
3.1.4. Cihaz ve makineler	57
3.2. Metot	58
3.2.1. Farklı tipte selüloz enzimlerinin etkisinin incelenmesi (deney planı 1) ...	65
3.2.2. Biyoparlatma işlemi öncesinde uygulanan kostikleme işleminin etkisinin incelenmesi	67
3.2.2.1. Düşük sıcaklıkta 25 g/L 48° Bé sodyumhidroksitle kostikleme işlemi ve ardından biyoparlatma işlemi (deney planı 2)	67
3.2.2.2. Yüksek sıcaklıkta 25 g/L 48° Bé sodyumhidroksitle kostikleme işlemi ve ardından biyoparlatma işlemi (deney planı 3)	68
3.2.2.3. Düşük sıcaklıkta 50 g/L 48° Bé sodyumhidroksitle kostikleme işlemi ve ardından biyoparlatma işlemi (deney planı 4)	68
3.2.2.4. Yüksek sıcaklıkta 50 g/L 48° Bé sodyumhidroksitle kostikleme işlemi ve ardından biyoparlatma işlemi (deney planı 5)	69
3.2.3. Gaze işlemi (deney planı 6)	69
3.2.4. Gaze işlemi ve ardından biyoparlatma işlemi (deney planı 7)	70
3.2.5. Boyama sonrası biyoparlatma işlemi (deney planı 8)	70
4. DENEYSEL SONUÇLARIN DEĞERLENDİRİLMESİ	71
4.1. Farklı Tipte Selüloz Enzimleriyle Yapılan Biyoparlatma İşleminin (Deney Planı 1) Viskon Kumaş Özellikleri Üzerindeki Etkisi	71
4.2. Düşük Sıcaklıkta 25 g/L 48° Bé Sodyumhidroksitle Kostikleme İşlemi Sonrasında Yapılan Biyoparlatma İşleminin (Deney Planı 2) Viskon Kumaş Özellikleri Üzerindeki Etkisi	73
4.3. Yüksek Sıcaklıkta 25 g/L 48° Bé Sodyumhidroksitle Kostikleme İşlemi Sonrasında Yapılan Biyoparlatma İşleminin (Deney Planı 3) Viskon Kumaş Özellikleri Üzerindeki Etkisi	76
4.4. Düşük Sıcaklıkta 50 g/L 48° Bé Sodyumhidroksitle Kostikleme İşlemi Sonrasında Yapılan Biyoparlatma İşleminin (Deney Planı 4) Viskon Kumaş Özellikleri Üzerindeki Etkisi	78
4.5. Yüksek Sıcaklıkta 50 g/L 48° Bé Sodyumhidroksitle Kostikleme İşlemi Sonrasında Yapılan Biyoparlatma İşleminin (Deney Planı 4) Viskon Kumaş Özellikleri Üzerindeki Etkisi	81

4.6. Gaze İşleminin (Deney Planı 6) Viskon Kumaş Özellikleri Üzerindeki Etkisi	83
4.7. Gaze İşlemi Sonrasında Yapılan Biyoparlatma İşleminin (Deney Planı 7) Viskon Kumaş Özellikleri Üzerindeki Etkisi	85
4.8. Boyamadan Sonra Yapılan Biyoparlatma İşleminin (Deney Planı 8) Viskon Kumaş Özellikleri Üzerindeki Etkisi	87
4.9. Kumaşların Haslık Sonuçlarının Değerlendirilmesi	89
4.10. Kumaşların Kubelka-Munk Sabitleri Oranı (Renk Verimi) Değerlerine Göre Sonuçların Değerlendirilmesi	91
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	93
KAYNAKLAR	97
EKLER	101
ÖZGEÇMİŞ	107

KISALTMALAR

- WAXD** : Geniş açı XRay difraksiyonu
CMC : Karboksi metil selüloz
OP : Ortalama polimerizasyon derecesi
SEM : Scanning electron microscope
OE : Open-end
K/S : Kubelka-Munk sabitleri oranı
M&S : Marks & Spencer

ÇİZELGE LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Çizelge 3.1 : Denemelerde Kullanılan Kumaşlar.....	55
Çizelge 3.2 : Kumaşlara Uygulanan Deneme İşlemlerinin Listesi.....	62
Çizelge 4.1 : Denemelerde Boyanan Kumaşların Haslık Değerleri.....	90
Çizelge 4.2 : Denemelerde Boyanan Kumaşların Kubelka-Munk Sabitleri Oranı Değerleri.....	91
Çizelge A.1 : Kumaşların Boncuklanma Değerleri.....	101
Çizelge A.2 : % 100 Viskon Kumaşların Patlama Mukavemeti Değerleri (KPa)....	102
Çizelge A.3 : Kumaşların Gramaj Değerleri (g/m ²).....	103
Çizelge A.4 : Denemelerde Kullanılan Boyama Reçetesi.....	104
Çizelge A.5 : Denemelerde Boyanan Kumaşların DL, Da, Db ve DE Değerleri...	105

ŞEKİL LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 2.1 : Viskon Lifi Eldesi ve İşlem Aşamaları	5
Şekil 2.2 : Sodyum Selüloz Ksantat Oluşumu	6
Şekil 2.3 : Fengel'e Göre Selüloz I'deki Elementer Hücrede Hidrojen Köprüleri ile Birbirine Bağlanmış Yüzeyler	13
Şekil 2.4 : Selüloz I'in Selüloz II'ye Dönüşümü	14
Şekil 2.5 : Viskon Liflerinin Enine Kesiti (manto/çekirdek yapısı)	16
Şekil 2.6 : Relatif Neme Bağlı Olarak Viskon Liflerinin Yapısına Su Alması	20
Şekil 2.7 : NaOH Konsantrasyonuna Bağlı Olarak Viskon liflerinin % Şişme Değerleri.....	21
Şekil 2.8 : Su Tutma Yeteneğinin Kostikleme İşlemi ile Değişimi	23
Şekil 2.9 : Anahtar-Kilit Modeli	31
Şekil 2.10 : Induced-fit Modeli	31
Şekil 2.11 : Selülozun Enzimli Hidrolizi	36
Şekil 2.12 : Selülazların Selülozu Hidroliz Mekanizması	37
Şekil 2.13 : Selülozun Selülazlar Yardımıyla Glikoza Kadar Parçalanması	38
Şekil 2.14 : Rejenere Selüloz Lifleri Tarafından 12,5 g/L Selülaz Kompleks Çözeltisinden Absorplanan Enzim Miktarı.....	41
Şekil 2.15 : Farklı Rejenere Selüloz Liflerinin Selülaz Enzim Kompleksi Tarafından Hidrolizinin Kinetiği	42
Şekil 2.16 : İki Kutulu İCI Boncuklanma Test Cihazı	51
Şekil 2.17 : Du Pont Random Tumble Boncuklanma Test Cihazı	52
Şekil 2.18 : Martindale Aşındırma Cihazı	53
Şekil 3.1 : Ön Terbiye İşlemi Grafiği.....	59
Şekil 3.2 : Boyama İşlemi Grafiği.....	59
Şekil 3.3 : Reaktif Boyama Sonrasında Yapılan Yıkama İşlemlerine Ait Grafikler.....	59
Şekil 3.4 : Yumuşatma İşlemi Grafiği	59
Şekil 3.5 : Baylase CS Enzimiyle (Enzim 1) Yapılan Biyoparlatma İşlemi Grafiği.....	66
Şekil 3.6 : Lava Cell BF-X Konz Enzimiyle (Enzim 2) Yapılan Biyoparlatma İşlemi Grafiği	66
Şekil 3.7 : Forylase NC Enzimiyle (Enzim 3) Yapılan Biyoparlatma İşlemi Grafiği	67

Şekil 3.8 : 27 °C'de 25 g/L 48 °Bé NaOH'le Yapılan Kostikleme İşlemine Ait Grafik	68
Şekil 3.9 : 80 °C'de 25 g/L 48 °Bé NaOH'le Yapılan Kostikleme İşlemine Ait Grafik	68
Şekil 3.10 : 27 °C'de 50 g/L 48 °Bé NaOH'le Yapılan Kostikleme İşlemine Ait Grafik	69
Şekil 3.11 : 80 °C'de 50 g/L 48 °Bé NaOH'le Yapılan Kostikleme İşlemine Ait Grafik	69
Şekil 4.1 : Farklı Tipte Selüloz Enzimleriyle Yapılan Denemelerin Boncuklanma Değerleri.....	71
Şekil 4.2 : Farklı Tipte Selüloz Enzimleriyle Yapılan Denemelerin Ağırlık Kaybı %'si Sonuçları.....	71
Şekil 4.3 : Farklı Tipte Selüloz Enzimleriyle Yapılan Denemelerin Patlama Mukavemeti Değerleri	72
Şekil 4.4 : Farklı Tipte Selüloz Enzimleriyle Kostikleme Sonrası Yapılan Denemelerin Boncuklanma Değerleri.....	73
Şekil 4.5 : Farklı Tipte Selüloz Enzimleriyle Kostikleme Sonrası Yapılan Denemelerin Ağırlık Kaybı %'si Sonuçları	74
Şekil 4.6 : Farklı Tipte Selüloz Enzimleriyle Kostikleme Sonrası Yapılan Denemelerin Patlama Mukavemeti Değerleri	74
Şekil 4.7 : Farklı Tipte Selüloz Enzimleriyle Kostikleme Sonrası Yapılan Denemelerin Boncuklanma Değerleri.....	76
Şekil 4.8 : Farklı Tipte Selüloz Enzimleriyle Kostikleme Sonrası Yapılan Denemelerin Ağırlık Kaybı %'si Sonuçları	76
Şekil 4.9 : Farklı Tipte Selüloz Enzimleriyle Kostikleme Sonrası Yapılan Denemelerin Patlama Mukavemeti Değerleri	77
Şekil 4.10 : Farklı Tipte Selüloz Enzimleriyle Kostikleme Sonrası Yapılan Denemelerin Boncuklanma Değerleri.....	78
Şekil 4.11 : Farklı Tipte Selüloz Enzimleriyle Kostikleme Sonrası Yapılan Denemelerin Ağırlık Kaybı %'si Sonuçları	79
Şekil 4.12 : Farklı Tipte Selüloz Enzimleriyle Kostikleme Sonrası Yapılan Denemelerin Patlama Mukavemeti Değerleri	79
Şekil 4.13 : Farklı Tipte Selüloz Enzimleriyle Kostikleme Sonrası Yapılan Denemelerin Boncuklanma Değerleri.....	81
Şekil 4.14 : Farklı Tipte Selüloz Enzimleriyle Kostikleme Sonrası Yapılan Denemelerin Ağırlık Kaybı %'si Sonuçları	81
Şekil 4.15 : Farklı Tipte Selüloz Enzimleriyle Kostikleme Sonrası Yapılan Denemelerin Patlama Mukavemeti Değerleri	82
Şekil 4.16 : Gaze İşlemi ve Enzimle Yapılan Denemelerin Boncuklanma Değerlerinin Karşılaştırılması.....	83
Şekil 4.17 : Gaze İşlemi ve Enzimle Yapılan Denemelerin Ağırlık Kaybı %'lerinin Karşılaştırılması	83

Şekil 4.18 : Gaze İşlemi ve Enzimle Yapılan Denemelerin Patlama Mukavemeti Değerlerinin Karşılaştırılması	84
Şekil 4.19 : Gaze İşlemi Sonrasında Enzimle Yapılan Denemelerin Boncuklanma Değerleri	85
Şekil 4.20 : Gaze İşlemi Sonrasında Enzimle Yapılan Denemelerin Ağırlık Kaybı %'si Sonuçları.....	85
Şekil 4.21 : Gaze İşlemi Sonrasında Enzimle Yapılan Denemelerin Patlama Mukavemeti Değerleri.....	86
Şekil 4.22 : Boyama İşleminde Sonra Enzimle Yapılan Denemelerin Boncuklanma Değerlerinin Boyama Öncesi Yapılan Denemelerle Karşılaştırılması	87
Şekil 4.23 : Boyama İşleminde Sonra Enzimle Yapılan Denemelerin Ağırlık Kaybı %'si Sonuçlarının Boyama Öncesi Yapılan Denemelerle Karşılaştırılması	87
Şekil 4.24 : Boyama İşleminde Sonra Enzimle Yapılan Denemelerin Patlama Mukavemeti Değerlerinin Boyama Öncesi Yapılan Denemelerle Karşılaştırılması	88
Şekil 4.25 : Denemelerde Boyanan Kumaşların K/S (renk verimi) Değerlerinin Karşılaştırılması	92

VİSKON ÖRME KUMAŞLARDA BİYOPARLATMA UYGULAMALARI İLE BONCUKLANMA PROBLEMİNİN ÖNLENMESİ

ÖZET

Viskon ipliklerden örülen kumaşlar parlak görünüme, hoş tutuma, yüksek dökümlülüğe sahip olmaları ve doğal kaynaklı olmaları nedeniyle kullanıcılar tarafından yüksek oranda talep görmektedir. Ancak viskon örme kumaşların sayılan bu olumlu özelliklerinin yanında en önemli dezavantajı kullanım sırasında ortaya çıkan boncuklanma problemidir. Örme viskon kumaşın boncuklanma eğilimi yaş terbiye işlemlerinden sonra yapılan antipilling apresi, resin apre gibi bazı apre uygulamalarıyla azaltılabilmektedir. Ancak uygulanan bu apreler kumaşın tutumunu ve dökümlülüğünü kötü yönde etkilemektedir. Bugün, viskon kumaşların biyoparlatmasında, pamuk için çokça kullanılan konvansiyonel asidik selülozların kullanımıyla boncuklanma probleminin önüne geçilmeye çalışılsa da hala kabul gören bir boncuklanma değeri elde edilememiştir. Bunun nedeni viskon ve pamuk liflerinin her ikisinin de selülozik esaslı olmalarına rağmen farklı makromoleküler yapıya sahip olmalarıdır. Bu çalışmada farklı karakteristikte üç selüloz enzimiyle, iki farklı menşeyde viskon iplikten örülmüş kumaşlara, deneysel tasarıma göre gerçek işletme şartlarında enzimatik işlem uygulanarak örme viskon kumaşın biyoparlatmasında hangi yapıdaki selüloz enzimin kullanımının daha uygun olduğu bulunmaya çalışılmıştır. Boncuklanmayı etkileyecek ön terbiye işlemleri (gaze, değişik sıcaklıklarda kostikleme, vb) de dikkate alınarak viskon kumaşın hangi işlem kombinasyonu ile tekstil kalite özelliklerini de önemli ölçüde koruyarak en uygun boncuklanma değerinin elde edilebileceği bulunmaya çalışılmıştır. Bu amaçla yapılan denemelerde, enzimlerle yapılan biyoparlatma işlemi öncesinde kumaşlara değişik sıcaklıklarda ve farklı sodyumhidroksit konsantrasyonunda kostikleme işlemi uygulanmıştır. Ayrıca örme viskon kumaşın boncuklanma eğiliminin azaltılması için endüstride çokça kullanılan gaze işlemine ilave olarak, denemelerde en iyi sonucu veren enzimle enzimatik biyoparlatma işlemi yapılmıştır.

PREVENTION OF PILLING PROBLEM OF KNITTED VISCOSE FABRICS BY BIOPOLISHING APPLICATIONS

SUMMARY

Knitted fabrics produced from viscose yarns take huge demand from consumers because of their brilliant appearance, soft handle, high drapness and natural structure. Beside these advantages the main disadvantage of viscose fabrics is the pilling problem created during daily use of them. Pilling tendency of viscose fabrics could be reduced by the using of some antipilling and resin finishing methods. But these kind of finishing methods badly affect the handle and drapness of viscose fabrics. It has not been achieved yet to prevent pilling problem of viscose fabrics by the using of conventional acidic cellulase enzymes mainly producing for cotton. Although cotton and viscose compose from cellulose their macromolecular structures are different. In this study, some trials have been done to find the most convenient cellulase types for biopolishing of knitted viscose fabrics by the using of three different cellulase types in real production conditions for biopolishing of knit viscose fabrics, which are produced from two different fibre origin. In order to obtain expected pilling values for knitted viscose fabrics we have tried to combine some pretreatment processes like singeing, caustic pretreatment etc. with enzymatic biopolishing processes. For this purpose, caustic pretreatment with different concentrations of caustic at different degrees of temperature before then enzymatic biopolishing of knitted viscose fabrics has been applied. Also singeing process, which is mostly used in textile industry to reduce aim of pilling behaviour of knitted viscose fabrics, has been applied before then enzymatic biopolishing processes to gain optimum pilling results.

1. GİRİŞ

1.1. Giriş ve Çalışmanın Amacı

Sentetik liflerin üretilmeye başlandığı ilk yıllardan buyana sentetik liflere olan yüksek talep, zaman içerisinde insanların tekrar doğal ürünlere olan eğiliminin artmasından dolayı yerini doğal kaynaklı rejenere liflere bırakmıştır. Rejenere lifler arasında özellikle viskon lifi, yeni nesil rejenere selüloz lifleri geliştirilmiş olmasına rağmen, üretimindeki teknolojik gelişmeler ile maliyetlerinin azalması sağlanarak pazar içerisindeki rekabetçi gücünü ve payını korumayı başarmıştır.

Özellikle ring iplik eğirme yöntemiyle üretilmiş viskon ipliklerden örülen kumaşlar daha parlak bir görünüme, hoş tutuma ve yüksek dökümlülüğe sahip oldukları için open-end viskon ipliklerden üretilenlere göre daha çok tercih edilmektedir. Giyim konfor özellikleri iyi olan bu kumaşların kullanım esnasında ortaya çıkan bazı dezavantajları da vardır. Bunlardan en önemlisi ise kullanım esnasında mekanik sürtünmeler sonucunda ortaya çıkan boncuklanma problemi. Boncuklanma probleminin önlenmesi için ring iplik eğirme metodu yerine open-end iplik eğirme metoduyla üretilmiş iplik kullanılsa da open-end ipliklerden üretilen kumaşlar ring gibi dökümlü ve ipeksi tutuma sahip olamamaları nedeniyle kullanıcılar tarafından talep görmemektedir.

Ring iplikten örülen viskon kumaşın boncuklanma eğilimi yaş terbiye işlemlerinden sonra yapılan antipilling apresi, resin apre gibi bazı apre uygulamalarıyla azaltılabilmektedir. Ancak uygulanan bu apreler kumaşın tutumunu ve dökümlülüğünü kötü yönde etkilemektedir. Pratikte pamuk gibi selülozik esaslı olan viskon kumaşta selülaz enzimiyle biyoparlatma işlemi uygulanarak boncuklanma probleminin önüne geçilmeye çalışılmakta ancak yeterli biyoparlatma efekti sağlanamamaktadır. Bunun nedeni viskon ve pamuk liflerinin her ikisinin de selülozik esaslı olmalarına rağmen farklı makromoleküler yapıya sahip olmalarıdır. Viskonun üretim aşamasında oluşan çekirdek/manto yapısından dolayı pamuk için kullanılan konvansiyonel asidik selülazın viskon için de başarılı bir şekilde kullanımı

pek mümkün olamamaktadır. Viskon malzeme için kullanılacak selüloz enziminin konvansiyonel selüloz enzimleri gibi lifi amorf bölgelerinden parçalayan değil, kristalin bölgelerde etkili olması gerekmektedir. Bu yüzden viskon kumaşın biyoparlatma işlemi için kullanılacak uygun enzimin seçimi büyük önem taşımaktadır.

Bu çalışmada üç farklı karakteristikte selüloz enzimiyle, iki farklı menşeyde ve iplik numarasında viskon ring iplikten örülen sekiz farklı kumaş tipine deneysel tasarıma uygun olarak belirlenen şartlarda, gerçek işletme koşullarında enzimatik işlem uygulanarak kumaşların boncuklanma davranışları incelenmiştir. Enzimatik biyoparlatma işlemi öncesinde yapılan kostikleme işleminin sonuca etkisini görebilmek amacıyla kumaşlara enzimlerle yapılan biyoparlatma işleminin öncesinde farklı konsantrasyonlarda sodyumhidroksit ile farklı sıcaklıklarda kostikleme işlemi yapılarak kostikleme ve bioparlatma işlemi kombinasyonunun lifin boncuklanma eğilimini ne oranda azalttığı belirlenmeye çalışılmıştır. Yapılan başka bir denemede, viskon kumaşa yaş işlemler öncesinde uygulanan gaze işlemiyle, enzimatik biyoparlatmanın karşılaştırılması için kumaşlara gaze işlemi uygulanmış ve elde edilen sonuçlar enzimatik biyoparlatma sonuçlarıyla karşılaştırılmıştır. Ayrıca gaze işlemi sonrasında yapılacak enzimatik biyoparlatma işleminin viskon kumaşın boncuklanma eğilimini ne oranda düşürebileceğini görebilmek için yaş işlemler öncesinde gaze işlemi yapılan kumaşlara bu işleme ilave olarak enzimatik biyoparlatma yapılmıştır.

2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

2.1. Viskon Lifi

Viskon lifleri asetatlarla beraber selülozik kaynaklı rejenere liflerin temelini oluşturmaktadır (Batiyari, M. İ., 2005).

C.F. Cross, E.J. Bevan ve C. Beadle 1892 yılında gerçekleştirdikleri çalışmayla katı haldeki selülozun nitro selüloz içinde çözüldüğünü keşfetmişlerdir. Selülozun öncelikle kostikle ardından karbondisülfitle işlem görmesi ve sulandırılmış kostikte çözülmesiyle akışkan viskoz yapıda bir ürün elde edilmiş ve bu viskoz yapıya Cross, Bevan ve Beadle tarafından “Viskoz” ismi verilmiştir.

1904 yılında Courtaulds Ltd. tarafında viskoz prosesinin patenti alınmış ve viskon üretiminde başarılı yeni yöntemler bu firma tarafından geliştirilmiştir.

1914’e kadar viskon lifleri üretiminin hemen hemen tamamı kontinü filament olarak yapılıyordu, 1930 yılında kesikli viskon üretim prosesi uygulamasına başlanmıştır (Cook, J.G., 1993) .

En fazla uygulanan rejenere selüloz lifi elde etme yöntemi olan viskoz yönteminin özü; linterler veya selüloz maddesinin kostik sodayla muamelesi sonucu oluşan sodyum selülozunu, karbondisülfid ile muamele edip selüloz-ksantogenat haline dönüştürmeye dayanmaktadır. Selüloz-ksantogenat seyreltik kostik soda içerisinde çözülebilmekte olup, bu şekilde elde edilen çözeltinin düzelerden geçirildikten sonra asitli bir banyoya sokulmasıyla, çözülme sona ermekte yani lifler katılaşmaktadır (Ardıç, Y., 2007).

Viskon lifi üretim sırasında kullanılan düze başlığına bağlı olarak farklı inceliklerde elde edilebilir. Enine kesiti dairesel değil, kıvrımlıdır. Viskon lifi rejenere selülozik lif olduğundan pamuğun birçok özelliğini barındırmaktadır.

Viskon lifleri diğer rejenere selüloz liflerine nazaran daha fazla gelişmiş bir liftir ve tekstilin pek çok dalında geniş kullanım alanı bulmuştur. Viskon en çok dokuma kumaşlarda özellikle giyim dekorasyon ürünlerinde kullanılmaktadır. Emiciliğin

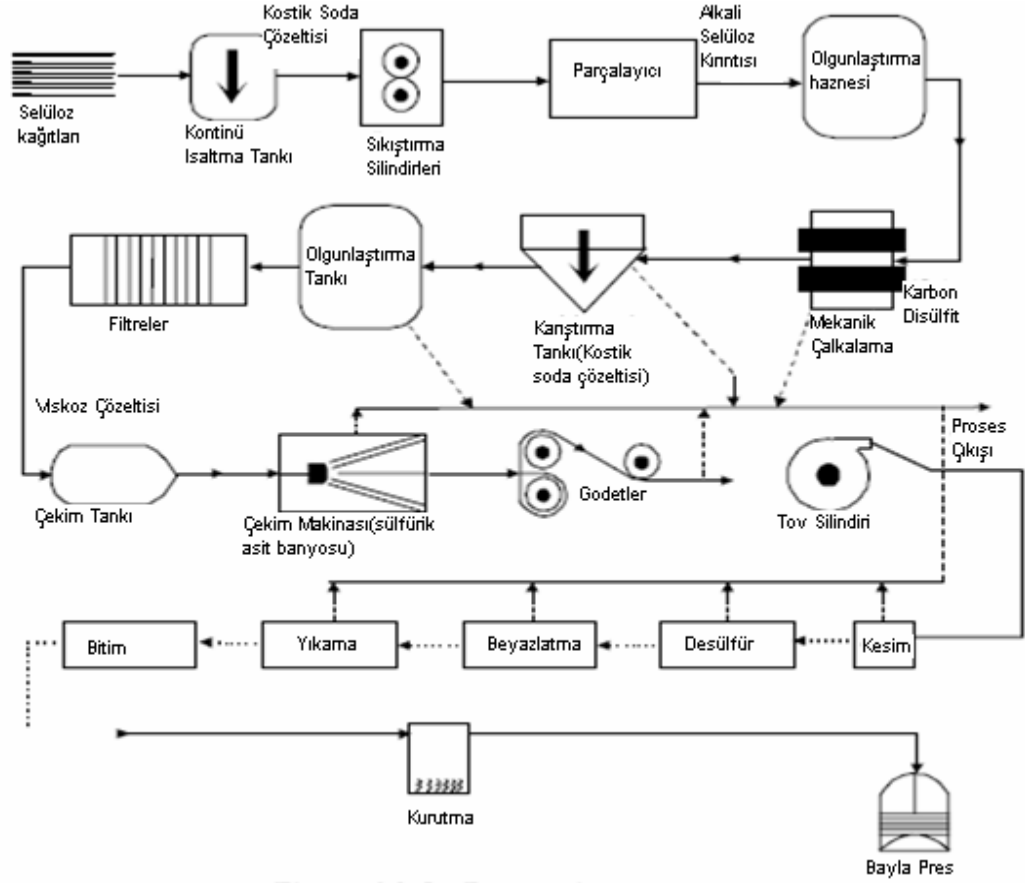
önemli olduğu endüstriyel temizlik bezleri, tıbbi gereçler, bandajlar, bebek bezleri, tamponlar gibi dokusuz kumaşlar da kullanım alanlarındandır (Tarakçioğlu, I., 2002).

Doğal liflerin artan nüfus taleplerini karşılayamaması nedeniyle, 19. Yüzyılın ortalarında başlayan araştırmalar sonucunda rejenere selüloz lifi olan viskon üretilmiştir. Her ne kadar viskonun yaş dayanımlarının sınırlı olması, yeni nesil rejenere selüloz lifi üretimine yol açsa da, zaman içerisinde üretim teknolojilerindeki gelişmeler viskonun maliyet ve üretim rekabetini arttırmış ve pazar içindeki payını korumasını sağlamıştır. Günümüzde ise doğal ürünlere olan ilgi nedeniyle hoş tutuma, parlak bir görünüme ve dökümlülüğe sahip olan viskona talep artmaktadır (Özgüney, A. T., vd., 2006).

2.1.1. Viskon lifinin eldesi

Viskon liflerinin üretimi şekil 2.1'de gösterildiği üzere şu aşamalardan oluşmaktadır,

- A) Alkali selüloz oluşturulması
- B) Ön olgunlaştırma
- C) Sülfürleme
- D) Viskoz çözeltilisinin hazırlanması
- E) Ard olgunlaştırma
- F) Lif Çekme
- G) Yıkama ve kükürt giderme
- H) Ağartma ve hazırlama

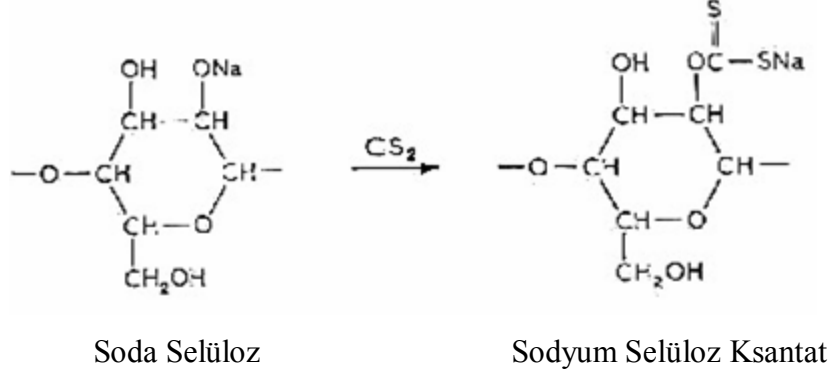


Şekil 2.1 : Viskon Lifi Eldesi ve İşlem Aşamaları (Ardıç, Y., 2007).

2.1.1.1. Alkali selüloz oluşturulması

Viskoz rayon üretiminde ilk adım alkali selülozun üretimidir. Viskoz üretiminde selüloz maddesi ile tabakalar halinde ya da elyaf halinde çalışılır. Selüloz hamuru tabakaları 2 ¼ saat süresince, sıcaklığı 16°C civarında olan %18-19'luk kostik soda içerisine bastırılıp iyice ıslatılır. Bu işlem sırasında kostik sodanın bir kısmı selüloz makromoleküllerindeki hidroksil gruplarıyla sodyumselülozat (alkolat) oluşturacak şekilde tepkimeye girerken, bir kısmı katılma (adisyon) ürünü şeklinde absorbatif kuvvetlerle selüloz makromoleküllerine bağlanmaktadır.

Islatma işleminden sonra presleme işlemi ile fazla selülozun uzaklaştırılması sağlanır. Selüloz maddesinin kostik soda ile muamelesi sonucu oluşan ürüne 'alkaliselüloz' denilmektedir. Alkaliselüloz eldesi tamamlandıktan sonra, alkaliselüloz tabakaları bir parçalama (ufalama) makinesinde 20-23°C'a kadar soğutarak iyice parçalanıp ön olgunlaştırmaya bırakılır.



Şekil 2.2 : Sodyum Selüloz Ksantat Oluşumu (Cook, J.G., 1993).

2.1.1.2. Ön olgunlaştırma

Kuvvetli bazik ortamda selüloz makromolekülleri hava oksijenine karşı hassastır ve özellikle sıcaklık da yüksek ise, makromoleküller oksidatif ve hidrolitik olarak parçalanmaya başlarlar. Bu durumdan lif eldesinde kullanılacak selüloz makromoleküllerinin kısmen parçalanmasının (ortalama polimerizasyon derecesinin düşmesinin) sağlanmasında faydalanılmaktadır.

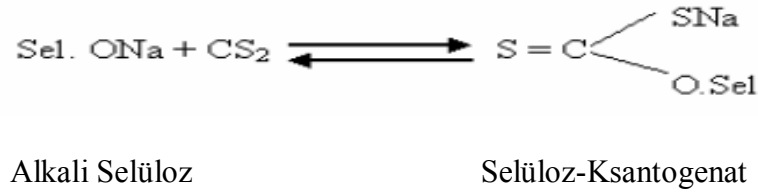
Selüloz makromoleküllerinin ortalama polimerizasyon derecesi 600-1200 civarında olup, alkali selüloz eldesi sırasında kısa makromoleküllü β ve özellikle γ -selüloz kısmı kostik sodayla çözülüp uzaklaştığından ortalama polimerizasyon derecesi daha da artmaktadır. Bilindiği gibi polimer maddelerin belirli konsantrasyonundaki çözeltilerinin akışkanlığı, polimerizasyon derecesi arttıkça yükselmektedir. Bu nedenle ortalama polimerizasyon derecesi 1000'in üstünde olan selüloz makromoleküllerinden hareketle elde edilecek selüloz-ksantogenat (viskoz) çözeltilerinin kıvamlılığını (viskozitesini) düşürmek için, çözeltinin konsantrasyonunu düşük tutmak mümkünse de bu da ekonomik çalışma şekli olmamaktadır.

Sonuç olarak, düzelerden fazla bir basınç gerektirmeden geçebilecek selüloz-ksantogenat çözeltisi hazırlayabilmek için, selüloz makromoleküllerinin ortalama polimerizasyon derecesinin 400'ün altına düşürülmesi zorunluluğu ortaya çıkmaktadır.

Alkali selülozu bekletmeye bırakarak, ortalama polimerizasyon derecesinin düşmesinin sağlanmasına 'ön olgunlaştırma' denilir. Burada üzerinde titizlikle durulması gereken husus, sıcaklığın her yerde aynı ve sabit olmasıdır. Ön olgunlaştırmada genellikle parçalanmış alkaliselülozu 20-24°C'da 35-40 saat bekleterek yapılmaktadır.

2.1.1.3. Sülfürleme

Ön olgunlaştırmadan geçmiş alkali selüloz bundan sonraki adımda karbonsülfür ile muamele edilerek, selüloz-ksantogenata dönüştürülür.



Bu tepkimeye genellikle karbonsülfürün kendisi değil, bunun sodyumhidroksit ile oluşturduğu bir ara ürün olan sodyumsulfitkarbonat girmektedir.

Tepkime önce amorf bölgelerdeki selüloz makromoleküllerinin – ONa ve – OH gruplarının ksantogenat haline dönüşmesi şeklinde başlamakta ve bunların hepsi tepkimeye girebilmektedir (triksantogenat oluşması). Zamanla H-köprülerinin kopmasıyla, kristalin bölgelere de nüfuz edebilecek hale gelince buralardaki makromoleküllerin –ONa ve OH grupları tepkimeye girmeye başlamaktadırlar. Tepkime doğrudan CS₂ ile oluşabilirse de, çoğunlukla başlangıçta amorf bölgelerde oluşmuş fazla miktardaki ksantogenatların denge tepkimeleri üzerinden kristalin bölgelere kayması şeklinde olmaktadır. Böylece birkaç saat sonunda bütün selüloz makromolekülleri aynı derecede esterleşmiş (ksantogenat oluşturmuş) hale gelmektedir.

Uygulamada her bir glikoz yapıtaşı için 0.70-0.75 mol CS₂ alınmaktadır. Sülfürleme sonucu ortalama substitüsyon derecesi ise 0.5'dir. Karbonsülfürün geri kalan kısmı yan tepkimelere girmektedir. Bu yan tepkimeler içerisinde en önemlisi sodyumtritiokarbonat oluşmasıdır. Bu ürünün turuncu-kahverengi rengi selüloz-ksantogenatin sarı-yeşil rengini bastırmaktadır.

Oluşan selüloz-ksantogenat da dayanıksız olduğundan, gerek sülfürleme sırasında, gerekse daha sonraki çözme ve ard olgunlaştırma sırasında, çeşitli şekillerde tepkimeye girerek yan ürünlerin oluşmasına yol açmaktadır.

Viskoz-rejenere selüloz lif fabrikalarında sülfürleme işlemi Baratte denilen ve yavaş şekilde dönen tamburlar içerisinde yapılmaktadır. Bu tamburlar çift cidarlı olup soğutulabilmektedir. Böylece ekzoterm olan reaksiyon kontrol altında tutulabilmektedir. Genellikle alkali selülözün ağırlığının %30-36'sı kadar karbonsülfür kullanılmaktadır. İşlem süresi 25-30°C'da 2-3 saattir. İşlem bitirildiğinde Baratte'deki karbonsülfür fazlası uzaklaştırılır ve ksantogenat karışımı boşaltılarak çözelti hazırlamaya gönderilir. Modern işletmelerde sülfürleme ve çözelti hazırlama ayrı ayrı yerlerde değil, ksantat makinelerinde birbiri ardınca yapılmaktadır.

2.1.1.4. Viskoz çözeltisinin hazırlanması

Selüloz ksantogenat esasında saf suda çözülebilmektedir, fakat bu şekilde elde edilen çözelti hidroliz nedeni ile çok dayanıksız olduğundan, lif çekiminde kullanılmamaktadır. Lif çekiminde kullanılabilecek viskoz çözeltisi, selüloz-ksantogenatı özel karıştırma ve yoğurma donatımı bulunan, soğutulabilen cihazlarda, seyreltik kostik soda içerisinde çözümlenerek hazırlanmaktadır. Çözeltiye %0.6 kadar Türk kırmızısı yağı konulursa çözeltinin homojenliğinin sağlanması daha iyi olmaktadır. Viskoz çözeltisinin homojenleşmesini ve sıcaklığının her tarafta 15-16°C olmasını sağlamak için çözelti öğütme donatımları üzerinden pompalanmakta ve filtre edilmektedir.

2.1.1.5. Ard olgunlaştırma

Selüloz-ksantogenat dayanıksız bir bileşik olduğundan daha sülfürleme sırasında kısmen parçalanmaya başlamaktadır. Bu nedenle, viskoz çözeltisi hazırlandıktan sonra hemen lif çekimine geçilirse, her seferinde aynı özelliklere sahip lifler elde edilemeyecektir. Ard olgunlaştırmadan amaç, viskoz çözeltisinin özelliklerini değişmez belirli bir düzeye getirmektir.

Ard olgunlaştırmannın özü, viskoz çözeltisini 15-18°C'da 48-80 saat bekletmeye ve bu sırada birçok kereler filtre etmeye dayanmaktadır. Ard olgunlaştırma sırasında

çözeltideki hava kabarcıklarının uzaklaştırılmasına da özen gösterilmelidir. Hava kabarcıklarının uzaklaştırılması genellikle vakum (alçak basınç) yardımıyla yapılırsa da, son senelerde ultra ses (ultrasound) dalgalarıyla da yapılmaktadır.

Uygulamada ard olgunlaştırma süresi genellikle 2-3 gün olarak seçilir. Böylece viskoz çözeltisinin akışkanlığı ve dolayısıyla koagülasyon yeteneğinin birkaç saat içerisinde fazla değişmediği bölgede kalınmış olur. Bu da hep aynı özellikte viskoz çözeltisi eldesini kolaylaştırır (Tarakçioğlu, I., 2000).

2.1.1.6. Lif çekme

Olgunlaşmış viskoz çekim çözeltisi son filtre safhasına doğru geçirilir ve çekimin oluşturduğu metal bir kap içindeki ince delikler boyunca basılır. Düzeler altın, platinyum, polladium, tantalum ve diğer korozyona dayanıklı metallere yapılır. Düzedeki delikler genellikle 0.005-0.0125 mm çapındadır ve her bir düze bunların 20000 ve üzerindeki değerlerde deliklerden oluşmaktadır.

Düzeler, lif çöktürme (koagülasyon) banyosunun içinde bulduklarından, düze deliklerinden geçen viskoz çözeltisi ışınları, asit ve tuz içeren lif çöktürme banyosu ile temas haline gelmektedirler. Banyonun görevi, çözelti ışınlarının katılaşmasını sağlamaktır. Pıhtılaştırıcı banyoda bulunan tuz ve asit miktarları; sülfürikasit ağırlığının %4-12'si, sodyumsülfat ağırlığının %10-22'si, çinkosülfat ağırlığının %1-5'i kadardır.

Çöktürme banyosundan geçerken liflerin katılaşmasında çeşitli kimyasal ve fizikokimyasal olaylar rol oynamaktadır. Pıhtılaştırıcı banyoda sodyum selüloz-ksantat yeniden selüloza dönüşür. Bu banyo sıvısında çözülmez, böylece viskoz çözeltisine ait ince jel, katı viskoz filamanına dönüşür.

Çekim banyosu son derece kompleks bir olaydır. Sodyum sülfat sodyum selüloz-ksantatı pıhtılaştırarak filaman oluşumunu sağlar. Daha sonra aşağıda ifade edilen yollardan biri ile selüloza dönüşüm sağlanır.

a) Sodyum selüloz-ksantat, daha sonra selüloza ayrılan selüloz-ksantik aside dönüşür.

b) Sodyum selüloz-ksantat, ilk önce çinko selüloz-ksantata, daha sonra selüloz-ksantik aside ve son olarak selüloza dönüşür.

Bu adımlarda selüloz ksantik asidinin oluşması çok hızlı, parçalanması ise biraz yavaş olmaktadır. Selüloz-ksantogen asidinin oluşması için viskoz çözeltilsinin 14 olan pH değerinin 2'ye düşmesi gerekmektedir.

