



T.C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



PAMUKLU KUMAŞLARIN BURUŞMAZLIK
AÇISININ İYİLEŞTİRİLMESİ

SELVİ MERVE BALCI

DOKTORA TEZİ

Kimya Anabilim Dalını

Temmuz-2021
KONYA
Her Hakkı Saklıdır

ÖZET

DOKTORA TEZİ

PAMUKLU KUMAŞLARIN BURUŞMAZLIK AÇISININ İYİLEŞTİRİLMESİ

Selvi Merve BALCI

Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Kimya Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Emine ÖZCAN

2021, 56 Sayfa

Prof. Dr. Emine ÖZCAN
Prof. Dr. Hamdi Şükür KILIÇ
Dr. Öğr. Üyesi Nejdet ŞEN
Doç. Dr. Mustafa TOPKAFA
Doç. Dr. İlkay ÖZAYTEKİN

Bu tez kapsamında pamuklu kumaşlarda buruşmazlık açısını iyileştirmek amacıyla, silikon yağı olarak düşük amin sayılı reaktif aminoetil aminopropil fonksiyonel polidimetilsiloksan kullanılmıştır. Emülgatör olarak literatürlerden farklı olarak ilk kez Tridesil Alkol 5 Etoksilat ve Tridesil Alkol 8 Etoksilat kullanılarak amino fonksiyonel silikon emülsiyonu hazırlanmıştır. Hazırlanan silikon emülsiyonunun pH, raf ömrü testi, kırılma indisi tayini, FT-IR spektroskopisi ve Partikül Boyut Analizi yapılmıştır. Silikon emülsiyonu yaygın olarak kullanılan pad-dry-cure metoduna göre 20g/L, 40g/L ve 60g/L olmak üzere üç farklı konsantrasyonda %100 pamuklu kumaşa uygulanmıştır. Emülsiyon uygulanan pamuklu kumaşın kurutma sıcaklığı ve süresi 120 °C 'de 5 dakika, fikse edilme sıcaklığı ve süresi ise 170°C 'de 3 dakikadır. Amino fonksiyonel silikon emülsiyonunun uygulandığı kumaşlarda kalitatif tuşe testi, FT-IR spektroskopisi, SEM analizi ve buruşmazlık açısı tayini (WRA) yapılmıştır.

FT-IR spektroskopisi değerleri incelendiğinde üretilen amino fonksiyonel silikon emülsiyonunun %100 pamuklu kumaşa bağlandığı kanıtlanmıştır. SEM görüntüleri incelendiğinde pamuklu ham kumaş yüzeyi buruşuk, kıvrımlı ve sert yüzey olarak gözlemlenmiştir. Emülsiyon uygulandıktan sonra ise daha düzgün ve pürüzsüz bir

yüzeyin gözlemlenmesi amino fonksiyonel silikon emülsiyonunun pamuklu kumaşa bağlandığının kanıtıdır.

Pamuklu kumaşın buruşmazlık açısı tayini (WRA), üretilen silikon emülsiyonu kumaşlara uygulandıktan sonra kurutulmuş ve 170 °C 'de 3 dakika fikse edildikten sonra yapılmıştır. Buruşmazlık açısı ölçümü kumaşların atkı ve çözgü yönlerinde ayrı ayrı ölçülerek belirlenmiştir. Buruşmazlık açısı ölçümü sonucunda konsantrasyon arttıkça buruşmazlık açısının arttığı gözlemlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: silikonlar, silikon emülsiyonu, buruşmazlık açısı



ABSTRACT

Ph.D THESIS

İMPROVİNG THE WRİNKLE RECOVERY ANGLE OF COTTON FABRİCS

Selvi Merve BALCI

**THE GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCE OF
SELÇUK UNIVERSITY
DOCTOR OF PHILOSOPHY
IN CHEMİSTRY**

Advisor: Prof. Dr. Emine ÖZCAN

2021, 56 Page

**Prof. Dr. Emine ÖZCAN
Prof. Dr. Hamdi Şükür KILIÇ
Dr. Lecturer Nejdet ŞEN
Assoc. Prof. Dr. İlkey ÖZAYTEKİN
Assoc. Prof. Dr. Mustafa TOPKAFA**

In this thesis, an emulsion was prepared by using reactive aminoethyl aminopropyl functional polydimethylsiloxane silicone oil in order to improve the wrinkle recovery angle of cotton fabrics. Different from the literature, amino functional silicone emulsion was prepared for the first time by using as emulsifiers Tridecyl Alcohol 5 Ethoxylate and Tridecyl Alcohol 8 Ethoxylate. The prepared silicone emulsion was performed pH, refractive index, FT IR Spectroscopy and Particle Size Analysis. The silicone emulsion was applied to 100% cotton fabric according to the commonly used pad-dry-cure method at three different concentrations; 20g/L, 40g/L and 60g/L. Applied to cotton fabric that drying temperature and time is 5 minutes at 120 °C, fixation temperature and time is 3 minutes at 170 °C. Qualitative touch test, FT IR spectroscopy, SEM analysis and wrinkle recovery angle (WRA) were performed on cotton fabric which amino functional silicone emulsions was applied.

When the FT IR spectroscopy values were examined, it was proven that the amino functional silicone emulsion produced was bonded to %100 cotton fabric. When the SEM images were examined, raw cotton fabric surface was observed as wrinkled, curved and

hard surface. Observing a smoother and smoother surface after the emulsion is bonded to cotton fabric.

Wrinkle recovery angle (WRA) of cotton fabric was made after the silicone emulsion produced that applied to the fabric fixation temperature at 170 °C and 3 minutes. Wrinkle recovery angle measurement was determined weft and warp directions of cotton fabric measuring by separately. As a result of wrinkle recovery angle measurement was observed that wrinkle recovery angle increased as concentrations increased.

Keywords: Silicon, silicone emulsions, wrinkle recovery angle



ÖNSÖZ

Bu çalışma, Selçuk Üniversitesi Fen Fakültesi Kimya Bölümü Öğretim Üyesi Prof. Dr. Emine ÖZCAN danışmanlığında hazırlanarak, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü' ne Doktora tezi olarak sunulmuştur.

Öncelikle Lisans, Yüksek Lisans ve Doktora tez çalışmam süresince yardımları ile beni her zaman destekleyen, tavsiyeleriyle beni yönlendiren ve yetiştiren çok değerli hocam Prof. Dr. Emine ÖZCAN' a saygı, sevgi ve teşekkürlerimi sunarım.

Öğrenim hayatım boyunca bana maddi ve manevi destek olan, rahmetli annem Asuman DEĞİRMENCİOĞLU ve kıymetli babam Mahmut DEĞİRMENCİOĞLU' na teşekkür ederim. Bana olan desteğini hiçbir zaman esirgemeyen ve her konuda yardımcı olan eşim Ramazan BALCI' ya teşekkür ederim.

Kumaş analizi için yardımlarını esirgemeyen Pamukkale Üniversitesi İLTAM Öğretim Görevlisi Dr. Tufan TOPAL' a ve arkadaşım Gökhan YILMAZ' a teşekkürlerimi borç bilirim.

Selvi Merve BALCI
KONYA-2021

İÇİNDEKİLER TABLOSU

TEZ KABUL VE ONAYI	v
TEZ BİLDİRİMİ	vi
ÖZET	iv
ABSTRACT	vi
ÖNSÖZ	viii
Tablolar Listesi	xi
Şekiller Listesi	xii
SİMGELER VE KISALTMALAR	xiv
1. GİRİŞ	1
1.1. Silikonlar (Polisiloksanlar).....	2
1.1.1. Silikonların Yapısal Özellikleri.....	3
1.1.2. Silikonların Sentezi	4
1.1.3. Silikonların Tekstil Terbiyesindeki Yeri.....	5
1.1.4. Tekstil Sektöründe Önem Taşıyan Silikonlar	5
1.2. Emülsiyonlar	8
1.3. Silikon Emülsiyonları.....	9
1.3.1. Silikon Emülsiyonlarının Sınıflandırılması.....	10
1.4. Tekstilde Özel Bitim İşlemleri	11
1.5. Pamuklu Kumaşların Yapısı ve Özellikleri.....	12
1.6. Buruşmanın Tanımı.....	13
1.6.1. Buruşmanın Nedenleri.....	14
1.6.2. Buruşmazlık Bitim İşleminin Etki Mekanizması	15
1.6.3. Buruşmazlık Bitim İşlemi Yöntemleri	16
1.6.4. Buruşmazlık Bitim İşlemlerinde Kullanılan Kimyasallar	18
1.6.5. Buruşmazlık Bitim İşlemlerinin Avantaj ve Dezavantajları	21
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI	23
2.1. Literatür Özetleri	23
2.2. Çalışmanın Amacı	25
3. MATERYAL VE YÖNTEM	27
3.1. Kullanılan Maddeler.....	27
3.2. Kullanılan Aletler	28
3.3. Silikon Emülsiyonu Üretimi İçin Deney Seti.....	28
3.4. Uygulamada Kullanılan Cihazlar	29
3.5. Silikon Emülsiyonunun Stabilitite Testleri ve Karakterizasyonu	30

3.5.1. Raf Ömrü Testi.....	30
3.5.2. Kırılma İndisi Tayini.....	30
3.5.3. pH Analizi	31
3.5.4. Partikül Boyut Analizi.....	31
3.5.5. FT-IR Spektroskopisi	32
3.6. Pamuklu Kumaşa Uygulanan Testler.....	32
3.6.1. Kalitatif Tuşe Testi.....	32
3.6.2. Buruşmazlık Açısı Ölçümü	32
3.6.3. FT IR Spektroskopisi	33
3.6.4. SEM Analizi	33
4. DENEYSEL BÖLÜM.....	34
4.1. Silikon Emülsiyonunu Üretimi	34
4.2. Emülsiyon Eldesi Yöntemi	35
4.3. Silikon Emülsiyonunun Kumaşa Uygulanması	36
5. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA.....	38
5.1. Üretilen Emülsiyonun Stabilite ve Karakterizasyon Analiz Sonuçları .	38
5.1.1. Emülsiyonun pH ve Kırılma İndisi Tayini Değerleri.....	38
5.1.2. Emülsiyonun Raf Ömrü Testi	38
5.1.3. Partikül Boyutu Analizi.....	39
5.1.4. FT IR Spektroskopisi	40
5.2. Pamuklu Kumaşa Uygulanan Test Sonuçları.....	41
5.2.1. Kalitatif Tuşe Değerlendirme Sonuçları	41
5.2.2. Buruşmazlık Açısı (WRA) Sonuçları.....	42
5.2.3. FT IR Spektroskopisi	43
5.2.4. SEM Analizi	46
6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	49
KAYNAKLAR	51
ÖZGEÇMİŞ.....	56

Tablolar Listesi

Tablo 4.1. Kullanılan silikon yağının ve emülgatörlerin HLB değerleri	34
Tablo 4.2. Silikon emülsiyonu reçetesi	35
Tablo 5.1. Emülsiyonun pH ve kırılma indisi değerleri.....	38
Tablo 5.2. Kalitatif Tuşe Değerlendirmesi.....	42
Tablo 5.3. Çözücü yönü için WRA değerleri	42
Tablo 5.4. Atkı yönü için WRA değerleri.....	42



Şekiller Listesi

Şekil 1.1. Lineer-polimer yapıli silikon bileşigi	3
Şekil 1.2. Polidimetilsiloksan yapısı.....	3
Şekil 1.3. Silikonların Sentezi	4
Şekil 1.4. Silikonların Sentezi	4
Şekil 1.5. Silikonların Sentezi	4
Şekil 1.6. Silikonların Sentezi	5
Şekil 1.7. Konvansiyonel reaktif siloksanların genel yapısı.....	6
Şekil 1.8. Reaktif silikonların genel yapısı (Zia, Tabassum et al. 2011).....	7
Şekil 1.9. Fazlarına göre emülsiyon tipleri (Akgün 2010)	8
Şekil 1.10. Kompleks film oluşturma (Fanun 2016)	9
Şekil 1.11. Selülozun yapısı	13
Şekil 1.12. Dimetiloletilenüre ve selüloz arasındaki bağ oluşumu.....	16
Şekil 1.13. Dimetilol Dihidroksi Etilen Üre	20
Şekil 3.1. Reaktif amino etil amino propil fonksiyonel polidimetilsiloksan	27
Şekil 3.2. Laboratuvar tipi mekanik karıştırıcı	29
Şekil 3.3. ATC-FY350 Laboratuvar Tipi Fular Makinesi	29
Şekil 3.4. ATC-GK40 Laboratuvar Tipi Ramöz	30
Şekil 3.5. Abbe refraktometresi	31
Şekil 3.6. Malvern ZetaSizer Nano-ZS	32
Şekil 3.7. SDL Atlas buruşmazlık açısı cihazı	33
Şekil 4.1. Pad-Dry-Cure yönteminin şematik gösterimi (Wang, Hui et al. 2017).....	37
Şekil 4.2. Pozitif yüklü amin grubunun selüloz ile etkileşimi.....	37
Şekil 4.3. Amino fonksiyonel silikon emülsiyonunun kumaşa bağlanması	37
Şekil 5.1. Emülsiyonun birinci gün partikül boyut analiz grafiği	39
Şekil 5.2. Emülsiyonun on beşinci gün partikül boyut analiz grafiği.....	40

Şekil 5.3. Üretilen Emülsiyonun FT IR Spektroskopisi	41
Şekil 5.4. Pamuklu Ham Kumaşın FT IR Spektroskopisi	43
Şekil 5.5. SY uygulanmış pamuklu kumaşın FT IR Spektroskopisi	44
Şekil 5.6. SY uygulanmamış ve uygulanmış pamuklu kumaşın FT IR Spektroskopisi .	45
Şekil 5.7. Ham kumaşın SEM görüntüsü	46
Şekil 5.8. EM uygulanmış kumaşın SEM görüntüsü.....	46
Şekil 5.9. Ham kumaşın SEM görüntüsü	46
Şekil 5.10. EM uygulanmış kumaşın SEM görüntüsü.....	46
Şekil 5.11. Ham kumaşın SEM görüntüsü	47
Şekil 5.12. EM uygulanmış kumaşın SEM görüntüsü.....	47
Şekil 5.13. Ham kumaşın SEM görüntüsü	47
Şekil 5.14. EM uygulanmış kumaşın SEM görüntüsü.....	47

SİMGELER VE KISALTMALAR

°C	Derece Santigrat
FT-IR	Fourier Transform Infrared Spectroscopy
SEM	Scanning Electron Microscope
WRA	Wrinkle Recovery Angle
HLB	Hydrophilic Lipophilic Balance
pm	Pikometre
gr	Gram
nm	Nanometre
µm	Mikrometre
L	Litre
EO	Etoksilat
dk	Dakika
AA	Asetik asit
DMPU	Dimetilolpropilenüre
DMDHEU	Dimetiloldihidroksietilenüre
PEG	Polietilenglikol

1. GİRİŞ

Tekstil sektöründe dünya çapında anlamlı bir yerde bulunan ve üretici ülkeler arasında lider ülkelerden birisi durumunda olan ülkemizde tekstil sektörü kendisini sürekli yenileyerek hızlı bir gelişme göstermektedir. Bu gelişme ve yenileme ile tekstil ürünlerimizin ihracatı da sürekli artmaktadır. Bu anlamda tüketime sunulan tekstil ürünleri de artarak çeşitlenmektedir. Bu çeşitlilik, tüketicinin gördüğünü alan tüketici olmaktan çıkıp seçen ve kalite kontrolünü yapan tercih sahibi bir tüketici haline dönüştürmüştür. Kumaşların kalitelerini belirleyen faktörlerden biri de buruşmazlık işlemidir. Bu işlem giysi yapımında kullanılan kumaşlarda aranılan bir özelliktir. Çünkü giysi olarak kullanılacak kumaşın insan vücuduna uygunluğu, yıkama kolaylığı, kuruması ve kolay ütülenebilir olması çok önemlidir.

Yirminci yüzyılın başlarında pamuklu kumaşların mekanik özelliklerinin geliştirilmesi ile ilgili çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmaların amacı kumaşlarda buruşmazlık açısını arttırmak yerine yıkamadan sonra kumaşların çekme ve büzülmesini engellemek olmuştur.

Tekstil mamulüne daha iyi görünüm, tutum ve kullanım özelliği kazandırmak için mekanik yöntemlerle veya kimyasal maddelerle uygulanan işlemlere bitim işlemleri denir. Son yıllarda pamuklu kumaşların buruşmazlık açısının artırılmasının önemi gittikçe artarken buruşmazlık bitim işlemleri; uygulanan kumaşlarda mukavemet kaybına sebebiyet verdiği düşünülmektedir. Bu sebeple çalışmalar kumaşın mukavemet kaybını artırmak üzerine yoğunlaşmıştır (Schramm, Binder et al. 2004). Yapılan bazı çalışmalarda formaldehit ve türevleriyle işlem gören kumaşların yıkama sırasında çekmelerinin azalıp buruşmazlık açısının arttığı gözlemlenmiştir. DMPU (Dimetilolpropilenüre) ve DMDHEU (Dimetiloldihidroksietilenüre) içeren bileşikler selüloz molekülündeki hidroksil gruplarıyla bağ yaparlar. Bu bileşiklerin kullanıldığı buruşmazlık bitim işlemlerinde kullanılan kumaşların tuşesi yumuşak olurken formaldehit açığa çıkarmaktadırlar. Ayrıca bu bileşikler selüloz zincirlerini bozup kumaş mukavemetinin düşmesine sebep olurlar (Charles, Weishu et al. 2000).

Selüloz molekülleriyle kovalent bağ yapan formaldehitli ve formaldehitsiz yöntemlerde kullanılan kimyasallar kumaşın buruşmazlık açısını arttırlar. Son yıllarda yapılan çalışmalarda kovalent bağlı yöntemlerin yerine iyonik bağlı yöntemler ile ilgili çalışmalar yapılmaktadır (Sahin, Gursoy et al. 2009). Yeni olan bu çalışmalar kısmen

başarı sağlamış olup selüloz liflerine etkileri araştırılmaktadır. Gelecek zamanlarda iyonik bağlı yöntemin kovalent bağlı yöntemlere karşı rakip haline gelebileceği düşünülmektedir.

Pamuklu kumaşların buruşmazlık bitim işlemleri apresinde kullanılan N-metilol esaslı kimyasal maddeler kullanılmaktadır. Kullanım esnasında ve işlem sonunda serbest formaldehit açığa çıkarmaktadır. Açığa çıkan formaldehit insan sağlığına ve çevreye zarar vermektedir. Son zamanlarda bu maddelerin yerine kullanılabilir kimyasallar araştırılmaya başlanmıştır. Formaldehit açığa çıkarmayan veya daha az çıkaran kimyasallar kullanılarak birçok çalışma yapılmış ve bu çalışmalar hala devam etmektedir.

Günümüzde halen buruşmazlık bitim işlemlerinin kumaşa birçok olumlu özellikler kazandırmasının yanı sıra olumsuz bazı özellikler de yüklediği açıktır. Ancak bu konuda yapılan çalışmalar, konunun her geçen gün daha iyiye gittiğini ortaya koymaktadır. Ayrıca buruşmayan, çekmeyen, çabuk kuruyan, daha az pillingleşen, dönme ve deformasyon olayı azaltılmış daha kaliteli bir mamül elde etmenin yanında ortaya çıkan olumsuz etkiler bir yere kadar hem üreticileri hem de tüketicileri çok fazla rahatsız etmemektedir.

Geçmişten bugüne kadar yapılan çalışmalarda buruşmazlık bitim işlemi uygulanmamış mamüller ile uygulanmış mamüller arasında büyük farklar olduğu görülmüştür. Buruşmazlık bitim işlemleri ile daha az buruşur, çekmeyen ve daha konforlu mamül özellikleri elde edilmektedir.

Yukarıda anlatılan konular ışığı altında yapılan bu çalışmada, geleneksel buruşmazlık bitim işlemlerinden farklı olarak, insan sağlığına ve çevreye zarar verecek hiçbir kimyasal madde kullanmadan bir silikon emülsiyonu üretilerek pad-dry-cure uygulama tekniği ile %100 pamuklu kumaşa buruşmazlık özelliğinin kazandırılması amaçlanmıştır.

