T.C.
ERCİYES ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
TEKSTİL MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

REJENERE SELÜLOZ ESASLI DENİM KUMAŞLARIN KONTROLLÜ FİBRİLASYON İLE EFEKTLENDİRİLMESİ

Hazırlayan
Hilal ADIGÜZEL

Danışman
Doç. Dr. Muhammed İbrahim BAHTİYARİ

Yüksek Lisans Tezi

KASIM 2018
KAYSERİ

T.C.
ERCİYES ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
TEKSTİL MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

REJENERE SELÜLOZ ESASLI DENİM KUMAŞLARIN KONTROLLÜ FİBRİLASYON İLE EFEKTLENDİRİLMESİ

(Yüksek Lisans Tezi)

Hazırlayan
Hilal ADIGÜZEL

Danışman
Doç. Dr. Muhammed İbrahim BAHTİYARİ

Bu çalışma; Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı ve TÜBİTAK tarafından San-Tez programında 0894.STZ.2015 (112D017) kodlu proje ile desteklenmiştir.

KASIM 2018
KAYSERİ

BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK

Bu çalışmadaki tüm bilgilerin, akademik ve etik kurallara uygun bir şekilde elde edildiğini beyan ederim. Aynı zamanda bu kural ve davranışların gerektirdiği gibi, bu çalışmanın özünde olmayan tüm materyal ve sonuçları tam olarak aktardığımı ve referans gösterdiğimi belirtirim.



Hilal ADIGÜZEL

"Rejenere Selüloz Esaslı Denim Kumaşların Kontrollü Fibrilasyon İle Efektlendirilmesi" adlı Yüksek Lisans tezi, Erciyes Üniversitesi Lisansüstü Tez Önerisi ve Tez Yazma Yönergesi'ne uygun olarak hazırlanmıştır.

Tezi Hazırlayan

Hilal Adıgüzel

Danışman

Doç. Dr. Muhammed İbrahim BAHTİYARİ

Tekstil Mühendisliği ABD Başkanı

Prof. Dr. A. Kadir BİLİŞİK

Doç. Dr. Muhammed İbrahim BAHTİYARİ danışmanlığında **Hilal ADIGÜZEL** tarafından hazırlanan **"Rejenere Selüloz Esaslı Denim Kumaşların Kontrollü Fibrilasyon İle Efektlendirilmesi"** adlı bu çalışma, jürimiz tarafından Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **Tekstil Mühendisliği** Anabilim Dalında **Yüksek Lisans** tezi olarak kabul edilmiştir.

30/11/2018

JÜRİ:

Danışman : Doç. Dr. Muhammed İbrahim BAHTİYARİ .....

Üye : Prof. Dr. Ayşegül Körlü .....

Üye : Doc. Dr. Asım Davulcu .....

ONAY:

Bu tezin kabulü, Enstitü Yönetim Kurulunun 11/12/2018 tarih ve 2018/56-04 sayılı kararı ile onaylanmıştır.

11/12/2018

Enstitü Müdürü

Prof. Dr. Mehmet AKKURT

TEŞEKKÜR

Yükses lisans eğitimim boyunca hoşgörü ve sabırla ilgilenen, bilgi ve tecrübelerinden yararlandığım, çok değerli danışman hocam Sayın Doç. Dr. Muhammed İbrahim BAHTİYARİ'ye teşekkürlerimi sunarım.

Bu çalışmaya 0894.STZ.2015 (112D017) kodlu proje ile maddi destek veren Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, TÜBİTAK ve Orta Anadolu Ticaret ve Sanayi İşletmesi T.A.Ş.'a ve çalışmam esnasında firmanın tüm olanaklarından yararlanmamı sağlayan yöneticilerime teşekkür ederim.

Numune Temininde yardımlarını esirgemeyen Novozymes Firması yetkilisi Sn. İlhan Şimşek'e teşekkür ederim.

Bugün bulunduğum yerde çok büyük payı olan, maddi ve manevi desteğini esirgemeyen kıymetli aileme, tez çalışmam boyunca daima motive edip, sevgi ve hoşgörü ile destekleyen Seyit Ali DEMİREL'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmam boyunca yardımlarını esirgemeyen değerli arkadaşım Arş. Gör. Esra AKGÜL'e teşekkür ederim.

Hilal Adıgüzel

Kayseri, Kasım 2018

REJENERE SELÜLOZ ESASLI DENİM KUMAŞLARIN KONTROLLÜ FİBRİLASYON İLE EFEKTLENDİRİLMESİ

Hilal ADIGÜZEL

Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü
Yüksek Lisans Tezi, Kasım 2018
Danışman: Doç. Dr. Muhammed İbrahim BAHTİYARİ

ÖZET

Denim kumaşlar kıyafet olarak kullanılan en yaygın tekstil materyallerinden biridir. Denim kumaşların geniş kullanım alanı bulmasının sebebi sağlam yapısı ve farklı kimyasal ve fiziksel işlemlerin kullanımı ile geniş ürün çeşitliliğini sağlayan eşsiz efektlenme özelliğinden kaynaklanmaktadır. Klasik denim ürünler genellikle çözgü ipliği indigo ile boyanmış pamuklu kumaşlardan üretilirler. Fakat, taleplere bağlı olarak, bugün farklı lif karışımlarından ve boyarmaddelerden üretilmiş denim kıyafetlere rastlamak da mümkündür. Bu tez kapsamında denime kumaş formundayken farklı efektlerin kazandırılması için kullanılabilecek olanakların gösterilmesine çalışılmıştır. Bunu sağlamak için atkı ve çözgü ipliği olarak lyocell lifinin kullanılması ve denimin kumaş formunda fibrillenmesi planlanmıştır. Lyocell lifinin üretim yönteminden dolayı viskon ve modal liflerinden farklı olarak önemli bir fibrilasyon eğilimine sahip olduğu bilinmektedir. Bu projede fibrillenmiş denim kumaşların üretilmesi planlanmıştır. Bu esnada önemli olan nokta denim ürünler üzerinde homojen bir yüzey elde edecek şekilde kontrollü fibrilasyonun sağlanmasıdır. Bu amaçla yüksek fibrilasyon eğilimi olan lyocell lifleri atkı ve çözgü ipliğinde kullanılmıştır. Ardından, farklı mekanik ve kimyasal terbiye işlemleri kullanlarak kumaş yüzeyinde ilk olarak primer fibrilasyon dediğimiz istenmeyen fibriller kumaş yüzeyine çıkarılıp fibrillenme sağlanmıştır. Bu fibriller yine mekanik ve kimyasal terbiye işlemler ile kumaş yüzeyinden uzaklaştırılıp ardından sekonder fibrilasyon ile kontrollü fibrillenmiş bir yüzey elde edilmeye çalışılmıştır. Bu sayede terbiyeciler için denim kumaş üretimi esnasında alternatif bir kumaş efektlendirme türü için yeni üretim hattının belirlenmesi sağlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Denim, Lyocell, Terbiye, Fibrilasyon, Efektler

GAINING EFFECTS FOR REGENERATED CELLULOSE BASED DENIM FABRICS BY CONTROLLED FIBRILLATION

Hilal ADIGÜZEL

Erciyes University, Graduate School of Natural and Applied Sciences M.Sc. Thesis, November 2018
Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Muhammed İbrahim BAHTİYARİ

ABSTRACT

Denim is the most common textile material used for dresses. The reason for its wide usage can be summarized as its durable structure and its unique feature presenting extended product diversity by the use of different chemical and physical processes. The classical denim garments are generally produced with cotton fabrics and their only the warp thread is dyed with indigo however depending on the demands, today it is easy to see denim garments produced with different fiber blends and dyestuffs. In this thesis it was tried to show different opportunities to obtain different effects to denim in fabric form. To ensure this, it is planned to use lyocell as a regenerated cellulosic fiber in the warp and weft yarn and a fibrillated surface tried to be obtained during the processes of denim in fabric form. It is well known that because of the production method lyocell fiber has a significant fibrillation tendency different from viscose and modal fibers. This tendency can be restricted or increased during the production of the lyocell fiber. Moreover by the selected finishing processes, this fibrillation can come to light. In this project it is aimed to produce a fibrillated denim fabric. The important point in this period is to obtain a controlled fibrillation to ensure a homogeny surface on the denim garment. Then, unwanted fibrils removed from the surface of the fabric and fibrillation has been provided by using different mechanical and chemical finishing processes. These fibrils were removed from the surface of the fabric by mechanical and chemical finishing processes and then a controlled fibrillated surface was obtained by secondary fibrillation. For this aim lyocell fibers which have highly fibrillation tendency firstly used in warp of the denim fabrics. Then different finishing processes tested on denim fabric to ensure a controlled fibrillated surface. By this way an alternative process line for denim fabric production introduced to the finishers.

Keywords: Denim, Lyocell, Finishing, Fibrilation, Effects

İÇİNDEKİLER

REJENERE SELÜLOZ ESASLI DENİM KUMAŞLARIN KONTROLLÜ FİBRİLASYONU

BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK i
YÖNERGEYE UYGUNLUK ii
ONAY iii
TEŞEKKÜR iv
ÖZET v
ABSTRACT vi
İÇİNDEKİLER vii
ŞEKİL LİSTESİ x
TABLO LİSTESİ xi
GİRİŞ 1

1. BÖLÜM

GENEL BİLGİLER VE LİTERATÜR ÇALIŞMASI

1.1. Denim Kumaş Tarihçesi 2
1.3 Denim Kumaş Üretim Aşamaları 5
1.3.1. İplik Üretimi 5
1.3.2. Çözgü Hazırlama 6
1.3.3. İndigo Boyama ve Haşıllama 6
1.3.4. Dokuma 8
1.3.5. Terbiye 8
1.3.6. Garment Finish 9
1.4. Rejenere Selüloz Esaslı Lifler 15
1.4.1. Lyocel Elyafının Yapısı 16
1.4.2. Fibrilasyon 17
1.4.2.1. Fibrilasyon Tipleri 18
1.4.3. Lyocell Lifinin Terbiye İşlemleri 19
1.5. Güncel Çalışmalar 19

2. BÖLÜM

GEREÇ VE YÖNTEM

2.1. Kullanılan Materyaller ve Cihazlar 23

2.1.1. Tez Kapsamında Kullanılan Kumaş 23
2.1.2.Kullanılan Kimyasallar, Yardımcı Maddeler ve Boyarmaddeler 23
2.1.3. Cihaz ve Makineler 24
2.2.Yöntem 24
2.2.1. Yakma Haşıl Sökme Prosesi 24
2.2.2. Kostikleme/Merserizasyon Prosesi 25
2.2.2.1. Kostikleme/Merserizasyon Prosesi Laboratuar Çalışmaları 25
2.2.2.2. Kostikleme/Merserizasyon Prosesi İşletme Çalışması 26
2.2.3. Primer Fibrilasyon Prosesi 26
2.2.4. Defibrilasyon Prosesi 27
2.2.4.1. Defibrilasyon Prosesi Laboratuar Çalışmaları 27
2.2.4.2. Defibrilasyon Prosesi İşletme Ölçeğinde Çalışmalar 28
2.2.5. Sekonder Fibrilasyon 29
2.2.5.1. Sekonder Fibrilasyon Laboratuvar Çalışmaları 29
2.2.5.2. Sekonder Fibrilasyon İşletme Ölçeğinde Çalışmalar 31
2.3. Değerlendirmede Kullanılan Deney ve Test Metodları 34
2.3.1. Renk ve Renk Verimliliği Tayini 34
2.3.2. Parlaklık Tayini (GU) 34
2.3.3. SEM (Taramalı Elektron Mikroskobu) Görüntü Analiz 34
2.3.4. Kopma Mukavemeti 35
2.3.5. Boncuklanma Tayini 35
2.3.6. Mikroskop ile Yüzey Fibrillenme Gözlemi 35

3. BÖLÜM

BULGULAR

3.1. Yakma Haşıl Sökme Prosesi 36
3.2. Kostikleme/Merserizasyon Adımı 37
3.2.1. Kostikleme/Merserizasyon Prosesi Laboratuvar Çalışmaları 37
3.2.2 İşletme Ölçeğinde Kostikleme/Merserizasyon Çalışması 45
3.3. Primer Fibrilasyon Prosesi 46
3.4. Defibrilasyon Prosesi 47
3.4.1. Defibrilasyon Prosesi Laboratuar Çalışmaları 47
3.4.2. Defibrilasyon Prosesi İşletme Ölçeğinde Çalışmalara Ait Bulgular 51
3.5. Sekonder Fibrilasyon Prosesi 53

3.5.1 Sekonder Fibrilasyon Prosesi-Laboratuar Çalışmalarına Ait Bulgular 53
3.5.2. Sekonder Fibrilasyon İşletme Ölçeğinde Çalışmalar 59

4. BÖLÜM

TARTIŞMA–SONUÇ VE ÖNERİLER

4.1. Yakma Haşıl Sökme Prosesi.....68
4.2. Kostikleme/Merserizasyon Prosesi 68
4.2.1 Kostikleme/Merserizasyon Prosesi Laboratuar Çalışmaları.....69
4.2.2. Kostikleme/Merserizasyon Prosesi-İşletme Ölçeğinde Çalışmaları.....71
4.4. Defibrilasyon Prosesi.....74
4.4.1. Defibrilasyon Prosesi Laboratuar Çalışmaları 74
4.4.2. Defibrilasyon Prosesi-İşletme Ölçeğinde Çalışmaları 78
4.5. Sekonder Fibrilasyon Prosesi 79
4.5.1 Sekonder Fibrilasyon Prosesi Laboratuar Çalışmaları 79
4.5.2. Sekonder Fibrilasyon İşletme Çalışmaları 83
4.3. Genel Sonuç ve Öneriler.....93
KAYNAKLAR 95

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1.1. Indigofera Tinctoria L. Bitkisi 6
Şekil 1.2. Slasher Boyama 7
Şekil 1.3. Normal ve fibrilleşmiş lyocell liflerin görüntüleri 18
Şekil 2.1. Laboratuar kostikleme/merserizasyon çalışmalarına ait deney planı 25
Şekil 2.2. Enzimatik defibrilasyon uygulama deney planı 27
Şekil 2.3. Tambur işlem öncesi folyolanmış denim kumaş 28
Şekil 2.4. Yumuşatıcı aplikasyonuna ait deney planı 30
Şekil 2.5. Yumuşatıcı ile Emdirme/Sudan Geçirme ve karbon fırça kombinasyonuna ait deney planı 32

TABLO LİSTESİ

Tablo 1.1. Türkiye'nin Denim Kumaş İhracatı (Ülkeler) 2016-2017 Ocak Ekim Dönemi 4

Tablo 1.2. Türkiye'nin Denim Giysi İhracatı 4

Tablo 1.3. Farklı selüloz liflerinin özellikleri 17

Tablo 2.1. Laboratuvar çalışmaları ile optimize edilmiş kostikleme / merserizasyon reçetesi 26

Tablo 2.2. İşletme ölçeğinde Primer fibrilasyon reçeteleri 26

Tablo 2.3. Laboratuvar çalışmaları ile optimize edilmiş Enzimatik Defibrilasyon Uygulama Reçetesi 28

Tablo 2 4. Fibrilasyon adımında test edilen yumuşatıcılar 29

Tablo 2.5. Sadece su + dispergatör ve ıslatıcı ile sekonder fibrilasyon işlemine ait reçete 31

Tablo 2.6. Yumuşatıcı ile Emdirme/Sudan Geçirme ve karbon fırça kombinasyonuna ait reçete 32

Tablo 2.7. Alkali ile sekonder fibrilasyon işlemine ait ait reçete 33

Tablo 2.8. Peroksit ile sekonder fibrilasyon işlemine ait ait reçete 34

Tablo 3.1. Haşıl sökme-yakma sonrası kumaşların fiziksel testleri 36

Tablo 3.2. Haşıl sökme-yakma sonrası kumaşların spektral özellikleri 36

Tablo 3.3. Haşıl sökme-yakma sonrası kumaşların parlaklık (GU) değerleri 37

Tablo 3.4. Haşıl sökme-yakma sonrası kumaşların mikroskop görüntüleri 37

Tablo 3.5. Farklı merserizasyon/kostikleme işlemleri sonrası kumaşların spektral özellikleri 38

Tablo 3.6. Farklı merserizasyon/kostikleme işlemleri sonrası kumaşların parlaklık (GU) değerleri 39

Tablo 3.7. Farklı merserizasyon/kostikleme işlemleri sonrası kumaşların mekanik özellikleri 41

Tablo 3.8. Farklı merserizasyon/kostikleme işlemleri sonrası kumaşların mikroskop görüntüleri 42

Tablo 3.9. 50 ^{O}C'de 5sn'de numune merserize makinasında gerçekleştirilen işlemler sonrası kumaşların spektral özellikleri 45

Tablo 3.10. 50 ^{O}C'de 5sn'de numune merserize makinasında gerçekleştirilen işlemleri sonrası kumaşların parlaklık (GU) değerleri 45
Tablo 3.11. 50 ^{o}C'de 5sn'de numune merserize makinasında gerçekleştirilen işlemler sonrası kumaşların fiziksel test sonuçları 45
Tablo 3.12. Geliştirilen merserize/kostikleme işlemi sonrası kumaşın mekanik özellikleri 46
Tablo 3.13. Geliştirilen merserize/kostikleme işlemi sonrası kumaşların mikroskop görüntüleri 46
Tablo 3.14. I. ve II. Uygulama Primer fibrilasyon sonrası kumaş fiziksel özellikleri .. 46
Tablo 3. 15. I. ve II. Uygulama Primer fibrilasyon sonrası kumaş spektral ölçüm değerleri 47
Tablo 3.16. Farklı Primer fibrilasyon uygulamaları sonrası kumaşa ait parlaklık ölçüm değerleri (GU) 47
Tablo 3. 17. Farklı Primer fibrilasyon uygulamaları sonrası kumaşa ait mikroskop görüntüleri 47
Tablo 3.18. Farklı tip selülaz enzimleri kullanılarak laboratuvar ortamındaki enzimatik defibrilasyon sonrası kumaşlara ait fiziksel özellikler 48
Tablo 3.19. Farklı tip selülaz enzimleri kullanılarak laboratuvar ortamındaki enzimatik defibrilasyon sonrası kumaşlara ait spektral ölçüm değerleri ... 49
Tablo 3.20. Farklı tip selülaz enzimleri kullanılarak laboratuvar ortamındaki enzimatik defibrilasyon sonrası kumaşlara ait parlaklık ölçüm değerleri (GU) 50
Tablo 3.21. Farklı tip selülaz enzimleri kullanılarak laboratuvar ortamındaki enzimatik 51
Tablo 3.23. İşletme ölçeğinde defibrilasyon denemelerine ait fiziksel test sonuçları .. 52
Tablo 3.23. İşletme koşullarında yapılan defibrilasyon prosesi sonrası kumaşlara ait spektral ölçüm değerleri 52
Tablo 3.24. İşletme ölçeğinde defibrilasyon sonrası kumaşa ait parlaklık ölçüm değerleri (GU) 52
Tablo 3.25. İşletme ölçeğinde uygulanan defibrilasyon denemeleri sonrası kumaşlara ait mikroskop görüntüleri 53
Tablo 3. 26. Farklı yumuşatıcılar ile yapılan işlem sonrası numunelere ait fiziksel özellikler 54

Tablo 3. 27. Farklı yumuşatıcılar ile işlem sonrası numunelere ait spektral ölçüm değerleri 55
Tablo 3.28. Farklı yumuşatıcılar ile işlem sonrası numunelere ait parlaklık ölçüm değerleri (GU) 56
Tablo 3.29. Farklı yumuşatıcılar ile işlem görmüş numunelere ait mikroskop görüntüleri 57
Tablo 3.30. Açık en vaziyette çalışan çarpma/yoğurma etkili kontinü efektlendirme/kurutma makinesinde ıslatıcı ve dispergatör ile emdirilip tekrarlı işlem görmüş kumaşlara ait mekanik özellikler 59
Tablo 3.31. Açık en vaziyette çalışan çarpma/yoğurma etkili kontinü efektlendirme/kurutma makinesinde ıslatıcı ve dispergatör ile emdirilip farklı pasajlarda ile işlem görmüş kumaşlara ait spektral ölçüm değerleri 60
Tablo 3.32. Açık en vaziyette çalışan çarpma/yoğurma etkili kontinü efektlendirme/kurutma makinesinde ıslatıcı ve dispergatör ile emdirilip farklı pasajlarda işlem görmüş kumaşlara ait parlaklık ölçüm değerleri (GU) 60
Tablo 3.33. Açık en vaziyette çalışan çarpma/yoğurma etkili kontinü efektlendirme/kurutma makinesinde ıslatıcı ve dispergatör ile emdirilip farklı pasajlarda işlem görmüş kumaşlara ait Mikroskop görüntüleri 61
Tablo 3.34. Yumuşatıcı ile emdirme/sudan geçirme ve karbon fırça kombinasyon işlemleri sonrası kumaşlara ait mekanik özellikler 61
Tablo 3.35. Yumuşatıcı ile emdirme/sudan geçirme ve karbon fırça kombinasyon işlemleri sonrası kumaşlara ait mikroskop görüntüleri 61
Tablo 3.36. Yumuşatıcı ile emdirme/sudan geçirme ve karbon fırça kombinasyon işlemleri sonrası kumaşlara ait spektral ölçüm değerleri 62
Tablo 3. 37. Yumuşatıcı ile emdirme/sudan geçirme ve karbon fırça kombinasyon işlemleri sonrası kumaşlara ait parlaklık ölçüm değerleri (GU) 62
Tablo 3.38. Alkali ile emdirme ve kontinü efektlendirme/kurutma makinesinde yoğurma işlemi sonrası kumaşlara ait mekanik özellikler 62
Tablo 3.39. Alkali ile emdirme ve kontinü efektlendirme/kurutma makinesinde yoğurma işlemi sonrası kumaşlara ait spektral ölçüm değerleri 63

Tablo 3.41. Alkali ile emdirme ve kontinü efektlendirme/kurutma makinesinde yoğurma işlemi sonrası kumaşlara ait parlaklık ölçüm değerleri (GU)..... 63
Tablo 3. 42. Alkali ile emdirme ve kontinü efektlendirme/kurutma makinesinde yoğurma işlemi sonrası kumaşlara ait SEM ve Mikroskop görüntüleri 64
Tablo 3.42. Peroksit ile emdirme ve kontinü efektlendirme/kurutma makinesinde yoğurma işlemi sonrası kumaşlara ait mekanik özellikler..... 64
Tablo 3.43. Peroksit ile emdirme ve kontinü efektlendirme/kurutma makinesinde yoğurma işlemi sonrası kumaşlara ait spektral ölçüm değerleri..... 64
Tablo 3.44. Peroksit ile emdirme ve kontinü efektlendirme/kurutma makinesinde yoğurma işlemi sonrası kumaşlara ait parlaklık ölçüm değerleri (GU)..... 65
Tablo 3.45. Peroksit ile emdirme ve kontinü efektlendirme/kurutma makinesinde yoğurma işlemi sonrası kumaşlara ait SEM ve Mikroskop görüntüleri 65
Tablo 3.46. Giysi yıkama sonrası kumaşlara ait mekanik özellikler 66
Tablo 3.47. Giysi yıkama sonrası kumaşlara ait spektral ölçüm değerleri 66
Tablo 3.48. Giysi yıkama sonrası kumaşlara ait parlaklık ölçüm değerleri (GU) 66
Tablo 3.49. Giysi yıkama sonrası kumaşlara ait mikroskop görüntüleri 67
Tablo 4.1. 50 ^{o}C'de 5sn'de gerçekleştirilen laboratuar merserizasyon işlemleri sonrası kumaşların mekanik özellikleri 71
Tablo 4.2. I. ve II. Uygulama Primer fibrilasyon sonrası kumaş SEM görüntüleri 72
Tablo 4.3 Enzimatik Defibrilasyon sonrası kumaşa ait yüzey özellikleri..... 77
Tablo 4.4. 1. Pasaj-2.Pasaj enzimatik defibrilasyon sonrası kumaş SEM görüntüleri..... 79
Tablo 4.5. Farklı yumuşatıcılar ile işlem sonrası kumaşlara ait SEM görüntüleri..... 80
Tablo 4.6. Açık en vaziyette çalışan çarpma/yoğurma etkili kontinü efektlendirme/ kurutma makinesinde ıslatıcı ve dispergatör ile emdirilip farklı pasajlarda işlem görmüş kumaşlara ait SEM görüntüleri 84
Tablo 4.7. Yumuşatıcı ile emdirme/sudan geçirme ve karbon fırça kombinasyon işlemleri sonrası kumaşlara ait SEM ve Mikroskop görüntüleri 87
Tablo 4.8. Alkali ile emdirme ve kontinü efektlendirme/kurutma makinesinde yoğurma işlemi sonrası kumaşlara ait SEM görüntüleri..... 89
Tablo 4.9. Peroksit ile emdirme ve kontinü efektlendirme/kurutma makinesinde yoğurma işlemi sonrası kumaşlara ait görüntüleri..... 90
Tablo 4.10. Rinse işlemi sonrası denim paçalara ait SEM görüntüleri..... 92

GİRİŞ

18. yüzyılın sonlarında çiftçiler ve kovboylar tarafından giyilen denim giysiler, zaman içerisinde her yerde ve toplumun her kesimi tarafından giyilen giysiler haline gelmiştir. İnsanların yaşam tarzları değiştikçe denim kumaşlar ile giysiler de yeni kumaş kalınlıkları ve ağırlıkları, yeni lifler, yeni terbiye teknikleri, yeni uygulamalar ve yeni nihai kullanımlar ile önemli değişimler geçirmiştirler. Bugün denim giysilerin en belirgin özelliği daima talep edilen özgün ve önemli bir konfeksiyon kategorisi olmasıdır. Denim kumaşların geniş kullanım alanı bulmasının sebebi sağlam yapısı ve farklı kimyasal ve fiziksel işlemlerin kullanımı ile efektlendirilip geniş ürün çeşitliliğinin sağlayıp kişiye özgün olmasıdır. Bu tez çalışmasında %100 lyocell esaslı denim kumaş üretilip terbiye işlemleri esnasında kumaşa mekanik ve kimyasal işlemler uygulanarak homojen fibrillenme efekti kazandırmak hedeflenmiştir. Bu amaçla kumaşa uygulanan farklı mekanik ve kimyasal işlemlere bağlı olarak kumaşın fibrillenme eğilimi, parlaklığı, renk doygunluğu ve fiziksel özellikleri incelenmiştir. Bu sayede istenilen fibrilli efekt özelliğine bağlı olarak denim kumaş üreticileri için yeni bir üretim hattı belirlenmeye çalışılmıştır.

1. BÖLÜM

GENEL BİLGİLER VE LİTERATÜR ÇALIŞMASI

1.1. Denim Kumaş Tarihçesi

Denim kumaş ilk olarak Fransa'nın Serge De Nimes bölgesinde dokunmuştur ve ismini de bu bölgeden almıştır. Başlangıçta "Serge De Nimes" veya "Tissu De Nimes" olarak adlandırılmıştır. Fransızca "Genes" diye geçen ve 16.Yüzyılda İtalya'nın Cenova Limanı'na gidip gelen Cenevizli denizciler Serge De Nimes' de yapılmış olan pantolonları giyiyorlardı. Blue jeans ismi de "blue de geness" den (Cenevizli Mavisi) gelmektedir [1].

1850 yılında San Francisco'ya gelen ve buraya yerleşen Baviyera'lı göçmen Levi Strauss beraberinde Serge de Nimes adı verilen bir kumaş getirmiştir. 1853 yılında Amerikalı bir madenci, LeviStrauss'a altın aradıkları arazide giymek için bu kumaştan bir pantolon diktirir. Pantolondan çok memnun kalan madenci aynı kumaştan arkadaşlarına da tavsiye eder. Kullanılan kumaş daha sonra Amerika'da "Denim" olarak isimlendirilir [2].

II. Dünya Savaşı'ndan sonra bütün dünyaya yayılmıştır. Günümüzde ise her yaştan ve her kesimden kullanıcıya hitap etmektedir. Spor giyim alanında genişleyen dünya pazarında denim kumaşı günümüzde üstün bir pozisyondadır. %100 pamuklu klasik denim kumaşların yanı sıra %50 pamuk %50 polyester karışımlı kaliteler de yıllardır kullanılmaktadır. Son yıllarda, markaların 'harekette özgülük' sloganıyla tüketiciyi cezbeden, elastan karışımlı denim kumaşlardan dikilmiş giysilere talep artmıştır [3].

Günümüzde denim kumaşlar ve terbiye işlemleri geliştirilerek, yenilikler yapılarak tüketicinin denim giysilere olan ilgisi taze tutulmaya çalışılmaktadır [4]. Ergonomik olarak tasarlanmış ve vücut formuna uygun şekillendirilmiş denim pantolonlar gelişmiş

ürün grubuna örnek olarak verilebilir ve günümüzde denim giysiler sadece %100 pamuklu ürünlerden olmayıp, daha aktif bir görünüş elde etmek üzere poliamid, lycra, poliester karışımlı olabilmektedir [5].

1.2. Türkiye'de Denim Kumaşın Yeri ve Önemi

Türkiye'nin denim ile tanışması ise II. Dünya Savaşı sonralarına rastlamaktadır. II. Dünya Savaşı'ndan sonra Avrupa'daki gibi, Türkiye'de de Amerikan üsleri kurulmuştur. Amerikan askerinin üniformalarıyla birlikte sivil hayatta giydiği blue jeans rağbet görmeye başlamıştır [6].

Tekstil sanayinde 80'li yıllarda yapılan büyük atılım, denim üretimine de yansımış ve birçok uluslararası markanın, üretimlerini Türkiye'ye kaydırmasıyla başlayan ihracata yönelik blue jeans üretimi büyük bir artış kaydetmiştir. Türkiye, özellikle 1980'lerin başından itibaren bir tekstil ülkesi olarak nitelendirilmiştir. Bu oluşumun temelinde sadece Türkiye'de yaşanan gelişmeler değil, Avrupa Birliği ve ABD'nin daha ucuz üretim olanakları bulmak için Doğu'ya yönelmesi de yatmaktadır. Başta işgücü olmak üzere üretim girdisi maliyetlerinin düşük olduğu Çin, Rusya, Hong Kong gibi ülkeler, hazır giyim pastasından pay alırken; bunlar arasından Türkiye sivrilmiştir. İthalat politikasını değiştiren Türkiye, piyasalarını ithal markalara açmış, bunların üretimini de sınırları içine çekmiştir. Birçok uluslararası hazır giyim kuruluşunun ekonomik ve kaliteli üretim koşulları arayışında, kendileri için aynı zamanda bir pazar da olan Türkiye'yi tercih etmesi kaçınılmaz olmuştur. Bu gelişmelere paralel olarak tekstilin her kolu bir anda gözde sektör oluvermiştir. Ama tekstildeki patlamanın nedeni; sadece bu firmaların pazarlama politikalarının başarısından değil, Türkiye'nin, Avrupa'ya yakınlığını coğrafi bir avantaj olarak değerlendirmesinden de kaynaklanmaktadır [6].

Denim giysiler, Türkiye'de dokuma konfeksiyon sanayinin önemli üretim dallarından biridir ve bu ürün grubu Türkiye'nin dokuma konfeksiyon ihracatından %25-30 arasında önemli bir pay almaktadır. Türkiye'nin denim kumaş ihracatı 2017 yılının ilk 10 aylık döneminde dolar bazında %8,1 azalış ile 314,2 milyon dolar olarak gerçekleşmiştir. Denim kumaş ihracatımızda ilk beş ülke sırasıyla 1. Tunus 2. Mısır 3. İtalya 4. Fas 5. Bangladeş'tir. Tunus'a ihracat %13,9 azalış ile 43,8 milyon dolar, Mısır'a ihracat %14,6 artış ile 41,4 milyon dolar, İtalya'ya ihracat %22,5 azalış ile 34 milyon dolar, Fas'a ihracat %4,6 azalış ile 31,3 milyon dolar ve Bangladeş'e ihracat

%14,7 artış ile 26,7 milyon dolar olarak gerçekleşmiştir. 2017 yılı ilk 10 aylık dönem itibarıyla ihracatımızda Kuzey Afrika, Avrupa ve Uzak Doğu ağırlıklı bölgelerdir. İhracatımızdaki ilk 20 ülkeye gerçekleştirilen ihracat, toplam ihracatın yaklaşık %91'ini teşkil etmektedir [7].

Türkiye'de Denim kumaş ve giysi ihracatı ile ilgili veriler Tablo 1.1 ve Tablo1.2'de belirtilmiştir.

Tablo 1.1. Türkiye'nin Denim Kumaş İhracatı (Ülkeler) 2016-2017 Ocak Ekim Dönemi [7].

Türkiye'nin Denim Kumaş İhracatı (Ocak - Ekim Dönemi)					
	Ülke	**2016**	**2017**	**Fob $ %**	Pay %
1	Tunus	50.974.773	43.873.891	-13,93%	13,96%
2	Mısır	36.179.513	41.471.599	14,63%	13,20%
3	İtalya	43.934.752	34.039.074	-22,52%	10,83%
4	Fas	32.868.805	31.335.845	-4,66%	9,97%
5	Bangladeş	23.301.481	26.727.563	14,70%	8,51%
6	Hong Kong	22.821.781	21.761.926	-4,64%	6,92%
7	Almanya	14.521.526	17.302.595	19,15%	5,51%
8	Birleşik Devletler	12.340.482	12.061.531	-2,26%	3,84%
9	Çin Halk Cumhuriyeti	13.066.427	11.060.703	-15,35%	3,52%
10	Macaristan	9.311.432	7.146.220	-23,25%	2,27%
11	Vietnam	9.772.418	5.731.111	-41,35%	1,82%
12	Portekiz	5.726.062	5.030.316	-12,15%	1,60%
13	Mersin Serbest Bölge	2.130.128	4.672.252	119,34%	1,49%
14	Polonya	4.944.640	4.384.664	-11,32%	1,40%
15	Sırbistan	3.372.946	4.229.767	25,40%	1,35%
16	İran	4.309.906	3.935.503	-8,69%	1,25%
17	Romanya	4.244.942	3.600.313	-15,19%	1,15%
18	Meksika	4.129.783	3.274.293	-20,72%	1,04%
19	Ukrayna	4.706.605	3.193.726	-32,14%	1,02%
20	Kamboçya	3.079.265	3.015.794	-2,06%	0,96%
	Genel Toplam	**342.234.906**	**314.253.259**	**-8,18%**	**100,00%**

Tablo 1.2. Türkiye'nin Denim Giysi İhracatı [7]

Türkiye'nin Denim Giysi İhracatı (Ocak-Ekim Dönemi) (GTIP Bazında)					
GTIP	**GTIP Adı**	**2016 $**	**2017 $**	**Fob $ %**	**Pay %**
620462310000	PANTOLONLAR VE KISA PANT.-DENİMDEN OLANLAR. KADIN/KIZÇOCUK İÇİN (T 6)	679.524.136	795.219.004	17,03%	56,67%
620342310000	PANTOLONLAR VE KISA PANT.-PAMUKTAN.DENİMDEN. ERKEK/ERKEK ÇOCUK İÇİN.(T 6)	565.107.751	503.599.909	-10,88%	35,89%
620432900012	CEKET/BLAZER-DENİMDEN KADIN/KIZ ÇOCUK İÇİN	22.595.303	43.129.250	90,88%	3,07%
620452000012	ETEKLER-DENİMDEN OLANLAR	21.692.424	29.052.280	33,93%	2,07%
620442000012	ELBİSELER-DENİMDEN OLANLAR KADIN/KIZ ÇOCUK İÇİN	18.696.203	14.417.601	-22,88%	1,03%
620520000012	GÖMLEKLER-DENİMDEN OLANLAR-ERKEK/ERKEK ÇOCUK İÇİN	7.104.688	7.108.321	0,05%	0,51%
620630000012	BLUZLAR-DENİMDEN OLANLAR-PAMUKTAN.KADIN/KIZ ÇOCUK İÇİN	6.020.774	5.820.987	-3,32%	0,41%
620630000022	GÖMLEKLER-DENİMDEN OLANLAR-PAMUKTAN.KADIN/KIZ ÇOCUK İÇİN	6.699.547	4.820.583	-28,05%	0,34%
Genel Toplam		**1.327.440.825**	**1.403.167.934**	**5,70%**	**100,00%**

1.3 Denim Kumaş Üretim Aşamaları

Günümüzde denim, genel tanımlamayla çözgüsü indigo mavi boyalı, atkı ipliği boyanmamış ham pamuk ipliğinden dimi örgü tipinde dokunmus kumaşlardır. Daha cok 2/1 ve 3/1 çözgü dimileri kullanılmaktadır [8]. İndigo, özellikle denim boyamacılığında yaygın kullanılmaktadır. Her ne kadar küp boyası olsa da klasik küp boyama yöntemleri ile uygulanması pamuk lifine karşı düşük afinitesinden dolayı mümkün değildir.