Tuz kullanılmadığı takdirde, düzelerden çıkan filamentlerin dış kısımlarının asit ile teması sonucu pH hemen 2'nin altına düşecek ve selülozksantogenatın parçalanması ile dış kısımlarda katılaşma meydana gelecektir. Katılaştıran bu dış kısımlar, asidin iç kısımlarda kalan çözeltiliye difüzyonunu zorlaştıracığından iç kısımlar tamamen pıhtılaşamayacaktır. Bu nedenledir ki liflerin pıhtılaşma hızı ve başlangıç yeri çok önemlidir. Birçok durumlarda banyoya asidin yanında yalnız sodyum sülfat ilave etmekte yetmemekte, çinko sülfat ilavesi gerekmektedir.

Genel olarak viskoz lifi üretiminin esasını açıklayacak olursa; viskoz lifi elde edilmesinde filamentlerin gönderildiği banyo içerisinde çözücü, su ve asit vardır. Çekim sırasında lif çekim banyosunda bulunan asit yardımıyla Na ve CS₂ çekim çözeltilisinden uzaklaştırılır ve böylece saf, çözünmez ve molekül zincir uzunluğu yeniden ayarlanmış, ilkinde nazaran daha kısa molekül uzunluğuna sahip selüloz lifleri elde edilmektedir.

Banyoya ilk püskürtüldüğü anda filament içinde çözücü ve polimer maddesi vardır. Banyodaki çözücü miktarı filament içindekinden çok azdır. Bu nedenle aradaki basınç farkı nedeniyle yapıdaki çözücü, difüzyon sayesinde banyoya geçmeye başlar. Yapıdaki çözücünün uzaklaşmaya başladığı noktalarda ise, faz değişimi sayesinde katılaşma meydana gelir.

Banyodan geçiş hızı yüksek olduğu zaman filamentin dış kısmındaki çözücü madde dışarıya çıkar ve buralarda sertleşmeyle kabuk oluşumu meydana gelir. Bu katılaşma nedeniyle iç kısımlardaki çözücü madde dışarıya çıkamadığından dolayı dış kısmı kabuk, iç kısmı yumuşak bir yapı oluşur ve zamanla bu yumuşaklıktan dolayı iç kısma doğru çökmeler meydana gelir. Sonuç olarak viskon liflerinin kesitleri bu nedenle düzensizdir. Merkez kabuk etkisi yüksektir. Kısa molekül zincirine sahip ve zayıf moleküller arası bağları bulunan bir lif elde edilmiş olur (Ardıç, Y., 2007).

Uygulamada kullanılan lif çöktürme banyosunun sıcaklığı 40-60°C civarında olup liflerin banyo içerisinde kaldıkları mesafe 25-80 cm kadardır. Bu mesafe lif çekme hızına bağlı olarak da değişmektedir. Liflerin banyo içinde belirli bir süre kalmasını

sağlamak için, lif çekme hızı yavaş ise banyo içerisinden geçirilen mesafeyi kısa tutmak, lif çekme hızı yüksek ise banyo içerisinden geçirilen mesafeyi uzun tutmak gereklidir.

Lif çekimi sırasında üzerinde özenle durulması gereken bir nokta da, lif çöktürme banyosu konsantrasyonu ve sıcaklığın sabit tutulmasıdır. Lifler pıhtılaşırken sürekli olarak lif çöktürme banyosuna su getirdiklerinden, önlem alınmaz ise banyo konsantrasyonu değişecektir. Bu nedenle banyo çözeltisi büyük rotasyon pompalarının yardımıyla devamlı olarak sirküle edilmektedir. Banyo çözeltisinin hareket yönü genellikle liflerin banyo içerisindeki hareket yönü ile aynıdır. Buradaki sülfirik asit konsantrasyonu, giriş ve çıkışta en fazla %1'lik bir fark göstermelidir. Sirküle edilen banyo çözeltisi filtre edildikten sonra, derişik sülfirik asit ilave edilerek asit konsantrasyonu kolaylıkla ayarlanabilir. Esas sorun, selüloz-ksantogenatın parçalanması sırasında açığa çıkan sodyum sülfat nedeniyle, sodyum sülfat konsantrasyonunun sabit tutulmasıdır. Bunun için genellikle banyo çözeltisi alçak basınç altında belirli tuz konsantrasyonuna kadar buharlaştırılır. Bu şekilde değiştirilmiş olan çözelti ters akım prensibine göre soğutulur ve böylece sodyum sülfatın kristalizasyonu sağlanır.

Düzelerden çıktıktan sonra lif çöktürme banyosu içerisinde belirli bir miktar yol alan ve katılmanın büyük kısmı tamamlanmış olan liflerin, banyodan dışarı çıkarılması, düzelerin banyo içerisindeki yerleşiş durumuna göre dik veya hafif eğimli olarak gerçekleştirilir. Liflerin banyodan çıkarılması sırasında çekme hızı çok önemlidir. İstenildiği takdirde liflerin düzelerden çıkışından daha yüksek bir hızla çekilerek lifler daha yüksek bir germeye tabi tutulabilir. Germe sonucu liflerin boyu uzadığı gibi lifler içerisindeki makromoleküllerin lif eksenine daha paralel bir yerleşim kazanmaları sağlanmaktadır. Bu ise makromoleküller arası çekim kuvvetlerinin artmasına, dolayısıyla liflerin dayanımlarının artmasına yol açmaktadır. Genellikle liflerin banyodan çekilme hızı, çözeltinin düzelerden püskürtülme hızından oldukça yüksektir (Tarakçioğlu, I., 2000).

2.1.1.7. Yıkama ve kükürt giderme

Lif çöktürme banyosundan çıkan liflerin önce iyi bir yıkamadan geçirilmesi zorunludur. Lifler üzerinde kalacak az miktarda asit ve tuz artıkları bile, özellikle daha sonra yapılan kurutma sırasında liflerin zarar görmesine yol açabilmektedir. Bu

nedenle liflerin içerdiği tuz ve diğer suda çözünebilir kirlilikleri uzaklaştırmak için yıkama işlemi yapılmalıdır.

Viskon eldesinde, lif kabloları birbiri ardınca yıkama teknelerinden geçirilerek veya hareketli delikli bandlar döner masalar üzerinde bulunan kablolarla su püskürtülerek yıkama yapılır. Lifler kesilmiş ise, oluşan açık elyafın yıkanması özel lif taşıma donatımlarına sahip büyük yıkama teknelerinde yapılmaktadır.

Yıkamadan sonra liflerdeki kükürt artıklarının uzaklaştırılmasına geçilir. Bunun için içerisinde 2-5 g/L kadar sodyumhidroksit, sodyumsülfid veya sodyumsülfür bulunan çözeltiler kullanılır.

2.1.1.8. Ağartma ve hazırlama

Liflerin hafif sarımtırak rengini gidermek için rejenere selüloz lifleri bundan sonraki adımda bir sodyumklorit veya hidrojenperoksit nadiren de hipoklorit ağartmasından geçirilirler. Lifler iyice şişmiş durumda bulduklarından, oksidasyon maddelerine karşı hassastırlar. Bu nedenle ağartmanın dikkatli ve ılıman koşullar altında yapılmasına özen gösterilmelidir. Ağartmadan sonra iyice durulanan lifler, preperasyon maddeleriyle muamele edilmektedir.

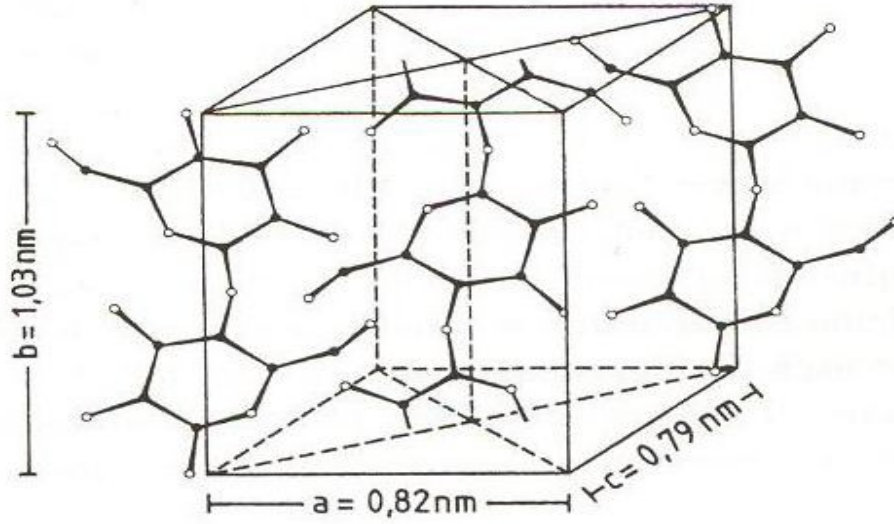
Viskon lifleri 100°C'nin üzerindeki sıcaklıklara karşı hassas olduklarından bunların kurutulması dikkat gerektirir. Suyun büyük kısmı santrüfjüleyerek veya bastırarak yapılan ön kurutmada uzaklaştırılır. Esas kurutma genellikle 50-75°C sıcaklıktaki havayla ters akım prensibine göre kesiksiz olarak yapılmaktadır.

Kurutulmuş lifte %11-12 kadar nem bulunması istenilmektedir. Genellikle kurutma %4-5 nem kalıncaya kadar yapılmakta ve lifler soğutulduktan sonra ayrı bir nemlendirme (kondisyonlama) donatımından geçirilerek nem miktarı %11-12'ye çıkarılmaktadır (Tarakçıoğlu, I., 2000).

2.1.2. Viskon lifi yapısındaki selüloz konfigürasyonu

Viskonun hammaddesi olan selüloz farklı kristalin konfigürasyonlarına sahiptir. Örneğin; selüloz I, doğal ürünler için karakteristik iken, selüloz II rejenere selüloz ürünlerinde ortaya çıkmaktadır. Selüloz I (şekil 2.3) kendi arasında kaynak farklılığına göre Selüloz I α ve I β modifikasyonu olarak da bulunabilmektedir. Doğal selülozun yapısındaki bu değişiklikler uzun zamandır yapılan x-ray çalışmaları ile

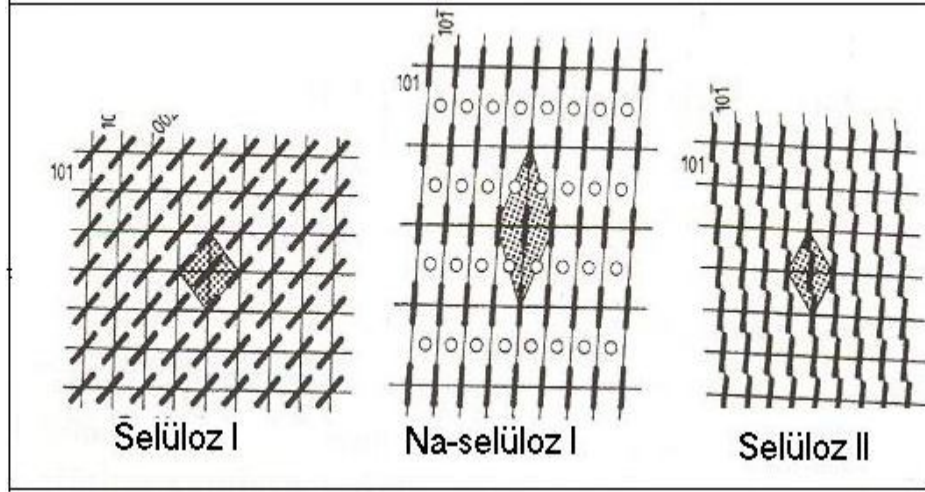
doğrulanmıştır. Bunun yanında nötron difraksiyonu, kızılötesi ve raman spektroskopisiyle de bu çalışmalar yapılabilmektedir.



Şekil 2.3 : Fengel'e Göre Selüloz I'deki Elementer Hücrede Hidrojen Köprüleri ile Birbirine Bağlanmış Yüzeyler (Özgüney, A. T., vd., 2006).

Kristal kafes yapısının selüloz I' den selüloz II' ye geçtiği NaOH ile işlemden şışme sırasında (şekil 2.4) tüm lif sistemi reaksiyona girmektedir (Özgüney, A. T., vd., 2006).

Selüloz II, selüloz I'e karşı daha yüksek bir termodinamik stabiliteye sahiptir. Selüloz I'in yan yana bulunan iki anhidroglükoz birimini bağlayan oksijen atomunun her iki yanında intramoleküler bir hidrojen köprüsü bulunmaktadır. Ayrıca intermoleküler hidrojen köprüleri de mevcuttur. Selüloz II düzeninde iki ucu birleştiren oksijen atomuna paralel olan yalnızca bir hidrojen köprüsü vardır. Buna göre intramoleküler hidrojen köprülerinin sayısı, selüloz I'deki hidrojen köprülerinin sayısının yalnızca yarısı kadardır. İnteramoleküler hidrojen köprü bağları zincirin rijitliğini sağladığı ve sayısı selüloz I'dekinin yarısı kadar olduğu için; selüloz II daha yüksek esneklik göstermektedir. Bu nedenle selüloz II'nin teorik mukavemeti (rijitliğin ölçüsü) selüloz I'e göre daha düşüktür. Viskon lifleri selüloz II konfigürasyonları ile pamuk, jüt, keten, rami, kenevir gibi doğal selüloz liflerine göre daha düşük bir mukavemete sahiptir.



Şekil 2.4 : Selüloz I'in Selüloz II'ye Dönüşümü (Özgüney, A. T., vd., 2006).

Selüloz I'in zincirlerinin birbirine paralel olduğu ve selüloz II'de stabil ve paralel olmayan bir düzende bulunduğu kabul edilmektedir. Selüloz II'de zincirler belirli bir düzende paralel halde iken, diğer düzlemde zıt yönde sıralanmıştır. Bu, zincirlerin ilk düzleme paralel gittiği anlamına gelmektedir. Sıkı halde bulunmasına rağmen, kostik içerisindeki selüloz I'in büyük oranda şişmesi nedeniyle bu problem ortaya çıkmaktadır. Selüloz, rejenerasyondan sonra selüloz II'nin kristal kafesine dönüşüp, sabit durumdaki tüm kafes düzlemleri 180° dönmektedir.

Selüloz II yapısı doğal selülozun yüksek alkali konsantrasyonlarında işleme tabi tutulmasıyla elde edilirken, selüloz III, selülozun sıvı amonyakla işlemi sonrasında ve selüloz IV yapısı ise selüloz II'nin gerilim altında sıcak banyoda işleme tabi tutulmasıyla elde edilmektedir.

Lifler çözeltilerden çekildiği ve çözeltilerden kristallendiği için kristalin olmayan zincirler büyük bir düzensizlik göstermektedir. Bundan dolayı, eğer bir viskon lifi kurutulur ve tekrar su içerisine bırakılırsa kristalin olmayan bölgelerdeki selüloz molekülleri çok zor değişen bir form almaktadır ve mukavemet düşmektedir (Batiyari, M. İ., 2005).

2.1.3. Viskon liflerinin karakteristik çekirdek/manto yapısı

Rejenere selüloz liflerinin yapısı için fibriler yapı modeli kabul edilmektedir. Bu kabulde beraber farklı tipteki rejenere ve kimyasal liflerde bazı yapısal farklılıklar bulunduğu da bilinmektedir. Lif çekiminde kullanılan çekim şartlarına bağlı olarak lifin kristalin boyutunda, yoğunluğunda, kristalin oryantasyonunda ve delik

yapısında farklılıklar olabilmektedir. Viskon lifindeki çekirdek/manto yapısı bu lifi diğer kimyasal ve rejenere liflerden ayıran en belirgin özelliğidir (Smole, M. S., et. al., 2003).

Viskon ve diğer rejenere selüloz polimerlerinin afinitesi ve kimyasal grupları pamuktaki selüloz polimerlerinininkine çok benzemektedir. Viskon polimer sistemi, %35-40 kristalin, %60-65 amorf bölgeden oluşmaktadır. Viskonun kısa polimerleri, lif özelliklerinde dezavantajlara neden olmamakta, kristalin bölge oranı ise yüksek polimer oluşumunu zorlaştırmaktadır.

Polimerizasyon derecesi sayesinde belirlenen zincir uzunluğu yanında, molekül düzeni ve formu da önemlidir. Viskon liflerinde üretim sırasındaki gerdirme sayesinde makromolekülün boyuna oryantasyonu gerçekleşmektedir. Yüksek oryantasyon daha yüksek dayanımlı lifleri ortaya çıkarmaktadır. Düzenlenmiş (oryante olmuş) bir alan 40-60 makromoleküllü bir deste içermektedir. X-ray araştırmaları viskon liflerinde, lifin %40'ının, pamuk liflerinde %70'inin kristalin bölgeden oluştuğunu (amorf kısımlarla değişen) ortaya koymuştur. Zincir molekülleri kısmen kıvrımlıdır ve saçak olarak adlandırılan fibriller yapıyı oluşturmaktadır. Viskon liflerinin WAXD (geniş açı XRay difraksiyonu) yöntemi ile kristalinite indeksi ve kristal büyüklüğü incelendiğinde; kristalinite indeksinin %42.3, kristal büyüklüğünün L_c 20,56 Å civarında olduğu gözlemlenmiştir (Özgüney, A. T., vd., 2006).

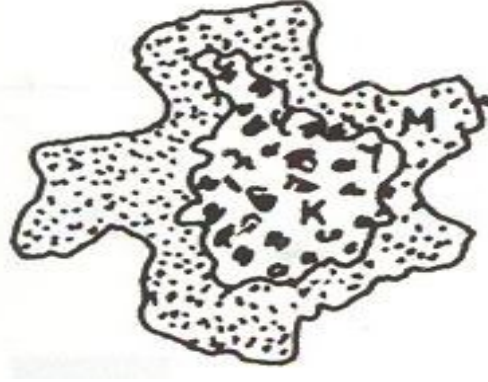
Lif çekiminde kullanılan yöntemin viskon liflerinin yapısı ve özellikleri üzerinde oldukça yüksek oranda etkisi vardır. Lif çekimi aşamasında çöktürme banyosuna giren viskon lifleri banyoda oluşan koagülasyondan dolayı dış kısmında membran benzeri bir tabaka oluşmaktadır. Viskon lifinin çekimindeki koagülasyon aşamasında oluşan kalın dış tabakaya manto tabakası adı verilmektedir. Oluşan bu tabaka lif çekim banyosu içerisindeki kimyasal etkileşim sonucunda meydana gelmektedir. Lif çekim banyosunda oluşan bu durumdan dolayı lifin iç kısmında kristalin bölgelerin yeterli derecede oluşmaması sonucu doğmaktadır. Lifin çekirdek kısmında aralarında büyük amorf bölgelerin yer aldığı kristalitler düzensiz bir ağ oluşmaktadır. Manto tabakası ise çekirdek tabakasındakine göre daha küçük kristalitlerden oluşan homojen bir yapı teşkil etmektedir. Çekirdek/manto tabakaları arasındaki yapısal

farklılıklar, bu tabakaların boyama işleminde farklı oranda boya çekimi özelliğinden faydalanılarak kolayca ayrılabilir (Rouette Hans-Karl, 2001).

Lif çekim banyosundaki sodyum sülfat, sodyum selüloz ksantogenat koagülesinin filament şekline dönüşmesini sağlamaktadır. Bu işlem iki şekilde gerçekleştirilmektedir:

a) Sodyum selüloz ksantogenat, selüloza geri bozunabilen selüloz ksantogenik asite dönüşür

b) Sodyum selüloz ksantogenat öncelikle çinko selüloz ksantogenata dönüştürülür. Bu da daha sonra selüloz ksantogenik asite ve sonuçta selüloza dönüştürülür (Özgüney, A. T., vd., 2006).



Şekil 2.5 : Viskon Liflerinin Enine Kesiti (manto/çekirdek yapısı)
(Özgüney, A. T., vd., 2006).

Çinko selüloz ksantogenatın selüloz ksantogenik asite dönüşmesi, sodyum selüloz ksantogenatın selüloz ksantogenik asite dönüşümünden (b metodu a metodundan) daha yavaştır. Viskon koagülasyonunda, çinko sülfat düşük konsantrasyondadır. Polimer kısa bir sürede filamente dönüşmekte bu esnada filament merkezine asit penetrasyonu gerçekleşmektedir. Çekirdekle birlikte filament hacmi böylece direkt (a) metoduyla rejenere edilmekteyken, sadece dış tabaka daha yavaş olan (b) metodu ile rejenere edilmektedir. Yüksek mukavemetli rejenere liflerin üretiminde, tam-manto yapısı, rejenerasyon geciktiricilerin banyoya eklenmesiyle olmakta yani (b) metodu kullanılmaktadır. Bu işlemde asit eklenmesi, hızı yavaşlatmaktadır. Çinko tuzlarının lif çekim banyosunda daha yüksek konsantrasyonlarda kullanılması da bu etkiyi arttırabilmektedir. Filamentin dış tabakasında yer alan düşük hızlı rejenerasyon daha homojen bir dönüşüm sağlamakta ve manto efekti oluşmaktadır.

Manto tabakası, enine kesitin %50'sine kadar çıkabilmektedir. Çekirdek ve manto kısımlarının farklı yapıları, viskon liflerinin boyanma yeteneğini de etkilemektedir. Üretim koşullarına bağlı olarak, çekirdek olmadan manto yapısının veya tam tersinin elde edilmesi mümkündür. Bu yüzden lif enine kesitinde çekirdek veya manto yapısı da tam olarak optik mikroskopta görülebilmektedir.

Rejenere selüloz lifleri yarı kristal yapıya sahip olup, az veya çok amorf bölgelerden oluşmaktadır. Selüloz II kristallerinin genel ölçüleri, 4-6 nm çap ve 10-20 nm uzunluktur. Lif eksenine göre kristalin bölgenin oryantasyonun, kristalin boyutunun ve kristalliğin oranının, manto ve çekirdek yapılarında farklı olduğu kabul edilmektedir. Manto tabakası testere dişli görünüme sahiptir. Manto ve çekirdekte düzenli bölgelerin çapı eşittir. Ama kristalin uzunlukları farklıdır. Oryantasyon derecesi mantoda 0.97 iken çekirdekte 0.9'dur. Çekirdek çok daha az oryante olmuştur. Mantodaki yüksek selüloz zincir düzeni daha yüksek dış mukavemetin ana sebebidir.

Viskonun şekil 2.5'te görülen çekirdek/manto yapısı lif çekim aşamasında oluştuğundan farklı menşeli materyallerde bu yapı farklı karakteristikte oluşmakta bu da daha sonraki terbiye işlemlerinde özellikle tekrarlanabilirliklerde problemlere yol açmaktadır (Özgüney, A. T., vd., 2006).

2.1.4. Viskon liflerinin fiziksel özellikleri

Viskon liflerinin pamuktan farklılıkları, farklı kristal kafes yapılarıyla açıklanabilmektedir. Konvansiyonel viskon lifleri, pamuk liflerine göre daha düşük mukavemet, daha yüksek su alma yeteneği, daha çok buruşma ve daha fazla esneklik özellikleri göstermektedir (Tarakçıoğlu, I., 2002).

Viskon liflerinin mukavemetleri genelde düşüktür. Isladıkları zaman normal mukavemetlerine oranla kayıp fazla olmaktadır. Kuru viskon liflerin mukavemeti 2-2.6 g/denye iken ıslanınca mukavemet 0.95-1.5 g/denye'ye düşmektedir.

Viskon lifleri çekilince %17-25 oranında uzama yeteneğine sahiptir. Bu özellik lif ıslakken %23-32'ye kadar yükselmektedir (Bahtiyari, M. İ., 2005).

Viskon filamentlerinin kendilerine has parlak bir görünümü mevcuttur. Işık, lifin üzerine düştüğü sırada bir miktar absorbe edilmektedir. Yansıtılan ışık ise beyaz renktedir. Işığın çoğu, filament veya kesikli liflerin pürüzsüz ve düzenli yüzeylerinden yansıtılmaktadır. Böylece göz kamaştırıcı ve ışıltılı bir parlaklık elde edilmektedir. Bu yüzden bir matlaştırıcı madde, (genellikle titanyumdioksit) lif çekim çözeltilisine ilave edilebilmektedir. Titanyumdioksit, yaklaşık 0.8 µm boyutlu beyaz bir tozudur. Bunlar filamentlerde mevcut olduğunda viskonun beyaz görünümüne sahip olmasını sağlamaktadır. Parlaklığın azaltılma derecesi, lif çekim çözeltilisine ne kadar titanyumdioksitin ilave edildiğine bağlıdır (Tarakçıoğlu, I., 2002).

Ağartılmamış viskon lifleri saman sarısı rengindedir. Ağartılan viskon lifleri ise gümüşümsü bir beyazlık kazanmaktadır. Pamuk liflerinde görülen bükümlülük bu liflerde yoktur (Bahtiyari, M. İ., 2005).

Viskon lifleri pamuk lifleriyle kıyaslandığında daha düşük mukavemet değerine sahipken, esnekliği pamuktan daha yüksektir. Pamuğa göre viskon lifinin ortalama polimerizasyon derecesi daha düşüktür. Viskon liflerinin yapısında bulunan polimerlerin kimyasal grupları ve bu grupların afiniteleri pamuktakine benzemektedir. Viskon lifi %60-65 amorf, %35-40 kristalin bölgelerden oluşmaktadır. (Gurudat, K., Tripathi, V.S., 1998).

Viskon liflerinin esneme yeteneği çok yüksek değildir. Bu bakımdan diğer doğal selüloz liflerine benzemektedir. Genellikle uzatılan viskon rayon liflerinde %2 kalıcı uzunluğun olduğu görülmektedir. Bu uzunluk liflerin oryantasyonu ile ilgilidir.

Viskonun özgül ağırlığı 1.50-1.53 arasındadır. Normal halde %11-13 nem çekmektedir. Viskonun kristalleşme oranı pamuktan daha düşük olduğundan nem çekme özelliği de daha yüksektir. Suya bırakılan viskon zamanla yapısına %100-110 oranında su alıp şişmekte ve hacimce genişlemektedir.

Viskoz lifleri termoplastik değildir. Isıtılınca yumuşamaz veya yapışkan bir hal almaz. 150°C'ye kadar ısıtılınca mukavemetini kaybetmeye başlamaktadır. Isıtma 180-205°C'ye kadar yükseltirirse dekompoze olmaktadır. Alevle yaklaştırıldıklarında erime gözlenmez. Alevle temas halinde erimeksizin kağıt kokusu vererek yanmaktadır. Külü kolaylıkla kırılmaktadır ve gri renklidir (Bahtiyari, M. İ., 2005).

2.1.5. Viskon liflerinin kimyasal özellikleri

Viskonun esası selüloz olduğundan kimyasal özellikleri pamuğa benzemektedir. Sulandırılmış mineral asitlerin soğukta viskona etkisi azdır. Fakat mineral asitlerin sıcakta etkisi fazladır. Ayrıca asetik asit, formik asit gibi asitlerin etkisi soğukta da olmaktadır. Asitler önce bu lifleri zayıflatmakta, sona parçalamaktadır (Bahtiyari, M. İ., 2005).

Viskon lifleri asitlere karşı hassas olup makromoleküllerdeki oksijen köprülerinin (asetal bağlarının) kopması sonucu parçalanmaktadır. Dikkat edilmesi gereken bir husus, bu liflerdeki selüloz makromoleküllerinin polimerizasyon derecelerinin düşük olması nedeniyle, bunlardaki uç aldehit grubu sayısının pamuktakine nazaran daha yüksek olmasıdır. Dolayısıyla asitlerden zarar görmemiş (hidroselüloza dönüşmemiş) rejenere selüloz lifleri de biraz indirgen özellik göstermektedir.

Normal viskon lifleri pamuktan farklı olarak, bazlara karşı çok dayanıklı değildirler, kuvvetli bazlarda kısmen çözülmekte olup bu çözülme makromoleküllerin polimerizasyon derecesi düştükçe artmaktadır. Bu nedenle bir viskon lifi %10-30'luk sodyumhidroksit çözeltisi ile oda sıcaklığında bir süre muamele edilirse kısa makromoleküller çözüleceğinden, lifin ortalama polimerizasyon derecesi bir miktar artmakta buna rağmen liflerin fiziksel özellikleri düşmektedir.

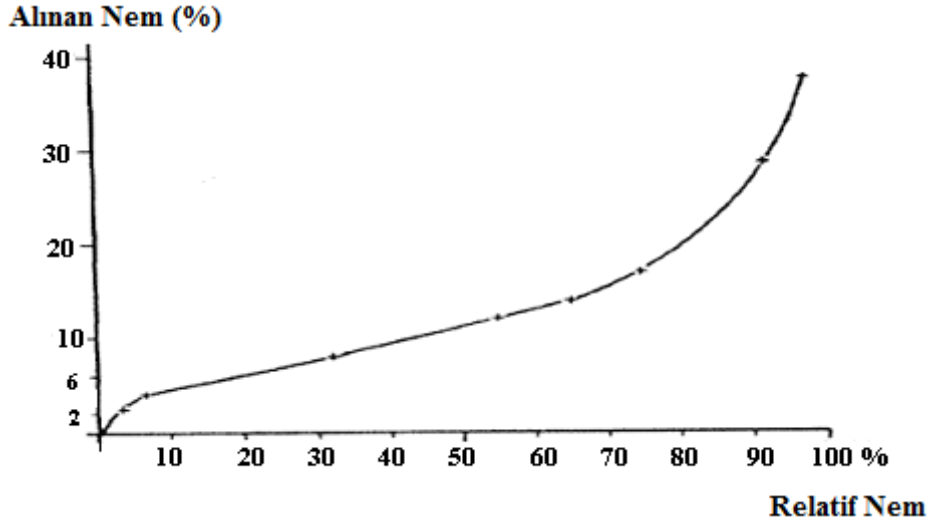
Bazlar gibi bazı tuzların da viskon liflerini kısmen çözme özelliği vardır. Bu özellik, tuzu oluşturan katyon ne kadar küçük ve anyon ne kadar büyük olursa, o kadar kuvvetli olmaktadır. Örneğin, normal viskon lifleri belirli koşullar altında kalsiyumrodanür çözeltisinde tamamen çözülmekte, bu özellikten faydalanılarak pamuk/viskon ikili karışımlarının kantitatif analizi yapılabilmektedir.

Yükseltgen maddelerin viskon liflerine etkisi de, pamuk liflerindeki benzemektedir. Fakat bunlardaki selüloz makromolekülleri zaten kısa olduklarından, az miktardaki bir kopma bile liflerin dayanımlarının büyük ölçüde düşmesine yol açmaktadır.

Viskon lifleri gün ışığına maruz kaldıklarında fotoselüloz meydana gelmekte, renk kaybolmakta, yüzeysel zarar oluşmakta dolayısıyla mukavemet düşmektedir (Tarakçıoğlu, I., 2002).

2.1.6. Viskon liflerine uygulanan kostikleme işlemi

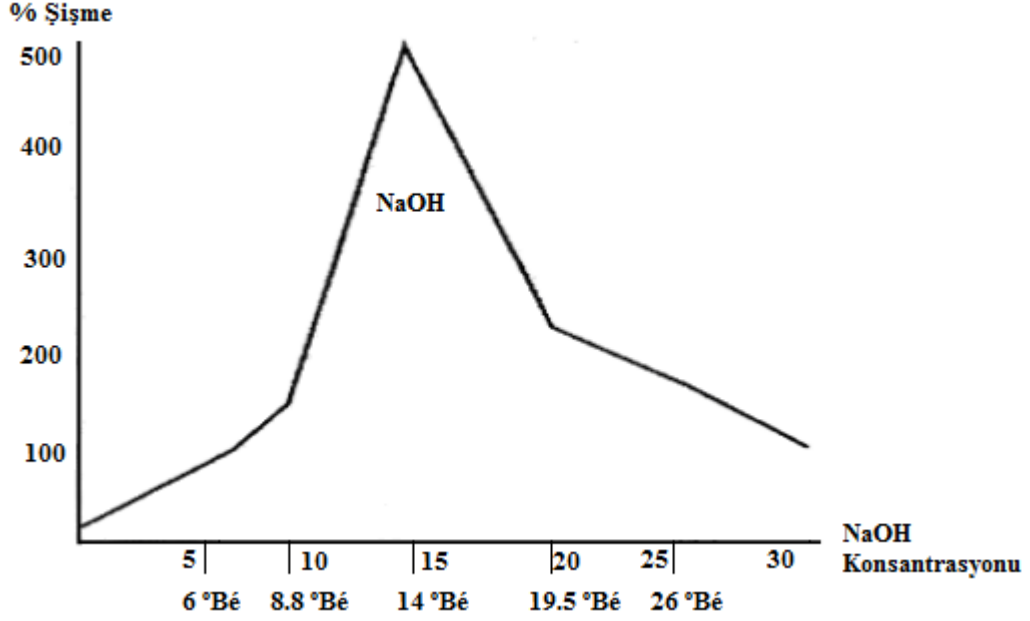
Viskon lifleri higroskopik lifler olup ortamdan hızlı bir şekilde nemi almakta, sıcaklık ve nem değişimlerine karşı hassas bir şekilde tepki vermektedir. Standart koşullarda (20°C, %65 relatif nemde) viskon lifleri yapısına %13-14 nem almaktadır.



Şekil 2.6 : Relatif Neme Bağlı Olarak Viskon Liflerinin Yapısına Su Alması
(Tarakçıoğlu, I., 2002).

Viskon liflerinin en önemli özelliği su alması (şekil 2.6) sırasında şişmesidir. Şişme için ölçü olarak lifin % su tutma yeteneği kullanılmaktadır. Bu değer viskon için %80-115'dir. Su içerisindeki sınırlı bir şişme tersinir olduğu için lif özelliklerinde kalıcı bir değişiklik oluşmamaktadır. Buna karşın selülozun alkali çözeltideki davranışı daha önemlidir. Alkaliler esas itibarıyla suya göre daha kuvvetli bir şişme sağlamaktadır.

Selüloz esaslı kumaşlar, sodyumhidroksit çözeltisi ile muamele edildiğinde şişme sonucunda enine ve boyuna çekmektedir. Şişme, alkali konsantrasyonuna ve sıcaklığa bağlı olarak değişmekte, belirli bir sıcaklıkta alkali konsantrasyonu arttıkça şişme de artmaktadır. Şekil 2.7'de görüldüğü gibi konsantrasyon belirli bir değere ulaştığında örneğin viskon için 20°C sıcaklıkta, %12'lik sodyumhidroksit konsantrasyonunda şişme maksimum olmakta konsantrasyon artmaya devam ederken şişme minimum değere düşmektedir. Çok daha yüksek konsantrasyonlarda ise şişme yine artmakta fakat artış hızı daha düşük olmaktadır (Tarakçıoğlu, I., 2002).



Şekil 2.7 : NaOH Konsantrasyonuna Bağlı Olarak Viskon Liflerinin % Şişme Değerleri (Tarakçıoğlu, I., 2002).

Rath viskonun kostiklenmesini pamuğunki ile karşılaştırdığında, viskonun kostiklenmesinin daha fazla alkali çözünürlüğü ile meydana geldiğini görmüştür. Kostikleme işlemi genellikle 27 ve 33°Bé alkali konsantrasyonundaki sodyumhidroksit çözeltisi kullanımı ile gerçekleşir (206 – 266 g/L NaOH). Kostik soda liften durulama işlemi ile uzaklaştırılırken, sodyumhidroksit konsantrasyonu %0 değerine ulaşır. Durulama işlemi boyunca %8-10 bölgesinde sentetik lifler maksimum çözünürlük gösterirler. Bu etki sıcaklıkla oldukça alkalıdır ve bu nedenle kostik soda içindeki selüloz çözünürlüğü 60-70°C arasında minimum seviyeye düşer. Hassas kostikleme işlemi için oda sıcaklığında çalışma yapılmasının önlenmesi tavsiye edilmektedir (Schimper, C., 2009).

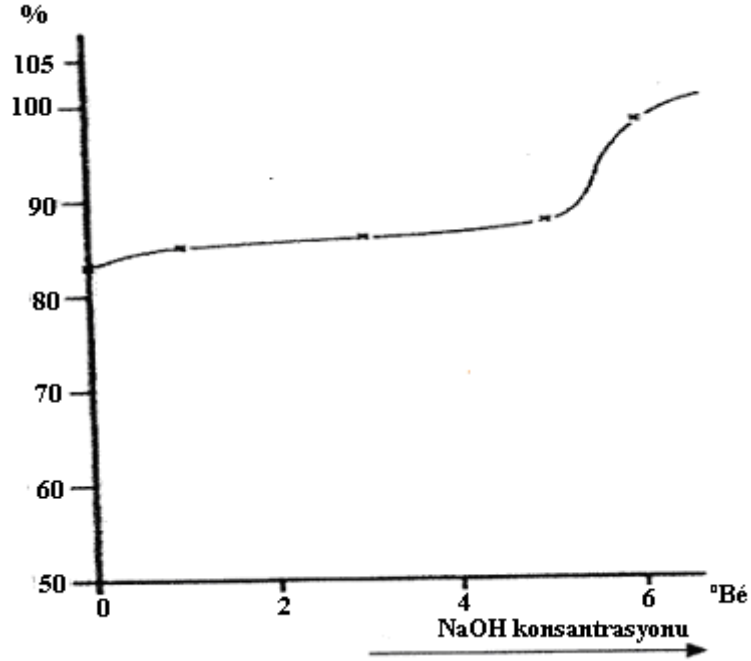
Hidroksil gruplarına ulaşabilmesi ve selüloz liflerinin reaktifliği (şekil 2.8’de olduğu gibi) alkali muameleler sayesinde belirgin olarak arttırılmaktadır. Önemli olan doğru konsantrasyonda çalışmaktır. Farklı lif tiplerinin şişme durumunun karakteristik farklılıklar gösterip göstermediğinin araştırıldığı bir çalışmada; rejenere selüloz liflerinin alkali ön terbiyeden farklı şekilde etkilendiği görülmüştür. Çalışmada sodyumhidroksit konsantrasyonuna, muamele sıcaklığına ve süreye bağlı olarak liflerin şişme davranışı incelenmiş, alkalizasyonun sınırları ve substrata bağlı olanakları ortaya çıkarılmıştır.

Araştırma sonuçlarına göre:

- Rejenere selüloz liflerinin sodyumhidroksit içerisinde şişmesi çok hızlı olmakta
- Şişme, daha yüksek sıcaklıklarda düşük sıcaklıklardakine göre biraz daha hızlı gerçekleşmekte
- Artan sodyumhidroksit konsantrasyonu ile şişme de artmakta
- Şişmenin derecesi sıcaklığa bağlı olmakta ve pamuk örneğinde artan sıcaklıkla birlikte düşmektedir.

Şişme eğilimi materyale bağlı olarak değişmekte; pamuk, liyosel, modal, viskon, cupro sıralamasına göre de şişme derecesi artmaktadır.

Selülozun sodyumhidroksit ile alkali selüloza (sodyum selüloza) dönüşmesi sonucu selüloz çözünmektedir. Mümkün olan en yüksek alkali bağlanması 1 mol NaOH'in 1 mol glikoza bağlanması şeklindedir. Rejenere selüloz lifleri %10'luk NaOH içerisinde -5°C' de kantitatif olarak çözünmektedir. Sodyum hidroksit miktarı %5'in altında kaldığı sürece viskon liflerinin çözünen kısmı ihmal edilebilmektedir. Viskonun %4-6'luk NaOH ile muamelesi sonucunda boyarmaddeyi alma yeteneği belirgin olarak artmaktadır.



Şekil 2.8 : Su Tutma Yeteneğinin Kostikleme İşlemi ile Değişimi
(Tarakçıoğlu, I., 2002).