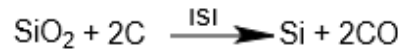
1.1. Silikonlar (Polisiloksanlar)

Ticari açıdan önemli olan silikonlar inorganik ve yarı-inorganik polimerler arasında önemli bir yere sahip olup silikonlarla ilgili çok fazla çalışma mevcuttur. Si-O iskeleti polimerlere birçok özellik kazandırmaktadır. Yüksek performans akışkanları, elastomerler ve kaplayıcılar, yüzey değiştiriciler, fotorezistler, yumuşak kontakt lensler, yapay organlar ve kontrollü salınım sistemleri ve bunun gibi birçok uygulama alanları mevcuttur.

Şekil 1.2. 'deki bağlanmanın yapısı sebebiyle Si-O bağı 1.64 Å uzunluğuna sahiptir ve organik polimerde bulunan 1.53 Å uzunluğundaki C-C bağından daha uzundur ve streik engel azaltılmıştır. Yapıdaki oksijen atomları yüksüz hale getirilmiştir ve zincir yapısını devam ettirmek için iki değerlik elektronuna ihtiyacı vardır. Yapıdaki Si-O-Si bağ açısı 143° olup tetrahedral açısından daha büyüktür. Tüm bu sıralanan özellikler zincirin esneklik özelliğini arttırmaktadır (İspir and Serin 2006).

1.1.2. Silikonların Sentezi

Silikanın karbon ile yüksek sıcaklıkta indirgenmesiyle silikon elde edilir.



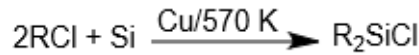
Şekil 1.3. Silikonların Sentezi

Silikon elde edildikten sonra Şekil 1.4. 'de verilen reaksiyon ile SnCl₄' e dönüşür.



Şekil 1.4. Silikonların Sentezi

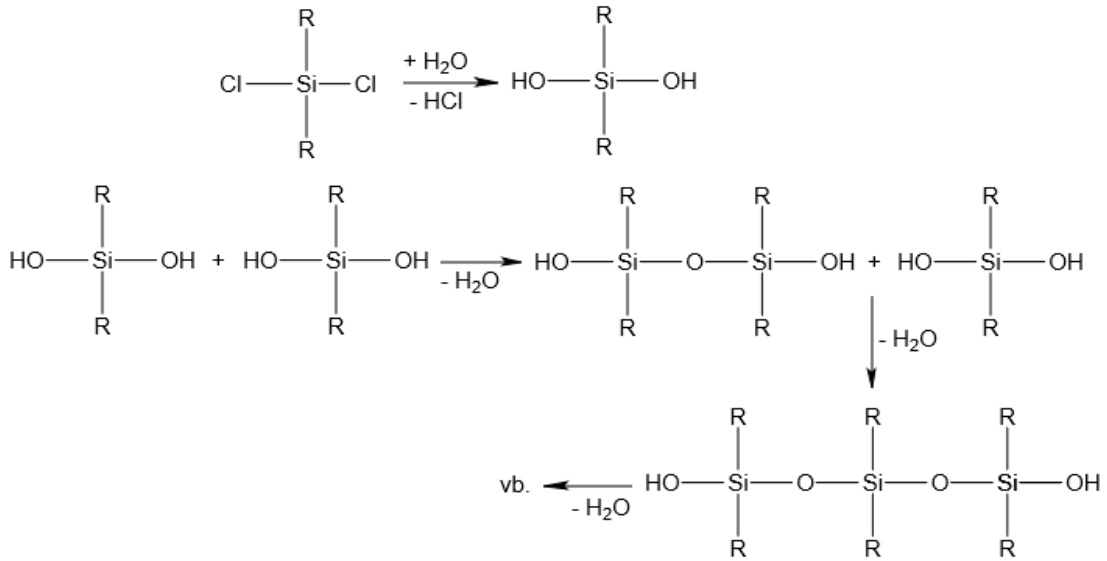
SiCl₄ ise bir organosilan oluşturmak üzere Grignard reaksiyonu verir. Bu reaksiyon "Rochow Prosesi" prosesi olarak bilinen bir yöntemle elementel silikondan yola çıkılarak da yapılabilir (O'Lenick, Siltech *et al.* 2009).



Şekil 1.5. Silikonların Sentezi

R₂SiCl₂ ile oluşturulan bileşikler hem organik hem de inorganik yapıya sahip bileşiklerin hazırlanmasında kullanılır. Bu bileşiklerin hidrolizi ile tekrarlayan temel [SiR₂O] birimleri oluşturarak dihidroksi yapılarını verir.

R₂SiCl₂'nin hidrolizi ile [-SiR₂O-] tekrarlayan monomerler oluşur.



Şekil 1.6. Silikonların Sentezi

Polimer zinciri trimetil grubunun zincirin sonuna eklenmesi ile uzamaya devam eder. Silikon yağının yüksek viskoziteye sahip olmasının nedeni zincirin uzamasıdır. Buna örnek olarak polidimetilsiloksanı verebiliriz. Polidimetilsiloksan [-Si(CH₃)₂O-] tekrarlayan birimlerden oluşur. Silisyum atomunda bulunan organik ve reaktif grupların amacı silikon çeşitliliğini ve fonksiyonlarını artırmaya yöneliktir.

1.1.3. Silikonların Tekstil Terbiyesindeki Yeri

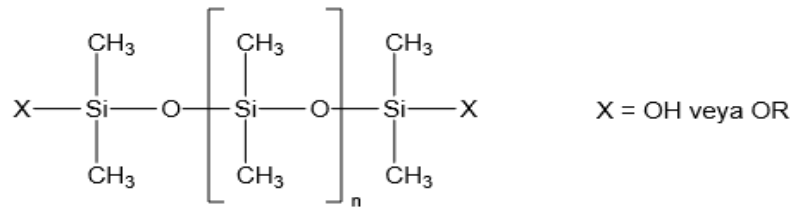
Silikonların kimyasal yapısı nedeniyle çok farklı modifiye silikonların elde edilmesi olasıdır. Bu farklı modifikasyonlar sayesinde silikonlar tekstil terbiyesinde çok fazla alanda kullanılmaktadırlar. Silikonlar yumuşatıcı madde, su iticilik, hidrofilliği arttırıcı, kir itici, köpük kesici, antistatik, kaplama, yünlerde keçeleşmezlik maddesi olarak kullanılabilmektedir. Silikonlarla yapılan terbiye işlemlerinde silikon çözeltisi mamül üzerine aktarılır ve orada katı, yüksek moleküllü şekle dönüştürülür. Bunun için silikon bileşiklerinde Si-H, Si-OH ve Si-OR gruplar görev yaparlar. Bunlar genellikle yoğunlaşma işlemi sırasında diğer silikon grupları ile birleşir veya başka organik maddelerin gruplarıyla bağ yaparlar (Lenoble, Corning *et al.* 2009). Örneğin; pamuklu mamüllerde selülozun -COH grubu ile reaksiyona girerler.

1.1.4. Tekstil Sektöründe Önem Taşıyan Silikonlar

Tekstil sektöründe önem taşıyan silikonları dört grupta inceleyebiliriz. Bunlar reaktif olmayan silikonlar, konvansiyonel reaktif silikonlar, organoreaktif silikonlar ve silikon elastomerler olmak üzere dört grupta inceleyebiliriz.

Reaktif olmayan silikonlar tekstil piyasasında silikon yağı olarak isimlendirilen dimetilpolisiloksandır. Polidimetilsiloksan yüksek molekül ağırlığı ve düşük sıcaklıklarda dahi esnek bir yapıya sahiptir. Bu özellikler onun diğer kimyasallarla etkileşme isteğinin az olmasından kaynaklanmaktadır. Isıya karşı dayanıklılığı iyidir. Bu dayanım sayesinde endüstriyel dikiş makinalarında iplik yağlama maddesi olarak kullanılabilir. Çok geniş bir alanda kullanılmaktadır. Bunun sebebi modifiye edilebilmesidir. Reaktif olmayan silikonlar dikiş ipliği kayganlaştırma maddesi, dikiş kolaylığı sağlayıcı madde, su itici madde, köpük kesici, buruşmazlık kimyasalı ve mukavemet artırıcı olarak kullanılabilirler.

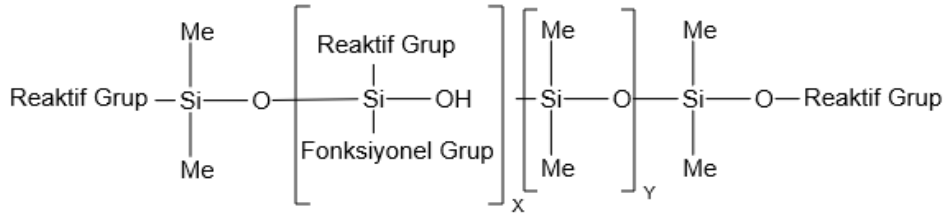
Silanol fonksiyonel grupları ile modifiye edilmiş dimetil silikonlar konvansiyonel reaktif silikon olarak isimlendirilir. Konvansiyonel silikonlar silanol gruplarını su ve katalizör ortamında hidroliz reaksiyonu gerçekleştirerek oluştururlar. Yoğunlaşma sırasında silanol grupları oksijen sayesinde birbirlerine bağlanarak suda çözülmeyen bir yapıya dönüşürler. Hidrofobik etki yapıda yer alan suyu sevmeyen metil gruplarının kumaş yüzeyinden dışarıya doğru yönelmesiyle oluşur. Konvansiyonel reaktif silikonlar kumaşa yumuşaklık, su itici, dolgunluk, stabilite, dikiş kolaylığı, elastikiyet gibi özellikler kazandırır.



Şekil 1.7. Konvansiyonel reaktif siloksanların genel yapısı

Fonksiyonel gruplarla modifiye edilmiş polisiloksanlara organoreaktif silikonlar denir. Organoreaktif gruplar lif ile reaktivite sağlarlar. Polidimetilsiloksanların uygulandığı kumaşa iyi bir tuşe verirken yıkamaya karşı dayanıksız olması organoreaktif silikonların geliştirilmesine yol açmıştır. Organoreaktif silikonlar yapısındaki fonksiyonel gruplar sayesinde kumaşa çok farklı özellikler kazandırır. Polidimetilsiloksan fonksiyonel gruplarla modifiye edilip çeşitli reaktif gruplar ile silikon molekülüne bağlanmaktadır. Reaktif gruplar yardımıyla dimetilpolisiloksandaki bazı metil gruplarının yerine alkil, fenil, amino, merkapt, triflor propil, karboksil, polialkileoksit ve epoksi grubu gibi gruplar gelmektedir. Bu gruplar kumaşlara bazı

özellikler kazandırmaktadır. Bahsedilen bu özellikler; yumuşaklık, hidrofillik, keçeleşmezlik, buruşmazlık, kayganlık, antistatik ve kir itici gibi özelliklerdir.



Fonksiyonel Grup : Aminoetil, Aminopropil, Amido, Vinil, Hidroksil

Reaktif Grup : Metoksi, Etoksi, OH, H

X, Y : Monomer sayısı

Şekil 1.8. Reaktif silikonların genel yapısı (Zia, Tabassum *et al.* 2011)

Silikon Elastomerlerin tekstil ürünlerine çok önemli özellikler kazandırması üç boyutlu yapıya sahip olmasından kaynaklanmaktadır. Bu üç boyutlu yapının oluşması için her molekülün reaktif bağ yapıcı uç gruba sahip olması gereklidir. Bu yapılar; uç gruplarda hidroksil (-OH), yan gruplarda vinil gruplarıdır (-CH=CH). Metil hidrojen siloksan, tri ve tetra alkoksisisilan, triamin silan silikon elastomerlerde reaktif bağ yapan gruplardır. Silikon elastomerler kumaş yüzeyinde iyi bir film oluştururlarsa etkili olmaktadır. Oluşan bu film kumaş yüzeyinden uzaklaştırılmaz. En büyük avantajı yıkama ve kuru temizlemeye karşı dayanıklıdır. Silikon elastomerlerin kullanım alanlarını aşağıdaki gibi özetleyebiliriz.

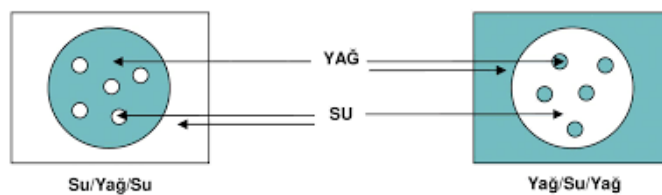
- Silikon elastomerler kumaşlarda tuşenin geliştirilmesinde kullanılır. Silikon elastomerlerin kumaşlarda oluşturduğu sıçrama efekti ve kumaşın elastikiyetini artırması elastomer özelliği sayesinde.
- Buruşmazlık bitim işlemlerinde tek veya farklı kimyasallarla kombinasyonu şeklinde kullanılır.
- Kirlenmezlik ve su itici özelliği vardır.
- Yıka-giy etkisi gösterir.
- Çok iyi su geçirmezlik sağlarlarken hava geçirgenliğini etkilemez.
- Buruşmazlık açısını artırır.
- Kumaşlarda kesim ve dikiş kolaylığı sağlamaktadır.
- Katlama esnasında iz bırakma olasılığını düşürür.
- Kumaşın basınca karşı dayanıklılığını arttırmaktadır.
- Sentetik kumaşlarda pillinglenme ve elektriklenmeyi düşürmektedir.

1.2. Emülsiyonlar

Emülsiyonlar, homojen görünüşe sahip aslında heterojen bir sistemdir. Temelde birbiriyle karışmayan iki sıvının birbiri içinde homojen dağılmasından oluşur. Termodinamik olarak dayanıksızdır. İki sıvıdan biri dağılmış damlacıkları içerir ve karışımın iç fazını oluştururken diğeri ise dış fazını oluşturur. Bir emülsiyon üç bileşenden oluşur. Bunlar emülgatör, su ve yağ fazıdır. Ayrıca kullanım amacına uygun olarak stabiliteyi artırıcı maddeler veya yumuşatıcı gibi maddeler ilave edilebilir.

Karışmayan iki sıvı çalkalandığı zaman her iki fazda birbiri ile karışmayan damlalar oluşur. Çalkalama işlemi bittiğinde damlalar hızlı bir şekilde bir araya gelip yığılırlar (koalesans) ve iki sıvı ayrışır. Bu sebepten ötürü iki sıvının birbiriyle homojen bir şekilde karışması için emülgatörler kullanılır. Emülgatörlerin amacı damlaların iç fazda kalma süresini arttırarak emülsiyonun dayanıklılığını attırmaktır (Bibette, Calderon *et al.* 1999). Hem hidrofilik hem de hidrofobik yapıları içeren moleküllere emülgatör denir. Emülsiyonun stabilitesi partikül boyut analizi sonucunda elde edilen grafikteki pikin dar bir aralıkta olmasına bağlıdır. Emülsiyonlarda dispers fazın damlacık çapı genellikle 0,1-10 μm arasında değişirken bu değerler daha küçük (0,01 μm) veya daha büyük (100 μm) olabilmektedir.

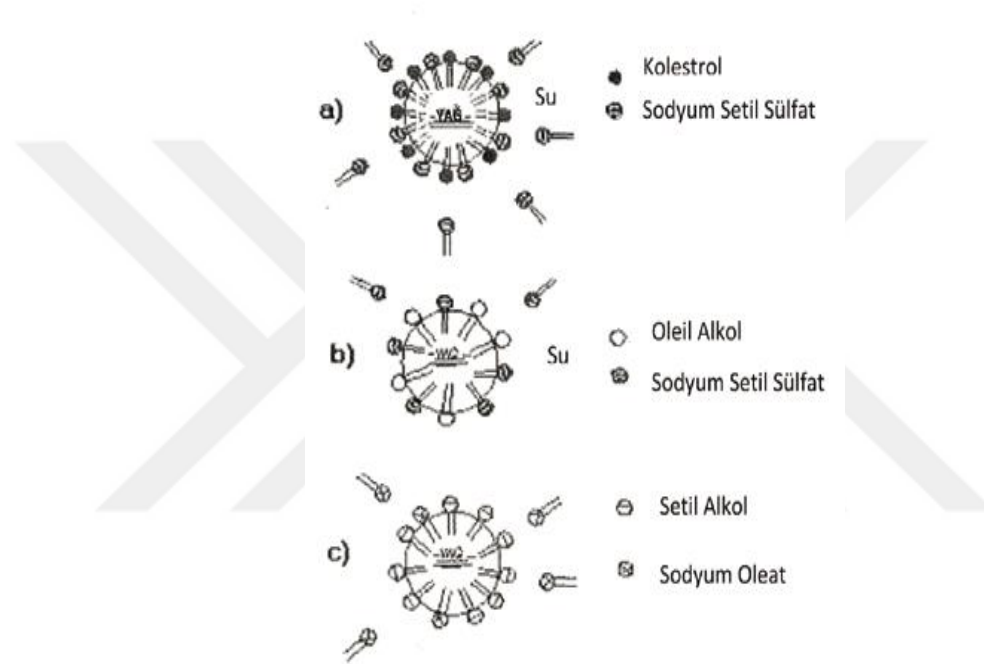
Emülsiyonlar fazlarına göre iki sınıfa ayrılırlar. Bunlar Y/S ve S/Y tipi emülsiyonlardır. Y/S emülsiyonu yağ damlacıklarını su içinde içerir ve bunlara su içinde yağ emülsiyonu da denilir. S/Y su damlacıklarını yağ içinde içerir ve bu emülsiyon tipine yağ içinde su emülsiyonu denilmektedir. Her zaman yağ ve su fazı kullanılmamaktadır. Emülsiyonlar mutlaka yardımcı maddeler de içerirler.



Şekil 1.9. Fazlarına göre emülsiyon tipleri (Akgün 2010)

Geniş bir yüzeyler arası alana sahip olması ve iç yüzey enerjisine sahip olması emülsiyonun dayanıklı olmasını sağlamaktadır. Birbiriyle karışmayan iki sıvı karıştırıldığında sıvılar birbiri içerisinde yüzey alanlarının artması nedeniyle küçük damlalar halinde dağılmaktadır. Ayrılan sıvı molekülleri arasındaki kohezyon kuvvetinin adhezyon kuvvetinden büyük olması sıvıların karışmamasını sağlamaktadır.

Emülsiyonlarda tek emülgatör yerine birden fazla emülgatör kullanılması daha uygundur. Emülsiyonlarda kompleks film oluşumu sulu fazda hidrofilik, yağlı fazda da hidrofobik emülgatörün kullanılması ile gerçekleşir. Şekil 1.8. de yağ-su ara yüzeyinde üç emülgatör karışımı gösterilmektedir. Kompleks film oluşumunu sodyum setil sülfat ve kolesterol kombinasyonu sağlarlar. Şekil 1.8. a'da çok iyi bir emülsiyon oluşumu gösterilmektedir. Şekil 1.8. b'de sodyum setil sülfat ve oleil alkolün oluşturduğu zayıf bir emülsiyon gösterilmektedir. Şekil 1.8. c' de ise setil alkol ve sodyum oleat iyi bir film oluşturmaktadır (Fanun 2016).



Şekil 1.10. Kompleks film oluşturma (Fanun 2016)

1.3. Silikon Emülsiyonları

Silikonlar suda veya bazı hidrokarbonlarda çözünmediğinden emülsiyon formu yaygındır. Silikon emülsiyonları genellikle su, silikon yağı stabilizatörler, koruyucular, donma-çözülme ve viskozite için diğer koruyucu maddeleri içerirler. Bu emülsiyon prosesi, düşük yüzey gerilimi ve silikonların su ve hidrokarbonlarla olan uyumsuzluğundan dolayı yaygın olarak kullanılan hidrokarbon emülsiyon proseslerinden farklıdır. Bu yüzden yağların ve hidrokarbonların emülsiyonu için düşünülen çoğu emülgatör silikon yağları için uygun değildir. Silikon emülsiyonlarını oluşturmak için herhangi bir tip emülgatör kullanılabilir ancak emülsiyonların çoğu noniyonik emülgatörler kullanılır.