1.3.1. İplik Üretimi

Hammadde kumaş yapısını ve kullanım davranışını, kumaşta aranan temel özellikleri başta dayanıklılık ve tuşe olmak üzere kullanım amacına göre yapılan apre işlemlerini, hatta ekonomiklik özelliğini büyük ölçüde etkiler. Ürünü konfor ve estetik açıdan iyileştirmek, üretimde verimlilik ve ekonomiklik sağlamak amacıyla elyaf karışımlarından yararlanılır. Burada elyaf çeşitlerinin iyi özellikleri öne çıkarak birbirlerini tamamlar, kötü özellikleri ise giderilir [3]. Denim üretiminde de bu amaçlarla iplik üretimi yapılırken farklı lif çeşitleri kullanılabilir. Pamuk temel hammadde olarak alınıp, kompozisyona ilave olarak polyester, viskon, elastan türevleri, keten, yün, tencel ve yeni nesil lifler kullanılarak istenilen özellikte ve maliyette ürünler elde edilebilmektedir. Denimde kullanılan iplik numaraları genellikle Ne 4 ve Ne 13 arasında değismektedir [9].

Denim kumaş üretimlerinin yukarıda bahsedilen çeşitli hammaddelerden biri seçilerek ring veya rotor (open-end) iplik üretim sistemlerinden biri ile iplik üretilir. Ring ve rotor

iplik eğirme sistemleriyle üretilen denim atkı ve çözgü ipliği için temel fiziksel iplik özelliklerinden iplik düzgünsüzlüğünün en az % 50, iplik esnekliğinin ring ipliği için en az % 7, rotor ipliği için ise en az % 8 olması istenmektedir [10]. Modern ring iplik makineleri ve open-end makinelerinde şantuk efekti oluşturan mekanizmalar kullanılabilmektedir. Bu efektler iplik üzerinde farklı kalınlıklarda, farklı uzunluklarda ve frekanslarda olabilmektedir. İplik üreticileri farklı efektler tasarlayıp bunu ipliklere uyarlayabilmektedirler [9].

1.3.2. Çözgü Hazırlama

Bu işlemde iplikler açık ende, paralel olarak leventlere sarılmaktadır. İplikler halat boyama işlemine girmemektedirler. Bu şekilde sarılan iplikler "slasher(açık en)" boyama yöntemine göre boyanmaktadır ya da özel leventlere sarılarak, levent boyama yapılabilmektedir. Hazırlanan seri çözgüler, boyanmadan kumaş üretiminde de kullanılabilmektedir. Boyanmadan üretilen kumaşlar ise daha sonra kumaş boyama, parça boyama vb. işlemlere tabi tutulmaktadır [9].

1.3.3. İndigo Boyama ve Haşıllama



Şekil 1.1. Indigofera Tinctoria L. Bitkisi [11]

Dünyanın farklı yerlerinde farklı isimler ile bilinen doğal indigo yaklaşık M.Ö. 7000 yıllarından beri pamukta canlı açık mavi tonların elde edilmesi için kullanılmaktadır. Genus indigofera'ya ait bitkiler doğal indigonun üretiminde kullanılan değerli bitkilerdir. Bitkideki renk verici madde indikanl, enzimler tarafından hidrolize edilen indoksil olarak bilinen indoksilin glikozidi olarak bulunmaktadır [11]. Denim kumaşların boyanmasında kullanılan indigo, orijinal olarak tropik altropik (özellikle Hindistan ve Çin) iklimlerde yaygın bir şeklide bulunan Indigofera Tinctoria L.bitkisinin yapraklarından üretilmektedir fakat günümüzde indigo, N-fenilglisin ve N-fenilglisin-o-karbonik asit kullanılarak sentetik olarak elde edilmektedir [12].

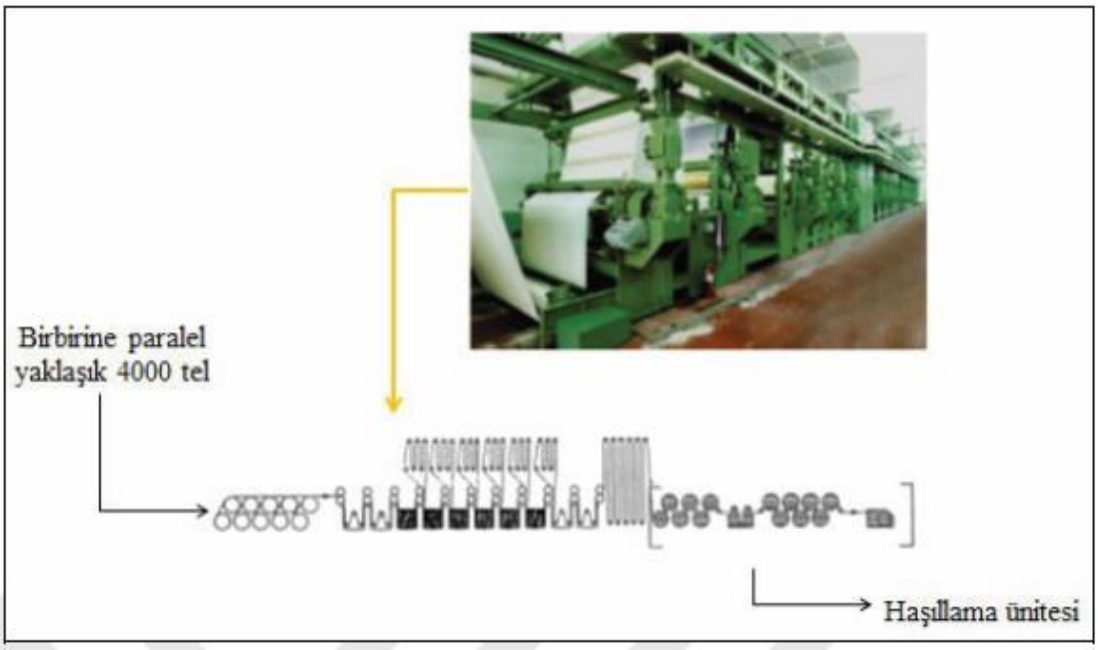
İndigo suda çözünmez. Suda çözünmesi ancak alkali ve indirgen ortamda mümkündür ve suda çözünen bu şekle Sodyum Leuco İndigo adı verilmektedir [3]. İndirgenmiş ve çözünmüş formdaki indigo pamuk icin düşük afinite göstermektedir. İndigonun düşük

afinite göstermesi, çektirme yöntemi yerine tekrarlı daldırma ve hava oksidasyonu tarzında uygulamayı daha olanaklı kılmaktadır [11].

İndigo boyama ve haşıllamada, temel olarak iki farklı teknik söz konusudur;

- Klasik Yöntem çözgü halatlarının boyanması, halat halindeki ipliklerin açılarak levende sarılması ve ardından haşıllama işlemi [8].

Açık En Çalısma Yöntemi; Direkt olarak çözgülerin slasher makinasında boyanması ve haşıllanması. [8]. Açık En Boyama, halat boyamaya alternatif olarak geliştirilmiştir. Bu yöntemde işlem aşamaları kısaltılmıştır [9]. Açık en boyamada öncelikle 3500 ile 5500 adet çözgü ipliği tek bir levende birleştirilir. Hazırlanan çözgü levendi öncelikle 1 veya 2 tekneden geçirilir, sıkılır ve içerisinde indigo boyası bulunan 4-6 tekneden kontinu şekilde geçirilir. Her boya teknesi çıkışında çözgü iplikleri sıkılır ve dikey olarak hava pasajlarından geçirilir. Sonra 1 veya 2 tekneden geçirilerek yıkama işlemi yapılır, kurutulur ve yıkama işlemi yapılır [13]. Slasher hattı kontinü boyama, kurutma, haşıl ve çözgü çekmeyi tek bir işlem döngüsü ile sağlar (Şekil 1.2).



Şekil 1.2. Slasher Boyama [3]

1.3.4. Dokuma

Çözgü ipliği boyanıp haşıllama işlemine tabi tutulduktan sonra çözgü iplikleri dokuma işlemi için dokuma makinesine gönderilir. Denim dokumada mekikçikli ve hava jetli tezgahlar kullanılabilmektedir. Bu tezgahlarda denim kumaşlar diğer kumaşlar gibi dokunurlar [10]. Denim kumaşlar, genelde 2/1, 1/2, 3/1 dimi yapısında dokunan ağır kumaşlardır. Ayrıca 2/2 dimi, 3/1 kırık dimi yada 1/1 bezayağı doku yapısında dokunan denim kumaşlar da mevcuttur [6].

1.3.5. Terbiye

Klasik kumaş üretiminden farklı olarak denim kumaşlar hem kumaş formunda hem de konfeksiyon sonrası farklı terbiye işlemlerine maruz kalabilmektedir. Denim kumaşların ve ürünlerin terbiye işlemleri estetik ve aynı zamanda fonksiyonel özellikler sağlamak amacıyla yürütülebilmektedir [14]. Klasik denim kumaşlarda genellikle kontinu bitim işlemleri uygulanmakta ve istenilen kumaş özelliğine bağlı olarak yakma, haşıl sökme veya yıkama, merserizasyon, apre, sanfor gibi işlemleri uygulanabilmektedir [9].

Denim ürünler 1970'li yıllara kadar, hiçbir yıkama işlemine tabi tutulmaksızın, sadece haşılı sökülerek satışa sunulmuştur. Bu yüzden de bu ürünler sert bir tuşeye sahiplerdi. Pantolonların kendilerine özgü efektleri ve renkleri alması ise, çözgü ipliğindeki indigonun kullanım sırasında zamanla aşınmasıyla gerçekleşmekteydi. Bunun sonucu olarak denim ürünler uzun süre kullanım ve yıkamaların ardından kişiye özel bir giysi haline gelmekteydi [15]. Fakat bugün denim ürünlerde eşsiz bir görünüm, tutum ve renk açma özellikleri sağlayabilmek icin çok sayıda kuru ve yaş işlemler bulunmaktadır [14].

Birçok terbiye işlemi öncelikli olarak tutumu etkilemek icin uygulansa da bir kısmı seçimli renk açmada ve eskimiş görünümü vermek amacıyla kullanılmaktadır. Özetlenecek olursa denim ürünler 4 farklı şekilde üretilebilmektedirler: farklı boya ve boyama metotları kullanılarak; boyama ve bitim işlemlerini kombine ederek; farklı terbiye ve yıkama teknikleri kullanılarak ve karışım ipliklerden denim kumaşları üreterek [16].

İndigo boyalı tekstil materyallerinin üretiminde temel adım ürünlere yıkanmış efekt kazandırmak icin yıkama/ağartma işlemi uygulamaya dayanmaktadır. İpliğin içine

işlemeyen halka seklinde indigo boyasını uzaklastırmak/azaltmak mekanik etki ile beraber yükseltgen veya indirgen kimyasallar kullanılarak sağlanmaktadır. Bu amaçla sodyum hipoklorit % 80'den daha fazla oranda kullanılmaktadır [17]. Bu konuda denim üzerine yapılan çalısmalar oldukca yaygındır örneğin Özdemir ve ark. 2008 yılında yaptıkları calısmada ozonun denim kumaşların renk açma adımında alternatif olarak kullanılabilirliğini bildirmişlerdir [18]. Bu işlemlerin yanında denim giysiye, istenen kullanılmış görüntüyü vermek için yapılan ve giysiye mekanik olarak uygulanan zımpara, kumlama (rodeo), kılçıklama gibi kuru işlemler de bulunmaktadır [19].

Özel moda efektleri vermenin ötesinde fonksiyonel terbiye işlemleri (anti selulit, kokmayı önleyen, sivrisinek kovan, anti-mikrobiyal, UV koruyucu ve güç tutuşur özelliği olan, su yağ itici ve buruşmaz kumaş üretimine yönelik) de denim ürünlere uygulanabilmektedir [14]. Bu bağlamda denim ürünlerin geliştirilmesinde farklı kombin yöntemlerin araştırıldığı görülmektedir. Örneğin bir çalışmada denim kumaşa eskimiş efekt ve antibakteriyal efekt aynı anda tek bir işlem ile kazandırılmaya çalışılmıştır. Bu amaçla parça yıkama makinelerinde alkali ortamda glikoz ile işlem yapılarak hem gümüş nitratın indirgenmesi hem de indigonun indirgenmesi sağlanmıştır [19]. Başka bir çalışmada ise nano kil kullanılarak eskimiş efekt kazandırmak için yıkama işlemleri gerçekleştirilmiş ve kumaşlarda anti-mikrobiyalliğin ve termal özelliklerin geliştiği tespit edilmiştir [20].

Özgüney (2009), yaptığı çalışmada, lazerle işlemin denim kumaşların kopma mukavemeti, yırtılma mukavemeti, sürtünme mukavemeti, maksimum ve kinematik sürtünme katsayısı gibi özellikleri üzerine etkisi araştırılmış ve optimum çalışma koşulları belirlenmiştir. [22].

Farklı yıkama tekniklerinin yanında denim kumaş üretiminde farklı elyaf cinslerinin kullanımı üzerine de bir çok uygulama bulunmaktadır. Örneğin Mangat ve ark. (2014) yaptıkları çalışmada polypropilen iplikleri atkı yönünde kullanarak farklı yıkama işlemleri sonrasında denim üründeki renk değişim özelliklerini incelemişlerdir [23].

1.3.6. Giysiye Uygulanan Bitim Uygulamaları

Denim ürünler son tüketiciye ulaşana kadar çok fazla manuel işleme tabii tutulmaktadır. Düzensiz ağartıcı lekeler, bıyık (whiskering), zımpara (sanding), aşındırma (damage) ve

hatta diz bölgelerinde oluşturulan yırtıklar bunlara örnek olabilir. İstenen doğal eskimiş görüntüyü elde etmek için çoğu zaman el işçiliğine gerek duyulur. Bu işlemler sonucunda, el işçiliğine bağlı olarak ürünler arasında farklılıklar görülebilir [24].

a. Zımparalama Prosesi

Denim ürünlere kullanılmış görünümü sağlamak ve yıpratarak değişik efektler elde etmek için, değişik niteliklerde su zımparalarıyla denim ürün üzerinde uygulanan yıpratma işlemine denir. Bu uygulama denim mamul ham halde iken yapılır [25]. Ham denim giysiye yapılan zımpara işlemi, kuru işlemlerin başında gelmektedir. Zımpara yapılacak giysi, hava yastıkları ile şişirilebilen, "manken" denilen aparatlara yerleştirilir. Seçilen modele göre, zımpara ile aşındırma yapılır [25].

Zımpara işlemi; zımpara kağıdı yardımı ile denim giysinin yüzeyine kazıma işlemi yaparak, çözgü üzerindeki boyanın atılması ve boyalı olmayan kısmın ortaya çıkarılmasıdır [24].

Zımparalama prosesin de kullanılan kalıplar veya mankenler; işlemi uygulayan operatörün isteğine ve kullanım kolaylığına bağlı olarak gerek dikey gerekse de yatay konumlandırılabilir. Ancak kum püskürtme prosesin de söz konusu kalıp veya mankenler dikey olarak konumlandırılmalıdır [26].

b. Sprey

Sprey (Spraying); Denim giysi üzerine, sprey tabancası ile ağartıcı, boyarmadde, reçine, yumuşatıcı v.b kimyasalları püskürtmek suretiyle yapılan işleme sprey adı verilir. Sprey tabancasında farklı ayarlar yapılarak istenilen yoğunluk ve genişlik ile farklı efektler elde edebilmek mümkündür. Sprey işlemin de püskürtme hızı, mesafesi, atış şekilleri ve operatörün tabancayı kullanma şekli çok önemlidir [25]. Yıkamadan önceki reçine uygulamalarının giysi yüzeyinde parlaklığı arttırmak, yoğun bir beyazlık için, spreyleme işlemi yapılabilir [27].

c. Fırça (Brush)

Denim giysi üzerine ağartıcı, boyarmadde, reçine, yumuşatıcı v.b. kimyasalları fırça ile uygulanması işlemidir. Kimyasal olarak bir sınırlama bulunmamakla birlikte genellikle poliüretan, akrilat, reçine gibi kimyasallar tercih edilmektedir. [28].

Fırça işlemin de dikkat edilmesi gereken en önemli husus, fırça da kalan kimyasalın miktarıdır. Fırça da aşırı miktarda kimyasalın kalması, fırçanın pantolona ilk temas ettiği bölgede çizgi halinde izlerin çıkmasına sebep olabilir. Bu geri dönüşü olmayan bir hatadır. Fırça işlemi yavaş ve kontrollü yapılmalıdır [25].

d. Lokal Ağartma prosesi

Denim kumaşta, ring iplik boyama yöntemlerinden dolayı ile zımpara ile elde edilen beyazlık çoğu zaman yeterli gelmez. Dolayısıyla istenilen beyazlığı elde edebilmek için ek kimyasal desteği gerekir. Bu amaçla denim giysi üzerine özellikle zımpara yapılmış bölgelere, çeşitli kimyasal solisyonlar sprey ya da fırça yöntemi kullanılarak bölgesel ağartma yapılır.

Ön yıkaması yapılmış veya yıkama sürecinden geçip kurutulmuş denim ürünlere uygulanan beyazlatma işlemi olup ürünler şişme robotlara giydirilerek kumaş yüzeyinde oluşabilecek izler önlenmeye çalışılır. Şişme robotlara giydirilen ürünlere istenilen efekte göre uygun oranda potasyum permanganat uygulanır. Bu uygulama boya tabancasıyla yapılırsa " sprey kimyasal " fırça ile uygulanırsa " fırça kimyasal " denilir [28].

Pantolonların, şortların ve eteklerin diz ve arka ağ bölgelerin de ceket ve montların arka sırt bölgesi ve ön panellerin de rodeo efektinin eldesi amacıyla, mankenler üzerine giydirilmiş olan ürünlere sprey yardımıyla ağartma maddesi aplike edilir. Daha sonra da ürünün yıkama makinesin de nötralizasyonu ile proses tamamlanır [25].

Lokal ağartma işlemin de kullanılan kimyasallar aşağıda ki gibidir:

- **Potasyum permanganat (KMnO4)**

Potasyum permanganat kimyasalı doğrudan indigo ile reaksiyona girerek, indigoyu okside eder ve bozunmasını sağlayarak beyazlatma işlemini gerçekleştirir. Geri dönüşü olmayan ve tamire olanak tanımayan bir işlemdir. KMnO4 Solisyonu çoğunlukla sprey yöntemi ile demim giysiye uygulanır. Solisyon suda çözüldüğün de koyu pembe renktedir. Denim kumaşa ilk uygulandığında, pembe olan renk, hava ile temas ettiğinde indirgenmeye başlar ve kahverengiye dönüşür [22].

- **Sodyumhypoklorit (NaOCI)**

Sodyumhypoklorit kimyasalı oksidatif bir maddedir ve yükseltgenme özelliği olan bütün maddelerle reaksiyona girer. İşletmelerde NaOCI kullanılan ağartmalara kısaca hipo ağartması denir [25].

Ancak bölgesel ağartma yönteminin sakıncaları da bulunmaktadır. Çalışma da, ürünün sağ ve sol yarıları arasında birbirinin aynısı veya tam simetriği şeklinde bıyık efektinin eldesi mümkün olmamaktadır. Bölgesel ağartma yöntemi kimyasal bir yöntem olmasından dolayı fiziksel yöntemlere göre daha pahalı bir yöntemdir [25].

e. Reçine

Denim kumaştaki rengi sabitleme dolayısıyla daha koyu ve derin renk tonları ve keskin kontrastlar elde etmek için yapılan işlemdir [25].

Bu uygulama denim mamul ham halde iken yapılır. Ürün şişme robotlara alınıp üzerine reçine ve fikse ettirici diğer kimyasallar uygulanır. Yüksek sıcaklıktaki fırında belirli bir müddet bekletilip reçine sıvısının kumaşa fikse edilmesi sağlanır. Uygulamadaki amaç ürün zemininde elde edilecek parlaklık efektini yakalamak, kumaşın daha ağır ve kaygan olmasını sağlamaktır. Reçine uygulamalarının denim giysinin mekanik özelliklerini en fazla azaltan uygulama olduğunu belirtmişlerdir. Karmaşık yıkama prosesi ve reçinenin birbiri ardınca uygulanmaması gerekmektedir [29].

Daldırma yöntemi ile yapılan reçine işlemi daha çok kırışıklık efekti (wrinkle) almak için veya sert tuşeler elde etmek için kullanılır [24].

Resin etkisi özellikle yan dikişlerde, cep dikişlerinde ve bel kısmında, kontrast görüntülere yol açar. Resinlenmiş giysi daha kırılgan bir yapıya sahiptir. Bu özelliğinden dolayı kumaşta mukavemet kaybına sebep olur. Aşırı resin miktarı bu kırılganlığı artıracağı için denim giyside yırtılma dikiş yerlerinde açılma ve patlamalar gözlemlenebilir [25].

Denim giysi üzerindeki çözgü ve atkı iplikleri de, resin malzemesi ile etkileşir ve resinlenmiş kumaş fırınlanma işleminden sonra buruşmazlık kazanır. Eğer kumaşa

fırınlamadan önce bir kırışıklık verilirse, fırından sonra da bu kırışıklık kalıcı olur. (wrinkle effect) Ayrıca Resin işlemi yapılmış denim giysi daha az tüylenme yapar [25].

f. Kılçık prosesi

Kılçıklama, denim kumaşta lokal bölgelerde farklı kontrastlar elde etmek üzere yapılan başka bir işlemdir. Bu uygulama denim mamul ham halde iken yapılır. İşlem de, denim giysinin kontrast elde edilmek istenilen bölgesi kıvrılarak katlanır. İstenilen bölgeye bu uygulama için tasarlanmış olan makine ile plastik kılçıklar zımbalanır. Uygulamadaki amaç zımbalanan bölgelerin yıkama esnasında uygulanan yıkama efektini almamasını sağlamaktır [25].

g. Bıyık prosesi

Ham parça mamulün indigo boyalı yüzeyine zımpara kağıdının sürtülmesi ile indigo boyarmaddesinin kumaş yüzeyinden uzaklaştırılması sonucu mamul altında kalan kalıp şeklinin mamul üzerine aktarılması işlemine bıyık denilmektedir. Bu işlem pantolonların ön bedenine ve arka diz üstüne, ceketlerin ön beden ve dirsek bölgelerine yapılabilmektedir [30].

h. Taş Yıkama

Parça denim mamullerin tamburlu yıkama makinesinde pomza taşı ile yıkanması sonucu elde edilen "kullanılmış görünüme (Used-look)" taş yıkama denilmektedir. Böylece yıkanan mamul istenilen efekti almış; renk ve tuşe uygun hale getirilmiş olacaktır [30].

Taş yıkama, yıkamacılıgın en temel ve önemli bölümüdür. Malı ileride tüketiciye güzel gösterecek olan, bu bölümde yapılan işlemlerdir. Mal, rengini ve efektlerini bu aşamada kazanır. Efekt mekanik olarak mamul ile taşın sürtünmesi, mamulün makinenin içinde dönmesi sırasında yüksekten suya düşerek çarpması ile fiziksel olarak verilebileceği gibi sellülaz enzimleriyle kimyasal olarak da verilebilir [30].

i. Enzim Yıkama

Enzimler bir proteindir, günümüzde tekstil sektöründe yaygın olarak kullanılmaktadır.

Selülazlar yaygın olarak tekstil endüstrisinde kullanılmaktadır. En başarılı uygulamaları, denim giysilerde taş yıkama görüntüsünü elde etmektir. Selülaz enzimleri, selüloz molekülünü parçalar. Bunun sonucu olarak, kumaş yüzeyi, yüzey liflerinin uzaklaşmasıyla düzgünleşir ve tutumu yumuşar [31].

Selülaz enzimlerinin selüloza etki mekanizması genel olarak, selülozu hidrolize etmesi ve selüloz yapısını daha kısa zincirli selüloz polimerlerine ve glikoza parçalaması seklinde olmaktadır. Üç degisik selülaz tipinden biri olan endo-selülazlar (endoglukonaz) uzun zincirli selüloz polimerlerini rasgele daha kısa polimerlere parçalarken, ekso-selülazlar (sellobiyohidrolaz)selüloz polimer zincirlerini uçlardan hidrolize ederek sellobiyozları olusturmakta, glukosidazlar ise sellobiyoz gibi kısa zincirli selüloz oligomerlerini glukozlara parçalamaktadırlar. Tekstil endüstrisinde selülozun glukozlara kadar parçalanması istenen bir durum degildir. Enzimin uygulanıs amacı ya tüycüklerin uzaklaştırılması ya da boyanın sökülmesi ve yumusak tutum elde edilmek istenmesidir [32].

Denim mamullerin aşındırılmasında selülaz enzimleri taşla birlikte ya da yalnız başlarına kullanılmaktadır. Enzim ile yıkama, istenen renk efektinin elde edildiği ancak buna karşılık daha az yıpranmış denim giysi elde etmek için yapılır. Böylece denim mamulünün kullanma ömrü taşla yıkananlara göre artar [6].

Selülaz enzimleri, nötral ve asidik olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Bio-parlatma (enzimatik tüy dökme) işleminde daha çok asidik selülazlar tercih edilirken, denim kumaştan mamül ürünlere uygulanan enzimatik taş yıkama prosesinde veya taş kullanılmaksızın sadece enzim ile gerçekleştirilen yıkamalarda nötral selülaz enzimleri tercih edilmektedir [33]. Bu enzimlerin genel özellikleri aşağıda özetlenmiştir;

Asidik selülazlar,

- Asit selülaz enzimlerle taş yıkamada optimum çalışma aralığı pH 4–5,5 arasındadır [34].
- Bu pH değeri asetik asidi tek başına kullanarak veya sodyumhidroksit-asetik asit tampon sistemi kullanılarak sağlanabilir. pH 6'ya çıkarsa, renk sökme etkisi %40'ların altına düşmektedir [34].

- Bu enzimlerin selüloza karşı aktivitesi yüksektir [35].
- Kısa zamanda etkili kimyasal aşınmaya neden olan yüksek agresif etki sağlar [36].
- Geri boyama ile beraber düşünülmeli, önlenmelidir [34
- Çok ağır efekt ve bioparlatma için kullanılırlar [36].
- 60°C'ın üzerinde aktivite önemli ölçüde düşer. 50–60°C en iyi çalışma aralığıdır [35].

Nötral selülazlar,

- 50-60 °C 'de ve 6-8 pH aralığında maksimum etki gösterirler. En büyük etkiyi pH 6'da sağlamakla birlikte, pH 7-7,5 arasında renk sökme etkileri %90'ların üzerindedir.
- Denim ürünler üzerinde asidik selülaza göre daha uzun sürede ve daha az etkili bir renk sökümü gerçekleştirirler.
- Geri boyama problemi yoktur.
- Asidik selüloza göre tekrarlanabilirliği daha yüksek seviyelerdedir [37].

1.4. Rejenere Selüloz Esaslı Lifler

Bazı doğal polimerlerin bir takım proseslerle lif haline getirilmesi sonucu elde edilen liflere rejenere lifler denilmektedir. Doğal polimerler olarak kullanılması durumunda ise bu liflere genel olarak rejenere lifleri denilmektedir. Doğal polimerler lif haline dönüştürülürken, genellikle kimyasal yapılarında bir değişiklik olmamakta sadece fiziksel yapılarında değişiklikler oluşturularak lif özelliği kazanmaktadırlar [38]. Doğada en bol bulunan polimer bitkilerin ve ağaçların temel yapısını oluşturan selülozdur. Bu nedenle insan yapısı lif üretiminde ilk yararlanılan polimer olmuştur [39]. Doğal lifler gibi rejenere liflerinin de iyi nem tutma, anti statik özelliğe sahip olma, iyi boyanma özelliği gösterme, kolay bir şekilde güç tutuşur yapılabilme gibi birçok avantajları bulunmaktadır. Fakat üretimleri esnasında çevresel problemlere neden

olabilen viskon gibi rejenere liflerinin birçok dezavantajı da mevcuttur. Bu lifler düşük yaş dayanımına sahiptirler ve üretim süreçleri uzundur [40].

Selüloz esaslı rejenere liflerden en cok öne çıkanlar, üretim aşamaları ile birbirlerinden farklılık gösteren viskon, lyocell ve modal lifleridir. Rayon ilk rejenere liftir. 1891'de, Cross, Bevan ve Beadle viskoz metodunu bulurken, 1919'da J.P.Bemberg ticari kuprommonium (bakır) rayonunu yapmayı başarmıştır. Ticari anlamda viskoz rayonunun üretimi 1911'de Amerika'da başlamıştır. 1924 yılında "rayon" ismi benimsenene kadar bu lif yapay deri olarak üretilir [41]. Modal lifi yaygın olarak yüksek dayanım ve yüksek yas modül eğirme prosesi ile elde edilen rejenere liflerine verilen genel bir terimdir [42]. Lyocell lifleri rejenere selüloz liflerinin üçüncü kuşağı olarak kabul edilmektedir. Viskon lifleri birinci, Modal lifleri ikinci, Lyocell lifleri ise rejenere selüloz liflerinin üçüncü nesil temsilcisidir [38].

1.4.1. Lyocel Elyafının Yapısı

Viskon üretiminden farklı olarak, rejenere selüloz lif üretimi prosesleri icersinde NMMO (N-metil morfolin N-oksit) prosesi konvansiyonel viskoz yöntemlerinin yerini alabilecek en iddialı yöntem olarak görünmektedir. Yöntemin esası selülozun polar sıvı NMMO çözgeninde çözülmesine dayanmaktadır. Bu şekilde üretilen liflere Lyocell genel adıyla NMMO lifleri denmekte ve yöntem bazen Lyocell prosesi olarak adlandırılmaktadır [43]. Lyocell lifinin yüksek mukavemet, kısa üretim süreci ve çevreye zarar vermeme gibi bir cok avantajı bulunmaktadır [40] . Tencel, lyocell lifinin ticari ismidir ve ilk olarak 1992 yılında büyük bir rayon lifi üreticisi olan "Courtaulds Fibres" firması tarafından üretilmeye başlamıştır. Bu firmanın 1996 yılında sunduğu rapora göre ilk dört yılda toplam 70000 ton lyocell lifi kullanılır. Bu lifin fiziksel özellikleri ve üretimi diğer liflerden o kadar farklıdır ki "Birlesmis Milletler Federal Ticaret Komisyonu" tarafından 30 yıl icindeki ilk yeni lif olarak ayrı bir lif sınıfına alınmıştır. Bu lifin şu an en büyük üreticilerinden biri "Lenzing" firmasıdır [44].

Rejenere selüloz liflerinin son jenerasyonu lyocell lifleridir. Lyocell'in molekül yapısı, normal viskon lifinin molekül yapısından oldukça farklıdır ve lif dairesel enine kesite ve düzgün lif yüzeyine sahiptir. Lifin kesiti sentetik liflerinkine oldukca benzerdir. Kesikli veya filament olarak üretilebilmektedir [45].

Tablo 1. 3. Farklı selüloz liflerinin özellikleri [43]

Property	Cotton	Lyocell	Polynosic	HWM	Viscose	Cupro
Degree of fibrillation[a]	2	4–6	3	1	1	2–3
Dry tear strength (cN/tex)	22	42	38	35	22	20
Wet tear strength (cN/tex)	28	36	30	20	12	10
Strength ratio (wet/dry)	~1.25	~0.85	~0.70	~0.60	0.55	0.50
Water retention (%)	50	65	55–70	75	90–100	100–120
Average DP	1600–2000 (bleached)	~600	~500	~400	~300	~500

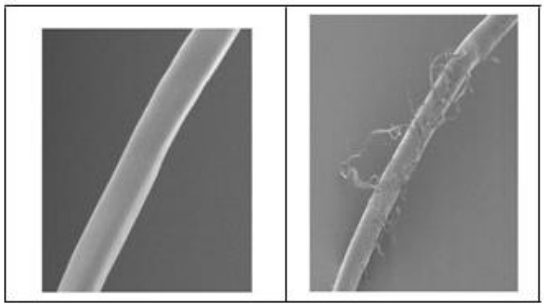
[a]0 = minimal, 6 = maximum degree of fibrillation.

Tablo 1.3'de Lyocell liflerin farklı selülozik elyaflarla genel özelliklerinin karşılaştırılması görülmektedir.

1.4.2. Fibrilasyon

Lyocell lifleri yapısal olarak ve birçok tekstil özellikleri açısından viskondan farklılık göstermektedir. Mekanik etki ile yaş formdayken açığa çıkan yüksek fibrillenme eğilimi lyocell liflerinin karakteristik bir özelliğidir. Bu fenomen tekstil materyallerine ilginç efektler vermek için kullanılabilmektedir [40].

Lifin gözenekli yapısının şişmesi kristalin bölgeleri birbirine bağlayan hidrojen bağlarını kopardığında ve birbirlerinden ayırmaya zorladığı an yapı mekanik etkiye maruz kalırsa yüzeysel kristalin bölge kopabilmekte ve ana liften soyulmakta fakat muz kabuğu gibi liften ayrılamamaktadır. Bu soyulmuş kabuklar fibril olarak adlandırılmaktadır. Eğer bu fibrillenme kontrol edilmez ise bu mikro lifler birbirlerine dolanmakta ve ciddi bir sorun olan boncuklanma ortaya çıkmaktadır. Bu olay aynı zamanda ana lifin zayıflamasına da neden olmaktadır. Fibrilasyon özelliği kumaşa şeftali tüyü efekti kazandırma olanağı sağladığından avantajlı olabildiği gibi bazen de bu fibrillerin uzaklaştırılması da istenebilmektedir [46]. Fibrilasyon, tek liflerin boyuna bölünerek çapları 1-4 mikrondan daha küçük olan mikroliflerin oluşmasıdır. Bu bölünme metalle ya da kumaşla gerçekleşen yaş sürtünme sonucu oluşur. Fibrilasyon yaş ortamda sürtünmenin olduğu herhangi bir süreçte oluşabilir. Örneğin halat boyama sırasında kumaşın kendisiyle ya da metallerle sürtünmesi sonucu fibrilasyon görülebilir. Bu mikrolifler o kadar incedirler ki neredeyse saydamdırlar ve kumaşa beyaz bir görünüm kazandırırlar [44].



Şekil 1. 3. Normal ve fibrilleşmiş lyocell liflerin görüntüleri [47].

1.4.2.1. Fibrilasyon Tipleri

Primer ve sekonder olmak üzere fibrilasyonun 2 formu bulunmaktadır. Primer fibrilasyon oldukça mat bir görünüme neden olan birbirlerine dolaşabilecek uzun, gelişi güzel fibrilleri ihtiva etmektedir. Selülaz enzimlerinin kullanıldığı defibrilasyon adımı ile bu istenmeyen formun uzaklaştırılması sağlanmaktadır. Kumaşa özellik kazandıran ikincil fibrilasyon (sekonder fibrilasyon) ise bilerek yapılmaktadır. Bu durumda fibriller kısa, düzgün ve boncuklanmaya neden olmamaktadırlar. Sekonder fibrilasyon kumaşın görünümünü değiştirdiği gibi tutumunu da değiştirmektedir [47].

a) Primer Fibrilasyon

Bu adımın amacı, iplik içerisinde tutunmayan lif uçlarının mümkün derecede dışarı çıkmasının sağlamaktır. Mekanik enerji etkisi ile açıktaki lif uçlarında kuvvetli bir fibrilasyon meydana gelir [45].

b) Enzimatik Defibrilasyon

Primer fibrilasyon ile yüzeye çıkan lifleri temizlemek amacıyla selülaz enzimi ile yapılan işleme enzimatik defiblilasyon ya da fibril uzaklaştırma denir [45]. Selülazlar beraber hareket ederek selülozu hidrolize eden enzim grubuna verilen isimdir. Bir selülaz enzim sistemi 3 ana komponentten oluşmaktadır. Bunlar; endoglukonazlar (EC 3.2.1.4), exoglukonazlar (EC 3.2.1.91) ve β-glukosidazlardır (EC 3.2.1.21). Bütün bu enzimlerin sinerjetik etkisi ile selülozun hidrolizi gerçekleşmektedir [31].

Selülaz enziminin selülozu hidrolizi kontrollü bir şekilde uygulanır, çünkü burada amaç kumaş yapısından çıkan lif uçlarını zayıflatmak ve kumaş-kumaş, kumaş-makine

sürtünmesi ile lifi kumaş gövdesinden koparmaktır [45].

c) Sekonder Fibrilasyon

Kaba primer fibrilasyonun enzimatik olarak giderilmesinden sonra şeftali tüyü efektinin ve yumuşak bir tutumun sağlanması için, halat çalışmaya uygun bir makinede yapılabilmekte ve mamulün tuşesi lif uçlarına fırça şekli kazandırılmasıyla geliştirilmektedir [45].