%5'in üzerinde NaOH ile yapılan kostikleme işlemi, kristalin lif yapısının belirgin olarak gevşemesini sağlamakta farklı alkali çözeltilerinin lifleri şişirme etkisi de farklı olmaktadır. Bu alkali iyonunun atom hacmine bağlıdır ve alkali iyonunun atom hacmi $NH_4 < K < Na$ sırasına göre artmaktadır. Buna göre viskon lifleri için potasyum hidroksit kullanılması, aynı konsantrasyondaki sodyum hidroksit kullanılmasından daha az tehlikeli olduğu sonucuna varılmaktadır. Pamuk/viskon karışımının atkı ve çözgüde homojen olarak kullanıldığı ya da atkısı saf viskondan oluşan mallar gerilimsiz olarak 24°Bé'ye kadar alkali konsantrasyonu ile kostiklenebilmektedir. Viskon kısmının ağırlıkta olduğu örneğin %65 viskon ve %35 pamuk ya da sadece atkı kısmı pamuktan, tüm çözgü iplikleri viskondan oluşan mallarda belirli şartlar altında çalışmak mümkündür. Bu durumda ya kritik alkali konsantrasyonu (8-14°Bé) sıcak suyla çok hızlı bir şekilde gerilimsiz olarak geçilmekte ya da kostikleme işlemi NaOH/NaCl çözeltisiyle veya potasyumhidroksit ile yapılmaktadır (Tarakçıoğlu, I., 2002).

Doğallığı ve kullanım kolaylığı nedeniyle viskon kumaşlara olan ilgi gün geçtikçe artmasına rağmen viskonun yüksek fibrilasyon/boncuklanma eğilimi nihai

kullanıcılar için bazı problemler oluşturduğu bilinmektedir. Uzun süredir boncuklanmaya neden olan kumaş yüzeyindeki kısa liflerin uzaklaştırılması için selüloz enzimi kullanılmaktadır. Ancak viskon menşeli ürünler üzerinde bulunan ve boncuklanmaya neden kısa liflerin selüloz enzimleriyle yeteri kadar azaltılamadığı açıktır. Konuyla ilgili yapılan çalışmalarla, kostikleme işlemi ile kumaş yüzeyindeki kısa lif uçlarının çözüldüğü, kumaşın düzgünleştiği ve şiştiği; böylece kumaşın daha pürüzsüz ve sıkı bir yapıya kavuştuğu bulunmuştur. Kostikleme işlemi sonucunda şişmiş lifler kumaşa daha sıkı bir yapı kazandırmakta bu da kumaşta boncuklanma oluşumunu azaltmaktadır. Şişme eğilimindeki artmaya ek olarak kostikleme işleminin ileride yapılacak boyama ve basmadaki renk verimliliğini arttırdığı da bilinmektedir.

Bahtiyari ve arkadaşları tarafından yapılan bir çalışmada, viskon kumaşa uygulanan kostikleme işleminin kumaşın boncuklanma değerine olan etkisini araştırılmıştır. Aynı çalışmada kostikleme işleminin viskon kumaşların boyama ve baskı işlemlerinde renk verimi üzerine ne yönde etkisi olduğu bulunmaya çalışılmıştır. Çalışmadan çıkan sonuca göre, boyada ve baskıda yüksek bir renk verimliliği elde etmek için kostiklemenin gerekli olduğu saptanmıştır. Ayrıca kostikleme sırasında lifler şiştiği ve düzgünleştiği için viskon kumaşın boncuklanma eğiliminde de düşme olduğu gözlemlenmiştir. Yapılan işlemler sonucunda kumaşlarda gözlemlenebilir bir mukavemet kaybı oluşmadığı görülmüştür. Ayrıca klasik önterbiye işlemlerine göre daha kristalin ve stabil bir yapı elde edildiği gözlemlenmiştir (Bahtiyari, M. İ., et.al., 2009).

Rejenere selülozun alkali çözelti içinde şişirilmesi endüstride yıllardan beri kullanılan bir yöntemdir. Bu uygulama selülozik liflerin kristalinitesi, afinitesi, makromoleküler yapısı ve fibrillerin oryantesi özelliklerinde değişime neden olur. Söz konusu yapısal değişikliklerin miktarı, uygulamada kullanılan sodyumhidroksit çözeltisi konsantrasyonuna, uygulama sıcaklığına, kostikleme işlemine tabi tutulan lifin polimerizasyon derecesine, selülozun menşesine, lifin içinde bulunduğu konstrüksiyona (lif, iplik ya da kumaş), lifin çekmesini veya şişmesini sınırlayacak veya arttıracak gerilimin miktarına bağlıdır. Bu değişkenler pamuk ile birlikte diğer selüloz lifleri ve selüloz-sentetik karışimli kumaşların mercerizasyonunda boyutsal stabilite, boya afinitesi, çekme mukavemeti, apre işleminde daha fazla kimyasal

emilimi, kumaş parlaklığı ve düzgünsüzlüğü gibi özelliklerin bir ya da birkaçını geliştirmek ya da optimize etmek için etkin bir şekilde kontrol edilmektedir.

Yapılan çalışmada yüksek konsantrasyonda kostikle yapılan işlemde viskon lifinin kostilenme işleminde daha fazla zarar gördüğü ve kristalin selüloz II'den amorf selüloza dönüşüm oranının modal lifinden daha fazla olduğu bulunmuştur. Lyocell lifinde ise bu dönüşümün daha az olduğu görülmüştür. Bunun nedeni lyocell lifinin makromoleküler yapısında daha fazla kristalin bölgenin bulunması olarak açıklanabilir (Colom, X., Carillo, F., 2002).

Selülozun kostiklenmesi, lifte oluşan yapısal değişimler nedeniyle selülozun kimyasal uygulamalara açık hale gelmesi ve kimyasal reaktifliğinin artması bakımından önemli bir prosesdir. Lifteki yapısal değişiklik, kimyasal reaktivitede önemli bir değişim olarak düşünülmektedir. Selülozun aktivasyonunda kullanılan lif şişirici kimyasallar genellikle, sodyumhidroksit ve üre çözeltisi içeren sodyumhidroksittir. Sodyumhidroksit çözeltisiyle yapılan şişirme etkisiyle heterojen lif-çözelti sisteminin kimyasal reaktivitesinde değişim olmakta bu da lif yapısında birçok değişikliğe neden olmaktadır. Yüksek konsantrasyonlardaki sodyumhidroksit çözeltisinin ve su bazlı sodyumhidroksit-üre çözeltisinin oda sıcaklığında selülozu çözmelerinin selüloz lifi üretiminde kullanılabilecek potansiyel bir proses olduğu belirtilmektedir. Selülozik hammaddenin kostikle çözülme şeklinin, rejenere selüloz elyaflarının ve kumaşlarının yapısı ve özellikleri üzerinde büyük etkisi vardır. Genellikle kostikle muamele selülozun polimerizasyon derecesi, kristalinite derecesi, fibriller arası bağlar ve elyaf morfolojisinde farklılaşmalara neden olur. Bu faktörler gerek kuru halde, gerekse ıslak durumda elyafın mekanik özelliklerini etkiler ve böylece nihai kumaşın fiziksel performansı da buna göre değişim gösterir. Üre içeren sodyumhidroksitin selülozik yapıya etkisi sadece sodyumhidroksit içeren çözeltiden çok daha kuvvetlidir. Zhou Jinping ve arkadaşlarının selülozun çözünürlüğü üzerine yaptıkları çalışmada, % 10'luk sodyumhidroksit ile %6'lık sodyumhidroksit ve %4'lük üre aynı etkiyi göstermiştir. Cai ve Zhang su bazlı sodyumhidroksit ve ürenin 12 °C'ye kadar ön soğutma ile selülozu ortam sıcaklığında hızlı bir şekilde çözdüğünü ispatlamıştır. Üre ilavesi ve düşük sıcaklık selülozun çözünmesinin artmasında önemli bir rol oynamaktadır. Sodyumhidroksit, üre ve su grupları selülozun suda çözünmesini kolaylaştırır.

Analise Ehrhardt ve arkadaşları yaptıkları bir çalışmada üre, sodyumhidroksit ve bunların değişik konsantrasyonlardaki karışımlarının viskon ve lyocell örme kumaşların kimyasal reaktifliği, fiziksel özellikleri ve boncuklanma davranışları üzerindeki etkilerini araştırmışlar. Sonuçlar selülozik kumaşlara uygulanacak işlemde kullanılabilir uygun üre-alkali karışımının çözelti konsantrasyonuna ve selülozik kumaşın cinsine bağlı olduğunu göstermiştir. Örme kumaş morfolojisindeki değişimler kumaşın çekme davranışından belirlenmeye çalışılmıştır. Deneysel çalışmalarda viskon örme kumaşlar çözgü ve atkı yönünde benzer oranda çekme gösterirken, lyocell kumaşlar çözgü yönünde daha fazla çekme göstermiştir. Lyocell ve viskon kumaşların üre çözeltisinde çekme değerleri alkali çözeltisindeki çekmeden daha düşük çıkmıştır. Sodyumhidroksit ve üre karışımıyla muamele edilen viskon kumaşların atkı yönündeki çekme değeri lyocell kumaşın atkı yönündeki çekme değerinden daha düşüktür. Lifin kimyasal reaktifliğini arttırmak için kullanılabilir optimum işlem şeklinin belirlenmesi, lifin direk boyayı üzerine alma değerinin ölçülmesiyle gerçekleştirilmiştir. Yüksek oranda alkali içeren sodyum hidroksit-üre karışımı lyocell kumaşlarda daha iyi performans gösterirken viskon kumaşlarda ise üre çözeltisi kullanımı daha iyi sonuç ermiştir. Lif özelliklerindeki ve kumaşın boyutsal yapısındaki değişikliklerin kumaşın boncuklanma değerine olan etkisinin belirlenmesi için kumaşlara boncuklanma testi yapılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre viskon kumaşların boncuklanma davranışlarının iyileştirilmesi için sadece üre veya üre ve sodyum hidroksit karışımının yüksek süreli işlemlerde daha iyi sonuç vereceği belirlenmiştir. Lyocell kumaşların boncuklanma davranışlarının iyileştirilmesi içinse yüksek konsantrasyonda sodyumhidroksitle kısa ve uzun süreli işlemin daha uygun olacağı belirlenmiştir. Gerek ayrı ayrı gerekse karışım olarak seçilmiş çözeltilerin selülozik kumaşlarla muamelesinin fiziksel özelliklere olan etkisi test edilmiş ancak elde edilen sonuçlara göre kesin olarak bütün fiziksel özellikleri aynı anda iyileştirecek uygun tek bir çözülden bahsedilememiştir (Ehrhardt, A., et.al., 2010).

2.1.7. Viskonun ön terbiyesi

Rejenere selüloz lifleri yapıları itibarıyla temiz, beyaz ve parlak lifler olduklarından, bunların ön terbiyesi pamuk, keten gibi doğal selüloz liflerine nazaran çok daha ılıman şekilde yapılabilir. Bunun yanında rejenere selüloz lifleri bazı tekstil yardımcı

kimyasallarına, özellikle bazlara karşı hassas olduklarından ve yaş dayanımları düşük olduğundan, bunların ön terbiye işlemlerinin ılıman bir şekilde yapılması zorunludur. Aksi takdirde lifler kimyasal veya mekaniksel zarar görebilirler.

Viskon mamullerinin yakılması (gaze işlemi) pamuklularda olduğu gibi kuvvetli bir şekilde, genellikle alevi kumaşa dik olarak arkasında bir şey bulunmadan etki ettirerek (Bek pozisyonu: Kumaş üzerinde yakma) yapılmaktadır. Hatta viskon mamuller pamuklulara nazaran biraz daha zor yakılabildiğinden, bunların yakılmasında kumaş makineden pamuklulara nazaran biraz daha yavaş geçirilmelidir.

2.1.7.1. Haşıl sökme

Viskon çözgü ipliklerinin haşılınmasında genellikle pamuktakine benzeyen doğal veya yapay (doğal kaynaklı yapay ve tam yapay) haşıl maddeleri kullanılmaktadır. Kullanılan haşıl maddesinin cinsine, sudaki çözünme yeteneğine bağlı olarak da, haşıl sökme işlemi farklı şekillerde yapılmaktadır. Nişasta haşılı kullanılmış ise nişastanın parçalanması kesinlikle amilazlarla yapılmalıdır. Pamuklularda hala az da olsa uygulanan asidik hidroliz, bazik hidroliz, oksidatif parçalanma yöntemlerinin viskonda uygulanması tehlikelidir. Bu lifler bir taraftan kimyasal yardımcı maddelere karşı daha hassas olduklarından, diğer taraftan zaten düşük tekstil teknolojik özelliklere sahip bulduklarından tüm terbiye işlemleri sırasında life en ufak zarar verebilecek işlemlerden bile kaçınılmalıdır. Suda çözülebilen haşıl maddeleri kullanılmış ise, ayrıca bir haşıl sökme işlemi yapmaya gerek yoktur, yapılacak iyi bir yıkama sırasında haşıl da sökülmüş olur (Tarakçioğlu, I., 1979).

Boyama işlemi yapılacak viskon kumaşa uygulanan ön terbiye prosesleri baskı işlemine tabi tutulacak kumaşlara uygulanan ön terbiye işlemiyle benzerlik arz etmektedir. Tarakçioğlu ve arkadaşları tarafından yapılan bir çalışmada baskı işlemine tabi tutulacak viskon kumaşların ön terbiyesi ile ilgili öneriler şöyledir. Viskon liflerinin farklı yabancı madde, kirlilik içerikleri ve farklı beyazlık dereceleri nedeniyle, uygulanması gereken ön terbiye işlemlerinin farklı olması gerekir. Bu baskı işlemini ve tekrar üretilebilirliği etkiler. Viskon kumaşlara, baskı işlemi öncesinde uygulanması gereken ön terbiye işlemleri kullanılan viskona bağlı olarak belirlenmelidir. Baskı işlemine tabi tutulacak viskon kumaşın, düşük miktarda sülfür

içeren, haşıl sökme işleminden sonra oldukça beyaz görünümüne sahip olması gerekmektedir (Tarakçıoğlu, I., et.al., 2004).

2.1.7.2. Viskon mamullerin bazik işlemleri (yıkama)

Doğal selüloz lifleri yapısında yağ, mum, pektin gibi hidrofob maddeler, üzerlerinde yaprak, koza, kabuk artıkları gibi görünümü bozucu yabancı maddeler içerdiklerinden, bunların ön terbiye işlemleri sırasında iyi bir bazik işlemde geçirilerek temizlenmeleri gerekmektedir. Viskon lifleri ise bir taraftan yapıları itibariyle temiz lifler olduklarından ve diğer taraftan bazlara karşı çok dayanıklı olmadıklarından, bunların kaynatma, pişirme gibi bazik bir işlemde geçirilmesi mümkün değildir ve zaten buna da gerek yoktur.

Viskon lifleri temiz olmalarına rağmen, bunlardan yapılmış mamullerin ağartma ve boyamadan önce yine de iyi bir yıkamadan geçirilmelerinde fayda vardır. Bu yıkama sırasında lifler üzerindeki preperasyon maddeleri ve mamul üzerindeki toz, pislik, varsa makine yağı lekeleri uzaklaştırılacaktır.

Yıkama ılıman koşullar altında yapılmalıdır. Yıkama maddesi olarak sabun veya uygun bir yıkayıcı madde kullanılabilir. İstenirse flotteye az miktarda amonyak veya soda katılarak ortamın bazik olması da sağlanabilir. Yıkama flottesinin sıcaklığının 70°C civarında olması tavsiye edilmektedir.

2.1.7.3. Viskonun ağartılması

Viskon liflerinden yapılmış mamullerin ağartılması prensip olarak pamuk ağartmasına benzemektedir. Yalnız bu lifler yapıları itibariyle pamuğa nazaran daha temiz ve beyaz olduklarından kullanılacak ağartma maddesi konsantrasyonunu buna göre düşük tutmak gerekir. Aksi takdirde ağartma maddesinin fazlası liflere zarar verebilir.

Viskon liflerinin tekstil teknolojik özellikleri zaten düşük olduğundan, bunları dikkatsiz bir ağartma sonucu az miktarda bile zarar görmesi mamulü kullanılamaz hale getirebilir. Bu nedenle ağartmanın pamuktakine nazaran daha özenle ve ılıman koşullar altında yapılması zorunludur. Ağartma maddesi konsantrasyonu yanında, pH, sıcaklık, süre gibi hususlara titizlikle uyulmalıdır. Mamulde veya fottede katalitik etki gösteren maddelerin bulunmamasına özen gösterilmelidir.

Viskon liflerinden yapılmış mamullerde de, aynı pamuklularda olduğu gibi mamulü çivit veya optik beyazlatıcılarla muamele ederek, ağartma sonucu elde edilen beyaz görünüm daha da arttırılabilir(Tarakçioğlu, I., 1979).

2.2. Enzimler

Kökeni yunanca "zymae" kelimesine dayanan, "hamur mayası" veya "ekşi hamur" anlamına gelen "enzim"le ilgili bilimsel araştırmalar 18. yüzyılda gözlenmeye başlamıştır. 1783 yılında Spallanzani'nin, atmaca mide suyunun eti eritebildiğini bulması, 1811 yılında Kirchoff'un buğday nişastasının zamanla dekstrin ve şekere dönüştüğünü belirlemesi, 1830 yılında Robiquet, Boutron ve Chalan'nın amigdalinin acı badem tarafından hidrolizlendiğini keşfetmesi enzimoloji konusundaki ilk çalışmalar olarak gösterilebilmektedir. Bugün amilaz olarak bilinen bu enzim o günlerde diastaz olarak adlandırılmıştır. Ayrıca günümüzde enzimlere ilişkin tüm sistematik adlandırmalarda kullanılan "-ase" ekinin kaynağını da bu çalışma oluşturmuştur. Enzim terimini ilk kullanan kişi 1878 yılında Kühne olmuştur. Enzimlerin spesifikliği ve anahtar-kilit modeli gibi kavramlar ise ancak 19. yüzyılın sonlarında Fischer tarafından ortaya konulmuştur (Erenler, A., 2009).

Doğada bulunan yüksek moleküllü proteinler olan enzimler, biokimyasal katalizörler olarak ifade edilmekte ve yaşayan hücrede üretilmektedir. Ancak, uygun koşullar altındaki etkileri organizmadan bağımsızdır. Spesifik açıdan yalnızca ve tamamen belirli bir reaksiyon ya da materyal üzerinde etkili olmakta ve modern biyoteknolojik yöntemlerle izole edilebilen enzimlerden endüstriyel işlemlerde yararlanılabilmektedir (Ayaz, Ö., Y., 2000).

2.2.1 Enzimlerin yapısı

Enzim aktivitesi gösteren RNA molekülleri (ribozomlar) gibi bazı yapıların dışında enzimlerin tümü protein yapısındadır. Bu yapı uzun peptid bağlarıyla birbirine bağlı aminoasitlerin kendi üzerine kıvrılıp bükülmesiyle oluşmaktadır. Uçlarda farklı yapılarda aminoasitler bulunmaktadır ve oluşturduğu elektrik yüküne göre belirli molekülleri çeker ya da iterler. Enzimi oluşturan aminoasitler belirli bir kurala göre birbirlerini çektiklerinden kuartern yapı denilen yumak şekli meydana gelir ve meydana gelen bu yumağın belirli yerlerinde "aktif bölgeler" oluşur. Enzimden enzime değişmekle birlikte aktif bölgelerin miktarı çok fazla değildir. Kimi

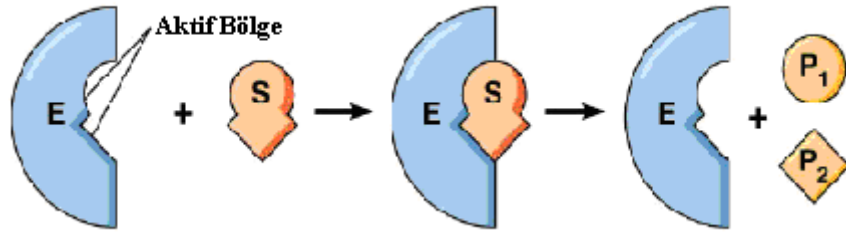
enzimlerde yalnız bir aktif bölge bulunurken bazı enzimlerde iki ya da daha çok aktif bölge bulunabilmektedir. Aktif bölgelerin sahip olduğu alan, enzim molekülünün toplam alanı yanında çok küçüktür. Bu aktif bölgelerdeki aminoasitlerin yan zincirleri, substratın (enzimin etki ettiği bileşik) yapısına uyumlu üç boyutlu bir yapı oluşturmaktadır. Substratlar bu noktalarda enzime bağlanarak aktif ara kompleksi meydana getirmektedir. Substratların aktif bölgeye bağlanması çoğunlukla hidrojen bağları yardımıyla olmaktadır. Aktif bölgenin substratı bağlaması ile oluşan enzim-substrat kompleksi önce enzim-ürün kompleksine daha sonra ise serbest enzim ve ürüne dönüşmektedir (Erenler, A., 2009).

2.2.2. Enzimlerin özellikleri

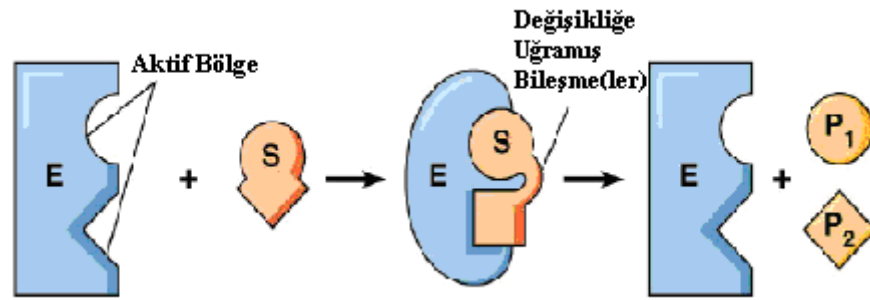
- Enzimler reaksiyon başlatmazlar, başlamış reaksiyonları hızlandırırlar.
- Enzimler hücre içinde sentezlenir, hücre içi ve hücre dışı ortamlarda çalışırlar.
- Enzimler etkilerini maddenin dış yüzeyinden başlatırlar, dolayısıyla maddenin yüzeyi ne kadar geniş olursa etkileri o kadar hızlı olur.
- Enzimler spesifik olup, her bir enzim belli bir reaksiyonu katalize eder.
- Enzimler takım halinde çalışırlar, birinin son ürünü diğerinin substratı olabilir.
- Enzim tepkimeleri çift yönlü olup, moleküllerin parçalanmasını veya birleşmesini sağlarlar. Enzimler tepkimenin yönünü değil dengenin oranını belirlerler. Denge noktası tepkimenin hangi yöne gideceği termodinamik yasalara göre belirlenir (Erenler, A., 2009).

2.2.3. Enzimlerin çalışma mekanizması

Enzimlerin çalışma mekanizması temel olarak, 1894 yılında Fischer tarafından geliştirilen ve şekil 2.9'da gösterilen anahtar-kilit modeli ile açıklanmaktadır. Enzimlerin çalışma mekanizmasında kural olarak enzim etki edeceği maddenin üzerine yığılır. Bu arada substratın belirli bir kısmı ile enzimin etkin grubu arasında elektriksel bağlantı kurulur ve tepkime ortaya çıkar. Enzimin apoenzim kısmı aktif bölgelerinden substrat molekülüne yapışır veya bağlanır, bu arada koenzim kısmı substrat üzerinde bağlarla gerçek anlamda birleşmeye veya bağlanmaya girerek onu parçalar (Erenler, A., 2009).



Şekil 2.9 : Anahtar-Kilit Modeli (Erenler, A., 2009).



Şekil 2.10 : Induced-fit Modeli (Erenler, A., 2009).

Enzimlerin etki mekanizmaları, yani enzim katalizleri bir enzim substrat kompleks yapısı oluşturma yönündedir. Enzimler yarıklar, delikler, oyuklar gibi üç boyutlu formlarda gerçek aktif merkezler içermektedir. Oluşan enzim-materyal kompleksinin (selüloz-selülaz kompleksi) fonksiyonu, pek çok faktörden etkilenmektedir (Hemmpel, 1991).

1958 yılında Koshlan tarafından ortaya atılan induced-fit hipotezine (şekil 2.10) göre ise enzim-substrat ilişkisi anahtar-kilit modeline benzemesine rağmen enzimin aktif bölgesinin sabit bir yapısının olmadığı bazı moleküller için şekil değişikliklerine uğradığı belirtilmiştir. Substratlar enzimin aktif bölgesine tutunduklarında enzime substrat arasında zayıf bağlar oluşur ve enzimin şekli değişir. Bu değişiklik substratla enzim arasındaki uyumu, bağlanma isteğini ve kuvvetini artırır. Reaksiyon sona erdiğinde enzim herhangi bir değişikliğe uğramadan açığa çıkar (Erenler, A., 2009).

2.3. Tekstil Terbiye İşlemlerinde Enzim Kullanımı

Son yıllarda çeşitli tekstil mamullerinin terbiyesinde enzimlerin kullanımı gittikçe artmaktadır. Bu artışın nedeni, enzimlerin reaksiyonları hızlandırmaları, yalnızca spesifik substratlara etkili olmaları, kullanımları ve kontrol edilebilirliklerinin kolay olmaları ve bütün bu özelliklerinin yanı sıra enzimatik proseslerin ve atıklarının çevre kirliliğine neden olmamasıdır.

Amilaz enzimi çok eskiden beri nişastayı uzaklaştırmada kullanılmaktadır. Yakın bir geçmişte ise tekstil araştırmaları özellikle proteazlar, selülozlar, lipazlar ve nükleazlar için terbiye işlemlerinde ilginç uygulama olanaklarını keşfetmiştir (Erenler, A., 2009).

Günümüzde pamuklu çözümlü ipliklerinin haşlanmasında en fazla kullanılan nişasta, bir polisakkarit olup selüloz gibi 1,4 bağlarına bağlanan glukoz moleküllerinden oluşmaktadır. Nişastanın parçalanmasında etkili olan enzimler, amilazlardır. Amilazların yardımıyla, nişastanın α -glukosidik bağları parçalanarak nişasta depolimerize edilerek suda çözünen oligoşeker (dekstrin) oluşturulmaktadır. Ancak, işlem sırasında selülozun β -glukosidik bağları zarar görmemektedir.

Pamuklu ön terbiyesinde, alkali kaynatma işlemi yardımıyla lifin yapısında bulunan ve selüloz esaslı olmayan pektin, lipidler, hemiselüloz ve mumlar gibi maddeler uzaklaştırılmaktadır. Daha sonra atık suya ulaşacak yüksek miktarda alkali nedeniyle, enzimatik bir yöntem ön terbiye için ekolojik açıdan oldukça ilgi çekici niteliktedir. Pektinin hidrolizini, pektinazlar katalizlerken, pamuk yağlarının uzaklaştırılması amacıyla lipazlar kullanılmaktadır.

Hidrojen peroksit tekstil terbiye proseslerinde, iyi ekolojik uyumluluğu nedeniyle daima büyük bir yer almaktadır. Her şeyden önce, eskiden çoğunlukla klorlu bileşiklerle yapılan ağartma prosesleri bugün artan ölçüde hidrojen peroksitle ağartma şeklinde uygulanmaktadır. Mamulde peroksit ağartması sonrasında, boyama işlemine girmeden önce peroksit artığı bulunmamalıdır. Aksi takdirde, oksidasyona hassas boyarmaddelerde, nüans değişimleri meydana gelebilmektedir. Bu amaçla, ya birden fazla yıkama-durulama yapılmakta ya da flotteye bir redüksiyon maddesi ilave edilmektedir. Şimdiye kadar kullanılan anorganik indirgen maddeler, atık suda

yüksek tuz yüküne neden olmaktadır. Peroksidazların kullanımı ile enzimatik bir reaksiyonun bütün avantajlarını taşıyan bir redüksiyon prosesi gerçekleşmektedir.

Proteazlar, protein liflerinin hidrolitik parçalanmasını katalizleyen multienzimatik sistemler olup şu şekilde sınıflandırılabilirler; Proteinaz, Endo-Peptidaz, Exo-Peptidaz, Lipazlar ve Lipoprotein-Lipazlar. Protein liflerinin enzimatik reaksiyonları, bu liflerin kompleks bileşimleri dolayısıyla, son derece çeşitlilik arz etmektedir. Protein liflerinin tekstil terbiyesi kapsamında enzimatik muamelesine yönelik olarak; ipek liflerinin serisinin uzaklaşması, yün liflerinin keçeleşmezlik bitim işlemi, yünün daha iyi boyanabilirliğinin sağlanması v.s. uygulamaları örnek olarak verilebilir (Ayaz, Ö., Y., 2000).

Selülozu hidrolize eden selülaz enzimleri, kumaş yüzeyini düzgülendirmede, boncuklanma eğilimini azaltmada, biyo-parlatmada ve denim kumaşlara eskimiş görünüm kazandırmada kullanılmaktadır (Erenler, A., 2009).

2.3.1. Selülaz enzimi

Selülazlar kısaca I.U.B.(International Union of Biochemistry): 3.2.1.4 veya 1,4-(1,3;1,4)- β -D-Glucan-4-glucanohydrolase olarak olarak adlandırılan ve Emert ve arkadaşları (1974) ve whitaker (1971)'in belirttiği gibi beraber hareket ederek selülozu hidrolize eden enzim grubuna verilen isimdir (Bahtiyari, M. İ., 2005).

Selüloz, yeryüzünde en fazla bulunan organik bileşiktir. Bundan dolayı, selülozu parçalayan bakteriler toprağa ulaşan selülozun (kuruyan bitkiler ya da yapraklar gibi) büyük miktarlarını yok etmek suretiyle, doğada oldukça önemli bir rol oynamaktadır. Buna göre, doğada selülaz üreten çok sayıda bakteri bulunmaktadır. Bu şekilde, tek bir bakteriden elde edilen selülaz, çoğu zaman bir düzineden fazla ve farklı uygulama alanları için çok özel selülaz sistemleri optimum etkiyi sağlayabilmektedir. Selülazlar Endo ve Ekzo-glukanazların, sellobiohidrolazların ve β -glukosidazların kompleks karışımlarından meydana gelmektedir (Ayaz, Ö., Y., 2000)

Ticari anlamda selülaz enzimleri, genellikle optimal pH değerlerine göre sınıflandırılmaktadır:

A) Asidik Selülazlar: Optimum selüloz hidroliz aktivitesine asidik ortamda, genellikle pH 4–6 aralığında, 44-55°C sıcaklıklarda ulaşan enzimlerdir.

B) *Nötral Selülazlar*: Optimum selüloz hidroliz aktivitesine pH 6–8 aralığında, 50–60°C sıcaklıklarda ulaşan enzimlerdir.

C) *Alkali Selülazlar*: Optimum selüloz hidroliz aktivitesine alkali ortamda, genellikle pH 8'in üzerinde ulaşan enzimlerdir.

Tekstil sanayindeki uygulamalarda en büyük öneme sahip enzim türü asidik selülazlardır. Asidik selülazlar, substrat üzerinde kısa sürede kimyasal aşınmayla sonuçlanan yüksek agresif davranış gösterirken, nötral selülazlar daha uzun süreye ihtiyaç gösteren ve asidik selülaza göre daha az aktif olan enzimlerdir (Ekmekçi Körlü, A., 2008).

Selülaz üç kısımdan oluşur. Bunlar şu şekilde sıralanabilir,

- Endo- β -1,4 glukanaazlar (endoglukanaazlar)
- Ekzo- β -1,4 glukanaazlar (sellobiyohidrolazlar)
- β -1,4 glukozidazlar (sellobiyozlar)

2.3.1.1. Endo- β -1,4 glukanaazlar (endoglukanaazlar)

Selüloz moleküllerini, molekül boyunca rastgele hidrolizler. İndirgen olmayan zincir sonları oluşturmak için iç β ,1,4 glukozid bağlar üzerinde rol oynarlar. İlk harekette bulunan bileşenin kristalin selüloz üzerine atağı ve iç glikozid bağını rastgele bölme karakteristiklerine sahip endoglukanaazlardan biri olduğuna inanılır. Endoglukanaazlar'ın molekül ağırlığı 5300-145000'dır. Yapılan araştırmalara göre endoglukanaazlar en az iki ile on iki biçim arasındadır ve bu mikroorganizmalara göre değişir. Endoglukanaazların iki asıl bileşeni çözünmeyen selüloza saldırıda yüzeyde tutunma ilgileri bakımından geniş farklılık gösterirler. Biri glukozid bağların rastgele bölünmesinden sorumludur. Diğeri, küçük oligomerlere hücum eder ve indirgen olmayan zincir uçlarından temel olarak sellobiyoz üretir.

2.3.1.2. Ekzo- β -1,4 glukanaazlar (sellobiyohidrolazlar)

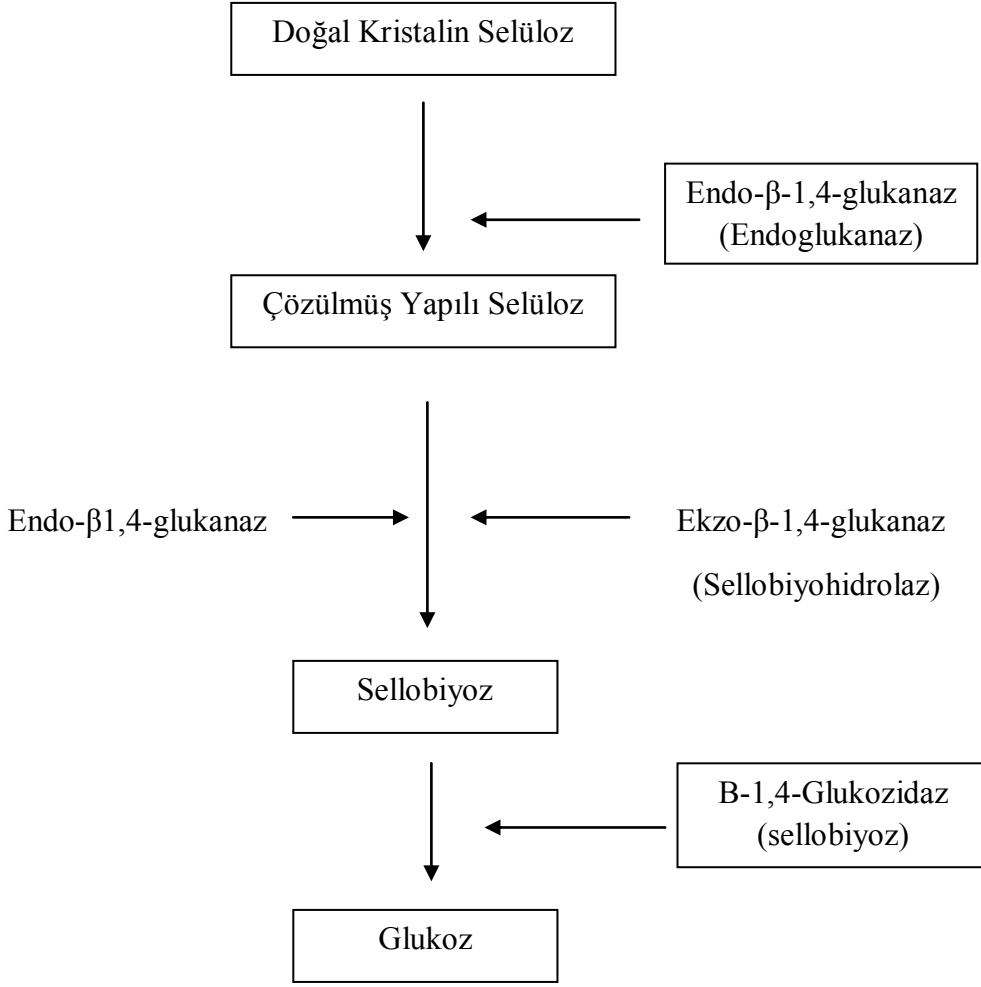
Selülaz bileşenleri arasında en az kararlılığa sahip sellobiyohidrolaz, selüloz lifinin sonundaki indirgen olmayan şeker zincirinden sellobiyozun kurtarılmasını katalizler. Sellobiyohidrolaz her ne kadar ilk hücum bileşeni olmasa da kristalin selülozun hidrolizi için gerekli olduğu genel olarak kabul edilir.

2.3.1.3. β -1,4 glukozidaz (sellobiyozlar)

β - bağlı glukoz oligomerleri, sellobiyoz, sellotrioz ve sellotetraoz'a böler ve sellobiyozu glukoz hidrolizler (Şekil 2.11). Bu enzimlerle reaksiyon başlamadan önce endoglukanazlar ve sellobiyohidrolazlar selüloz yüzeyinde tutunmaladırlar. β - glukozidaz çözeltide kalır ve sellobiyozu çözeltide hidrolizler (Akmaz, S., 2001).

Selülaz enzimleri, kumaşların pilling ve tüylenme davranışlarını iyileştirme ve giysilerin yıkama sonrası eskitilmiş görünüm kazanması gibi bitim işlemi efektleri ile ticari önem kazanmış durumdadır. Bahsedilen işlemler için selülazların kullanımasının ana nedeni, pamuk selülozunun kristalin yapısından kaynaklanan, enzimatik bozunmanın yavaş kinetiğidir. Herhangi bir selülaz enziminin moleküler büyüklüğü 20-80 kDa aralığındadır. Bu büyüklük, selüloz zincirlerinin hidrojen bağları içeren sıkıca paketlenmiş yapısından dolayı, enzimlerin liflerin içerisine difzyonlarını engelleyen bir büyüklüktür. Bu yüzden selülaz uygulamaları, lif yüzeyi ile sınırlıdır.

Selülaz enzimleri endo (EG, Endoglukanaz) ve ekzo (CBH, sellobiohidrolaz) enzim tiplerinin kompleks bir karışımıdır. Selülozun enzimatik hidrolizi, kat kat soyulma Şeklinde gerçekleşir. Sellobiohidrolaz olmadan endoglukanaz sadece en ulaşılabilir ve dış kısımda yer alan glikozidik bağlarının hidroliz olması nedeni ile liflerin yüzeyinde sınırlı etkiye sahiptir. CBH zincir uçlarında sellobiyozun kesilmesi Şeklinde yavaş bir aktiviteye sahiptir. Mekanik etki ile EG'nin etki edebileceği yeni selülozik yüzeyler oluşturulur. EG ve CBH enzimlerinin bu ortak işlemi, uygulamanın ilk aşamalarında pürüzsüz olan bir elyaf yüzeyinde mikro fibriller oluşturabilir, bu mikro fibriller sonraki aşamalarda uzaklaştırılırlar. Bilinen ticari uygulamaların temeli olan bu mekanizmalar, henüz tam olarak anlaşılamamıştır (Cavaco-Paulo, A., 2001).