Emülgatörler hem hidrofilik hem de lipofilik gruplar içerirler. Emülsiyon üretiminde kullanılan emülgatörlerin HLB (Hydrophilic Lipophilic Balance) değeri oldukça önemlidir. HLB değeri ilk defa Griffin tarafından ortaya atılmıştır. Emülgatör seçiminde oldukça fazla tercih edilen bir yöntemdir. HLB değeri; hidrofilik grupların lipofilik gruplara oranıdır. HLB değeri emülgatörlerin hareket ve performanslarının bir göstergesidir. Düşük HLB değerlerinde (≤ 6) daha çok yağ fazında çözünür ve dayanıklı S/Y emülsiyonu, yüksek HLB değerlerinde (> 8) ise dayanıklı Y/S emülsiyonları oluştururlar. HLB değerleri laboratuvar denemeleri ve teorik ölçümler ile hesaplanır (Shinoda and Kunieda 1983). Her yağın bir HLB değeri vardır. Örneğin HLB değeri 7 olan bir yağı emülsiyeye etmek istiyorsak kullanmamız gereken emülgatör veya emülgatör karışımının HLB değerinin 7 ± 1 olmasını bekleriz. Bu sebeple emülgatör seçimine başlamadan önce emülsiyeye etmek istediğimiz fazın HLB değerini bilmemiz gerekir.

1.3.1. Silikon Emülsiyonlarının Sınıflandırılması

Tekstil terbiyesinde uygulanan bitim işlemleri, genel olarak müşterilerin tekstil ürünlerinden güzel tutum beklentisi nedeniyle oldukça önemli bir yere sahiptir. Terbiye işlemlerinde, yardımcı madde kullanımının %65'i bitim işlemlerinde gerçekleşirken, bunun da yaklaşık %30'una karşılık gelen büyük bir bölümünü, yumuşatıcı madde kullanımı oluşturmaktadır. Yumuşatıcı madde kullanımında amaç, ön terbiye işlemleri sırasında uzaklaştırılan ve life yumuşak tutum veren, doğal liflerin yapısında bulunan yağ, mum, pektin gibi maddelerin uzaklaşması nedeniyle kaybedilen yumuşak tutumu kumaşa yeniden kazandırmak ve hatta başlangıçtaki yumuşaklığı daha da geliştirmektir. Yumuşatıcı maddeler sayesinde, tekstil ürünü hem güzel bir tutum, esneklik, dolgunluk, dökümlülük kazanmakta hem de aşınma dayanımı, boncuklanma, statik elektriklenme, buruşma, giyim konforu, dikiş kolaylığı gibi özellikleri olumlu yönde gelişmektedir.

Yumuşatıcı madde olarak bitim işlemlerinde en yaygın kullanılan ve diğer yumuşatıcılara göre daha yüksek etkiye sahip olan yumuşatıcı silikon emülsiyonlarıdır. Silikon emülsiyonları, hem doğal hem sentetik liflere uygulanabilmesi, hem de diğer yumuşatıcılara nazaran, daha yumuşak, esnek, dökümlü bir özellik kazandırması ile kumaşın yırtılma dayanımı, aşınma dayanımı gibi mekanik özelliklerini olumsuz etkilememesi gibi avantajları bulunmaktadır.

Silikon emülsiyonları partikül boyutuna bağlı olarak üç gruba ayrılırlar. Bunlar makro, mikro ve nano silikon emülsiyonlardır. Makro emülsiyonlar en yaygın emülsiyon

tipidir. Partikül boyutları 0,3 – 1,0 mikrometre (μm) aralığındadır. Makro emülsiyonlar mekanik emülsiyonlar olarak da adlandırılır. Makro emülsiyonlar termodinamik olarak kararsız olup kinetik olarak stabildir. Makro emülsiyonlar kumaşa uygulandıktan sonra yüzeysel bir yumuşaklık sağlarlar (Beşen and Balcı 2017). Bu yumuşaklığa ek olarak kumaşta dökümlülük, kırışma ve aşınma dayanımı, yırtılma mukavemeti, elastiklik ve dikilebilirlik özelliklerini de iyileştirir. Mikro emülsiyonlar ise transparan görünümde stabildir ve partikül boyutları 10 – 100 nm aralığında değere sahiptir. Mikro emülsiyonlar kumaşa bir iç yumuşaklık sağlamaktadır. Nano silikon emülsiyonları mavi-beyaz görünümde ve partikül boyutları 100 – 400 nm arasındadır. Silikon emülsiyonu kumaş yüzeyine dağılır ve yüzeyde bir silikon filmi oluşturur. Oluşan film kumaşta sürtünmeyi azaltır ve hareketliliği artırır. Bu durum kumaşta yumuşaklığı artırır.

1.4. Tekstilde Özel Bitim İşlemleri

İnsanoğlu lifi ipliğe ve ipliği de tekstil mamulüne dönüştürdüğünden bu yana ürettiği tekstil mamulünde kullanım rahatlığı, güzel görünüm, yıkamaya dayanıklılık, buruşmazlık, su iticilik ve bazı spesifik özellikler verebilmek için uğraş vermiştir. Tekstil mamulüne bu özellikleri kazandırabilmek için bir takım kimyasal maddeler kullanılmıştır. Kimyasal maddelerle uygulanan bu işlemlere kimyasal bitim işlemleri adı verilmiştir.

Bitim işlemleri kumaşın değerini yükseltirken görünümünü değiştirir ve tekstil mamulünü satışa hazır hale getirir. Kumaşın kalitesini geliştirmek amacıyla yapılan fiziksel veya kimyasal tüm işlemlere bitim işlemleri denir. Bitim işlemleri kumaşa kullanım özelliği kazandırır. Aynı kumaşa uygulanan bitim işlemleri sayesinde farklı kullanım özellikleri sağlanabilir.

Dokunmuş giysilik kumaşların kalitelerini belirleyen birçok faktör söz konusudur. Bu faktörlerden biri de buruşmazlık bitim işlemidir. Bu bitim işlemi, giysi yapımında kullanılan kumaşlarda oldukça aranan bir fonksiyonel işlemdir. Kumaşın kullanım esnasında oluşan buruşmalara karşı direncine buruşmazlık denir. Selüloz lifleri üzerinde yapılan liflerin çekmezlik özelliğini azaltmayı amaçlayan çalışmalar sonucunda, lif çekmesinin azalmakla kalmayıp aynı zamanda daha az buruşur hale geldikleri de ortaya çıkmıştır. Bu durumun sebebi buruşmazlık bitim işlemlerinde liflerin şişmesini engellemesidir. Kumaşın şişme değeri kuru buruşmazlık işlemi esnasında azalmaktadır. Suyun yapısı nedeniyle selüloz yapıları lif elementlerinin arasına daha kolay nüfuz

edebilmesi, ipliklerin kesitlerinin kolayca şişmesine yol açmaktadır (Xu and Reed 1995). Kumaşın çekmesi veya büzülmesinin sebebi ipliklerin şişmesinden kaynaklanmaktadır.

Buruşmazlık sağlayıcı kimyasallar yıkanabilen kumaşların özelliklerini ve performansını geliştiren kimyasallardır. Üst giyim kumaşlarında yün, ipek ve pamuk gibi doğal lifler kullanılmaktadır. Bunların arasında pamuk en çok tercih edilen liftir, çünkü yıkamaya karşı yün ve ipekten daha dayanıklıdır. Ayrıca %100 pamuklu kumaşlar teri emmektedir ve rahatlık hissi vermektedir. Ancak pamuklu mamuller kullanımları sırasında buruşmaktadır ve yıkanıp kuruduktan sonra ütülenmeleri gerekmektedir. Yıkandıktan sonra mamulde çekme problemi de ortaya çıkabilmektedir. Tüm bu özellikleri geliştirmek için kumaşın buruşmazlık sağlayıcı kimyasal maddelerle muamele edilmesi gerekmektedir.

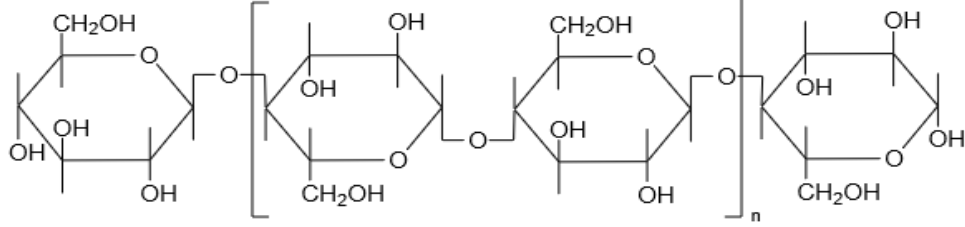
1.5. Pamuklu Kumaşların Yapısı ve Özellikleri

Pamuğun hammaddesi olan selüloz tekstilde önemli bir yere sahiptir. Kozalı yapıya sahip bir bitki olan pamuk lifi, gelişimini tamamlayınca koza açılıp olgunlaşmış olan lifler bilinen pamuk şeklini alır. Katikül ve mumlu tabaka, primer çeper, sekonder çeper ve lümen olmak üzere dört tabakadan oluşmaktadır. En üstte katikula veya mumlu tabaka olarak isimlendirilen koruyucu bir tabaka mevcuttur. Bu tabaka lifin dayanıklılığını sağlar ve onu dış etkilere korumaktadır. Primer çeper adını alan tabaka bu tabakaya sıkıca bağlanmıştır. Sekonder çeper adı verilen tabaka ise selülozik fibrillerden meydana gelmektedir. Dördüncü tabaka olan lümen lif kesitine benzeyen ve ince çizgi halinde görülen bir boyluktur. Pamuk olgunlaştıkça bu tabaka küçülür.

Ham pamuğun bileşiminde, selüloz yanında yağ ve vakslar, hemiselüloz, pektin ve protein gibi maddeler bulunur. Pamuk lifi içerisinde selüloz %88-96, hemiselüloz ve pektin %4-6, protein ve renkli madde %1.5-5, anorganik maddeler %1.0-1.2, vaks ve yağlar %0.5-0.6 oranlarında bulunmaktadır. Ön terbiye işlemleri ile mum, pektin, vaks ve yağlar gibi bazı maddeler uzaklaştırılarak selüloz yüzdesi %99'a kadar ulaşır (Gökdal 2007).

Selüloz pamuk, keten, ramî, jüt, kenevir, sial, tabaka gibi bitkisel elyafların temel kimyasal yapısıdır. Bitki hücre duvarının yapı taşıdır yani iskelet bileşimidir. Genel formülleri ($C_nH_{2n}O_n$) olan polisakaritlerdir. Selülozun kimyasal yapısı, glikoz moleküllerinin birbirine eklenerek oluşturduğu uzun zincir formundadır.

Makromoleküller, n tane b-D-Glikoz yapı tasının 1. ve 4. karbon atomları üzerinden oksijen köprüleri ile birbirine bağlanması sonucu oluşur.



Şekil 1.11. Selülozun yapısı

Selüloz lifleri ısıya karşı oldukça dayanıklıdır. Ancak tutuşma sıcaklıkları 400 °C olduğundan kolay yanarlar. 150 °C sıcaklığa kadar hiçbir değişiklik olmadan işlem görebilirler. Daha yüksek sıcaklıklarda makro moleküller parçalanmaya başlar. 170 °C nin üzerindeki sıcaklıklarda pamuklu kumaş sararmaya başlar. 200 °C 'nin üzerinde uzun süre kalırsa parçalanma nedeniyle ağırlık kaybı görülür. 350°C 'den sonra piroliz hızı artar ve yanıcı gaz karışımı meydana gelir. 400°C 'nin üzerinde ise gaz karışımı kendiliğinden tutuşur (Oğultürk 2011).

1.6. Buruşmanın Tanımı

Kumaşın ham maddesi kristalitler, mikro fibriller ve makro fibriller denge halindedir. Bu yapılara dışarıdan bir kuvvet etki ederse birbirlerine göre yaklaşırlar ve yeni bir denge oluşturmaya çalışırlar. Bahsedilen etki ortadan kalktığına oluşan denge bütünüyle eski haline dönmediği için lifler kırışır ve kumaş buruşur. Serbest durumda lifi oluşturan yapı elementleri, kendi aralarında H köprüsü, kovalent bağlar, van der waals kuvveti gibi kuvvetler etkisinde bir denge oluşturmuştur (Kim 1999). Dışarıdan gelen bir buruşma kuvveti etkisiyle lifin iç dengesi bozulur. Bu durumda, lif elementleri arasındaki yan valans bağları kopar ya da zayıflar. Lifler buruşma kuvvetinin isteği doğrultusunda yeni bir şekil alır ve yeni pozisyonuna uygun bazı yan valans bağlar oluşturur. Buruşma kuvveti kalktığına, lif az veya çok buruşmuş olarak kalır. Yeniden eski şekline dönemez. Life uygulanan kuvvetin etkisi ve yeni valans bağların oluşması bu sonucu doğurmaktadır. Bahsi geçen bu yapılara etki eden dış kuvvet su tarafından ortaya konan etkidir.

Su moleküllerinin kristalitlerin arasına girmesiyle liflerin şişmesi ve çekmesi zorlaşır. Bu durumda liflerin kayması önlenir. Önlenen bu durum kumaşın buruşmazlık

özelliği kazanmasını sağlar. Buruşmazlık özelliği pamuklu kumaşlara iki yöntemle kazandırılabilir. İlk yöntem lifler arasındaki boşluklar bir maddeyle doldurulabilir. Bu maddelere örnek olarak reçine oluşturan buruşmazlık sağlayan kimyasallar verilebilir. İkinci yöntem ise selüloz molekülleriyle reaksiyona girerek lifler arasında bağ meydana getiren bileşikler kullanılarak sağlanabilir. Birinci yöntemde amaç lif yapıları arasındaki boşlukları doldurarak liflerin hareketini kısıtlamaktır. İkinci yöntemde amaç lif yapıları arasında bağ oluşturmak ve bu yolla liflerin hareketini kısıtlamaktır.

1.6.1. Buruşmanın Nedenleri

Kumaşın buruşma özelliği, nem emilimi ile ilgilidir. Pamuklu ve yünlü kumaşlar suyu daha çok emerler. Bunun sonucunda ise daha çok buruşurlar. Polyester ve naylon kumaşlar daha az emilim gerçekteşirdiği için buruşmazlık özellikleri yüksektir. Su molekülleri, liflerin kristallerinin arasına girerek ve kristal yüzeylerine H-köprüleri, dipol kuvvetleri ile bağlanarak liflerinin şişmesine dolayısı ile kumaşın boyuna çekmesine neden olur.

Buruşmazlık özelliği, liflerin kıvrılma ve katlanma etkilerine karşı direnme yeteneğidir. Normalde serbest durumda bulunan lifi oluşturan yapı elementleri kendi aralarında; H köprüsü, kovalent bağlar ve van der waals kuvveti gibi kuvvetler etkisinde bir denge oluşturmuş durumdadır. Uygulanan dış kuvvetler, bu iç dengeyi bozar. Uygulanan mekanik etkiler lif içerisine, kristalitler, mikro fibriller ve fibril demetleri üzerinden yayılarak bağların kopmasına veya zayıflamasına neden olur (Hashem, Hauser *et al.* 2003). Buruşma kuvvetinin istediği doğrultuda lif elementleri, birbirine göre kayarak yeni bir denge meydana getirir ve yeni yan valans bağlar oluşur. Yeni duruma uygun bağların az veya çok oluşu etkiyen buruşma kuvvetinin şiddetine, uygulanma süresine ve doğrultusuna, ortam sıcaklığına, lif özelliklerine özellikle de lifin nem içeriğine bağlıdır.

Sonuç olarak buruşma derecesi, etkiyen kuvvetin lifte elementer yapıyı ne kadar bozduğuna ve bu sırada yeni yan valans bağların oluşup oluşmaması ile doğrudan ilişkilidir. Buruşma kuvveti kaldırıldığında, oluşan denge tamamiyle eski haline dönemediğinden kumaş buruşur.

Su moleküllerinin kristalitlerin arasına girmesi zorlaşırsa lif kesitlerinin şişmesi, lif içerisinde lif elementlerinin birbirine göre kayması zorlaşır, sonuçta kumaşların buruşması ve çekmesi önlenmiş olur. Her iki isteğin çözümlü aynıdır ve iki şekilde

gerçekleştirilebilir. Buruşmazlık bitim işleminde kullanılan kimyasal maddenin özelliğine göre iki şekilde etki etmektedir. Birincisi lif elementleri arasındaki amorf bölgeler bir madde ile doldurulursa bunlara suyun girmesi zorlaşacağından lif elementlerinin birbirine göre yaklaşması da zorlaşacaktır. Reçine meydana getiren buruşmazlık sağlayıcı maddelerin etki prensibi bu duruma dayanır. İkincisi ise kumaşa selüloz molekülleriyle reaksiyona girebilen kimyasallar uygulanırsa, lif yapıları arasında kovalent bağlar meydana gelmiş olur. Bu durumda lif elementlerinin hareketliliği kısıtlanır. Böylece hem araya su girince birbirinden uzaklaşmaz hem de bir kuvvet etki edince birbirine göre kayabilirler.

1.6.2. Buruşmazlık Bitim İşleminin Etki Mekanizması

Kumaşlara uygulanan buruşmazlık maddeleri iki şekilde etki ederler. Birincisi reçine oluşturan buruşmazlık maddeleri kendi aralarında reaksiyona girip reçine oluşturarak liflerin arasını doldururlar. İkincisi ise reaktant maddeler selülozda bulunan hidroksil gruplarıyla bağ yapar ve kovalent bağla bağlanırlar.

Reçine oluşturan maddeler genellikle açık zincirli azot-metilol bileşikleridir. Üre formaldehit, melamin formaldehit ön kondensatları bu gruptaki reçinelere örnek olarak verilebilir. Bu maddeler sıcaklık ve asidik katalizörün etkisiyle liflerin içerisinde poliyoğunlaşmaya uğramakta ve suda çözünmeyen aminplast reçineleri oluşturmaktadır.

Reçine oluşturan maddeler iyi bir kuru buruşmazlık açısı vermesi boyutsal stabilite sağlaması gibi avantajlarına karşılık, kaynar yıkamaya ve klorlu suya dayanıklılığın olmaması, çözelti stabilitesinin az olması, tutumu bir miktar sertleştirilmesi ve en önemlisi yüksek oranda formaldehit oluşturması gibi dezavantajları nedeniyle son yıllarda tamamen önemlerini yitirmişlerdir.

Reaktant maddeler genellikle heterosiklik yapıda azot metilol bileşikleridir. Bunlar selüloz makro molekülünün –OH grupları ile reaksiyona girerek çapraz bağ meydana getirirler. Bu maddelerin moleküllerinin bir kısmı da birbiri ile reaksiyona girerek oligomer oluşturabilir. Ancak reaksiyon çoğunlukla selüloz makro molekülü ile gerçekleşir. Örnek olarak dimetilol etilenüre, dimetiloldihidroksietilenüre verilebilir. Polifonksiyonel bileşikler olduklarında iki veya daha fazla hidroksi grubuyla reaksiyona girebilmekteler ve eğer bağlandıkları hidroksil grupları ayrı ayrı selüloz makro moleküllerine ait iseler bu makro moleküller arasında köprü bağları meydana getirerek buruşmazlık özelliğini sağlamaktadırlar.

şekilde kalmasını sağlamaktadır. Bu durum kumaş ıslak haldeyken gerçekleşir. İkinci bileşik ise çapraz bağlayıcıdır (Hollies and Getchell 1967).

Yaş yoğunlaşma tekniğinde, polimer yapıcı reçine mineral asit varlığında alınan flotte %75-100 arasında olacak şekilde pamuklu kumaşa emdirilmektedir. Daha sonra kumaş hiç hava almayacak şekilde polietilen folyo ile sarılarak belirli sıcaklıklarda belirli bir süre bekletilmektedir. Bu durumda lifler şişmekte ve reçine lif içerisinde belirli derecede polimerize olmaktadır. Polietilen folyo açıldıktan sonra, kumaş sodyum karbonat çözeltisi ile nötralize edilmekte, yıkanmakta ve kurutulmaktadır. Ardından kumaş çapraz bağlayıcı, katalizator ve diğer kimyasalların (yumuşatıcı ve ıslatıcı) bulunduğu apre banyosu ile emdirilmektedir. Daha sonra apreli kumaş kurutulmakta ve yoğunlaşma gerçekleşmektedir. Çapraz bağlayıcı, polimer yapıcının yaş fikse işleminden sonra kuru yoğunlaşma tekniği ile emdirilebilir veya yaş fikse işleminden önce polimer yapıcı flottesine ilave edilebilmektedir.