1.4.3. Lyocell Lifinin Terbiye İşlemleri

Pamuk ve rejenere selülozik lifler arasındaki temel farklılıklardan biri safsızlıkların seviyesidir. Bunun sonucu olarak %100 rejenere selülozik lif içeren kumaşlar için sadece hafif bir ön hazılık prosesi yeterlidir. Genellikle ılımlı bir hidrofilleştirme veya ağartma prosesi ile haşıl sökme yeterlidir. İkinci farklılık moleküler ağırlığın daha düşük olmasıdır. Bu nedenle minimum lif hasarından emin olmak için daha büyük dikkat gerektirmektedir [48]. Lyocell kumaşlar ayrıca açık en vaziyette kostikleme işlemlerine alınabilmektedir. Bu işlemler fulardlarda açık en vaziyette alkali ile işlem esasına dayanmaktadır. Bu işlemler lyocell kumaşlara, yüzeyinin düzgünleşmesi, havların ve boncuklanmanın azalması, eğer boyanacaksa boyanmaları sonrası daha koyu ve düzgün boyamaların elde edilmesi gibi avantajlar sağlamaktadır. Ayrıca kumaşın yaş rijitliğinin azalması sayesinde sonraki proseslerde makinelerdeki akışı kolaylaşmakta ve aşınma sorunları azalarak daha güvenli üretim ve daha kaliteli ürünler üretilebilmektedir [49]. Lyocell kumaşların öncesinden alkali ile işleme alınmaları daha sonrasında alkali kullanmadan primer fibrilasyonun sağlanmasını sağlayabileceğinden kumaşların veya ürünlerin zarar görme risklerini de azaltmaktadır [50]. Kumaş tipine göre alkali tipi ve konsantrasyonu ayarlanabilmektedir. Pamuklu karışımlarda ise merserizasyon da gerçekleştirilebilmektedir [49].

1.5. Güncel Çalışmalar

Card, Moore ve Ankeny 2006 yılında yaptıkları çalışmada, denim konfeksiyon ürünlerinde yıkama işlemlerinin fiziksel özelliklere etkisini araştırmışlardır. %100 pamuk denim kumaştan hazırlanan pantolonlara enzim ve taş yıkama işlemleri uygulanmış, yıkama öncesi ve yıkamalar sonrasındaki boncuklanma ve aşınma

dayanımları incelenmiştir. Yıkama öncesi boncuklanma oranı enzim ve taş yıkamalardan fazla çıkmıştır. Nedeni enzim ve taş yıkama sırasında kumaş yüzeyinde boncuk oluşturabilecek liflerin enzimle parçalanarak ya da taşla aşınarak uzaklaşmasıdır. Enzim ve taş yıkamalar sonrası boncuklanma sonuçları benzerdir. Bütün yıkamalar sonrasında kenar aşınımı görülmüş ve 25 yıkama sonrası bütün gruplarda istatistiksel olarak anlamlı sonuçlar vermiştir. Yıkama öncesi jeanlerde kenar aşınma dayanımı daha yüksek çıkarken, taş yıkama işlemi ise kenar aşınımı en fazla olan işlemdir [51].

Toksöz M. ve Mezarcıöz S. (2013), çalışmalarında denim terbiyesinde uygulanan yıkama işlemlerinden bazılarını ele almış ve bu yıkamaların kumaşların kopma mukavemeti ve boyut değişimine etkisini incelemişlerdir. Bezayağı ve dimi olmak üzere 2 farklı kumaş üretilmiş, bu kumaşlara rinse, enzim ve taş yıkama olmak üzere 3 farklı yıkama yapılmıştır. Yıkama sonrası kumaşlara boyut değişimi ve kopma mukavemeti testleri uygulanmıştır. Sonuç olarak; hem atkı hem çözgü yönünde rinse yıkama en az mukavemet kaybına yol açmışken, taş yıkama en fazla mukavemet kaybına sebebiyet vermiştir. Boyut değişimine ise hem örgü tipinin hem de yıkama işleminin etkili olduğu belirlenmiştir [4].

2012 yılında Khan ve arkadaşları denim kumaşların enzimlerle muamelesi sonucunda sürdürülebilir yıkama işlemlerini araştırmışlar ve denim kumaşların kullanılmış ve eskimiş efekt almasında selülaz enzim konsantrasyonu, süre, sıcaklık parametrelerini; mukavemet ve ağırlık kayıpları, su tutma yeteneği, boyut stabilitiesi ve morfolojik özellikler açısından inceleyerek enzimatik prosesi optimize etmişlerdir. Sonuç olarak optimum efektlerin alınması için 55°C'de %2 enzim konsantrasyonu ve 40 dakika işlem süresini önermişlerdir [52].

Kan ve arkadaşları 2013 yılında selülazla işlem görmüş %100 pamuklu denim kumaşların renk özellikleri hakkında bir çalışma yapmışlardır. Çalışmada boyalı halde olan denim kumaşların CIE L* a* b*, C* değerlerini inceleyerek denim kumaşın efektlendirilmesinde selülazın oldukça önemli rolü olduğunu görmüşlerdir [53].

Karazincir ve Baykal 2014 yılında yaptıkları çalışmada, ağır gramajlı denim kumaşa rins, enzim ve enzimli taş olmak üzere üç farklı türde yıkama uygulanmıştır. Yıkamalar öncesi ve sonrası kumaş mukavemet ve uzaması ölçülmüş, elde edilen veriler SPSS istatistiksel veri analizi paket programı ile analiz edilmiştir. Analiz sonuçlarına göre

yıkama türünün denim kumaş üzerindeki etkileri değerlendirilmiştir. Yapılan çalışma sonucunda yıkama işlemlerinin kumaşta mukavemet kaybına neden olduğu ve en fazla mukavemet kaybının enzimli taş yıkama sonrası oluştuğu gözlenmiştir. Rins yıkama işleminin kumaş mukavemeti ve uzama yüzdeleri üzerinde istatistiksel olarak anlamlı etki yaratmadığı,enzim ve enzimli taş yıkama işlemlerinin ise hem atkı hem de çözgü yönünde uzama değerlerini düşürdüğü gözlemlenmiştir [54].

Yıldırım, Üstündağ ve Örtlek tarafından 2014 yılında yapılan çalışmada, denim kumaşlara uygulanan rins, taş ve ağartma yıkama işlemlerinin, farklı atkı-çözgü tipleri ile üretilen denim kumaşların bazı fiziksel özellikleri üzerindeki etkileri istatistikî olarak yorumlanmıştır. Çalışma sonucunda kullanılan atkı-çözgü tipinin, yıkama işleminin ve bu iki faktörün kesişmesinin, kumaşların kalınlık, gramaj, renk değişimi ve hava geçirgenliği değerleri üzerinde % 95 önem seviyesinde anlamlı etkisi olduğu görülmüştür. Çalışma sonucunda kumaşlara uygulanan tüm yıkama işlemleri farklı tipte çözgülerle üretilen kumaşların kalınlık değerlerini artırmıştır. Kumaşların yıkama sonrası hava geçirgenliği değerlerinde görülen azalmanın yıkama sonrası kumaşlarda oluşan çekme ile alakalı olduğu düşünülmektedir. Ayrıca kumaşlara uygulanan yıkama işlemlerinde haşılın sökülmesi ve kullanılan yumuşatıcılar, kumaşların gözenekliliğinin azalmasına neden olmaktadır. Bu nedenle, kumaşların hava geçirgenliğinin azalmasına katkı sağladığı düşünülmektedir [55].

2014 yılında Mir ve arkadaşları denim ürünlerin enzimatik yıkamadan sonraki mekanik özelliklerinin değerlendirilmesi üzerine bir çalışma yapmışlardır. Sıvı halde veya toz halde kullanılan selülaz enzimleriyle birlikte kombine edilen taş yıkama neticesinde başarılı ve çevreci sonuçlara ulaşmışlardır [56].

2014 yılında Sarkar ve Khalil endüstriyel ağartma ve yumuşatma işlemlerinin denim ürünler üzerindeki fiziksel, mekanik ve renk özellikleri üzerine araştırma yapmışlardır. Yaptıkları çalışma kapsamında yıkanmamış, haşılı sökülmüş, ağartılmış ve yumuşatma işlemi görmüş denim kumaşları incelemişlerdir. Ortaya çıkan sonuçlarda ise ağartılmış ve yıkanmış, yumuşatma işlemi görmüş denim mamüllerde yıkanmamış denim mamüle göre oldukça farklı fiziksel, mekanik ve renk özellikleri ile farklı efektlerin elde edilebileceğini görmüşlerdir [57].

2014 yılında Khalil ve arkadaşları denim dokuma kumaşların enzim ve silikon

kullanarak yıkama etkisiyle fiziko-mekanik özelliklerini araştırmışlardır. Çalışmanın sonucunda denim kumaşlar açısından yıkama sonucunda kumaştaki yüzey efektleri, ürün dayanımı ve çeşitli kumaş özelliklerindeki değişimleri görmüşlerdir [58].

2015 yılında Maryan ve arkadaşları tek adımda indigo boyalı denim kumaşın kullanılmış efekt ve aynı zamanda anti mikrobiyal özellik kazanması için denemeler gerçekleştirmişlerdir. Bu bağlamda öne sürdükleri proses kapsamında yıkama makinesinde glikoz yardımıyla indigonun ve nano gümüş nitratın indirgenmesi aynı anda sağlanmıştır. Bu yöntemle kabul edilebilir antimikrobiyal değerler ve eskimiş efektin aynı anda elde edilebileceği görülmüştür [20].

2. BÖLÜM

GEREÇ VE YÖNTEM

2.1. Kullanılan Materyaller ve Cihazlar

2.1.1. Tez Kapsamında Kullanılan Kumaş

Tez çalışmasında; çözgüsü indigo boyalı, 3/1 Z dimi konstrüksiyonunda, 250g/m^2 gramajında, %100 lyocell esaslı denim kumaş kullanılmış olup kumaşın üretimi Orta Anadolu Tekstil San. Ticaret AŞ'de gerçekleştirilmiştir.

2.1.2.Kullanılan Kimyasallar, Yardımcı Maddeler ve Boyarmaddeler

Sodyum Hidroksit: Likit Marka.

Islatıcı: Pulcra Kimya Sanayi firmasına ait nonyonik ıslatıcı.

Dispergatör: Pulcra Kimya Sanayi firmasına ait nonyonik dispergatör.

Cellusoft LT 19500 L: Novozyme firmasına ait soğukta çalışan selülaz enzimi.

Cellusoft CR: Novozyme firmasına ait selülaz enzimi.

Cellusoft L Ultra Conc: Novozyme firmasına ait konsantre selülaz enzimi.

Adasil SM: Pulca firmasına ait non-iyonik yumuşatıcı.

Persoftal Meso: Tanatex firmasına ait non-iyonik yumuşatıcı.

Adalin NI: Pulcra Firmasına ait non-iyonik polietilen dispersiyonu.

Rucofin SWT: Rudolf Duraner firmasına ait non-iyonik yumuşatıcı.

Belsoft 200: Pulcra Firmasına ait non-iyonik yumuşatıcı.

Belfasin GT: Pulcra Firmasına ait katyonik yumuşatıcı.

2.1.3. Cihaz ve Makineler

Çalışmalar kapsamında işletme denemeleri Orta Anadolu Tekstil Sanayi İşletmesinde gerçekleştirilirken, laboratuvar çalışmaları ise Erciyes Üniversitesi Tekstil Mühendisliği bölümü laboratuvarında bulunan cihazlarla yürütülmüştür.

Renk Ölçüm Cihazı: Numunelerin CIE L*a*b* değerlerinin ve renk verimlerinin incelenmesinde, Konika/Minolta 3600d marka spektrofotometre kullanılmıştır.

Mikroskop: Soif marka mikroskop

Etüv: Mathis Marka etüv

Terazi: Mettler Toledo terazi

Fulard: Mathis marka fulard

Parlaklık: Konica Minolta – Multi Gloss 268 Plus marka parlaklık ölçüm cihazı

SEM Analizi: LEO 440 marka SEM (Taramalı Elektron Mikroskobu)

Mukavemet Test Cihazı: Instron 2519-107 marka mukavemet test cihazı

Boncuklanma Test Cihazı: Orbitor marka Pilling test cihazı

2.2. Yöntem

Tez çalışmasının amacı lyocell esaslı denim kumaşların kontrollü fibrilasyon ile efektlendirilmesidir. Efektlendirme amacıyla lyocell esaslı ipliklerin üretim esnasında ve/veya sonrasında kontrollü fibrillendirilmeleri amaçlanmıştır. Bu bağlamda planlanan çalışma kapsamında iş akışı temelde 5 adım olarak belirlenmiştir ve her adım için optimizasyon çalışmaları yapılmıştır.

2.2.1. Yakma Haşıl Sökme Prosesi

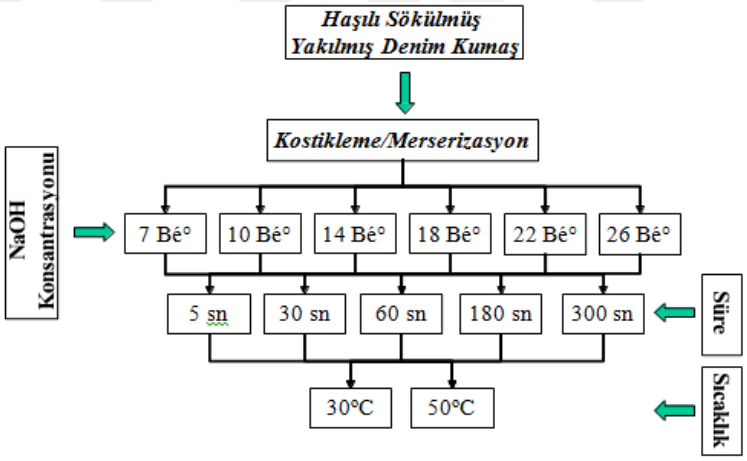
Lyocell esaslı denim kumaşın primer fibrilasyonuna geçmeden önce gerekli ön terbiye işlemlerinin tamamlanmasına yönelik çalışmalar yürütülmüştür. Bu bağlamda Nişasta/PVA haşılı ile haşıllanmış kumaşların oksidatif haşıl sökmeleri ve direkt yakılmaları kontinu bir şekilde gerçekleştirilmiştir. Bu aşamada herhangi bir optimizasyon çalışması yapılmamıştır.

2.2.2. Kostikleme/Merserizasyon Prosesi

İşletmede gerçekleştirilen yakma ve haşıl sökme işleminden sonra merserizasyon işlemi için laboratuar aşamasında merserizasyon/kostikleme parametrelerinin analiz edilmesi planlanmıştır. Bu bağlamda yapılan çalışmalar iki aşamada yütülmüştür. İlk aşamada labotatuar ortamında Şekil 2.1'de verilen deney planı çerçevesinde denemeler gerçekleştirilmiş ikinci aşamada ise elde edilen veriler doğrultusunda numune merserize makinesinde çalışmalar yürütülmüştür.

2.2.2.1. Kostikleme/Merserizasyon Prosesi Laboratuar Çalışmaları

Laboratuar çalışmalarında kumaşlar F.O. 1:40 olacak şekilde Şekil 2.1'de belirtilen deney planı kapsamında hazırlanan banyolara daldırılmakta öngörülen sürelerde bekletme yapılarak ardından hemen yıkama ve nötralizasyon işlemi tamamlanmaktadır. Farklı süre, sıcaklık ve konsantrasyonlarda yapılan denemeler ile kumaşların işletme merserizasyon koşullarının belirlenmesi hedeflenmiştir.



Şekil 2. 1. Laboratuar kostikleme/merserizasyon çalışmalarına ait deney planı

Şekil 2.1'de belirtilen deney planı tamamlandıktan sonra işletme denemelerine geçmeden Türkiye Tekstil Sanayi İşverenleri Sendikası Mesleki ve Teknik Eğitim Merkezinde (METEM) bulunan numune merserize makinesinde tekrardan 3 farklı konsantrasyon için denemeler gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla 50°C'de 7-10-22 Bé° NaOH konsantrasyonlarında liflerin şişmesi ve alkali ile muamele için kumaşların alkalide 5 saniye kalacak şekilde ayarlandığı çalışma hızlarında denemeler tekrarlanmış ve bu sayede işletme koşullarına daha uygun ve işletmeyi simüle edebilecek kabiliyetteki sistemlerde de çalışmalar yürütülmüştür.

2.2.2.2. Kostikleme/Merserizasyon Prosesi İşletme Çalışması

Haşıl sökme yakma işleminden çıkmış kumaşlar, laboratuvar çalışma verileri ışığı altında geliştirilen Tablo 2.1'deki optimize kostikleme/merserizasyon reçetesi ile kostikleme işlemine alınmışlardır. Kumaşlar yıkama makinesinin ilk teknesinde NaOH ile 5 sn muamele olduktan sonra kontinu olarak makinenin diğer teknelerinde yıkama/nötralizasyon işlemlerine girmiş ve çıkışta hiç beklemeden baraban kurutucuda kurutularak işlem sonlandırılmıştır. Kuru halde işleme giren kumaş işlem sonrası yine kuru halde sistemden çıkmıştır.

Tablo 2.1. Laboratuvar çalışmaları ile optimize edilmiş kostikleme/merserizasyon reçetesi

Makine Çalışma Hızı:	40 m/dk
Kostikleme Sıcaklığı:	40 ^{o}C
Alkali işlem Süresi:	5 sn
Kostikleme NaOH konsantrasyonu:	10 Bé° (70,7 g/l)

2.2.3. Primer Fibrilasyon Prosesi

Denim kumaşı gelişi güzel düzensiz fibrillenmeden korumak amacıyla, ilk etapta iplik ekseninden kolaylıkla çıkan liflerin ve kolaylıkla ayrılan fibrillerin oluşturulması gerekmektedir. Bu amaçla bir önceki adım çalışmaları sonrasında belirlenen reçete ile kostikleme/merserizasyondan çıkan kumaşların fibrillendirilmesi için 2 farklı şartda açık en vaziyette çalışan çarpma/yoğurma etkili kontinü efektlendirme/kurutma makinesinde gerçekleştirilmiştir. Bu makinede kumaş enine açık vaziyette öncesinde istenen kimyasallarla emdirildikten sonra hava yardımıyla ızgara/tamburlara çarptırılarak efektlendirilmekte, tutumu geliştirilmekte ve uygulama sıcaklığına bağlı olarak kurutulmaktadır. Bu makinedeki çalışma koşulları Tablo 2.2'de belirtilmiştir.

Tablo 2.2. İşletme ölçeğinde Primer fibrilasyon reçeteleri

	I. Uygulama metodu	II. Uygulama metodu
Makine Çalışma Hızı:	8 m/dk	8 m/dk
Uygulama Sıcaklığı:	100 ^{o}C	80^{o}C
Kalış Süresi:	2,8 dk	2,8 dk
Emdirme reçetesi:	5 g/l Dispergatör 2 g/l Islatıcı	5 g/l Dispergatör 2 g/l Islatıcı

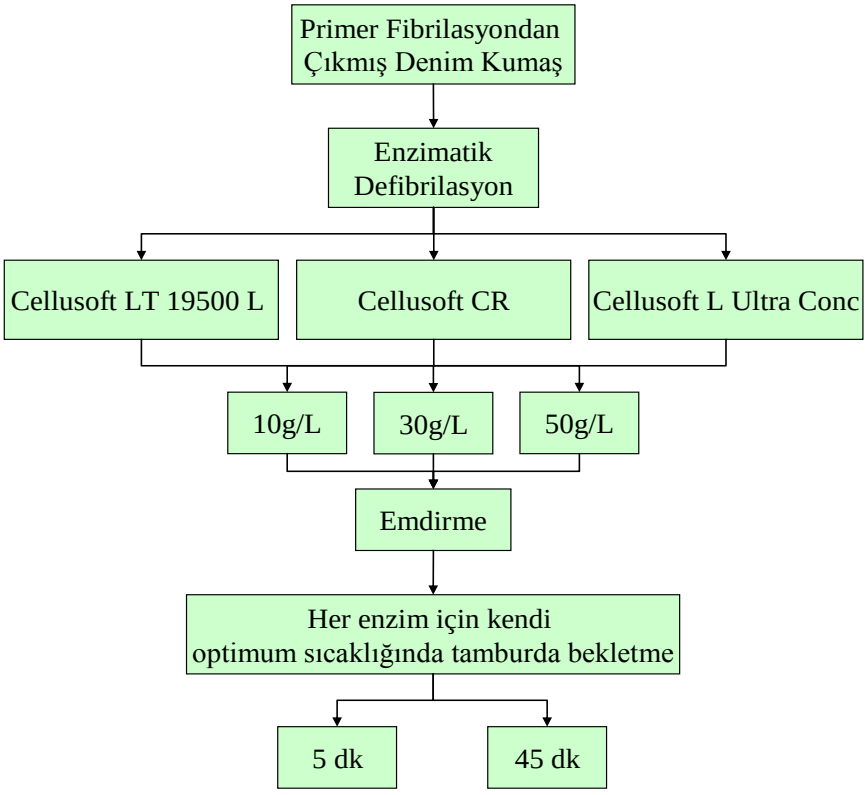
Kumaşlar Tablo 2.2'de detayları paylaşılmış olan şartlarda emdirildikten sonra açık en vaziyette çalışan çarpma/yoğurma etkili kontinü efektlendirme/kurutma makinesine makinesine beslenmişler ve çarpma/yoğurma etkisi ile işleme alınarak kurutulmaları ve aynı zamanda fibrillenmeleri sağlanmıştır.

2.2.4. Defibrilasyon Prosesi

Çalışmanın bu kısmı laboratuar ve işletme çalışmaları olmak üzere iki aşamadan oluşmaktadır.

2.2.4.1. Defibrilasyon Prosesi Laboratuar Çalışmaları

İlk aşama kumaşların üzerinde oluşan fibrillenmeyi azaltmak için uygulanacak enzimatik defibrilasyon işleminin optimizasyon aşamasıdır. Bu aşama laboratuar koşullarında gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla 3 farklı selülaz enzimi kullanılarak farklı konsantrasyonlarda optimizasyon çalışmaların şekil 2.2'de belirtildiği gibi gerçekleştirilmesi planlanmıştır.



Şekil 2.2. Enzimatik defibrilasyon uygulama deney planı

Seçilen bu enzimlerle her enzim için kendi optimum sıcaklık ve pH'ında fakat farklı konsantrasyonlarda 2 farklı süre analiz edilmiştir. Çalışmalar pH: 5,5-6 aralığında 45°C ve 50°C olmak üzere 2 farklı sıcaklık şartında yapılmıştır. Laboratuar denemelerinin işletme koşullarına daha yakın veriler sergilemesi ve daha bilgi verici olması için denemeler çektirme yöntemine göre değil emdirme (Af:%120) – kendi optimum sıcaklığında tambur kurutma makinesinde bekletme – kurutma şeklinde yürütülmüştür.

Emdirme sonrası tamburda bekletme anında kumaşlar hızlı bir şekilde kuruduklarından dolayı 45 dk'lık işlem süresinin sağlanması için Şekil 2.3'de gösterildiği gibi kumaşlar olyolanmış ve ardından tamburda işleme alınmıştır. Belirtilen sürelerde uygulamalar sonrası kumaşlar üzerlerindeki nemden kurtulmaları için gerekli ise ekstradan yüksek sıcaklıkta kurutularak işlemler sonlandırılmıştır.



Şekil 2.3. Tambur işlem öncesi folyolanmış denim kumaş

2.2.4.2. Defibrilasyon Prosesi İşletme Ölçeğinde Çalışmalar

Laboratuar denemeleri sonrasında Cellusoft CR enzimi seçilerek işletme denemelerine geçilmiştir. Seçilen bu enzim ile 50g/L konsantrasyonunda emdirilen kumaşlar işletme ölçeğinde açık en vaziyette çalışan çarpma/yoğurma etkili kontinü efektlendirme/kurutma makinesinde işlem görmüşlerdir.

Tablo 2.3. Laboratuvar çalışmaları ile optimize edilmiş Enzimatik Defibrilasyon Uygulama Reçetesi

Makine Çalışma Hızı:	8 m/dk
Uygulama Sıcaklığı:	55^{o}C
Kalış Süresi:	2,8 dk
Emdirme reçetesi:	50g/L Cellusoft CR; pH: 6

Kumaşlar hazırlanan çözelti ile emdirilip Tablo 2.3'deki gibi açık en vaziyette çalışan çarpma/yoğurma etkili kontinü efektlendirme/kurutma makinesinde işleme alınmışlardır. Bu işlem tek pasaj (enzim emdirme + çarpma/yoğurma etkili efektlendirme/kurutma) olarak uygulandığı gibi Çift pasaj (2 kere enzim emdirme + çarpma/yoğurma etkili efektlendirme/kurutma) olarak da gerçekleştirilmiştir. Defibrilasyon sonrası kumaşlar kontinu yıkama makinesine alınarak defibrilasyon işlemi sonlandırılmıştır.

Ayrıca defibrilasyon adımına ait çalışmalar kapsamında yakma defibrilasyon işlemi de test edilmiştir. Bu amaçla kumaşlar çift yüz direkt yakılarak 60m/dk üretim hızı ile defibrilasyon işlemi görmüşlerdir.

2.2.5. Sekonder Fibrilasyon

Bu adımda bir önceki adımda belirlenen koşullarda yakma-defibrilasyon olan kumaşlar kullanılmıştır. Yakma-defibrilasyon sonrasında düzgün elde edilmiş olan yüzeyin tekrardan fibrillenmesi hedeflenmiştir. Bunun için gerekli olan temel parametreler mekanik etki, sıcaklık ve çalışma ortamının bazikliğidir. Bunun yanında aktarılacak olan yumuşatıcı maddelerinin de lif elementlerinin daha kolay hareket etmesine olanak sağlayabileceği düşünülmüştür. Bu nedenle öncelikle laboratuar ortamında yapılan çalışmalarla çeşitli yumuşatıcıların sekonder fibrilasyon açısından etkileri incelenmiştir.

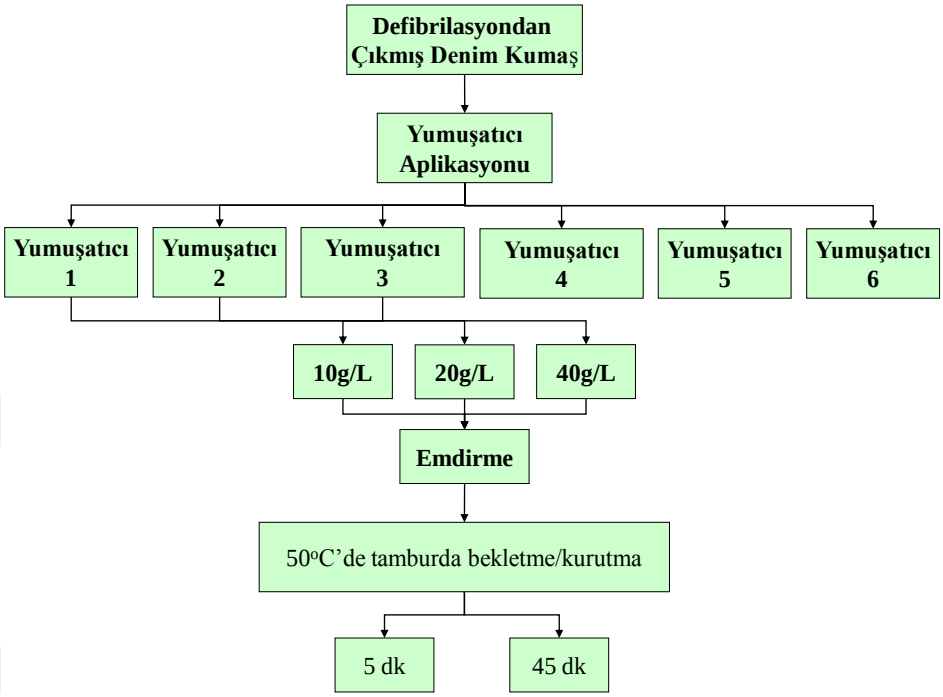
2.2.5.1. Sekonder Fibrilasyon Laboratuvar Çalışmaları

Öncelikle laboratuar ortamında farklı yumuşatıcılar kullanılarak meydana gelen fibrillenmenin durumu gözlemlenmeye çalışılmıştır. Bu amaçla seçilen yumuşatıcılar ve uygulanan deney planı aşağıda özetlenmiştir.

Tablo 2 4. Fibrilasyon adımında test edilen yumuşatıcılar

1 No'lu Yumuşatıcı	Amino fonksiyonel silikon yağının semi-mikro emülsiyonu (non-iyonik)
2 No'lu Yumuşatıcı	Amin modifiye polidimetilsiloksan (non-iyonik)
3 No'lu Yumuşatıcı	Polietilen dispersiyon (non-iyonik)
4 No'lu Yumuşatıcı	Polisiloksan bileşiği, (non-iyonik-hafif katyonik)
5 No'lu Yumuşatıcı	Non-iyonik yüzey aktif maddelerle karıştırılmış yağ asidi amid türevi (non-iyonik)
6 No'lu Yumuşatıcı	Hidrokarbon ve yağ türevlerinin dispersiyonu (katyonik)

Seçilen bu yumuşatıcılarla Şekil 2.4'de gösterildiği gibi farklı konsantrasyonlarda 2 farklı süre analiz edilmiştir. Laboratuar denemeleri emdirme (Af:%120) – 50^{o}C'de tambur kurutma makinesinde (ADC marka) kurutma şeklinde yürütülmüştür.



Şekil 2.4. Yumuşatıcı aplikasyonuna ait deney planı

Emdirme sonrası tamburda bekletme anında kumaşlar hızlı bir şekilde kuruduklarından dolayı 45 dk'lık işlem süresinin sağlanması için kumaşlar folyolanmış ve ardından tamburda işleme alınmıştır.

İşletme ölçeğinde çalışmalar adımında ise laboratuar ortamında farklı yumuşatıcılarla elde edilen denemeler çerçevesinde seçilen yumuşatıcı ile emdirme ardından açık en vaziyette çalışan çarpma/yoğurma etkili kontinü efektlendirme/kurutma makinesinde işleme alma çalışmalarının yürütülmesi ve bu amaçla 2 Numaralı yumuşatıcı ile 10 g/l konsantrasyonda çalışmanın uygun olabileceği düşünülmüştür

Bu laboratuar optimizasyonunuyla beraber işletme ortamında sekonder fibrilasyon için farklı uygulama yöntemleri analiz edilmiştir.

2.2.5.2. Sekonder Fibrilasyon İşletme Ölçeğinde Çalışmalar

Yakarak defibrile olan kumaşlar farklı yumuşatıcılarla laboratuar ortamında yapılan sekonder fibrilasyon denemeler ışığı altında işletme ölçeğinde farklı sekonder fibrilayon denemelerine alınmışlardır.

- **Açık en vaziyette çalışan çarpma/yoğurma etkili kontinü efektlendirme/kurutma makinesinde sadece su + dispergatör ve ıslatıcı ile işlem:**

İşletme ölçeğinde yapılan ilk sekonder fibrilasyon deneme grubunda öncelikle sadece su + dispergatör ve ıslatıcı ile emdirme ve açık en vaziyette çalışan çarpma/yoğurma etkili kontinü efektlendirme/kurutma makinesinde yoğurmanın testedilmesi düşünülmüştür. Bunun için Tablo 2.5'de verilen reçete ile emdirilen kumaşlar 50^{o}C'de tekrarlı pasajlar halinde işleme alınmışlardır.

Tablo 2.5. Sadece su + dispergatör ve ıslatıcı ile sekonder fibrilasyon işlemine ait reçete

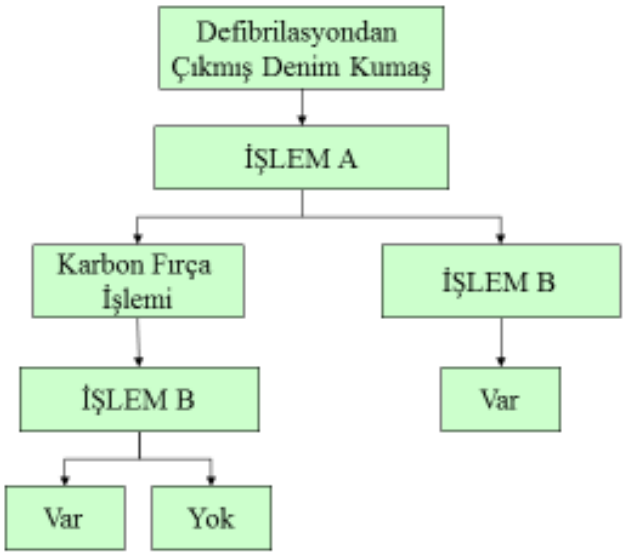
Makine Çalışma Hızı:	8 m/dk
Uygulama Sıcaklığı:	50 ^{o}C
Kalış Süresi:	2,8 dk
Emdirme reçetesi:	5 g/l Dispergatör 2 g/l Islatıcı

Çalışmada, kumaşlar tekrarlı olarak aynı flotte ile emdirilerek açık en vaziyette çalışan çarpma/yoğurma etkili kontinü efektlendirme/kurutma makinesinde dövülmüşlerdir. Buna göre kumaşlar toplamda 4 pasaj olacak şekilde yani 4 kere aynı işleme alınmışlardır.

- **Yumuşatıcı ile Emdirme/Sudan Geçirme ve karbon fırça kombinasyonları**

Çalışmanın bu kısmında kumaşların yumuşatıcı ile emdirilip açık en vaziyette çalışan çarpma/yoğurma etkili kontinü efektlendirme/kurutma makinesinde işleme alınmasının (İşlem A) ardından kumaşlar su + dispergatör ve ıslatıcı içeren banyo ile emdirilmiş ve sonrasında yine kontinü efektlendirme/kurutma makinesine (İşlem B) alınmışlardır. Öte yandan elde edilen efektlerin arttırılması için İşlem A'dan çıkan kumaşlar ayrıca karbon fırça işlemine alınmışlardır. Bu sayede mekanik etkinin de arttırılması planlanmıştır. Karbon fırça işlemi sonrası elde edilen efektleri geliştirmek için kumaşlar tekrardan

İşlem B'ye alınarak farklı kombinasyonların oluşturulması sağlanmıştır. Yapılan bu çalışmalara ait deney planı daha iyi anlaşılması için Şekil 2.5'de verilmiştir.



Şekil 2.5. Yumuşatıcı ile Emdirme/Sudan Geçirme ve karbon fırça kombinasyonuna ait deney planı

Şekil 2.5' e ait deney planı kapsamında kullanılan reçeteler Tablo 2.6'da belirtilmiştir.

Tablo 2.6. Yumuşatıcı ile Emdirme/Sudan Geçirme ve karbon fırça kombinasyonuna ait reçete

İŞLEM A	
Makine Çalışma Hızı:	8 m/dk
Uygulama Sıcaklığı:	50 ^{o}C
Kalış Süresi:	2,8 dk
Emdirme reçetesi:	10g/l 2 No'lu yumuşatıcı
İŞLEM B	
Makine Çalışma Hızı:	8 m/dk
Uygulama Sıcaklığı:	50 ^{o}C
Kalış Süresi:	2,8 dk
Emdirme reçetesi:	5 g/l Dispergatör 2 g/l Islatıcı
KARBON FIRÇA	
Fırça devir:	800 devir/dk
Makina hızı:	15m/dk

- **Açık en vaziyette çalışan çarpma/yoğurma etkili kontinü efektlendirme/kurutma makinesinde alkali ile işlem**

Alkali ortamın liflerin şişmelerini sağlayarak fibrillenmeyi geliştirdiği bilinmektedir. Fakat bu etki özellikle sulu ortamda mekanik etkinin de bulunduğu durumlarda belirgin olarak gerçekleşmektedir. Bu bağlamda kumaşlar açık en vaziyette çalışan çarpma/yoğurma etkili kontinü efektlendirme/kurutma makinesinde yoğurma işleminden önce alkali flotte ile emdirilmiş ardından bu makinede yoğurma işlemine alınmıştır. Bu işlem döngüsü ayrıca tekrarlanarak çift pasaj uygulama da test edilmiştir. Hem tek pasaj uygulamadan hem de çift pasaj uygulamadan çıkan kumaşlar kontinü yıkama makinesinde yıkanmışlardır. Tablo 2.7'de bu uygulamaya ait reçete detaylı bir şekilde bildirilmiştir.