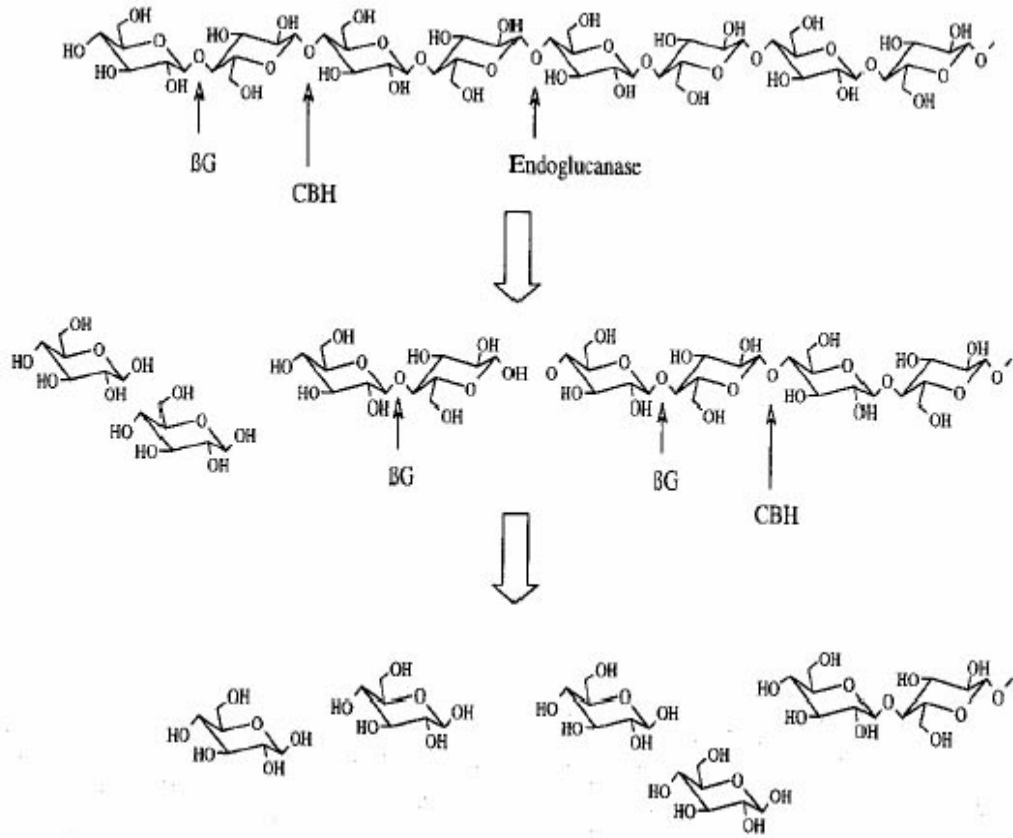


Şekil 2.11 : Selülozun Enzimli Hidrolizi (Akmaz, S., 2001).

2.3.2. Selülazların etki mekanizması

Konvansiyonel selülazlar, doğal olup modifiye edilmemiş selülaz komplekslerinden oluşmaktadır. Bu kompleksler, iki ana tipte komponent aktivitesi içeren selülazla ilişkili bir spektrumdan meydana gelmektedir ki bunlar endo-selülaz ve ekzo-selülaz aktivitesidir. Şekil 2.12’de gösterildiği üzere endoglukanazlar (EG) ya da endo-selülazlar, selüloz polimerini rastgele ve zincirlerden hidrolize ederken tercihen polimerin iç bölgesine nüfuz etmektedirler. Sellobiohidrolazlar (CBH) veya ekzo-selülazlar, polimer zincirlerinin sonlarına nüfuz ederek öncelikle sellobioz üretmektedir. Enzimle ilgili nüfuz edilen bölgelere çift bağlı olan ekzo-selülozlar, bölgesel kristalin selüloz yapısının yarılmak suretiyle, selülozun parçalanmasına neden olurken, bu kısımları endo-selülazların hidrolizine karşı daha hassas bir hale

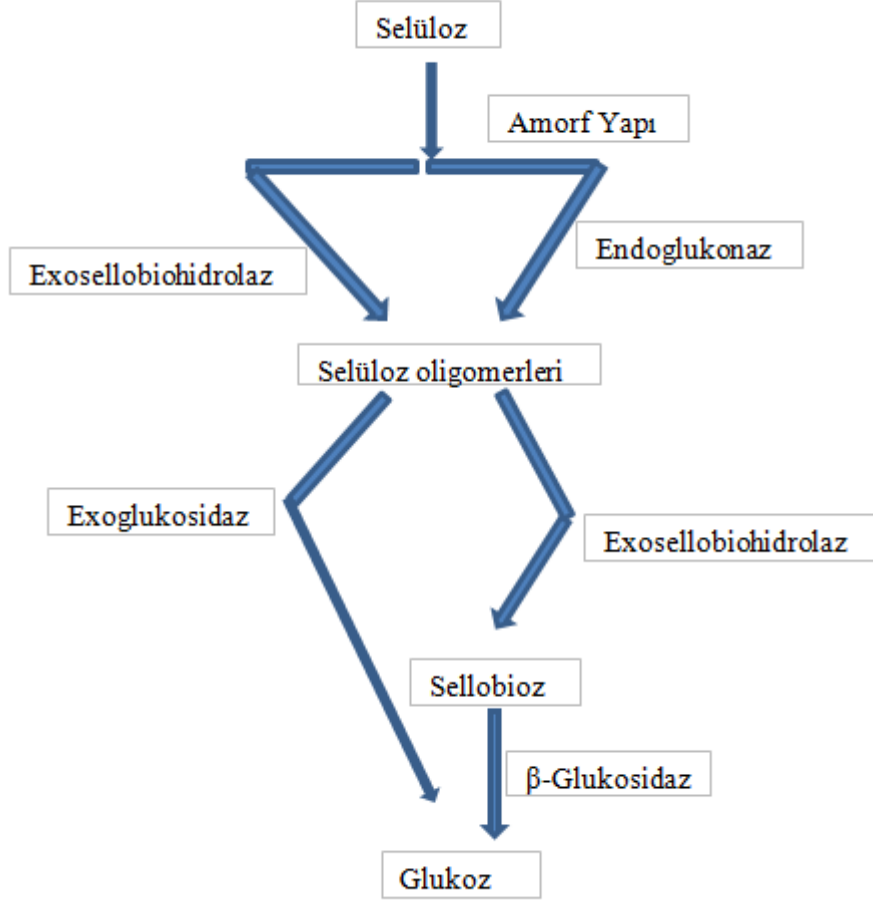
getirmektedir. β -glukosidazlar ise selobiohidrolazlar gibi küçük zincirli oligomerleri glikoza hidrolize etmektedir (Şekil 2.13’de selülozun selülazlar yardımıyla glikoza kadar parçalanması gösterilmektedir). Bu sinerjik etkiler tekstil uygulamalarında her zaman arzu edilmemektedir. Bu nedenledir ki, enzim üreticileri tarafından endo-enriched (endo kısmı zenginleştirilmiş) selülazlar geliştirilmiştir. Modifiye komponentli selülazların amacı, ürünlerdeki ilgili selülaz aktivitelerinin spektrumunu ya da spesifik selülaz komponentinin kompozisyonunu değiştirmektir. Modifiye komponentli selülazlar, genellikle bir ya da daha fazla selülaz aktivitesi içermektedir ve konvansiyonel selülazlara göre sahip oldukları performans, kompozisyonda ayrı ayrı bulunan selülaz aktivitesine bağlıdır (Erenler, A., 2009).



Şekil 2.12 : Selülazların Selülozu Hidroliz Mekanizması
(Ekmekçi Körlü, A., vd., 2008).

Büyük moleküllü enzim kompleksi, başlangıçta kumaşın içerisine nüfuz edebilme yeteneğine sahip değildir. Bundan dolayı, selülaz tamamen rastgele ve enzim kompleksinin orjinine bağlı olarak ince ipliklere ve özellikle açık konstrüksiyonlara saldırılmaktadır. Buna göre, enzimin reaksiyon kısmı selülozun amorf bölgesidir.

Enzimin yüzey temizleme fonksiyonu nedeniyle, kantitatif malzeme kaybı, aşınma dayanımı ve yırtılma mukavemetinde düşme olması kaçınılmazdır. Aynı zamanda, sağlanan etkiler yıkamaya dayanıklıdır (Ayaz, Ö.Y., 2000).



Şekil 2.13 : Selülozun Selülazlar Yardımıyla Glikoza Kadar Parçalanması (Ekmekçi Körlü, A., vd., 2008).

Selülazların etkisiyle, bir substratın mukavemetinde belirli bir azalma olurken, DP'nin (polimerizasyon derecesinin) düşmemesi gibi şartıcı sonuçlar ortaya çıkmaktadır. Bu oluşum hakkında, selülaz moleküllerinin gerçekte liflerin iç kristalin bölgesine nüfuz edemeyecek kadar büyük olduğu açıklaması yapılmaktadır. Enzim moleküllerinin etkisi lif-lif sürtünmesinde ve dolayısıyla mukavemette bir azalmaya neden olurken, bu etki amorf bölgelerle sınırlı kalmaktadır. DP ise, ortalama bir değer olduğundan ve kristalin bölgeler nispeten uzun zincirlerden oluştuğu için DP azalması meydana gelmemektedir (Bahtiyari, M. İ., 2005).

2.3.3. Selülaaz enziminin aktivasyonunun tayini

Enzim aktivasyonu, enzim prepasyonu birim ağırlığının, birim zamanla tepkimeye girdiği substratın ya da biçimlendirdiği ürün miktarının bir ölçüsüdür.

Selülaaz aktivasyonunu tanımlamak kolay değildir, zira mikroorganizmalar tarafından farklı selüloz yapılarında farklı yeterlilik gösteren çeşitli selülaazlar üretilmektedir. Meydana gelen bir enzim ürününü belirlemek üzere kullanılan metot ile ancak çözülebilir substrat için selülaaz aktivitesi ölçülebilmektedir. Bu ise, bir pamuklu kumaşta selülaazın etkisini değerlendirmek için yeterli olmamaktadır. Dolayısıyla, selülaaz aktivitesine ilişkin hazırlık çalışmasını belirlemek için kullanılan metotlar çözülebilir bir selüloz substratı (CMC gibi) üzerinde etkili ve çözülmeyen substrat üzerinde (pamuk lifi ve filtre kâğıdı gibi) aktif olan metotlar olmak üzere farklı iki grup altında toplanabilmektedir (Novo Nordisk, 1999).

2.3.4. Tekstil terbiye işlemlerinde selülaaz enziminin kullanımı

Tekstil terbiye işlemlerinde selülaaz enzimi genel olarak selülozik esaslı liflerden mamul kumaşların biyoparlatma işlemi ve denim kumaşların enzimatik taş yıkama işlemleri için kullanılmaktadır.

2.3.4.1. Biyoparlatma (biyopolishing) işlemi

Selülozu hidrolize eden enzimlerin, kumaş yüzeyinden dışarı çıkan lif uçlarını uzaklaştırması işlemine biyoparlatma işlemi denir. Biyoparlatma işlemi sonrası mamul üzerinde sağlanan etkiler; boncuklanma eğiliminde azalma, mamul yüzeyi üzerinde minimum tüylenme, yumuşak bir tutum, dökümlülük ve mamul hidrofilitesinde artış şeklinde sıralanabilir (Erenler, A., 2009).

İplik yüzeyinde görülen kısa lif uçlarının uzaklaştırılmasını amaçlayan biyoparlatma sırasında, büyük moleküllü enzim kompleksi selüloz strüktrünün içerisine oldukça güç ulaştığından, enzimler öncelikle üst yüzeyde etkili olurken burada bulunan selüloz zincirini parçalamakta, ancak zayıflatılan lif uçlarını iplik gövdesinden uzaklaştırmaktadır. Gerçekte selüloz liflerinin iç kristalin bölgesine nüfuz etmek üzere, oldukça büyük olduğu açıklaması yapılmaktadır. Lif-lif sürtünmesinde bir azalmanın ve aynı zamanda mukavemet kaybına neden olan enzimin etkisi, kristalin bölgeler arasında kalan amorf bölgelerle sınırlı olmaktadır. Prosesi tamamlamak için, mekanik bir işlem gerekmektedir. Malzeme yüzeyinde sürtünmeye neden olan her

yöntem adımı, mekanik işlem olarak değerlendirilmektedir. Mikro fibriller ve böylece serbest durumdaki lifler, biyokatalitik parçalanma ve ek olarak üst yüzeydeki mekanik etki altında koparak uzaklaştırılmaktadır (Ayaz, Ö.Y., 2000).

Biyoparlatma işlemi pamuklu mamullerin boncuklanma eğiliminin giderilmesi için yapılabildiği gibi özellikle rejenere selüloz liflerinin yüzey modifikasyonları ve fibrillerinin uzaklaştırılması için de uygulanmaktadır (defibrilasyon). Fibrillenme eğilimi tekstil materyalinin cinsine göre değişmekte ve lyocell liflerinde en fazla görülmektedir. Selülazlarla biyoparlatma işlemi lyocell lifinin fibrillenme eğilimi ile birleştirildiğinde özel efektler elde edilebilmektedir (Bahtiyari, M. İ., 2005).

2.3.4.2. Enzimatik taş yıkama

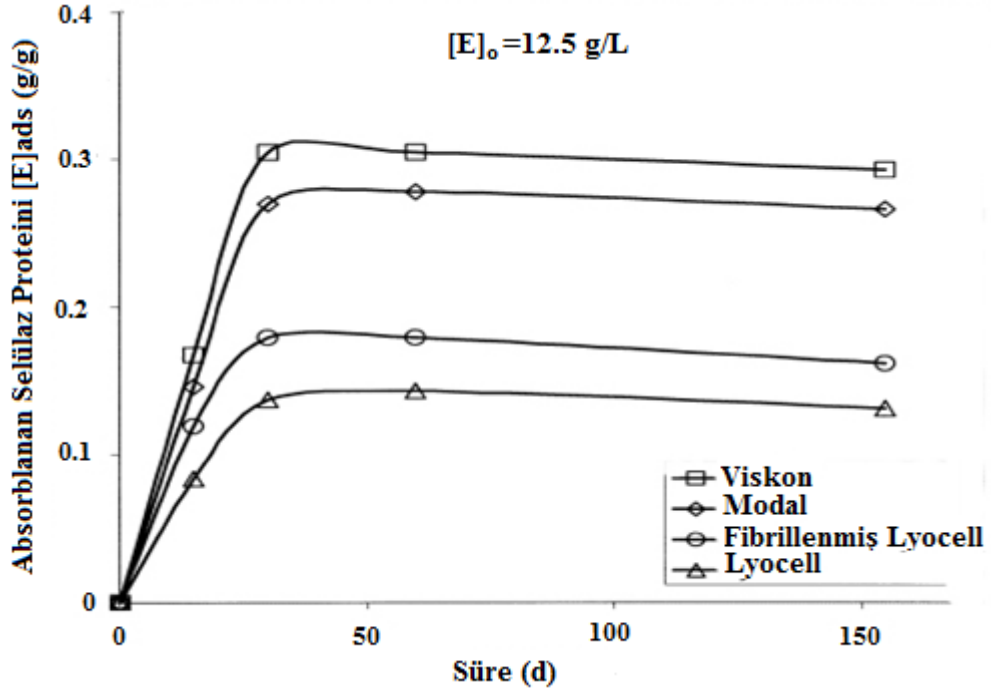
Denim kumaşların rengini açmak ve değişik bir görünüm kazandırmak için yıkama esnasında taş kullanımı 1982 yılında başlamıştır. Taş kullanımının başlamasıyla işletmelerde çeşitli problemlerde başlamıştır. Makinelerin aşırı bir hızla yıpranması, drenaj hatlarında tıkanıklıklar, yıkanan kumaşların aşırı yıpranması ve kırık izlerinin ortaya çıkması, taşların depolanması için yeni alanlara ihtiyaç duyulması gibi. Daha sonra bu taşların yerini alabilecek yeni malzemeler aranmış ve başarılı olunamamıştır. Ancak 1986 yılında selülaz enzimlerinin bu amaçla ortaya çıkması çok şeyi değiştirmiştir. (Bahtiyari, M. İ., 2005).

Denim mamullerin taş yıkamasında selülaz enzimlerinin kullanımı taş miktarını azaltmış veya tamamen ortadan kaldırmıştır. İstenen aşındırma efekti eldesi; makine cinsi, flotte oranı, kumaş miktarı, taş miktarı ve enzim miktarı ayarlanarak yapılabilir. İşlem süresi daha fazla selülaz enzimi kullanmayla düşürülebilir. Fakat yüksek konsantrasyondaki selülaz, kumaş mukavemetini düşürür. Durulama, isteğe bağlı olarak yapılabilir. Az bir durulama ile indigo uzaklaştırılabilir. Makinenin konstrüksiyonuna bağlı olarak kullanılacak su miktarı ayarlanır. Genellikle 1:5-1:10 flotte oranıyla çalışılır. Makineye fazla mal yüklenmemesi önemlidir (Ekmekçi Körlü, A., vd., 2008).

2.3.5. Viskon ve selülaz enzimi etkileşimi

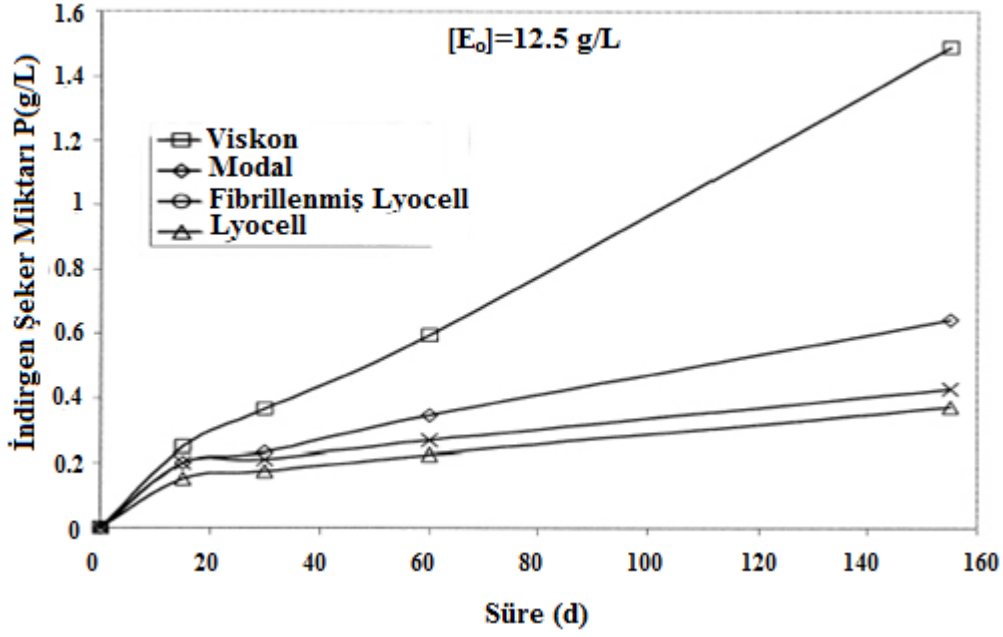
Farklı selülaz kombinasyonlarının araştırılmasının sebebi viskon kumaşların yüzey modifikasyonlarında ve biyoparlatmalarında yaşanan sorunlardır. Bilinenin tersine viskon, selülaz enzimleri ile hidrolize olmakta fakat yeterli biyoparlatma etkisi

sağlanamamaktadır. Konu üzerine yapılan bir çalışmada selüloz liflerini hidroliz etme hızları ve liflerin enzimlere olan afiniteleri incelenmiştir. Sonuç olarak viskon yüzeyin çok yüksek bir afiniteyle selülozı absorbe ettiği ve bu yüksek absorpsiyon nedeniyle de çok hızlı bir şekilde hidrolize olduğu görülmektedir.



Şekil 2.14 : Rejenere Selüloz Lifleri Tarafından 12,5 g/L Selüloz Kompleks Çözeltisinden Absorplanan Enzim Miktarı (Bahtiyari, M. İ., 2005).

Enzimin substrat üzerine absorpsiyonu suda çözünemeyen bir substratın hidrolizi için öncelikli olarak gerekmektedir. Viskon ve lyocell liflerine selüloz kompleksinin adsorpsiyonu şekli 2.14’de görülmektedir. Eğriler incelendiğinde en hızlı adsorpsiyonun ilk 30-60 dakika içerisinde olduğu, daha sonra bir düşüş gerçekleştiği gözlenmektedir. Bu duruma hidroliz esnasında yeni selüloz yüzeylerinin oluşmasının neden olduğu düşünülmektedir. Düşük kristalinite ve amorf yapıya sahip viskon lifinde en yüksek adsorpsiyon değeri olmakta daha sonra sırayla modal, fibrillenmiş lyocell ve lyocell lifleri gelmektedir.



Şekil 2.15 : Farklı Rejenere Selüloz Liflerinin Selülaz Enzim Kompleksi Tarafından Hidrolizinin Kinetiği (Bahtiyari, M. İ., 2005).

12.5 g/L' lik başlangıç enzim konsantrasyonu ile farklı substratlarda oluşan indirgen şeker miktarları Şekil 2.15'de görülmektedir. En fazla hidroliz olan rejenere selüloz lifi viskonur. Hidroliz miktarı zamana bağlı olarak artmaktadır. Modal liflerin lyocelle benzer bir hidroliz göstermelerinin nedeni yüksek derecede oryante olmuş makromoleküler yapılarıdır. Normal lyocell işlenmiş lyocelle göre daha az hidroliz olmaktadır. Bu durumun olası sebebi fibrillenmiş lyocellin daha gevşek yapıya sahip olmasıdır (Carrillo F., et. al., 2003).

Farklı bir çalışmada deneysel selülaz (EG 2, CBH 1, CELL F) varlığında biyoparlatma yapılmış viskon esaslı kumaşlar normal ticari enzim ve yüzey modifikasyonları SEM mikroskobu ile değerlendirilmiştir. İlave olarak OP (ortalama polimerizasyon derecesi) ve ağırlık değişimleri de incelenmiştir. Sonuç olarak, kumaş kalitesinin sağlanabilmesi için viskon kumaşta bulunan çıkıntı lif uçları ve diğer safsızlıkların ticari selülaz ile yapılan muamele ile kumaş yüzeyini yabancı maddeler, tüycük ve çıkıntı lif uçlarını uzaklaştırarak temizler. Viskon kumaşta saflaştırılmış enzimlerle (EG 2, CBH 1 ve CELL F) uygulamada önemli bir mikropografik değişim olmuştur. Özetle; enzimatik işlem parametrelerinin optimize edilmesi, deneysel enzimlerin kumaş yüzeyini temizleme etkisini geliştirmek için gereklidir (Ciechanska, D. et. al., 2002).

2.4. Boncuklanma

2.4.1. Boncuklanmanın tanımı

Boncuklanma giysi yüzeyine bir veya daha fazla lifle tutunan küçük, karmaşıklaşmış lif kümeleriyle karakterize edilen ve giysiye hoş olmayan bir görünüm veren kumaş yüzey hatasıdır. Kumaş yüzeyinde görülen gevşek lif karmaşıklıklarına da boncuk denir.

Sridharan boncuklanmayı, giysi yüzeyinde ortaya çıkan fiziksel süreç (işlem), ara sıra kirleticilerle birlikte, liflerin ilavesiyle küçük yumakların oluşumu şeklinde tanımlamıştır. Bu lifler yığılarak kumaş yüzeyine sıkı sıkıya tutunan ve giysiye kötü görünüm veren boncuklardır.

Uluslararası Kumaş Bakım Enstitüsü'nün Eğitim ve Tüketici İlişkileri Departmanı boncuklanmayı, kumaş yüzeyindeki topaklar veya küçük lif karmaşıklaşması şeklinde tanımlamaktadır. Boncuklar yüzeye sıkı sıkı tutunurlar. Çünkü lifler kumaştaki ipliklere hala sıkıca bağlıdır. Boncuklanma, kumaş dokunuş ve görünümünü değiştirir (Kahraman, B., 2006).

Boncuklanma, neredeyse tüm kumaşlarda görülen bir yüzey hatası olarak tanımlanmaktadır. Bu istenmeyen durum, kumaş estetiğini bozmakta ve kumaşın kullanım özelliklerini kötüleştirmektedir. Rejenere selüloz lifinin şişmesiyle lifte meydana gelen değişiminden dolayı bu liflerinden üretilen kumaşlarda boncuklanma önemli bir konu haline gelmiştir (Bui, H. M. , et.al., 2008).

2.4.2. Boncuk oluşumu

Boncuk oluşumu genellikle; hav oluşumu, boncuk karmaşıklaşması, boncuk büyümesi ve boncuğun uzaklaşması olarak dört aşamada incelenebilir. Boncuklaşmanın nedeni iplik yüzeyinde bulunan liflerin migrasyonuna bağlı olarak giysi üzerinde serbest liflerin oluşması ve bu elyafın birbirine dolanıp geçmesidir. Ayrıca boncuk oluşumunu kolaylaştıran yabancı maddeler de boncuklara yapışabilirler. Oluşmaya başlamış boncuk belirli bir boyuta kadar büyür. Eğer herhangi bir anda eğilme ve çekme kuvvetleri gibi dış kuvvetler boncuğu yüzeye bağlayan tutucu liflerin toplam mukavemetini geçerse boncuk ayrılır. Bu durum düşük kopma mukavemeti ve eğilme direncine sahip bazı sentetik lifler ve yün lifleri

için geçerlidir. Eğer tutucu liflerin toplam mukavemeti dış kuvvetlerden fazla ise boncuk yüzeye bağlı şekilde kalmaya devam eder.

Boncuklar genelde yabancı madde içerirler ve istenmeyen kumaş görünümü daha da belirginleşir. Hidrofil elyafa nazaran hidrofobik lifler elektrostatik özelliklerine bağlı olarak yabancı maddeleri çekmeye daha yatkındırlar. Kumaş yüzeyine tutunan liflere göre kopmuş ve karmaşıklaşmış lifler daha kısadırlar. Tutucu lifler en güçlü lifler iken kopmuş ve karmaşıklaşmış lifler en ince ve esnek liflerdir. Yün, pamuk, viskoz gibi kopma ve aşınma dayanımı düşük olan liflerde boncuklar daha yüksek kopma mukavemeti, esneme mukavemeti ve aşınma direncine sahip sentetik liflere kıyasla sürtünme ile yüzeyi daha kolay terk ederler (Ukponmwan, J.O., et.al., 1998).

Gintis ve Mead yaptıkları araştırmalarda, kumaş yüzeyinde aşınmanın ilk etkisinin hav oluşumunun başlaması olarak belirtmişlerdir. Bu durumun iki sebepten dolayı olabileceğini düşünmüşlerdir. İlk neden olarak, iplik yapısına girmeyen serbest lif uçlarının açığa çıkması ikinci neden olarak ise; lif halkalarının iki bacağından birinin çekilerek serbest lif uçları halinde dönüşmesidir. Kumaşa uygulanan sürtünme kuvveti, iplik içerisindeki lifler arası sürtünme kuvveti ve liflerin iplikler arasından eğilip-bükülerek dolanması sonucu oluşan tepki kuvveti aşılarak bir lif ucu iplik yapısından dışarı çekilebilir. Sürtünme sonucu; tepki kuvvetleri lifin kopma mukavemetinin üzerine çıkarsa lif ucu dışarı çekileceğinden lif kopmuş olur. Bu nedenle lifin kopma mukavemeti uygulanabilecek aşınma kuvvetine ve dolayısıyla ulaşılabilecek maksimum lif uzunluğunu belirler. Böylece zayıf liflerin kopması ile, kısa ve daha iyi bir hav tabakası oluşur. Sonuç olarak, boncuk oluşumunun gerçekleşebilmesi için hav oluşumunun kritik bir hav yüksekliğine ulaşması gerektiği görülmüştür (Gintis, D., Mead, E.J., 1959).

Cooke yapmış olduğu bir çalışmada, boncuk oluşmadan önce meydana gelen hav oluşum aşamasında havın belli bir yüksekliğe gelmesi gerektiği sonucuna ulaşmıştır. Boncuk oluşumunun safhalarını günlük giyim durumlarındakine benzer şekilde simule etmek için pamuk/polyester karışımı interlok kumaşları yaş halde 60°C'deki kurutucuda bir saat relakse ederek 10 cm² boyutunda kesmiştir. Kestiği parçaları giysinin belli bölgelerine yerleştirerek parçalarda üç günlük giyme ve yıkama sonrasında oluşan boncuk büyümesini incelemiş ve boncuklanmanın altı safhada meydana geldiğini belirlemiştir.

Bu safhalar;

1. Yüksek derecede hav yoğunluğunun olduğu alanın meydana gelmesi,
2. Hav yoğunluğunun olduğu alan içerisinde gevşek ve karmaşık bir yapının oluşması,
3. Oluşan bu yapının küre benzeri bir lif kümesi halinde sıkılaşması,
4. Bağlantı liflerinin boncuk oluşumu için ayrılması,
5. Oluşmuş olan boncuğun yeni yerleşimi ile bazı bağlantı liflerinin kopması,
6. Geriye kalan bağlantı liflerinin de kopması ve boncuğun kumaş yüzeyinden ayrılması (Cooke, W.D., 1985).

Calil ve Hearle, %67/33 polyester/pamuk kumaş numuneleri için yaptıkları gözlemlerde lifler arasında yüksek dereceli bir ilişki olduğunu ve lif karmaşıklıkları içerisinde yer alan polyester liflerinde yıpranma hasarı oluştuğu, böylece hasarların lifteki yıpranmış noktaların eğilme modüllerini düşürdüğünü belirtip, bu durumun esnekliği arttırıp sürekli karmaşıklaşma olasılığını yükseltebildiğini söylemişlerdir (Kahraman, B., 2006).

Cooke çalışmasında, %100 pamuk, %50/50 pamuk/polyester ve %100 polyester giysilerle yaptığı denemelerde 100 boncuğu liflerine ayırarak incelemiş ve boncukların %12'sinde düğüm, %15'inde yabancı madde olduğunu ve örneklerin %50'sinin yabancı madde içermediğini sonucuna ulaşılarak lif karmaşıklığının normal hav yapısındaki lifler arasında oluştuğunu belirtmiştir (Cooke, W.D., 1985).

2.4.3. Boncuklanmayı etkileyen lif, iplik ve kumaş özellikleri

2.4.3.1. Lif özellikleri

Kumaşların boncuklanma eğilimini etkileyen başlıca lif özellikleri lif tipi, incelik, uzunluk, kıvrım, kesit şekli, kopma mukavemeti ve eğilme direncidir.

Pamuk, polyester lifleri ve ince yünler gibi kolaylıkla yorulabilen liflerin keçemsi bir yapı oluşturmaya ve yoğun boncuklanmaya eğilimlerinin olduğu ve bu gibi liflerin naylon veya vincel gibi liflerle karışım halindeki kullanımlarında ise boncuk morfolojisinin ve boncuk oluşum hızının değişim gösterdiği bilinmektedir. Naylon; mukavemetinin yüksek, lifler arası sürtünmenin orta dereceli ve bükülebilirliğinin düşük olmasından dolayı tüylenme eğilimi yüksek olan elyaftır. Yün ve asetat düşük

sağlamlılık değerlerine sahip lifler olduğu için ve çabuk kopmasından dolayı kısa tüylenme meydana getirdiği, viskoz, dakron ve orlonun ortalama bir davranış sergilediği, dakronun; mukavemeti, lifler arası sürtünmesi ve bükülebilirliğinin yüksek olduğu belirtilmiştir. Viskozun orta mukavemette, yüksek bükülebilirliğe ve düşük lifler arası sürtünmeye sahip, orlonun ise; orta mukavemetli, lifler arası sürtünmenin yüksek sert bir lif olduğu vurgulanmıştır. Bükülebilirlik liflerin birbirine karışmaya, dolaşmaya olan eğilimleri ile birlikte önem kazanmaktadır. Karışmaya olan eğilimler arasındaki farklılıkların lif kesit şekli ile orantılı olduğu belirtilmiştir.

Kaba lifler bükülebilirliklerinin düşük olmasından dolayı boncuklanmaya daha az eğilimlidirler. Cooke yünlü örme kumaşlar üzerine yaptığı çalışmalar, 20 mm incelikteki çok esnek ince liflerin 30 mm'den daha kalın liflere göre yüzeye çıkıp tüy oluşturma eğilimlerinin daha yüksek olduğunu göstermiştir. Sivakumar ve Pillay boncuklanma üzerinde yaptığı araştırmalar neticesinde, lifin lineer yoğunluğunun düşmesiyle boncuk oluşumunun düştüğünü gözlemlemişlerdir. Pürüzsüz yuvarlak kesitli lifler, kumaş yüzeyine çıkarak boncuklanmalara neden olur. Düzgün kesitli olmayan örneğin; yıldız şeklinde-pürüzlü bir yüzey ise boncuk oluşumunu azaltmaktadır.

Normal olarak kontinü-filament liflerde boncuklanma görülmez. Bu uzun filamentler kolaylıkla aşınmaz ve kırılmaz ve böylece kullanım ve temizleme (yıkama) sırasında kumaş yüzeyine çıkma eğilimi göstermez. Ştapel iplikli kumaşlarda, lif uzunluğu yüksek oranlarda, birim alana düşen lif ucu sayısı düşük olacağından boncuklanma daha az görülür. Uzun lifler iplik içinde daha sıkı bir yapıdadır.

Düşük bükümlü iplikler ve ipliğin iç kısmındaki bir lif için kıvrımlılık arttıkça boncuklanma eğilimi düşer. Ancak lifin bir kısmı ipliğin dışında ise, bu durumda kıvrımlılık arttıkça boncuklanma eğilimi de artar.

Boncukların ömrü, düşük sağlamlıktaki ve eğilme dayanımı yüksek olan liflerde daha kısa, yüksek sağlamlıktaki ve düşük eğilme dayanımındaki liflerde daha uzun olduğu belirtilmektedir. Gerilmeye ve tekrarlanan eğilmeye direnci düşük olan liflerden üretilen kumaşlarda oluşan boncuklar kolayca koparak kumaş yüzeyinden ayrılırlar; boncukların ömrü kısa olur (Kahraman, B., 2006).

2.4.3.2. İplik özellikleri

Kumaşların boncuklanma eğilimini etkileyen başlıca iplik özellikleri; eğirme sistemi, iplik numarası, kat adedi, büküm, karışım oranı, iplik büküm miktarı, iplik tüylülüğüdür.

Alston, ring, rotor ve hava jeti iplik eğirme makinelerinde üretilmiş polyester/pamuk iplikleriyle örülen kumaşların boncuklanma özelliklerini ele almıştır. Araştırmaları sonucunda hava jeti ipliğiyle örülen kumaşların boncuklanmaya karşı dirençlerinin, ring ve rotor ipliğiyle örülen kumaşlara göre daha yüksek olduğunu görmüştür. Alston bu durumu serbest polyester lif uçlarının oluşumunu engelleyen hava jeti ipliğinin sıkı sarımlı yapısı ile ilişkilendirmiştir. Ayrıca aynı kumaş özelliklerinde, rotor ipliğinden örülmüş kumaşlar ring iplikten örülmüş kumaşlara göre daha dirençsizdir. Bu durumun nedeni olarak ise rotor ipliğinin daha düşük lif oryantasyonuna bağlı olarak hav oluşum miktarının fazlalığı gösterilmiştir (Alston, P.V., 1992).

Richards yaptığı çalışmasında kumaşın diğer özellikleri sabit bırakıldığında iplik kalınlaştıkça daha sıkı bir ilmek yapısı; ince ipliklerle ise daha açık bir ilmek halkası oluşacağı için iplik inceldikçe boncuklanma eğiliminin arttığı belirtmiştir.

Bayazıt yaptığı çalışmasında, iplik numarası, örgü sıklığı ve relaksasyon durumu parametrelerini boncuklanma eğilimi üzerine etkilerini istatistiksel olarak incelemiş ve boncuklanma eğilimi üzerindeki en önemli parametrenin iplik numarası olduğunu bunu da örgü sıklığının takip ettiğini belirtmiştir. Relaksasyon durumunun etkisini ise önemsiz seviyede bulmuştur.

Soyaslan, D.D. yaptığı çalışmada, Martindale ve ICI test cihazlarına göre daha yüksek büküm ve sıklık değerleriyle daha ince lineer yoğunluğa sahip numunenin daha fazla boncuklanma eğilimi gösterdiği tespit edilmiştir. Daha yüksek büküm ve sıklık değerlerine sahip olmasına rağmen, daha fazla boncuklanma eğiliminde olması ancak daha ince iplik lineer yoğunluğuna sahip bir iplikten üretilmiş olması ile açıklamıştır. Buradan da iplik lineer yoğunluğu kumaşların boncuklanma eğilimleri üzerinde büküm ve ilmek sıklığından daha önemli olduğu sonucuna varılmıştır.

İplik tüylülüğünün az durumlarda boncuk oluşumunun da az olacağı, iplik yüzeyinden dışarı çıkan elyaf uçları veya lif halkalarının ise tüylülüğe neden olacağı, ştapel uzunluğun kısalmasıyla da boncuklanmanın artacağı belirtilmiştir.

2.4.3.3. Kumaş özellikleri

Boncuklanma eğilimini etkileyen kumaş özellikleri incelenirken ilk sırayı kumaşın dokuma veya örme yüzey oluşu almaktadır. Örme kumaşlar dokuma kumaşlara oranla daha az yoğun oldukları için, lifler arasında daha büyük boşluklar vardır ve yüzeye göç daha kolaydır. Bu nedenle boncuklanmaya örme kumaşlarda daha sık rastlanır. Ayrıca kumaşın sıklığı, kumaş dokusu ve kumaş gramajının boncuklanma eğilimi üzerinde etkilidir.

Kumaş konstrüksiyonunun boncuklanma üzerinde büyük etkisi olduğu belirtilerek verilen örnekte, denim gibi sıkı ve dolgun dokulu kumaşlarda kullanım süresince çok az veya hiç boncuklanma oluşmazken, seyrek dokulu dokuma ve örme kumaşlarda çok fazla boncuk oluştuğu ifade edilmektedir. Birim alandaki iplik sayısının artması ve atlama sayısının düşmesiyle kumaşın boncuklanma eğiliminin düşeceği belirtilerek örme kumaşlarla yapılan test sonucunun da bunu desteklediği vurgulanmıştır.

Önal, %100 pamuk ve %50/50 pamuk/polyester OE-rotor veya kadre ipliklerden üretilmiş süprem, iki iplik ve çift toplama lakost kumaşlar üzerinde çalışmalar yapmıştır. Numunelere hem kuru hem de yaş dinlendirme sonrasında ICI Boncuklanma Kutusu test cihazında BS 5811 standardına göre boncuklanma test uygulanmış ve yalnızca kuru dinlendirilme uygulanmış numunelerde boncuklanma açısından pek bir farklılık gözlenmezken, genel itibariyle bu kumaşlarda hav oluşumunun gözlendiği belirlenmiştir. Ayrıca tüm numunelere bakıldığında süprem kumaşların, boncuklanmanın en yoğun numune grubu olduğu da belirlenmiştir.

Hunter yapmış olduğu araştırmasında, örme kumaşlarda ilmek iplik uzunluğu artıp, örgü seyrekleştikçe boncuklanmanın arttığını tespit etmiştir.

2.4.3.4. Bitim ve apre işlemlerinin boncuklanma üzerindeki etkisi

Boyama ve bitim işlemleri sırasında kullanılan çeşitli kimyasal maddeler boncuklanmayı olumlu veya olumsuz yönde etkileyebilirler. Genellikle yumuşatıcılar

ve kayganlaştırıcı özellik veren maddeler (örneğin silikon ve türevleri) boncuklanma eğilimini artırır (Kahraman, B., 2006).