Yaş yoğunlaşma tekniğini konvensiyonel kuru yoğunlaşma tekniğinden ayıran temel nokta kumaşa reçine emdirilip ıslak vaziyette belirli bir sıcaklıkta belirli bir süre bekletilmesidir. Bu adım reçine penetrasyonuna ve lif içinde polimerize olmasına olanak sağlamaktadır. Yaş yoğunlaşma yönteminde reçine pamuk lifinde diğer yöntemlere göre farklı konumlanır. Yaş yoğunlaşma tekniğinde reçine kumaş, iplik ve lifler içerisine girerken kuru yoğunlaşma tekniğinde reçinenin önemli bir kısmı lif yüzeyinde kalmaktadır.

Yaş yoğunlaşma yöntemi sonunda kumaşın, yaş buruşmazlık derecesi tatmin edici bir düzeye yükselirken kuru buruşmazlık derecesinde önemli bir artma olmamaktadır. Yaş yoğunlaşma yöntemiyle yapılan çalışmalar neticesinde kumaşların dayanımlarında gözlemlenen azalma, klasik yöntemdekine göre daha azdır. Bu yöntemle işlem gören kumaşların kullanımı esnasında normal düzeyde buruşmalarına karşın daha yüksek kalıcı düzgünlük performans değerlerine sahiptirler.

Gecikmeli yoğunlaşma (Post-Curing) tekniğinde apre banyosu kumaşa emdirilmekte ve düşük bir sıcaklıkta kurutulmaktadır. Kumaş daha sonra konfeksiyon aşamasında kesilmektedir ve giysi formu verilmektedir. Bu aşamadan sonra yüksek sıcaklıkta bir yoğunlaşma ile kimyasal madde ile lifin çapraz bağlanması sağlanmaktadır (Yang, Zhou *et al.* 2003).

Bu yöntemlerden başka iki yönteme daha değinmek faydalı olacaktır. Bu iki yöntemde de mamul oluşturulduktan sonra, yani giysi şeklini aldıktan sonra buruşmazlık apresi uygulanmaktadır. Bunlar “garment-dip method” ve “spray method” dur. “Garment-dip Method” ta mamul apre görmemiş kumaştan imal edilmektedir. Daha sonra “post-cure” yöntemindekine benzer bir şekilde apre flottesiyile alınan flotte oranı %65 olacak şekilde emdirilmekte, mamulde %8-10 arasında nem kalacak şekilde kurutulmaktadır. “Spray Method” da apre kimyasalı mamul üzerine dönen bir alet içinde püskürtülmektedir. Mamule geçen kimyasal madde miktarını ve dönüş zamanını kontrol etmek amacıyla bir mikroprosesör kullanılmaktadır. Sonra mamul “post-cure” deki gibi preslenmekte ve yoğunlaşmaya tabi tutulmaktadır.

1.6.4. Buruşmazlık Bitim İşlemlerinde Kullanılan Kimyasallar

Buruşmazlık bitim işlemlerini üç gruba ayırmak mümkündür. Bunlar; reçine oluşturan maddeler, az miktarda reçine oluşturan maddeler ve reçine oluşturmeyen maddelerdir.

Reçine oluşturmeyen maddeler tekstil piyasasında azot metilol bileşiklerinin suda çözünebilir formunda çözelti halinde bulunan maddelerdir. Bunlar üre ve melamin formaldehitin yoğunlaşmış formudur. Kullanım sırasında katalizörün etkisi ile poli yoğunlaşmaya uğrarlar ve suda çözünmeyen karbamid reçinesini meydana getirirler. Bu yöntem kullanılarak kazandırılan buruşmazlık özelliğinin bazı dezavantajları bulunmaktadır. Bu dezavantajlardan biri yıkamaya karşı dayanıksızlıktır. Bir diğer dezavantaj ise ürünün tutumunu sertleşir. Bu sebeple bu maddeler yıkamaya pek ihtiyaç duyulmayan ve kullanım sırasında sert olmasında bir sakınca görülmeyen ürünlerin buruşmazlık işlemlerinde kullanılırlar.

Azot içeren heteroksiklik metilol bileşiklerine az miktarda reçine oluşturan maddeler denir. Bu maddelere örnek olarak dimetilol etilen üre verilebilir. Bu kimyasallar selüloz molekülündeki hidroksil gruplarıyla reaksiyona girmektedir. Ayrıca fonksiyonel bileşikler olmaları sebebiyle birçok hidroksil grubuyla bağ yapmaktadır. Bağlandıkları hidroksil grupları birden fazla moleküle ait olursa bu durumda da köprü bağları oluşturarak buruşmazlık sağlamaktadır. Bahsi geçen yöntemle elde edilen buruşmazlık, yıkamaya karşı dayanıklı olmakta ve üründe herhangi bir sertleşme oluşturmadığı için pamuklu kumaşların apresi için çok fazla tercih edilmektedir. Bu yöntemle elde edilen ürünlere örnek olarak gömleklik ve bluzluk kumaşlar verilebilir.

Az miktarda reçine oluşturan maddelerdeki azot metilol bileşiklerinin birtakım dezavantajları vardır. Bu dezavantajlardan en önemlisi formaldehit açığa çıkmasıdır. Formaldehitin insan sağlığına ve çevreye zarar verdiği bilinmektedir. Bu yüzden bu maddenin kullanımına sınırlama getirilmiştir. Bir diğer dezavantaj maliyetle ilgilidir. Azot metilol bileşikleri bazı reaksiyonlar vererek metil aminleri meydana getirirler. Ayrıca trimetilamin, kötü bir balık kokusu oluşturmaktadır. Bu durum önlenebilir ama bunun için çok fazla işlem gerekmektedir ve bu işlemler de maliyeti arttırmaktadır.

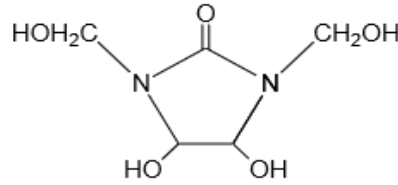
Diğer önemli dezavantaj ise, bu maddelerin uygulandığı kumaşlar hipoklorit ihtiva eden maddelerle yıkandığı esnada klor atomlarını yakalayarak klor aminleri oluştururlar. Kullanım esnasında ütüleme sonucunda oluşan klor aminler parçalanarak hidrojen klorür ve aktif oksijeni meydana getirir. Bu durum da selüloz liflerinin zarar görmesine sebep olur.

Üçüncü grup reçine oluşturmeyen maddelerdir. Bu maddeler formaldehit açığa çıkaran ve formaldehit açığa çıkarmayan maddeler olmak üzere iki alt gruba ayrılırlar. Formaldehit açığa çıkaran maddeler selüloz molekülleriyle reaksiyona girerek köprü bağ meydana getirirler. Bu gruptaki maddeler yalnızca selülozla reaksiyon verirler. Bu maddelerin kullanıldığı kumaşların tuşesi yumuşak olmaktadır. Bunun sebebi ise çözünmeyen bir reçine oluşturmamasıdır. Formaldehit açığa çıkaran maddeler dimetilol propilen üre (DMPU) ve Dimetilol dihidroksi etilen üre (DMDHEU) dir. DMPU kullanım esnasında kumaşın beyazlığı önemli ise kullanılmaktadır. DMPU uygulanan kumaş ısıya maruz kalsa dahi sararma yapmaz. Kokusuz olması önemli bir avantajdır. Dezavantajı ise çok pahalı olmasıdır. DMDHEU çok fazla kullanılmaktadır. Kumaşa iyi bir buruşmazlık kazandırmaktadır. DMDHEU' nin selüloz molekülleriyle bağ yapacağı dört grup vardır. Bu gruplardan iki tanesi metilol diğer iki tanesi ise hidroksil grubudur. Yoğunlaşma esnasında önce metilol grupları daha sonra hidroksil grupları selüloz molekülünde bulunan hidroksil gruplarıyla eter bağı meydana getirir. Bu bağ daha kuvvetli bir kovalent bağ oluşturur. Ham pamuğun kolay bir şekilde buruşmasının sebebi bu bağın kolayca kırılmasından kaynaklanmaktadır. Dışarıdan bir kuvvet uygulandığında kovalent bağ gerilir ve kuvvet etkisini yitirdiğinde gergin olan bağlar selülozu eski haline dönmeye mecbur bırakır. Bu durum selüloz moleküllerinin birbirine göre konumunu sabitler.

DMDHEU uygulanan kumaşlar hipoklorit ile yıkandığında klor aminleri oluştururlar. Meydana gelen klor aminler ütüleme işlemi esnasında parçalanıp selüloza zarar vermektedir. Tri etanol amin ve hidroklorik asit gibi yardımcı kimyasallar

DMDHEU ile çapraz bağlanan selülozun anyonik boyalara karşı ilgisinin arttırır ve bu durumda formaldehit açığa çıkarma oranı düşer (Dhiman and Chakraborty 2017). Özellikle boyaların ışık haslıklarını etkilememesi sebebiyle boyalı kumaşların buruşmazlık apelerinde en çok bu kimyasallar kullanılmaktadır.

Formaldehit içeren azot metilol bileşikleri en fazla kullanılan buruşmazlık apresi kimyasallarıdır. Kumaş formaldehit içeren bileşiklerle muamele edildiğinde selüloz zincirleri depolimerize olmaktadır. Bu durum ise kumaşın kopma mukavemetini düşürmektedir. Formaldehit içeren buruşmazlık bitim işlemlerinde katalizör olarak poli karboksilik asit veya lewis asidi kullanılmaktadır. Selüloz asitlere karşı hassas olduğundan depolimerize olur. Buruşmazlık işlemi görmüş pamuklu kumaşın kopma mukavemeti ile selülozun moleküler ağırlığı arasında doğru orantı vardır. Kopma mukavemetinde meydana bu düşüş pamuklu kumaşlara buruşmazlık açısının arttırılmasını engellemektedir. Bugüne kadar yapılan çalışmaların çoğu buruşmazlık bitim işlemi uygulanmış kumaşların mukavemet kaybını azaltmak üzerine olmuştur. Azot metilol bileşikleri de formaldehit açığa çıkarmaktadır. Günümüzde yapılan çalışmaların çoğu bu kimyasallara karşı alternatif aramaya yöneliktir. Bu çalışmalarda formaldehit açığa çıkarmayan kimyasalların geliştirilmesi hedeflenmiş ve hedeflenmektedir.



Şekil 1.13. Dimetilol Dihidroksi Etilen Üre

Formaldehit açığa çıkarmayan kimyasallardan biri dihidroksil dimetil imidazolidinon (DHDMI)' dur. Bunun sebebi yapısında metilol grubu ihtiva etmez. Bu sebeple DMDHEU' ya göre daha az reaktiftir. DMDHEU uygulanmış kumaşa göre daha az esnektir. Özetle DHDMI ile daha az bağlanan selüloz molekülü direkt ve reaktif boyalarla daha iyi boyanır.

DHDMI buruşmazlık özelliğini magnezyum klorür, çinko nitrat veya çinko fluoborat gibi katalizörler ile arttırmaktadır. Çinko fluoborat yıkamalara karşı dayanıklıdır ve kullanılan katalizörler arasında en iyi buruşmazlık özelliğini sağlar. Hipoklorit ile yapılan yıkamalardan etkilenmez. Kumaşın zarar görmesini engeller. DHDMI' nın normal koşullarda dayanıklılığı iyidir. Buruşmazlık işlemi uygulanan

kumaş aylar sonra dahi kondense edilebilir. DHDMI' nın buruşmazlık değerleri akrilat kopolimerleri veya silikonlar gibi yardımcı kimyasallar vasıtasıyla iyileştirilebilir.

1.6.5. Buruşmazlık Bitim İşlemlerinin Avantaj ve Dezavantajları

Bir tekstil mamülüne buruşmazlık bitim işlemi uygulandığında; uygulanan işlemin etkinlik derecesine göre kumaş daha zor buruşan bir yapı kazanmaktadır. Yıkama sonrası çabuk kurumakta, ütülenmesi son derece kolay olmaktadır. Kumaş bakım kolaylığı kazanmaktadır. Kumaşlarda kalıcı plise etkisi veya pantolonda kalıcı ütü izi gibi etkilerin elde edilmesi mümkündür. Kumaşlarda, özellikle karışımlarda kullanım sırasında ortaya çıkan pillingleşme (boncuklaşma) eğilimi azalmakta veya tümüyle ortadan kalkmaktadır.

Kullanım ve bakım kolaylığı sağlayan işlemlerin kalite üzerinde etkileri ve bu işlemlerin bir mamüle neler kazandırıp neler kaybettiğinin iyi bilinerek ve işlem kontrol altında tutularak bilinçli uygulanması halinde bu işlemlerin kullanımı yaygınlaşacaktır. Ancak su bir gerçek ki; bugün bu işlemleri kumaşa uygulamak zahmetli olsa da, kumaşa belli bir tutum kazandırma yani aprede daha fazla bilgi ve teknik ayrıntı istenmektedir. Bunun için; madde kombinasyonları, katalizör cinsi, aplikasyon yöntemi, kurutma ve yoğunlaşma sıcaklık ve süresinin titizlikle seçilip uygulanması gerekmektedir (Yürük 2006).

Buruşmazlık bitim işleminin avantajları yanında bazı dezavantajları da söz konusudur. Başlıca önemli iki dezavantajı;

- Kumaşta kopma ve sürtme dayanımlarının düşmesine neden olması
- Kumaşta formaldehit açığa çıkması

Bu iki önemli dezavantaj bugün uygulanan yeni yöntem ve teknikler ile bunların bilinçli seçilip uygulanması sonucu minimuma indirilmiş ya da tamamen ortadan kaldırılmıştır. Buruşmazlık işlemi uygulandığında kopma ve sürtme dayanımlarında düşüş meydana gelmesi işlemin en karakteristik özelliğidir.

Buruşmazlık; kumaştaki lif elementlerinin hareketliliğinin kısıtlanması demektir. Oysa, iki uçtan asılarak yapılan yırtma ve koparmada kumaş yırtılma ve kopma öncesi esneyip lif elementleri yine yırtılma ve kopma doğrultusunda birbirlerine yanaşarak güç birliği yapmakta, eğer uygulanan kuvvet bu gücü asarsa kopma ve yırtılma olmaktadır. Uygulanan buruşmazlık işlemiyle hareketliliği kısıtlanan lifler ve lif elementleri, koparma

kuvvetine karsı tümü birleşerek güç birliği yapmadan tek tek veya birkaçı birlikte karşı koymak zorunda kalmaktadırlar. Bunun doğal sonucu olarak da buruşmazlık işlemleri kumaşta kopma dayanımlarının azalmasına neden olmaktadır.



2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

2.1. Literatür Özetleri

Mohamed Hashem ve arkadaşları pamuklu kumaşlara uyguladığı çevre dostu bitim işlemleri ile onların mukavemeti üzerinde olumsuz bir etki yaratmadan hem buruşmazlık özelliğini artırmış hem de kumaşlarda yumuşak bir tutum yakalamıştır. Ön terbiye işleminde pamuklu kumaşa önce karboksimetilleme işlemi daha sonra amino fonksiyonel mikro silikon emülsiyonu pad-dry-cure tekniği ile uygulanmıştır. Uygulanan bu işlem pamuklu kumaşın kuru ve yaş buruşmazlık açısını artırmıştır (Hashem, Ibrahim *et al.* 2009).

A.K. Roy Choudhury ve arkadaşları pamuklu kumaş üzerinde makro, mikro ve nano silikon emülsiyonlarını üç farklı konsantrasyonlarda uygulamıştır. Kullanılan silikon yumuşatıcıları; Ceraperm MN Liq: makro emülsiyon, Ceraperm 3P Liq: mikro emülsiyon, Sandoperm SE1 Oil Liq: nano silikon emülsiyon. Choudhury nano silikon yumuşatıcı uyguladığı kumaşlarda hidrofilik test yapmış ve test sonucunda silikon konsantrasyonu arttıkça ıslatma süresinin arttığını gözlemlemiştir. Kumaşlarda buruşmazlık testi yapılmış ve üç yumuşatıcının da uygulandığı kumaşlarda konsantrasyon arttıkça buruşmazlık açısının arttığını gözlemlemiştir (Choudhury, Chatterjee *et al.* 2012).

Umut Kıvanç Şahin ve arkadaşları anyonik pamuklu kumaş hazırlamış ve üç farklı karboksimetilasyon yöntemini kumaş üzerinde uygulayıp buruşmazlık açısı için değerlendirmiştir. Kumaşa uygulanan üç farklı metot sonunda WRA (wrinkle recovery angle) değerleri AATCC metodu uygulanarak hesaplanmıştır. Çalışmalar sonucunda PDC metodundaki buruşmazlık açısının PDPB ve PDPD metoduna göre daha fazla olduğu tespit edilmiştir (Sahin, Gursoy *et al.* 2009).

Moustafa M.G. Fouda ticari olan bazı yumuşatıcıları pamuklu kumaşa uygulayarak kumaşın performans özelliklerini incelemiştir. Kullanılan yumuşatıcılar; Baosoft SWK, Leomin NI-ET ve Silicon-SLH dır. Uygulama sonunda buruşmazlık açısı en yüksek olan Silicon SLH olarak belirlenmiştir. Ayrıca çalışmada Silicon SLH in 10,20 ve 30 g/L konsantrasyonlarında uygulanarak buruşmazlık açısı incelenmiş ve konsantrasyon arttıkça buruşmazlık açısının arttığı gözlemlenmiştir (Fouda and Fahmy 2011).

Meliha Oktav Bulut ve Ezgi Akar çalışmalarında katyonik pamuklu kumaşın buruşmazlık ve boyut değişimi araştırılmıştır. Pamuk liflerinin katyonikleştirilmesi ve

boyanması ile ilgili çalışmalar yapmışlardır. Çalışmada choline klorür ve dört değişik çapraz bağlayıcı kimyasal kullanılarak değişik metotlarla gerçekleştirilen fiksaj işlemleri incelenmiştir. Fiksaj öncesi buharlama uygulandığında numunelerin boyanabilirlikleri, kopma ve aşınma mukavemet değerleri iyileşme göstermiş, kullanılan dört değişik buruşmazlık maddesi katyonizasyon reaksiyonunun etkinliği açısından değerlendirildiğinde en iyi sonuçlar polifonksiyonel maddelerle elde edilmiştir. Katyonikleştirme işlemi görmüş numunelere yüksek bir buruşmazlık derecesi ve boyutsal değişmezlik kazandırdığı gözlenmiştir. Ayrıca çalışmalarında buruşmazlık ile katyonikleştirme maliyetleri karşılaştırıldığında katyonikleştirmenin daha pahalı bir proses olduğunu belirtmişlerdir (Bulut and Akar 2012)

Nevin Gürsoy ve arkadaşları yaptıkları çalışmada çevreye düşük formaldehit yayan kimyasallar kullanmıştır. Çalışmada pamuklu kumaşa piyasada yaygın olarak kullanılan buruşmazlık reçetesi uygulanmıştır. Reçetede Arkofix NDF Liq. Conc, Catalyst NKS TR Liq, Velustrol P-30 Liq, Sandoperm RPU Liq, Ceraperm MCT Liq, Solusoft UPN TR Liq., Fluowet UD Liq. ve asetik asit kullanılmıştır. Kumaşa beş farklı tip buruşmazlık apresi uygulamışlardır. Kurutma ve yoğunlaşma sıcaklığındaki artış ile buruşmazlık açısının arttığını belirlemişlerdir (GÜRsoy, ARMAĞAN *et al.* 2010).