Tablo 2.7. Alkali ile sekonder fibrilasyon işlemine ait ait reçete

Makine Çalışma Hızı:	8 m/dk
Uygulama Sıcaklığı:	80 ^{o}C
Kalış Süresi:	2,8 dk
Emdirme reçetesi:	8 g/l 48 ^{o}Bé NaOH
Yıkama (Tek pasaj ve Çift Pasaj uygulama sonrası tek sefer yapılmıştır.)	Kontinu yıkama makinesinde 85^{o}C'de 50m/dk üretim hızı ile gerçekleştirilmiştir.

- **Açık en vaziyette çalışan çarpma/yoğurma etkili kontinü efektlendirme/kurutma makinesinde peroksit ile işlem**

Bu kısımda yükseltgen maddelerin fibrillenme açısından sağlayacakları etkileri incelemek için kumaşlar Tablo 2.8' de detaylandırılan reçete ve uygulama koşulları ile işleme alınmışlardır. Bu amaçla yükseltgen madde olarak hidrojen peroksit seçilmiştir ve peroksit ile emdirilen kumaşlar tek pasaj Peroksit İle Emdirme + açık en vaziyette çalışan çarpma/yoğurma etkili kontinü efektlendirme/kurutma makinesinde yoğurma işlemine alındığı gibi bu işlem tekrarlanarak çift pasaj çalışmalarda sürdürülmüştür. Hem tek hem de çift pasaj işlemden çıkan kumaşlar kontinu yıkama makinesinde yıkanmışlardır.

Tablo 2.8. Peroksit ile sekonder fibrilasyon işlemine ait ait reçete

Makine Çalışma Hızı:	8 m/dk
Uygulama Sıcaklığı:	80 ^{o}C
Kalış Süresi:	2,8 dk
Emdirme reçetesi:	10 ml/l H_2O_2 (%35)
Yıkama (Tek pasaj ve Çift Pasaj uygulama sonrası tek sefer yapılmıştır.)	Kontinu yıkama makinesinde 85^{o}C'de 50m/dk üretim hızı ile gerçekleştirilmiştir.

- **Denim giysi yıkama ile işlem**

Bu çalışmada; yakarak defibrilasyondan çıkmış ardından çift pasaj olarak uygulanan su + dispergatör + ıslatıcı içeren flotte ile emdirilip **açık en vaziyette çalışan çarpma/yoğurma etkili kontinü efektlendirme/kurutma makinesinde** yoğrulmuş kumaşlardan dikilen paçalar rinse yıkamaya alınarak sekonder fibrilasyonun arttırılması planlanmıştır. Karşılaştırma yapmak için yakma defibrilasyondan çıkan kumaşlardan da paçalar dikilerek 30^{o}C'de 30dk boyunca dispergatör ve yumuşatıcı ile garment yıkama makinesinde yıkama işlemi (rinse yıkama) gerçekleştirilmiştir.

2.3. Değerlendirmede Kullanılan Deney ve Test Metodları

2.3.1. Renk ve Renk Verimliliği Tayini

Bütün çalışma adımlarında numunelerin ön ve arka yüzlerine ait CIE L*a*b* değerleri ve renk verimleri (K/S) (Kubelka Munk Denklemi) Konica Minolta 3600d marka spektrofotometrede D65 ışık kaynağı altında ve 10° bakış açısı ile ölçülmüştür.

2.3.2. Parlaklık Tayini (GU)

Denim kumaşların parlaklıkları Konica Minolta – Multi Gloss 268 Plus parlaklık ölçüm cihazı kullanılarak GU: Gloss Units cinsinden ölçülmüştür.

2.3.3. SEM (Taramalı Elektron Mikroskobu) Görüntü Analiz

Denim kumaşların yüzey görüntüleri ve analizleri üniversitemiz yerleşkesindeki Teknoloji Araştırma ve Uygulama Merkezi'nde bulunan LEO 440 marka SEM cihazı kullanılarak alınmıştır. Bu veriler tezin tartışma sonuç kısmında bulgular kısmından elde edilen verilerin yorumlanması için kullanılmıştır.

2.3.4. Kopma Mukavemeti

Instron 2519-107 marka test cihazı ile işlem aşamalarında kopma mukavemet ölçümleri yapılmıştır. Bu amaçla Test Methodu ASTM D 5334-95 standartı kullanılmıştır.

2.3.5. Boncuklanma Tayini

J.Heal Pilling Test Cihazı ile ISO 12945-01- Pilling Box Metodu yardımıyla gerçekleştirilmiştir.

2.3.6. Mikroskop ile Yüzey Fibrillenme Gözlemi

Farklı işlem adımlarından çıkan kumaşların Soif marka mikroskop ile 40x büyütme ile görüntüleri ve kumaş yüzeyindeki değişimleri analiz edilmiştir.

3. BÖLÜM

BULGULAR

Bu tez kapsamında %100 Lyocell esaslı denim kumaşın kontrollü fibrilasyonu için bölüm 2'de belirtilen çalışmalar/prosesler yürütülmüş ve her prosesss sonrasında kumaşlarda meydana gelen değişimler fiziksel testler, renk ve parlaklık ölçümleri alınarak analiz edilmek üzere bu bölümde sunulmuştur.

3.1. Yakma Haşıl Sökme Prosesi

Bölüm 2.2.1'de verilen proses ve reçeteler uygulanarak yakma ve haşıl sökme işlemleri tamamlanan kumaşların fiziksel testleri, renk verimlilikleri (K/S) Konica Minolta 3600d marka spektrofotometre de D65 ışık kaynağı altında ve 10° bakış açısı ile Kubelka Munk denklemine göre hesaplanmıştır ayrıca kumaşların renklerini analiz etmek için CIE L* a* b* değerleri ölçülmüştür, ölçüm sonuçları Tablo 3.1 ve Tablo 3.2'de verilmiştir.

Tablo 3.1. Haşıl sökme-yakma sonrası kumaşların fiziksel testleri

	Çözgü Kopma Mukavemeti (kgf)	Sıklık tel/cm	
		Atkı	Çözgü
Ham Denim	121	17	26
Yakılmış ve Haşıl Sökülmüş Denim	132	16	31

Tablo 3.2. Haşıl sökme-yakma sonrası kumaşların spektral özellikleri

	ÖN YÜZ						ARKA YÜZ					
	L*	a*	b*	C*	h^o	K/S	L*	a*	b*	C*	h^o	K/S
Ham Denim	31,39	0,24	-1,96	1,97	277,06	6,57	54,23	0	-0,67	0,67	269,95	1,38
Yakılmış ve Haşıl Sökülmüş Denim	31,7	0	-3,24	3,24	270,06	6,83	53,64	-1,16	-2,31	2,58	243,33	1,59

Kumaşların ayrıca parlaklıkları (GU: Gloss Units cinsinden) da ölçülerek Tablo 3.3' de belirtilmiştir. Tablo 3.4'de ise Haşıl sökme-yakma sonrası kumaşların mikroskop görüntüleri verilmiştir.

Tablo 3.3. Haşıl sökme-yakma sonrası kumaşların parlaklık (GU) değerleri

	ÖN YÜZ			**ARKA YÜZ**		
	20^o	**60^o**	**85^o**	**20^o**	**60^o**	**85^o**
Ham Denim	0,1	0,7	0,9	0,3	1,6	1,5
Yakılmış ve haşıl sökülmüş Denim	0,1	0,6	0,8	0,3	1,4	1,2

Tablo 3.4. Haşıl sökme-yakma sonrası kumaşların mikroskop görüntüleri

Ham Denim	Yakılmış ve haşıl sökülmüş Denim
	

3.2. Kostikleme/Merserizasyon Adımı

3.2.1. Kostikleme/Merserizasyon Prosesi Laboratuvar Çalışmaları

Denim kumaşın Kostikleme/Merserizasyon ön işlemini yapmak için Bölüm 2.2.2.1'de yer alan deney planı ve reçeteler uygulanmış laboratuvar çalışmaları sonrası kumaşlarda meydana gelen mukavemet kayıpları, sıklık değişimleri, CIE L*a*b* renk değerleri, K/S renk verimlilikleri ve parlaklıkları ölçülmüş ve mikroskop fotoğrafları alınmıştır.

Tablo 3.5 ve 3.6'da kumaşların ön ve arka yüzlerine ait spektral ölçümler sunulmuştur.

Tablo 3.5. Farklı merserizasyon/kostikleme işlemleri sonrası kumaşların spektral özellikleri

			ÖN YÜZ						ARKA YÜZ					
			L*	a*	b*	C*	h°	K/S	L*	a*	b*	C*	h°	K/S
Ham Denim			31,39	0,24	-1,96	1,97	277,06	6,57	54,23	0	-0,67	0,67	269,95	1,38
Yakılmış ve Haşıl Sökülmüş Denim			31,7	0	-3,24	3,24	270,06	6,83	53,64	-1,16	-2,31	2,58	243,33	1,59
30 °C	7 Bé°	5 sn	22,97	0,69	-9	9,02	274,41	14,99	51,67	-0,46	-2,88	2,92	260,95	1,75
		30 sn	21,15	0,73	-9,16	9,19	274,53	17,67	51,15	-0,49	-2,95	2,99	260,49	1,82
		60 sn	20,87	0,73	-8,59	8,62	274,83	18,02	51,22	-0,38	-2,84	2,87	262,29	1,79
		180 sn	20,98	0,77	-8,26	8,3	275,3	17,6	51,65	-0,38	-3,12	3,14	262,99	1,76
		300 sn	21,22	0,85	-8,35	8,39	275,8	17,26	52,5	-0,44	-2,2	2,24	258,77	1,63
	10 Bé°	5 sn	22,65	0,53	-7,84	7,86	273,86	15,25	53,92	-0,56	-1,75	1,84	252,28	1,48
		30 sn	22,17	0,48	-7,46	7,47	273,71	15,91	52,4	-0,5	-2,02	2,08	256,11	1,65
		60 sn	22,12	0,48	-7,63	7,65	273,6	16,08	52,74	-0,43	-2,14	2,19	258,56	1,61
		180 sn	21,31	0,57	-7,75	7,77	274,19	17,33	53,8	-0,45	-1,77	1,83	255,81	1,49
		300 sn	22,97	0,4	-6,95	6,96	273,28	14,79	53,19	-0,45	-1,92	1,97	256,9	1,56
	14 Bé°	5 sn	23,17	0,43	-7,68	7,7	273,22	14,54	52,48	-0,49	-2,26	2,32	257,69	1,64
		30 sn	23,12	0,39	-7,74	7,75	272,92	14,64	52,9	-0,58	-2,12	2,2	254,59	1,6
		60 sn	21,66	0,52	-7,38	7,39	274,05	16,56	52,44	-0,4	-1,78	1,82	257,33	1,62
		180 sn	21,79	0,64	-8,39	8,41	274,39	16,44	52,59	-0,45	-2,05	2,1	257,75	1,61
		300 sn	23,13	0,47	-7,85	7,87	273,43	14,74	52,72	-0,47	-2,25	2,3	258,08	1,61
	18 Bé°	5 sn	22,78	0,31	-7,75	7,76	272,32	15,2	52,31	-0,64	-2,65	2,73	256,51	1,68
		30 sn	23,63	0,21	-7,4	7,41	271,66	14,21	50,76	-0,72	-2,19	2,31	251,79	1,86
		60 sn	22,98	0,29	-7,56	7,57	272,16	15,14	51,04	-0,58	-2,22	2,3	255,46	1,82
		180 sn	21,98	0,28	-7,74	7,74	272,08	16,56	50,86	-0,5	-2,34	2,39	258	1,83
		300 sn	21,02	0,48	-7,88	7,9	273,5	17,81	51,81	-0,54	-1,67	1,75	252,19	1,7
	22 Bé°	5 sn	23,62	0,31	-8,21	8,22	272,17	14,35	51,39	-0,63	-2,95	3,02	257,92	1,8
		30 sn	22,61	0,37	-8,07	8,08	272,59	15,57	52,42	-0,71	-2,74	2,83	255,4	1,68
		60 sn	22	0,35	-8,24	8,24	272,41	16,74	50,43	-0,67	-2,38	2,48	254,25	1,91
		180 sn	21,15	0,31	-7,78	7,79	272,27	17,88	50,19	-0,83	-2,14	2,3	248,73	1,95
		300 sn	20,97	0,26	-7,59	7,6	272	18,1	50,27	-0,48	-2,43	2,47	258,81	1,92
	26 Bé°	5 sn	23,04	0,42	-8,51	8,52	272,85	14,99	51,58	-0,52	-2,65	2,7	258,9	1,76
		30 sn	22,67	0,21	-7,27	7,27	271,68	15,3	52,62	-0,64	-2,91	2,98	257,5	1,66
		60 sn	21,89	0,14	-7,73	7,73	271	16,74	51,8	-0,71	-1,98	2,11	250,17	1,72
		180 sn	21,68	0,26	-7,68	7,69	271,9	16,81	50,73	-0,55	-2,45	2,51	257,33	1,86
		300 sn	21,58	0,55	-8,7	8,72	273,65	17,13	50,88	-0,5	-1,98	2,04	255,87	1,82
50 °C	7 Bé°	5 sn	22,07	0,75	-8,86	8,89	274,83	16,2	51,38	-0,48	-2,61	2,66	259,67	1,78
		30 sn	22,16	0,67	-8,63	8,66	274,41	16,14	51,84	-0,55	-2,85	2,9	259	1,73
		60 sn	21,62	0,82	-9,27	9,31	275,05	17	52,06	-0,4	-3,16	3,18	262,87	1,71
		180 sn	21,21	0,73	-7,86	7,89	275,27	17,13	52,52	-0,31	-2,72	2,74	263,43	1,64
		300 sn	22,24	0,69	-7,99	8,02	274,97	15,85	52,65	-0,41	-2,49	2,52	260,66	1,63
	10 Bé°	5 sn	21,73	0,65	-8,45	8,48	274,37	16,62	52,35	-0,46	-2,53	2,58	259,68	1,65
		30 sn	21,69	0,64	-8,5	8,53	274,27	16,68	53,58	-0,64	-2,26	2,35	254,23	1,53
		60 sn	21,37	0,67	-8,41	8,43	274,54	17,13	53,03	-0,48	-2,13	2,18	257,4	1,57
		180 sn	20,87	0,67	-8,33	8,36	274,63	18,1	52,63	-0,36	-1,83	1,87	258,78	1,6
		300 sn	21,25	0,73	-8,31	8,34	275,04	17,33	52,63	-0,32	-2,22	2,24	261,9	1,6
	14 Bé°	5 sn	22,13	0,72	-8,93	8,96	274,58	16,26	52,62	-0,43	-2,43	2,46	259,97	1,62
		30 sn	22,64	0,35	-7,02	7,03	272,88	15,04	54,14	-0,45	-1,72	1,78	255,42	1,45
		60 sn	22,2	0,5	-7,78	7,8	273,7	15,68	52,73	-0,39	-2	2,03	258,96	1,59

Tablo 3.5. (Devamı) Farklı merserizasyon/kostikleme işlemleri sonrası kumaşların spektral özellikleri

		180 sn	22,07	0,48	-7,36	7,38	273,75	15,91	53,66	-0,48	-1,69	1,76	254,33	1,5
		300 sn	22,62	0,46	-6,99	7,01	273,79	15,14	54,06	-0,42	-1,97	2,01	258,02	1,46
	18 Bé°	**5 sn**	21,99	0,49	-7,79	7,8	273,58	16,32	52,9	-0,48	-2,06	2,12	256,94	1,6
		30 sn	23,52	0,26	-7,43	7,44	271,99	14,31	52,38	-0,63	-1,93	2,03	251,92	1,65
		60 sn	22,4	0,3	-7,88	7,89	272,16	15,96	51,63	-0,52	-1,8	1,88	254,01	1,72
		180 sn	22,04	0,33	-7,83	7,84	272,41	16,44	53,09	-0,56	-1,93	2,01	253,69	1,58
		300 sn	20,22	0,57	-8,49	8,51	273,85	19,34	53,19	-0,45	-2,23	2,28	258,65	1,56
	22 Bé°	**5 sn**	22,47	0,49	-7,32	7,34	273,85	15,36	52,55	-0,45	-1,68	1,74	254,93	1,61
		30 sn	23,86	0,4	-7,15	7,16	273,18	13,55	52,28	-0,33	-1,72	1,75	259,26	1,63
		60 sn	22,42	0,53	-7,99	8,01	273,79	15,79	52,68	-0,37	-1,96	2	259,38	1,6
		180 sn	21,36	0,58	-8,35	8,37	273,95	17,6	54,05	-0,41	-1,93	1,97	258	1,47
		300 sn	21,78	0,52	-7,93	7,95	273,79	16,74	52,33	-0,31	-1,98	2,01	261,02	1,64
	26 Bé°	**5 sn**	22,21	0,39	-7,8	7,81	272,85	15,96	51,64	-0,57	-2,52	2,58	257,18	1,74
		30 sn	22,38	0,22	-7,05	7,06	271,81	15,63	51,5	-0,61	-2,05	2,14	253,48	1,75
		60 sn	21,76	0,23	-7,58	7,58	271,77	16,81	52,11	-0,68	-2,28	2,38	253,42	1,7
		180 sn	20,63	0,47	-7,48	7,5	273,63	18,02	51,98	-0,64	-1,87	1,98	251,01	1,69
		300 sn	21,64	0,23	-7,35	7,36	271,76	16,87	51,89	-0,66	-2,08	2,19	252,52	1,71

Tablo 3.6. Farklı merserizasyon/kostikleme işlemleri sonrası kumaşların parlaklık (GU) değerleri

			ÖN YÜZ			**ARKA YÜZ**		
			20°	**60°**	**85°**	**20°**	**60°**	**85°**
Ham Denim			0,1	0,7	0,9	0,3	1,6	1,5
Yakılmış ve Haşıl Sökülmüş Denim			0,1	0,6	0,8	0,3	1,4	1,2
30 °C	**7 Bé°**	**5 sn**	0	0,3	0,6	0,3	1,3	0,7
		30 sn	0	0,3	0,4	0,3	1,2	0,7
		60 sn	0	0,3	0,4	0,3	1,3	0,7
		180 sn	0	0,3	0,4	0,3	1,3	0,5
		300 sn	0	0,3	0,4	0,3	1,3	0,7
	10 Bé°	**5 sn**	0	0,3	0,4	0,3	1,3	0,6
		30 sn	0	0,2	0,4	0,3	1,3	0,7
		60 sn	0	0,2	0,4	0,3	1,3	0,6
		180 sn	0	0,2	0,4	0,3	1,3	0,6
		300 sn	0	0,3	0,4	0,3	1,4	0,9
	14 Bé°	**5 sn**	0	0,3	0,4	0,3	1,3	0,7
		30 sn	0	0,2	0,4	0,3	1,3	0,5
		60 sn	0	0,2	0,4	0,3	1,2	0,6
		180 sn	0	0,2	0,4	0,3	1,3	0,7
		300 sn	0	0,1	0,5	0,3	1,3	0,6
	18 Bé°	**5 sn**	0	0,3	0,4	0,2	1,1	0,4
		30 sn	0	0,3	0,2	0,2	1	0,4
		60 sn	0	0,2	0,3	0,2	1,1	0,5
		180 sn	0	0,2	0,4	0,3	1,1	0,7
		300 sn	0	0,1	0,2	0,3	1,1	0,7
	22 Bé°	**5 sn**	0	0,3	0,4	0,2	1,1	0,5
		30 sn	0	0,3	0,4	0,2	1,1	0,4
		60 sn	0	0,3	0,4	0,2	1,1	0,7

Tablo 3.6. (Devamı) Farklı merserizasyon/kostikleme işlemleri sonrası kumaşların parlaklık (GU) değerleri

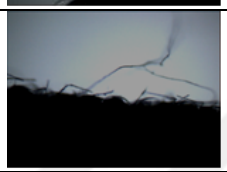
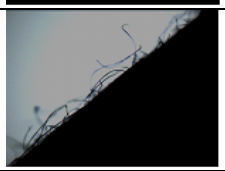
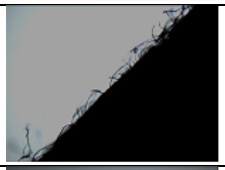
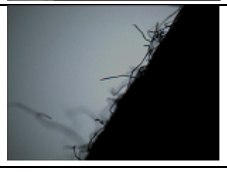
		180 sn	0	0,3	0,2	0,2	1,1	0,7
		300 sn	0	0,3	0,4	0,2	1,1	0,5
	26 Bé°	**5 sn**	0	0,3	0,4	0,2	1,1	0,6
		30 sn	0	0,3	0,3	0,3	1,1	0,6
		60 sn	0	0,2	0,3	0,3	1,2	0,7
		180 sn	0	0,3	0,3	0,2	1,1	0,7
		300 sn	0	0,2	0,2	0,3	1,1	0,6
50 °C	**7 Bé°**	**5 sn**	0	0,3	0,4	0,3	1,3	0,7
		30 sn	0	0,2	0,4	0,3	1,2	0,5
		60 sn	0	0,3	0,4	0,3	1,1	0,4
		180 sn	0	0,3	0,4	0,3	1,3	0,6
		300 sn	0	0,3	0,4	0,3	1,3	0,6
	10 Bé°	**5 sn**	0	0,2	0,4	0,3	1,2	0,5
		30 sn	0	0,1	0,4	0,3	1,3	0,6
		60 sn	0	0,2	0,4	0,3	1,3	0,6
		180 sn	0	0,3	0,4	0,3	1,3	0,7
		300 sn	0	0,1	0,4	0,3	1,3	0,5
	14 Bé°	**5 sn**	0	0,2	0,4	0,3	1,3	0,7
		30 sn	0	0,2	0,4	0,3	1,4	0,9
		60 sn	0	0,2	0,3	0,3	1,1	0,5
		180 sn	0	0,2	0,4	0,3	1,3	0,7
		300 sn	0	0,2	0,4	0,3	1,3	0,8
	18 Bé°	**5 sn**	0	0,3	0,4	0,3	1,3	0,7
		30 sn	0	0,2	0,3	0,3	1,2	0,6
		60 sn	0	0,2	0,3	0,2	1,1	0,7
		180 sn	0	0,1	0,3	0,3	1,2	0,7
		300 sn	0	0,2	0,4	0,3	1,3	0,7
	22 Bé°	**5 sn**	0	0,3	0,4	0,3	1,3	0,6
		30 sn	0	0,3	0,4	0,3	1,3	0,7
		60 sn	0	0,2	0,4	0,3	1,3	0,7
		180 sn	0	0,2	0,4	0,3	1,2	0,7
		300 sn	0	0,2	0,4	0,3	1,3	0,7
	26 Bé°	**5 sn**	0	0,3	0,4	0,3	1,1	0,5
		30 sn	0	0,2	0,4	0,2	1,1	0,7
		60 sn	0	0,3	0,4	0,3	1,1	0,7
		180 sn	0	0,2	0,4	0,3	1,1	0,7
		300 sn	0	0,2	0,4	0,2	1,1	0,7

Bu verilerin haricinde kumaşların ayrıca mukavemetleri, sıklıkları ve mikroskop altındaki görüntüleri de alınmıştır. Tablo 3.7 ve Tablo 3.8'de bulgular belirtilmiştir.

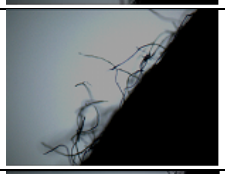
Tablo 3.7. Farklı merserizasyon/kostikleme işlemleri sonrası kumaşların mekanik özellikleri

			Çözgü Kopma Mukavemeti (kgf)	Atkı Sıklık(tel/cm)	Çözgü Sıklık(tel/cm)
Ham Denim			121	17	26
Yakılmış ve Haşıl Sökülmüş Denim			132	16	31
30 °C	**7 Bé°**	**5 sn**	110,8	23	33
		30 sn	107,3	21	31
		60 sn	112,5	21	31
		180 sn	110,9	22	30
		300 sn	110,4	21	33
	10 Bé°	**5 sn**	117	22	26
		30 sn	111	21	29
		60 sn	103,2	21	28
		180 sn	110	23	29
		300 sn	110	19	27
	14 Bé°	**5 sn**	89	22	30
		30 sn	83,25	20	27
		60 sn	104,5	21	30
		180 sn	100	22	30
		300 sn	97,6	21	29
	18 Bé°	**5 sn**	107	21	29
		30 sn	111	22	29
		60 sn	84,65	22	29
		180 sn	88,63	23	33
		300 sn	94,27	24	34
	22 Bé°	**5 sn**	97	20	29
		30 sn	103	21	33
		60 sn	105	20	35
		180 sn	104	22	36
		300 sn	84,39	23	33
	26 Bé°	**5 sn**	91,3	21	36
		30 sn	58,6	22	33
		60 sn	100	21	35
		180 sn	99	22	31
		300 sn	69	22	33
50 °C	**7 Bé°**	**5 sn**	105,4	20	28
		30 sn	109	22	30
		60 sn	113,8	21	32
		180 sn	113,4	20	31
		300 sn	108,9	21	33
	10 Bé°	**5 sn**	103	20	27
		30 sn	101,6	20	30
		60 sn	103,7	21	28
		180 sn	95,51	22	28
		300 sn	99,3	21	28
	14 Bé°	**5 sn**	107,4	20	30
		30 sn	97,23	21	29
		60 sn	98,17	22	30
		180 sn	95	23	30
		300 sn	96,83	21	30
	18 Bé°	**5 sn**	112,9	21	32
		30 sn	110	23	32
		60 sn	99,42	23	33
		180 sn	96,68	24	34
		300 sn	99	23	35
	22 Bé°	**5 sn**	100	21	31
		30 sn	96	20	34
		60 sn	103	20	31
		180 sn	100	23	35
		300 sn	93	22	33
	26 Bé°	**5 sn**	91,37	20	33
		30 sn	87,5	22	33
		60 sn	89	22	36
		180 sn	86	23	35
		300 sn	95	24	37

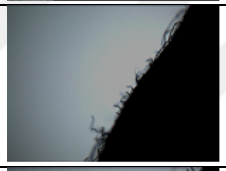
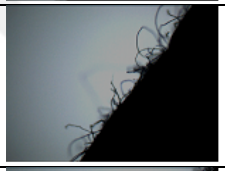
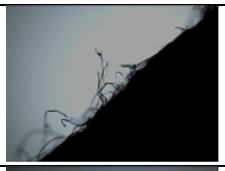
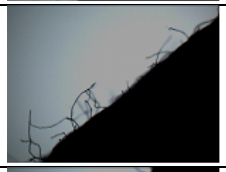
Tablo 3.8. Farklı merserizasyon/kostikleme işlemleri sonrası kumaşların mikroskop görüntüleri

30 °C		Mikroskop Görüntüsü	50 °C		Mikroskop Görüntüsü
7 Bé°	5 sn		7 Bé°	5 sn	
	30 sn			30 sn	
	60 sn			60 sn	
	180 sn			180 sn	
	300 sn			300 sn	
10 Bé°	5 sn		10 Bé°	5 sn	
	30 sn			30 sn	
	60 sn			60 sn	
	180 sn			180 sn	

Tablo 3.8. (Devamı) Farklı merserizasyon/kostikleme işlemleri sonrası kumaşların mikroskop görüntüleri

	300 sn			**300 sn**	
14 Bé°	**5 sn**		**14 Bé°**	**5 sn**	
	30 sn			**30 sn**	
	60 sn			**60 sn**	
	180 sn			**180 sn**	
	300 sn			**300 sn**	
18 Bé°	**5 sn**		**18 Bé°**	**5 sn**	
	30 sn			**30 sn**	
	60 sn			**60 sn**	
	180 sn			**180 sn**	
	300 sn			**300 sn**	

Tablo 3.8. (Devamı) Farklı merserizasyon/kostikleme işlemleri sonrası kumaşların mikroskop görüntüleri

22 Bé°	5 sn		22 Bé°	5 sn	
	30 sn			30 sn	
	60 sn			60 sn	
	180 sn			180 sn	
	300 sn			300 sn	
26 Bé°	5 sn		26 Bé°	5 sn	
	30 sn			30 sn	
	60 sn			60 sn	
	180 sn			180 sn	
	300 sn			300 sn	

Bölüm 2.2.2.1'de belirtildiği gibi 50 ^{O}C'de 7-10-22 Bé° NaOH konsantrasyonlarında liflerin şişmesi ve alkali ile muamele için kumaşlar alkalide 5 saniye kalacak şekilde ayarlandığı çalışma hızlarında denemeler numune merserize makinesinde tekrarlanmış

ve bu sayede işletme koşullarına daha uygun ve işletmeyi simule edebilecek kabiliyetteki sistemlerde de çalışmalar yürütülmüştür. Bu amaçla yürütülen denemelere ait bulgular Tablo 3.9-3.11'de özetlenmiştir.

Tablo 3.9. 50 ^{O}C'de 5sn'de numune merserize makinasında gerçekleştirilen işlemler sonrası kumaşların spektral özellikleri

	ÖN YÜZ						ARKA YÜZ					
	L*	**a***	**b***	**C***	**h^{0}**	**K/S**	**L***	**a***	**b***	**C***	**h^{0}**	**K/S**
7 Bé°	25,96	0,59	-6,06	6,09	275,52	11,04	53,42	-0,57	-2,23	2,31	255,56	1,56
10 Bé°	25,57	0,59	-5,87	5,9	275,76	11,34	52,94	-0,45	-2,33	2,37	259,06	1,6
22 Bé°	28,28	0,22	-4,76	4,76	272,66	8,97	51,22	-0,72	-2,33	2,43	252,84	1,84

Merserizasyon sonrası kumaşlarda test edilen diğer bir özellik ise parlaklık değerleridir. Parlaklık ölçümleri Tablo 3.10'da gösterilmiştir. Tablo 3.11'de kumaşların fiziksel test sonuçları paylaşılmıştır.

Tablo 3.10. 50 ^{O}C'de 5sn'de numune merserize makinasında gerçekleştirilen işlemleri sonrası kumaşların parlaklık (GU) değerleri

	ÖN YÜZ			**ARKA YÜZ**		
	20^{0}	**60^{0}**	**85^{0}**	**20^{0}**	**60^{0}**	**85^{0}**
7 Bé°	0,1	0,4	0,4	0,3	1,3	0,9
10 Bé°	0	0,4	0,5	0,3	1,3	0,9
22 Bé°	0,1	0,6	0,7	0,2	1,1	0,9

Tablo 3.11. 50 ^{o}C'de 5sn'de numune merserize makinasında gerçekleştirilen işlemler sonrası kumaşların fiziksel test sonuçları

	Çözgü Kopma Mukavemeti (kgf)	**Gramaj**	**Boncuklanma**
7 Bé°	122 kgf	286 g/m^{2}	4
10 Bé°	122 kgf	276 g/m^{2}	4
22 Bé°	124 kgf	297 g/m^{2}	4,5

3.2.2 İşletme Ölçeğinde Kostikleme/Merserizasyon Çalışması

Laboratuvar çalışmaları sonunda geliştirilen kostikleme/merserizasyon reçetesi ile lyocell esaslı denim kumaşlar Bölüm 2.2.2.2'de belirtilen şartlarda işletme ölçeğinde 10 Bé° NaOH konsantrasyonu ile 5 sn 40°C'de işleme alınmışlardır. Kumaşların fiziksel test sonuçları Tablo 3.12'de, mikroskop görüntüleri ise Tablo 3.13'de belirtilmiştir.

Tablo 3.12. Geliştirilen merserize/kostikleme işlemi sonrası kumaşın mekanik özellikleri

	Çözgü Kopma Mukavemeti (kgf)	Sıklık tel/cm	
		Atkı	Çözgü
Ham Denim	121	17	26
Yakılmış ve Haşıl Sökülmüş Denim	132	16	31
Merserize Sonrası	106	15	28

Tablo 3.13. Geliştirilen merserize/kostikleme işlemi sonrası kumaşların mikroskop görüntüleri

Ham Denim	**Yakılmış ve Haşıl Sökülmüş Denim**	**Merserize Sonrası**
		

3.3. Primer Fibrilasyon Prosesi

Denim kumaşın, primer fibrilasyonu için Bölüm 2.2.3.'de yer alan deney planı ve reçeteler uygulanmıştır. Çalışma sonrasında kumaşta meydana gelen değişimleri analiz etmek için merserize sonrası ve I. ve II. Uygulama Primer Fibrilasyon sonrası elde edilen numunelere ait mukavemet, boncuklanma değerleri ve sıklık değişimleri incelenmiş ve Tablo 3.14' de detaylandırılmıştır.

Tablo 3.14. I. ve II. Uygulama Primer fibrilasyon sonrası kumaş fiziksel özellikleri

	Kopma Mukavemeti (kgf)		Sıklık (tel/cm)		Boncuklanma değeri
	Çözgü	Atkı	Çözgü	Atkı	
Merserize Sonrası	106	66	28	15	4-5
I. Uygulama Primer Fibrilasyon Sonrası	85	62	29	17	4
II. Uygulama Primer Fibrilasyon Sonrası	94	65	29	17	4

Ayrıca kumaşların mekanik özellikleri yanında kumaşın renk değişimlerini ve parlaklık kaymalarını analiz etmek için kumaşlara spektral ölçümler uygulanmış ve elde edilen sonuçlar Tablo 3.15-3.16'da detaylandırılmıştır. Tablo 3.17'de ise mikroskop görüntüleri paylaşılmıştır.

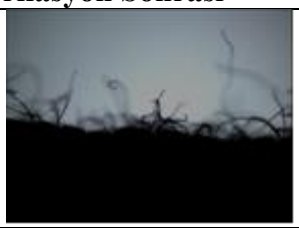
Tablo 3. 15. I. ve II. Uygulama Primer fibrilasyon sonrası kumaş spektral ölçüm değerleri

	ÖN YÜZ						ARKA YÜZ					
	L*	**a***	**b***	**C***	**h°**	**K/S**	**L***	**a***	**b***	**C***	**h°**	**K/S**
Ham Denim	31,39	0,24	-1,96	1,97	277,06	6,57	54,23	0	-0,67	0,67	269,95	1,38
Yakma Haşıl Sökme Sonrası	31,7	0	-3,24	3,24	270,06	6,83	53,64	-1,16	-2,31	2,58	243,33	1,59
Merserizasyon Sonrası	31,17	0,2	-4,65	4,65	272,49	7,21	53,48	-1,01	-2,65	2,83	249,2	1,61
I. Uygulama Primer Fibrilasyon Sonrası	28,31	0,14	-6,16	6,16	271,34	9,48	48,66	-1,65	-5,31	5,56	252,73	2,49
II. Uygulama Primer Fibrilasyon Sonrası	27,59	0,36	-5,15	5,16	274,05	9,59	50,39	-1,15	-3,58	3,76	252,22	2,05

Tablo 3.16. Farklı Primer fibrilasyon uygulamaları sonrası kumaşa ait parlaklık ölçüm değerleri (GU)

	ÖN YÜZ			ARKA YÜZ		
	20°	**60°**	**85°**	**20°**	**60°**	**85°**
Ham Denim	0,1	0,7	0,9	0,3	1,6	1,5
Yakma Haşıl Sökme Sonrası	0,1	0,6	0,8	0,3	1,4	1,2
Merserizasyon Sonrası	0,1	0,6	0,9	0,4	1,5	1,2
I. Uygulama Primer Fibrilasyon Sonrası	0,1	0,4	0,4	0,2	1,1	0,9
II. Uygulama Primer Fibrilasyon Sonrası	0,1	0,4	0,4	0,2	1,1	0,9

Tablo 3. 17. Farklı Primer fibrilasyon uygulamaları sonrası kumaşa ait mikroskop görüntüleri

Merserize Sonrası	**I. Uygulama Primer Fibrilasyon Sonrası**	**II. Uygulama Primer Fibrilasyon Sonrası**
		

3.4. Defibrilasyon Prosesi

3.4.1. Defibrilasyon Prosesi Laboratuar Çalışmaları

Denim kumaşın defibrilasyon işlemi için primer fibrilasyon işlemi uygulanan denim kumaşa Bölüm 2.2.4.1 'de yer alan deney planı ve reçeteler uygulanmıştır. Denemeler sonrası kumaşlarda meydana gelen değişimleri analiz etmek üzere kumaşların %

mukavemet değerleri (Eşitlik 3.1 yardımıyla) boncuklanma dereceleri ve sıklıkları ölçülmüş, mikroskop görüntüleri ile yüzey özellikleri analiz edilmiştir.

Eşitlik 3.1: $$\% \text{ Mukavemet} = 100 \times \frac{\text{Enzimatik Defibrilasyon Sonrası Mukavemet}}{\text{Enzimatik Defibrilasyon Öncesi Mukavemet}}$$

Tablo 3.18'de defibrilasyon işlem sonrası kumaşlara ait mukavemet ve sıklık ölçümleri verilmiştir.