2.4.4. Boncuklanmanın ölçümü ve değerlendirme yöntemleri

Bugüne kadar boncuklanma derecesinin tayini için birçok test metodu geliştirilmiştir. Şu anda kumaşlardaki boncuklanma testi, laboratuarda giyinme ve kullanım şartlarının simülasyonu metoduyla test edilebilmektedir. Her bir boncuklanma test metodunun hassasiyeti farklıdır. Çünkü yapılan her bir ölçüm yöntemi belli lif, iplik ve kumaş parametrelerinden etkilenebilmektedir. Boncuklanma derecesinin ölçümünde güvenilir ve hassas bir sonuç elde etmek için en az iki test metodunun uygulanması gerekmektedir. Selülozik kumaşlardaki boncuklanmayı belirlemek için genellikle Yıkama-Kurutma Metodu ve Martindale Test Metodu (ISO 12945) beraber kullanılmaktadır. Martindale testi kuru kumaşların aşınma dayanımlarını, 2000-7000 devirde ve 40-140 dakika arasındaki sürede ölçmektedir. Metot dokuma ve örme kumaş için uygulanabilir. Bu test metodu, sentetik ve yünlü kumaşlar için çok iyi sonuçlar vermektedir. Ayrıca oluşan yüksek sürtme etkisinden dolayı diğer test metodlarına göre kumaş yüzeyinde daha yüksek oranda boncuk oluşumuna neden olmaktadır. Martindale yöntemi kumaş yüzeyinde meydana gelen boncuklanma oluşumunu ölçmek için yeterlidir. Ancak bu yöntem kumaşın ıslak durumdaki boncuklanma eğilimlerini tam olarak yansıtamamaktadır. Yıkama-Kurutma Metodu yıkama ve kurutma işlemlerinin ard arda tekrar edilmesiyle yapılmaktadır. Bununla birlikte bu süreç uzun zaman periyodu gerektirmektedir (1-3 gün). Ayrıca bu yöntemde deterjan konsantrasyonu ve sıcaklık kontrolünün titizlikle yapılması da çok zordur. Islak durumlarda iki tane numune yerine tek numune ile istenen sonucu verebilecek bir test metodu olan Hızlı Boncuklanma Testi rejenere selülozik örme kumaşlar için daha uygundur. Hızlı Boncuklanma Testi iki temel adımdan oluşmaktadır. Öncelikle, ıslak numuneler, geleneksel olarak kullanılan kuru numunelerin yerine yerleştirilmektedir. Daha sonra, bu ıslak numuneler Martindale Testinde yapıldığı üzere uzun devirler (40-140 dakika) yerine kısa dönüşlerle 50-500 devir (1-10 dakika) aşındırma işlemine maruz bırakılmaktadır. Huoung Mai Bui ve arkadaşları yukarıda açıklaması yapılan yöntemlerle rejenere selülozik kumaşlar üzerine yaptıkları çalışma neticesinde, rejenere selülozik kumaşlardaki boncuklanma derecesini etkili bir biçimde belirlemek için uzun süre aşındırma (Martindale Testi)

yerine kısa süreli aşındırma (Hızlı Boncuklanma Testi) yönteminin kullanılmasının daha iyi olacağı kanaatine varmışlardır (Bui, H. M., et.al., 2008).

Kumaşların boncuklanma direncini belirlemede yirmiden fazla metot geliştirildiği bilinmektedir. Genel olarak; boncukların ölçümü iki durumdan oluşur: Laboratuvar test cihazlarıyla boncukların oluşumu ve ikincisi objektif olarak boncukların değerlendirilmesi şeklindedir.

Teorik çalışmaların çokluğuna ve mevcut test metotlarının çeşitliliğine rağmen, subjektif metotlarla boncuklanmanın derecesi; standart fotoğraflarla birlikte boncuklanan örneklerin karşılaştırılması veya İngiliz Standart Enstitüsü'nün Değerlendirme Projesi'nin verdiği kılavuzlardan biri ile değerlendirilmesi şeklinde tespit edilebilmektedir. Subjektif değerlendirme çeşitleri uzmanlarca yapıldığı zaman doğru sonuç vermektedir.

Bu test yöntemleri genel olarak iki ana grupta toplanmaktadır. Bunlar;

- A) Numunenin yuvarlanmasını esas alan test yöntemleri
- B) Numunenin aşındırılmasını esas alan test yöntemleri

2.4.4.1. Numunenin yuvarlanmasını esas alan test yöntemleri

Numunenin serbest şekilde yuvarlanıp rastgele hareketler yapması sağlanır. Böylece farklı aşındırıcı yüzeylere veya aynı kumaştan yapılmış diğer numunelere sürtünmesi sağlanır. Bu yöntemle göre çalışan cihazlar daha detaylı olarak aşağıda incelenmiştir.

ICI boncuklanma test kutusu cihazı : ICI Boncuklanma Test Cihazı, küp şeklindeki tahta veya yeni dizayn edilen modellerde plastik döner kutulardan ibaret olup, bu kutuların içi mantar plakalarla kaplanmıştır.

Bu test için tüm numuneler standart atmosfer koşullarında (%65±2 nispi nem ve 20±2°C sıcaklık) kondisyonlandıktan sonra yine aynı şartlar altında test edilir ve değerlendirilirler. Kondisyonlama süresi %100 polyesterden üretilen mamul kumaşlar için 2 saat, diğer tüm kumaşlar için 16 saattir.

Boncuklanma testi, poliüretan tüplerin üzerine geçirilip dikilen test numunelerinin içi mantar kaplı dönen kutuların içinde yuvarlanması esasına dayanmakta ve şekil 2.16'da gösterilmektedir. Üzerine numune geçirilmiş olan poliüretan tüplerden birkaç tanesi bir kutuya konularak boncuklanma testi gerçekleştirilir. Kutuların devri

60 devir/dakika olup, örme ve dokuma kumaşlar için test devirleri farklı olmaktadır. Test devirleri; polyester içeren dokuma kumaşlarda 36000, polyester oranı çok yüksek olan dokuma kumaşlarda 18000, örme kumaşlarda 7000'dir. Numunelerin boncuklanma derecesi standart boncuklanmış kumaşların fotoğrafları ile karşılaştırılarak en yakın olan standart derecesi belirlenir.



Şekil 2.16 : İki Kutulu ICI Boncuklanma Test Cihazı (Kahraman, B., 2006).

Du pont random tumble boncuklanma test cihazı : Şekil 2.17'de gösterilen test aletine kumaş örnekleri belirlenen bir zaman süresince yerleştirilir ve kurutulur. Örneklerin boncuklanma dereceleri belirlenir.

Bu cihazın iki, dört ve altı üniteli tipleri vardır. Her ünite yatay şekilde yerleştirilmiş 1200 devir/dakika hızla dönen 6 inç uzunluğunda ve 5.75 inç çapında silindirik bir kutudan oluşur.

Malzeme 45°'lik açı halinde atkı ve dolgu malzemesi yönünde 4.13 inç olmak üzere kesilerek hazırlanır. Kontrol altındaki odacıklarda malzemenin nem dengesi sağlanır. Daha sonra materyal cihaza yerleştirilir ve ayrıca 5mm (0.2inç) uzunluğunda 25 mg ağırlığında ham renkli pamuk lifi test odacığına yerleştirilir. Ünitelere pamuk lifi konulmasının amacı lifsiz bir ortamda boncuklanmayı sağlamak yerine, normal giyim esnasında oluşabilecek türden bir boncuklanma elde etmektir.

Daha sonra cihaz çalıştırılır ve hava akımı her test odacığına 14-21 KPa hava basıncı verebilecek şekilde başlatılır. Süre 30 dakika olacak şekilde ayarlanır ve bu süre 10

dakikalık aralıklarla tamamlanır. Test sonuçları gözlemlenerek, 5 derecelendirmeden oluşan standart numunelerle karşılaştırılır.



Şekil 2.17 : Du Pont Random Tumble Boncuklanma Test Cihazı
(Kahraman, B., 2006).

2.4.4.2. Aşınmayı esas alan boncuklanma cihazları

Bu yöntemde, numunenin kendisi ile aynı veya başka bir kumaşa sürtünmesi ile aşınması sağlanır. Bu yönteme göre çalışan cihazlar daha detaylı olarak aşağıda incelenmiştir.

Martindale aşındırma cihazı : Eski tip cihazlarda 4, yeni cihazlarda ise 6 adet bulunan 1.25 inç çaplı pirinç numune tutucular, pirinç bir üst levhaya tutturulmuşlardır. Bu tutucular rahat bir şekilde hareket edebilecek biçimde sabitlenerek numuneye uygulanacak sürtünme kuvvetinin yalnızca numune tutucu ağırlığından oluşmasını sağlarlar.

Her bir numune ayrı numune tutucular için dairesel olarak hazırlanır ve 500 g/m^2 'den hafif olan kumaşların arkası standart bir süngerle desteklenir. Aşındırıcı yüzey olarak herhangi bir tip kumaş yüzeyi seçilebileceği gibi standart bir aşındırıcı kumaş da kullanılabilir.

Test numuneleri, aşındırıcı kumaş üzerinde dairesel hareketten dereceli olarak azalan elipsodik harekete ve sonunda çizgisel hale gelen harekete ulaştıktan sonra, aksi yönde harekete geçerek tekrar dairesel harekete ulaşır. Bu hareket ile numuneler üzerindeki lifler her doğrultuda aşınmaya maruz kalırlar.

Cihaz boncuklanma testi için kullanıldığında daha geniş numune tutucularla cihaz sabitlenir ve üst plakanın hareket alanı 60.5 mm'den 24 mm'ye indirilmiş olur. Numune tutuculara örme kumaşlar için 2.5 cN/m², dokuma kumaşlar içinse 6.5 cN/m²'lik basınç uygulanır. Test 125, 500 veya 2000 turda gerçekleşir ve 500 tur yaklaşık olarak 10 dakika sürmekte olup cihaz şekil 2.18'de gösterilmiştir. Boncuklanma derecesi hazır standart fotoğraflar ile belirlenir.



Şekil 2.18 : Martindale Aşındırma Cihazı (Kahraman, B., 2006).

Hatra boncuklanma testi : Cihaz test sırasında örme kumaşların yerleştirildiği iki tane yuvarlak levhadan oluşur. Zıt hareketler yapan iki disk bulunur. Her tam ileri ve geri hareket sırasında yüzeyler geçici olarak eksantrik kamlarla birbirinden ayrılırlar. Böylece sürtünmeye maruz kalan kumaşın ortasında cımbızla kolayca kumaştan ayrılabilen temiz tek bir boncuk elde edilir ve terazide tartılır. Boncuk ağırlığı belli bir devirden sonra ölçülerek kumaşın boncuklanma özelliğinin bir ölçüsü olarak alınır. Giyim esnasında oluşanlara benzer yapıda boncuklar üretebilmek için düşük basınca ihtiyaç vardır.

IWS test cihazı : 115 mm kenar uzunluğunda küp şeklinde, içinde 2.5 mm kalınlığında mantarla astarlanmış sekiz tane kutudan oluşur. Her kutunun içinde iç çapı 25 mm, dış çapı 35 mm ve uzunluğu 45 mm olan ikişer tane plastik boru bulunur. Bunlar da test esnasında kumaş yüzeyine sürtünür.

Test numuneleri yüzleri dışa bakacak şekilde 50 mmx50 mm boyutlarında cep şeklinde dikilir. Cebin içine 1.5 mm kalınlığında bir plastik parça koyulur ve ağız

dikilir. Her test kutusuna bu hazırlanan numunelerden bir tanesi yerleştirilir ve kutular 60 devir/dakika hızla 4 saat boyunca döndürülür. Test süresi sonunda numunelerin içindeki plastikler çıkartılır ve numunelerdeki boncuklanma standart fotoğraflarla karşılaştırılır.

Elastomerik yastık taban metodu testi : Stoll Quarteremaster Universal Wear Testi cihazının kullanıldığı bu test işlemi, tüm dokuma ve örme kumaş çeşitlerine uygulanabilir. Numunenin özel mekaniksel karakteri olan elastomerik pede sürtünmesi ile test işlemi yapılır. Değerlendirme, yine 1-5 derecelendirme aralığında yapılır.

Fırçalı boncuklanma testi : Kumaşta oluşabilecek gerçek yıpranma durumunu simule etmek amacıyla numuneye ön fırçalama yapılarak kumaş üzerinde serbest lif uçları elde edilir. Daha sonra iki numunenin birlikte dairesel hareketleri ile lif uçlarının dolaşıp boncuklanmasına yönelik olarak ovalama işlemi uygulanır (Kahraman, B., 2006).

Göktepe yaptığı bir çalışmada, kumaşlarda yıkama sırasındaki sürtünme nedeniyle oluşan boncuklanmanın belirlenmesi ve boncuklanmanın ölçümünde kullanılan test cihazlarının gösterdikleri hassasiyetin kumaş, lif ve iplik parametrelerine göre ne yönde etkilendiğini belirlemek amacıyla değişik tür liflerden oluşan kumaşları ıslak halde, değişik boncuklanma test cihazlarıyla (martindale, piling drum ve pilling box) test işlemine tabi tutmuştur. Çalışma sonucunda değişik test cihazlarının aynı kumaş üzerinde değişik değerler verdiği tespit edilmiştir. Genel olarak martindale cihazından alınan sonuçlar diğer cihazlara göre (ICI pilling box ve pilling drum) daha düşük değerler vermiştir. Çalışmada ortaya çıkan bir diğer sonuç da değişik test cihazlarının lif, iplik ve kumaş türlerine göre değişik hassasiyetlerinin olduğudur. Piling box cihazı karışımdaki lif oranı, dokuma türü ve esneme yönüne (tek ya da çift yönlü) karşı hassasiyet göstermektedir. Pilling Drum da dokuma tipi hariç aynı parametrelere karşı hassastır. Martindale ise sadece iplik numarası ve esneme yönüne karşı hassasiyete sahiptir. Çalışmadan elde edilen bir diğer sonuç da, kumaşların yaş haldeki boncuklanma değerinin yapılarındaki liflerin yaş haldeki mukavemetleri ile orantılı olduğudur (Göktepe, Ö., 2002).

3. MALZEME VE METOT

3.1. Kullanılan Malzeme ve Cihazlar

3.1.1. Kumaşlar

Denemelerde çizelge 3.1’de özellikleri belirtilmiş olan sekiz tip kumaş kullanılmıştır. İki farklı lif menşinden dört farklı konstrüksiyonda kumaş olmak üzere toplamda sekiz farklı türde viskon kumaşla çalışılmıştır. Liflerden biri Avusturya Lenzing firmasından diğeri Uzak Doğu menşeli Formosa (Tayvan) firmasından temin edilmiştir. Kumaşların örülmesinde kullanılan ipliklerin tamamı sektörde en çok tercih edilen ring iplik üretim yöntemine göre, 700 tur/metre olarak üretilmiştir. Denemelerde kullanılan sekiz kumaş tipi de süprem örgülüdür. Formosa ve Lenzing menşeli liflerin her ikisinin de stapel uzunluğu 38 mm’dir.

Çizelge 3.1 : Denemelerde Kullanılan Kumaşlar.

	Lif Menşei	Lif Karışım Oranı	İplik Numarası	Elastan Numarası	Kumaş Gramajı (g/m ²)
1. Tip Kumaş	Formosa	% 100 Viskon	24/1 Ne	-	155
2. Tip Kumaş	Lenzing	% 100 Viskon	24/1 Ne	-	165
3. Tip Kumaş	Formosa	% 95 Viskon/%5 Elastan	24/1 Ne	30 Denye	220
4. Tip Kumaş	Lenzing	% 95 Viskon/%5 Elastan	24/1 Ne	30 Denye	230
5. Tip Kumaş	Formosa	% 100 Viskon	30/1 Ne	-	140
6. Tip Kumaş	Lenzing	% 100 Viskon	30/1 Ne	-	150
7. Tip Kumaş	Formosa	% 95 Viskon/%5 Elastan	30/1 Ne	20 Denye	180
8. Tip Kumaş	Lenzing	% 95 Viskon/%5 Elastan	30/1 Ne	20 Denye	190

3.1.2 Kimyasal ve yardımcı maddeler

3.1.2.1. Enzimler

Baylase CS (Enzim 1) : Tanatex Chemicals firmasının viskon ve viskon karışımı kumaşların biyoparlatma işlemleri için özel olarak geliştirmiş olduğu selülaz enzimidir. Enzim, klasik asidik selülaz enzimlerinden farklı olarak yapısında %75 oranında sellobiyohidrolaz içermektedir (klasik asidik selülazlarda bu oran %30 civarındadır). Üretici firma tarafından, Baylase CS ile yapılan işlem sonucu klasik selülaz enzimleriyle yapılan işlemlere oranla kumaşta yumuşak bir tuşe ve daha az fiziksel mukavemet kaybı ve gramaj azalması olduğu iddia edilmektedir.

Lava Cell B-FX Konz (Enzim 2) : Dystar Chemicals firmasının pamuk ve pamuk karışımı kumaşların biyoparlatma işlemleri ve denim kumaşlarda taş yıkama işlemi için önerdiği asidik selülaz enzimidir. Yapılan denemelerde konvansiyonel asit selülaz'ın örme viskon kumaşta kullanımının etkisini görmek amacıyla kullanılmıştır.

Forylase NC (Enzim 3): Pulcra Chemicals firmasının selülozik kumaş ve karışımlarının biyoparlatması için geliştirdiği, klasik asidik selülazlardan farklı olarak nötr pH'da çalışmaya uygun selülaz enzimidir. Ürün nötr pH'da çalışmaya uygun olduğu için reaktif boyamada boya banyosunda da kullanılabilir.

3.1.2.2. Yardımcı kimyasallar

Islatıcı (Ruco Wet AWA) : Rudolf Duraner firmasına ait anyonik yapıda ıslatıcı madde.

Kırık önleyici (Alviron GBU) : Textile Color firmasından temin edilen, örme kumaşların yaş terbiyesi esnasında kırık oluşumunu engelleyen yağ bazlı kırık önleyici.

Yağ sökücü (Sera Wash M-CEO) : Dystar firmasından temin edilen noniyonik yapıda yağ sökücü malzeme.

İyon tutucu (Verolan NBT) : Rudolf Duraner firmasına ait akrilat bazlı iyon tutucu.

Tampon asit (Gemsol Ecostat OZN) : Gemsan firmasının reaktif boyamadan sonra yapılan yıkamalarda nötralizasyon için önerdiği, tamponlama aralığı pH : 6-8 olan tampon asidi.

Reaktif yıkama sabunu (SKL 50 Beta NS) : MKS Devo firmasının reaktif boyamadan sonra yapılan yıkamalar için üretmiş olduğu anyonik yıkama malzemesi.

Tampon asit (Ruco Asit ATC) : Rudolf Duraner firmasının tamponlama aralığı pH:4.5-5.5 olan, yumuşatma banyolarında kullanım için önerdiği tampon asidi.

Yumuşatıcı (Belfasin KYM) : Pulcra Chemicals firmasına ait katyonik yapıda yumuşatıcı.

Asetik asit: Veskim firmasından temin edilen %80'lik sıvı madde.

Soda: Falkon Kimya firmasından temin edilen katı madde.

Sodyum sülfat: İmer Kimya firmasından tedarik edilen katı madde.

Sodyumhidroksit: Koray Kimya firmasından temin edilen 48°Bé sıvı madde.

3.1.2.3. Boyarmaddeler

Drimaren Yellow CL-2R: Clariant firmasına ait monoklortriazin ve vinilsülfon esaslı, bifonksiyonel özellikte sarı renkli reaktif boyarmadde.

Drimaren Red CL-5B: Clariant firmasına ait monoklortriazin ve vinilsülfon esaslı, bifonksiyonel özellikte kırmızı renkli reaktif boyarmadde.

Drimaren Blue HF-RL: Clariant firmasına ait triflorpirimidin esaslı, bifonksiyonel özellikte mavi renkli reaktif boyarmadde.

3.1.3. Su

Denemelerde ön işlem ve yıkama banyolarında toplam sertlik değeri 0.5°F olan yumuşak işletme suyu kullanılmıştır. Boyama banyosunda, düzgün boyama yapılabilmesi için toplam sertlik değeri 0.3°F olan reverse osmoz suyu kullanılmıştır.

3.1.4. Cihaz ve makineler

Biyoparlatma ve boyama işlemi: Dilmenler Makine marka HT Jumbo Jetflow, 25 kg kumaş kapasiteli boyama makinesi.

Fikse ve kurutma işlemi: Brückner marka, 6 kamaralı ramöz.

Gaze işlemi: Osthoff-Senge (Textilmachinen) marka.

Pilling makinesi: James H.Heal marka (Test Standart No: ISO 12945-1).

Patlama mukavemeti ölçüm cihazı: Messmer Büchel marka (Test Standart No: M&S P27).

Hassas tartı: Precisa marka XB220A (Gramaj Ölçümü Test Standart No: ISO 3801).

pH metre: WTW marka 3210.

Çamaşır makinesi: Bosch marka ev tipi çamaşır makinesi.

Kurutucu: Electrolux tumble dry kurutucu.

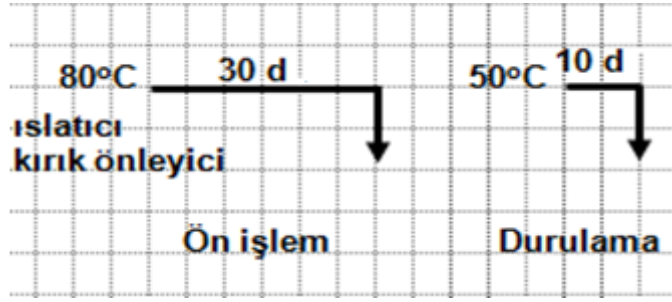
Haslık için yıkama makinesi: Growash.

Spektrofotometre : Datacolor marka Spectraflash SF600X.

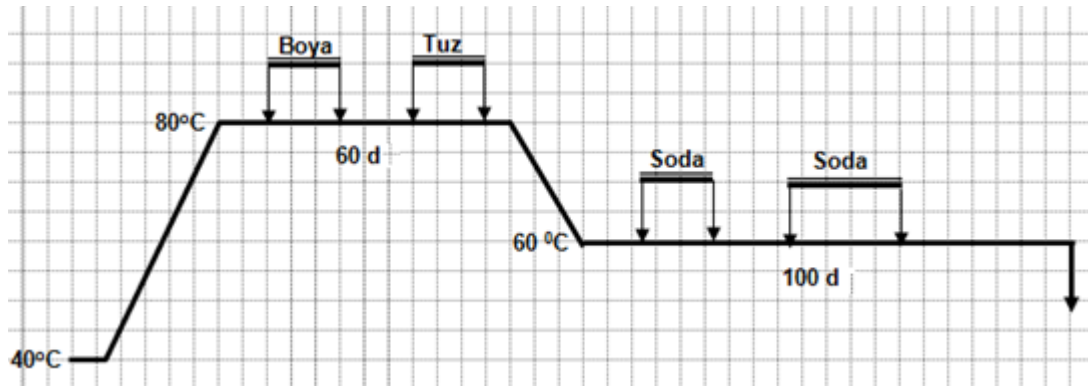
3.2. Metot

Örme viskon kumaşta enzim kullanımının etkilerini görmek amacıyla çizelge 3.1’de özellikleri belirtilen sekiz kumaşa sekiz farklı deney planı doğrultusunda işlemler yapılmıştır. Önceden belirlenen sekiz deney planı doğrultusunda toplamda on dokuz farklı deneme yapılmıştır.

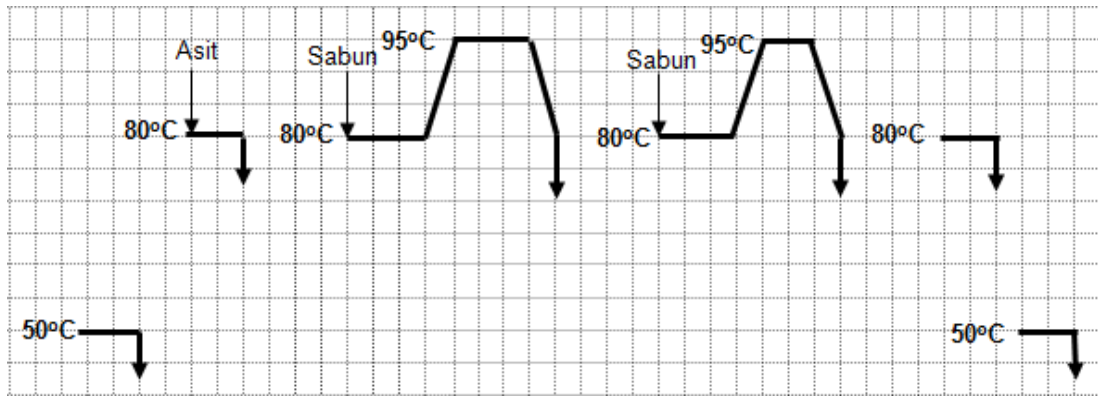
Yaş işlemler öncesinde yapısında elastan bulunan dört kumaş boyutsal stabilitesinin bozulmaması için 6 kamaralı ram makinesinden 190°C’de, 15 m/d hızla geçirilerek fiske işlemine tabi tutulmuştur. Gaze işlemi uygulanan denemelerde kumaş, makineden 80 m/d hızla, 15 mbar yakma basıncında ve ikinci bek pozisyonunda (alev kumaş yüzeyine teğet gelecek şekilde) geçirilmiştir. Gaze işleminde kumaşın yüzey sıcaklığı 120°C olarak ayarlanmış, %100 viskon kumaşların iki tarafına (ön ve arka kısmı), elastanlı kumaşların yalnızca ön tarafına alev uygulanmıştır. Tüm denemelerde kumaşlara enzimatik işlem öncesinde şekil 3.1’de gösterilen şartlarda yıkama malzemesiyle ön işlem uygulanarak kumaşların enzimatik işleme hazır hale gelmesi sağlanmıştır. Enzimlerle belirlenen şartlarda işleme tabi tutulan kumaşlar önceden reçetesi laboratuarda çalışılan kırmızı bir renge şekil 3.2’deki işlem grafiğine göre boyanmıştır. Boyama işlemi sonrasında gereken haslıkları sağlamak için şekil 3.3’de gösterilen şartlarda 6 banyolu yıkama işlemi uygulanmıştır. Yıkama işlemlerinin ardından şekil 3.4’de gösterilen şartlarda yumuşatıcı maddeyle yumuşatma işlemi yapılarak yaş işlemler tamamlanmıştır.



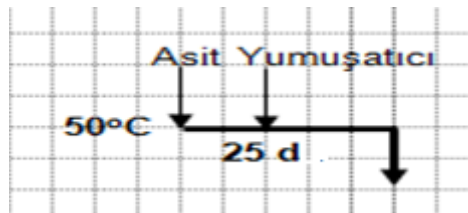
Şekil 3.1 : Ön Terbiye İşlemi Grafiği.



Şekil 3.2 : Boyama İşlemi Grafiği.



Şekil 3.3 : Reaktif Boyama Sonrasında Yapılan Yıkama İşlemlerine Ait Grafikler.



Şekil 3.4 : Yumuşatma İşlemi Grafiği.

Selülaaz enzimiyle yapılan biyoparlatma işleminin verimli olabilmesi için mekanik sürtünme etkisinin önemi açıktır. Bu sebeple laboratuvar şartlarında yapılan ön denemeler sonucunda mekanik etkinin yetersiz olduğuna karar verilmiştir. Selülaaz enzimiyle yapılan denemelerin gerçek işletme koşullarında, gereken mekanik etkinin varlığında yapılabilmesi için bütün denemeler işletme şartlarında 25 kg'lık boyama makinesinde gerçekleştirilmiştir. Denemeler gerçek işletme şartlarında yapılmış olduğu için çıkan sonuçların tüm tekstil terbiye işletmelerine yol gösterici nitelikte olacağı düşünülmektedir.

Kumaşların her birine çizelge 3.2'de açıklaması verilen on dokuz farklı deney uygulanmıştır. Uygulanan deney planı kısaca şu şekilde özetlenebilir.

İlk olarak denemelerde kullanılan kumaşlar enzim işlemi yapılmadan önce standart bir boyama işlemine tabi tutulmuştur (Deney-1). Amaç, deney planı doğrultusunda çıkan sonuçların standart boyama işlemiyle karşılaştırılmasını sağlayacak standart kumaşların elde edilmesidir.

Farklı özellikteki üç enzimin örme viskon kumaşa etkisini görmek amacıyla üç farklı deneme yapılmıştır (Deney-3, Deney-4 ve Deney-5). Önceden optimum çalışma koşulları belirlenmiş farklı özelliklerdeki üç enzim türüyle kumaşlara belirlenen koşullarda boyama öncesi biyoparlatma işlemi uygulanmıştır.

Enzim işlemi öncesi düşük ve yüksek sıcaklık koşullarında, farklı konsantrasyonlarda sodyumhidroksit çözeltisiyle uygulanan kostikleme işleminin sonuca etkisini görmek amacıyla iki farklı sıcaklık şartında ve farklı iki sodyumhidroksit konsantrasyonunda ön işlem sonrası kumaşlara kostikleme işlemi yapılmış ve kostikleme işleminin ardından üç farklı enzimle biyoparlatma işlemi uygulanmıştır. İki farklı konsantrasyonda ve sıcaklıkta yapılan kostikleme işlemleri sonrasında yapılan biyoparlatma denemeleri şu şekilde sıralanabilir;

- 25 g/L NaOH ile 27°C'de kostikleme işlemi ve ardından denemelerden kullanılan üç enzim türüyle biyoparlatma işlemi (Deney-6, Deney-10 ve Deney-14).
- 25 g/L NaOH ile 80°C'de kostikleme işlemi ve ardından denemelerden kullanılan üç enzim türüyle biyoparlatma işlemi (Deney-7, Deney-11 ve Deney-15).

- 50 g/L NaOH ile 27°C'de kostikleme işlemi ve ardından denemelerden kullanılan üç enzim türüyle biyoparlatma işlemi (Deney-8, Deney-12 ve Deney-16).
- 50 g/L NaOH ile 80°C'de kostikleme işlemi ve ardından denemelerden kullanılan üç enzim türüyle biyoparlatma işlemi (Deney-9, Deney-13 ve Deney-17).

Diğer bir denemede yaş işlem öncesinde hamdan yapılan gaze işleminin viskon kumaşın boncuklanma değerine yaptığı pozitif etkinin, deney planı 1'de en iyi sonucu veren enzimle yapılan işlemle elde edilen etkiyle karşılaştırılması için, kumaşlara ham halde gaze işlemi uygulanmıştır (Deney-2).

Yaş işlemler öncesinde hamdan gaze işlemi yapılmış kumaşlara yaş işlem esnasında deney planı 1'de en iyi sonucu veren enzimle biyoparlatma işlemi yapılarak gaze ve enzimatik işlem kombinasyonunun boncuklanmaya olan etkisi değerlendirilmiştir (Deney-19).

Son olarak deney planı 1'de en iyi sonucu veren enzimle boyama işleminin tamamlanmasından sonra biyoparlatma işlemi uygulanmıştır (Deney-18). Bu şekilde enzimin boyama öncesi ve boyama sonrası uygulanmasının karşılaştırılması amaçlanmıştır.

Çizelge 3.2 : Kumaşlara Uygulanan Deneme İşlemlerinin Listesi.

Deney No	Kumaşa Uygulanan İşlem
Deney-1	Referans kumaş (standart işlem). Enzimatik işlem veya gaze yapılmadı.
Deney-2	Hamdan gaze işlemi ve sonrasında boyama işlemi
Deney-3	% 3 Baylase CS enzimi (Enzim 1) ile biyoparlatma ve sonrasında boyama işlemi
Deney-4	% 1.5 Lavacell BFX (Enzim 2) enzimi ile biyoparlatma ve sonrasında boyama işlemi
Deney-5	% 2 Forylase NC enzimi (Enzim 3) ile biyoparlatma ve sonrasında boyama işlemi
Deney-6	25 g/L NaOH ile 27 °C'de kostikleme, % 3 Baylase CS enzimi (Enzim 1) ile biyoparlatma ve sonrasında boyama işlemi
Deney-7	25 g/L NaOH ile 80 °C'de kostikleme, % 3 Baylase CS enzimi (Enzim 1) ile biyoparlatma ve sonrasında boyama işlemi
Deney-8	50 g/L NaOH ile 27 °C'de kostikleme, % 3 Baylase CS (Enzim 1) enzimi ile biyoparlatma ve sonrasında boyama işlemi
Deney-9	50 g/L NaOH ile 80 °C'de kostikleme, % 3 Baylase CS (Enzim 1) enzimi ile biyoparlatma ve sonrasında boyama işlemi
Deney-10	25 g/L NaOH ile 27 °C'de kostikleme, % 1.5 Lava Cell BF-X Konz enzimi (Enzim 2) ile biyoparlatma ve sonrasında boyama işlemi
Deney-11	25 g/L NaOH ile 80 °C'de kostikleme, % 1.5 Lava Cell BF-X Konz enzimi (Enzim 2) ile biyoparlatma ve sonrasında boyama işlemi
Deney-12	50 g/L NaOH ile 27 °C'de kostikleme, % 1.5 Lava Cell BF-X Konz enzimi (Enzim 2) ile biyoparlatma ve sonrasında boyama işlemi
Deney-13	50 g/L NaOH ile 80 °C'de kostikleme, % 1.5 Lava Cell BF-X Konz enzimi (Enzim 2) ile biyoparlatma ve sonrasında boyama işlemi
Deney-14	25 g/L NaOH ile 27 °C'de kostikleme, % 2 Forylase NC enzimi (Enzim 3) ile biyoparlatma ve sonrasında boyama işlemi
Deney-15	25 g/L NaOH ile 80 °C'de kostikleme, % 2 Forylase NC enzimi (Enzim 3) ile biyoparlatma ve sonrasında boyama işlemi
Deney-16	50 g/L NaOH ile 27 °C'de kostikleme, % 2 Forylase NC enzimi (Enzim 3) ile biyoparlatma ve sonrasında boyama işlemi
Deney-17	50 g/L NaOH ile 80 °C'de kostikleme, % 2 Forylase NC enzimi (Enzim 3) ile biyoparlatma ve sonrasında boyama işlemi
Deney-18	Boyama işlemi ve peşinden % 3 Baylase CS enzimi (Enzim 1) ile biyoparlatma işlemi
Deney-19	Hamdan gaze işlemi, % 3 Baylase CS enzimi (Enzim 1) ile biyoparlatma işlemi ve sonrasında boyama işlemi

Belirlenen deney planı doğrultusunda denemeleri yapılan sekiz farklı kumaş türü, yapılan denemelerden sonra boncuklanma değeri, ağırlık kaybı %'si ve patlama mukavemeti açısından karşılaştırılarak çıkan sonuçlar yorumlanmıştır.

Yapılan denemelerin ardından reaktif boyarmaddelerle boyama işlemine tabi tutulan kumaşların haslık değerlerinin, yapılan biyoparlatma işlemleri sonucunda ne yönde etkilendiğini belirlemek için denemelerde kullanılan bir kumaş tipi seçilmiş (1. Tip Kumaş) ve yapılan denemelerin ardından bu kumaşa sırasıyla yıkama haslığı, su haslığı, asidik ve alkali ter haslığı ve sürtme haslığı testleri yapılarak elde edilen sonuçlar yorumlanmıştır. Ayrıca kumaşlara uygulanan biyoparlatma işlemlerinin boyama işlemi üzerindeki etkisinin belirlenebilmesi amacıyla, denemelerden çıkan kumaşlar renk veriminin ifadesi olan K/S değerinin bulunması için spektrofotometre cihazında renk ölçümüne tabi tutulmuş ve elde edilen sonuçlar karşılaştırılmıştır. Sonuçların değerlendirilmesinde kullanılan test standartları ve uygulama şekli aşağıda sıralanmıştır:

A) Boncuklanma Derecesinin Değerlendirilmesi: Kumaşların boncuklanma testi James H.Heal marka, kübik yapıda, içi mantar kaplı boncuklanma kutusunda, ISO 12945-1 standardına göre yapılmıştır.

Boncuklanma cihazından çıkan test numuneleri karanlık odaya yerleştirilmiş olan gözlem kabini içinde boncuklanma derecesinin tayini için ISO 12945-1 standardına göre hazırlanmış olan standart fotoğraflarla karşılaştırılarak değerlendirme işlemine tabi tutulmuştur. ISO 12945-1 standardına göre boncuklanma derecesi şu şekilde derecelendirilmektedir.

Derece 1: Yoğun yüzey tüylenmesi ve/veya etkin boncuklanma.

Derece 2: Belirgin bir tüylenme ve/veya belirgin bir boncuklanma.

Derece 3: Orta düzeyde tüylenme ve/veya orta düzeyde boncuklanma.

Derece 4: Hafif bir tüylenme ve/veya kısmen oluşmuş boncuklanma.

Derece 5: Yüzeyde değişme yok.

Denemeler sonucunda kumaşlardaki boncuklanma değerleri derecelendirilirken yukarıdaki derecelendirmenin ara değerleri de kullanılmıştır. Örneğin, boncuklanma testi sonrasında yapılan değerlendirmede 2 ile 3 değeri arasında bir boncuklanma

değeri olduğu görülmüşse buna 2,5 değeri verilmiştir. Bu şekilde yapılan denemeler arasında daha hassas bir kıyaslama yapılabileceği için açıklanan değerlendirme metodu kullanılmıştır.

B) Ağırlık Kaybı %'sinin Tayini: Yapılan işlemler sonucunda kumaşlarda meydana gelen ağırlık kaybının tespit edilebilmesi için deney numunelerinin her birinden ISO 3801 standardına göre üçer adet gramaj ölçümü yapılmış ve değerlendirmede bu üç ölçümün ortalaması kullanılmıştır. Gramaj ölçümlerinden önce test numuneleri 16 saat süreyle standart kondisyon ortamında bekletilerek teste hazır hale getirilmiştir.

Ölçümlerden çıkan gramajlardan ağırlık kaybı %'sinin belirlenmesi şu formüle göre yapılmıştır;

$$\% \text{ Ağırlık Kaybı} = [(A1-A2)/A1] \times 100$$

A1: Enzim veya gaze işlemi görmeden boyanan standart kumaşın ağırlığı

A2: Ağırlık kaybı %'si hesaplanan enzim ve/veya gaze işlemi gören boyanmış kumaşın ağırlığı

C) Patlama Mukavemetinin Ölçümü: Kumaşların patlama mukavemetleri Messmer Büchel marka patlama mukavemeti test cihazında M&S P27 standardına göre 30 mm'lik diyafram kullanılarak yapılmıştır ve KPa olarak ölçülmüştür.

Denemelerde kullanılan sekiz kumaş türünden viskon/elastan karışımı dört kumaş türü boncuklanma değeri ve ağırlık kaybı %'si açısından değerlendirmeye tabi tutulurken, patlama mukavemeti açısından değerlendirmelere katılamamıştır. Bunun nedeni bahsi geçen kumaşların patlama mukavemeti test cihazında yapılan ölçümler esnasında, % 5 oranında elastan içermelerinden dolayı patlamamış olması, dolayısıyla patlama mukavemeti değerlerinin ölçülemediği olmasıdır.

D) Haslık Değerlerinin Tayini: Haslık değerlerinin belirlenmesinde kullanılan test standartları ve sonuçların değerlendirilme yöntemi şu şekildedir;

- Yıkama haslığı testleri ISO 105 – C06 standardına göre yapılmıştır. Yapılan testler sonrasında multifiberin kirlenme miktarı ve numunenin renk değişimi gri skalaya göre değerlendirilmiştir.
- Su haslığı testleri ISO 105 – E01 standardına göre yapılmıştır. Test numunesinin renk değişimi ve multifiberin kirlenme miktarı gri sıklayla karşılaştırılarak değerlendirilmiştir.

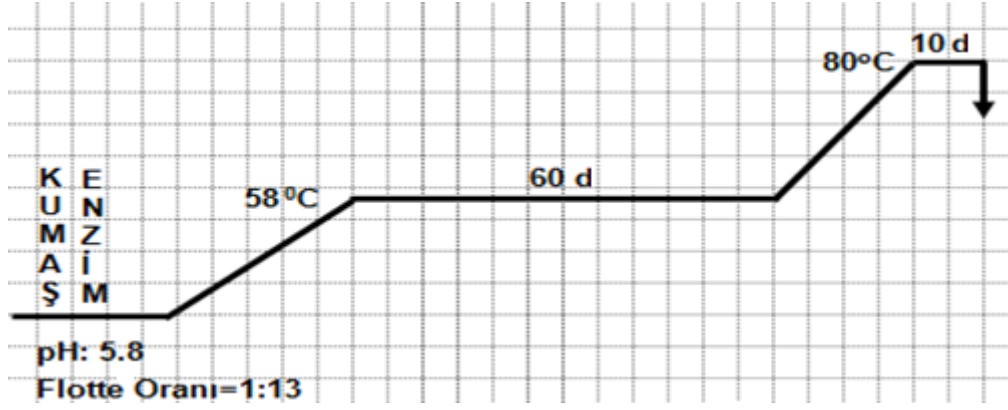
- Asidik ve alkali ter haslığı testleri ISO 105 – E04 standardına göre yapılmıştır. Test numunesinin renk değişimi ve multifiberin kirlenme miktarı gri skalayla karşılaştırılarak değerlendirilmiştir.
- Sürtme haslığı testleri ISO 105 – X12 standardına göre yapılmıştır. Test numunesinin pamuklu beze salmış olduğu renk gri skalaya göre değerlendirilmiştir.