Khalid Mahmood Zia ve arkadaşları çeşitli aminofonksiyonel yumuşatıcıları farklı emülgatörlerle hazırlamışlar, bu emülsiyonları pamuk ve pamuk/polyester karışımı kumaş yüzeyine uygulamışlardır. Çalışma sonucunda amino silikonlar kumaş yüzeyinde hidrofobik film oluşturmuş ve pürüzsüzlük önemli ölçüde artmıştır. Dahası bu uygulama kumaşta mukavemet kaybı olmadan, kumaşın hem buruşmazlık açısını artırmış hem de kumaşa yumuşak bir tutum kazandırmıştır (Zia, Tabassum *et al.* 2011).

Huitao Peng ve arkadaşları Pamuklu kumaşların buruşmazlık açısını maleik asit ve NaH_2PO_2 kombinasyonu ile sağlamışlardır. İlave reaksiyon pamuk selüloza çapraz bağlanmış ve bu sayede pamuklu kumaşların buruşmazlık açısını artırdığını gözlemlemişlerdir. Ayrıca kumaşa uygulanan yoğunlaşma sıcaklığı arttıkça buruşmazlık açısının arttığını belirlemişlerdir (Peng, Yang *et al.* 2012).

Vahid Ameri Dehabadi ve arkadaşları yayınladıkları bir makalede iyonik çapraz bağlanma ile pamuklu kumaşların yumuşak tutum ve buruşmazlık direncinin elde edileceğini belirtmişlerdir. Bu amaçla kullanılan amino silikonların iki reaksiyon ile gerçekleştiğini belirtmişlerdir. Buruşmazlık açısını artıran bir reaksiyonun amino-silikon

yumuşatıcı molekülünün amino grubuyla negatif yüklü pamuklu kumaş arasında olduğunu, bir diğer reaksiyonun ise silikon moleküllerinde reaktif grupların kendi kendine polimerizasyona uğrayarak (kürleme sırasında) gerçekleştirdiklerini bildirmişlerdir (Dehabadi, Buschmann *et al.* 2013).

Mehmet Orhan ve Gizem Zinetbaş çalışmalarında boyalı viskon dokuma kumaş kullanmışlardır. Buruşmazlık bitim işleminde farklı tip çapraz bağlayıcıların kumaş üzerindeki değişimlerini incelenmişlerdir. Yapılan deneysel çalışmalarda viskon kumaşa buruşmazlık özelliğinin kazandırılması emdirme yöntemine göre yapılmıştır. Buruşmazlık işlemi sonrası kumaşta renk, kopma ve yırtılma mukavemeti özellikleri incelenmiştir. İnceleme sonrasında viskon kumaşların buruşmazlık özellikleri işlem görmemiş yani ham kumaş ile karşılaştırılmıştır. Çalışma sonucunda, çapraz bağlayıcılar ile yapılan uygulamaların kumaşların buruşmazlık özellikleri üzerinde etkili olduğunu görülmüştür. Farklı tipte çapraz bağlayıcı kimyasal maddelerin kullanımı, karşılaştırma yapılması açısından çeşitli kazanımlar sunmaktadır (Zinetbaş 2015).

Charles Q. Yang ve arkadaşları (2000), ilk olarak %100 pamuklu kumaşlar için buruşmazlık bitim işleminin yetersiz aşınma direncine ve kopma mukavemetinde düşümlere neden olduğunu vurgulamışlardır. Bu çalışmanın amacı, buruşmazlık uygulanmış %100 pamuklu kumaşların yüzey karakterlerini C-13 NMR kullanarak incelemek ve aşınma dayanımındaki düşümlün nedenini ve mekanizmasını tespit etmektir. Ayrıca çapraz bağlayıcıların kimyasal yapılarıyla uygulandıkları materyalin fiziksel özellikleri arasındaki ilişki incelenmiştir (Yang, Wei *et al.* 2000).

2.2. Çalışmanın Amacı

Bu çalışmanın amacı günümüzde kullanımı devam eden ve tekstil sektöründe kullanımı önemli bir yer tutan, buruşmazlık bitim işlemlerinde kullanılan insan sağlığına ve çevreye zararlı olan buruşmazlık kimyasalları yerine pamuklu kumaşlarda buruşmazlık açısını arttırmak amacıyla ekolojik bir silikon emülsiyonu üretimidir. Amino fonksiyonel silikon emülsiyonunun kumaşa uygulanmasında kullanılan kumaş %100 pamuklu kumaştır.

Bu kapsamda çalışmada silikon emülsiyonu üretimi için silikon yağı olarak reaktif aminoetil aminopropil fonksiyonel polidimetilsiloksan, literatürlerden farklı olarak ilk kez emülgatör olarak Tridesil Alkol 5 Etoksilat ve Tridesil Alkol 8 Etoksilat, polietilenglikol (PEG 400) ve gliserin kullanılmıştır. Hazırlanan emülsiyonun pH, raf

ömrü testi, kırılma indisi tayini, FT-IR spektroskopisi ve Partikül Boyut Analizi yapılmıştır. Üretilen amino fonksiyonel silikon emülsiyonu %100 pamuklu kumaşa 20g/L, 40g/L ve 60g/L olmak üzere üç farklı konsantrasyonda pad-dry-cure metoduna göre uygulanmıştır. Amino fonksiyonel silikon emülsiyonunun kumaşa uygulanmasından sonra kumaş ve silikon emülsiyonu arasındaki bağlanması tespit etmek amacıyla SEM görüntüsü, buruşmazlık açısı ölçümü ve FT IR analizi yapılmıştır.

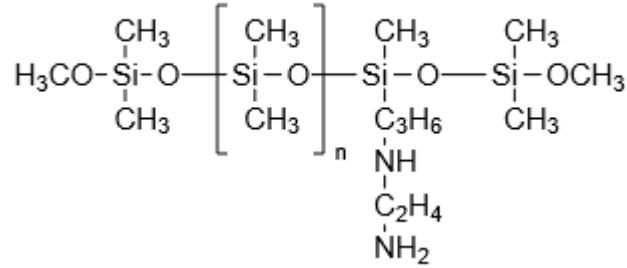


3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Kullanılan Maddeler

Çalışmada kullanılan silikon yağı olarak reaktif amino etil amino propil fonksiyonel polidimetilsiloksan, emülgatör Tridesil Alkol 5 Etoksilat ve Tridesil Alkol 8 Etoksilat, Polietilenglikol (PEG 400) ve Gliserin Bayerteks Tekstil Kimya Ltd. Şti. 'den temin edilmiştir.

Çalışmada kullanılan amino fonksiyonel silikon yağı reaktif amino etil amino propil fonksiyonel polidimetilsilokсандır. Berrak sıvı görünümündedir. 0.36 (ml 1N HCl/g) amin sayılı, 5000-10000 (mPas) viskozitelidir. HLB değeri 11.5 'dir. Reçetede SY olarak kodlanmıştır.



Şekil 3.1. Reaktif amino etil amino propil fonksiyonel polidimetilsiloksan

Çalışmada, silikon yağlarının suda çözülmesi ve emülsiyonun stabil kalması için yüzey aktif madde olarak nitelendirilebilen emülgatörler kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan emülgatörler aşağıda sıralanmıştır.

E1 (Emülgatör 1: Tridesil Alkol 5 Etoksilat)

E2 (Emülgatör 2: Tridesil Alkol 8 Etoksilat)

Üretilen emülsiyonda katkı maddesi olarak gliserin ve polietilenglikol kullanılmıştır. Gliserin, diğer adı gliserol de olan sıvı halde bulunan polar organik bir trihidroksit alkoldür. Gliserin Reçetede K1 olarak kodlanmıştır. Polietilenglikol (PEG 400), düşük moleküler ağırlıklı bir polietilenglikol türüdür ve berrak, renksiz bir sıvıdır. Reçetede K2 olarak kodlanmıştır.

3.2. Kullanılan Aletler

- FT IR Spektrometresi: Thermo Scientific Nicolet İS5 FT-IR Bayerteks Tekstil Kimya Ltd.Şti. Laboratuvarı-ADANA ve Shimadzu FT-IR ATR Tobio Novelfarma Ar Ge Laboratuvarı İSTANBUL.
- SEM Analizi: Zeiss Evo MA10 Marmara Üniversitesi Teknoloji Fakültesi Laboratuvarı İSTANBUL.
- pH metre: Hanna HI 2211 Bayerteks Tekstil Kimya Ltd. Şti. Laboratuvarı ADANA.
- Refraktometre: Loyka Atc Bayerteks Tekstil Kimya Ltd. Şti. Laboratuvarı ADANA.
- Partikül Boyut Analizi: MALVERN ZetaSizer Nano-ZS İzzet Baysal Üniversitesi Gıda Mühendisliği Laboratuvarı BOLU.
- WRA Analizi: SDL Atlas Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Tekstil Mühendisliği Bölüm Laboratuvarı DENİZLİ.

3.3. Silikon Emülsiyonu Üretimi İçin Deney Seti

Silikon emülsiyonlarının üretimi için Şekil 3.2. 'de verilen laboratuvar tipi mekanik karıştırıcı kullanılmıştır. Mekanik karıştırıcı 0-3000 rpm aralığında karıştırma kapasitesi olan bir cihazdır. Silikon emülsiyonu üretimi için mekanik karıştırıcı dışında hassas terazi, HANNA marka masaüstü pH metre, büret, plastik beherler ve çeşitli cam malzemeler (beher, baget vb.) kullanılmıştır.



Şekil 3.2. Laboratuvar tipi mekanik karıştırıcı

3.4. Uygulamada Kullanılan Cihazlar

Çalışmada üretilen silikon emülsiyonunun %100 pamuklu kumaşa uygulanması Pamukkale Üniversitesi Tekstil Mühendisliği Bölümü'nde yer alan ve Şekil 3.3. 'de verilen ATAÇ marka ATC-FY350 model laboratuvar tipi fular makinesinde yapılmıştır. Kurutma işlemi Şekil 3.4. 'de verilen ATAÇ marka GK40 laboratuvar tipi ramözde yapılmıştır.



Şekil 3.3. ATC-FY350 Laboratuvar Tipi Fular Makinesi



Şekil 3.4. ATC-GK40 Laboratuvar Tipi Ramöz

3.5. Silikon Emülsiyonunun Stabilite Testleri ve Karakterizasyonu

Üretilen silikon emülsiyonuna yapılan analiz ve testler aşağıda verilmiştir.

1. Raf Ömrü Testi
2. Kırılma İndisi Tayini
3. pH analizi
4. Partikül Boyutu analizi
5. FT-IR Spektrumu

3.5.1. Raf Ömrü Testi

Üretilen silikon emülsiyonunun depolama koşullarının ve dayanıklılığının tespit edilmesi için yapılan bir testtir. Test, etüv içerisinde gerçekleştirilmektedir. 50°C' ye ısıtılan etüve, cam şişe içerisinde bulunan 100 ml' lik silikon emülsiyonları yerleştirilmektedir. Sabit sıcaklıkta (50°C) en az 3 gün bekletilir. Üç günün sonunda emülsiyonun durumuna göre karar verilmektedir. Herhangi bir faz ayırması var ise test bitirilir ve depolamaya dayanıksızdır denir. Her üç günlük dayanma süresi, kullanım açısından 6 ayı temsil etmektedir (Balci, Kinoglu *et al.* 2019).

3.5.2. Kırılma İndisi Tayini

Silikon emülsiyonunun kırılma indisi Abbe refraktometresi kullanılarak belirlenmiştir. Kırılma indisi tayini Bayerteks Tekstil Kimya Ltd. Şti. Ar Ge laboratuvarında yapılmıştır.



Şekil 3.5. Abbe refraktometresi

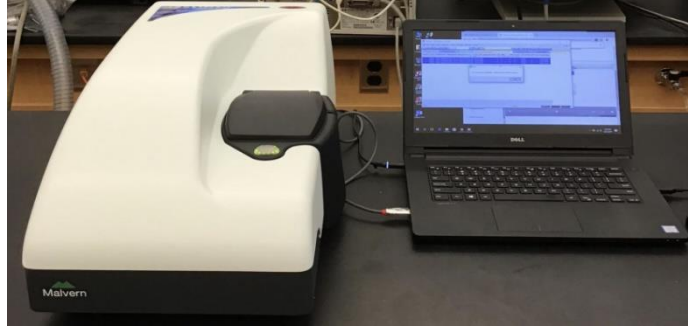
Abbe refraktometresi prizma haznesi, termometre haznesi, oküler ve vidalar (makro ve mikro vidalar) dan oluşmaktadır. Kırılma indisi tayini için emülsiyondan birkaç damla pipet ile refraktometrenin prizmasına damlatılır ve hemen üstteki prizma yavaşça kapatılır. Okülerden bakılarak netleştirme işlemi yapılır. Okülerden bakıldığında yuvarlak olarak görülen görüş alanında karanlık alanın yukarıda kaldığı görülür. Çakışma yapmak için en alttaki büyük vida döndürülünce gösterge çizelgesi sola doğru hareket eder. Karanlık ve aydınlık sahalar tam eşitlendiğinde sabit çizginin çıktığı % kuru madde ve kırılma indisi değeri okunur. Aminofonksiyonel silikon emülsiyonlarının kırılma indisi aralığı yaklaşık olarak 1,40-1,42 aralığındadır (Andriot, Chao *et al.* 2007).

3.5.3. pH Analizi

Üretilen emülsiyonun hazırlanan %1'lik ve %100'lük çözeltilisinden yapılan pH ölçümüdür. pH değerinin 4.5-5 aralığında olması beklenmektedir.

3.5.4. Partikül Boyut Analizi

Üretilen silikon emülsiyonunun ortalama damlacık boyutları ve damlacık boyutu dağılımları dinamik ışık saçılımı tekniği ile Bolu İzzet Baysal Üniversitesi Gıda Mühendisliği Laboratuvarında (MALVERN ZetaSizer Nano-ZS, İngiltere) 25 °C' de hacimce 1/100'lük saf su dilüsyonları ile üç tekrarlı olacak şekilde gerçekleştirilmiştir. Ölçümler tekstil işletmelerindeki yumuşatıcıların kullanım sıklığı sebebiyle emülsiyonun üretildiği ilk gün ve üretimden sonraki on beşinci günde yapılmıştır. Sonuçlar Zeta Sizer Software programı ile (Malvern, İngiltere) değerlendirilmiştir. Partikül boyutu testi emülsiyonun homojenitesi ve stabilitesi açısından oldukça önemli bir analizdir.



Şekil 3.6.Malvern ZetaSizer Nano-ZS

3.5.5. FT-IR Spektroskopisi

Emülsiyonun karakterizasyonu için Fourier Transform Infrared (FT IR) Spektroskopisi kullanıldı. FTIR analizi Bayerteks Tekstil Kimya Ltd. Şti. Ar Ge laboratuvarında bulunan Thermo Scientific Nicolet İS5 FT-IR cihazı ile gerçekleştirildi. Emülsiyon numunesi cihazda sıvı olarak 1000-4000 cm^{-1} dalga boyu aralığında analiz edilmiştir.

3.6. Pamuklu Kumaşa Uygulanan Testler

Silikon emülsiyonu üretildikten sonra %100 pamuklu bir kumaşa farklı konsantrasyonlarda emdirme yöntemi ile uygulanmıştır. Kumaşa uygulanmanın tamamlanmasından sonra kumaşa bazı testler yapılmıştır. Bu testler kalitatif tuşe testi, buruşmazlık açısı ölçümü, FT-IR spektroskopisi ve SEM görüntüsüdür.

3.6.1. Kalitatif Tuşe Testi

Kalitatif tuşe testi herhangi bir standart olmaksızın, anket hazırlanarak, ankete katılan bireylerin tamamen subjektif fikirlerine dayanarak yapılan bir testtir. Böylece kumaşın önemli konfor özelliklerinden olan tuşe kavramı hakkında fikir sahibi olunabilecektir. Bu anket formunda kumaşların yumuşaklık durumu ve tuşe durumu iki başlık altında incelenmiştir. Anket 10 puan üzerinden değerlendirilmiş olup, 5 puanı yumuşaklık, 5 puanı ise tuşe durumu için ayrılmıştır.

3.6.2. Buruşmazlık Açısı Ölçümü

Silikon emülsiyonunun farklı konsantrasyonlarda applike edildiği %100 pamuklu kumaşın buruşmazlık açısı ölçümleri, Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Tekstil Mühendisliği Bölüm Laboratuvarı'nda bulunan SDL Atlas buruşmazlık açısı ölçüm cihazında yapılmıştır. SDL Atlas buruşmazlık açısı ölçüm cihazı, kumaşların buruşmaya karşı direncinin ölçüldüğü basit bir test cihazıdır. Buruşmazlık açısı

ölçümlerinde AATCC Test Metot 66 isimli standardı esas alınmıştır (Junfeng, Lei *et al.* 2015). Ölçümlerde kumaşların atkı ve çözgü yönlerinde ayrı ayrı katlanarak buruşmazlık açıları belirlenmiş ve kumaşların buruşmazlık açıları bulunmuştur. Ölçümün bu şekilde olmasının sebebi ise dokumada kumaşı oluşturan çözgü ve atkı yönünde iki iplik sistemi vardır. Çözgü iplikleri kumaş uzunluğu boyunca kenara paralel gider ve her çözgü ipliği 'tel' ya da uç olarak bilinir. Atkı iplikleri, kumaşın bir kenarından diğer kenarına geçer.



Şekil 3.7. SDL Atlas buruşmazlık açısı cihazı

3.6.3. FT IR Spektroskopisi

Üretilen silikon emülsiyonu ile pamuklu kumaş arasındaki etkileşim FT IR spektrumu ile incelenmiştir. Kumaşlardan alınan FT IR spektrumları Novel Farma Ar-Ge laboratuvarında Shimadzu FT IR ATR donanımı içeren cihazı ile analiz edilmiştir.

3.6.4. SEM Analizi

Silikon emülsiyonu ile pamuk lifleri arasındaki etkileşimler SEM görüntüleri ile incelenmiştir. Marmara Üniversitesi Teknoloji Fakültesi Biyomedikal Görüntüleme ve Tanı Sistemleri Laboratuvarı'nda bulunan ZEISS EVO MA10 marka tarama elektron mikroskobu (SEM) kullanılmıştır.

4. DENEYSEL BÖLÜM

4.1. Silikon Emülsiyonunu Üretimi

Silikon emülsiyonunu üretirken dikkat edilen en önemli parametreler kullanılan silikon yağı ve emülgatörlerin HLB değerleridir. Emülgatörler, aynı molekülde hem hidrofilik hem de lipofilik gruplar içermektedirler. Hidrofilik grupların, lipofilik gruplara oranı HLB değeri olarak bilinir ve bu değer emülgatörlerin hareket ve performanslarının tayininde yardımcı olmaktadır. HLB değerleri laboratuvar denemeleri ve teorik ölçümler ile hesaplanır. Her yağın bir HLB değeri vardır.

Bu tez çalışmasında kullanılan amino fonksiyonel silikon yağının HLB değeri 11,5 olduğu için kullanılacak emülgatörlerin HLB değerleri, kullanılan silikon yağının HLB değerlerine yakın bir değer seçilmiştir. Çalışmada literatürlerde yaygın olarak yer alan amino fonksiyonel silikon yağını emülsiyeye etmek için tek emülgatör kullanımı yerine, iki farklı emülgatör tercih edilmiştir (Somasundaran, Mehta *et al.* 2006). Bu emülgatörler Tridesil Alkol 5 Etoksilat ve Tridesil Alkol 8 Etoksilatır. Amino fonksiyonel silikon yağının ve emülgatörlerin HLB değerleri Tablo 4.1. de gösterilmiştir.