Tablo 3.18. Farklı tip selülaz enzimleri kullanılarak laboratuvar ortamındaki enzimatik defibrilasyon sonrası kumaşlara ait fiziksel özellikler

			% Kopma Mukavemeti (Çözgü)	**Sıklık (tel/cm)**	
				Çözgü	**Atkı**
II. Uygulama Primer Fibrilasyon Sonrası			100	29	17
Cellusoft LT 19500 L	**10 g/l**	**5 dk**	82	29	18
	30 g/l		76	27	18
	50 g/l		74	29	18
	10 g/l	**45 dk**	79	29	18
	30 g/l		62	29	18
	50 g/l		58	29	18
Cellusoft CR	**10 g/l**	**5 dk**	96	29	18
	30 g/l		80	29	18
	50 g/l		81	29	18
	10 g/l	**45 dk**	83	29	18
	30 g/l		71	29	18
	50 g/l		72	29	17
Cellusoft L Ultra Conc	**10 g/l**	**5 dk**	89	29	18
	30 g/l		90	29	18
	50 g/l		82	29	18
	10 g/l	**45 dk**	86	29	18
	30 g/l		81	29	18
	50 g/l		68	29	18

Enzimatik defibrilasyon sonrası kumaşların spektral değişimlerini analiz etmek için ayrıca kumaşlara ait renk ölçümleri alınmış bulgular Tablo 3.19'da belirtilmiştir.

Tablo 3.19. Farklı tip selülaz enzimleri kullanılarak laboratuvar ortamındaki enzimatik defibrilasyon sonrası kumaşlara ait spektral ölçüm değerleri

			ÖN YÜZ						ARKA YÜZ					
			L*	**a***	**b***	**C***	**h°**	**K/S**	**L***	**a***	**b***	**C***	**h°**	**K/S**
Ham Denim			31,39	0,24	-1,96	1,97	277,06	6,57	54,23	0	-0,67	0,67	269,95	1,38
Yakma Haşıl Sökme Sonrası			31,7	0	-3,24	3,24	270,06	6,83	53,64	-1,16	-2,31	2,58	243,33	1,59
Merserizasyon Sonrası			31,17	0,2	-4,65	4,65	272,49	7,21	53,48	-1,01	-2,65	2,83	249,2	1,61
II. Uygulama Primer Fibrilasyon Sonrası			27,59	0,36	-5,15	5,16	274,05	9,59	50,39	-1,15	-3,58	3,76	252,22	2,05
5 dakika	**Cellusoft CR**	**10 g/l**	25,26	0,51	-6,43	6,45	274,57	11,87	49,51	-1,05	-4,12	4,25	255,69	2,19
		30 g/l	25,72	0,37	-6,63	6,64	273,24	11,55	48,23	-1,34	-4,93	5,11	254,74	2,48
		50g/l	25,51	0,33	-6,94	6,95	272,76	11,84	46,16	-1,59	-5,99	6,2	255,16	2,99
	Cellusoft L Ultra Conc	**10 g/l**	25,94	0,17	-6,47	6,47	271,5	11,52	45,37	-1,77	-6,03	6,28	253,66	3,16
		30 g/l	25,68	0,23	-6,37	6,37	272,07	11,58	45,78	-1,67	-5,39	5,64	252,81	3,05
		50g/l	25,69	0,26	-6,02	6,03	272,47	11,61	45,01	-1,66	-5,26	5,52	252,52	3,18
	Cellusoft LT	**10 g/l**	25,43	0,35	-6,52	6,53	273,1	11,81	45,87	-1,61	-5,69	5,91	254,23	3,03
		30 g/l	25,11	0,39	-6,85	6,86	273,28	12,25	44,66	-1,84	-6,44	6,7	254,09	3,39
		50g/l	25,66	0,43	-5,98	6	274,15	11,46	48,06	-1,6	-4,94	5,19	252,07	2,57
45 dakika	**Cellusoft CR**	**10 g/l**	26,59	0,6	-6,9	6,93	274,96	10,57	49,15	-1,29	-4,99	5,15	255,45	2,31
		30 g/l	26,07	0,71	-7,53	7,57	275,42	11,13	48,07	-1,35	-5,67	5,82	256,63	2,53
		50g/l	25,98	0,64	-6,77	6,8	275,43	10,98	48,91	-1,33	-5,61	5,76	256,66	2,39
	Cellusoft L Ultra Conc	**10 g/l**	26,13	0,16	-7,36	7,37	271,27	11,74	44,62	-1,84	-7,41	7,63	256,04	3,49
		30 g/l	25,79	0,28	-7,49	7,5	272,14	12,04	44,67	-2,01	-7,48	7,74	254,93	3,57
		50g/l	25,07	0,09	-5,93	5,93	270,89	12,18	44,28	-1,98	-6,35	6,65	252,68	3,49
	Cellusoft LT	**10 g/l**	25,51	0,32	-7,04	7,05	272,59	12,04	46,87	-1,72	-6,5	6,72	255,2	2,89
		30 g/l	26,88	0,21	-7,4	7,4	271,65	11,07	47,24	-1,69	-6,28	6,5	254,94	2,82
		50g/l	26,63	0,32	-7,25	7,26	272,51	11,07	47,04	-1,66	-6,39	6,6	255,47	2,87

Defibrilasyon işlemleri sonrasında kumaşta meydana gelen renk değişimlerinin yanında çalışmada ayrıca parlaklık analizleri de gerçekleştirilmiş ve Tablo 3.20' de elde edilen sonuçlar özetlenmiştir.

Tablo 3.20. Farklı tip selülaz enzimleri kullanılarak laboratuvar ortamındaki enzimatik defibrilasyon sonrası kumaşlara ait parlaklık ölçüm değerleri (GU)

			ÖN YÜZ			ARKA YÜZ		
			20º	60º	85º	20º	60º	85º
Ham Denim			0,1	0,7	0,9	0,3	1,6	1,5
Yakılmış ve haşıl sökülmüş Denim			0,1	0,6	0,8	0,3	1,4	1,2
Merserizasyon Sonrası			0,1	0,6	0,9	0,4	1,5	1,2
II. Uygulama Primer Fibrilasyon Sonrası			0,1	0,4	0,4	0,2	1,1	0,9
45 dakika	**Cellusoft CR**	**10 g/l**	0,1	0,3	0,4	0,2	1,1	0,7
		30 g/l	0,1	0,4	0,5	0,2	1,1	0,7
		50g/l	0,1	0,4	0,4	0,2	1	0,7
	Cellusoft L Ultra Conc	**10 g/l**	0,1	0,3	0,4	0,2	1	0,7
		30 g/l	0,1	0,3	0,2	0,2	0,9	0,5
		50g/l	0,1	0,4	0,4	0,2	0,8	0,7
	Cellusoft LT	**10 g/l**	0,1	0,4	0,5	0,2	1	0,7
		30 g/l	0,1	0,4	0,4	0,2	0,8	0,7
		50g/l	0,1	0,4	0,4	0,2	1	0,7
45 dakika	**Cellusoft CR**	**10 g/l**	0,1	0,4	0,5	0,2	1,3	0,9
		30 g/l	0,1	0,4	0,5	0,2	1,3	1
		50g/l	0,1	0,4	0,5	0,2	1,2	0,9
	Cellusoft L Ultra Conc	**10 g/l**	0,1	0,4	0,5	0,2	1	1
		30 g/l	0,1	0,4	0,5	0,2	1	0,9
		50g/l	0,1	0,4	0,3	0,2	1	0,9
	Cellusoft LT	**10 g/l**	0,1	0,4	0,5	0,2	1,1	0,9
		30 g/l	0,1	0,4	0,5	0,2	1,1	1
		50g/l	0,1	0,4	0,5	0,2	1,2	1

Tablo 3.21'de ise farklı tip selülaz enzimleri ile farklı süre ve konstantrasyonda yapılan Enzimatik Defibrilasyon denemeleri sonrası kumaş numunelerine ait mikroskop görüntüleri belirtilmiştir.

Tablo 3.21. Farklı tip selülaz enzimleri kullanılarak laboratuvar ortamındaki enzimatik defibrilasyon sonrası kumaşlara ait mikroskop görüntüleri

Açıklama			Mikroskop Görüntüsü	Açıklama			Mikroskop Görüntüsü	Açıklama			Mikroskop Görüntüsü
Merserize Sonrası				II. Uygulama Primer Fibrilasyon Sonrası							
Cellusoft LT 19500 L	10 g/l	5 dk		Cellusoft CR	10 g/l	5 dk		Cellusoft L Ultra Conc	10 g/l	5 dk	
	30 g/l				30 g/l				30 g/l		
	50 g/l				50 g/l				50 g/l		
	10 g/l	45 dk			10 g/l	45 dk			10 g/l	45 dk	
	30 g/l				30 g/l				30 g/l		
	50 g/l				50 g/l				50 g/l		

3.4.2. Defibrilasyon Prosesi İşletme Ölçeğinde Çalışmalara Ait Bulgular

Laboratuar çalışamalarının ardından Bölüm 2.2.4.2'de belirtildiği gibi yapılan işletme ölçeğinde defibrilasyon denemelerine ait kumaşlar fiziksel test bulguları Tablo 3.22'de belirtilmiştir.

Tablo 3.22. İşletme ölçeğinde defibrilasyon denemelerine ait fiziksel test sonuçları

	Kopma Mukavemeti (kgf)		**Sıklık (tel/cm)**		**Boncuklanma değeri**
	Çözgü	**Atkı**	**Çözgü**	**Atkı**	
II. Uygulama Primer Fibrilasyon Sonrası	94	65	29	17	4
Enzimatik Defibrilasyon 1. Pasaj	91	52	28	17	4
Enzimatik Defibrilasyon 2.Pasaj	86,8	52,6	29	17	4
Yakma Defibrilasyon	93	63	29	17	4

Ayrıca kumaşlara ait işletmede yapılan defibrilasyon işlemleri sonrası kumaşların spektral değişimleri de analiz edilmiş ve bulgular Tablo 3.23'de toparlanmıştır.

Tablo 3.23. İşletme koşullarında yapılan defibrilasyon prosesi sonrası kumaşlara ait spektral ölçüm değerleri

	ÖN YÜZ						**ARKA YÜZ**					
	L*	**a***	**b***	**C***	**h^o**	**K/S**	**L***	**a***	**b***	**C***	**h^o**	**K/S**
Primer Fibrilasyon Sonrası	27,59	0,36	-5,15	5,16	274,05	9,59	50,39	-1,15	-3,58	3,76	252,22	2,05
Enzimatik Defibrilasyon 1.Pasaj	26,59	1,24	-5,31	5,45	283,12	9,71	48,28	-2,09	-3,28	3,89	237,46	2,49
Enzimatik Defibrilasyon 2.Pasaj	28,37	0,01	-6,29	6,29	270,13	9,55	48,66	-2,06	-6,19	6,52	251,56	2,59
Yakma-Defibrilasyon	26,94	0,18	-6,31	6,31	271,6	10,65	47,44	-1,94	-6,36	6,65	253,02	2,82

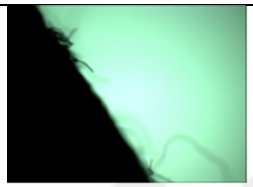
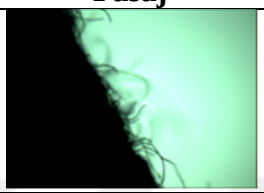
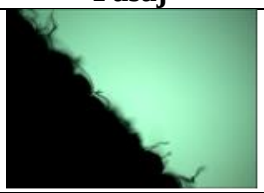
Kumaşların parlaklık ölçümleri de gerçekleştirilmiştir. Tablo 3.24' de kumaşlara ait parlaklık ölçüm değerleri belirtilmiştir.

Tablo 3.24. İşletme ölçeğinde defibrilasyon sonrası kumaşa ait parlaklık ölçüm değerleri (GU)

	ÖN YÜZ			**ARKA YÜZ**		
	20^o	**60^o**	**85^o**	**20^o**	**60^o**	**85^o**
Ham Denim	0,1	0,7	0,9	0,3	1,6	1,5
Yakılmış ve haşıl sökülmüş Denim	0,1	0,6	0,8	0,3	1,4	1,2
Merserizasyon Sonrası	0,1	0,6	0,9	0,4	1,5	1,2
Primer Fibrilasyon Sonrası	0,1	0,4	0,4	0,2	1,1	0,9
Enzimatik Defibrilasyon 1.Pasaj	0,1	0,4	0,4	0,2	1,1	0,8
Enzimatik Defibrilasyon 2.Pasaj	0,1	0,5	0,4	0,2	1,1	0,9
Yakma	0,1	0,4	0,4	0,2	1,1	0,7

Tablo 3.25 ’de ise işletme ölçeğinde uygulanan defibrilasyon denemeleri sonrası kumaşlara ait mikroskop görüntüleri paylaşılmıştır.

Tablo 3.25. İşletme ölçeğinde uygulanan defibrilasyon denemeleri sonrası kumaşlara ait mikroskop görüntüleri

Primer Fibrilasyon Sonrası	**Yakma**	**Enzimatik Defibrilasyon 1. Pasaj**	**Enzimatik Defibrilasyon 2. Pasaj**
			

3.5. Sekonder Fibrilasyon Prosesi

3.5.1 Sekonder Fibrilasyon Prosesi-Laboratuar Çalışmalarına Ait Bulgular

Denim kumaşın sekonder fibrilasyon işlemi için Bölüm 2.2.5.1’de yer alan deney planı ve reçeteleri uygulayarak ilk olarak laboratuar ortamında farklı yumuşatıcı tipleri analiz edilmiştir. Bu çalışmalar sonrasında kumaşlarda meydana gelen değişimleri analiz etmek üzere kumaşların % mukavemet değerleri (Eşitlik 3.2 yardımıyla), boncuklanma dereceleri ve sıklıkları ölçülmüş, mikroskop görüntüleri ile yüzey özellikleri analiz edilmiştir. Ayrıca numunelere ait spectral ölçümler de alınmıştır.

Eşitlik 3.2 $\%\ \text{Mukavemet} = 100 \times \dfrac{\text{Yumuşatma Sonrası Mukavemet}}{\text{Yakma Defibrilasyon Sonrası Mukavemet}}$

Tablo 3.26’da Farklı yumuşatıcılarla farklı süre ve konsantrasyonlarda işlem görmüş numunelerin mukavemet ve sıklıkları verilmiştir.

Tablo 3. 26. Farklı yumuşatıcılar ile yapılan işlem sonrası numunelere ait fiziksel özellikler

		% Kopma Mukavemeti (Çözgü)	Sıklık (tel/cm)		% Kopma Mukavemeti (Çözgü)	Sıklık (tel/cm)	
			Çözgü	Atkı		Çözgü	Atkı
Yakma Defibrilasyon Sonrası		100	29	17			
		Farklı yumuşatıcılar ile 5 dk işlem			**Farklı yumuşatıcılar ile 45 dk işlem**		
1 No'lu Yumuşatıcı	**10 g/l**	80,92	29	18	86,26	29	18
	20 g/l	76,34	29	18	96,34	29	18
	40 g/l	78,93	29	18	81,68	29	18
2 No'lu Yumuşatıcı	**10 g/l**	95,04	29	18	92,45	29	18
	20 g/l	86,26	29	18	89,47	29	18
	40 g/l	84,73	29	17	85,88	29	18
3 No'lu Yumuşatıcı	**10 g/l**	95,42	29	18	99,08	29	18
	20 g/l	99,24	29	18	96,95	29	18
	40 g/l	96,18	29	18	88,4	29	18
4 No'lu Yumuşatıcı	**10 g/l**	83,05	29	18	91,3	29	18
	20 g/l	79,92	29	18	82,87	29	18
	40 g/l	78,78	29	18	88,7	29	18
5 No'lu Yumuşatıcı	**10 g/l**	95,34	29	18	94,05	29	18
	20 g/l	93,97	29	18	91,22	29	18
	40 g/l	97,71	29	18	93,89	29	18
6 No'lu Yumuşatıcı	**10 g/l**	97,79	29	18	95,04	29	18
	20 g/l	92,72	29	18	92,06	29	18
	40 g/l	87,56	29	18	84,2	29	18

Farklı yumuşatıcılarla farklı süre ve konsantrasyonlarda işlem görmüş kumaşlar CIE L*a*b* ve parlaklık değerleri açısından da incelenmiş ve elde edilen sonuçlar Tablo 3.27 ve 3.28'de verilmiştir.

Tablo 3. 27. Farklı yumuşatıcılar ile işlem sonrası numunelere ait spektral ölçüm değerleri

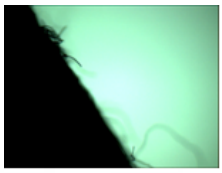
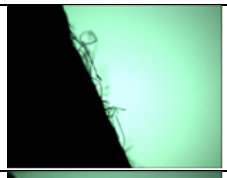
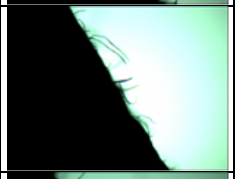
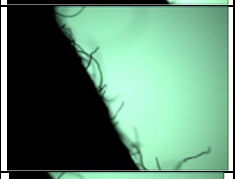
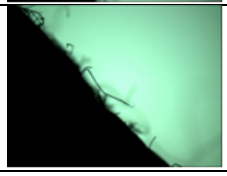
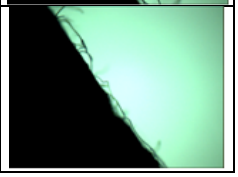
			ÖN YÜZ						ARKA YÜZ					
			L*	**a***	**b***	**C***	**h°**	**K/S**	**L***	**a***	**b***	**C**	**h**	**K/S**
Yakma ile Defibrilasyon			26,94	0,18	-6,31	6,31	271,6	10,65	47,44	-1,94	-6,36	6,65	253,02	2,82
Sekonder Fibrilasyon (5 dakika)	**1 No'lu yumuşatıcı**	**10 g/l**	22,89	0,26	-6,23	6,24	272,42	14,69	46,71	-2,25	-5,14	5,61	246,38	2,93
		20 g/l	23,54	0,29	-6,77	6,77	272,43	14,21	46,1	-2,43	-5,44	5,96	245,95	3,1
		40g/l	24,75	0,17	-6,87	6,87	271,39	12,75	45,77	-1,73	-4,24	4,58	247,81	2,96
	2 No'lu yumuşatıcı	**10 g/l**	24,48	0,17	-7,02	7,02	271,4	13,26	46,74	-2,5	-5,35	5,91	244,98	3
		20 g/l	23,41	0,39	-6,96	6,97	273,2	14,31	47,03	-2,42	-5,15	5,69	244,89	2,91
		40g/l	24,14	0,21	-6,51	6,52	271,83	13,26	45,04	-2,18	-5,23	5,67	247,4	3,28
	3 No'lu yumuşatıcı	**10 g/l**	24,3	0,25	-6,61	6,61	272,13	13,3	45,47	-2,02	-5,82	6,16	250,85	3,2
		20 g/l	25,71	0,1	-6,93	6,93	270,84	11,94	46,47	-2,19	-5,83	6,23	249,4	3,01
		40g/l	25,57	0,01	-6,62	6,62	270,08	12,11	44,3	-2,57	-6,06	6,58	246,99	3,62
	4 No'lu yumuşatıcı	**10 g/l**	25,33	0,32	-6,87	6,88	272,65	12,21	45,4	-2,17	-5,91	6,3	249,84	3,25
		20 g/l	24,33	0,2	-6,21	6,21	271,85	13,02	44,93	-2,57	-6,44	6,93	248,21	3,49
		40g/l	23,88	0,22	-6,7	6,7	271,85	13,81	43,8	-2,73	-7,42	7,91	249,78	3,89
	5 No'lu yumuşatıcı	**10 g/l**	23,57	0,27	-6,22	6,22	272,49	13,64	45,25	-2,77	-5,89	6,51	244,82	3,44
		20 g/l	25,29	0,09	-6,36	6,36	270,83	12,21	42,95	-3,03	-7,29	7,9	247,42	4,22
		40g/l	23,64	0,38	-6,33	6,34	273,45	13,59	43,08	-2,64	-6,17	6,71	246,81	3,94
	6 No'lu yumuşatıcı	**10 g/l**	25,53	0,02	-6,15	6,15	270,15	11,97	44,32	-2,7	-6,88	7,39	248,55	3,74
		20 g/l	25,91	-0,03	-7,23	7,23	269,77	11,87	45,19	-2,9	-7,1	7,66	247,78	3,57
		40g/l	24,97	0,11	-6,71	6,71	270,92	12,64	43,47	-2,95	-7,09	7,68	247,45	4,05
Sekonder Fibrilasyon (45 dakika)	**1 No'lu yumuşatıcı**	**10 g/l**	24,89	0,3	-7,15	7,16	272,41	12,83	46,97	-1,85	-4,74	5,09	248,67	2,8
		20 g/l	25,76	0,13	-6,39	6,39	271,2	11,91	45,91	-1,96	-4,41	4,83	245,99	3,01
		40g/l	24,81	0,52	-7,93	7,95	273,73	13,06	45,44	-2,33	-5,61	6,07	247,45	3,28
	2 No'lu yumuşatıcı	**10 g/l**	24,58	0,43	-7,44	7,45	273,29	13,14	45,7	-2,44	-6,34	6,8	248,97	3,29
		20 g/l	24,44	0,36	-7,1	7,11	272,87	13,18	45,01	-2,32	-6,06	6,49	249,06	3,39
		40g/l	25,02	0,35	-7,09	7,1	272,83	12,53	46,11	-2,65	-5,85	6,42	245,61	3,21
	3 No'lu yumuşatıcı	**10 g/l**	26,83	0,37	-6,21	6,22	273,38	10,62	43,74	-2,6	-7,37	7,82	250,59	3,9
		20 g/l	25,96	0,5	-6,5	6,52	274,42	11,28	47,88	-1,3	-4,86	5,03	255,05	2,55
		40g/l	26,54	0,23	-5,44	5,44	272,43	10,57	51,06	-1,41	-4,14	4,37	251,26	2,02
	4 No'lu yumuşatıcı	**10 g/l**	25,43	0,31	-6,58	6,59	272,7	12,04	48,44	-1,68	-4,06	4,39	247,46	2,46
		20 g/l	24,82	0,46	-6,44	6,46	274,13	12,61	48,59	-1,67	-4,1	4,43	247,78	2,45
		40g/l	25,87	0,24	-5,94	5,94	272,35	11,46	49,36	-1,47	-3,42	3,72	246,73	2,25
	5 No'lu yumuşatıcı	**10 g/l**	23,42	0,6	-5,86	5,89	275,84	13,68	45,36	-2,61	-5,85	6,41	245,93	3,4
		20 g/l	25,17	0,18	-6,95	6,95	271,51	12,46	43,59	-2,48	-6,82	7,25	250,01	3,88
		40g/l	25,08	0,06	-5,63	5,63	270,63	12,18	43,03	-2,35	-6,1	6,54	248,91	3,95
	6 No'lu yumuşatıcı	**10 g/l**	25,64	0,34	-7,02	7,03	272,74	11,97	45,05	-2,58	-6,13	6,66	247,19	3,45
		20 g/l	25,72	0,02	-7,54	7,54	270,13	12,42	46,55	-2,44	-6,56	7	249,61	3,13
		40g/l	24,45	0,08	-6,4	6,4	270,71	13,3	45,74	-2,48	-7,09	7,51	250,74	3,35

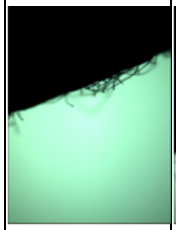
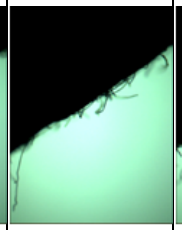
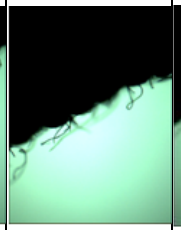
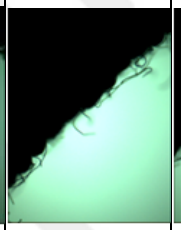
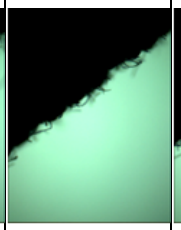
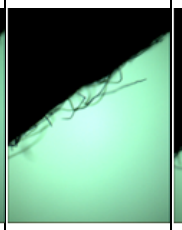
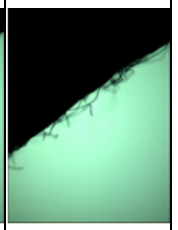
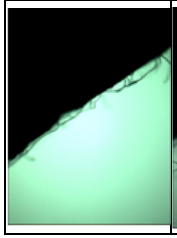
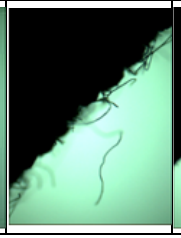
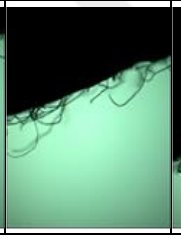
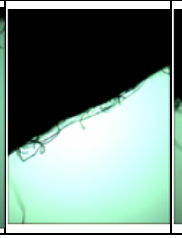
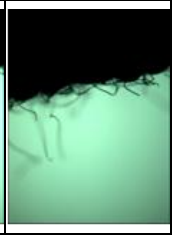
Tablo 3.28. Farklı yumuşatıcılar ile işlem sonrası numunelere ait parlaklık ölçüm değerleri (GU)

			ÖN YÜZ			ARKA YÜZ		
			20º	**60º**	**85º**	**20º**	**60º**	**85º**
Yakma ile Defibrilasyon			0,1	0,4	0,4	0,2	1,1	0,7
Sekonder Fibrilasyon (5 dakika)	**1 No'lu yumuşatıcı**	**10 g/l**	0	0,3	0,5	0,2	1	0,7
		20 g/l	0	0,4	0,5	0,2	1	0,7
		40g/l	0	0,3	0,5	0,2	1	0,7
	2 No'lu yumuşatıcı	**10 g/l**	0	0,4	0,5	0,2	1	0,8
		20 g/l	0	0,4	0,5	0,2	1	0,7
		40g/l	0	0,4	0,5	0,2	0,9	0,8
	ı yumuşatıcı	**10 g/l**	0,1	0,4	0,5	0,2	1	0,8
		20 g/l	0	0,4	0,5	0,2	1	0,7
		40g/l	0	0,4	0,5	0,2	0,9	0,7
	4 No'lu yumuşatıcı	**10 g/l**	0,1	0,4	0,5	0,2	1	0,8
		20 g/l	0	0,4	0,5	0,2	1	0,9
		40g/l	0	0,4	0,5	0,2	0,9	0,7
	5 No'lu yumuşatıcı	**10 g/l**	0,1	0,4	0,4	0,2	1	0,9
		20 g/l	0	0,4	0,5	0,2	0,8	0,7
		40g/l	0,1	0,4	0,5	0,2	0,8	0,7
	6 No'lu yumuşatıcı	**10 g/l**	0,1	0,4	0,5	0,2	0,8	0,7
		20 g/l	0	0,4	0,5	0,2	0,7	0,7
		40g/l	0	0,4	0,5	0,2	0,8	0,7
Sekonder Fibrilasyon (45 dakika)	**1 No'lu yumuşatıcı**	**10 g/l**	0	0,4	0,5	0,2	1	0,7
		20 g/l	0,1	0,4	0,5	0,2	1	0,7
		40g/l	0	0,4	0,5	0,2	0,9	0,7
	2 No'lu yumuşatıcı	**10 g/l**	0	0,4	0,5	0,2	1	0,7
		20 g/l	0	0,4	0,5	0,2	1,1	0,8
		40g/l	0	0,4	0,5	0,2	0,8	0,7
	3 No'lu yumuşatıcı	**10 g/l**	0,1	0,4	0,5	0,2	0,9	0,5
		20 g/l	0,1	0,4	0,5	0,2	1	0,7
		40g/l	0,1	0,4	0,5	0,2	1,1	0,8
	4 No'lu yumuşatıcı	**10 g/l**	0	0,3	0,4	0,2	1,1	0,8
		20 g/l	0	0,4	0,5	0,2	1	0,7
		40g/l	0	0,4	0,5	0,2	1,1	0,8
	5 No'lu yumuşatıcı	**10 g/l**	0	0,4	0,5	0,2	1	0,9
		20 g/l	0,1	0,4	0,5	0,2	0,9	0,8
		40g/l	0	0,4	0,5	0,2	0,7	0,7
	6 No'lu yumuşatıcı	**10 g/l**	0	0,4	0,5	0,2	0,9	0,8
		20 g/l	0	0,4	0,5	0,2	1	0,8
		40g/l	0,1	0,4	0,5	0,2	0,9	0,8

Farklı yumuşatıcılar ile farklı konsantrasyon ve sürelerde uygulanan laboratuar sekonder fibrilasyon çalışmalarına ait mikroskop görüntüleri ise Tablo 3.29'da gösterilmiştir.

Tablo 3.29. Farklı yumuşatıcılar ile işlem görmüş numunelere ait mikroskop görüntüleri

		Mikroskop Görüntüsü	
Yakma Defibrilasyon Sonrası			
		Mikroskop Görüntüsü 5dk işlem	Mikroskop Görüntüsü 45dk işlem
1 No'lu Yumuşatıcı	10 g/l		
	20 g/l		
	40 g/l		
2 No'lu Yumuşatıcı	10 g/l		
	20 g/l		
	40 g/l		
3 No'lu Yumuşatıcı	10 g/l		

6 No'lu Yumuşatıcı			5 No'lu Yumuşatıcı			4 No'lu Yumuşatıcı				
40 g/l	20 g/l	10 g/l	40 g/l	20 g/l	10 g/l	40 g/l	20 g/l	10 g/l	40 g/l	20 g/l
										
										

3.5.2. Sekonder Fibrilasyon İşletme Ölçeğinde Çalışmalar

Çalışmanın bu kısmında laboratuar verilerinden yararlanarak farklı alternatif sekonder fibrilasyon uygulamalarının işletme ölçeğinde analiz edilmesi planlanmıştır.

- **Açık en vaziyette çalışan çarpma/yoğurma etkili kontinü efektlendirme/kurutma makinesinde sadece su + dispergatör ve ıslatıcı ile işlem**

Bölüm 2.2.5.2'de dispergatör ve ıslatıcı varlığında yapılan işletme çalışmalarına ait değişimleri analiz etmek üzere kumaşların % mukavemet değerleri (Eşitlik 3.3 yardımıyla), boncuklanma dereceleri ve sıklıkları ölçülmüş ve Tablo 3.30'da verilmiştir.

Eşitlik 3.3: $$\% \text{ Mukavemet} = 100 \times \frac{\text{Sekonder Fibrilasyon Sonrası Mukavemet}}{\text{Yakma Defibrilasyon Sonrası Mukavemet}}$$

Tablo 3.30. Açık en vaziyette çalışan çarpma/yoğurma etkili kontinü efektlendirme/kurutma makinesinde ıslatıcı ve dispergatör ile emdirilip tekrarlı işlem görmüş kumaşlara ait mekanik özellikler

	% Kopma Mukavemeti		Sıklık (tel/cm)		Boncuk-lanma
	Çözgü	Atkı	Çözgü	Atkı	
1. Pasaj emdirme + yoğurmadan çıkmış kumaş	99	94	29	17	4
2. Pasaj emdirme + yoğurmadan çıkmış kumaş	98	97	29	17	4
3. Pasaj emdirme + yoğurmadan çıkmış kumaş	99	94	29	17	4
4. Pasaj emdirme + yoğurmadan çıkmış kumaş	96	93	29	17	4

Yapılan fiziksel testler ve görsel değerlendirmelerin yanında yine kumaşlara ait CIE L*a*b*c*h ve K/S verileri ve parlaklık ölçümleri de alınmış ve Tablo 3.31 ve Tablo 3.32'de verişmiştir.

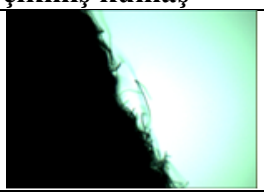
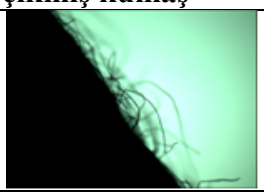
Tablo 3.31. Açık en vaziyette çalışan çarpma/yoğurma etkili kontinü efektlendirme/kurutma makinesinde ıslatıcı ve dispergatör ile emdirilip farklı pasajlarda ile işlem görmüş kumaşlara ait spektral ölçüm değerleri

	ÖN YÜZ						ARKA YÜZ					
	L*	**a***	**b***	**C***	**h°**	**K/S**	**L***	**a***	**b***	**C***	**h°**	**K/S**
Yakma ile Defibrilasyon	26,94	0,18	-6,31	6,31	271,6	10,65	47,44	-1,94	-6,36	6,65	253,02	2,82
1. Pasaj emdirme + yoğurmadan çıkmış kumaş	25,77	0,48	-6,36	6,38	274,28	11,07	42,95	-2,42	-6,29	6,74	248,95	3,94
2. Pasaj emdirme + yoğurmadan çıkmış kumaş	26,68	0,19	-6,59	6,59	271,64	10,65	43,42	-2,81	-6,55	7,13	246,83	3,91
3. Pasaj emdirme + yoğurmadan çıkmış kumaş	25,51	0,47	-6,99	7	273,85	11,55	40,95	-2,59	-7,3	7,75	250,49	4,64
4. Pasaj emdirme + yoğurmadan çıkmış kumaş	24,14	0,61	-7,52	7,54	274,64	12,95	40,03	-2,51	-8,31	8,68	253,16	5,03

Tablo 3.32. Açık en vaziyette çalışan çarpma/yoğurma etkili kontinü efektlendirme/kurutma makinesinde ıslatıcı ve dispergatör ile emdirilip farklı pasajlarda işlem görmüş kumaşlara ait parlaklık ölçüm değerleri (GU)

	ÖN YÜZ			ARKA YÜZ		
	20°	**60°**	**85°**	**20°**	**60°**	**85°**
Yakma ile Defibrilasyon	0,1	0,4	0,4	0,2	1,1	0,7
1. Pasaj emdirme + yoğurmadan çıkmış kumaş	0,1	0,4	0,4	0,2	1	0,7
2. Pasaj emdirme + yoğurmadan çıkmış kumaş	0,1	0,4	0,4	0,2	0,8	0,7
3. Pasaj emdirme + yoğurmadan çıkmış kumaş	0,1	0,4	0,4	0,2	0,8	0,7
4. Pasaj emdirme + yoğurmadan çıkmış kumaş	0	0,3	0,4	0,2	0,7	0,7

Tablo 3.33. Açık en vaziyette çalışan çarpma/yoğurma etkili kontinü efektlendirme/kurutma makinesinde ıslatıcı ve dispergatör ile emdirilip farklı pasajlarda işlem görmüş kumaşlara ait Mikroskop görüntüleri

Mikroskop Görüntüsü			
1. Pasaj emdirme + yoğurmadan çıkmış kumaş	**2. Pasaj emdirme + yoğurmadan çıkmış kumaş**	**3. Pasaj emdirme + yoğurmadan çıkmış kumaş**	**4. Pasaj emdirme + yoğurmadan çıkmış kumaş**
			

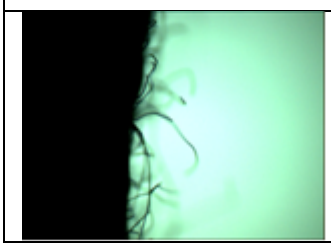
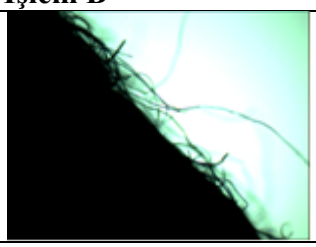
➢ **Yumuşatıcı ile Emdirme/Sudan Geçirme ve karbon fırça kombinasyon işlemleri:**

Bölüm 2.2.5.2'de detaylandırılan Şekil 2.5'de özetlenen yumuşatıcı ile emdirme/sudan geçirme ve karbon fırça kombinasyonlarına ait yapılan işletme ölçeğindeki çalışmalarının bulguları Tablo 3.34 - 3.35'de verilmiştir.

Tablo 3.34. Yumuşatıcı ile emdirme/sudan geçirme ve karbon fırça kombinasyon işlemleri sonrası kumaşlara ait mekanik özellikler

	% Kopma Mukavemeti		**Sıklık (tel/cm)**		**Boncuklanma**
	Çözgü	**Atkı**	**Çözgü**	**Atkı**	
İşlem A + İşlem B	97	95	30	17	3-4
İşlem A + Karbon Fırça	95	93	29	18	3-4
İşlem A + Karbon Fırça + İşlem B	91	85	29	17	3-4

Tablo 3.35. Yumuşatıcı ile emdirme/sudan geçirme ve karbon fırça kombinasyon işlemleri sonrası kumaşlara ait mikroskop görüntüleri

İşlem A + İşlem B	**İşlem A + Karbon Fırça**	**İşlem A + Karbon Fırça + İşlem B**
		

Yapılan fiziksel testler ve görsel değerlendirmelerin yanında yine kumaşlara ait CIEL*a*b* verileri ve parlaklık ölçümleri de alınmış ve Tablo 3.36-3.37'de verilmiştir.