3.2.1. Farklı tipte selüloz enzimlerinin etkisinin incelenmesi (deney planı 1)

Birinci deney planında kumaşlara üç farklı türde selüloz enzimiyle şekil 3.5, şekil 3.6 ve şekil 3.7'de belirtilen koşullarda biyoparlatma işlemi uygulanmış (Deney-3, Deney-4 ve Deney-5) ve çıkan sonuçların enzimatik işlem görmeden boyanan kumaşınki ile karşılaştırılması amaçlanmıştır. Yapılan denemelerde kumaşlara enzimatik işlem yapılmadan önce boyama makinesinde ilk olarak 80°C'de ön işlem malzemeleriyle ön terbiye işlemi uygulanmıştır. Enzimatik işlem sonrasında reaktif boyalarla boyama işlemi gerçekleştirilmiştir.

Bu deney planında kullanılan üç enzim türü de farklı özelliklerdedir ve üçü de deney planındaki kumaşlara farklı şartlarda uygulanmıştır.

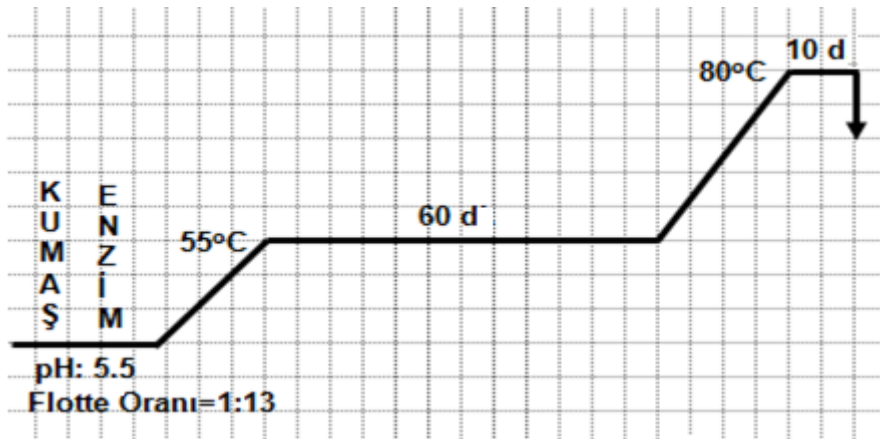
Baylase CS enzimi (Enzim 1), viskon kumaşların biyoparlatması için özel olarak tasarlanmış asidik selülozdir. Konvansiyonel asidik selülozların tamamı belli oranda endo-glukanaz, sellobiyohidrolazdan, β -Glukosidaz ve diğer bileşenlerden oluşmaktadır. Klasik asidik selülozlar yüksek oranda endo-glukanaz içermekteyken bunun yanında az miktarda sellobiyohidrolaz içermektedir (genelde bu oran %70 endo-glukanaz ve diğerleri %30 sellobiyohidrolaz şeklindedir). Viskon için özel olarak geliştirilmiş olan Baylase CS enzimi ise klasik asidik selülozlardan farklı olarak yüksek oranda sellobiyohidrolaz içermektedir (bu oran %75 sellobiyohidrolaz, %25 endo-glukanaz ve diğerleri şeklindedir). Viskon lifindeki çekirdek-manto tabakasından dolayı lifin dış kısmında bulunan manto tabakası (yüksek oranda kristalin bölgelerden oluşmaktadır) yüksek oranda endo-glukanaz içeren enzimin biyoparlatması için uygun değildir. Sellobiyohidrolazlar kristalin bölgelerde etkili olduğu için yüksek oranda sellobiyohidrolaz içeren Baylase CS enziminin diğer iki enzim türüne göre viskonda daha iyi sonuç vereceği düşünülmüştür.



Şekil 3.5 : Baylase CS Enzimiyle(Enzim 1) Yapılan Biyoparlatma İşlemi Grafiği.

Baylase CS enzimi ile yapılan denemelerde, şekil 3.5'deki grafikte gösterilen şekilde banyo pH'ı 5.8'e ayarlandıktan sonra %3 Baylase CS enzimi ile 58°C'de 60 dakika işlem yapılmıştır. Enzimatik işlem sonrası enzimin deaktive edilmesi için banyo sıcaklığı 80°C'ye çıkartılarak 10 dakika bu banyoda işlem yapılmıştır.

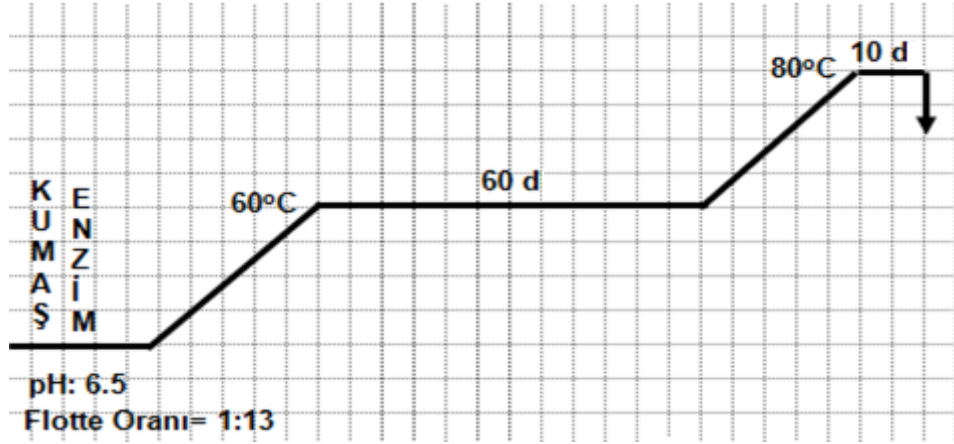
Lava Cell B-FX Konz enzimi (Enzim 2) klasik asidik selüloz enzimidir. Yüksek oranda endo-glukanazdan oluşmaktadır. Lava Cell B-FX Konz enzimiyle yapılan denemelerde, banyo pH'ı 5.5'e ayarlandıktan sonra %1.5 Lava Cell B-FX Konz ile 55°C'de 60 dakika işlem yapılmıştır. Enzimatik işlem sonrası enzimin deaktive edilmesi için banyo sıcaklığı 80°C'ye çıkartılarak 10 dakika bu banyoda işlem yapılmıştır (şekil 3.6).



Şekil 3.6 : Lava Cell BF-X Konz Enzimiyle (Enzim 2) Yapılan Biyoparlatma İşlemi Grafiği.

Forylase NC enzimi (Enzim 3) ise diğer enzimlerden farklı olarak nötr pH'da işleme uygundur. Forylase NC enzimiyle yapılan denemelerde, banyo pH'ı 6.5'e

ayarlandıktan sonra %2 Forylase NC ile 60°C'de 60 dakika işlem yapılmıştır. Enzimatik işlem sonrası enzimin deaktive edilmesi için banyo sıcaklığı 80°C'ye çıkartılarak 10 dakika bu banyoda işlem yapılmıştır (şekil 3.7).



Şekil 3.7 : Forylase NC Enzimiyle (Enzim 3) Yapılan Biyoparlatma İşlemi Grafiği.

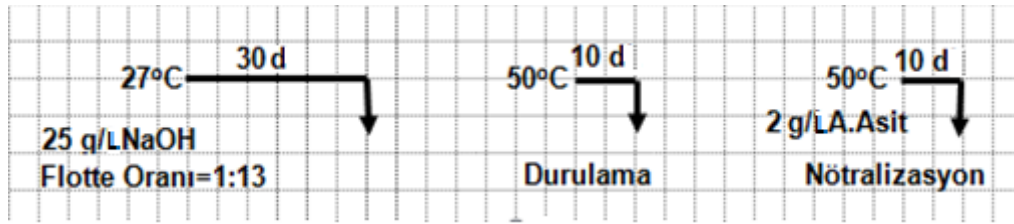
3.2.2. Biyoparlatma işlemi öncesinde uygulanan kostikleme işleminin etkisinin incelenmesi

Farklı tipte enzimlerle yapılan biyoparlatma işlemi öncesi farklı sıcaklık koşullarında, farklı iki konsantrasyonda sodyumhidroksit çözeltisiyle uygulanan kostikleme işleminin sonuca etkisini görmek amacıyla ön işlem sonrası kumaşlara kostikleme işlemi yapılmış ve kostikleme işleminin ardından üç farklı enzimle biyoparlatma işlemi uygulanmıştır.

3.2.2.1. Düşük sıcaklıkta 25 g/L 48° Bé sodyumhidroksitle kostikleme işlemi ve ardından biyoparlatma işlemi (deney planı 2)

Bu deney planında sekiz farklı kumaş türüne üç farklı deneme (Deney-6, Deney-10 ve Deney-14) yapılmıştır. Denemeler kostikleme işlemi ve ardından enzimatik işlem şeklinde yapılmıştır. Enzim işlemi öncesi şekil 3.8'de gösterilen sıcaklık koşullarında yapılan kostikleme işleminin enzimlerle yapılan işlemlere yapabileceği olumlu veya olumsuz etkilerin gözlemlenmesi amaçlanmıştır. Yapılan üç farklı denemede ön işlem sonrası kumaşlara 25 g/L 48° Bé sodyumhidroksitle, 27°C'de 30 dakika kostikleme işlemi yapılmış ve ardından 50°C'lik durulama banyosunda 5 dakika işlem yapılmıştır. Durulama adımından sonra asetik asitle nötralizasyon yapılarak kumaşın iç pH'ı düşürülmek suretiyle enzimatik işleme uygun hale

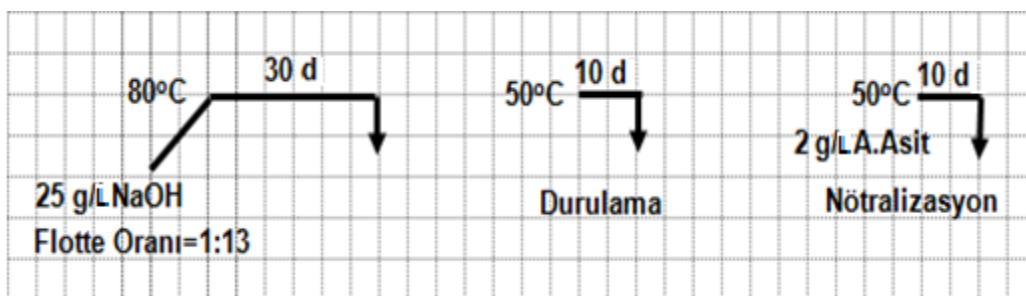
getirilmiştir. Kostikleme ve nötralizasyon adımından sonra kumaşlara üç farklı enzimle enzimatik işlemler uygulanmıştır.



Şekil 3.8 : 27°C'de 25 g/L 48° Bé NaOH'le Yapılan Kostikleme İşlemine Ait Grafik.

3.2.2.2. Yüksek sıcaklıkta 25 g/L 48° Bé sodyumhidroksitle kostikleme işlemi ve ardından biyoparlatma işlemi (deney planı 3)

Denemelerde sekiz farklı kumaş türüne kostikleme işlemi ve ardından üç farklı enzimle enzimatik işlem uygulanmıştır (Deney-7, Deney-11 ve Deney-15). Enzimatik işlem öncesi şekil 3.9'da gösterilen sıcaklık koşullarında yapılan kostikleme işleminin enzimlerle yapılan işlemlere yapabileceği olumlu veya olumsuz etkilerin gözlemlenmesi amaçlanmıştır. Denemelerde 25 g/L 48° Bé sohdyumhidroksitle 80°C'de 30 dakika kostikleme işlemi yapılmış ve ardından 50°C'lik durulama banyosunda 5 dakika işlem yapılmıştır. Durulama adımından sonra asetik asitle nötralizasyon yapılarak kumaşın iç pH'ı düşürülmek suretiyle biyoparlatma işlemine uygun hale getirilmiştir. Kostikleme ve nötralizasyon adımından sonra kumaşlara üç farklı enzimle biyoparlatma işlemleri uygulanmıştır.

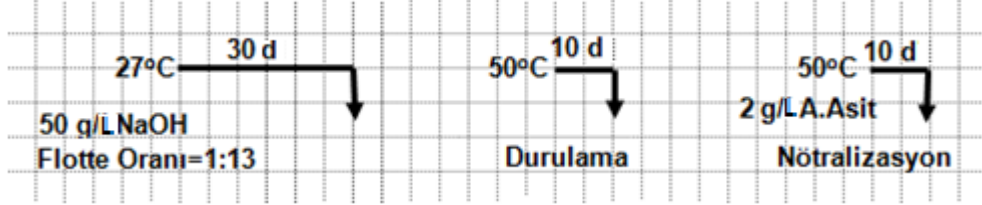


Şekil 3.9 : 80°C'de 25 g/L 48° Bé NaOH'le Yapılan Kostikleme İşlemine Ait Grafik.

3.2.2.3. Düşük sıcaklıkta 50 g/L 48° Bé sodyumhidroksitle kostikleme işlemi ve ardından biyoparlatma işlemi (deney planı 4)

Bu deney planında uygulanan işlemler (Deney-8, Deney-12 ve Deney-16) , deney planı 2'de uygulanan işlemlerle aynıdır. Ancak 48° Bé sodyumhidroksitin kullanım

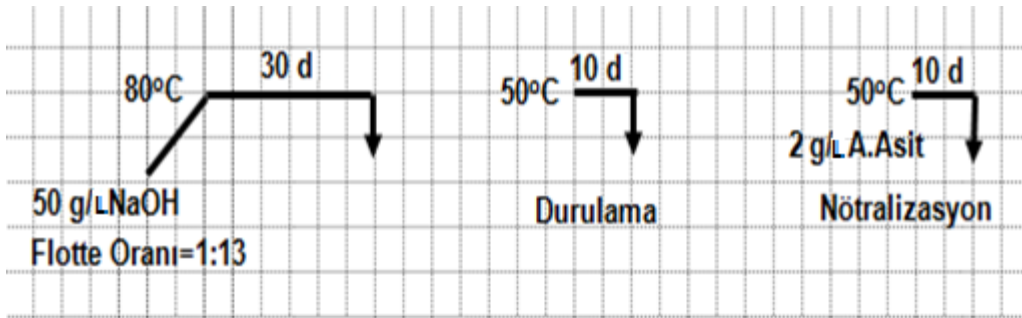
oranı burada 50 g/L'ye çıkartılmıştır. Enzimatik işlem öncesi şekil 3.10'da gösterilen sıcaklık koşullarında ve yüksek konsantrasyonda sodyumhidroksitle yapılan kostikleme işleminin, enzimlerle yapılan işlemlere yapabileceği olumlu veya olumsuz etkilerin gözlemlenmesi amaçlanmıştır.



Şekil 3.10 : 27°C'de 50 g/L 48° Bé NaOH'le Yapılan Kostikleme İşlemine Ait Grafik.

3.2.2.4. Yüksek sıcaklıkta 50 g/L 48° Bé sodyumhidroksitle kostikleme işlemi ve ardından biyoparlatma işlemi (deney planı 5)

Bu deney planında yapılan denemeler (Deney-9, Deney-13 ve Deney-17) , deney planı 3'de uygulanan işlemlerle aynıdır. Fakat burada 48° Bé sodyumhidroksitin kullanım oranı iki katına çıkartılarak 50 g/L olarak ayarlanmıştır. Enzimatik işlem öncesi şekil 3.11'de gösterilen sıcaklıkta ve yüksek konsantrasyonda sodyumhidroksitle yapılan kostikleme işleminin, enzimlerle yapılan işlemlere yapabileceği olumlu veya olumsuz etkilerin gözlemlenmesi amaçlanmıştır.



Şekil 3.11: 80°C'de 50 g/L 48° Bé NaOH'le Yapılan Kostikleme İşlemine Ait Grafik.

3.2.3. Gaze işlemi (deney planı 6)

Denemelerde sekiz farklı kumaş türüne yaş işlem öncesi gaze makinesinde yakma işlemi uygulanmıştır (Deney-2) . Gaze işlemi uygulanan kumaş herhangi bir enzimle muamele edilmeden boyanmıştır. Ham halde yapılan gaze işleminin, kumaşın boncuklanma değerine yaptığı pozitif etkinin, deney planı 1'de en iyi sonucu veren

enzimle yapılan biyoparlatma işlemiyle elde edilen etkiyle karşılaştırılması amaçlanmıştır.

3.2.4. Gaze işlemi ve ardından biyoparlatma işlemi (deney planı 7)

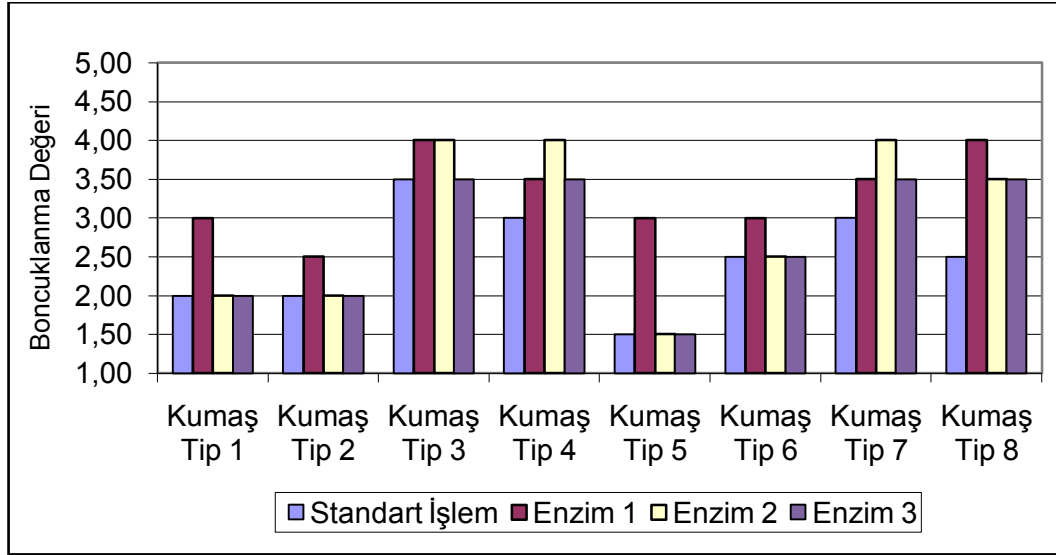
Sekiz farklı kumaş türüne yaş işlem öncesi yapılan gaze işlemine ilave olarak boyama öncesi bir de deney planı 1'de en iyi sonucu veren enzimle biyoparlatma işlemi uygulanmıştır (Deney-19) . Yapılan denemeye gaze ve enzimatik işlem kombinasyonunun boncuklanmaya olan etkisinin, yalnızca gazeyle elde edilen etkiyle karşılaştırılması amaçlanmıştır.

3.2.5. Boyama sonrası biyoparlatma işlemi (deney planı 8)

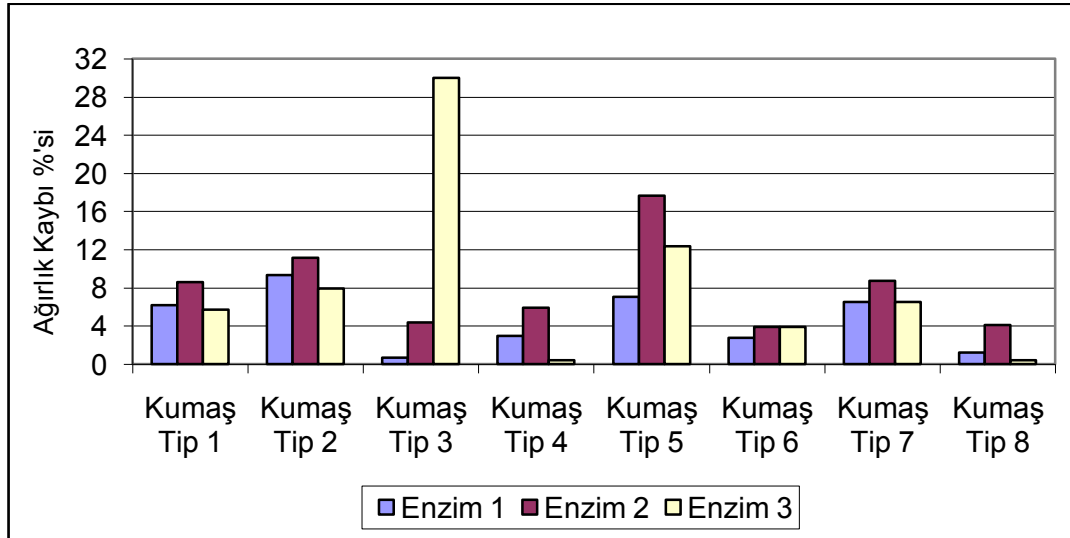
Deney planı 1'de en iyi sonucu veren enzimle boyama işlemi sonrasında enzimatik işlem uygulanmıştır (Deney-18) . Genelde selülaz enzimleriyle işlem boyama öncesinde yapılmaktadır. Bu denemede, önce boyama ve yıkama işlemleri yapılmış ardından enzimatik işlem uygulanmıştır. Bu şekilde enzimin boyama öncesi ve boyama sonrası uygulanmasının karşılaştırılması amaçlanmıştır.

4. DENEYSEL SONUÇLARIN DEĞERLENDİRİLMESİ

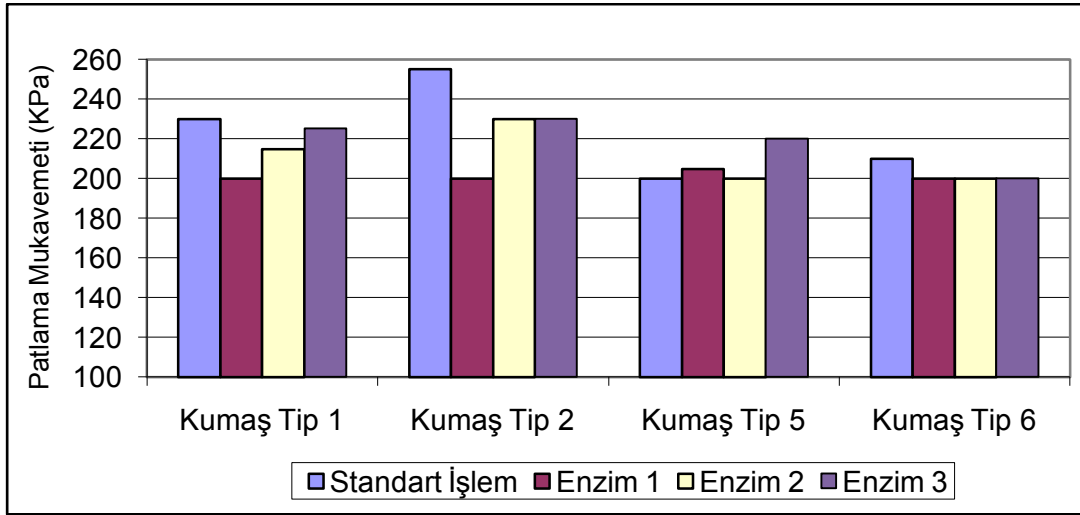
4.1. Farklı Tipte Selülag Enzimleriyle Yapılan Biyoparlatma İşleminin (Deney Planı 1) Viskon Kumaş Özellikleri Üzerindeki Ekisi



Şekil 4.1 : Farklı Tipte Selülag Enzimleriyle Yapılan Denemelerin Boncuklanma Değeri.



Şekil 4.2 : Farklı Tipte Selülag Enzimleriyle Yapılan Denemelerin Ağırlık Kaybı %'si Sonuçları.



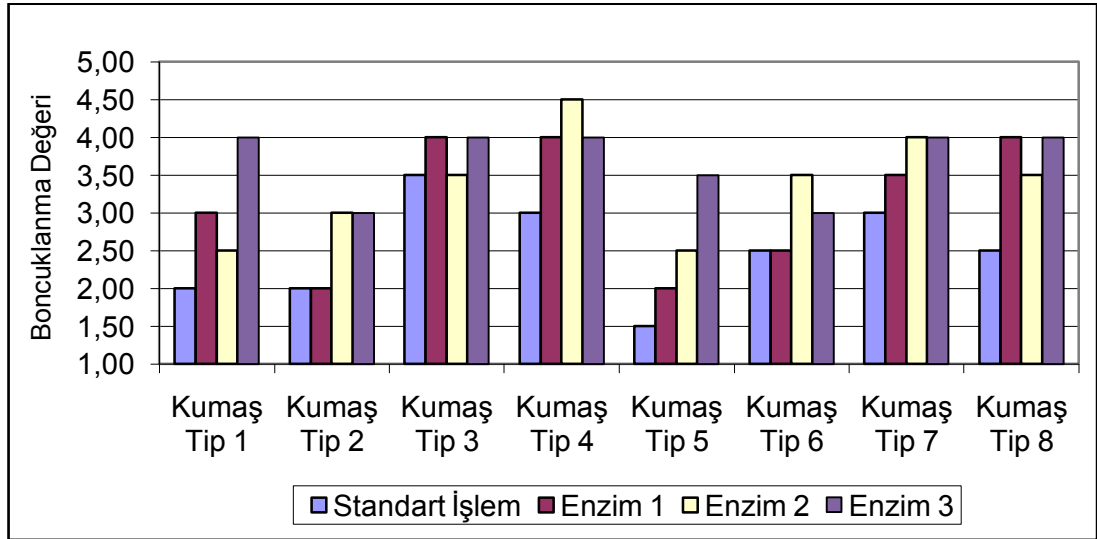
Şekil 4.3 : Farklı Tipte Selüloz Enzimleriyle Yapılan Denemelerin Patlama Mukavemeti Değerleri.

Denemelerde kullanılan sekiz kumaş tipine, üç farklı enzim türüyle yapılan biyoparlatma işlemlerinin Şekil 4.1’de gösterilen sonuçlarını toplu halde değerlendirdiğimizde, genel olarak boncuklanma değeri açısından en iyi sonucun viskon için özel olarak geliştirilmiş olan Baylase CS enzimiyle yapılan biyoparlatma işlemleri sonucunda elde edildiğini söyleyebiliriz. Şekil 4.2’de gösterilen sonuçlara göre, boncuklanma değeri açısından en iyi sonucu veren Baylase CS enzimi ayrıca en az ağırlık kaybının gözlemlendiği enzimdir. Bu sonuç, Baylase CS enziminin yapısında yüksek oranda bulunan sellobiyohidrolazdan dolayı biyoparlatma işlemi esnasında lif kristalin bölgelerden başlayarak işlem yapıyor oluşu teorisiyle açıklanabilir. Baylase CS enzimi yapısında konvansiyonel asidik enzimlere göre daha az endo-glukonaz içerdiği için enzimatik işlem esnasında lifin amorf bölgelerinden parçalanmasına neden olmamakta, bu da ağırlık kaybının daha az olmasını sağlamaktadır. % 100 viskon kumaştan oluşan dört farklı kumaş türünün Şekil 4.3’de gösterilen patlama mukavemeti değerlerine bakıldığında en iyi sonuç Forylase NC enzimiyle elde edilmiştir. Bunun nedeni nötür ortamda çalışan Forylase NC enziminin klasik asidik selülozlara göre daha az ve dengeli oranda endo-glukonaz ve sellobiyohidrolaz içermesinden dolayı daha az lif zararı oluşturuyor olması şeklinde açıklanabilir.

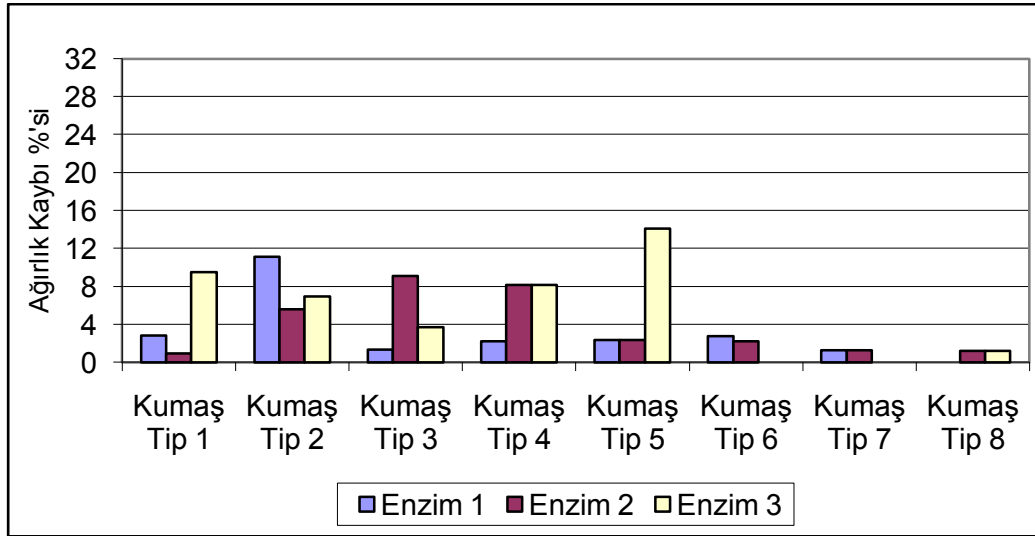
Genel olarak denemelerde en iyi sonucu veren Baylase CS enziminin iki farklı elyaf menşesine biyoparlatma performansı açısından etkisini değerlendirdiğimizde, 24/1

viskon kumaşlarda biyoparlatma işleminin Formosa menşeli elyaftan örülen kumaşta daha iyi sonuç verdiği söylenebilir. Ancak aynı enzimle yapılan biyoparlatma işlemi 30/1 viskon kumaşlardan % 100 viskon kumaşlarda her iki lif menşei için de aynı sonucu vermiş olmasına karşın, 30/1 viskon/elastan kumaşlarda Lenzing menşeli elyaftan örülen kumaşta daha iyi performans verdiği görülmüştür. Bu sonuçlara göre, yapılan işlemin biyoparlatma performansı açısından hangi elyaf menşesinde daha etkili olduğu konusunda değerlendirme yapmak mümkün olmamıştır.

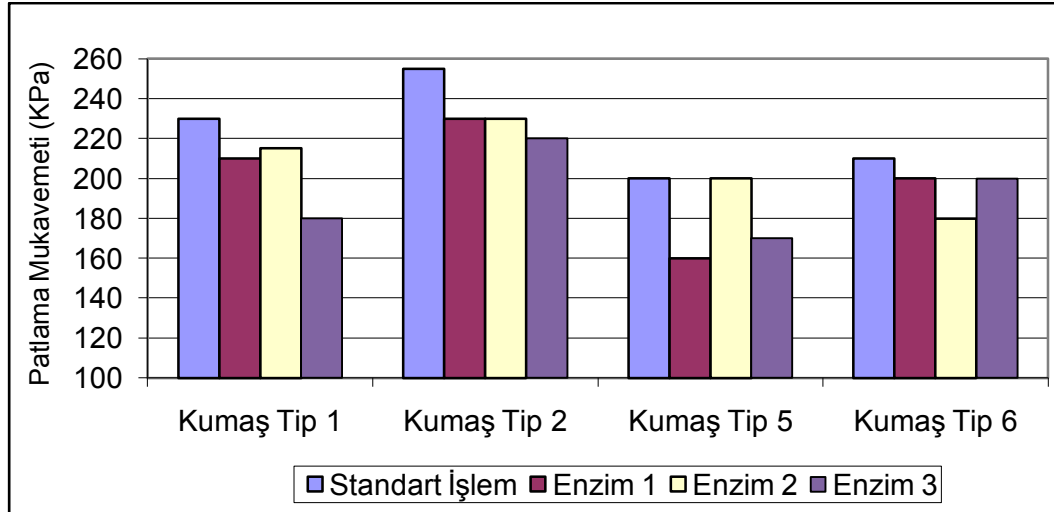
4.2. Düşük Sıcaklıkta 25 g/L 48^o Bé Sodyumhidroksitle Kostikleme İşlemi Sonrasında Yapılan Biyoparlatma İşleminin (Deney Planı 2) Viskon Kumaş Özellikleri Üzerindeki Etkisi



Şekil 4.4 : Farklı Tipte Selülaz Enzimleriyle Kostikleme Sonrası Yapılan Denemelerin Boncuklanma Değerleri.



Şekil 4.5 : Farklı Tipte Selüloz Enzimleriyle Kostikleme Sonrası Yapılan Denemelerin Ağırlık Kaybı %'si Sonuçları.



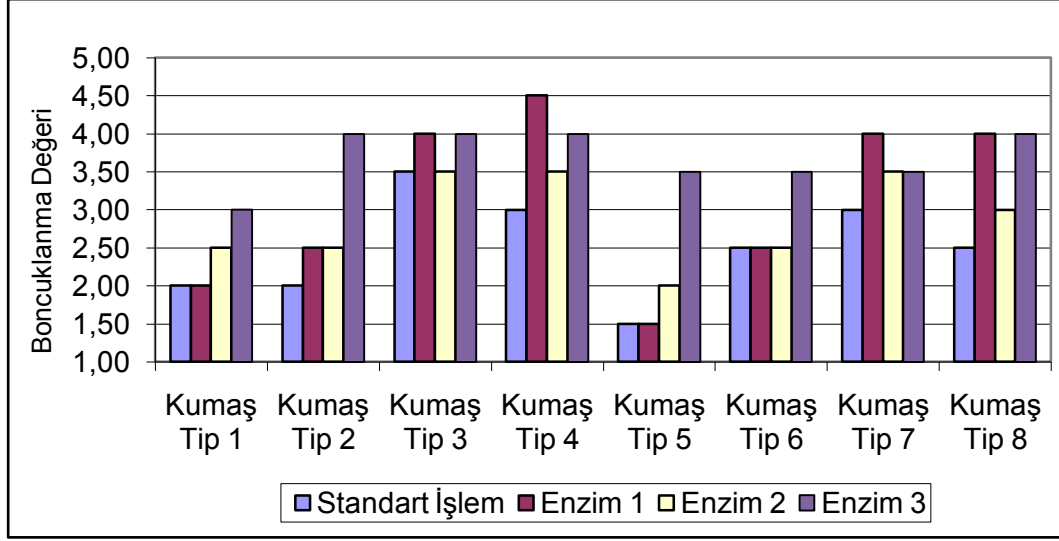
Şekil 4.6 : Farklı Tipte Selüloz Enzimleriyle Kostikleme Sonrası Yapılan Denemelerin Patlama Mukavemeti Değerleri.

Denemelerde kullanılan sekiz kumaş tipine, 25 g/L sodyumhidroksitle düşük sıcaklıkta ön işlem ve ardından üç farklı enzim türüyle yapılan enzimatik işlemleri şekil 4.4'deki sonuçlara göre değerlendirdiğimizde, genel olarak boncuklanma değeri açısından en iyi sonuçların Forylase NC enzimiyle kostikleme işlemi sonrasında yapılan biyoparlatma işlemi sonucunda elde edildiği söylenebilir. Kostikleme işlemi yapılmadan yapılan biyoparlatma işlemlerinde boncuklanma değeri açısından Baylase CS enzimine göre daha düşük sonuçlar veren Forylase NC enziminin, kostikleme işlemine tabi tutulmuş kumaşlarda daha iyi biyoparlatma efekti verdiği

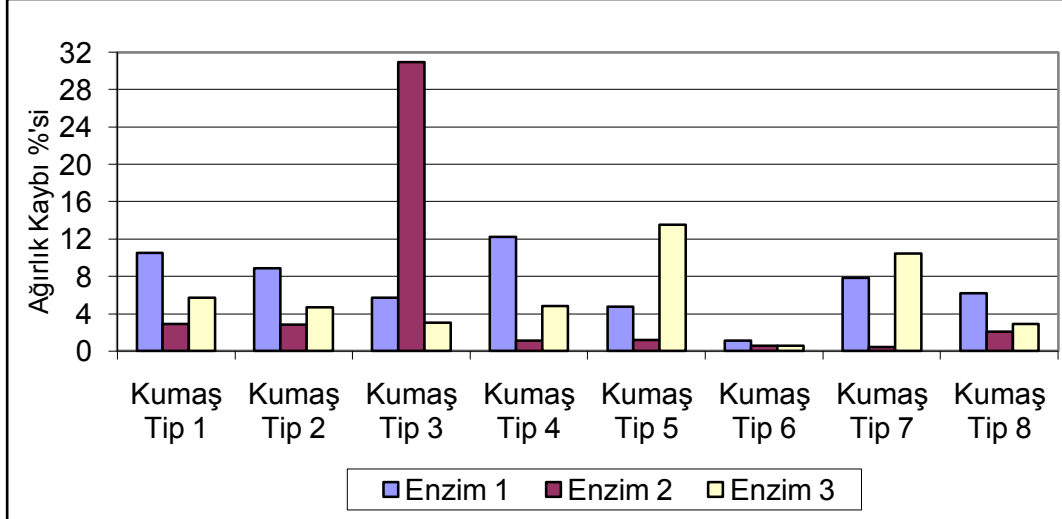
söylenbilir. Kumaşların şekil 4.5'deki ağırlık kaybı %'si sonuçlarını incelediğimizde enzimlerin teorik özelliklerinin pratikte çıkan sonuçlarla tutarlılık arz etmediği görülmektedir. Fakat ağırlık kaybı yüzdeleri açısından çıkan sonucu değerlendirirken bu deney planında biyoparlatma işlemleri öncesinde yapılan kostikleme işleminin sonuçlara olan etkileri göz ardı edilmemelidir. Şekil 4.6'da gösterilen patlama mukavemeti sonuçlarına bakıldığında genel olarak boncuklanma değeri açısından iyi sonuç veren Foylase NC enziminin kumaşların patlama mukavemetlerini diğer enzim türlerine nazaran daha fazla düşürdüğü söylenebilir. Kostikleme işlemi yapılmaksızın yapılan biyoparlatma işlemi sonucunda yapısında yüksek oranda sellobiyohidrolaz içeren Baylase CS enziminin, lifin kristalin bölgelerine zarar vererek patlama mukavemetini beklendiği üzere daha fazla düşürmüş olmasına rağmen burada aynı sonucun çıkmamış olması, life uygulanan kostikleme işleminin makromoleküler yapıda oluşturduğu değişiklik nedeniyle olabilir.

Genel olarak denemelerde 25 g/L sodyumhidoksitle soğukta uygulanan kostikleme işlemi sonrasında yapılan biyoparlatma işleminde en iyi biyoparlatma efektini veren Foylase NC enziminin işlem yapılan iki farklı elyaf menşesine biyoparlatma performansı açısından etkisini değerlendirdiğimizde, enzimin %100 viskon kumaşlardan Formosa menşeli kumaşa boncuklanma değeri olarak Lenzing menşeli kumaşa göre daha iyi sonuç verdiği gözlemlenmiştir. Çıkan bu sonuca göre, belirtilen şartlarda kostikleme sonrası yapılan biyoparlatma işleminde enzimin Formosa menşeli elyafta daha verimli işlem gördüğünü söyleyebiliriz.