Kullanılan Kimyasal	HLB Değeri
SY Aminofonksiyonel Silikon Yağı	11,5
E1 (Tri desil alkol 5 Etoksilat)	11-12
E2 (Tri desil alkol 8 Etoksilat)	12-13

Tablo 4.1. Kullanılan silikon yağının ve emülgatörlerin HLB değerleri

Kimyasal Kodu	Kullanılan Miktar (%)
SY	20
E1	5
E2	10
K1	5
K2	20
AA	1

Tablo 4.2. Silikon emülsiyonu reçetesi

Amino fonksiyonel silikon emülsiyonu üretiminde kullanılan kimyasalların miktarları Tablo 4.2. ile gösterilmiştir. Üretimde kullanılan kimyasallar reaktif aminoetil aminopropil fonksiyonel polidimetilsiloksan yağı (SY), Tridesil Alkol 5 Etoksilat (E1), Tridesil Alkol 8 Etoksilat (E2), Gliserin (K1) ve Polietilenglikol (K2) kullanılmıştır. Üretim yapılırken, kullanılan yağın HLB değerine göre seçilen emülgatör tipi ve miktarı aşağıda verilen formül ile hesaplanmıştır (Gadhve 2014).

$$(\text{Silikon yağı HLB değeri}) \times (\text{Toplam emülgatör miktarı}) = (\text{Emülgatör 1 HLB değeri}) \times (\text{Emülgatör 1 miktarı}) + (\text{Emülgatör 2 HLB değeri}) \times (\text{Toplam emülgatör miktarı} - \text{Emülgatör 1 miktarı})$$

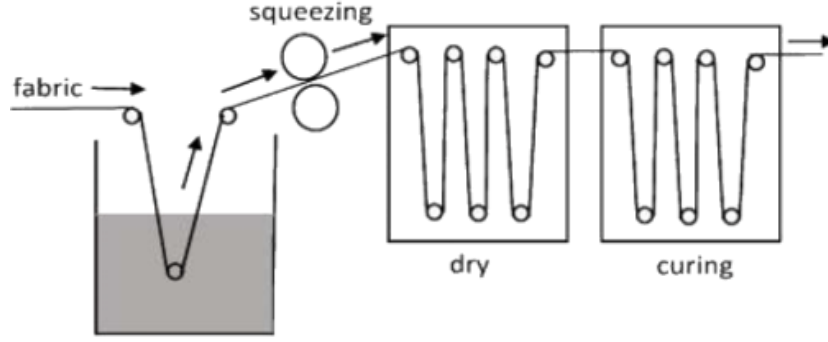
4.2. Emülsiyon Eldesi Yöntemi

Hassas terazide reçeteye göre E1, E2, SY, K1, K2, saf su ve asetik asit miktarları tartılmıştır. Behere alınan bir miktar su ve emülgatörler 500 rpm de 10 dakika mekanik karıştırıcıda karıştırılmıştır. 10 dakikalık süre dolduktan sonra emülsiyona SY ilave edilerek 1000 rpm de 15 dakika daha karıştırılmıştır. 15 dakikalık süre dolduktan sonra azar azar kalan su ilave edilerek 10 dk 2000 rpm de karıştırılmıştır. Son olarak emülsiyonun pH değerini ayarlamak için yaklaşık 1 gr asetik asit ilave edilip 10 dk daha 2000 rpm de karıştırılmaya devam edilmiştir. Emülsiyona kumaşta dolgunluk ve kayganlığı arttırmak amacıyla K1 ve K2 ilave edilmiştir. Daha sonra karışım 3000 dv/dk devirle, 15 dakika süresince karıştırılmıştır. Bu işlem sonunda emülsiyon asetik asit ile pH 5 ayarlanmıştır (Islam, Lahiri *et al.* 2015). Üretilen silikon emülsiyon EM olarak kodlanmıştır.

4.3. Silikon Emülsiyonunun Kumaşa Uygulanması

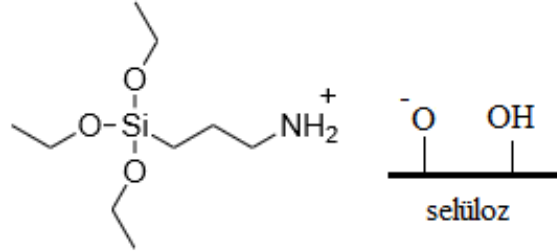
Çalışmada üretilen silikon emülsiyonunun %100 pamuklu kumaşa uygulanması ATAÇ marka ATC-FY350 model laboratuvar tipi fular makinesinde yapılmıştır. Kurutma işlemi ise gösterilen ATAÇ marka GK40 laboratuvar tipi ramözde yapılmıştır. Uygulamada %100 pamuklu kumaş kullanılmış olup Bayerteks Tekstil Kimya Ltd. Şti den temin edilmiştir.

Uygulama yöntemi olarak yaygın olarak kullanılan pad-dry-cure yöntemi tercih edilmiştir. Çalışma esnasında makine hızı 0,60 m/dk, tansiyon %8, kurutma sıcaklığı 120 °C ve fan hızı 1500 dev/dk olarak sabitlenmiştir. Uygulama esnasında, silikon emülsiyonunun pamuklu kumaş üzerindeki buruşmazlık etkisinin araştırılması amacıyla üç farklı konsantrasyon kullanılmıştır. Uygulama 20g/L, 40g/L, 60g/L de yapılmıştır. Uygulanan bu üç farklı konsantrasyon miktarı tekstil piyasasında kumaşa yumuşaklık vermek amacıyla yaygın olarak kullanılan silikon emülsiyonu uygulama reçetesi miktarlarıdır. Bu yüzden çalışmada bu üç farklı konsantrasyon değeri tercih edilmiştir. Silikon emülsiyonunun kumaşa uygulanma pH' ı, emülsiyonun stabilitesinin korunması ve kumaşa alımın gerçekleşmesi için 5-5,5 değerlerine asetik asit kullanılarak ayarlanmıştır. Silikon emülsiyonu applike edilen pamuklu kumaşın kurutma sıcaklığı 120 °C ve süresi 5dk, fikse sıcaklığı 170 °C ve süresi 3 dakikadır. Özgüney ve ark. (2008) 'nın amino fonksiyonel silikon yumuşatıcıları kumaşa uyguladıktan sonra kumaşın sararma değerlerini farklı fikse sıcaklıklarında ölçmüşlerdir. Emülsiyonun kumaşa uygulanması sonrası kumaşın fikse sıcaklığının 170 °C 'nin üzerinde olması kumaşta sararmayı büyük ölçüde arttırmaktadır (Özgüney and Özkaya 2008). Hashem ve ark. (2009) 'nın pamuklu kumaşa silikon emülsiyonu uygulamış ve farklı fikse sıcaklıklarında kumaşların buruşmazlık açılarını ölçmüşlerdir. 170 °C nin üzerindeki sıcaklıklarda buruşmazlık açısının azaldığını tespit edilmiştir. Çalışmada silikon emülsiyonu uygulanan kumaşların optimum fikse sıcaklığının 170 °C, süresinin ise 3 dakika olduğunu tespit edilmiştir. Bu tez çalışmasında belirlenen fikse sıcaklığı ve süresi verilen literatürlerle uyumludur (Hashem, Ibrahim *et al.* 2009).

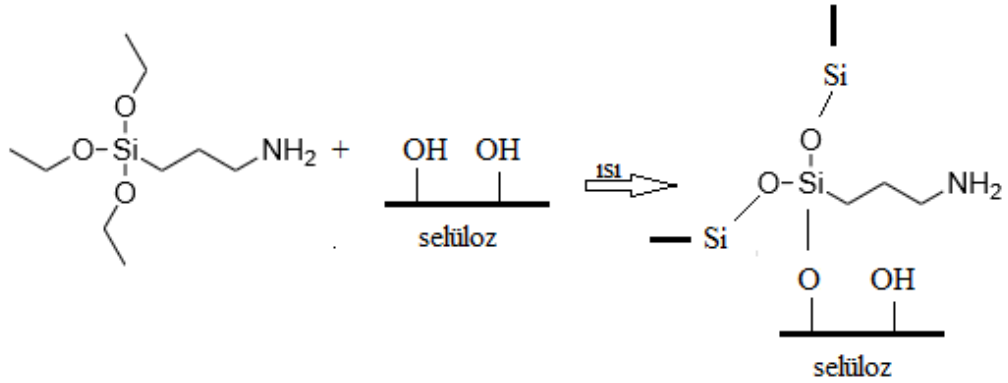


Şekil 4.1. Pad-Dry-Cure yönteminin şematik gösterimi (Wang, Hui et al. 2017).

Amino fonksiyonel silikon emülsiyonunun amin grubu, negatif yüklü mamüller için güçlü bir çekiciliğe sahip olan katyonik yükler ($-NH_3^+$) içerir. Pamuklu kumaşlar yüzeylerinde anyonik yükler içerir. Bu nedenle, amino fonksiyonel silikon emülsiyonu uygulanmış pamuklu kumaşın katyonik yüklü amin gurubu ile pamuklu kumaşın negatif yüklü ($-OH^-$) grubu arasında iyonik bir etkileşim olur. Kumaş fikse edildiğinde ise silikon molekülleri reaktif gruplar aracılığıyla kendi kendine polimerize olur ve çapraz bağlı elastomerik bir yapı oluşturarak kumaşa bağlanırlar (Hashem, Ibrahim *et al.* 2009).



Şekil 4.2. Pozitif yüklü amin grubunun selüloz ile etkileşimi



Şekil 4.3. Amino fonksiyonel silikon emülsiyonunun kumaşa bağlanması

5. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

Bu tez çalışmasında amino fonksiyonel silikon yağı kullanılarak ekolojik ve ekonomik bir silikon emülsiyonu üretilmiştir. Üretilen silikon emülsiyonun stabilite testleri ve karakterizasyonu yapıldıktan sonra %100 pamuklu kumaşa pad-dry-cure metodu ile üç farklı konsantrasyonda uygulaması yapılmıştır. Silikon emülsiyonunun uygulanması sonrası pamuklu kumaşa buruşmazlık açısı, mukavemet testleri ve FT-IR spektroskopisi analizleri yapılmıştır.

5.1. Üretilen Emülsiyonun Stabilite ve Karakterizasyon Analiz Sonuçları

Çalışmanın bu bölümünde üretilen silikon emülsiyonunun stabilite ve karakterizasyon test sonuçları hakkında bilgi verilmiştir.

5.1.1. Emülsiyonun pH ve Kırılma İndisi Tayini Değerleri

Çizelgede üretilen silikon emülsiyonunun pH, refrakto ve kırılma indisi değerleri verilmiştir.

Emülsiyon	pH (%1)	pH (%100)	Kırılma indisi
EM	5	4,5	1,432

Tablo 5.1. Emülsiyonun pH ve kırılma indisi değerleri

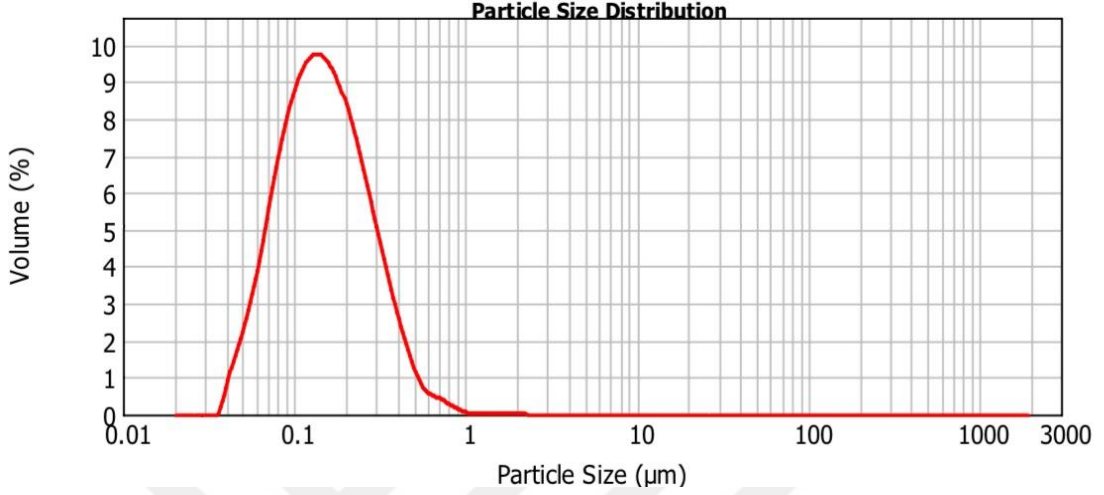
Silikon emülsiyonunun %1'lik çözeltisinin pH değeri 5 olarak bulunmuştur. %100'lük pH değerleri ise 4,5 olarak ölçülmüştür. Emülsiyonun pH'ı, silikon yağının stabilitesinden, life bağlanma özelliklerine kadar birçok parametreyi etkilemektedir. Bu nedenle dikkat edilmesi gereken bir büyüklüktür.

5.1.2. Emülsiyonun Raf Ömrü Testi

Silikon emülsiyonuna yapılan raf ömrü testi Bayerteks Tekstil Kimya Ltd.Şti. Ar Ge laboratuvarında bulunan etüv içerisinde gerçekleştirilmiştir. Emülsiyon sabit sıcaklıkta (50 °C) en az 3 gün bekletilmiştir. Üç günün sonunda emülsiyonda herhangi bir faz ayrışması gözlemlenmemiştir. Gözlemlenen bu üç günlük dayanma süresi üretilen emülsiyonun 6 ay raf ömrü olabileceğini göstermektedir.

5.1.3. Partikül Boyutu Analizi

Üretilen amino fonksiyonel silikon emülsiyonunun birinci ve on beşinci gününde yapılan partikül boyut analizi üç tekrarlı olarak yapılmıştır. Analiz sonucundan elde edilen damlacık boyut analiz grafiği Şekil 5.1. de verilmiştir.



Şekil 5.1. Emülsiyonun birinci gün partikül boyut analiz grafiği

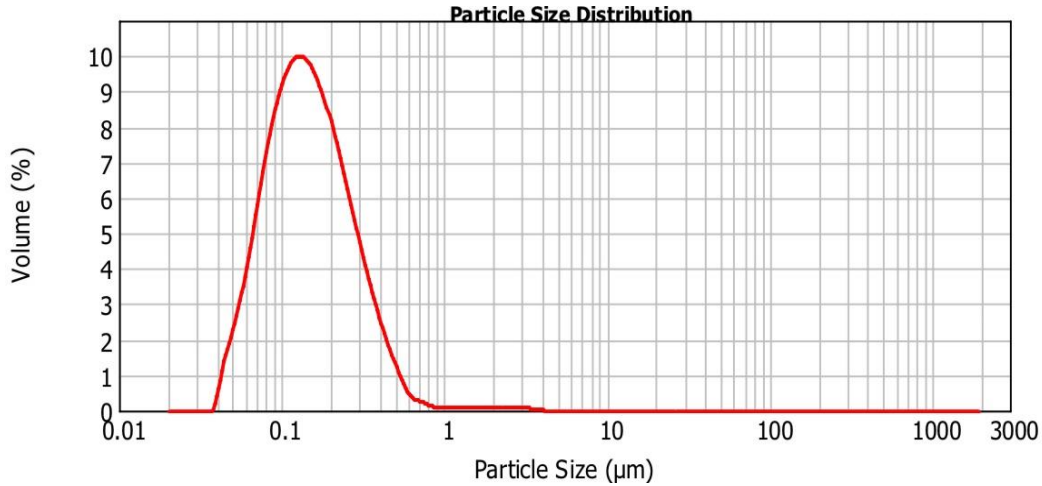
d (0.1): 0,069 µm Parçacık boyutlarının % 10'u

d (0.5): 0,144 µm Parçacık boyutlarının % 50'si, (ortalama parçacık boyutu)

d (0.9): 0,323 µm Parçacık boyutlarının % 90'nı

Üretimin birinci gününde yapılan partikül boyut analizi sonucunda elde edilen verilere göre d(0.5) değeri, ölçümü yapılmış emülsiyon hacminin %50' sinin 0,144 µm değerinden daha küçük olduğunu raporlamaktadır. Ayrıca d (0.5) değeri üretilen silikon emülsiyonunun ortalama parçacık boyutu değerini göstermektedir. d (0.9) değeri ise ölçümü yapılmış emülsiyon hacminin %90' ının 0,323 µm değerinden daha küçük olduğunu ortaya koymaktadır.

Üretilen aminofonksiyonel silikon emülsiyonunun on beşinci gününde partikül boyutu analiz sonucundan elde edilen damlacık boyut analizi grafiği Şekil 5.2. de verilmiştir.



Şekil 5.2. Emülsiyonun on beşinci gün partikül boyut analiz grafiği

d (0.1): 0,069 µm Parçacık boyutlarının % 10'u

d (0.5): 0,141 µm Parçacık boyutlarının % 50'si, (ortalama parçacık boyutu)

d (0.9): 0,319 µm Parçacık boyutlarının % 90'nı

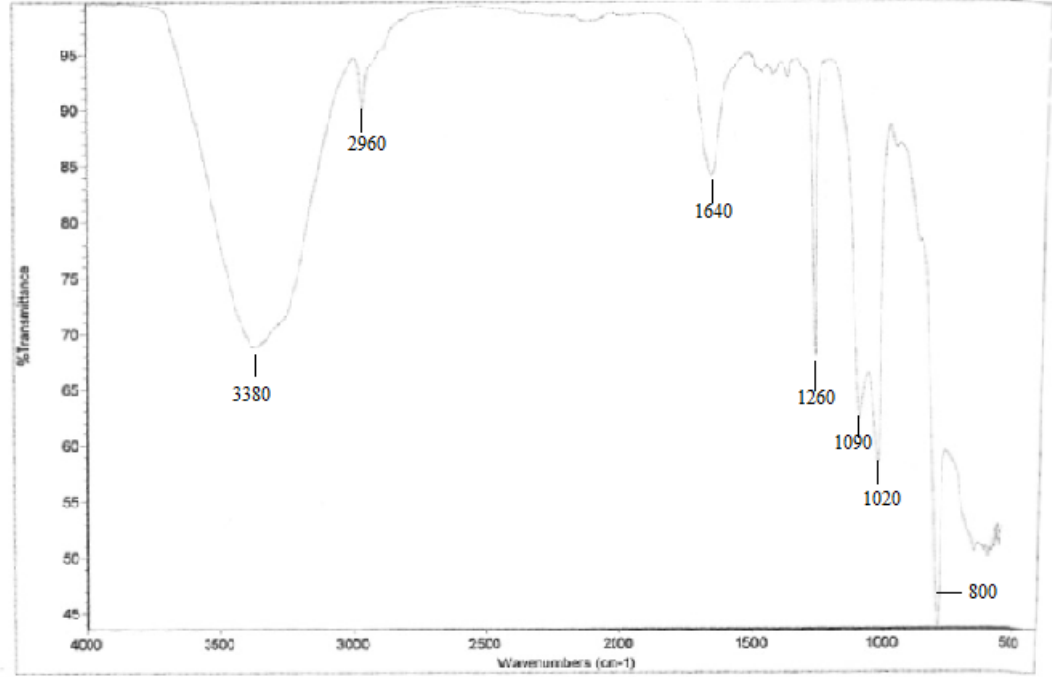
Üretimin birinci gününde yapılan partikül boyut analizi sonucunda elde edilen verilere göre d(0.5) değeri, ölçümü yapılmış emülsiyon hacminin %50' sinin 0,141 µm değerinden daha küçük olduğunu ortaya koymaktadır. Ayrıca d (0.5) değeri silikon emülsiyonunun ortalama parçacık boyutu değerini göstermektedir. d (0.9) değeri ise ölçümü yapılmış emülsiyon hacminin %90 'ının 0,319 µm değerinden daha küçük olduğunu ortaya koymaktadır.

Her iki ölçümde de ortalama partikül boyutunda önemli bir değişiklik olmamıştır. Bu durum emülsiyonun faz değişimi yaşamadığını ve fiziksel olarak stabil bir emülsiyon olduğunu göstergesidir. Ayrıca emülsiyonun partikül boyutunun 0,1µm ve 0,1 µm değerinden daha düşük olması emülsiyonun stabilitesini arttırmaktadır (Güngör, Zungur *et al.* 2013).

5.1.4. FT IR Spektroskopisi

Üretilen silikon emülsiyonun FT-IR spektrumu Şekil 5.3. ile verilmektedir. FT-IR spektrumunda 1020 ve 1090 cm^{-1} değerinde görülen pik karakteristik Si-O-Si bağındaki gerilme titreşimine aittir. Bu pikler metil bağlı polisiloksan bileşiği olduğunun kanıtıdır. 1260 cm^{-1} değerinde görülen pik Si-CH₃ bağındaki -CH₃' e ait simetrik deformasyon pikini işaret etmektedir. 3380 cm^{-1} değerinde görülen güçlü ve keskin pik -NH ve -NH₃ gerilmesine aittir. 2960 cm^{-1} değerinde görülen pik asimetric -CH₃ gerilme titreşimini işaret eder. 1640 cm^{-1} değerinde görülen orta şiddetli pik -NH₃ gerilme

titreşimini işaret eder. 800 cm^{-1} değerinde görülen pik Si-C gerilme titreşimine aittir. FT-IR spektrumu analizi yapılan amino fonksiyonel silikon emülsiyonunun gözlemlenen tüm pik değerleri literatürlerle uyumludur (Wei, Zheng *et al.* 2019).