Tablo 3.36. Yumuşatıcı ile emdirme/sudan geçirme ve karbon fırça kombinasyon işlemleri sonrası kumaşlara ait spektral ölçüm değerleri

	ÖN YÜZ						ARKA YÜZ					
	L*	**a***	**b***	**C***	**h^o**	**K/S**	**L***	**a***	**b***	**C**	**H**	**K/S**
Yakma ile Defibrilasyon	26,94	0,18	-6,31	6,31	271,6	10,65	47,44	-1,94	-6,36	6,65	253,02	2,82
İşlem A + İşlem B	25,28	0,39	-6,09	6,11	273,65	11,58	49,29	-1,54	-3,16	3,51	243,94	2,24
İşlem A + Karbon Fırça	23,95	0,41	-7,62	7,63	273,08	13,64	46,05	-2,53	-5,49	6,04	245,23	3,14
İşlem A + Karbon Fırça + İşlem B	25,8	0,16	-7,46	7,46	271,21	11,84	47,48	-1,84	-4,71	5,06	248,62	2,66

Tablo 3. 37. Yumuşatıcı ile emdirme/sudan geçirme ve karbon fırça kombinasyon işlemleri sonrası kumaşlara ait parlaklık ölçüm değerleri (GU)

	ÖN YÜZ			ARKA YÜZ		
	20^o	**60^o**	**85^o**	**20^o**	**60^o**	**85^o**
Yakma ile Defibrilasyon	0,1	0,4	0,4	0,2	1,1	0,7
İşlem A + İşlem B	0,1	0,4	0,4	0,2	1,1	0,9
İşlem A + Karbon Fırça	0,1	0,4	0,4	0,2	1	0,7
İşlem A + Karbon Fırça + İşlem B	0,1	0,4	0,4	0,2	1	0,8

- **Açık en vaziyette çalışan çarpma/yoğurma etkili kontinü efektlendirme/kurutma makinesinde alkali ile işlem**

Bölüm 2.2.5.2'de detaylandırıldığı gibi uygulanan açık en vaziyette çalışan çarpma/yoğurma etkili kontinü efektlendirme/kurutma makinesinde alkali ile işlem çalışması sonrası kumaşlarda meydana gelen değişimler öncelikle % mukavemet değerleri (Eşitlik 3.3 yardımıyla), boncuklanma dereceleri ve sıklıklar yardımıyla analiz edilmiş ve Tablo 3.38'de özetlenmiştir.

Tablo 3.38. Alkali ile emdirme ve kontinü efektlendirme/kurutma makinesinde yoğurma işlemi sonrası kumaşlara ait mekanik özellikler

	% Kopma Mukavemeti		Sıklık (tel/cm)		Boncuk-lanma
	Çözgü	**Atkı**	**Çözgü**	**Atkı**	
Alkali ile emdirme ve kontinü efektlendirme/kurutma makinesinde yoğurma (Tek Pasaj)	97,18	87,67	29	16	4
Alkali ile emdirme ve kontinü efektlendirme/kurutma makinesinde yoğurma (Çift Pasaj)	94,37	90,86	30	16	4

Alkali işlem sorası kumaşlardaki spektral renk değişimlerini analiz etmek için ise ölçümler alınmıştır ve alınan ölçümler Tablo 3.39'da belirtilmiştir.

Tablo 3.39. Alkali ile emdirme ve kontinü efektlendirme/kurutma makinesinde yoğurma işlemi sonrası kumaşlara ait spektral ölçüm değerleri

	ÖN YÜZ						ARKA YÜZ					
	L*	**a***	**b***	**C***	**h°**	**K/S**	**L***	**a***	**b***	**C**	**H**	**K/S**
Yakma ile Defibrilasyon	26,94	0,18	6,31	6,31	271,6	10,65	47,44	1,94	6,36	6,65	253,02	2,82
Alkali ile emdirme ve kontinü efektlendirme/kurutma makinesinde yoğurma (Tek Pasaj)	28,38	0,08	-6,18	6,18	269,25	9,53	45,73	2,26	4,97	5,46	245,6	3,11
Alkali ile emdirme ve kontinü efektlendirme/kurutma makinesinde yoğurma (Çift Pasaj)	28,77	0,24	5,98	5,99	272,34	8,77	46,45	2,32	-4,79	5,32	244,16	2,92

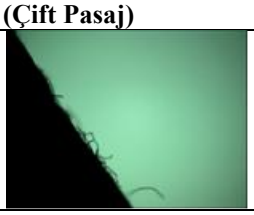
Ayrıca kumaş yüzeyindeki parlaklık değişimleri de analiz edilmiş ve Tablo 3.40'da sunulmuştur.

Tablo 3.40. Alkali ile emdirme ve kontinü efektlendirme/kurutma makinesinde yoğurma işlemi sonrası kumaşlara ait parlaklık ölçüm değerleri (GU)

	ÖN YÜZ			ARKA YÜZ		
	20°	**60°**	**85°**	**20°**	**60°**	**85°**
Yakma ile Defibrilasyon	0,1	0,4	0,4	0,2	1,1	0,7
Alkali ile emdirme ve kontinü efektlendirme/kurutma makinesinde yoğurma (Tek Pasaj)	0,1	0,5	0,7	0,2	1,1	0,9
Alkali ile emdirme ve kontinü efektlendirme/kurutma makinesinde yoğurma (Çift Pasaj)	0,1	0,6	0,9	0,2	1,1	0,9

Alkali ile emdirme ve yoğurma işlemi sonunda kumaş yüzeyinde meydana gelen değişimler ise mikroskop görüntüleri ile Tablo 3.41'de paylaşılmıştır.

Tablo 3. 41. Alkali ile emdirme ve kontinü efektlendirme/kurutma makinesinde yoğurma işlemi sonrası kumaşlara ait SEM ve Mikroskop görüntüleri

Alkali ile emdirme ve kontinü efektlendirme/kurutma makinesinde yoğurma (Tek Pasaj)	**Alkali ile emdirme ve kontinü efektlendirme/kurutma makinesinde yoğurma (Çift Pasaj)**
	

- **Açık en vaziyette çalışan çarpma/yoğurma etkili kontinü efektlendirme/kurutma makinesinde peroksit ile işlem**

Peroksit ile işlem sonrası kumaşta meydana gelen değişimlerden % mukavemet değerleri (Eşitlik 3.3 yardımıyla), boncuklanma dereceleri ve sıklıklar Tablo 3.42'de gösterilmiştir.

Tablo 3.42. Peroksit ile emdirme ve kontinü efektlendirme/kurutma makinesinde yoğurma işlemi sonrası kumaşlara ait mekanik özellikler

	% Kopma Mukavemeti		**Sıklık (tel/cm)**		**Boncuk-lanma**
	Çözgü	**Atkı**	**Çözgü**	**Atkı**	
Peroksit ile emdirme ve kontinü efektlendirme/kurutma makinesinde yoğurma (Tek Pasaj)	99,30	95,89	30	16	4
Peroksit ile emdirme ve kontinü efektlendirme/kurutma makinesinde yoğurma (Çift Pasaj)	97,49	98,63	29	17	4

Peroksit ile emdirme yoğurma işlemleri sonrasında denim kumaşlardaki renk değişimleri de ölçülmüş olup 3.43'de ölçüm sonuçları belirtilmiştir

Tablo 3.43. Peroksit ile emdirme ve kontinü efektlendirme/kurutma makinesinde yoğurma işlemi sonrası kumaşlara ait spektral ölçüm değerleri

	ÖN YÜZ						**ARKA YÜZ**					
	L*	**a***	**b***	**C***	**h°**	**K/S**	**L***	**a***	**b***	**C**	**H**	**K/S**
Yakma ile Defibrilasyon	26,94	0,18	-6,31	6,31	271,6	10,65	47,44	-1,94	-6,36	6,65	253,02	2,82
Peroksit ile emdirme ve kontinü efektlendirme/kurutma makinesinde yoğurma (Tek Pasaj)	30,29	-0,28	-5,83	5,84	267,21	8,36	48,95	-2,52	-5,48	6,03	245,25	2,57
Peroksit ile emdirme ve kontinü efektlendirme/kurutma makinesinde yoğurma (Çift Pasaj)	28,94	-0,16	-5,86	5,86	268,39	9,15	49,26	-2,15	-4,76	5,22	245,7	2,41

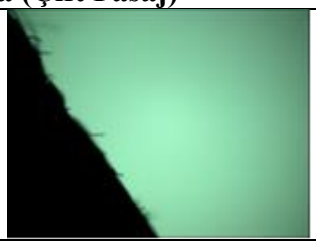
Sekonder fibrilasyonu sağlamak amacıyla uygulanan Peroksit ile Emdirme + Yoğurma Tek ve Çift Pasaj uygulamalar sonrasında renklerdeki değişimlerin yanında kumaşın parlaklığındaki değişiminde analiz edilmesi için yakma-defibrilasyon işleminden çıkan kumaşlar ile Peroksit ile Emdirme + Yoğurma tek ve çift pasaj işlemden çıkan ardından yıkanan kumaşların parlaklık ölçüm cihazında parlaklıkları ölçülmüş ve Tablo 3.44'de verilmiştir.

Tablo 3.44. Peroksit ile emdirme ve kontinü efektlendirme/kurutma makinesinde yoğurma işlemi sonrası kumaşlara ait parlaklık ölçüm değerleri (GU)

	ÖN YÜZ			ARKA YÜZ		
	20°	**60°**	**85°**	**20°**	**60°**	**85°**
Yakma ile Defibrilasyon	0,1	0,4	0,4	0,2	1,1	0,7
Peroksit ile emdirme ve kontinü efektlendirme/kurutma makinesinde yoğurma (Tek Pasaj)	0,1	0,5	0,9	0,2	1,2	1,1
Peroksit ile emdirme ve kontinü efektlendirme/kurutma makinesinde yoğurma (Çift Pasaj)	0,1	0,5	0,8	0,2	1,1	1

Tablo 3.45'de ise Sekonder Fibrilasyon amacıyla uygulanan peroksit ile emdirme ve yoğurma işlemine tabi olmuş numunelere ait mikroskop görüntüleri verilmiştir

Tablo 3.45. Peroksit ile emdirme ve kontinü efektlendirme/kurutma makinesinde yoğurma işlemi sonrası kumaşlara ait SEM ve Mikroskop görüntüleri

Peroksit ile emdirme ve kontinü efektlendirme/kurutma makinesinde yoğurma (Tek Pasaj)	**Peroksit ile emdirme ve kontinü efektlendirme/kurutma makinesinde yoğurma (Çift Pasaj)**
	

- **Denim giysi yıkama ile işlem**

Çalışmanın bu kısmında, yakma defribrilasyon işleminden çıkmış ve çift pasaj su + dispergatör + ıslatıcı içeren flotte ile emdirilip **açık en vaziyette çalışan çarpma/yoğurma etkili kontinü efektlendirme/kurutma makinesinde** fibrile olmuş

kumaşların rinse yıkama sonrası mekanik özellikleri, yüzey özellikleri ve yine renk değişimleri analiz edilmiştir. Sonuçlar Tablo 3.46-3.47'da belirtilmiştir.

Tablo 3.46. Giysi yıkama sonrası kumaşlara ait mekanik özellikler

	% Kopma Mukavemeti		Sıklık (tel/cm)		Boncuklanma
	Çözgü	Atkı	Çözgü	Atkı	
Çift pasaj çarpma/yoğurma etkili kontinü efektlendirme/kurutma makinesinde ıslatıcı ve dispergatör ile emdirilip yoğrulmuş ardından rinse yıkanmış paça	85	90	28	18	4
Defibrilasyon sonrası rinse yıkanmış paça	91	99	29	18	4

Tablo 3.47. Giysi yıkama sonrası kumaşlara ait spektral ölçüm değerleri

	ÖN YÜZ						ARKA YÜZ					
	L*	a*	b*	C*	h^o	K/S	L*	a*	b*	C*	h^o	K/S
Çift pasaj çarpma/yoğurma etkili kontinü efektlendirme/kurutma makinesinde ıslatıcı ve dispergatör ile emdirilip yoğrulmuş ardından rinse yıkanmış paça	25,67	0,09	-9,48	9,48	270,52	12,75	48,93	-1,66	-5,96	6,19	254,47	2,47
Defibrilasyon sonrası rinse yıkanmış paça	23,65	0,71	-10,52	10,54	273,89	14,74	49,7	-1,09	-4,84	4,96	257,34	2,19

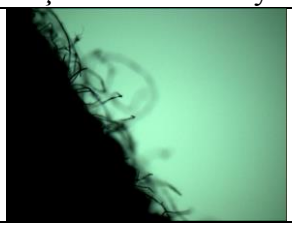
Spektral ölçümlerin yanı sıra ayrıca kumaşalarda meydana gelen parlaklık değerleri de analiz edilmek istenmiştir. Parlaklık ölçümlerine ait ölçüm sonuçları Tablo 3.48'de paylaşılmıştır.

Tablo 3.48. Giysi yıkama sonrası kumaşlara ait parlaklık ölçüm değerleri (GU)

	ÖN YÜZ			ARKA YÜZ		
	20^o	60^o	85^o	20^o	60^o	85^o
Çift pasaj çarpma/yoğurma etkili kontinü efektlendirme/kurutma makinesinde ıslatıcı ve dispergatör ile emdirilip yoğrulmuş ardından rinse yıkanmış paça	0	0,4	0,5	0,2	1	0,7
Defibrilasyon sonrası rinse yıkanmış paça	0,1	0,3	0,5	0,2	1,1	0,7

Kumaşlarda meydana gelen yüzey görünümündeki değişikliği ve fibrillenmeyi analiz etmek için kumaşlara mikroskop görüntüleri alınmıştır.

Tablo 3.49. Giysi yıkama sonrası kumaşlara ait mikroskop görüntüleri

Çift pasaj çarpma/yoğurma etkili kontinü efektlendirme/kurutma makinesinde ıslatıcı ve dispergatör ile emdirilip yoğrulmuş ardından rinse yıkanmış paça	Defibrilasyon sonrası rinse yıkanmış paça
	

4. BÖLÜM

TARTIŞMA–SONUÇ VE ÖNERİLER

Lyocell esaslı denim kumaşın kontrollü fibrilasyonu için Bölüm 2'de detaylandırılan terbiye proseleri uygulanmış ve Bölüm 3'de elde edilen sonuçlar sunulmuştur. Bu bölümde ise elde edilen bulgular her bir üretim aşaması için ayrı ayrı tartışılmıştır.

4.1. Yakma Haşıl Sökme Prosesi

Lyocell esaslı denim kumaşın primer fibrilasyonuna geçmeden önce gerekli ön terbiye işlemlerinin tamamlanmasına yönelik çalışmalar ve faaliyetler yürütülmüştür. Bu bağlamda ilk olarak üretilmiş olan denim kumaşın yakma ve haşıl sökme işlemi gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla oksidatif haşıl sökme-yakma işlemi gerçekleştirilmiştir. Bu işlemler sonunda elde dilen veriler ayrı ayrı incelendiğinde yakma haşıl sökme işlemi yapılan kumaşların fiziksel test sonuçlarına göre mukavemet ve sıklıklarında belirgin bir değişiklik gözlenmemiştir (Tablo 3.1). Tablo 3.2 ve Tablo 3.3'de kumaşların renkleri ve parlaklık ölçümlerine ait veriler alınmıştır. Bu tablolara göre yapılan haşıl sökme ve yakma işlemiyle kumaşların renklerinin maviliklerinin arttığı ve renk verimlilikleri ile doygunluklarının da yükseldiği tespit edilmiştir. Bunun yanında yakma ve haşıl sökme ile beraber kumaş parlaklığının da hem ön hem de arka yüzde kısmen azaldığı gözlemlenmiştir. Tablo 3.4'de ki mikroskop görüntüleri incelendiğinde ise işlem gören kumaşın ham kumaşa göre yüzeyinden çıkan fibrillerin azaldığı görülmektedir.

4.2. Kostikleme/Merserizasyon Prosesi

Yakma-haşıl sökme prosesinden çıkan numunelerin kostikleme/merserizasyon işlemine alınmadan önce optimizasyon çalışmaları yapılmıştır. Bunun için Bölüm 2'de belirlenen deney planı uygulanmış, Bölüm 3'de yeralan sonuçlara ulaşılmıştır. Bu sonuçlar değerlendirilecek olursa;

4.2.1 Kostikleme/Merserizasyon Prosesi Laboratuar Çalışmaları

Denim kumaşın Kostikleme/Merserizasyon prosesine ait laboratuvar çalışmaları Bölüm 2.2.2.'de yer alan deney planı ve reçeteler uygulanarak gerçekleştirilmiştir. Bölüm 3.2.1 de kumaşlarda meydana gelen mukavemet kayıpları, CIE L*a*b* renk değerleri, K/S renk verimlilikleri, parlaklıkları sıklık değerleri ve mikroskop fotoğrafları ölçümleri alınmıştır. Elde edilen veriler ayrı ayrı incelendiğinde ulaşılan sonuçlar ise aşağıda tartışılmıştır.

Tablo 3.5 incelendiğinde kumaşların renklerinin koyulaştığı ve maviliklerin merserizasyon işlemi ile beraber arttığı tespit edilmiştir. Bunun yanında kumaşların renklerinin merserizasyon konsantrasyonundan ziyade süre ile koyulaştığıdır. Kumaşların arka yüz spektral değerlerinde de değişiklikler söz konusu olmakla beraber uygulanacak herhangi bir merserizasyon işlem ile değişimin ön yüz gibi belirgin olmadığı genel itibari ile silik kaldığı tablo yardımıyla tespit edilmiştir.

Farklı kostikleme işlem koşulları sonrası elde edilen kumaşların parlaklık ölçümleri Tablo 3.6 incelendiğinde bütün işlem koşullarında kostikleme öncesine göre kumaş parlaklığının düştüğü bu düşüşün kumaşın her iki yüzeyinde de meydana geldiği görülmüştür. Bu değişimin kumaşın kostikleme ile rengindeki değişimden ileri geldiği düşünülmektedir.

Kumaşların uygulanan işlem koşullarına bağlı olarak mukavemet kayıpları ile yüzleştikleri 3. Bölüm Tablo 3.7'de ki bulgularda belirtilmiştir. Bu esnada kumaşlarda çekmenin meydana geldiği de gözlemlenmiştir. Özellikle artan alkali konsantrasyonları ile elde edilen mukavemetlerin düştüğü bu düşüşte genel anlamda işlem süresinin önemli rol aldığı ve artan işlem süreleri ile mukavemet kayıplarının belirginleştiği gözlemlenmiştir. Ayrıca yapılan sıklık değerlendirmeleri ile kumaşların artan işlem süreleri ile sıklıklarının arttığı da görülmüştür. Dolayısıyla yüksek alkali konsantrasyonlarında kumaş zararlarının ve elyaf hasarlarının yüksek olacağı belirgin bir şekilde karşımıza çıkmaktadır.

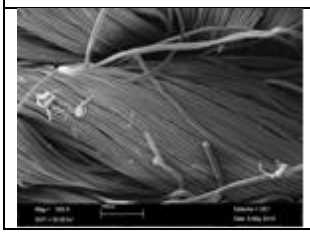
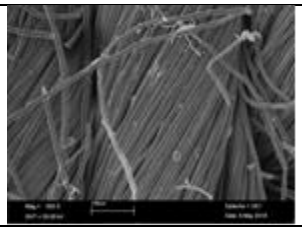
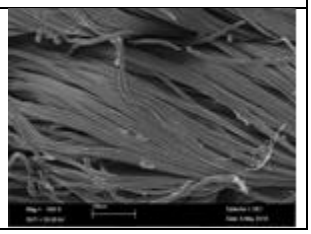
Tablo 3.8'de Mikroskop görüntüleri incelendiğinde ise yine yüksek alkali konsantrasyonları ile işlemlerle lif zararlarına bağlı olarak yüzeydeki zeminden çıkan liflerin azaldığını söylemek mümkün olabilmektedir.

Sıcaklık parametresinin merserizasyon adımında elde edilen özellikler üzerine etkisinin fazla olduğu bilinen bir gerçektir. %100 lyocelli denim kumaşta yapılan çalışmalarda test edilen 30-50^{o}C sıcaklık değerlerinin elde edilen veriler üzerinde önemli bir farklılığa neden olmadıkları gözlemlenmiştir. Bu nedenle uygulanabilrilirliğinin kolay olması ve kontrolünün rahat olması nedeniyle 50^{o}C'de 10 ^{o}Be NaOH ile işletme işletme ölçeğinde merserizasyon/kostikleme yapılmasının uygun olduğu düşünülmüştür.

Fakat işletme ölçeğinde denemelere geçmeden önce METEM Kayseri'de bulunan numune merserize makinesinde yapılan laboratuvar denemelerine ilaveten 3 farklı konsantrasyon için denemeler gerçekleştirilmiştir. Bu bağlamda Bölüm 2'de belirtildiği gibi 50 ^{O}C'de 7-10-22 Bé° NaOH konsantrasyonlarında liflerin şişmesi ve alkali ile muamele için kumaşların alkalide 5 saniye kalacak şekilde ayarlandığı çalışma hızlarında denemeler tekrarlanmıştır.

Bu bağlamda yürütülen kostikleme/merserizasyon denemelerinde Tablo 3.9'da gözlemlendiği üzere numune merserizasyon işlemleri sonrası kumaşların renklerinin koyulaştığı ve mavilik değerlerinin arttığı tespit edilmiştir. Bu sonuç özellikle düşük konsantrasyonda (7-10 Bé°) yapılan merserizasyon işlemlerinde daha belirgin halde karşımıza çıkmaktadır. Öte yandan numune merserizasyon işlemleri sonrasında kumaşların mukavemet sonuçları test edildiğinde Tablo 3.11'de elde edilen bulgulara göre %10'lar civarında mukavemet kaybının olduğu gözlemlenmiştir. Mukavemet kayıpları açısından alkali konsantrasyonunun 5 sn'lik süreler kapsamında çok fazla farklılık göstermediği de anlaşılmıştır. Yapılan boncuklanma testi sonrasında da 4, 4-5 civarında boncuklanmanın olduğu ve yüksek alkali sayesinde kısmen boncuklanmanın azaldığı gözlemlenmiştir. Fibrillenme ve yüzey özelliklerinde meydana gelen değişimlerini analiz etmek için mikroskop görüntülerinin yanında kumaşlarının SEM görüntüleri 1000 ve 5000 büyütmede alınmıştır (Tablo 4.1). Tablo 4.1'deki SEM görüntüleri analiz edildiğinde yüzey düzgünlüğü anlaşılmıştır.

Tablo 4.1. 50 ^{o}C'de 5sn'de gerçekleştirilen laboratuar merserizasyon işlemleri sonrası kumaşların mekanik özellikleri

SEM GÖRÜNTÜLERİ		
7 Bé°	10 Bé°	22 Bé°
		

Merserizasyon sonrası kumaşlarda test edilen diğer bir özellik ise parlaklık değerleridir. Tablo 3.10 incelendiğinde yakma sonrası yapılan merserizasyon işlemi ile parlaklıkların azaldığı fakat yüksek konsantrasyonda (22 Bé°'de) yapılan merserizasyon işlemleri ile daha az parlaklık kaybı olduğu görülmüştür. Bu bağlamda yüzey düzgünlüğünün ve dolayısıyla boncuklanma değerinin daha iyi olması ile bu sonucun ilişkili olduğu düşünülmektedir.

4.2.2. Kostikleme/Merserizasyon Prosesi-İşletme Ölçeğinde Çalışmaları

Lyocell esaslı denim kumaşların haşıl sökmeleri tamamlanmış ve ardından yapılan laboratuar çalışmaları sonrasında optimize merserizasyon reçetesi belirlenmiştir. Buna göre işletme ölçeğinde 10 Bé° NaOH konsantrasyonu ile ve 5 sn ve civarı kısa sürede alkali ile muamele süresinin uygun olacağına karar verilmiştir. Merserizasyon sıcaklığı olarak ise yapılan ön denemelerden 30^0C-50^0C arasında fark olmadığı görüldüğü merserizasyon sıcaklığı 40^0C olarak belirlenmiştir.

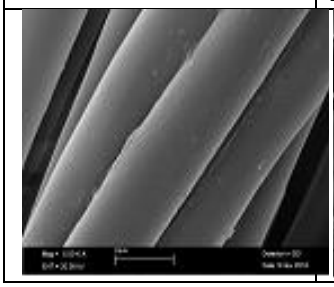
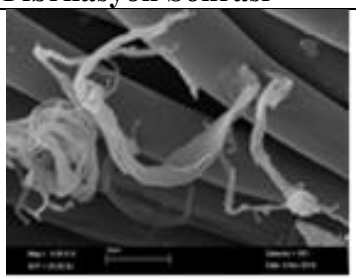
Kostikleme/merserizasyon işleminde kumaşlar kontinu olarak yıkama-nötralizasyon ve sonrasında kurutma işlemine girerek bu işlemden çıkan kumaşın fiziksel test sonuçları Tablo 3.12'de gösterilmiştir. Buna göre kostikle/merserizasyon işleminden sonra kumaşta mukavemet kaybının olduğu beklendiği üzere tespit edilmiştir.

Kostikleme/ merserizasyon sonrası Tablo 3.13'de görüldüğü üzere kumaş yüzeyinden çıkan lif uçlarının azaldığı fotoğraflarla gözlemlenmiş ve Tablo 4.2'deki SEM görüntüleriyle de bu sonuç teyid edilmiştir. Ayrıca kostikleme/merserizasyon işleminden sonra yapılan yıkama/nötralizasyon işleminin kumaşların yüzey görüntülerini de yeterli primer fibrilasyona neden olmadığı da görülmüştür.

4.3 Primer Fibrilasyon

Kumaşları gelişi güzel düzensiz fibrillenmeden korumak amacıyla, ilk etapta iplik ekseninden kolaylıkla çıkan liflerin ve kolaylıkla ayrılan fibrillerin oluşturulması gerekmektedir. Bu amaçla kostikleme/merserizasyondan çıkan kumaşlar işletme ölçeğinde ekstradan açık en vaziyette çalışan çarpma/yoğurma etkili kontinü efektlendirme/kurutma makinesinden geçirilerek primer fibrilasyonu yapılmıştır. 3.3 Bölüm Tablo 3.14 - 3.16'da Primer fibrilasyon sonunda kumaşa ait mukavemet ve boncuklanma değerleri sıklık değişimleri ve kumaşın renk değişimlerini ve parlaklık kaymaları belirtilmiştir. Bu tabloya göre kumaşın çözgü mukavemetinde %20 oranında düşüş gözlenmiş fakat atkı mukavemetinde herhangi bir değişiklik olmamıştır. Ham kumaşa ait rengin yeni terbiye adımlarıyla beraber doygunluğunun (C*) arttığı; L* değerinin azaldığı yani rengin koyulaştığı ve mavi nüansın geliştiği görülmüştür. Bu değişim özellikle I. Uygulama Primer Fibrilasyon Sonrasında daha belirgin bir şekilde meydana gelmiş ve kumaş daha mavi ve daha koyu bir ton olarak doygunlaşmıştır. Ön yüzde meydana gelen bu değişimler benzer şekilde kumaşların arka yüzlerinde de gerçekleşmiştir. Bunun yanında kumaşların merserizasyon sonrası ve farklı primer fibrilasyon işlemi sonrasındaki yüzey görünümleri mikroskobik (10x 4 büyütme) görüntü ve ayrıca SEM görüntüleri (1000ve 5000 büyütme) ile irdelenmiştir.

Tablo 4.2. I. ve II. Uygulama Primer fibrilasyon sonrası kumaş SEM görüntüleri

Merserize Sonrası	**I. Uygulama Primer Fibrilasyon Sonrası**	**II. Uygulama Primer Fibrilasyon Sonrası**
		

Kumaşlara ait mikroskop görüntüleri incelendiğinde (Tablo 3.17) I. Uygulama Primer fibrilasyon sonrası iplik ekseninden kolay çıkabilen liflerin yüzeye çıktığı ve SEM görüntülerinden (Tablo 4.2) ise liflerde kolay ayrılan fibrillerin soyulması ile fibrillenmenin meydana geldiği görülmüştür.

I. Primer fibrilasyon uygulamasına göre II. Primer fibrilasyon metodunun kumaşın mukavemetine daha az zarar verdiği tespit edilmiştir. Öte yandan boncuklanma değeri açısından I. Primer fibrilasyon uygulamasında olduğu gibi boncuklanmayı merserize çıkışına göre az da olsa arttırdığı görülmüştür. Primer fibrilasyon kapsamında etkisi incelendiğinde kumaşların primer fibrilasyon amacına uygun olarak fibrillendikleri Tablo 4.2'de gösterilen görüntülerden anlaşılmıştır.

Nitekim primer fibrilasyonda amaç kumaşı tamamen fibrillendirmek değil; sadece gelişi güzel ve basitçe çıkabilecek ve esas fibrillenme adımının düzgünlüğünü bozacak fibrillenmeleri defibrilasyon öncesi açığa çıkarak defibrilasyon ile uzaklaştırmak olduğundan elde edilen fibrillenmenin (primer fibrilasyonun) yeterli olduğu düşünülmektedir. I. primer fibrilasyon uygulamasında olduğu gibi II. primer fibrilasyon uygulamasından sonra da alınan spektral ölçüm değerleri, rengin maviliğinin yapılan primer fibrilasyon işlemi ile geliştiğini ve renge ait ön yüz açıklık değerinin düşerek rengin koyulaştığını ortaya koymaktadır. Arka yüzde de benzer şekilde özellikle primer fibrilasyon sonrası rengin koyulaştığı ve maviliğin arttığı tespit edilmiştir. Diğer bir ifade ile arka yüzün kirlenmesinin de proseslerin ilerlemesi ile arttığı ve primer fibrilasyonda daha belirgin bir şekilde bu durumun gözlemlendiği anlaşılmaktadır.

Tablo 3.16'da alınan parlaklık ölçümlerine göre işletme ölçeğinde merserizasyon sonrası kumaşın parlaklığının merserizasyon öncesine göre yani yakma-haşıl sökme sonrasına göre hafif arttığı anlaşılmaktadır. Öte yandan özellikle primer fibrilasyon adımından sonra yöntemden bağımsız olarak parlaklıkların ciddi manada düştüğü görülmüştür. Bu düşüşte renk doygunluğundaki artışın yanında yüzey düzgünsüzlüğündeki yani yüzeydeki liflenme ve fibrillenmenin de rol oynadığı düşünülmektedir**.**

Bütün bu veriler ışığı altında Lyocell esaslı denim kumaşların kontinu açık en vaziyette primer fibrilasyonları için en uygun işletme ölçeğindeki reçetenin II. Uygulama Primer Fibrilasyon olduğuna karar verilmiştir.

4.4. Defibrilasyon Prosesi

Bölüm 2.2.4' de belirtildiği gibi bu adımda çalışmalar iki adımda yürütülmüş ve defibrilasyon çalışmaları II. Uygulama Primer Fibrilasyon işleminden çıkan kumaşlara uygulanmıştır.

4.4.1. Defibrilasyon Prosesi Laboratuar Çalışmaları

II. Uygulama Primer Fibrilasyon işleminden çıkan kumaşlar Bölüm **2.2.4.1'**deki deney planına göre işlem görmüşlerdir.

Tablo 3.18'de işlem sonrası kumaşlara ait mekanik özellikler incelenerek uygulanan enzimatik defibrilasyonun etki mekanizması değerlendirildiğinde; enzimin substrata ulaşımı (Selülazın Selüloz Makromolekülüne ulaşması), enzimin substratı dönüşüme uğratması (Selülazın Selülozu hidroliz etmesi) ve ardından enzimatik reaksiyon sonrası oluşan ürünlerin uzaklaştırılarak serbest enzimin tekrar yeni substratlara ulaşması adımlarının kısmen de olsa emdirme yöntemi ile gerçekleştiği görülmüştür. Diğer bir ifade ile emdirme ile aktarılan selülaz enzimleri yüksek konsantrasyon ihtivaları ile kumaşta selüloz makromoleküllerine nüfuz etmiş ve uygun koşulların sağlanması ile selülozu parçalamıştır. Son adım olan enzimlerin tekrardan başka bir selüloz makromolekülüne nüfuz etmeleri ise ortamdaki taşıyıcı suyun sınırlı bulunması ile sınırlı kalmıştır fakat kullanılan yüksek enzim konsantrasyonu ile bu ihtiyaç ortadan kaldırılmıştır. Öte yandan enzimatik defibrilasyonun temel mekanizması enzimlerin lif ve fibrilleri parçalayarak dökmeleri veya dökülecek şekilde zayıflatmaları olarak düşünüldüğünde mekanik etkinin önemi göz önünde bulundurulmalıdır. Bu ihtiyacı karşılamak hem de kontinu çalışmaya uygun olarak uygulama prosesi geliştirmek için selülaz enzimleri ile emdirilen kumaşlar kendi optimum sıcaklıklarında tamburlu kurutma makinelerinde işleme alınmışlardır. Bu esnada kısmen de olsa mekanik etkinin sağlanması planlanmıştır. Selülazlarla bio-parlatma ve defibrilasyon işlemleri iyi bilinen ve çektirme proses ve makinelerinde rahatlıkla ve başarı ile uygulanan işlemlerdir. Geliştirilen bu uygulama şekillerinde ise mukavemet kayıplarının gözlemlenmiş olması uygulama tekniğinin çalıştığını göstermektedir. Diğer bir ifade ile selülozun selülaz enzimi ile hidrolize uğradığı açıktır.

Nitekim mukavemet kayıpları açısından yapılan incelemelerde (Tablo 3.18) kumaşta işlem sonrasında işlem öncesine göre mukavemet değişimleri analiz edilmiş ve bu bağlamda yapılan değerlendirmeler sonrasında 45 dk'lık uzun işlem sürelerinde ciddi şekilde mukavemet kayıplarının olduğu tespit edilmiştir. 5 dakikalık uygulama şekillerinde ise mukavemet kayıplarının daha sınırlı kaldığı gözlemlenmiştir. Kullanılan enzim konsantrasyonunun da beklendiği gibi mukavemet kaybına neden olduğu görülmektedir. Yani enzim konsantrasyonu arttıkça özellikle 45 dakikalık işlemlerde ciddi mukavemet kayıpları gözlemlenmiştir. Düşük sıcaklıklarda çalışmaya uygun Cellusoft LT enzimi ile belirgin ölçüde diğer enzimlere nazaran daha fazla mukavemet kayıpları tespit edilirken Cellusoft CR ve Cellusoft L Ultra Conc. enzimleri arasında mukavemet kayıpları açısından ciddi bir farklılığın olmadığı gözlemleniştir.