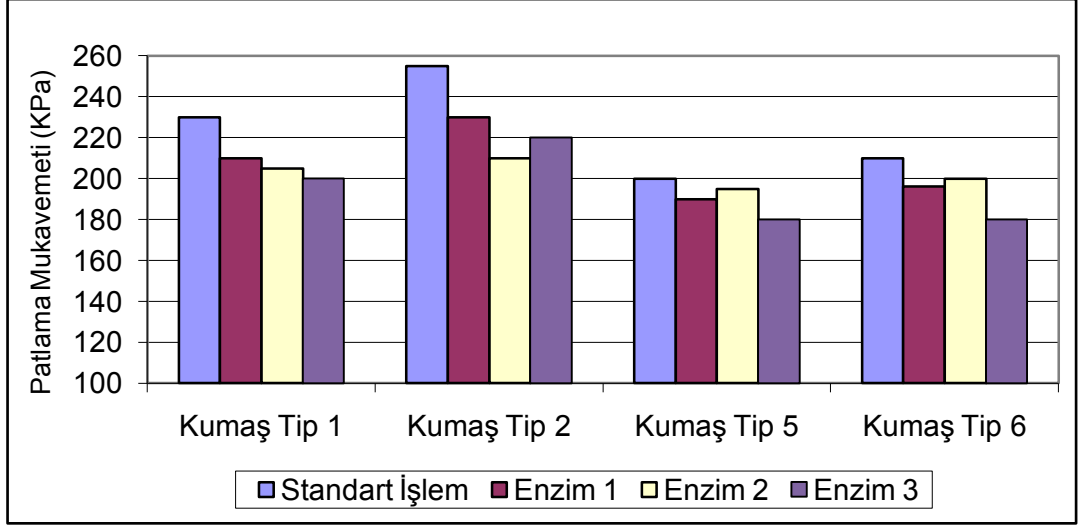
4.3. Yüksek Sıcaklıkta 25 g/L 48 Bé Sodyumhidroksitle Kostikleme İşlemi Sonrasında Yapılan Biyoparlatma İşleminin (Deney Planı 3) Viskon Kumaş Özellikleri Üzerindeki Etkisi



Şekil 4.7 : Farklı Tipte Selülaaz Enzimleriyle Kostikleme Sonrası Yapılan Denemelerin Boncuklanma Değerleri.



Şekil 4.8 : Farklı Tipte Selülaaz Enzimleriyle Kostikleme Sonrası Yapılan Denemelerin Ağırlık Kaybı %'si Sonuçları.



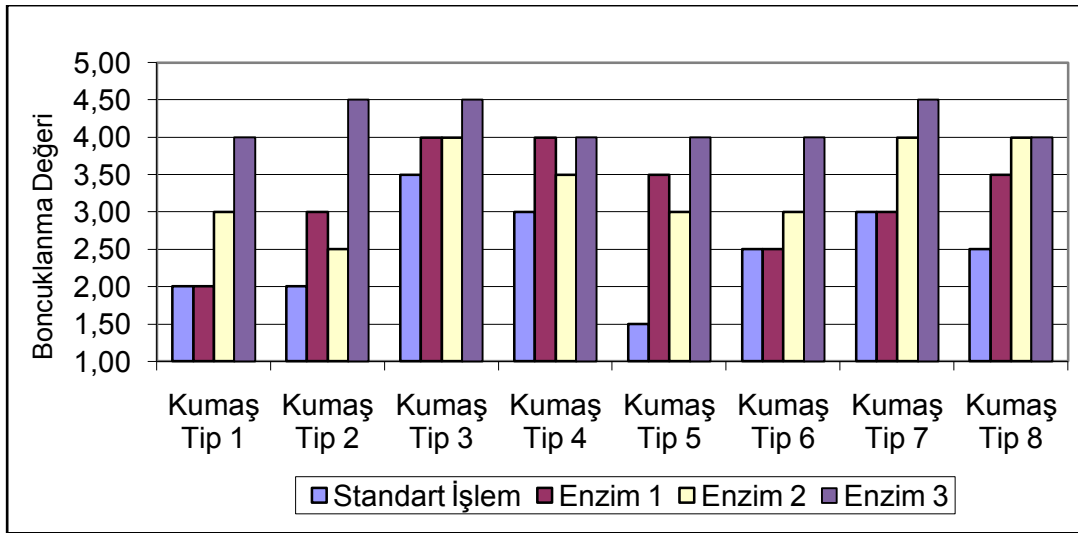
Şekil 4.9 : Farklı Tipte Selüloz Enzimleriyle Kostikleme Sonrası Yapılan Denemelerin Patlama Mukavemeti Değerleri.

Şekil 4.7'deki boncuklanma değeri sonuçlarını incelediğimizde, %100 viskon kumaşlarda en iyi sonucun Forylase NC enzimiyle kostikleme sonrasında yapılan biyoparlatma işlemiyle elde edildiği, buna karşın viskon/elastan kumaşlarda ise en iyi sonucun Baylase CS enzimiyle kostikleme sonrasında yapılan biyoparlatma işlemiyle elde edildiği söylenebilir. %100 viskon kumaşlardan elde edilen bu değerlere göre, kostikleme işlemi yapılmadan yapılan denemelerde düşük boncuklanma değerleri veren Forylase NC enziminin, kostikleme işlemi sonrası daha iyi biyoparlatma efekti verdiği ortaya çıkmaktadır. Kumaşların şekil 4.8'de gösterilen ağırlık kaybı yüzdelere bakıldığında, Baylase CS ile yapılan kostikleme sonrası enzimatik işlemin diğer enzim türlerine nazaran daha fazla ağırlık kaybı olduğu söylenebilir. Ağırlık kaybı açısından elde edilen bu sonuç, Baylase CS enziminin lifin kristalin bölgelerinde amorf bölgelerine nazaran daha etkili olduğu teorisiyle uyuşmamaktadır. Ancak bu sonucu değerlendirirken bu deney planında enzimatik işlemler öncesinde yapılan kostikleme işleminin sonuçlara olan etkileri göz ardı edilmemelidir. Şekil 4.9'da gösterilen patlama mukavemeti sonuçlarına göre, genel olarak viskon/elastan kumaşlarda boncuklanma değeri açısından iyi sonuç veren Baylase CS enziminin kumaşların patlama mukavemetlerini diğer enzim türlerine nazaran daha az düşürmüş olduğu görülmektedir. Bu sonuç, yüksek oranda sellobiyohidrolazdan oluşan ve bu yüzden lifin kristalin bölgelerinde daha etkin çalışan Baylase CS enziminin lifin kristalin bölgelerini zayıflatarak kumaşta daha

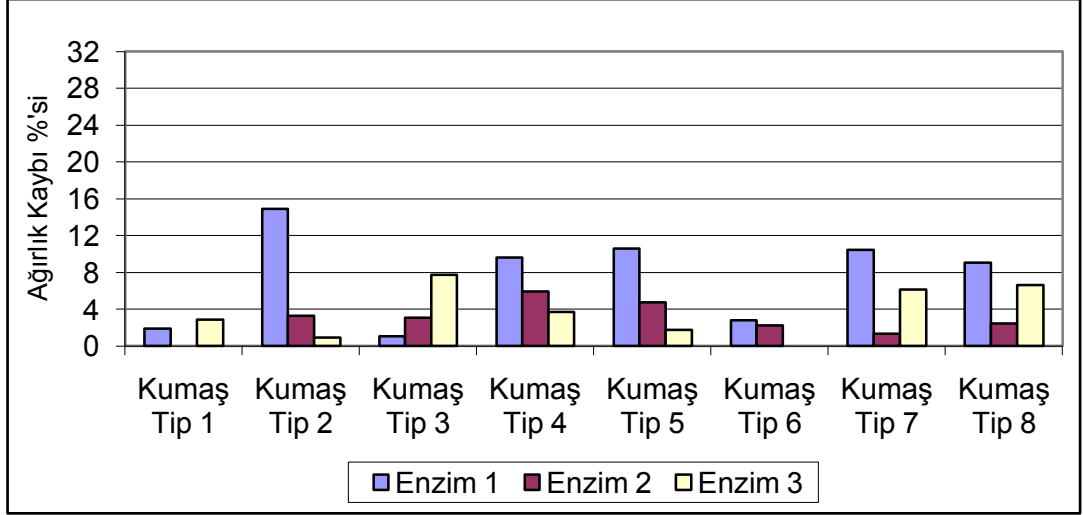
fazla mukavemet azalmasına yol açacağı öngörüsüne uymamaktadır. Bu sonucun da kostikleme işleminden etkilenmiş olabileceği göz ardı edilmemelidir.

Yapılan denemelerde biyoparlatma işlemi sonrasında %100 viskon kumaşlarda en iyi sonucu veren Foylase NC enziminin işlem yapılan iki farklı elyaf menşesine biyoparlatma performansı açısından etkisini değerlendirdiğimizde, enzimin genel olarak Lenzing menşeli elyaftan örülen kumaşta boncuklanma değeri açısından Formosa menşeli elyaftan örülen kumaşa göre daha iyi sonuç verdiği görülmektedir. Bu sonuca göre, enzimin kostikleme işleminin ardından yapılan biyoparlatma işleminde Lenzing menşeli elyafta daha verimli işlev gördüğünü söyleyebiliriz.

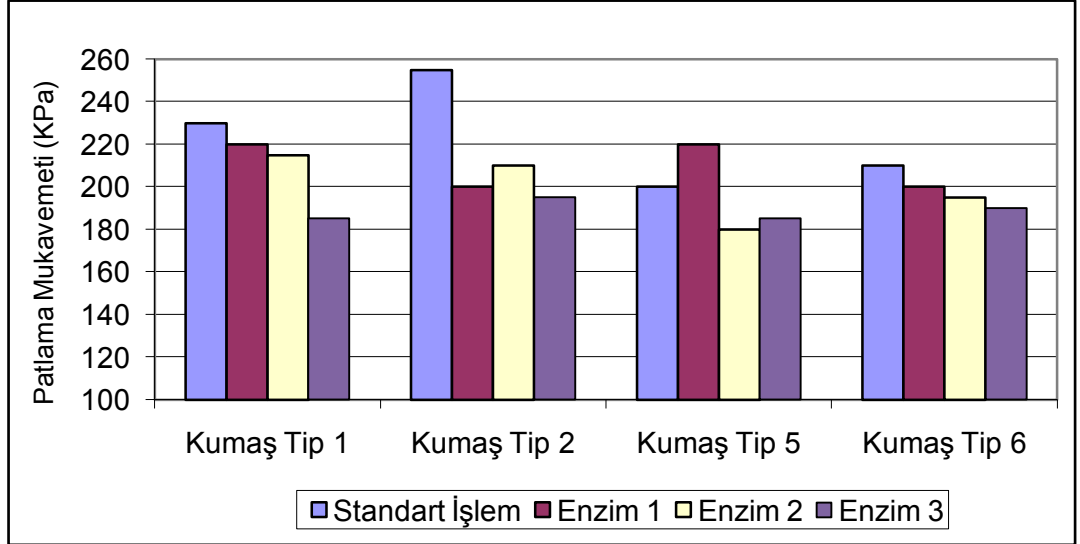
4.4. Düşük Sıcaklıkta 50 g/L 48 Bé Sodyumhidroksitle Kostikleme İşlemi Sonrasında Yapılan Biyoparlatma İşleminin (Deney Planı 4) Viskon Kumaş Özellikleri Üzerindeki Etkisi



Şekil 4.10 : Farklı Tipte Selüloz Enzimleriyle Kostikleme Sonrası Yapılan Denemelerin Boncuklanma Değerleri.



Şekil 4.11 : Farklı Tipte Selüloz Enzimleriyle Kostikleme Sonrası Yapılan Denemelerin Ağırlık Kaybı %'si Sonuçları.



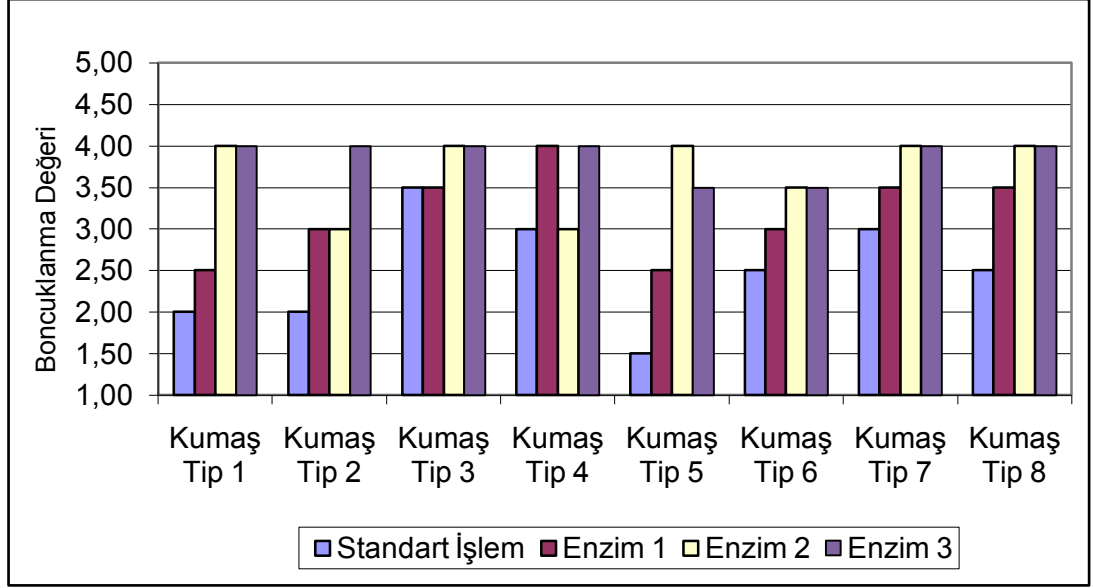
Şekil 4.12 : Farklı Tipte Selüloz Enzimleriyle Kostikleme Sonrası Yapılan Denemelerin Patlama Mukavemeti Değerleri.

Denemelerde kullanılan sekiz kumaş tipine, 50 g/L sodyumhidroksitle düşük sıcaklıkta ön işlem ve ardından üç farklı enzim türüyle yapılan enzimatik işlemlerin sonuçlarını değerlendirdiğimizde, şekil 4.10'da görülen sonuçlara göre genel olarak boncuklanma değeri açısından en iyi sonuçların Forylase NC enzimiyle kostikleme sonrasında yapılan biyoparlatma işlemiyle elde edildiği söylenebilir. Bu verilere göre kostikleme işlemi yapılmadan yapılan denemelerde düşük sonuçlar veren Forylase NC enziminin kostikleme işlemi sonrası daha iyi biyoparlatma işlevi gördüğü ortaya çıkmaktadır. Ağırlık kaybı yüzdesi açısından şekil 4.11'deki sonuçları

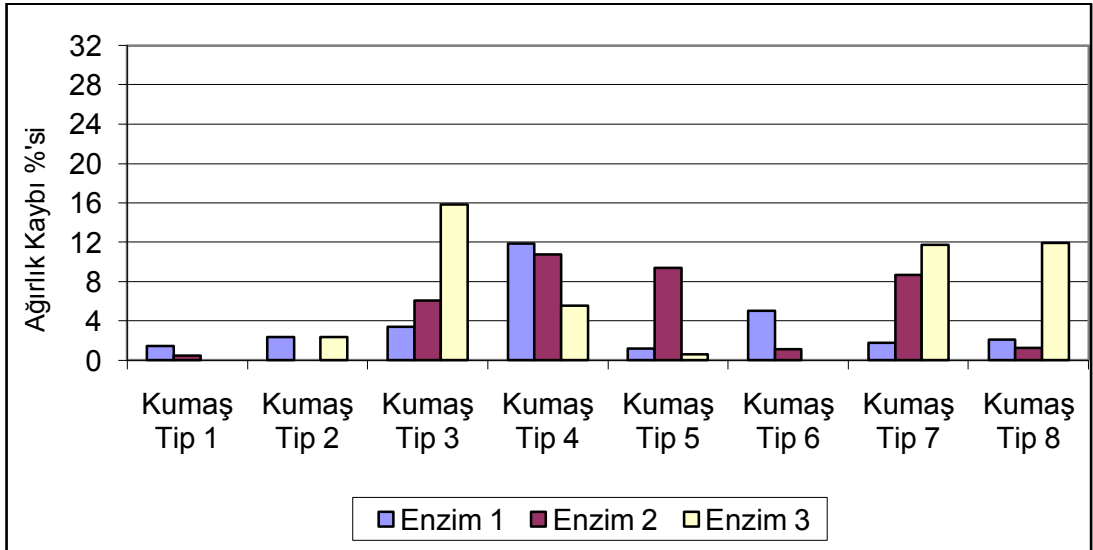
değerlendirdiğimizde, genel olarak kostikleme sonrası Baylase CS enzimiyle yapılan enzimatik işlem sonucunda oluşan ağırlık kaybının diğer enzimlere göre daha yüksek olduğunu söyleyebiliriz. Normalde bu sonuç yapısında, diğer enzimlere oranla daha az endo-glukanaz içeren Baylase CS enziminin life olan teorik etkisiyle uyuşmamaktadır. Fakat bu deney planında enzimatik işlemler öncesinde yapılan kostikleme işleminin sonuçlara olan etkisi de göz ardı edilmemelidir. En fazla ağırlık kaybına neden olan kostikleme sonrası Baylase CS enzimiyle enzimatik işlemin şekil 4.12'deki sonuçlara göre %100 viskon kumaşlarda diğer enzim türleriyle yapılan işleme nazaran daha az mukavemet kaybına sebep olmuş olması ilginç bir sonuç olarak değerlendirilebilir.

Genel sonuçlara göre, boncuklanma değeri açısından en iyi sonucu veren Foylase NC enziminin iki farklı elyaf menşesinde biyoparlatma performansı açısından etkisini değerlendirdiğimizde, 24/1 %100 viskon kumaşlardan Lenzing menşeli elyaftan örülen kumaşa boncuklanma değeri olarak Formosa menşeli elyaftan örülen kumaşa göre daha iyi sonuç alındığı, 30/1 %100 viskon kumaşlarda ise her iki elyafta da aynı boncuklanma değerinin elde edildiği gözlemlenmiştir. Viskon/elastan kumaşlarda ise Foylase NC enziminin Formosa menşeli elyafta iki iplik numarasında için de daha iyi boncuklanma değeri verdiği gözlemlenmiştir. Bu sonuçlara göre Foylase NC enziminin yapılan denemede biyoparlatma verimliliği açısından hangi elyaf türünde daha iyi sonuç verdiği konusunda değerlendirme yapmak mümkün değildir.

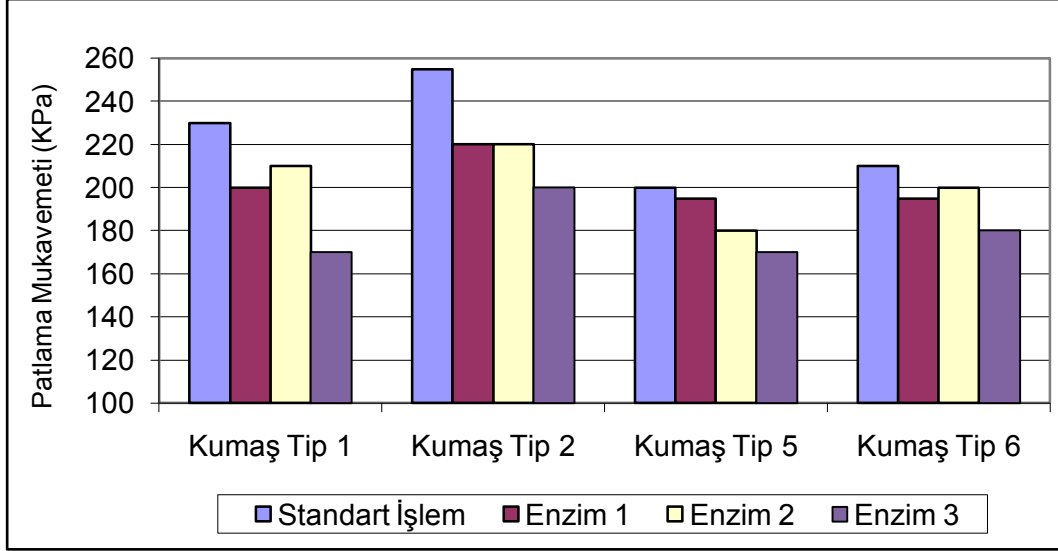
4.5. Yüksek Sıcaklıkta 50 g/L 48^oBé Sodyumhidroksitle Kostikleme İşlemi Sonrasında Yapılan Biyoparlatma İşleminin (Deney Planı 4) Viskon Kumaş Özellikleri Üzerindeki Etkisi



Şekil 4.13 : Farklı Tipte Selülag Enzimleriyle Kostikleme Sonrası Yapılan Denemelerin Boncuklanma Değeri.



Şekil 4.14 : Farklı Tipte Selülag Enzimleriyle Kostikleme Sonrası Yapılan Denemelerin Ağırlık Kaybı %'si Sonuçları.



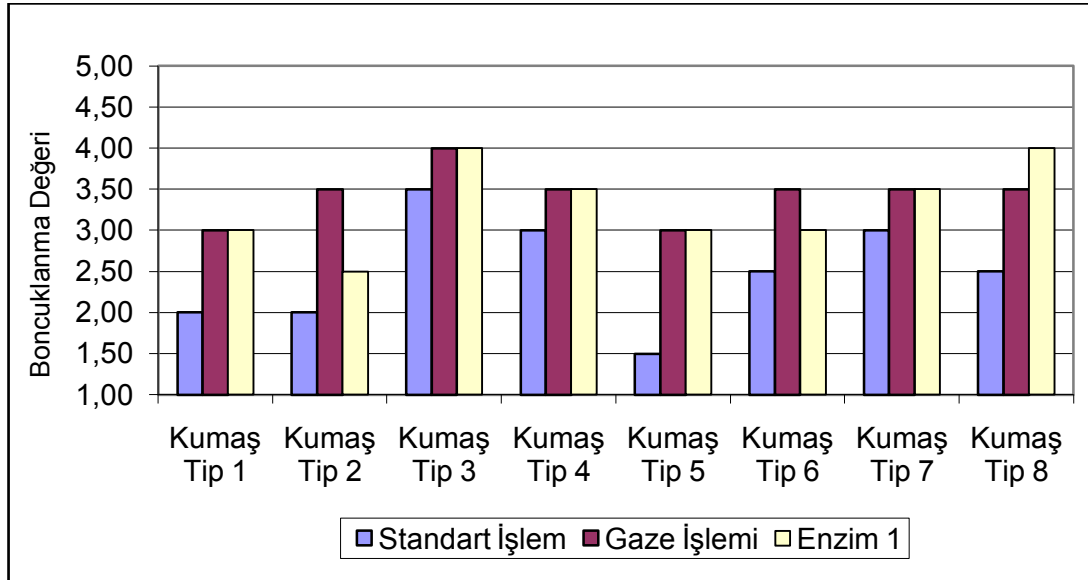
Şekil 4.15 : Farklı Tipte Selüloz Enzimleriyle Kostikleme Sonrası Yapılan Denemelerin Patlama Mukavemeti Değerleri.

Denemelerde kullanılan kumaşlara 50 g/L sodyumhidroksitle ön işlem sonrasında üç farklı enzimle yapılan biyoparlatma işlemlerinin sonuçlarına göre, genel olarak boncuklanma değeri açısından en iyi sonuçların sırasıyla Forylase NC ve Lava Cell BF-X Konz enzimiyle kostikleme işlemi sonrasında yapılan enzimatik işlemler sonucunda elde edildiği söylenebilir (şekil 4.13). Çıkan bu sonuçlara göre yüksek konsantrasyonda sodyumhidroksitle, yüksek sıcaklıkta yapılan kostikleme işlemi sonrasında konavansiyonel asidik enzim kullanımının, yapısı modifiye edilerek viskon lifi için uygun hale getirilerek üretilmiş Baylase CS enzimine göre boncuklanma değeri açısından daha uygun olduğu söylenebilir. Şekil 4.14'deki ağırlık kaybı yüzdesi sonuçlarına bakarak hangi enzim türüyle kostikleme işlemi sonrasında yapılan enzimatik işlemin daha iyi sonuç verdiğini söylemek oldukça güçtür. Şekil 4.15'de gösterilen sonuçlara göre, boncuklanma değeri açısından diğer enzim türlerine göre daha kötü sonuç veren Baylase CS enzimiyle kostikleme işlemi sonrasında yapılan enzimatik işlemin %100 viskon kumaşlarda patlama mukavemetini diğer enzim türlerine nazaran daha az düşürmüş olduğu gözlemlenmiştir.

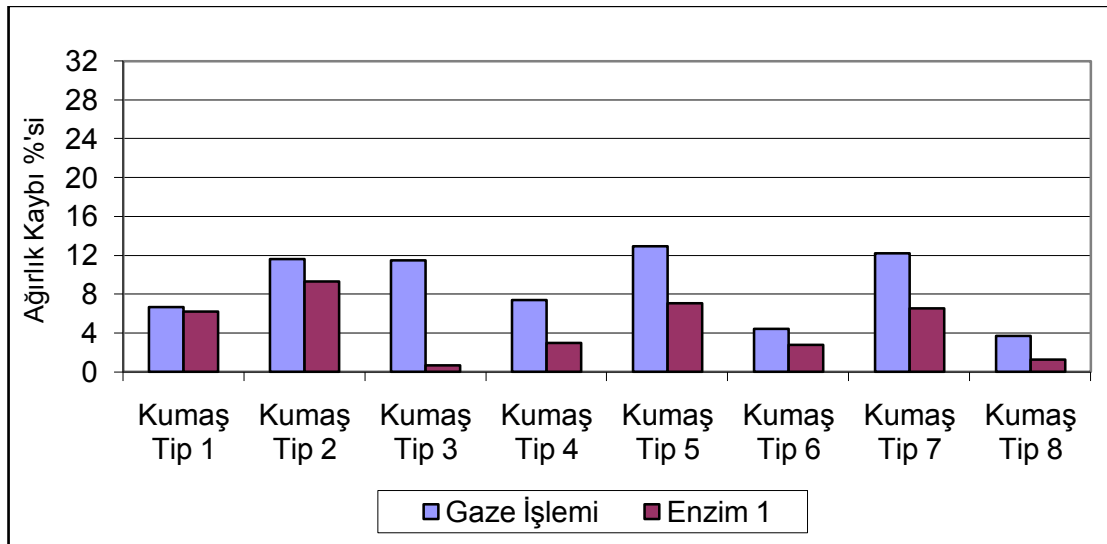
Boncuklanma değeri olarak en iyi sonucu veren enzimlerden biri olan Lava Cell BF-X Konz enziminin iki farklı elyaf menşesine biyoparlatma performansı açısından etkisini değerlendirdiğimizde, genel olarak Formosa menşeli elyaftan üretilen kumaşlarda daha iyi boncuklanma değeri elde edildiği gözlemlenmiştir.

Denemelerden elde edilen bu sonuca göre, yüksek sıcaklıkta ve yüksek konsantrasyonda sodyumhidroksitle yapılan kostikleme işlemi sonrasında konvansiyonel asidik selüloz enzimiyle Formosa menşeli elyafa, Lenzing menşeli elyafa nazaran daha iyi biyoparlatma efekti elde edildiği söylenebilir.

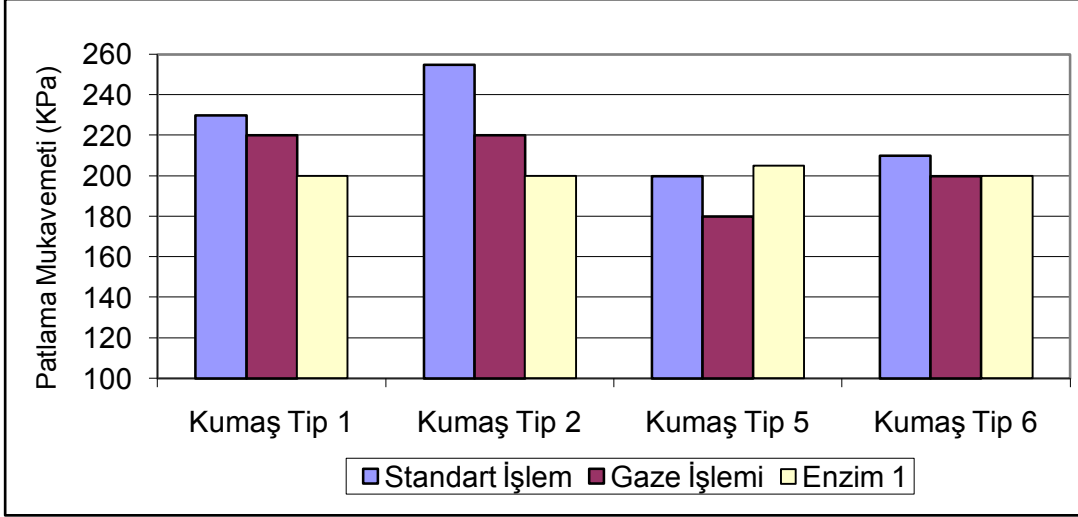
4.6. Gaze İşleminin (Deney Planı 6) Viskon Kumaş Özellikleri Üzerindeki Etkisi



Şekil 4.16 : Gaze İşlemi ve Enzimle Yapılan Denemelerin Boncuklanma Değerlerinin Karşılaştırılması.



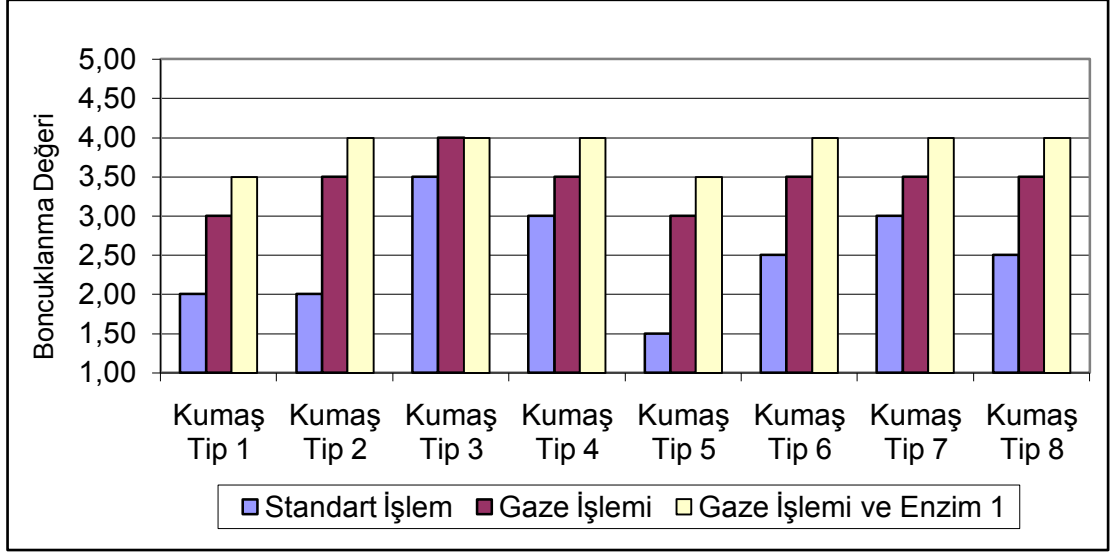
Şekil 4.17 : Gaze İşlemi ve Enzimle Yapılan Denemelerin Ağırlık Kaybı %'lerinin Karşılaştırılması.



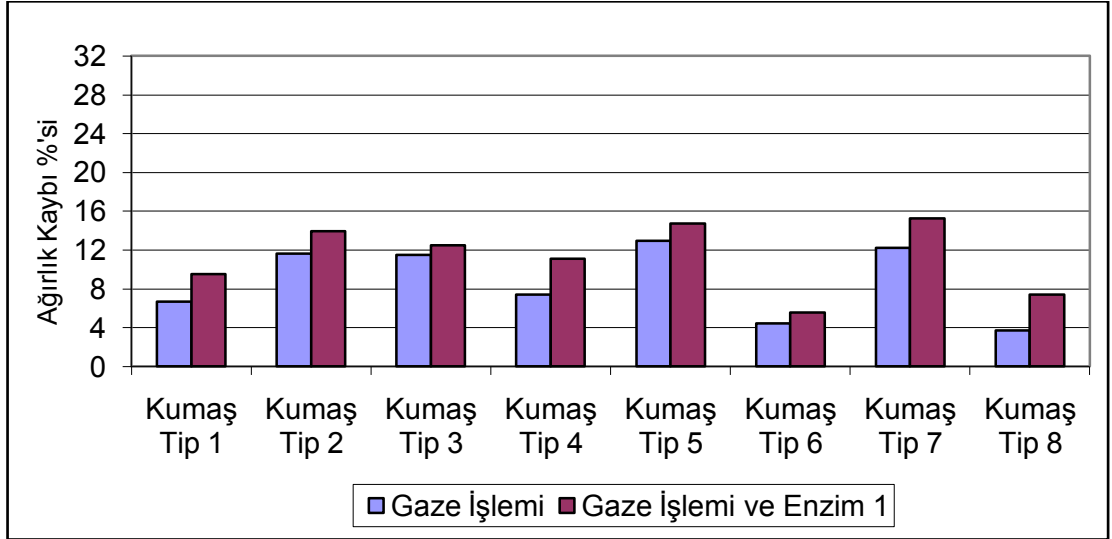
Şekil 4.18 : Gaze İşlemi ve Enzimle Yapılan Denemelerin Patlama Mukavemeti Değerlerinin Karşılaştırılması.

Kumaşlara uygulanan gaze işlemi ve Baylase CS enzimiyle yapılan biyoparlatma işlemlerinin sonuçlarını karşılaştırmalı olarak görebileceğimiz şekil 4.16'yı incelediğimizde, genel olarak sonuçların birbiriyle aynı veya yakın çıktığı görülmektedir. Bu sonuçlara göre gaze işlemi ve Baylase CS enzimiyle yapılan enzimatik işlemin viskon kumaşın biyoparlatması için birbirine alternatif olabilecek işlemler olduğu değerlendirilmesi yapılabilir. Şekil 4.17'deki ağırlık kaybı %'si sonuçlarına göre, kumaşlara yapılan gaze işlemi sonucunda oluşan ağırlık kaybının Baylase CS enzimiyle yapılan işlemlerdekine göre çok daha fazla olduğu görülmektedir. Bu sonuç Baylase CS enziminin enzimatik işlem esnasında lifin amorf bölgeleri yerine daha çok kristalin bölgelerinde işlev görüyor olması teorisine uyan bir sonuçtur. %100 viskon kumaşlarda oluşan patlama mukavemeti düşüşlerini değerlendirdiğimizde (şekil 4.18) ise genel olarak Baylase CS enzimiyle yapılan biyoparlatma işlemi sonucunda oluşan mukavemet azalmasının gaze işlemindekine göre daha fazla olduğu söylenebilir.

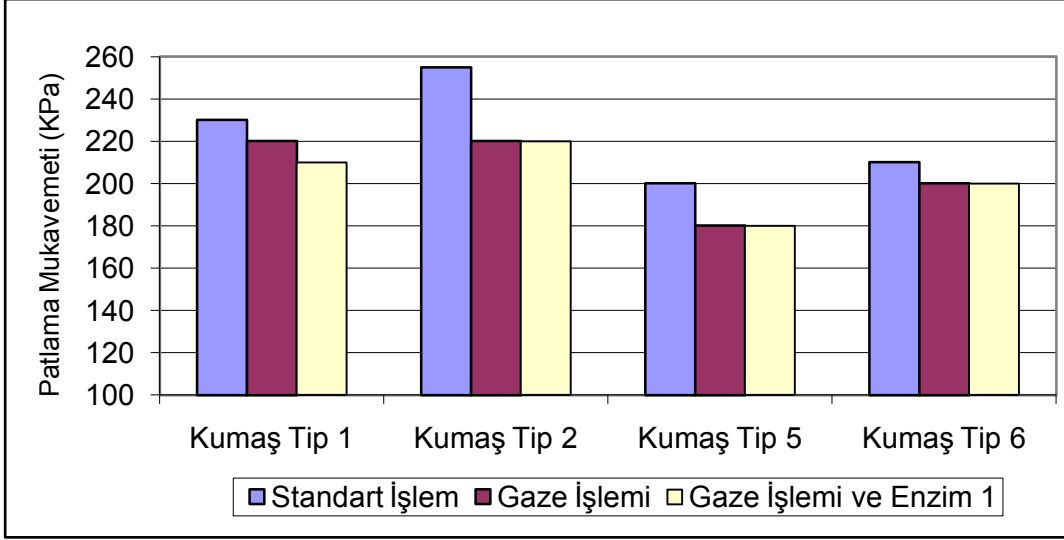
4.7. Gaze İşlemi Sonrasında Yapılan Biyoparlatma İşleminin (Deney Planı 7) Viskon Kumaş Özellikleri Üzerindeki Etkisi



Şekil 4.19 : Gaze İşlemi Sonrasında Enzimle Yapılan Denemelerin Boncuklanma Değerleri.



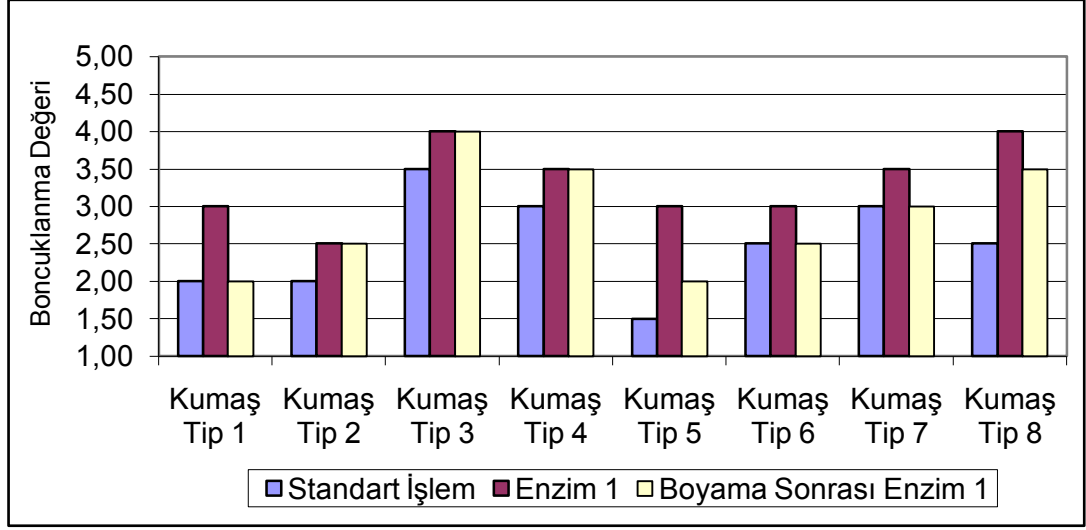
Şekil 4.20 : Gaze İşlemi Sonrasında Enzimle Yapılan Denemelerin Ağırlık Kaybı %'si Sonuçları.



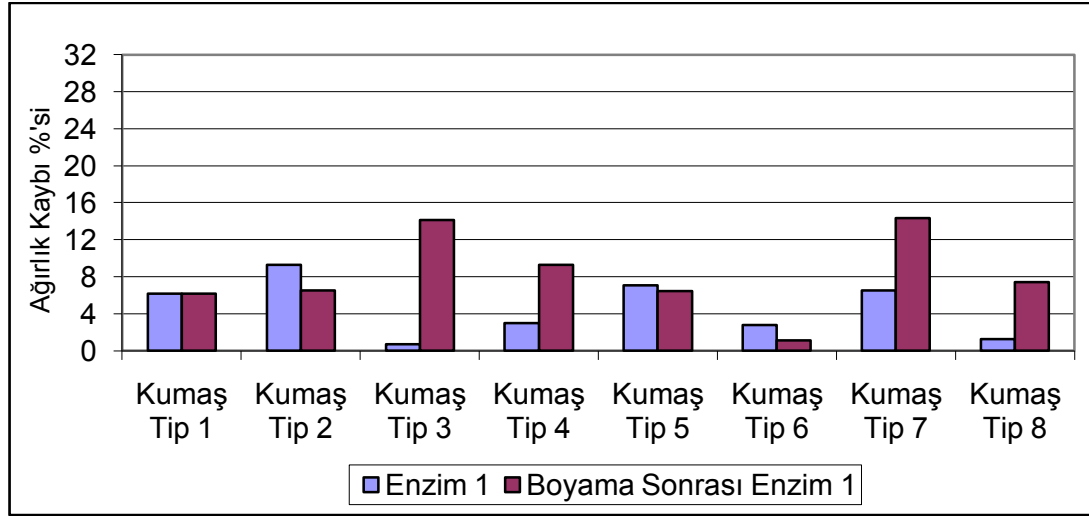
Şekil 4.21 : Gaze İşlemi Sonrasında Enzimle Yapılan Denemlerin Patlama Mukavemeti Değerleri.