Şekil 5.3. Üretilen Emülsiyonun FT IR Spektroskopisi

5.2. Pamuklu Kumaşa Uygulanan Test Sonuçları

Çalışmanın bu bölümünde ham kumaş ve emülsiyon applike edilmiş kumaşlara performans testleri, buruşmazlık açısı ölçümü ve FT IR analizi sonuçlarına yer verilmiştir.

5.2.1. Kalitatif Tuşe Değerlendirme Sonuçları

Çizelge de kalitatif tuşe değerlendirilmesi sonuçları verilmiştir. Kalitatif tuşe değerlendirmesi 10 kişi üzerinde yapılmıştır. Verilen anket formuna yazılan yanıtların puanlanması sonucunda Tablo 5.2. 'deki değerlendirmeler ortaya koyulmuştur. Değerlendirme 0-10 arasında yapılmış olup, 10 en iyi olarak değerlendirilmiştir. Sonuçlar incelendiğinde, pamuklu kumaşa applike edilen tüm konsantrasyonların tuşeyi olumlu yönde etkilediği belirlenmiştir. Ayrıca konsantrasyon artışı da tuşeyi olumlu yönde etkilemiştir.

EM Konsantrasyonu	Değerlendirme Puanı
20 g/L	6
40 g/L	8
60 g/L	9

Tablo 5.2. Kalitatif Tuşe Değerlendirmesi

5.2.2. Buruşmazlık Açısı (WRA) Sonuçları

AATCC 66 test yöntemi esas alınarak kuru buruşmazlık açıları hem atkı hem de çözgü yönünde ayrı ayrı yapılan ölçümler sonucunda çıkan sonuçların ortalaması alınmıştır. Buruşmazlık açısı ölçümü çözgü yönünden ve atkı yönünden ayrı ayrı yatay olarak katlanmış kumaşta katın açılmasının, kat düzelme açısının ölçülmesi ile tespit edilmektedir. Buruşmazlık açısı ölçümü sonuçları çözgü ve atkı yönü için Tablo 5.3. ve Tablo 5.4. 'de verilmiştir.

Uygulama Konsantrasyonu	WRA Değerleri
Ham Kumaş	93
20 g/L	105
40 g/L	118
60 g/L	135

Tablo 5.3. Çözgü yönü için WRA değerleri

Uygulama Konsantrasyonu	WRA Değerleri
Ham Kumaş	95
20 g/L	103
40 g/L	115
60 g/L	126

Tablo 5.4. Atkı yönü için WRA değerleri

Üretilen silikon emülsiyon pad-dry-cure uygulama tekniği ile %100 pamuklu kumaşa, işletme koşullarındaki denemelere ve literatürdeki bilgilere dayanarak 20g/L, 40g/L ve 60g/L olmak üzere üç farklı konsantrasyonda uygulanmıştır (Özgüney and

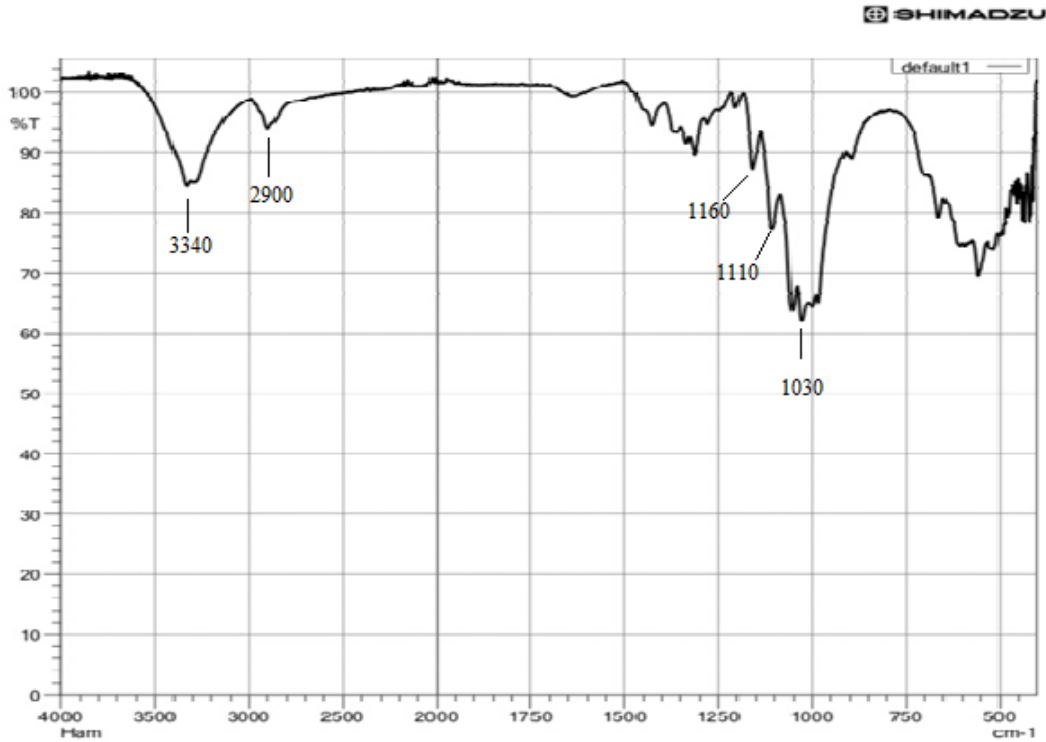
Özkaya 2008). AATCC 66 test yöntemi ile atkı ve çözgü yönünde buruşmazlık açıları ölçülmüştür.

Silikon emülsiyonu uygulanmamış numune ham kumaş olarak ifade edilmiştir. Ham kumaşın çözgü yönünde katlanarak alınan buruşmazlık açısı 93 iken atkı yönünde 95 olarak ölçülmüştür. Tablo 5.3 ve Tablo 5.4. 'de verilen çözgü ve atkı yönündeki buruşmazlık açısı değerleri incelendiğinde pamuklu kumaşa uygulanan emülsiyon konsantrasyonu arttıkça buruşmazlık açılarının arttığı gözlemlenmiştir.

Emülsiyonun kumaşa fikse edilmesi esnasında amino fonksiyonel silikon emülsiyonunda bulunan katyonik yüklü amin grubu ile negatif yükle yüklü pamuklu kumaş arasında iyonik etkileşme olur. Ayrıca silikon molekülleri reaktif gruplar aracılığıyla kendi kendilerine polimerize olup çapraz bağlı elastomerik bir ağ yapısı oluştururlar. Tüm bu oluşumlar kumaşın pamuklu kumaşın buruşmazlık açısının artmasına sebep olur (Can, Akaydin *et al.* 2009).

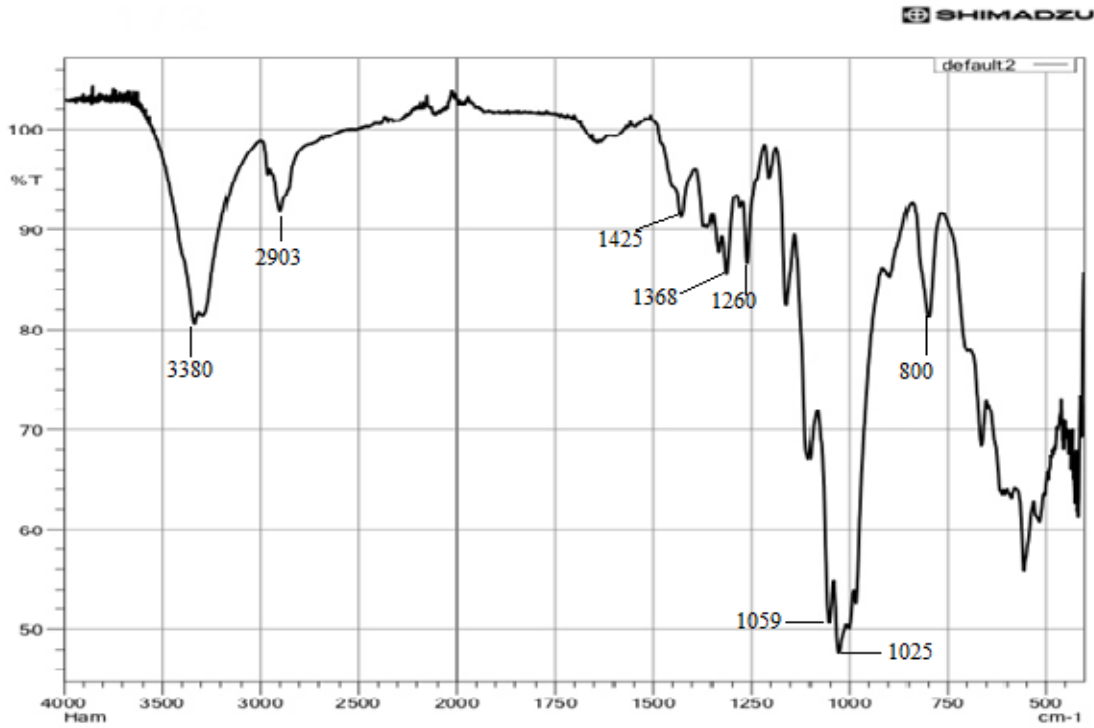
5.2.3. FT IR Spektroskopisi

Çalışmada kullanılan %100 pamuklu kumaşın amino fonksiyonel silikon emülsiyonu uygulanmadan önce ve uygulandıktan sonraki FT-IR spektrumları Şekil 5.4. ve Şekil 5.5. 'de verilmiştir.



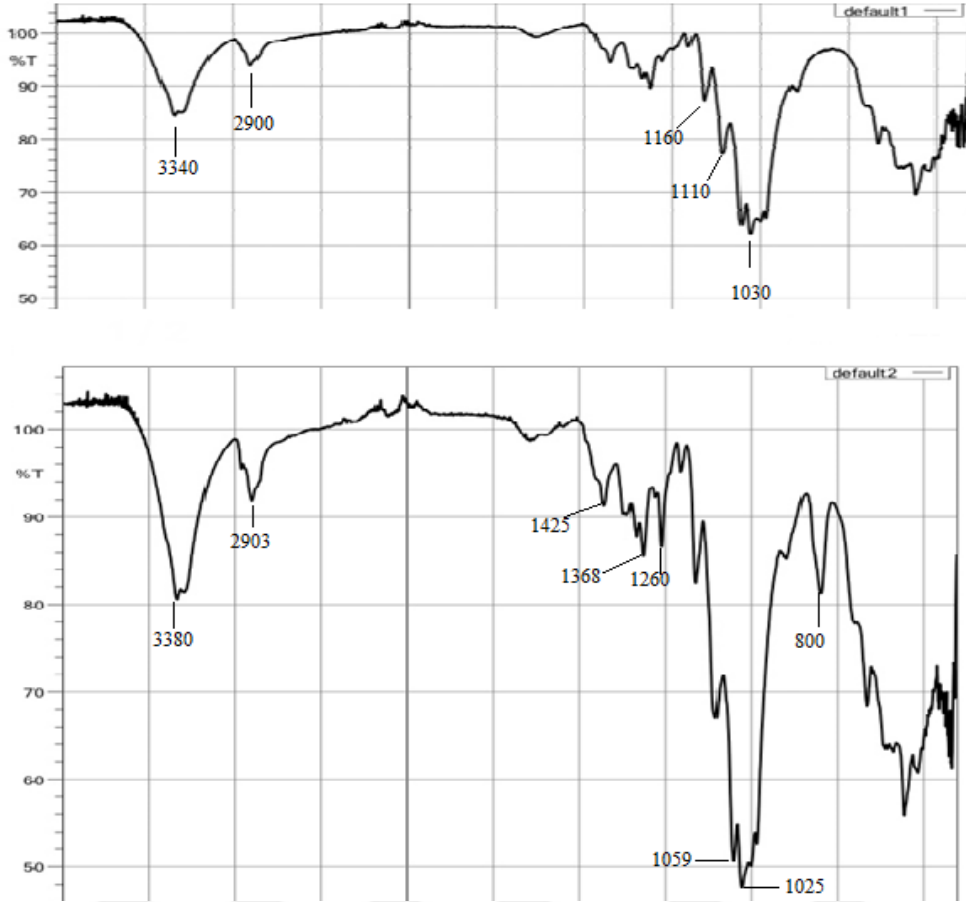
Şekil 5.4. Pamuklu Ham Kumaşın FT IR Spektroskopisi

Şekil 5.2. de görülen %100 pamuklu kumaşa ait FT-IR spektrumunda 3340 cm^{-1} değerinde görülen pik -OH gruplarının gerilme titreşimine aittir. 2900 cm^{-1} de görülen pik alifatik -CH₂ gerilmesini işaret eder. 1160 cm^{-1} değerinde verilen pik asimetrik -C-O-C- gerilmesine aittir. 1110 cm^{-1} değerindeki pik -C-O-H- eğilmesini işaret eder. 1030 cm^{-1} değerindeki pik ise -C-O bağı gerilme titreşimine aittir. Gözlemlenen tüm pik değerleri literatürlerle uyumludur (Islam, Lahiri *et al.* 2015).



Şekil 5.5. SY uygulanmış pamuklu kumaşın FT IR Spektroskopisi

Şekil 5.3. 'de amino fonksiyonel silikon emülsiyonu uygulanmış pamuklu kumaşın FT IR spektrumu görülmektedir. 3380 cm^{-1} noktasında görülen pik -NH ve -⁺NH₃ gerilmesine aittir. Görülen bu pik silikon emülsiyonunda bulunan katyonik amin grubuna aittir ve emülsiyonun pamuklu kumaşa doğru bir şekilde uygulandığının kanıtıdır. 2903 cm^{-1} değerinde gözlemlenen pik alifatik -CH₂ gerilme titreşimine aittir. 1425 cm^{-1} noktasında görülen pik alifatik -CH₂ eğilmesine aittir. 1368 cm^{-1} değerinde görülen pik -CH eğilmesine, 1260 cm^{-1} değeri Si-CH₃ bağındaki -CH₃ 'e ait simetrik deformasyon pikini işaret etmektedir. 1025 cm^{-1} değerinde görülen pik -C-O gerilme titreşimine, 1059 cm^{-1} değerinde görülen pik ise siloksanlardaki Si-O-Si gerilme titreşimine aittir. 800 cm^{-1} değerinde görülen pik ise Si-C gerilme titreşimine aittir ve tüm gözlenen değerler literatürlerle uyumludur (Mazzon, Zahid *et al.* 2019).



Şekil 5.6. SY uygulanmamış ve uygulanmış pamuklu kumaşın FT IR Spektroskopisi

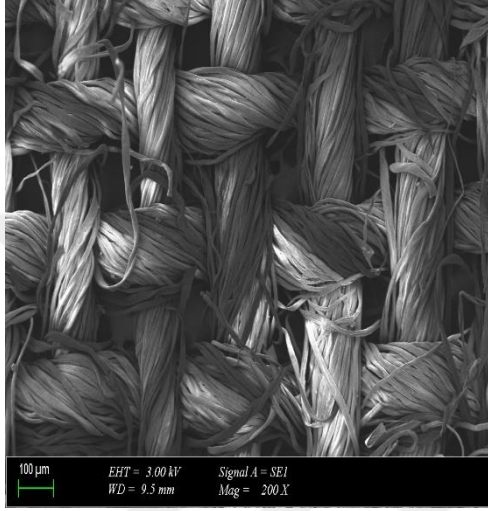
Şekil 5.6. 'daki %100 pamuklu kumaşın FT IR spektrumu incelendiğinde 3340 cm^{-1} değerinde görülen -OH gruplarının gerilme titreşimine ait pikin, amino fonksiyonel silikon emülsiyonu uygulandıktan sonra alınan FT IR spektrumunda yer almadığı ve emülsiyon uygulandıktan sonra alınan FT IR spektrumunda görülen şiddetli 3380 cm^{-1} değerinde katyonik amine ait pikin görülmesi, üretilen silikon emülsiyonunun pamuklu kumaşa bağlandığının bir göstergesidir. Silikon emülsiyonu uygulandıktan sonra alınan FT IR spektrumunda görülen Si-CH₃ bağındaki -CH₃ 'e ait 1260 cm^{-1} ve -Si-O-Si- gerilme titreşimine ait olan 1059 cm^{-1} değerindeki piklerin görülmesi silikon emülsiyonunun kumaşa bağlandığının kanıtı olmakla beraber bu iki pik değeri kumaşa -Si-O-selüloz kompleksinin bağlandığını gösterir. FT IR spektrumunda gözlemlenen tüm pik değerleri literatürlerle uyumludur (Wei, Zheng *et al.* 2019).

Amino fonksiyonel silikon emülsiyonları pamuklu kumaşa uygulama ve fikse edilme esnasında iki tür reaksiyon gerçekleşir. Birinci reaksiyon amino fonksiyonel silikon emülsiyonunda yer alan katyonik amin grupları ile negatif yüklü pamuklu kumaş arasındaki iyonik etkileşimdir. İkinci reaksiyon ise silikon moleküllerinde yer alan reaktif

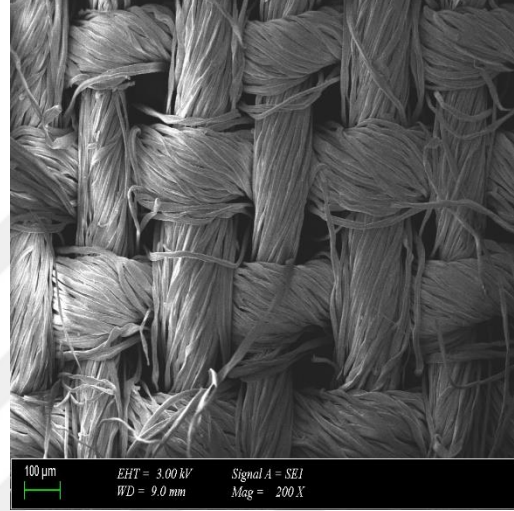
gruplar aracılığıyla kendi aralarında gerçekleşir ve polimerize olmuş çapraz bağlı bir elastomerik ağ yapısı oluşturur. İkinci reaksiyon kumaşın fikse edilmesi sırasında gerçekleşir (Hashem, Ibrahim *et al.* 2009).

5.2.4. SEM Analizi

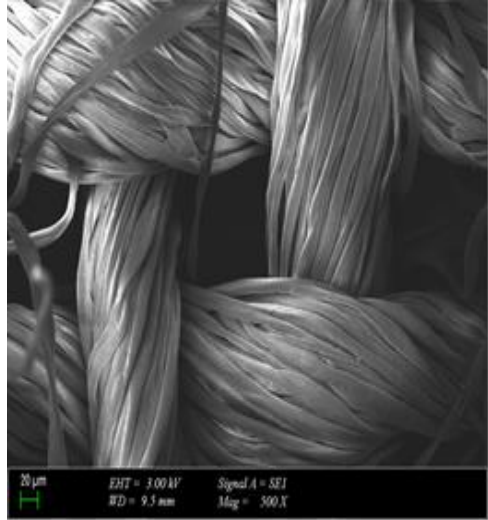
Aşağıdaki şekillerde silikon emülsiyonu uygulanmış ve emülsiyon uygulanmamış pamuklu kumaşların taramalı elektron mikroskobu (SEM) görüntüleri verilmiştir.