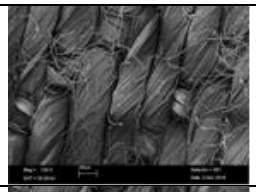
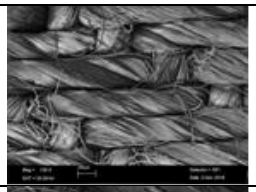
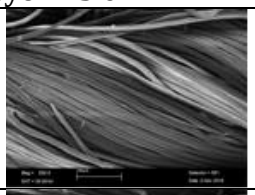
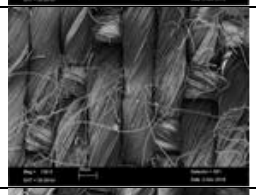
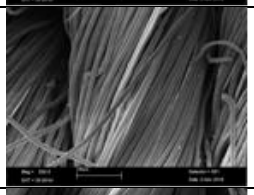
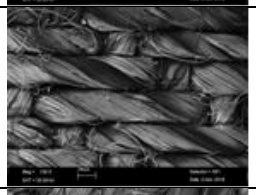
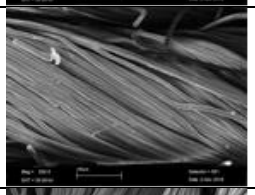
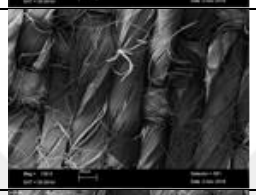
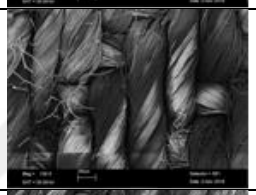
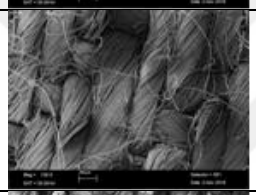
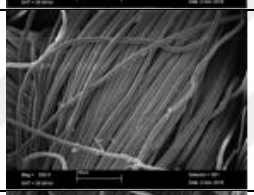
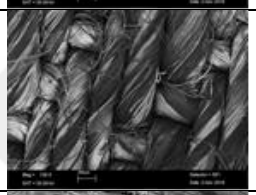
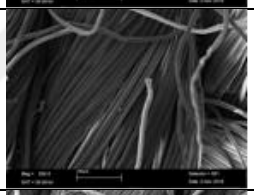
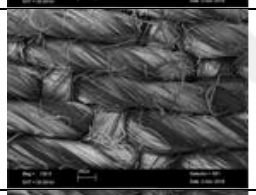
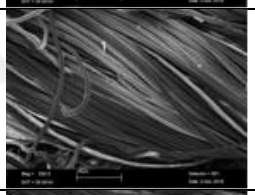
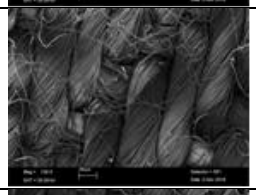
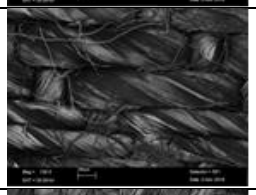
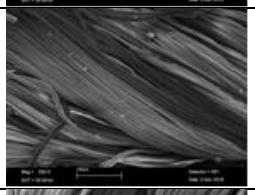
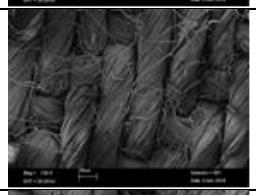
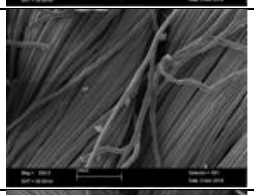
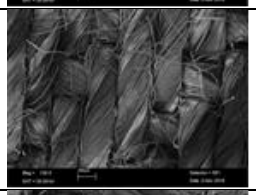
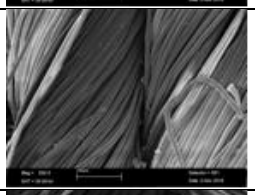
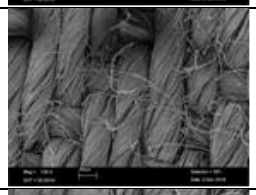
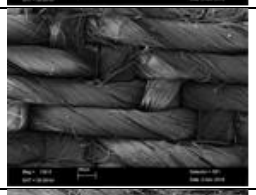
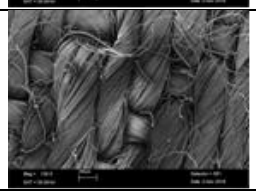
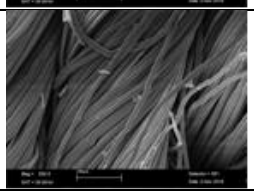
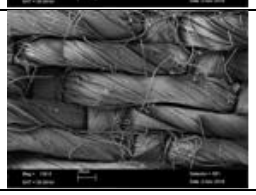
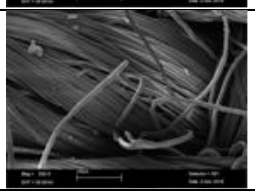
Denim kumaşların terbiyesinde meydana gelen renk değişimleri önemli bir parametredir. Bu nedenle farklı enzimatik prosesler sonrası spektral ölçümler alınmıştır. Tablo 3.19'da farklı enzimlerle enzimatik defibrilasyon sonrası kumaşlara ait spektral ölçüm değerleri incelendiğinde; kumaşların merserizasyon ile başlayan renk tonlarının koyulaşarak maviliklerinin artması eğiliminin defibrilasyon işlemlerinden sonra da devam ettiği anlaşılmıştır. Uygulanan defibrilasyon işlem parametrelerinden bağımsız olarak bu eğilimin gerçekleştiği anlaşılmıştır. İndigo boyalı denim kumaşlarda yıkama işlemleri ile rengin oturmaya başladığı bilinmektedir. Bu bağlamda da uygulanan terbiye işlemleri ile rengin koyulaştığı ve maviliğinin arttığı görülmüştür. Bu bağlamda da enzimatik defibrilasyon sonrası renklerin maviliklerinin arttığı anlaşılmıştır. Bu değişimde enzim konsantrasyonu ve tipinden bağımsız bir eğilim olduğu da ayrıca tespit edilmiştir.

Defibrilasyon işlemleri sonrasında kumaşta meydana gelen renk değişimlerinin yanında çalışmada ayrıca parlaklık analizleri de gerçekleştirilmiş ve Tablo 3.20' de elde edilen sonuçlar özetlenmiştir. Daha önce de ifade edildiği gibi merserizasyon ile az da olsa önceki haline göre gelişen parlaklık değerlerinin uygulanan primer fibrilasyon işlemi ile azaldığı tespit edilmiştir. Ardından uygulanan enzimatik defibrilasyon işlemi sonrasında ise kumaş ön yüzünden elde edilen sonuçlar kapsamında parlaklığın genel anlamda fazla değişmediği fakat 45 dakikalık defibrilasyon işlemleri ile 85^{o}'lik ölçümlerde 0,1 puanlık bir artışın olduğu anlaşılmıştır. Bu artışta 45 dakikalık işlemlerde meydana

gelen belirgin defibrilasyon özelliğinin rol oynadığı düşünülmektedir. Arka yüzde de benzer şekilde 45 dakikalık bazı uygulamalarda parlaklığın arttığı anlaşılmıştır.

Kumaş yüzeyi görsel olarak değerlendirildiğinde; kumaş üzerindeki lif çıkıntılarının işlem öncesine göre azaldığı anlaşılmasına rağmen yapılan boncuklanma testleri sonrasında bunun aynı oranda gözlemlenmediği görülmüştür. Boncuklanma bilindiği gibi kumaş üzerindeki liflerin yumaklaşması olarak tanımlanabilmektedir. Bu eğilim örme kumaşlarda daha belirgin olmakta ve dokuma yüzeylerde daha az bir oranda gerçekleşmektedir. Test edilen kumaşlarda da kumaş yüzeyinde liflerin ve fibrillerin artması (primer fibrilasyon ile) veya azalması (defibrilasyon ile) boncuk oluşumuna çok fazla etki etmediğinden kumaş yüzeyindeki fibrillenme ve azalmanın test edilmesi için yüzey mikroskop görüntülerinden yararlanılmış ve Tablo 3.21'de bu görüntüler toparlanmıştır. Tablo 3.21 incelendiğinde merserizasyon sonrası temiz bir yüzey görünümüne sahip olan lyocell esaslı denim kumaşların uygulanan primer fibrilasyon işlemi ile fibrillendirildikleri açıkça görülmüştür. Elde edilen bu sonuçları teyid etmek ve liflenmenin ötesinde fibrillenmenin test edilmesi için kumaşlara air SEM analizleri de alınmıştır. Primer fibrilasyon işleminden sonra uygulanan defibrilasyon işlemlerinden sonra ise fibrillenmenin azaldığı ve yüzeydeki liflerin seyreldiği görülmüştür. Tablo 4.3'de de alınan SEM görüntülerinde de fibrillenmenin azaldığı görülmektedir.

Tablo 4.3 Enzimatik Defibrilasyon sonrası kumaşa ait yüzey özellikleri

		Enzimatik Defibrilasyon 5 dk		Enzimatik Defibrilasyon 45 dk	
Cellusoft LT 19500 L	10 g/l				
	30 g/l				
	50 g/l				
Cellusoft CR	10 g/l				
	30 g/l				
	50 g/l				
Cellusoft L Ultra Conc	10 g/l				
	30 g/l				
	50 g/l				

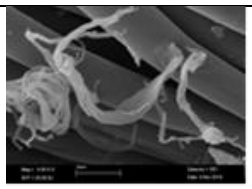
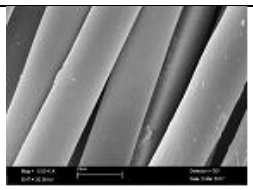
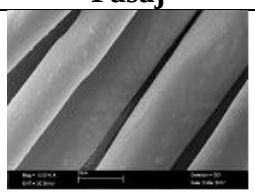
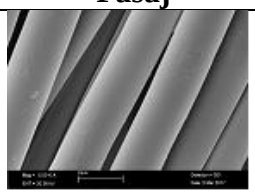
Yüzey temizliği açısından enzimatik defibrilasyon işlemlerinin etkinlikleri incelendiğinde seçilecek olan enzim cinsinden önce işlem süresinin daha çok önemli olduğu görülmüştür. Buna göre özellikle 45 dakikalık işlemlerle etkili bir şekilde yüzey temizliğinin geliştirilen yöntemle sağlanabileceği tespit edilmiştir. Kısa inkübasyon sürelerinde yani 5 dakikalık işlemler sonrasında da yüzey temizliğinin olduğu fakat 45 dakikalık işlem sürelerine nazaran daha az oranda bu temizliğin gerçekleştiği görülmüştür. Öte yandan enzim konsantrasyon artışının elde edilen yüzey temizliğine etkisi incelendiğinde enzim konsantrasyonundaki artış ile daha fazla yüzey temizliğinin geliştiği anlaşılmıştır. Enzim çeşitleri açısından ise elde edilen sonuçlar açısından yüzey görünümü kapsamında çok fazla bir farklılığın olmadığı anlaşılmıştır.

Sonuç olarak testedilen enzimler arasında Cellusoft CR'nin en uygun olduğuna ve işletme ölçeğinde yapılacak çalışmalar kapsamında 50g/lt enzim konsantrasyonu ile Ph 6'da yapılacak emdirmelerin uygun olacağına karar verilmiştir. Emdirmeden sonra gerekli intübasyonun sağlanması ve mekanik etkinin sağlanması için emdirilen kumaşların 55^0C'de mekanik etkinin de bulunduğu bir makinede kontinu bir şekilde işleme alınmaları gerekmektedir. Bu nedenle açık en vaziyette çalışan çarpma/yoğurma etkili kontinü efektlendirme/kurutma makinesinde işletme ölçeği denemeleri yürütülmüştür.

4.4.2. Defibrilasyon Prosesi-İşletme Ölçeğinde Çalışmaları

Bölüm 2.2.4.2'de detaylandırılan işletme ölçeğindeki çalışmalar sonrasında elde edilen kumaşların çeşitli özellikleri test edilmiştir. Tablo 3.22'deki ölçümlerde kumaşların yakma işleminden sonra mukavemetlerinin değişmedikleri fakat enzimatik defibrilasyon işleminden sonra özellikle 2. pasaj uygulaması ile mukavemetin düştüğü görülmüştür. Bu sonuç enzimlerin özellikle 2. pasaj uygulama ile çalıştığını göstermektedir. Öte yandan mukavemetlerde beklenen bu düşüşün daha sonra uygulanacak sekonder fibrilasyon işlemlerinde ekstra sıkıntılara neden olacağı düşünüldüğünde enzimatik defibrilasyon yerine yakma defibrilasyon işleminin daha uygun olabileceği kanaati oluşmuştur. Bu esnada boncuklanma değerleri ise uygulanan box yönteminde farklılık göstermemiştir. Fakat kumaş yüzey özellikleri görsel olarak değerlendirildiğinde yüzeyde fibrillenmedeki değişim rahatlıkla görülmektedir. Nitekim Tablo 3.25'deki mikroskop görütüleri ve Tablo 4.4'deki SEM görüntüleri bunu desteklemektedir.

Tablo 4.4. 1. Pasaj-2.Pasaj enzimatik defibrilasyon sonrası kumaş SEM görüntüleri

Primer Fibrilasyon Sonrası	Yakma	Enzimatik Defibrilasyon 1. Pasaj	Enzimatik Defibrilasyon 2. Pasaj
			

Tablo 3.23 ve Tablo 3.24'de spektral ve parlaklık ölçüm sonuçlarına ve Tablo 4.4'de SEM görüntülerine göre kumaşlara ait değerler incelendiğinde yapılan işleme göre renk tonlarının değiştiği görülmüştür. Fakat özellikle yakma ve çift pasaj enzimatik defibrilasyon sonrasında maviliğin arttığı görülmüştür. Kumaşların ayrıca parlaklık ölçümleri de gerçekleştirilmiştir.

Defibrilasyon sonrası kumaştaki parlaklık değişimleri analiz edildiğinde genel anlamda merserizasyon sonrası elde edilen yüksek parlaklığı primer fibrilasyon ile azaldığı ardından yapılan defibrilasyon işlemleri ile artışın veya değişimin genel anlamda görülmediği fakat sadece çift pasaj enzimatik defibrilasyon işlemi sonrasında parlaklığın ön yüzde 0,1 GU arttığı görülmüştür.

4.5. Sekonder Fibrilasyon Prosesi

Denim kumaşın Sekonder Fibrilasyon işlemi için Bölüm 2.2.5.'de yer alan deney planı ve reçeteleri uygulayarak çalışma sonrasında kumaşlarda meydana gelen değişimleri analiz etmek üzere kumaşların % mukavemet değerleri, boncuklanma dereceleri ve sıklıkları ölçülmüş, mikroskop görüntüleri ile yüzey özellikleri analiz edilmiştir. Bu amaçla ilk olarak fibrillenme açısından olumlu etkisinin olabileceği gerekçesi ile farklı yumuşatıcılar farklı konsantrasyonlarda kullanılarak laboratuvar denemeleri gerçekleştirilmiştir.

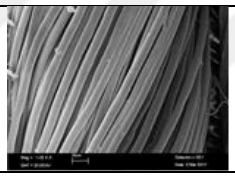
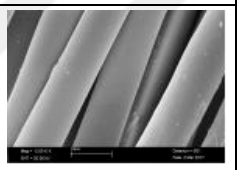
4.5.1 Sekonder Fibrilasyon Prosesi Laboratuar Çalışmaları

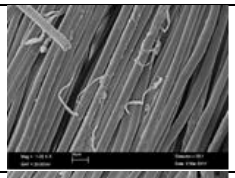
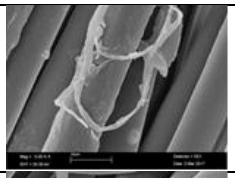
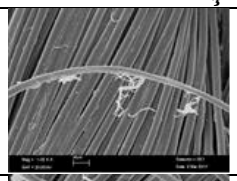
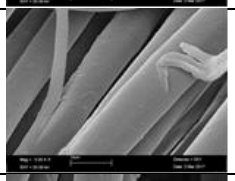
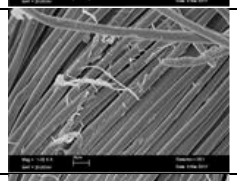
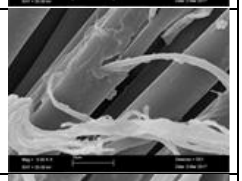
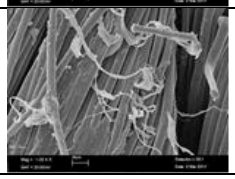
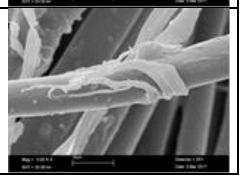
Laboratuar denemeleri kapsamında farklı yumuşatıcılar test edilmiş ve ilk olarak kumaşların fiziksel özellikleri analiz edilmiştir. Tablo 3.26'da elde edilen sonuçlar incelendiğinde kumaşların yumuşatıcı ile emdirilerek tamburda susuz ortamda işleme

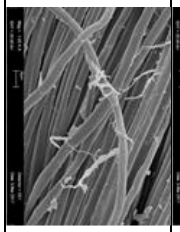
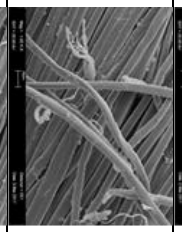
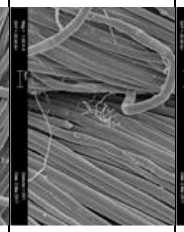
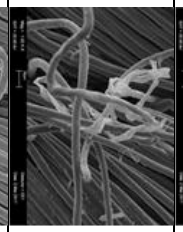
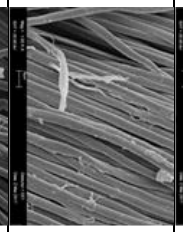
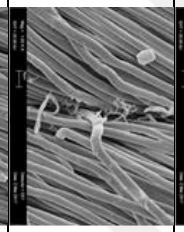
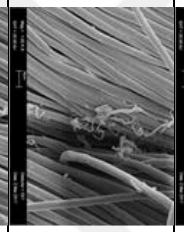
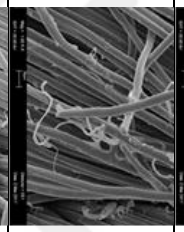
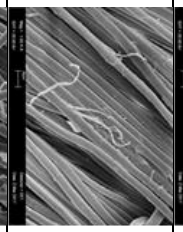
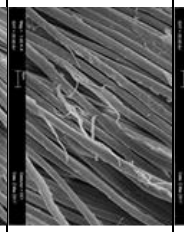
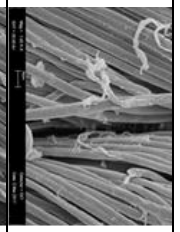
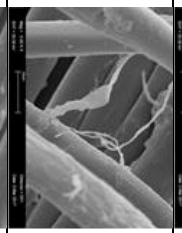
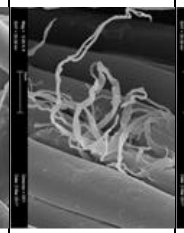
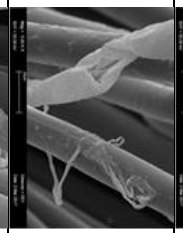
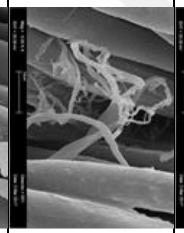
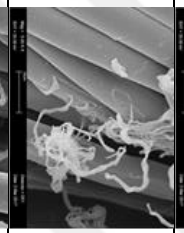
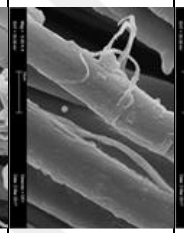
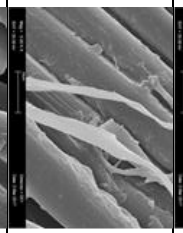
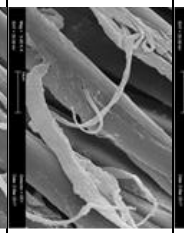
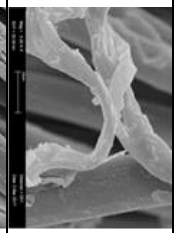
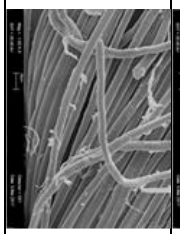
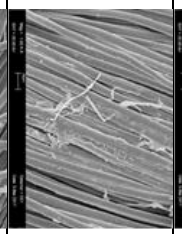
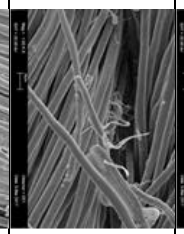
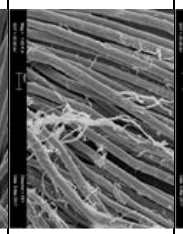
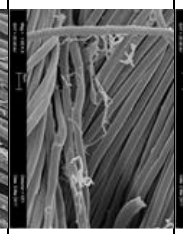
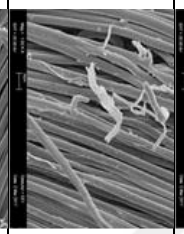
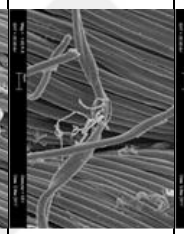
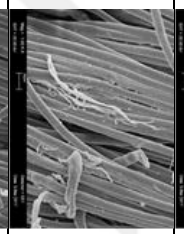
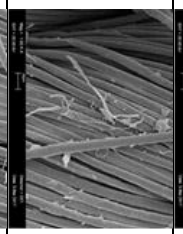
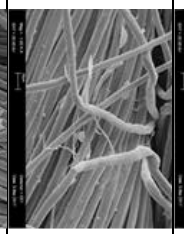
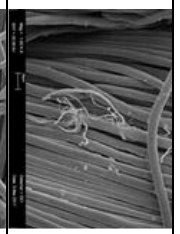
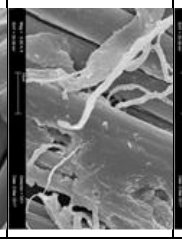
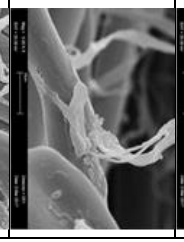
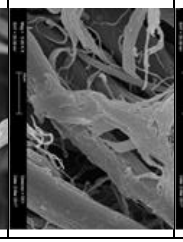
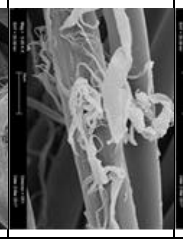
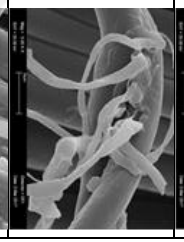
alınması ile kumaşlarda mukavemet kayıpların oluştuğu gözlemlenmiştir. Bu mukavemet kayıplarının tamburla işlem süresinden genel olarak bağımsız olduğu fakat özellikle artan yumuşatıcı kullanım konsantrasyonu ile belirginleştiği gözlemlenmiştir. Nihayetinde yumuşatıcıların liflerde herhangi bir zarara neden olmadıkları bilinmektedir. Fakat lif ve kristalitlerin birbirlerine olan sürtünmelerini azalttığından kuvvet karşısında liflerin birbirleri üzerinden kaymalarının kolay olacağı bilinmektedir. Bunun sonucu olarak da özellikle yumuşatıcı konsantrasyonuna bağlı olarak mukavemetlerin düştüğü anlaşılmıştır. Nitekim elle yapılan dikiş kayması kontrollerinde de artan yumuşatıcı kullanımının bir dezavantaj sağlayacağı anlaşılmıştır. Öte yandan kumaşın sıklık değerlerinde bir değişiklik olmadığı bulunmuştur.

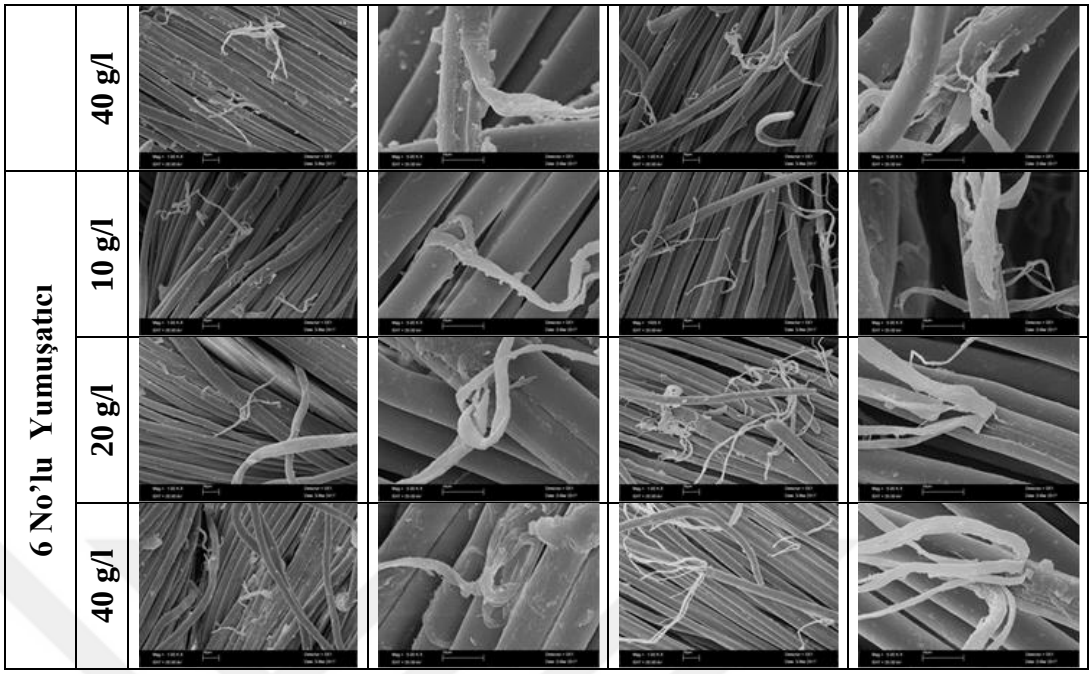
Bu verilere ilaveten farklı yumuşatıcılarla işlem sonrası kumaşlara ait mikroskop görünütleri ve Tablo 4.5'deki SEM görüntüleri ile analiz edilmeye çalışılmıştır.

Tablo 4.5. Farklı yumuşatıcılar ile işlem sonrası kumaşlara ait SEM görüntüleri

		SEM Görüntüsü	
Yakma Defibrilasyon Sonrası			

		SEM Görüntüsü Farklı yumuşatıcılar ile 5 dk işlem		SEM Görüntüsü Farklı yumuşatıcılar ile 45dk işlem	
1 No'lu Yumuşatıcı	10 g/l				
	20 g/l				
	40 g/l				

5 No'lu Yumuşatıcı		4 No'lu Yumuşatıcı			3 No'lu Yumuşatıcı			2 No'lu Yumuşatıcı		
20 g/l	10 g/l	40 g/l	20 g/l	10 g/l	40 g/l	20 g/l	10 g/l	40 g/l	20 g/l	10 g/l
										
										
										
										



Tablo 3.29'da ve SEM görünütlerinden elde edilen sonuçlara göre genel anlamda yumuşatıcıların fibrillenme eğilimlerini değişik oranlarda etkileyebildikleri kullanılan madde miktarına bağlı olarak da elde edilen etkilerin değişebildiği tespit edilmiştir. 1 No'lu yumuşatıcı kullanıldığında artan işlem süresi ve madde konsantrasyonu ile elde edilen etkilerin gelişebildiği, 6 No'lu ile çalışmalarda uzun işlem sürelerinde fibrillenmenin belirginleştiği, 5 ve 3 No'lu yumuşatıcı ile genel anlamda sınırlı bir efektin gözlemlendiği görülmüştür. 2 ve 4' de ise fibrillenmenin tetiklendiği ve bunun kullanılan madde konsantrasyonundan bağımsız bir şekilde meydana geldiği gözlemlenmiştir. Bu veriler ışığı altında işletme ölçeğinde uygulanacak denemeler için 2 No'lu yumuşatıcı ile 10 g/l konsantrasyonda çalışmanın uygun olduğuna karar verilmiştir.

Farklı yumuşatıcılarla farklı süre ve konsantrasyonlarda işlem görmüş kumaşlar ayrıca CIE L*a*b* ve parlaklık değerleri açısından da incelenmiş ve elde edilen sonuçlar Tablo 3.27 ve 3.28'de verilmiştir. Bu sonuçlara göre uygulanan her ekstra işlem ile denim kumaşların renginin değiştiği daha önceki proseslerle tespit edilmiştir. Nitekim benzer şekilde yumuşatıcı ile emdirme ve tamburda işlemler sonrasında da renklerde değişimler olduğu görülmüştür. Kumaşın hem ön hem de arka yüzünden alınan sonuçlar sonrasında yumuşatıcı ile işlemler sonrasında genel olarak ön yüzde L* değerlerinde

sınırlı da olsa azaldığı yani renklerin kısmen koyulaştığı görülmüştür. Bu etkinin yanında b* mavilik sarılık ekseninde de değişimler olduğu anlaşılmıştır. Fakat bütün bu değişimler sınırlı olarak karşımıza çıkmıştır. Özetle kullanılan yumuşatıcıların renkler üzerine sınırlı etkileri olduğu ciddi anlamda değişimlerin gözlemlenmediği anlaşılmıştır. Parlaklıklar açısından ise kumaşların ön yüzlerinde değişimler gözlemlenmezken arka yüzde yumuşatıcı ile işlemler sonrasında düşüşler yaşanmıştır. Bu düşüşlerin rengin koyulaşmasından ileri gelebileceği düşünüldüğü gibi yüzeydeki düzgünsüzlükteki artıştan da kaynaklanabileceği de ön görülmüştür.

4.5.2. Sekonder Fibrilasyon İşletme Çalışmaları

Laboratuvar çalışmaları sonunda işletme denemesi için 2 No'lu yumuşatıcı ile 10 g/l konsantrasyonda çalışmanın uygun olabileceği düşünülmüştür.

Bunun yanında ayrıca yumuşatıcı kullanmadan dispergatör ve ıslatıcı varlığında da işletme denemeleri gerçekleştirilmiştir.

- **Açık en vaziyette çalışan çarpma/yoğurma etkili kontinü efektlendirme/kurutma makinesinde sadece su + dispergatör ve ıslatıcı ile işlem:**

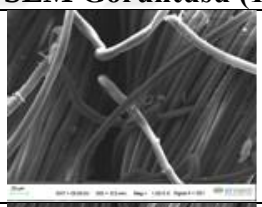
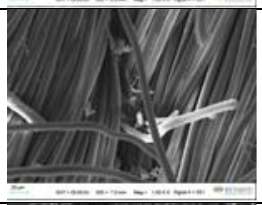
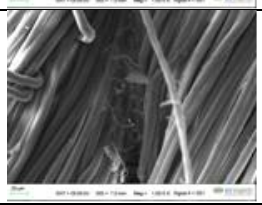
Bölüm 2.2.5.2'de belirtildiği gibi dispergatör ve ıslatıcı varlığında yapılan işletme ölçeğindeki çalışmalar sonrasında kumaşlara ait çeşitli özellikler test edilmiştir. Çalışmanın bu adımında işletme ölçeğinde sadece su+dispergatör ve ıslatıcı bulunan flotte ile emdirilen denim kumaşlar açık en vaziyette çalışan çarpma/yoğurma etkili kontinü efektlendirme/kurutma makinesinde yoğurma işlemine alınmışlar ve bu işlem tekrarlı olarak uygulanarak her pasajın etkisi ayrı ayrı incelenmiştir. Bu işlem sayesinde denim kumaşın kontinu vaziyette sekonder fibrilasyon hedeflenmiştir.

Denemeler sonrasında kumaşlara ait fiziksel test sonuçları Tablo 3.30'da özetlenmiştir. Bu verilere göre kumaşların mukavemet kayıpları açısından açık en vaziyette çarpma/yoğurma uygulamasının tekrarlanmasının ciddi bir probleme neden olmadığını göstermektedir. Öte yandan boncuklanma eğiliminin artmadığı yapılan box boncuklanma testi ile anlaşılmıştır. Temelde istenende yüzeyde boncuk oluşumunu çok değiştirmeden kumaş tutum ve fibrillenme özelliğini geliştirmek olduğundan bu sonucun önemli olduğu düşünülmüştür. Ayrıca kumaş konstrüksiyonunda da

değişimlerin meydana gelmediği sıklığın değişmediği anlaşılmıştır. Bu da tekrarlı yoğurma uygulamasının korkulduğu gibi kumaşı harap etmeyeceğini göstermesi adına ciddi bir sonuçtur. Bu sonuçların yanında ayrıca kumaşların yüzey görüntüleri de incelenerek yüzeyde boncuk oluşturmayacak ölçüdeki değişimlerin analiz edilmesi hedeflenmiştir.

Tablo 3.33'de elde edilen mikroskop görüntüleri ve Tablo 4.6'da belirtilen SEM görüntüleri incelendiğinde kumaşların sadece su, dispergatör ve ıslatıcı ile emdirilerek 50^{o}C'de açık en vaziyette çarpma/yoğurma uygulamasına yönelik çalışmalarda genel itibari ile fibrillenmenin başladığı fakat sekonder fibrilasyon anlamında bu fibrillenmenin yetersiz olduğu tespit edilmiştir. Öte yandan kumaş tutum ve tuşe özellikleri ile yüzey görünümü açısından bu uygulama sonrasında beklenen ve istenen bir efektin alındığı pasaj sayısındaki artış ile beraber bu sonucun geliştiği görülmüştür.

Tablo 4.6. Açık en vaziyette çalışan çarpma/yoğurma etkili kontinü efektlendirme/ kurutma makinesinde ıslatıcı ve dispergatör ile emdirilip farklı pasajlarda işlem görmüş kumaşlara ait SEM görüntüleri

	SEM Görüntüsü (1000 ve 5000 büyütme)	
1. Pasaj emdirme + yoğurmadan çıkmış kumaş		
2. Pasaj emdirme + yoğurmadan çıkmış kumaş		
3. Pasaj emdirme + yoğurmadan çıkmış kumaş		
4. Pasaj emdirme + yoğurmadan çıkmış kumaş		

Yapılan fiziksel testler ve görsel değerlendirmelerin yanında yine kumaşlara ait CIEL*a*b* verileri Tablo 3.31'de belirtilmiştir. Bu sonuçlara göre yapılan spektral ölçümler değerlendirildiğinde kumaşın ön yüzünde uygulanan tekrarlı pasaj işlemleri ile rengin açıklığının kısmen azaldığı diğer bir ifade ile L* değerinin düştüğü görülmektedir. Bu esnada numunelerin artan pasaj sayısı ile maviliğinin derinleştiği yani b* değerinin negatif yönde arttığı tespit edilmiştir. Bunun yanında kumaşların renk doygunluklarının yani C* değerlerinin de uygulanan pasaj sayısı ile geliştiği tespit edilmiştir. Benzer eğilim kumaşların arka yüzlerinde de meydana gelmiştir. Diğer bir ifade ile su + açık en vaziyette çarpma/yoğurma uygulamaları sonrasında kumaşın arka yüz rengi koyulaşmış ve arka yüzden alınan spektral ölçümlerle doygunluk artmıştır. Arka yüzdeki bu değişimin işlemler esnasında meydana gelen arka yüz kirlenmesinden yani indigonun az da olsa atkı ipliklerini kirletmesinden ileri gelebileceği düşünülmektedir.

Yapılan denemeler sonrasında kumaş yüzeyinde meydana gelen değişim sonrasında parlaklıların nasıl değiştiğini gözlemlemek için farklı pasajlar sonrası kumaşlara ait parlaklık ölçümleri alınmış ve Tablo 3.32'de paylaşılmıştır. Kumaşların ön yüzlerinde 4. Pasaj uygulamasına kadar parlaklıklarda bir değişimin olmadığı tespit edilirken arka yüzde artan pasaj sayısı ile parlaklığın azaldığı görülmüştür. Bu sonuçlar fibrillenmenin pasaj sayısı ile arttığını bunun sonucu olan yüzey düzgünsüzlüğünün parlaklıklarda değişime neden olduğunu işaret etmekle beraber bu değişimlerde kumaşlara ait spektral değerlerdeki değişimlerin de önemi olduğu unutulmamalıdır. Fakat nihayetinde özellikle arka yüzden alınan verilerden uygulanan pasajlar ile fibrillenmenin geliştiği görülmektedir.

Bütün bu çalışmalar sonrasında elde edilen veriler kapsamında tek pasaj çarpma/yoğurma etkili kontinü efektlendirme/kurutma makinesinde sadece su + dispergatör ve ıslatıcı ile işlem uygulamasının yeterli olmadığı, çift pasajdan sonra tuşede ve görüntüde gelişmelerin oluştuğu ve özellikle 4. Pasajda sekonder fibrilasyon için bir alternatif oluşabileceği anlaşılmıştır. Fakat, artan pasaj sayısının doğuracağı maliyetler nedeniyle kumaşların "su + dispergatör ve ıslatıcı" ile emdirilip çarpma/yoğurma etkili kontinü efektlendirme/kurutma makinesine pasajlar halinde alınmasına alternatif olarak bir pasaj "yumuşatıcı" ile emdirip açık en vaziyette çarpma/yoğurma (İşlem A) ardından "su + dispergatör ve ıslatıcı" ile emdirip ikinci

pasaj açık en vaziyette çarpma/yoğurma (İşlem B) uygulaması da araştırılmıştır. Çift pasaj yumuşatıcı verilmesi yerine böyle bir uygulamanın yapılması özellikle konfeksiyon aşamasında dikiş kayması benzeri problemlerin minimize edilmesini sağlamak için gerçekleştirilmiştir

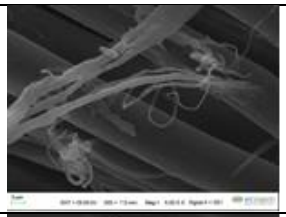
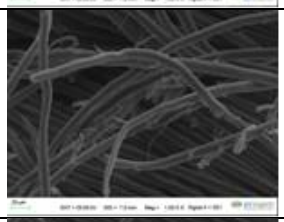
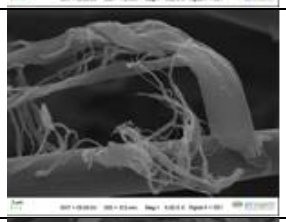
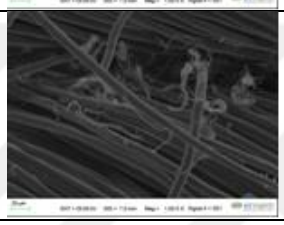
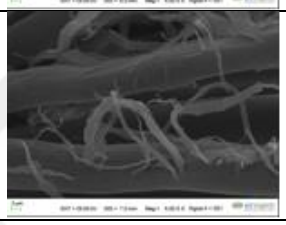
- **Yumuşatıcı ile Emdirme/Sudan Geçirme ve karbon fırça kombinasyon işlemleri:**

Çalışmanın bu kısmında elde edilen efektlerin arttırılması için yumuşatıcı ile emdirme - açık en vaziyette çarpma/yoğurma etkili kontinü efektlendirme/kurutma uygulaması sonrası (İşlem A) kumaşlar karbon fırça işlemine alınmışlardır. Karbon fırça işlemi sonrası elde edilen efektleri geliştirmek için kumaşlar ayrıca tekrardan sudan geçme - açık en vaziyette çarpma/yoğurma etkili kontinü efektlendirme/kurutma işlemine (İşlem B) alınmışlardır. Yapılan çalışmalar sonrasında kumaşlara ait öncelikle fiziksel özellikler test edilmiştir.