Şekil 4.19’de gösterilen gaze işlemi ve gaze işlemine ilave olarak Baylase CS enzimiyle yapılan biyoparlatma işlemlerinin boncuklanma değeri sonuçlarını değerlendirdiğimizde, üçüncü kumaş tipi hariç diğer kumaşların tamamında gaze işlemine ilave olarak Baylase CS enzimiyle yapılan biyoparlatma işleminin sadece gaze işlemine kıyasla yarım puan daha iyi sonuç verdiği görülmektedir. Bu sonuçlara göre, gaze işleminden sonra yapısındaki sellobiyohidrolaz miktarı artırılarak modifiye edilmiş bir selülaz enzimiyle yapılan enzimatik işlemin viskon kumaşın boncuklanma değerini yarım puan arttıracığı öngörüsü yapılabilir. Yapılan işlemler sonucunda kumaşlarda oluşan ağırlık kaybı yüzdesine baktığımızda (şekil 4.20) gaze işlemine ilave olarak Baylase CS enzimiyle yapılan enzimatik işlemin beklendiği üzere yalnızca geze işlemine göre tüm kumaş tiplerinde daha fazla ağırlık kaybına neden olduğu söylenebilir. Şekil 4.21’de patlama mukavemeti gösterilen kumaşlardan, %100 viskon kumaşların patlama mukavemeti sonuçlarını değerlendirdiğimizde ise yapılan iki işlem sonucunda da yaklaşık olarak aynı oranda mukavemet azalması olduğu görülmüştür.

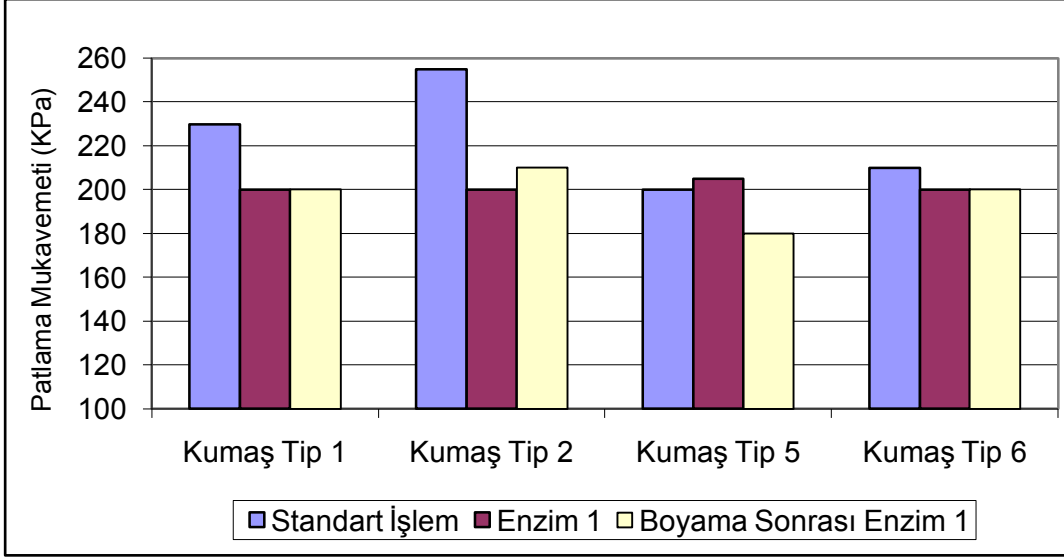
4.8. Boyamadan Sonra Yapılan Biyoparlatma İşleminin (Deney Planı 8) Viskon Kumaş Özellikleri Üzerindeki Etkisi



Şekil 4.22 : Boyama İşleminin Sonra Enzimle Yapılan Denemelerin Boncuklanma Değerlerinin Boyama Öncesi Yapılan Denemelerle Karşılaştırılması.



Şekil 4.23 : Boyama İşleminin Sonra Enzimle Yapılan Denemelerin Ağırlık Kaybı %'si Sonuçlarının Boyama Öncesi Yapılan Denemelerle Karşılaştırılması.



Şekil 4.24 : Boyama İşleminde Sonra Enzimle Yapılan Denemelerin Patlama Mukavemeti Değerlerinin Boyama Öncesi Yapılan Denemelerle Karşılaştırılması.

Denemelerde kullanılan sekiz kumaş tipine boyama öncesi ve boyama sonrası Baylase CS enzimiyle uygulanan biyoparlatma işlemlerinin şekil 4.22’de gösterilen boncuklanma değerleri sonuçlarını değerlendirdiğimizde, ikinci kumaş tipi hariç diğer kumaşlarda boyama öncesinde enzimatik işlem yapılmasının boyama sonrasında yapılabileceğine göre daha iyi veya aynı değerde sonuç verdiği görülmüştür. Bu sonuç, biyoparlatma işleminin başarısında mekanik sürtme etkisinin önemini bir kez daha kanıtlamıştır. Çünkü selüloz enzimiyle yapılan enzimatik işlem sonrasında yüzeyde kalan ve mukavemeti azalmış olan lifler, kumaşın boyama makinesinde boyama ve yıkama işlemlerinde hala dönüyor oluşu ve bu esnada makine cidarlarına sürtmesi sonucunda oluşan mekanik etkiyle dökülmekte, bu da boncuklanma değerine olumlu yönde etki etmektedir. Boyama sonrasında yapılan enzimatik işlemden kısa bir süre sonra kumaş makineden çıkartılacağı için oluşan mekanik etki çok kısa süreli olmaktadır. Şekil 4.23’ü incelediğimizde, %100 viskon kumaşlarda boyama sonrasında yapılan enzimatik işlemle oluşan ağırlık kaybı, boyamadan sonra yapılabileceğine göre beklendiği gibi daha yüksekken, viskon/elastan kumaşlarda tam tersi bir durum gerçekleşmiştir. Şekil 4.24’de gösterilen %100 viskon kumaşların patlama mukavemeti sonuçlarına göre, boyama öncesinde veya boyama sonrasında yapılan enzimatik işlemin patlama mukavemetine hemen hemen aynı oranda etki ettiği görülmüştür.

4.9. Kumaşların Haslık Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Kumaşlara deney planı doğrultusunda uygulanan işlemlerin haslık değerlerini ne yönde etkilediğini belirlemek amacıyla seçilen bir kumaş tipine (1. Tip Kumaş) boyama sonrası haslık testleri yapılmıştır. Çizelge 4.1’de birinci kumaş tipine ait haslık değerleri gösterilmektedir.

Çizelge 4.1’deki haslık değerlerine göre, yapılan bütün denemelerden sonra en yüksek haslık değeri olan 4/5 değerinin elde edildiği görölmektedir. Kumaşların haslık sonuçlarına göre, deney planı doğrultusunda yapılan hiçbir işlemin kumaşın haslık değerini olumsuz yönde etkilemediği sonucuna varılmıştır.

Çizelge 4.1 : Denemelerde Boyanan Kumaşların Haslık Değerleri.

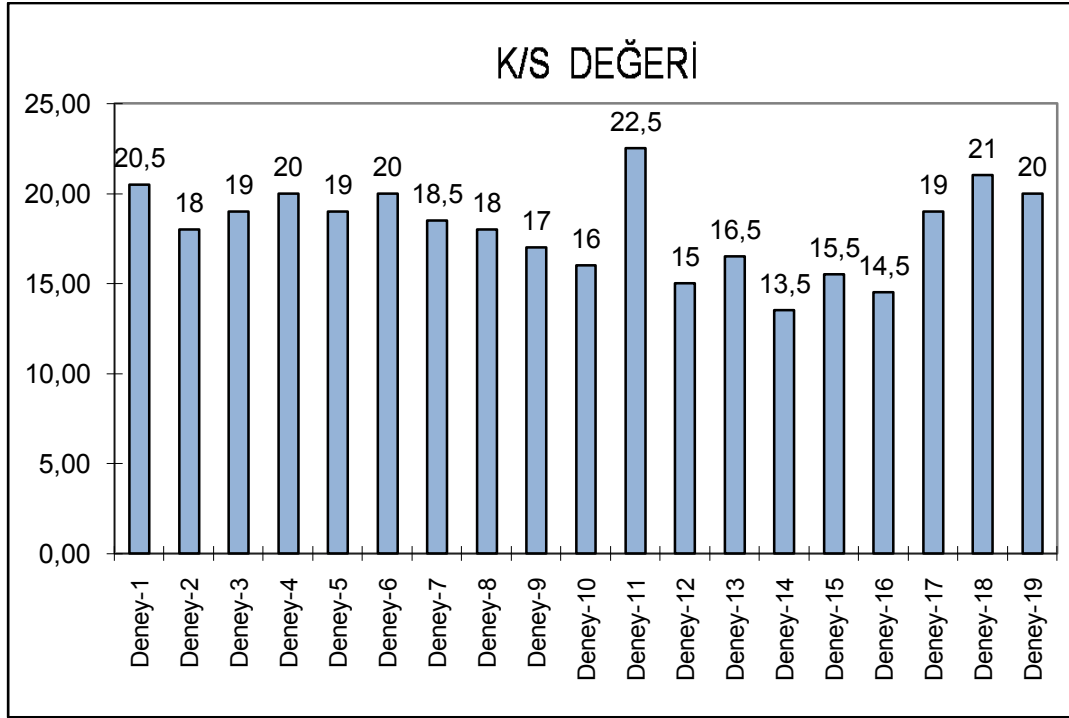
Yapılan Deneme	Yıkama Haslığı	Su Haslığı	Asidik Ter Haslığı	Alkali Ter Haslığı	Sürtme Haslığı
Referans Kumaş (Standart İşlem)	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5
Gaze İşlemi	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5
Enzim 1	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5
Enzim 2	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5
Enzim 3	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5
25 g/L NaOH ile 27 °C'de Kostikleme ve Enzim 1	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5
25 g/L NaOH ile 80 °C'de Kostikleme ve Enzim 1	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5
50 g/L NaOH ile 27 °C'de Kostikleme ve Enzim 1	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5
50 g/L NaOH ile 80 °C'de Kostikleme ve Enzim 1	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5
25 g/L NaOH ile 27 °C'de Kostikleme ve Enzim 2	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5
25 g/L NaOH ile 80 °C'de Kostikleme ve Enzim 2	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5
50 g/L NaOH ile 27 °C'de Kostikleme ve Enzim 2	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5
50 g/L NaOH ile 80 °C'de Kostikleme ve Enzim 2	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5
25 g/L NaOH ile 27 °C'de Kostikleme ve Enzim 3	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5
25 g/L NaOH ile 80 °C'de Kostikleme ve Enzim 3	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5
50 g/L NaOH ile 27 °C'de Kostikleme ve Enzim 3	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5
50 g/L NaOH ile 80 °C'de Kostikleme ve Enzim 3	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5
Boyama Sonrası Enzim 1	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5
Gaze İşlemi ve Enzim 1	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5

4.10. Kumaşların Kubelka-Munk Sabitleri Oranı (Renk Verimi) Değerlerine Göre Sonuçların Değerlendirilmesi

Kumaşlara deney planı doğrultusunda uygulanan biyoparlatma işlemlerinin boyama işlemi üzerindeki etkisinin belirlenebilmesi amacıyla, seçilen bir kumaş türü (1. Tip Kumaş) renk veriminin ifadesi olan Kubelka-Munk Sabitleri Oranı (K/S) değerinin bulunması için spektrofotometre cihazında renk ölçümüne tabi tutulmuş ve elde edilen sonuçlar karşılaştırılmıştır. Çizelge 4.2’de biyoparlatma denemelerinde boyama işlemine tabi tutulan kumaşların Kubelka-Munk sabitleri oranı değerleri listelenmiştir. Kumaşların L, a, b ve DE değerleri ekler bölümünde çizelge A.5’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.2 : Denemelerde Boyanan Kumaşların Kubelka-Munk Sabitleri Oranı Değerleri.

Deney No	Yapılan İşlem	K/S Değeri
Deney-1	Referans Kumaş (Standart İşlem)	20,50
Deney-2	Gaze İşlemi	18,00
Deney-3	Enzim 1	19,00
Deney-4	Enzim 2	20,00
Deney-5	Enzim 3	19,00
Deney-6	25 g/L NaOH ile 27 °C’de Kostikleme ve Enzim 1	20,00
Deney-7	25 g/L NaOH ile 80 °C’de Kostikleme ve Enzim 1	18,50
Deney-8	50 g/L NaOH ile 27 °C’de Kostikleme ve Enzim 1	18,00
Deney-9	50 g/L NaOH ile 80 °C’de Kostikleme ve Enzim 1	17,00
Deney-10	25 g/L NaOH ile 27 °C’de Kostikleme ve Enzim 2	16,00
Deney-11	25 g/L NaOH ile 80 °C’de Kostikleme ve Enzim 2	22,50
Deney-12	50 g/L NaOH ile 27 °C’de Kostikleme ve Enzim 2	15,00
Deney-13	50 g/L NaOH ile 80 °C’de Kostikleme ve Enzim 2	16,50
Deney-14	25 g/L NaOH ile 27 °C’de Kostikleme ve Enzim 3	13,50
Deney-15	25 g/L NaOH ile 80 °C’de Kostikleme ve Enzim 3	15,50
Deney-16	50 g/L NaOH ile 27 °C’de Kostikleme ve Enzim 3	14,50
Deney-17	50 g/L NaOH ile 80 °C’de Kostikleme ve Enzim 3	19,00
Deney-18	Boyama Sonrası Enzim 1	21,00
Deney-19	Gaze ve Enzim 1	20,00



Şekil 4.25 : Denemelerde Boyanan Kumaşların K/S (Renk Verimi) Değerlerinin Karşılaştırılması.

Biyoparlatma işlemine tabi tutulan kumaşların reaktif boyalarla boyanması sonucunda elde edilen ve şekil 4.25’de gösterilen K/S değerlerini standart kumaşın K/S değeriyle karşılaştırdığımızda, biyoparlatma işlemi sonrasında yapılan boyamadaki renk veriminin standart boyamaya göre daha düşük olduğu sonucu ortaya çıkmaktadır. Oluşan bu durum selüloz enzimleriyle yapılan biyoparlatma işlemi neticesinde rengin normalden daha açık çıkması teorisini doğrular niteliktedir. Enzimatik biyoparlatma işlemi öncesinde kostikleme yapılan kumaşların renk verimlerinin genel olarak sadece enzimatik biyoparlatma yapılanlara göre daha düşük olduğu gözlemlenmiştir. Esasında pamuğa uygulanan kostikleme işlemi (merserizasyon) sonrasında renk veriminde artış olmasına karşın viskonda renk veriminde düşüş olduğu gözlemlenmiştir. Bu sonuca kostikleme işlemi sonucunda viskon lifinin makromoleküler yapısında meydana gelen değişimin neden olduğu düşünülmektedir. Enzimle yapılan biyoparlatma işleminin boyamadan sonra yapılmasıyla elde edilen K/S değerinin, boyamadan önce yapılabildiğine göre daha yüksek olduğu bulunan diğer bir sonuçtur.

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Örme viskon kumaşlarda boncuklanma probleminin enzim kullanımıyla önlenmesi amacıyla hazırlanan bu çalışmada, sekiz farklı viskon örme kumaşa boyama işlemi öncesinde farklı üç tipte enzimle (farklı yapıya sahip) önceden belirlenen koşullarda biyoparlatma işlemi uygulanarak hangi enzim türünün viskon örme kumaşların boncuklanma probleminin önlenmesi için daha uygun olacağı belirlenmeye çalışılmıştır. Ayrıca enzimlerle yapılan biyoparlatma işlemi öncesinde viskon kumaşa uygulanan kostikleme işleminin biyoparlatma işleminin performansını ne yönde etkileyebileceğini görmek amacıyla her bir kumaşa iki farklı sodyumhidroksit konsantrasyonunda (25 g/L ve 50 g/L 48° Bé NaOH) düşük (27°C) ve yüksek (80°C) sıcaklıkta kostikleme işlemi uygulanmış ve ardından denemelerde kullanılan üç farklı enzimle biyoparlatma işlemine tabi tutulmuştur. Yapılan bu çalışmalara ilave olarak, viskon kumaşların boncuklanma eğilimini azaltmak için endüstride çokça kullanılan gaze işlemiyle enzimatik biyoparlatma işleminin sonuçlarını karşılaştırabilmek için, denemelerde kullanılan kumaşlara boyama işlemi öncesinde gaze işlemi uygulanarak elde edilen sonuçlar enzimlerle yapılan denemelerden çıkan sonuçlarla karşılaştırılmıştır. Yapılan başka bir denemede, gaze işlemi sonrasında boncuklanma değeri belli oranda iyileştirilen kumaşların bu işleme ilave olarak yapılacak biyoparlatma işlemi sonrasında boncuklanma değerinde ne tür iyileşmeler olabileceğini görebilmek amacıyla gaze işlemi yapılmış kumaşlara bu işlem sonrasında ayrıca üç enzim türüyle biyoparlatma işlemleri uygulanmıştır. Yapılan bu denemelere ilave olarak enzimlerle yapılan biyoparlatma işleminde mekanik sürtme etkisinin sonuçlara olan katkısını değerlendirebilmek amacıyla kumaşlara boyama sonrasında enzimle biyoparlatma işlemi uygulanarak, boyama öncesi yapılan işlemin sonuçlarıyla karşılaştırılmıştır.

Örme viskon kumaşların boncuklanma probleminin önlenmesi üzerine yapılan çalışmalardan çıkan sonuçlar ve tekstil işletmeleri için yapılabilecek öneriler şu şekilde özetlenebilir:

1. Farklı tipte (farklı yapıda) üç enzim türüyle yapılan denemeler sonucunda en iyi boncuklanma değeri, viskon için özel olarak üretilmiş ve konvansiyonel selülozlara göre yapısında daha fazla sellobiyohidrolaz, daha az endo-glukanaz içeren Baylase CS enzimiyle elde edilmiştir. Enzimle yapılan biyoparlatma neticesinde, bazı kumaş tiplerinde boncuklanma değeri için oldukça iyi denilebilecek 4 değerinin elde edilebildiği görülmüştür. Boncuklanma değeri olarak en iyi sonucu veren Baylase CS enzimi aynı zamanda kumaşta en az ağırlık kaybına neden olan enzimdir. Enzimatik işlem sonucu kumaşlarda meydana gelen mukavemet azalması açısından üç enzimi karşılaştırdığımızda ise Baylase CS enziminin en fazla mukavemet azalmasına sebep olan enzim olduğu gözlemlenmiştir.

Farklı tipte selüloz enzimleriyle elde edilen bu sonuçlara göre, örme viskon kumaşların biyoparlatma işlemlerinde yapısında yüksek oranda endo-glukanaz, düşük oranda sellobiyohidrolaz içeren klasik asidik selüloz enzimlerinin kullanılması uygun olmayacaktır. Viskon kumaşların biyoparlatması için klasik asidik selüloz enzimleri yerine, sellobiyohidrolaz miktarı endo-glukanaz'a oranla daha fazla olan bir selüloz enziminin kullanılması daha uygun olacaktır.

2. Düşük ve yüksek sıcaklık koşullarında, farklı iki NaOH konsantrasyonunda yapılan kostikleme işlemleri sonrasında uygulanan biyoparlatma işlemlerinin sonuçlarını üç farklı enzim türü için karşılaştırdığımızda, diğer iki enzim türünden farklı olarak yapısında daha az ve daha dengeli oranda endo-glukanaz ve sellobiyohidrolaz içeren Forylase NC enziminin boncuklanma değeri olarak daha iyi sonuçlar verdiği gözlemlenmiştir. Kostikleme işlemi yapılmadan uygulanan biyoparlatma işlemlerinde en iyi boncuklanma değerini veren Baylase CS enziminin kostikleme işlemi sonrasında diğer iki enzim türüne göre daha kötü sonuçlar verdiği görülmüştür. Kostikleme işlemi sonrasında yapılan biyoparlatma işleminde genel olarak en fazla ağırlık kaybı Baylase CS enzimiyle gerçekleşmişken, en az ağırlık kaybı Forylase NC enzimiyle gerçekleşmiştir.

Patlama mukavemetinde en fazla azalmaya neden olan enzimin en iyi boncuklanma değerlerini veren Forylase NC enzimi olduğu gözlemlenmiştir.

Kostikleme işlemleri sonrası yapılan biyoparlatma işlemleri sonucu elde edilen sonuçlar, kostikleme yapılmaksızın yapılan biyoparlatma işlemiyle elde edilen sonuçların tam tersidir. Oluşan bu farkın kostikleme işlemi sonucunda lifin makromoleküler yapısında meydana gelen değişiklik neticesinde oluşmuş olabileceği düşünülmektedir.

Kostikleme işlemi sonrasında yapılan biyoparlatma işlemleriyle boncuklanma değeri olarak 4 ve 4/5 gibi oldukça iyi sonuçların elde edilebileceği görülmüştür. Kostikleme yapılmadan uygulanan biyoparlatma işlemine göre patlama mukavemetinde daha fazla azalma oluşmasına karşın, elde edilen mukavemet değerlerinin kabul edilebilir sınırlar içerisinde olduğu da göz ardı edilmemelidir. Kostikleme işleminden sonra yapılacak biyoparlatma işleminde, yapısında klasik selüloz enzimlerine oranla daha az ve dengeli oranda endo-glukonaz ve sellobiyohidrolaz içeren bir enzimin kullanılmasının boncuklanma probleminin önlenmesi açısından daha iyi sonuçlar vereceği sonucuna varılmıştır.

3. Kumaşlara boyama öncesi uygulanan gaze işleminin viskon kumaş özelliklerine etkisiyle, enzimatik biyoparlatma işleminin etkisini karşılaştırdığımızda boncuklanma değeri açısından yaklaşık olarak aynı değerin elde edildiği gözlemlenmiştir. Gaze işlemiyle oluşan ağırlık kaybının, enzimatik işlem sonucu oluşan ağırlık kaybından daha fazla olduğu söylenebilir. Patlama mukavemetindeki azalma açısından iki işlemi karşılaştırdığımızda ise enzimatik biyoparlatma sonucunda kumaşta daha fazla mukavemet azalması oluştuğu sonucuna varılmıştır.

Bu sonuçlara göre, örme viskon kumaşların boncuklanma probleminin önlenmesinde Baylase CS enzimiyle yapılan enzimatik biyoparlatma işlemiyle, gaze işleminin birbirlerine alternatif işlemler olabileceği ortaya çıkmaktadır. Gaze makinesi bulunmayan işletmeler için sellobiyohidrolaz miktarı arttırılmış bir enzimle yapılacak enzimatik biyoparlatma işlemi alternatif bir işlem olarak önerilebilir. Kumaşta daha az ağırlık kaybı oluşması için gaze işlemi yerine enzimatik işlemin kullanılması daha avantajlı olacaktır.

4. Örme viskon kumaşlara gaze işlemi sonrasında uygulanan enzimatik biyoparlatma işlemi ile elde edilen kumaş özelliklerini, yalnızca gaze işlemiyle elde edilenle karşılaştırdığımızda, boncuklanma değeri olarak gaze sonrası enzimatik işlemle, yalnızca gaze işlemi yapılmasına göre yarım puan daha iyi sonuç elde edildiği sonucuna varılmaktadır. Gaze sonrası enzimatik işlemle kumaşta beklendiği üzere daha fazla ağırlık kaybı oluşmaktadır. Aynı şekilde patlama mukavemetindeki azalma da, öngörüleceği üzere gaze işlemi sonrasında yapılan enzimatik işlem sonucunda daha yüksek gerçekleşmiştir.

Gaze işlemi sonrasında elde edilen boncuklanma değerleri, kumaşlarda yalnızca gaze veya enzimatik biyoparlatma işlemiyle elde edilebilen boncuklaşma değerlerinden yarım puan daha yüksektir. Örme viskon kumaşta boncuklanma değerindeki yarım puanlık iyileştirmenin dahi ne kadar önemli olduğu tekstil sektörünün malumudur. Gaze işlemiyle kombine edilebilecek enzimatik biyoparlatma işlemiyle boncuklanma değeri olarak çok daha iyi sonuçlar elde edilebileceği yapılan çalışmadan çıkan en önemli bulgulardan biridir.

5. Boyama işleminden sonra yapılacak enzimatik biyoparlatma işleminin, boyamadan önce yapılan işlemle karşılaştırılması amacıyla yapılan denemede, boyama öncesinde yapılan işlemin boncuklanma değeri olarak daha iyi sonuç verdiği görülmüştür. Bu sonuç, biyoparlatma işleminde mekanik sürtme etkisinin önemini ortaya çıkartmaktadır. Boyama sonrasında yapılan enzimatik işlemde yapılan enzimatik biyoparlatma işlemiden kısa bir süre sonra kumaş makineden çıkartıldığı için mekanik etki çok kısa süreli olduğundan dolayı yetersiz kalmaktadır.

Elde edilen bu sonuca göre, selülaz enzimiyle yapılan biyoparlatma işleminden daha iyi performans alınabilmesi için enzimatik işlemin boyamadan önce yapılması daha uygun olacaktır.

KAYNAKLAR

- Akmaz, S., 2001**, Selülozun Enzimli Hidroliz Yoluyla Glukoza Dönüştürülmesi ve Tepkime Kinetiğinin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 10-11.
- Alston, P.V., 1994**, Pilling of Sweatshirts That Are a 50 / 50 Blend of Polyester and Cotton, *Textile Research Journal*, Vol.64, 592-596.
- Ardıç, Y., 2007**, Selülozik Liflerin Farklı Şartlarda Fibrilleşme ve Yorulma Davranışlarının İncelenmesi, *Yüksek Lisans Tezi*, Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa,22-32.
- Ayaz, Ö.Y., 2000**, Selülazların Rejenere Selüloz Liflerine Etkilerinin Sistemik Araştırılması, *Yüksek Lisans Tezi*, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir,2-20.
- Bahtiyari, M. İ., 2005**, Viskon Kumaşlarda Farklı Tip Enzimlerle Pilling Probleminin Önlenmesi ve Elde Edilen Etkilerin Karşılaştırılması, *Yüksek Lisans Tezi*, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir, 4-63.
- Bahtiyari, M. İ., Duran, K., Körlü, A. E., Bahar, M., Özerdem , A., Perinçek, S., 2009**, Causticizing of Viscose Fabrics, *Journal of Textile Apparel, Technology and Management*, Vol. 6, Issue 1, 1-7.
- Bui, H. M., Enhrhardt, A., Bechtold, T., 2008**, Pilling in Man-Made Cellulosic Fabrics, Part 1: Assesment of Pilling Formation Methods, *Journal of Applied Polymer Science*, Vol. 110, 531-538.
- Carrillo, F., Colom, X., Lo'pez-Mesas, M., Lis, M.J., Gonza'lez, F., Valdeperas, J., 2003**, Cellulase Processing of Lyocell and Viscose Type Fibers: Kinetic parameters, *Process Biochemistry*, 257-261.
- Cavaco-Paulo, A., 2001**, Improving Dimensional Stability of Cotton Fabrics with Cellulase Enzymes, *Textile Research Journal*, 71(9), 842-843.

- Ciechanska, D., Struszczyk, H., Miettinen-Oinonen, A., Strobin, G., 2002,** Enzymatic Treatment of Viscose Fibers Based Woven Fabric, *Fibers & Textiles in Eastern Europe, Oct./Decem*, 60-63.
- Colom, X., Carillo, F., 2002,** Crystallinity Changes in Lyocell and Viscose-Type Fibres by Caustic Treatment, *European Polymer Journal*, 2225-2226.
- Cook, J.G., 1993,** Handbook of Textile Fibres. Vol.2, Man-Made Fibres, Merrow Publishing Co.Ltd.England, 9-65.
- Cooke, W.D., 1985,** Pilling Attrition and Fatigue, *Textile Researcher Journal*, Vol.55, 409.
- Ehrhardt, A., Bui, H.M., Duelli, H., Bechtold, T., 2010,** NaOH/Urea Aqueous Solutions Improving Properties of Regenerated-Cellulosic Fabrics, *Journal of Applied Polymer Science*, Vol. 115, 2865-2874.
- Ekmekçi Körlü, A., Duran, K., Bahtiyari, M. İ., 2008,** Perinçek S. , Selülaz Enziminin Selülozik Esaslı Kumaşlar Üzerine Etkisi , *Tekstil ve Konfeksiyon*, 1/2008, 35-38.
- Erenler, A., 2009,** Biyoenzimler ve Biyoenzimlerin Örme Kumaş Özelliklerine Etkisi, *Yüksek Lisans Tezi*, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana, 22-43.
- Gintis, D., Mead, E.J., 1959,** The Mechanisim of Pilling , *Textile Research Journal*, Vol.29, 578-585.
- Göktepe, Ö., 2002,** Fabric Pilling Performance and Sensivity of Several Testers, *Textile Research Journal*, 72, 625-630.
- Gurudat, K., Tripathi, V.S., 1998,** Studies on Changes in Morphology During Carbonization and Activation of Pretreated Viscose Rayon Fabrics, *Carbon* 36/9, 1371-1377.
- Hempfel, W., 1991,** The Surface Modification of Woven and Knitted Cellulose Fibre Fabrics by Enzymatic Degradation, *ITB Dyeing/Printing/Finishing*, 3, 5-13.

- Kahraman, B., 2006,** Örme Kumaşlarda Boncuklanma Nedenlerinin İncelenmesi, *Yüksek Lisans Tezi*, Marmara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 3-31.
- Novo Nordisk A/S, 1999,** Biopolishing Handbook, Denmark.
- Özgüney, A. T., Ekmekçi Körlü, A., Bahtiyari, M. İ., 2006, Bahar, M.,** Viskon Liflerinin Fiziksel Özellikleri ve Makromolekülerüstü Yapısı, *Tekstil ve Konfeksiyon*, 2/2006, 100-104.
- Rouette Hans-Karl, 2001,** Encyclopedia of Textile Finishing, Springer, 730-738.
- Schimper, C., 2009,** Effect of Alkali Pre-Treatment on Trichoderma Cellulase Treatments of Cellulose Fibers, 2-5.
- Smole, M. S., Persin, Z., Kreze, T., Kleinschek, K. S., Ribitsch, V., Neumayer, S., 2003,** X-ray Study of Pre-treated Regenerated Cellulose Fibers, *Materials Research Innovations*, 275-282.
- Tarakçıoğlu, I., 1979,** *Tekstil Terbiyesi ve Makinaları Cilt: I*, Ege Üniversitesi Matbaası, İzmir, 467-470.
- Tarakçıoğlu, I., 2000,** *Tekstil Terbiyesinde Yıkama Yöntemleri ve Makinaları*, Ege Üniversitesi Tekstil ve Konfeksiyon Araştırma Uygulama Merkezi Yayını Cilt:1, 423-438.
- Tarakçıoğlu, I., 2002,** Viskon Kumaşların Reaktif Baskısında Karşılaşılan Sorunların Giderilmesi Üzerine Bir Araştırma, *TÜBİTAK*, 4-20.
- Tarakçıoğlu, I., Özgüney, A.T., Özerdem, A., Bilgin, E., 2004,** Effects of Pretreatment Processes on Printing Viscose Fabrics with Reactive Dyestuffs, *Textile Research Journal*, 74, 63-67.
- Ukponmwan, J.O., Mukhopadhyay, A., Chatterjee, K.N., 1998,** Pilling, *Textile Progress*, The Textile Institute, Vol. 28, 1-57.

EKLER

EK-A

Çizelge A.1 : Kumaşların Boncuklanma Değerleri.

Deney No	Kumaş Tip 1	Kumaş Tip 2	Kumaş Tip 3	Kumaş Tip 4	Kumaş Tip 5	Kumaş Tip 6	Kumaş Tip 7	Kumaş Tip 8
Deney-1	2,00	2,00	3,50	3,00	1,50	2,50	3,00	2,50
Deney-2	3,00	3,50	4,00	3,50	3,00	3,50	3,50	3,50
Deney-3	3,00	2,50	4,00	3,50	3,00	3,00	3,50	4,00
Deney-4	2,00	2,00	4,00	4,00	1,50	2,50	4,00	3,50
Deney-5	2,00	2,00	3,50	3,50	1,50	2,50	3,50	3,50
Deney-6	3,00	2,00	4,00	4,00	2,00	2,50	3,50	4,00
Deney-7	2,00	2,50	4,00	4,50	1,50	2,50	4,00	4,00
Deney-8	2,00	3,00	4,00	4,00	3,50	2,50	3,00	3,50
Deney-9	2,50	3,00	3,50	4,00	2,50	3,00	3,50	3,50
Deney-10	2,50	3,00	3,50	4,50	2,50	3,50	4,00	3,50
Deney-11	2,50	2,50	3,50	3,50	2,00	2,50	3,50	3,00
Deney-12	3,00	2,50	4,00	3,50	3,00	3,00	4,00	4,00
Deney-13	4,00	3,00	4,00	3,00	4,00	3,50	4,00	4,00
Deney-14	4,00	3,00	4,00	4,00	3,50	3,00	4,00	4,00
Deney-15	3,00	4,00	4,00	4,00	3,50	3,50	3,50	4,00
Deney-16	4,00	4,50	4,50	4,00	4,00	4,00	4,50	4,00
Deney-17	4,00	4,00	4,00	4,00	3,50	3,50	4,00	4,00
Deney-18	2,00	2,50	4,00	3,50	2,00	2,50	3,00	3,50
Deney-19	3,50	4,00	4,00	4,00	3,50	4,00	4,00	4,00

Çizelge A.2 : % 100 Viskon Kumaşların Patlama Mukavemeti Değerleri (KPa).

Deney No	Kumaş Tip 1	Kumaş Tip 2	Kumaş Tip 5	Kumaş Tip 6
Deney-1	230	255	200	210
Deney-2	220	220	180	200
Deney-3	200	200	205	200
Deney-4	215	230	200	200
Deney-5	225	230	220	200
Deney-6	210	230	160	200
Deney-7	210	230	190	196
Deney-8	220	200	220	200
Deney-9	200	220	195	195
Deney-10	215	230	200	180
Deney-11	205	210	195	200
Deney-12	215	210	180	195
Deney-13	210	220	180	200
Deney-14	180	220	170	200
Deney-15	200	220	180	180
Deney-16	185	195	185	190
Deney-17	170	200	170	180
Deney-18	200	210	180	200
Deney-19	210	220	180	200

Çizelge A.3 : Kumaşların Gramaj Değerleri (g/m²).

Deney No	Kumaş Tip 1	Kumaş Tip 2	Kumaş Tip 3	Kumaş Tip 4	Kumaş Tip 5	Kumaş Tip 6	Kumaş Tip 7	Kumaş Tip 8
Deney-1	210	215	297	270	170	180	230	243
Deney-2	196	190	263	250	148	172	202	234
Deney-3	197	195	295	262	158	175	215	240
Deney-4	192	191	284	254	140	173	210	233
Deney-5	198	198	208	269	149	173	215	242
Deney-6	204	191	293	264	166	175	227	243
Deney-7	188	196	280	237	162	178	212	228
Deney-8	206	183	294	244	152	175	206	221
Deney-9	207	210	287	238	168	171	226	238
Deney-10	208	203	270	248	166	176	227	240
Deney-11	204	209	205	267	168	179	229	238
Deney-12	210	208	288	254	162	176	227	237
Deney-13	209	215	279	241	154	178	210	240
Deney-14	190	200	286	248	146	180	230	240
Deney-15	198	205	288	257	147	179	206	236
Deney-16	204	213	274	260	167	180	216	227
Deney-17	210	210	250	255	169	180	203	214
Deney-18	197	201	255	245	159	178	197	225
Deney-19	190	185	260	240	145	170	195	225

Çizelge A.4 : Denemelerde Kullanılan Boyama Reçetesi.

Ön İşlem (Flotte Oranı 1:13)	
1 g/l	Ruco Wet AWA (Islatici)
1 g/l	Sera Wash M-CEO (Yağ Sökücü)
2 g/l	Alviron GBU (Kırık Önleyici)
Boyama (Flotte Oranı 1:13)	
0,5 g/l	Verolan NBT (İyon Tutucu)
0,61646%	Drimaren Yellow CL-2R (Sarı Renkli Boyarmadde)
2,25054%	Drimaren Red CL-5B (Kırmızı Renkli Boyarmadde)
0,04717%	Drimaren Blue HF-RL (Mavi Renkli Boyarmadde)
60 g/l	Sodyum Sülfat
1,25 g/l	Soda
12,75 g/l	Soda
Boya Sonrası Yıkama (Flotte Oranı 1:13)	
1 g/l	Gemsol Ecostat OZN (Tampon Asit)
1 g/l	SKL 50 Beta NS (Reaktif Yıkama Sabunu)
0,3 g/l	SKL 50 Beta NS (Reaktif Yıkama Sabunu)
Yumuşatma İşlemi (Flotte Oranı 1:13)	
0,5 g/l	Ruco Asit ATC (Tampon Asit)
4%	Belfasin KYM (Yumuşatıcı)

Çizelge A.5 : Denemelerde Boyanan Kumaşların DL, Da, Db ve DE Değerleri.

	DL	Da	Db	DE
Enzim 1	0,37	-1,37	-1,84	1,18
Enzim 2	0,14	-0,45	-1,00	0,62
Enzim 3	-0,06	-0,76	-1,15	0,71
25 g/L NaOH ile 27 °C'de Kostikleme ve Enzim 1	0,22	-0,20	-0,60	0,39
25 g/L NaOH ile 80 °C'de Kostikleme ve Enzim 1	0,54	-0,09	-0,92	0,65
50 g/L NaOH ile 27 °C'de Kostikleme ve Enzim 1	0,35	-1,35	-1,71	1,10
50 g/L NaOH ile 80 °C'de Kostikleme ve Enzim 1	1,00	-0,87	-1,77	1,23
25 g/L NaOH ile 27 °C'de Kostikleme ve Enzim 2	1,67	-0,03	-1,38	1,29
25 g/L NaOH ile 80 °C'de Kostikleme ve Enzim 2	2,25	-0,35	-1,38	1,53
50 g/L NaOH ile 27 °C'de Kostikleme ve Enzim 2	-1,29	-0,59	-0,35	0,78
50 g/L NaOH ile 80 °C'de Kostikleme ve Enzim 2	2,97	0,34	-0,06	1,68
25 g/L NaOH ile 27 °C'de Kostikleme ve Enzim 3	1,40	-1,91	-2,43	1,73
25 g/L NaOH ile 80 °C'de Kostikleme ve Enzim 3	4,13	0,76	-0,03	2,35
50 g/L NaOH ile 27 °C'de Kostikleme ve Enzim 3	1,17	-2,96	-2,87	2,03
50 g/L NaOH ile 80 °C'de Kostikleme ve Enzim 3	2,01	-1,31	-2,26	1,80
Boyama Sonrası Enzim 1	0,60	-0,57	-0,68	0,55
Gaze İşlemi	-0,55	-0,57	0,30	0,47
Gaze ve Enzim 1	-0,49	-1,47	-1,08	0,83

ÖZGEÇMİŞ

Ad Soyad : Mahmut DİRİCAN

Doğum Yeri ve Tarihi : Merzifon / AMASYA - 14.01.1983

Lisans Üniversite : Ege Üniversitesi

İlk ve orta öğrenimini Amasyada, lise öğrenimini İstanbulda tamamladıktan sonra 2007 yılında Ege Üniversitesi Tekstil Mendisliği Bölümü Tekstil Kimyası ve Terbiyesi Opsiyonundan mezun oldu. 2008 yılında İstanbul Teknik Üniversitesinde yüksek lisans eğitimine başladı. 2007 Temmuz ayından beri Çekeköy'de özel bir firmada Ar-Ge Mühendisi olarak çalışmaktadır.