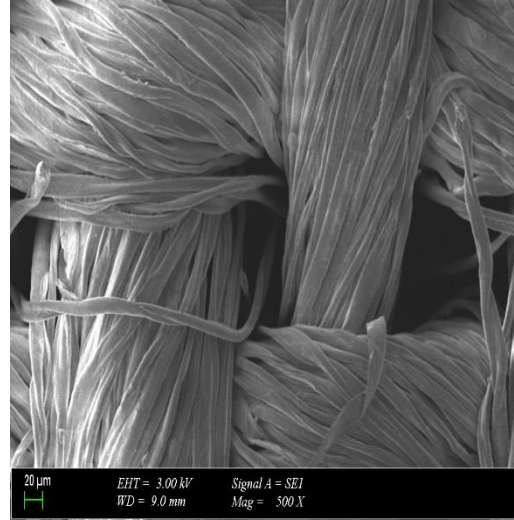
Şekil 5.7. Ham kumaşın SEM görüntüsü



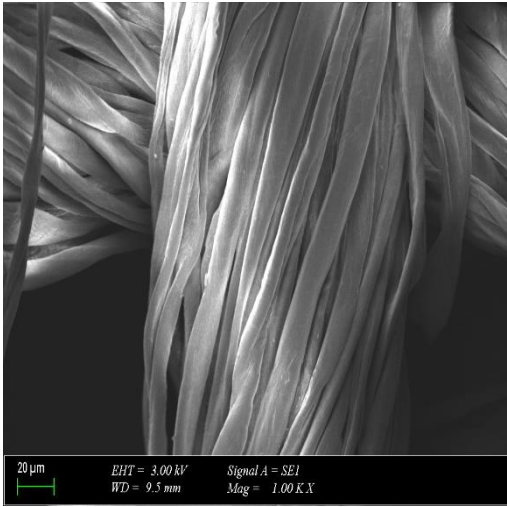
Şekil 5.8. EM uygulanmış kumaşın SEM görüntüsü



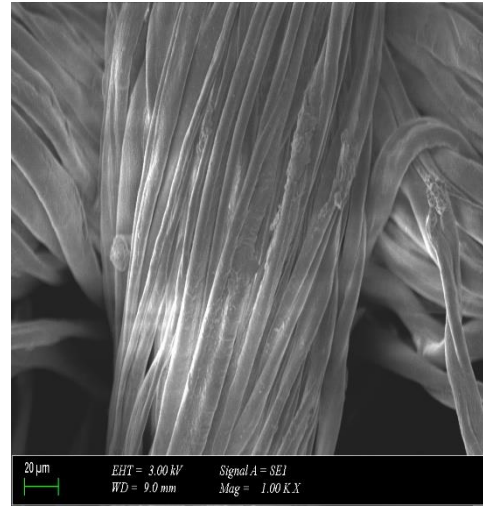
Şekil 5.9. Ham kumaşın SEM görüntüsü



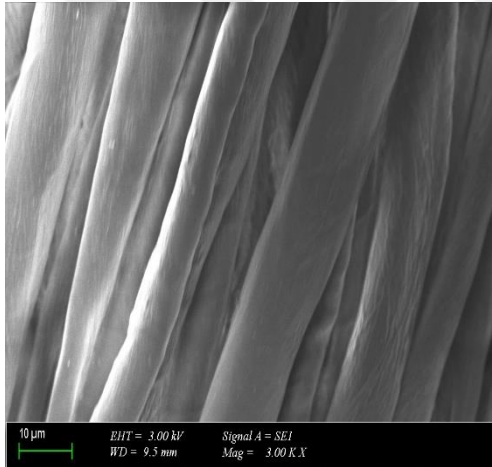
Şekil 5.10. EM uygulanmış kumaşın SEM görüntüsü



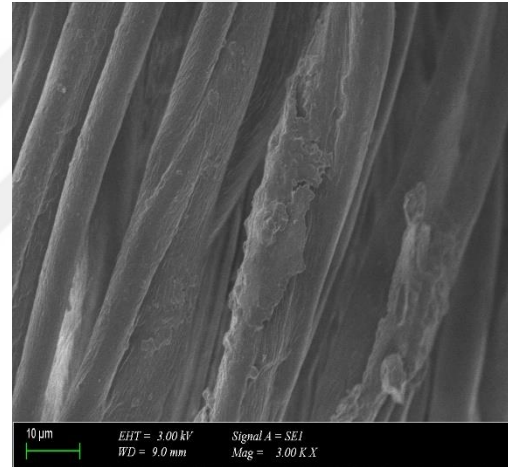
Şekil 5.11. Ham kumaşın SEM görüntüsü



Şekil 5.12. EM uygulanmış kumaşın SEM görüntüsü



Şekil 5.13. Ham kumaşın SEM görüntüsü



Şekil 5.14. EM uygulanmış kumaşın SEM görüntüsü

Şekil 5.7., 5.9., 5.11. ve 5.13 ile verilen SEM görüntüleri emülsiyon uygulanmamış pamuklu ham kumaşa aittir. Pamuklu kumaşın SEM görüntüsü incelendiğinde pamuk elyaflarının daha kıvrımlı, buruşuk ve sert bir yüzeye sahip olduğunu gözlemlemekteyiz (Li ve Hardin, 1998). Aynı zamanda düz çıkıntılara sahip iplikçikler ile birbirine paralel kabartılar görülmektedir. İplikçikler kendi ekseninde dar bir açıyla kıvrılmış ve içbükey oluklar meydana getirmiştir.

Şekil 5.8., 5.10., 5.12. ve 5.14. ile verilen SEM görüntüleri emülsiyon uygulanmış pamuklu kumaşa aittir. Elyaflar karakteristik düzgün ve pürüzsüz bir yüzey gösterirken içbükey olukların hala gözlemlendiği açıktır. Liflerin etrafında polimer film silikon emülsiyonunun life bağlandığının kanıtıdır. Kumaş yüzeyinde ve lifler arasında bir miktar

silikon emülsiyonu vardır. Bununla birlikte kumaş pürüzlüğündeki azalmanın veya düzgünlüğün artması silikon emülsiyonun iplik üzerinde film oluşturmasından kaynaklanmaktadır (Jatoi, Khatri *et al.* 2015).



6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu doktora tez çalışması kapsamında tekstil sektörünün önemli bir prosesi olan özel bitim işlemlerinden buruşmazlık işleminde kullanılan formaldehit açığa çıkaran N-metilol esaslı kimyasal maddelerin yerine daha çevreci, ekonomik ve buruşmazlık için tek işlem kolaylığı sağlayan bir silikon emülsiyonu üretilmesi hedeflenmiştir. Bu bağlamda tez çalışması silikon emülsiyon üretimi ve karakterizasyonu, %100 pamuklu kumaşa üç farklı konsantrasyonda uygulanması ve emülsiyon uygulanmış kumaşın analizlerini içeren üç aşamadan meydana gelmiştir.

Çalışma kapsamında ilk aşama için amino fonksiyonel silikon yağı, iki farklı emülgatör ve katkı maddeleri kullanılarak bir emülsiyon üretilmiştir. Silikon emülsiyonun pH ve kırılma indisi değerleri incelenmiş ve literatürlerle uyumlu olduğu gözlemlenmiştir (Andriot, Chao *et al.* 2007). Üretilen emülsiyon raf ömrü açısından incelendiğinde raf ömrünün en az 6 ay olduğu gözlemlenmiştir. Emülsiyonun birinci ve on beşinci gününde partikül boyutları incelenmiştir. Partikül boyut analizi sonucunda her iki ölçümde de ortalama partikül boyutunda önemli bir değişiklik olmamıştır. Bu durum emülsiyonun faz değişimi yaşamadığını ve fiziksel olarak stabil bir emülsiyon olduğunun göstergesidir. Ayrıca emülsiyonun partikül boyutunun 0,1 µm ve 0,1 µm değerinden daha düşük olması emülsiyonun stabilitesini arttırmıştır. Ayrıca küçük damlacık boyutuna sahip olması daha zor deforme olmasını sağlamaktadır. Emülsiyonunu FT IR spektroskopisi incelendiğinde gözlemlenen tüm pik değerlerinin literatürlerle uyumlu olduğu görülmüştür (Wei, Zheng *et al.* 2019).

Çalışmanın ikinci aşamasında üretilen emülsiyon %100 pamuklu kumaşa pad-dry-cure metodu ile uygulanması sonrası kurutulmuş ve daha sonra fikse edilmiş pamuklu kumaşın buruşmazlık açısı (WRA) değerleri incelenmiştir. Uygulama sonrası konsantrasyonu arttıkça buruşmazlık açısının arttığı gözlemlenmiştir. Üretilen amino fonksiyonel silikon emülsiyonunda bulunan katyonik yüklü amin grubu ile negatif yüklü pamuklu kumaş arasında iyonik etkileşme olur. Silikon molekülleri reaktif gruplar aracılığıyla kendi kendilerine polimerize olup çapraz bağlı elastomerik bir ağ yapısı oluşturarak pamuklu kumaşa bağlanırlar (Hashem, Ibrahim *et al.* 2009). Tüm bu oluşumlar kumaşın fikse edilmesi esnasında gerçekleşir ve kumaşın buruşmazlık açısının artmasına sebep olur. Ayrıca silikon emülsiyonu uygulanmış pamuklu kumaşın FT IR spektroskopisi ve SEM görüntüleri incelendiğinde silikon emülsiyonunun pamuklu kumaşa doğru bir şekilde uygulaması yapıldığının göstergesidir.

Yapılan bu tez çalışmasında; su, kimyasal madde ve enerji tüketimi çok fazla olan buruşmazlık bitim işlemleri yerine pamuklu kumaşlarda buruşmazlık için tek işlem kolaylığı sağlayan silikon emülsiyonunun milli ekonomiye olumlu yönde bir katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Çok yoğun karmaşık işlemlerin uygulanması, aşırı miktarda su, kimyasal madde ve enerji tüketimi yerine alternatif bir yöntem geliştirilmiştir. Silikon emülsiyonu uygulamasının pamuklu kumaşların buruşmazlık özelliği açısından önemli olduğu düşünülmektedir. Ayrıca hem konfeksiyonlarda hem de yaşam alanlarında ütüleme sırasında harcanan enerji ve zaman kaybının da önüne geçeceği düşünülmektedir.



KAYNAKLAR

- Akgün, Ü. (2010). "Farklı HLB değerlerinin vinil asetat-ko-butil akrilat emülsiyon polimerizasyonu üzerine etkilerinin incelenmesi." *Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul: 1-100.
- Andriot, M., S. Chao, A. Colas, S. Cray, F. de Buyl, J. DeGroot, A. Dupont, T. Easton, J. Garaud and E. Gerlach (2007). "Silicones in industrial applications", *Nova Science Publisher*, New York, 61-161.
- Balci, O., G. Ö. Kinoglu and B. S. Besen (2019). "Silicone oil based softeners including different additives–part I: Characterization of the softeners and investigation of their effects on mechanical properties of the fabrics." *International Journal of Clothing Science and Technology* **31**(1): 130-144.
- Beşen, B. S. and O. Balcı (2017). "Investigation of the effects of silicone emulsions having different particle sizes on knitted fabrics depending on the type of yarn."
- Bibette, J., F. L. Calderon and P. Poulin (1999). "Emulsions: basic principles." *Reports on Progress in Physics* **29**(3): 394-416.
- Bulut, M. O. and E. Akar (2012). "Ecological dyeing with some plant pulps on woolen yarn and cationized cotton fabric." *Journal of Cleaner Production* **32**: 1-9.
- Can, Y., M. Akaydin, Y. Turhan and E. Ay (2009). "Effect of wrinkle resistance finish on cotton fabric properties." *Indian Journal of Fibre & Textile Research* **34**(2): 183-186.
- Charles, Q., W. Weishu and C. Gary (2000). "Mechanical Strength of Durable Press Finished Cotton Fabric: Part II: Comparison of Crosslinking Agents with Different Molecular Structures and Reactivity." *Textile Research Journal* **70**(2): 143-147.
- Choudhury, A. R., B. Chatterjee, S. Saha and K. Shaw (2012). "Comparison of performances of macro, micro and nano silicone softeners." *Journal of the Textile Institute* **103**(9): 1012-1023.
- Dehabadi, V. A., H.-J. Buschmann and J. S. Gutmann (2013). "Durable press finishing of cotton fabrics: An overview." *Textile Research Journal* **83**(18): 1974-1995.

- Dhiman, G. and J. Chakraborty (2017). "Assessment of durable press performance of cotton finished with modified DMDHEU and citric acid." *Fashion and Textiles* **4**(1): 1-18.
- Fanun, M. (2016). Colloids in drug delivery, 150, *Taylor & Francis Group*, London, 1-613
- Fouda, M. M. and H. Fahmy (2011). "Multifunctional finish and cotton cellulose fabric." *Carbohydrate polymers* **86**(2): 625-629.
- Gadhve, A. (2014). "Determination of hydrophilic-lipophilic balance value." *Int. J. Sci. Res* **3**(4): 573-575.
- Gökdal, H. (2007). "Bambu-Pamuk Elyaf karışımli ipliklerin çeşitli özelliklerinin incelenmesi", Yüksek Lisans, *Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul, 121
- Güngör, Ö., A. Zungur, K. Mehmet and F. Kaymak-Ertekin (2013). "Emülsiyonların özellikleri ve emülsifikasyon koşullarının aroma ve yağların mikroenkapsülasyonu üzerine etkisi." *Akademik Gıda* **11**(2): 116-124.
- GÜRSOY, N. Ç., O. G. ARMAĞAN, U. K. ŞAHİN and M. GÜL (2010). "FARKLI ÖN TERBİYE İŞLEMLERİNİN BURUŞMAZ KUMAŞ PERFORMANSINA ETKİLERİ." *Journal of Textile & Apparel/Tekstil ve Konfeksiyon* **20**(4): 336-342.
- Hashem, M., P. Hauser and B. Smith (2003). "Wrinkle recovery for cellulosic fabric by means of ionic crosslinking." *Textile Research Journal* **73**(9): 762-766.
- Hashem, M., N. A. Ibrahim, A. El-Shafei, R. Refaie and P. Hauser (2009). "An eco-friendly–novel approach for attaining wrinkle–free/soft-hand cotton fabric." *Carbohydrate Polymers* **78**(4): 690-703.
- Hollies, N. R. and N. F. Getchell (1967). "Wet-Fixation Process for Improved Durable-Press Cotton1." *Textile Research Journal* **37**(2): 70-76.
- Islam, S., S. K. Lahiri, J. Nahar and M. Alomgir (2015). "Synthesis-and application of aminomodified silicone oil on cotton fabric." *Int J Sci Eng Res* **6**(5): 1195-1204.
- İspir, E. and S. Serin (2006). "Polisiloksanlar ve kullanım alanları." *KSÜ Fen ve Mühendislik Dergisi* **9**(2): 46-52.

- Jatoi, A. W., Z. Khatri, F. Ahmed and M. H. Memon (2015). "Effect of silicone nano, nano/micro and nano/macro-emulsion softeners on color yield and physical characteristics of dyed cotton fabric." *Journal of Surfactants and Detergents* **18**(2): 205-211.
- Junfeng, T., W. Lei and L. Jianli (2015). "Reevaluation of AATCC Test Method 66: Dynamic Measurement of Wrinkle Recovery." *AATCC Journal of Research* **2**(1): 24-34.
- Kim, E. H. (1999). "Objective evaluation of wrinkle recovery." *Textile research journal* **69**(11): 860-865.
- Lenoble, B., D. Corning and E. Sa (2009). "5. Silicones in the Textile Industries." *Inorganic Polymers*, New York, 61-161.
- Mazzon, G., M. Zahid, J. A. Heredia-Guerrero, E. Balliana, E. Zendri, A. Athanassiou and I. S. Bayer (2019). "Hydrophobic treatment of woven cotton fabrics with polyurethane modified aminosilicone emulsions." *Applied Surface Science* **490**: 331-342.
- O'Lenick, A. J., L. Siltech and G. Dacula (2009). "Basic silicone chemistry—a review." *Silicone spectator*, Dacula, 1-23.
- Oğultürk, G. (2011). Dokuma kumaşlarda su iticilik ve buruşmazlık özelliklerinin tek adımda iyileştirilmesi, Yüksek Lisans, *Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul, 92.
- Özgüney, A. T. and K. Özkaya (2008). "Effects of the softeners on the colour change which occurs during the curing of cotton fabric in screen printing conditions." *Tekstil ve Konfeksiyon* **18**(2): 121-129.
- Peng, H., C. Q. Yang and S. Wang (2012). "Nonformaldehyde durable press finishing of cotton fabrics using the combination of maleic acid and sodium hypophosphite." *Carbohydrate polymers* **87**(1): 491-499.
- Sahin, U. K., N. C. Gursoy, P. Hauser and B. Smith (2009). "Optimization of ionic crosslinking process: an alternative to conventional durable press finishing." *Textile research journal* **79**(8): 744-752.
- Schramm, C., W. H. Binder and R. Tessadri (2004). "Durable press finishing of cotton fabric with 1, 2, 3, 4-butanetetracarboxylic acid and TEOS/GPTMS." *Journal of sol-gel science and technology* **29**(3): 155-165.

- Shinoda, K. and H. Kunieda (1983). "Phase properties of emulsions: PIT and HLB." *Encyclopedia of emulsion technology*, New York, **1**: 337-367.
- Somasundaran, P., S. C. Mehta and P. Purohit (2006). "Silicone emulsions." *Advances in colloid and interface science* **128-130**: 103-109.
- Wang, W., P. C. Hui and C.-W. Kan (2017). "Functionalized textile based therapy for the treatment of atopic dermatitis." *Coatings* **7**(6): 82.
- Wei, Y., C. Zheng, P. Chen, Q. Yu, T. Mao, J. Lin and L. Liu (2019). "Synthesis of multiblock linear polyether functional amino silicone softener and its modification of surface properties on cotton fabrics." *Polymer Bulletin* **76**(1): 447-467.
- Xu, B. and J. Reed (1995). "Instrumental evaluation of fabric wrinkle recovery." *The Journal of the Textile Institute* **86**(1): 129-135.
- Xu, Q., X. Ke, L. Shen, N. Ge, Y. Zhang, F. Fu and X. Liu (2018). "Surface modification by carboxymethyl chitosan via pad-dry-cure method for binding Ag NPs onto cotton fabric." *International Journal of biological macromolecules* **111**: 796-803.
- Yang, C. Q., W. Wei and G. C. Lickfield (2000). "Mechanical strength of durable press finished cotton fabric: Part II: Comparison of crosslinking agents with different molecular structures and reactivity." *Textile Research Journal* **70**(2): 143-147.
- Yang, C. Q., W. Zhou, G. C. Lickfield and K. Parachura (2003). "Cellulase treatment of durable press finished cotton fabric: effects on fabric strength, abrasion resistance, and handle." *Textile Research Journal* **73**(12): 1057-1062.
- Yürük, N. (2006). % 100 pamuklu dokuma kumaşlara uygulanan buruşmazlık bitim işlemi sonrası kopma mukavemeti, aşınma dayanımı ve buruşma açısı özelliklerinin yapay sinir ağı yöntemi ile tahminlenmesi, Yüksek Lisans, *Fen Bilimleri Enstitüsü*, Bursa, 74
- Zia, K. M., S. Tabassum, S. Barkaat-ul-Hasin, M. Zuber, T. Jamil and M. A. Jamal (2011). "Preparation of rich handles soft cellulosic fabric using amino silicone based softener. Part-I: Surface smoothness and softness properties." *International Journal of Biological Macromolecules* **48**(3): 482-487.

Zinetbaş, G. (2015). Farklı tip buruşmazlık etkisi sağlayan kimyasalların boyanmış viskon dokuma kumaşın özellikleri üzerine etkilerinin incelenmesi, Yüksek Lisans, *Fen Bilimleri Enstitüsü*, Bursa, 65.



ÖZGEÇMİŞ**KİŞİSEL BİLGİLER**

Adı Soyadı :
Uyruğu :
Doğum Yeri ve Tarihi :
Telefon :
e-mail :

EĞİTİM

Derece	Adı, İlçe, İl	Bitirme Yılı
Lise	: Şehit Temel Cingöz Lisesi, ADANA	2002
Üniversite	: Selçuk Üniversitesi, KONYA	2007
Yüksek Lisans	: Selçuk Üniversitesi, KONYA	2010
Doktora	: Selçuk Üniversitesi, KONYA	2021

İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	Kurum	Görevi
2013-2016	Bayerteks Tekstil Kimya Ltd.Şti.	Ar-ge Sorumlusu

UZMANLIK ALANI: KİMYA**YABANCI DİLLER: İNGİLİZCE**