Tablo 3.36'daki fiziksel özellikler analiz edildiğinde her üç işlem kombinasyonu için de ciddi mukavemet kayıplarının görülmediği fakat özellikle üçlü kombinasyonda yani "İşlem A + Karbon Fırça + İşlem B" kombinasyonunda mukavemet kayıplarının belirginleştiği tespit edilmiştir. Boncuklanma değerleri açısından ise yakma defibrilasyon çıkışına göre boncuklanmanın sekonder fibrilasyon işlemlerinden sonra yarım puan düştüğü ve 3-4 değerlerinin elde edildiği tespit edilmiştir. Bu sonuçlardan ayrıca karbon fırça işlemi ile ciddi mukavemet düşüşlerinin meydana gelmediği de anlaşılmıştır.

Elde edilen bu verilerin ötesinde Tablo 3.34'de mikroskop görüntüleri ve Tablo 4.7'de kumaşlara ait SEM görüntüleri analiz edilmiştir. Yapılan mikroskobik değerlendirmeler sonrasında kumaş yüzeyinde boncuklanmanın neredeyse aynı oranda artmasına rağmen fibrillenmenin bundan bağımsız olarak uygulanan sekonder fibrilasyon işlemine bağlı olarak çok daha farklı oranlarda arttığı gözlemlenmiştir. Diğer bir ifade ile İşlem A + İşlem B kombinasyonunda fibrillenme sınırlı iken "İşlem A + Karbon Fırça" ve özellikle "İşlem A + Karbon Fırça + İşlem B" kombinasyonundan sonra kumaştaki fibrillenmenin daha ciddi boyutlara ulaştığı anlaşılmıştır (Tablo 4.7). Sonuç olarak ciddi fibrillenmelerin arzu edildiği durumlarda bu üçlü kombinasyonun bir avantaj teşkil edebileceği anlaşılmıştır.

Tablo 4.7. Yumuşatıcı ile emdirme/sudan geçirme ve karbon fırça kombinasyon işlemleri sonrası kumaşlara ait SEM ve Mikroskop görüntüleri

İşlem A + İşlem B		
İşlem A + Karbon Fırça		
İşlem A + Karbon Fırça + İşlem B		

Yapılan fiziksel testler ve görsel değerlendirmelerin yanında yine kumaşlara ait CIEL*a*b* verileri alınmış ve Tablo 3.36'da verilmiştir. Bu verilere göre elde edilen spektral ölçüm değerleri incelendiğinde kumaşların sekonder fibrilasyon amacıyla uğradıkları işlemlerin hepsinde ön yüzde renge ait açıklığın azaldığı tespit edilmiştir. Özellikle **İşlem A + Karbon Fırça i**şlemi sonrasında kumaşın ön yüzünde rengin koyulaştığı renk verimliliklerinin ciddi şekilde arttığı ve rengin maviliğinin geliştiği anlaşılmıştır. Arka yüzde de benzer sonuçların alındığı anlaşılmıştır. Bu kombinasyon sonrası yapılacak İşlem B ile tahminen yüzeydeki havların daha düzenli yerleşimi sayesinde kumaşın ön yüzündeki renklerin açıklığı kısmen artmıştır. İşlem A + İşlem B kombinasyonunda ise renklerdeki değişim diğer sekonder fibrilasyon işlemlerine göre rengi daha az değiştirmiştir. Renklerdeki bu değişimlerin ötesinde kumaşların parlaklılarındaki değişimi analiz etmek için ayrıca gloss metre ile ölçümler alınmıştır. Tablo 3.37'de belirtilen değerlere göre parlaklık ölçümleri incelendiğinde, kumaş ön yüzünde parlaklıklar açısından bir değişimin olmadığı arka yüzde ise Karbon fırçanın devreye girdiği kombinasyonlarda parlaklıkların azaldığı görülmüştür. Bu sonuç fibrillenmedeki ve renklerdeki değişimin kumaş parlaklıklarını etkilemeyecek boyutta olduğunu göstermiştir.

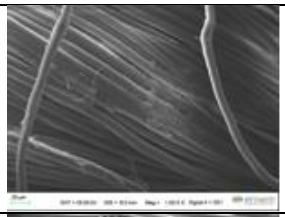
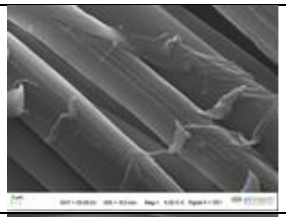
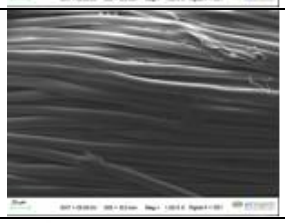
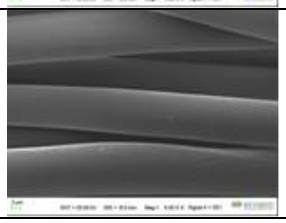
Bütün bu verilerden işletme ölçeğinde yapılacak bir sekonder fibrilasyon işleminde karbon fırçanın devreye sokulması ile istenen fibrilli yüzeyin elde edileceği görülmüştür. Bu işleme ilave İşlem A ve İşlem B'nin de sonuçları fibrillenme açısından kısmen de olsa arttıracağı anlaşılmıştır.

- **Açık en vaziyette çalışan çarpma/yoğurma etkili kontinü efektlendirme/kurutma makinesinde alkali ile işlem**

Alkali ile işlem sonrası kumaşta meydana gelen değişimlerden % mukavemet değerleri, boncuklanma dereceleri ve sıklıklar Tablo 3.38'de analiz edilmiştir. Elde edilen fiziksel test sonuçları incelendiğinde alkali ile emdirme ve ardından uygulanan **çarpma/yoğurma etkili kontinü efektlendirme/kurutma** işlemleri sonrasında mukavemet kayıplarının yaşandığı fakat bu değişimlerin sınırlı değerlerde kaldığı anlaşılmıştır. Öte yandan aynı işlemin tekrarlanması yani çift pasaj uygulanması esnasında korkulduğu gibi mukavemet kayıplarının artmadığı anlaşılmıştır. Her iki pasaj uygulamasında da yani gerek tek pasaj gerekse çift pasaj işlemlerinden sonra kumaşlar kontinu yıkama işlemlerine alınmış ve sekonder fibrilasyonun geliştirilmesine çalışılmıştır. Öte yandan yapılan alkali bazlı işlemler sonrası kumaşlarda boncuklanmanın artmadığı da tespit edilmiştir.

Tablo 3.41' deki mikroskop görüntüleri incelendiğinde alkali ile işlem sonrasında özellikle çift pasaj uygulama sonrasında kumaşın yüzeyindeki liflerin düzensizliğinin azaldığı görülmüştür. Kumaş tuşesi de kontrol edildiğinde sertleştiği yüzeydeki liflerin uzaklaştığı rahatlıkla anlaşılmaktadır. Yani bu uygulamanın test edilen koşullarda sekonder fibrilasyon açısından işe yaramadığı görülmüştür. Buna rağmen fibrillenmedeki değişimi analiz etmek için kumaşların SEM görüntüleri de analiz edilmiş ve Tablo 4.8 incelendiğinde Tablo 3.41'dekine benzer sonuçlar gözlenmiştir.

Tablo 4.8. Alkali ile emdirme ve kontinü efektlendirme/kurutma makinesinde yoğurma işlemi sonrası kumaşlara ait SEM görüntüleri

Alkali ile emdirme ve kontinü efektlendirme/kurutma makinesinde yoğurma (Tek Pasaj)		
Alkali ile emdirme ve kontinü efektlendirme/kurutma makinesinde yoğurma (Çift Pasaj)		

Alkali ile işlemler sonrasında Tablo 3.39'daki spektral değerler incelendiğinde yakma defibrilasyon işlemine göre kumaşların renklerinin fazla değişmediği, ön yüzde rengin kısmen açıldığı tespit edilmiştir. Ön yüzdeki rengin maviliği ise sınırlı da olsa kısmen azalmıştır. Arka yüzde ise alkali ile yoğurma işleminde rengin açıklığının çok fazla değişmediği kısmen azaldığı anlaşılmıştır. Bu verilerden görüldüğü kadarı ile uygulanan alkali ile yoğurma işlemi ile renklerde ciddi bir değişimin olmadığı anlaşılmıştır. Alkali ile emdirme ve **Açık en vaziyette çalışan çarpma/yoğurma etkili kontinü efektlendirme/kurutma** uygulamasının çift pasaj olması halinde de renklerde fazla değişimin olmadığı görülmüştür. Bu verilere rağmen yüzeydeki değişimi analiz etmek için kumaşların ayrıca parlaklık değerleri de analiz edilmiştir.

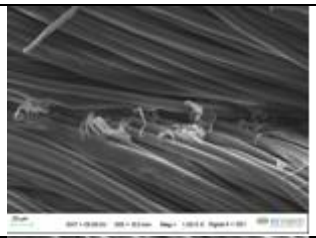
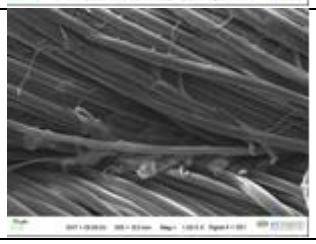
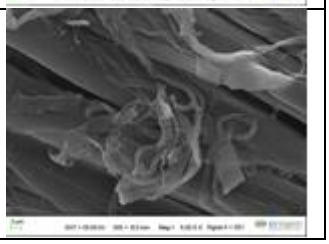
Alkali ile işlem sonrasında kumaşların ön yüzlerine ait parlaklık değerleri (Tablo 3.40) incelendiğinde parlaklığın yakma defibrilasyon işlemine göre ciddi anlamda arttığı görülmüştür. Yakma ile defibrilason uygulama sonrası kumaş ön yüzünde 85°'de GU: 0,4 iken Tek Pasaj Alkali ile Emdirme - Yoğurma uygulama sonrası 85°'de GU: 0,7, Çift Pasaj uygulama sonrası ise 85°'de GU: 0,9 ölçülmüştür (Tablo 3.40). Bu artış kumaşın ön yüzünde daha belirgin bir şekilde karşımıza çıkmaktadır. Ön yüze ait veriler incelendiğinde pasaj sayısındaki artışla beraber parlaklığın arttığı görülmüştür. Kumaşlara ait mikroskop görüntüleri ve spektral değerlerde gözlemlenen sınırlı değişimler göz önüne alındığında parlaklıktaki bu değişimin kumaşların yüzeylerinin düzgünleşmesinden ileri geldiği düşünülmektedir. Yani kumaşlar alkali ile işlemle fibrillenmek yerine daha temiz bir hal almışlardır. Bu da alkali ile emdirme – **açık en vaziyette çarpma/yoğurma etkili kontinü efektlendirme/kurutma** işleminin

fibrillenme açısından avantaj sağlamayacağını fakat farklı tuşe ve yüzey efektleri sayesinde denim kumaşlara farklı alternatifler sunabileceğini göstermiştir.

- **Açık en vaziyette çalışan çarpma/yoğurma etkili kontinü efektlendirme/kurutma makinesinde peroksit ile işlem**

Çalışmanın bu kısmında yükseltgen maddelerin fibrillenme açısından sağlayacakları etkileri incelemek amacıyla açık en vaziyette çalışan çarpma/yoğurma etkili kontinü efektlendirme/kurutma makinesinde peroksit ile işlem işletme ölçeğinde test edilmiştir. Tablo 3.42'deki fiziksel test sonuçları incelendiğinde peroksit ile emdirme ve açık en vaziyette çarpma/yoğurma etkili kontinü efektlendirme/kurutma işlemlerinin pasaj sayısı artsa bile mukavemet açısından herhangi bir sıkıntıya neden olmadığı yakma defibrilasyondan çıkan kumaştan önemli farklılıklar sergilemediği görülmüştür. Boncuklanmalar açısından ise boncuklanmanın değişmediği anlaşılmıştır. Nitekim kumaş tuşe ve görsel değerlendirmeleri de bu durumu desteklemiştir. Buna rağmen fibrillenmedeki değişimi analiz etmek için kumaşların SEM görüntüleri de analiz edilmiş ve Tablo 4.9'da sunulmuştur.

Tablo 4.9. Peroksit ile emdirme ve kontinü efektlendirme/kurutma makinesinde yoğurma işlemi sonrası kumaşlara ait görüntüleri

Peroksit ile emdirme ve kontinü efektlendirme/kurutma makinesinde yoğurma (Tek Pasaj)		
Peroksit ile emdirme ve kontinü efektlendirme/kurutma makinesinde yoğurma (Çift Pasaj)		

Tablo 4.9 incelendiğinde kumaşların yüzeylerinde liflenmenin azaldığı yani boncuklanmaya neden olan yüzeye lif göçünün sınırlı olduğu görülmüştür. Bunun ötesinde fibrillenme açısından ise ilginç şekilde yüzeydeki fibrillerin sanki eridikleri fakat buna rağmen özellikle 2. pasaj peroksit sonrası fibrillenmenin kısmen arttığı tespit edilmiştir. Kumaş tuşesi incelendiğinde sert bir tuşenin olduğu da anlaşılmıştır.

Nihayetinde yükseltgen maddenin kullanımının ekstra bir avantaj sağlamadığı fakat elde edilen efektlerin müşteri talepleri doğrultusunda istenebileceği ve ardından uygulanacak bir rinse yıkama ile fibrillenme sonuçlarının daha da gelişebileceği düşünülmektedir.

Peroksit ile emdirme sonrasında yoğurma işlemleri sonrasında Tablo 3.43'deki spektral değerler incelendiğinde, hidrojen peroksit ile emdirme sonrası açık en vaziyette çarpma/yoğurma etkili kontinü efektlendirme/kurutma işleminin kumaşların L* açıklık-koyuluk değerini etkilediği ve denim kumaşların renklerinin açıldığı tespit edilmiştir. Bu renk açılmasının kumaşların hem ön hem de arka yüzlerinde meydana geldiği görülmüştür. Denim kumaşların renk açılmalarının ötesinde maviliklerinin de peroksit ile işlem sonrası azaldığı anlaşılmıştır. Kumaşların renklerinde meydana gelen bu değişimin kullanılan peroksit ile denimdeki indigonun kısmen bozulmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Hipoklorit kadar güçlü bir etkisi olmayan hidrojen peroksit nitekim indigo boyalı denim kumaşlarda kısmen indigoyu etkileyerek rengin canlılığının ve parlaklığının arttırılması için kullanılabilmektedir. Benzer şekilde indigo boyalı lyocell kumaşlarda da peroksidin aynı etkiyi gösterdiği bulunmuştur.

Sekonder fibrilasyonu sağlamak amacıyla peroksit ile emdirme + açık en vaziyette çarpma/yoğurma etkili kontinü efektlendirme/kurutma işleminin tek ve çift pasaj uygulamalar sonrasında renklerdeki değişimlerin yanında, kumaşın parlaklığındaki değişimler de analiz edilmiş ve Tablo 3.44'de belirtilmiştir. Bu tabloya göre sekonder fibrilasyon amacıyla yürütülen peroksit bazlı yoğurma uygulamaları sonrasında kumaşların parlaklık değerlerinin arttığı görülmüştür. Bu artış kumaşın hem ön hem de arka yüzünde meydana gelmiştir. Parlaklık değerlerinde meydana gelen bu artıştan bu işlem ile yeterli fibrillenmenin sağlanamadığı anlaşılmaktadır. Nitekim kumaş görüntüleri de yüzeyde arzu edilenin aksine temizlenme ve düzelmenin meydana geldiğini göstermektedir. Bunun ötesinde kumaşların parlaklığında meydana gelen bu artıştaki temel sebeplerden birinin de; kumaşların renginde meydana gelen renk açılmasından ileri gelebileceği de unutulmamalıdır.

Sonuç olarak açık en vaziyette çalışan çarpma/yoğurma etkili kontinü efektlendirme/kurutma makinesinde peroksit ile işlem uygulamasının sekonder fibrilasyon amacına uygun sonuçlar sağlamayacağı fakat bunun ötesinde lyocell esaslı

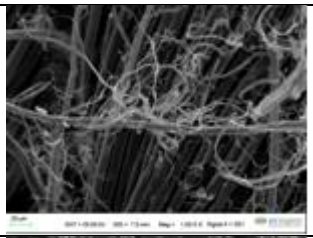
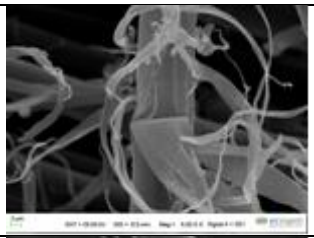
denim kumaşlar için farklı bir tutum, renk ve parlaklık efekti elde edilmesinde kumaşa zarar vermeyen bir alternatif olabileceği tespit edilmiştir.

- **Denim giysi yıkama ile işlem**

Çalışmada ayrıca defibrilasyon adımından çıkan fakat işletmede kumaş halinde sekonder fibrilasyona alınmayan kumaşların konfeksiyona oradan da denim yıkama işletmelerine gönderilmesi halinde nasıl bir görünüm olacağını ayrıca sekonder fibrilasyon sonrasında daha efektif fibrillenmenin garment yıkamada sağlanıp sağlanmayacağını test etmek için paça yıkamaları yapılarak elde edilen efektler test edilmiştir. Bu bağlamda su + disergatör + ıslatıcı ile emdirme ardında açık en vaziyette çalışan çarpma/yoğurma etkili kontinü efektlendirme/kurutma makinesinde yoğurma işleminin çift pasaj uygulamasından çıkan kumaştan ve yakma defibrilasyon işleminden çıkan kumaştan paçalar dikilerek parça yıkama makinesinde rinse yıkama işlemine alınmışlardır. Daha sonrasında kumaşlara ait öncelikle Tablo 3.46'da belirtilen mekanik özellikler analiz edilmiştir. Elde edilen mekanik sonuçlar incelendiğinde sadece rinse yıkama yapıldığında mukavemet kayıplarının yaşanmadığı görülmüştür. Çift pasaj su+dispergatör ve ıslatıcı ile emdirme ardında açık en vaziyette çalışan çarpma/yoğurma etkili kontinü efektlendirme/kurutma makinesinde yoğurma sonrası rinse yıkamadan çıkmış paçanın yakma defibrilasyon uygulama sonrasına göre atkı kopma mukavemetinin 6%, çözgü kopma mukavemetinin ise 9% düştüğü görülmüştür.

Öte yandan kumaşlarda meydana gelen fibrillenmeyi analiz etmek için kumaşlara ait mikroskop görüntülerine ileveten SEM analizleri de yapılmıştır.

Tablo 4.10. Rinse işlemi sonrası denim paçalara ait SEM görüntüleri

Çift pasaj çarpma/yoğurma etkili kontinü efektlendirme/kurutma makinesinde ıslatıcı ve dispergatör ile emdirilip yoğrulmuş ardından rinse yıkanmış paça		
Defibrilasyon sonrası rinse yıkanmış paça		

Elde edilen mikroskop ve SEM yüzey görüntüleri incelendiğinde rinse yıkama işlemleri ile fibrillenmenin daha belirgin bir şekilde arttığı görülmüştür. Sekonder fibrilasyon için uygulanacak çift pasaj su ile emdirme + yoğurma işleminin tek başına albenisinin yüksek olduğuna fakat daha fazla fibrillenmenin istendiği durumlarda ise ekstra uygulanacak yarım saatlik rinse yıkamanın kumaşlarda ciddi fiziksel zararlara yol açmadan geliştirilebileceği tespit edilmiştir. Bu bağlamda tuşe ve effektler açısından sekonder fibrilasyon olarak çift pasaj su + dispergatör + ıslatıcı içeren flotte ile emdirme açık en vaziyette çalışan çarpma/yoğurma etkili kontinü efektlendirme/kurutma makinesinde işlem ve talebe göre bu kumaştan mamül ürünlere uygulanacak 30 dakikalık rinse yıkamanın uygun olacağı düşünülmektedir.

Yapılan spektral ölçümler sonrası (Tablo 3.47) elde edilen renk değerleri incelendiğinde kumaşlar arasında renk tonunda açılma haricinde ciddi bir farklılık tespit edilmemiştir. Bu verilerin ötesinde kumaşlara ait parlaklık ölçüm değerleri de analiz edilmiştir.

4.3. Genel Sonuç ve Öneriler

Türkiye hem denim kumaş sektöründe hem de denim hazır giyim sektöründe dünyadaki en başarılı ülkelerden biridir. Denim kumaş ihracatında dünya üçüncüsü olan Türkiye'nin dünya pazar payı %9, denim hazır giyim ihracatında da dünya üçüncüsü olan ülkemizin pazar payı %5'tir. Bu nedenle Tekstil Sanayisi ve Türkiye ekonomisi için çok büyük paya sahiptir [7].

Dünyada çok yaygın olarak kullanılan denim kumaşın farklı fonksiyonlar ve efektler kazandırılması üzerine çalışmalar yapılmaktadır. Bu tez çalışması kapsamında ise denimin kumaş formunda efektlendirilmesi üzerine çalışmalar planlanmıştır. Bunun için %100 lyocell esaslı denim kumaşın kontrollü bir şekilde fibrillendirilerek efektlendirilmesi için gerekli iş akışı araştırılmış ve optimize edilmiştir.

Sonuç olarak, tez kapsamında uygulanan farklı mekanik ve kimyasal işlemlerle denim kumaşlar zengin efektler kazanabileceği görülmüştür. Fakat özellikle fibrillenme efektinin istendiği durumlarda özellikle mekanik etkinin yoğun olduğu sistemlerin kullanılması gerektiği bilinmelidir. Bu bağlamda açık en vaziyette çalışan çarpma/yoğurma etkili kontinü efektlendirme/kurutma makinesinden yararlanılmış ve

bu makinede yumuşatıcı kullanımı ve karbon fırça kombinasyonun alternatif olabileceği, çift pasaj su ile emdirme açık en vaziyette çalışan çarpma/yoğurma etkili kontinü efektlendirme/kurutma makinesinde yoğurma işlemi sonrası rinse yıkama ile sekonder fibrilasyonun kolaylıkla sağlanabileceği görülmüştür. Bunun yanında test edilen alternatif sekonder fibrilasyon denemelerinin kumaşa kısmi fibrillenme sağlamanın ötesinde farklı efektler sağlayabileceği için alternatif uygulamalar olarak değerlendirilebileceği görülmüştür. Ayrıca denim garment yıkama işlemleri de göz önüne alınarak daha ılıman ön sekonder fibrilasyon efektleri diyebileceğimiz efektlerin de sadece su ile emdirme ve emdirme açık en vaziyette çalışan çarpma/yoğurma etkili kontinü efektlendirme/kurutma işlemleri ile sağlanabileceği de anlaşılmıştır. Bu durumda elde edilecek olan ön sekonder fibrilasyonun garment yıkamada daha kolay bir şekilde istenen seviyeye taşınabileceği düşünülmektedir.

Bütün bu çalışmalar dinamik olan denim sektörü için alternatif bir uygulama sunmaya yönelik olmakla beraber bundan sonraki çalışmalarda ipliklerde kullanılan lyocell miktarının değiştirilmesi ve sadece atkı veya çözgüde lyocell iplik kullanılması gibi farklı konstrüksiyonlarla elde edilebilecek efektlerin araştırılmasının ilgi çekici olabileceği ve ayrıca lyocell esaslı denim kumaşların konfor özellikleri açısından fibrillenmeleri ile beraber sağlayacakları avantajların ortaya konmasında fayda olacağı düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

1. Demir, F., 2007. Kilim Desenli Denim Kumaş Üretimi. Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Kayseri,149 s.
2. Karagöz, G., 2009. Denim Yıkama İşlemlerinde Ortaya Çıkan Zararlar Nedenleri ve Çözüm Olanakları. Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İzmir, 143 s.
3. Tölek, Ş., 2016. Yenilikçi Bir Metot ile Boyanan Denim Kumaşın Renk Analizinin ve Renk Haslığı Özelliklerinin Araştırılması. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Adana, 65 s.
4. Toksöz, M., Mezarcıöz S., 2013. Denim kumaşlara uygulanan özel yıkama uygulamaları. **Çukurova Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi dergisi**, **28**(2), 141-148.
5. Çakır, N., 2010. Kot Pantolon Üretiminde Bitim İşlemlerinin ve Farklı Denim Kumaşların Fit Üzerine Etkileri. Pamukkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Denizli, s.99
6. Acar, A., 2005. Denim Kumaş Hatalarının Optimizasyonuna Yönelik Çözüm Önerileri. Marmara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, 102 s.
7. Uludağ İhracatçı Birlikleri Genel Sekreterliği, 2017. Türkiye denim sektörü dış ticaret raporu. **http://www.uib.org.tr/tr/kbfile/denim-sektoru-ihracat-raporu-kasm-2017**, (Ağustos 2018).
8. Özdemir, D., 2006. Denim Mamullerin Ağartılmasında Kullanılan Sodyumhipolklorit ve Potasyumpermanganat Yöntemlerine Alternatif Yöntemlerin Araştırılması. Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İzmir, 144s.
9. Çataloğlu, A., 2007. Elastan Karışımlı Denim Kumaşların Elastikiyet ve Kalıcı Deformasyon Özellikleri Üzerine Bir Araştırma. Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İzmir, 63s.
10. Erdem, K., Ayyıldız, Ç., 2005. Denim kumaş üretim esasları, Dünya ve Türkiye'deki ticaret durumu. **Tekstil ve Mühendis**, **12**(60): 35-42.

11. Chakraborty J. N., Chavan R. B., 2004. Dyeing of denim with indigo. **Indian Journal of Fibre & Textile Research, 39** : 100-109.

12. Yurdakul A., Atav R., 2006, Boya Baskı Esasları. Ege Üniversitesi Tekstil ve Konfeksiyon Araştırma Uygulama Merkezi Yayını, Bornova-İzmir, 118s.

13. Ayyıldız, Ç., 2004. Denim Kumaş Üretim Prosesi ve Kumaş Kalite Parametreleri. Çukurova Üniversitesi Tekstil Mühendisliği Bölümü, Yüksek Lisans Tezi, 413 s.

14. Khalil, E., 2015. Sustainable and ecological finishing technology for denim jeans. **AASCIT Communication, 2**(5): 159-163.

15. Aslan M., Körlü A., 2009. Selülaz enziminin denim yıkamada kullanılması. **Tekstil Teknolojileri Elektronik Dergisi, 3** (1): 11-23.

16. Bajaj P., Agarwal R., 1999. Innovations in denim production. **American Dyestuff Reporter, 88** (5): 26-34.

17. Bechtold, T., Turcanu, A., Campese, R., Maier, P., Schrott, W., 2006. On-site formation of hypochlorite for indigo oxidation–scale-up and full scale operation of an electrolyser for denim bleach processes. **Journal of Applied Electrochemistry, 36**(3): 287-293.

18. Özdemir, D., Duran, K., Bahtiyari, M. İ., Perincek, S., Körlü, A. E., 2008. Ozone bleaching of denim fabrics. **Aatcc Review, 8**(9).

19. Ural Ö., 2012. Denim ürünler hakkında tüketici bilincinin araştırılması. **Akdeniz Sanat Dergisi, 4** (8).

20. Maryan, S, A., Montazer, M., Harifi, T., 2015. Synthesis of nano silver on cellulosic denim fabric producing yellow colored garment with antibacterial properties. **Carbohydrate Polymers, 115**: 568-574.

21. Maryan, A. S., Montazer, M., Rashidi, A., 2013. Introducing old-look, soft handle, flame retardant, and anti-bacterial properties to denim garments using nano clay. **Journal of Engineered Fibers and Fabrics, 8** (4): 68-77.

22. Özgüney, A. T., Özçelik, G., Özkaya, K., 2009. A study on specifying the effect of laser fading process on the colour and mechanical properties of the denim fabrics. **Journal of Textile & Apparel/Tekstil ve Konfeksiyon, 19** (2).

23. Mangat M., Abbasi A., Wiener J., 2014. Evaluation of change in color of denim fabric after various industrial washing processes with different fiber composition. **World Journal of Engineering, 11** (2): 107-110.

24. **http://www.tekstildershanesi.com.tr/bilgi-deposu/denim-giysiye-yapilan-bitim-islemleri.html** (Ağustos, 2018)

25. Aslan, M., 2004. Denim Yıkama Prosesinde Enzim Kullanımı. Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İzmir, 229 s.

26. Ayyıldız, Ç., 2004. Denim Kumaş Üretim Prosesi ve Kumaş Kalite Parametreleri. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Adana, 413s.

27. Khedher F., Dhouib S., Msahli S., Sakli F., 2010. Study of influence of matter and finishing treatments on the denim garment shade. **International Journal of Clothing Science and Technology 23**(2/3):107-118.

28. Köksal F., 2015. Denim Yıkamada Renk Varyasyonlarının Nedenlerinin İncelenmesi. Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Tekirdağ, 97s.

29. Khedher F., Dhouib S., Msahli S., Sakli F., 2009. The influence of industrial finishing treatments and their succession on the mechanical properties of denim garment. **Autex Research Journal, 9**(3):93-100.

30. Tahran, M., 2005. Eskitme Yöntemlerinin Denim Mamullerin Performans Özelliklerine Etkisi. Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İzmir, 130s.

31. Cavaco-Paulo, A., 1998. Mechanism of cellulase action in textile processes. **Carbohydrate Polymers, 37** (3): 273–277.

32. Hockenberger, A., Güler, N., Mutlu, M., Plazma işleminin rejenere selüloz esaslı liflerin mekanik ve yüzey özelliklerine etkisinin incelenmesi. **Uludağ University Journal of The Faculty of Engineering, 13**(2).

33. Nergis, A., Oğulata, R. T., 2016. Denim Kumaşlarda Farklı Yıkama Proseslerinin Kumaş Performans Özelliklerine Etkisi, Çukurova Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Adana. 176s.

34. Araujo, M., Fangueiro, R., Hong, H., 2004. Modelling and simulation of the mechanical behavior of weft knitted fabrics for technical applications. Part IV: 3D FEA model with a mesh of tetrahedricelements, **AUTEX Research Journal Vol.4**, No:2.

35. Abounaim, M., 2010. Process development for the manufacturing of at knitted innovative 3D spacer fabrics for high performance composite applications. Technischen Universitat Dresden, Master's Thesis, Germany.

36. Karagöz, G., 2009. Denim Yıkama İşlemlerinde Ortaya Çıkan Zararlar Nedenleri ve Çözüm Olanakları. Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İzmir, 143 s.

37. Çetinaslan, K., Mezarcıöz, S., Çetiner, S., 2013. Yıkama işleminin denim kumaşların kopma ve yırtılma mukavemetine etkisi. **KSU Mühendislik Bilimleri Dergisi, 16** (1): 38-42.

38. Seventekin, N., 2004. Kimyasal Lifler, EÜ Tekstil ve Konf. Arş. Uyg. Merkezi Yayınları, İzmir, 86 s.

39. Saçak, M., 2002. Lif ve Elyaf Kimyası. Gazi Kitapevi Tic. Ltd. Şti., Ankara, 271 s.

40. Rouette, H, K., 2000. Encyclopedia of Textile Finishing. (CD), Springer, 2769 pp.

41. Özbağcı, Ö., 2008. Pamuk ve Bazı Rejenere Selüloz Esaslı Süprem Örgü Kumaşların Fiziksel ve Boyutsal Özellikleri. Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İzmir, 175 s.

42. Cook, J, G., 1993. Handbook of Textile Fibres. Merrow Publishing Co.Ltd., England, 719 pp.

43. Lewin, M., 2006. Handbook of Fiber Chemistry. Crc press. America, 908 pp.

44. Dündar, E., 2008. Çeşitli Selülozik İpliklerden Üretilen Örme Kumaşların Performanslarının Karşılaştırılması. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans, İstanbul, 83 s.

45. Sarıışık, M., 2001. Tekstil Terbiye İşlemlerinde Enzimler. Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Basım Ünitesi, İzmir, 190s.

46. Chavan, R, B., Patra, A, K., 2004. Development and processing of lyocell. **Indian Journal of Fibre & Textile Research, 29** :483-492

47. Mak, C. M., Yuen, C. W. M., Ku, S. K. A., Kan, C. W., 2006. Changes in surface morphology of Tencel fabric during the fibrillation process. **The Journal of The Textile Institute, 97,** (3), 241-246.

48. Aniş, P., 1998. Tekstil Ön Terbiyesi, Alfa Aktüel Yayınları, Bursa. 224 s.

49. Bartsch, P., Kling, G., 2001. What opportunities are available to the finisher from today's point of view when it comes to dyeing and finishing of lenzing Lyocell. **Lenzinger Berichte, 80**: 40-48.

50. Sayed, U., Pratap, M. R., Singh, A. S., Rane, Y. N., Pawar, A. L., 2002. Lyocell: fiber of future. **Colourage, 49** (10): 33-36

51. Card, A., Moore, M. A., Ankeny, M., 2006. Garment washed jeans: impact of launderings on physical properties. **International Journal of Clothing Science and Technology, 18** (1): 43-52.

52. Khan, R, M., Mondal, H, I., 2012. Sustainable washing for denim garments by enzymatic treatment. **Journal Of Chemical Engineering, 27** (1): 27-31.

53. Kan, W, C., Wong, Y, W., Song, J, L., Law, C, M., 2013. Prediction of color properties of cellulase-treated 100% cotton denim fabric. **Journal of Textile.**

54. Karazincir, E., Baykal, P. D., 2014. Seçilmiş denim kumaşta yıkama türünün kumaş mukavemeti ve uzaması üzerindeki etkilerinin araştırılması. **Tekstil ve Mühendis, 21** (94).

55. Yıldırım, N., Üstündağ, S., Örtlek, H. G., 2014. Yıkama işlemlerinin denim kumaşların fiziksel özellikleri üzerindeki etkileri. **Tekstil ve Mühendis, 21** (95).

56. Mir, S., Hossain, M., Biswas, P., Hossain, A., Idris, A, M., 2014. Evaluation of mechanical properties of denim garments after enzymatic bio-washing. **World Applied Sciences Journal, 31** (9): 1661-1665.

57. Sarkar, J., Khalil, E., 2014. Effect of industrial bleach wash and softening on the physical, mechanical and color properties of denim garments. **Journal Of Polymer and Textile Engineering, 1** (3): 46-49.

58. Khalil, E., Sarkar, J., Rahman, M., Solaiman, M., 2014. Influence of enzyme and silicone wash on the physico-mechanical properties of non-denim twill garments. **International Journal Of Scientific & Technology research, 10** (3): 231-233.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı, Soyadı: Hilal ADIGÜZEL

Uyruğu: Türkiye (TC)

Doğum Tarihi ve Yeri: 26 Nisan 1989, Kayseri

Medeni Durumu: Bekâr

email: hilal.adgzel@gmail.com / 0 530 681 91 60

EĞİTİM

Derece	Kurum	Mezuniyet Tarihi
Yüksek Lisans	EÜ Fen Bilimler Enstitüsü	2018
Lisans	EÜ Tekstil Mühendisliği	2013
Lise	Melikgazi Mustafa Eminoğlu Anadolu Lisesi	2007

ÇALIŞTIĞI KURUMLAR

Görev	Kurum	Yıl
Ür-Ge Mühendisi	Merkez Çelik San. Tic. Aş.	2013-2014
Ar-Ge Mühendisi	Orta Anadolu T.A.Ş	2014- Devam etmekte

YABANCI DİL

İngilizce