



**T.C.
DÜZCE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**SİLİKON YAĞININ EMÜLSİFİKASYONU İLE TEKSTİL
YUMUŞATICISI GELİŞTİRİLMESİ**

YUSUF EMRE ÇABUKOĞLU

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
KİMYA ANABİLİM DALI**

**DANIŞMAN
DOÇ. DR. ABDÜLKADİR ALLI**

DÜZCE, 2019

T.C.
DÜZCE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

SİLİKON YAĞININ EMÜLSİYASYONU İLE TEKSTİL
YUMUŞATICISI GELİŞTİRİLMESİ

Yusuf Emre ÇABUKOĞLU tarafından hazırlanan tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından Düzce Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Kimya Anabilim Dalı'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Tez Danışmanı

Doç. Dr. Abdulkadir ALLI

Düzce Üniversitesi

Jüri Üyeleri

Doç. Dr. Abdulkadir ALLI

Düzce Üniversitesi

Doç. Dr. Ümit ERGUN

Düzce Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi Atakan TOPRAK

Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi

Tez Savunma Tarihi: 08/08/2019

BEYAN

Bu tez çalışmasının kendi çalışmam olduğunu, tezin planlanmasından yazımına kadar bütün aşamalarda etik dışı davranışımın olmadığını, bu tezdeki bütün bilgileri akademik ve etik kurallar içinde elde ettiğimi, bu tez çalışmasıyla elde edilmeyen bütün bilgi ve yorumlara kaynak gösterdiğimi ve bu kaynakları da kaynaklar listesine aldığımı, yine bu tezin çalışılması ve yazımı sırasında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığını beyan ederim.

08 Ağustos 2019

Yusuf Emre ÇABUKOĞLU

TEŞEKKÜR

Yüksek Lisans öğrenimimde ve bu tezin hazırlanmasında gösterdiği her türlü destek, yardım ve her zaman sabırla ilgisini gösteren, kendisiyle çalışmaktan onur duyduğum değerli hocam Doç. Dr. Abdulkadir ALLI'ya en içten dileklerle teşekkür ederim.

Deneysel çalışmalarım boyunca her zaman yanımda olan, bilgi, tecrübe ve yardımlarını hiç esirgemeyen eski çalışma arkadaşım Ahmet ÇAKAR'a teşekkür ederim.

Tez çalışmalarım ve yazım sürecinde her zaman bilgi ve tecrübesiyle yardımlarını esirgemeyen ve yol gösteren çalışma arkadaşım Neslihan GÖKÇE'ye teşekkür ederim.

Tez çalışmalarım ve yazım sürecinde bilgi ve tecrübeleri ile yardımlarını esirgemeyen, yol gösteren ve her zaman yanımda olan çalışma arkadaşım İlker DURSUN ve değerli arkadaşım Ali YILDIZ'a teşekkür ederim.

Hayatım boyunca her an varlıklarını hissettiren, desteklerini hiç esirgemeyen ve yaptığım hatalarda dahi her zaman yanımda olan sevgili ailem; annem Fahriye ÇABUKOĞLU, babam Resul ÇABUKOĞLU, ablam Havva AKGÜN'e çok teşekkür ederim.

08Ağustos 2019

Yusuf Emre ÇABUKOĞLU

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ŞEKİL LİSTESİ.....	vii
ÇİZELGE LİSTESİ.....	viii
KISALTMALAR.....	ix
SİMGELER	x
ÖZET	xi
ABSTRACT	xii
1. GİRİŞ	1
1.1. YUMUŞATICILAR	1
1.1.1. Yumuşaticıların Özellikleri	1
1.1.2. Tekstil Yumuşaticıları İçin İhtiyaç Profili.....	2
1.2. YUMUŞATICILARIN KİMYASI.....	2
1.2.1. Anyonik Yumuşaticılar.....	3
1.2.2. Katyonik Yumuşaticılar	4
1.2.3. Amfoterik Yumuşaticılar.....	5
1.2.4. Noniyonik Yumuşaticılar.....	5
1.2.5. Silikon Yumuşaticılar	6
1.2.5.1. <i>Organo-modifiye Silikonlar</i>	13
1.2.5.2. <i>Aminosilikonlar</i>	14
1.2.5.3. <i>Epoksi Silikonlar</i>	16
1.2.5.4. <i>Karboksi Silikonlar</i>	17
1.2.5.5. <i>Hidroksi Silikonlar</i>	17
A. <i>Akrilik-Modifiye Silikonlar</i>	17
1.2.5.6. <i>Hidrofilik Silikonlar</i>	18
1.2.5.7. <i>Uygulama Yöntemleri</i>	21
1.2.5.8. <i>Yün Üzerine Silikon</i>	22
1.3. EMÜLSİYON	23
1.3.1. Mikroemülsiyon.....	26
1.3.2. Hidrofilik-Lipofilik Denge (HLB).....	27
1.4. ETKİ MEKANİZMASI	29
1.5. KATKI MADDELERİ.....	31
1.6. AKTİF MADDE İÇERİĞİ	34
1.7. YUMUŞAKLIK ÖLÇÜMÜ	36
1.8. DİKİLEBİLİRLİĞE ETKİSİ.....	38
1.9. TÜYLENMEYE ETKİSİ.....	38
1.10. GELECEK TRENDLER	40
2. MATERYAL VE YÖNTEM	41
2.1. KULLANILAN KİMYASALLAR.....	41

2.1.1.	Rusoft RJ-8016B	41
2.1.2.	Bütül Karbitol.....	41
2.1.3.	Asetik Asit	41
2.1.4.	Tridesil Alkol 6 EO Etoksilat	41
2.1.5.	Tridesil alkol 12 EO Etoksilat.....	41
2.1.6.	C12-C14 Alkol Polietilen Glikol Eter	41
2.1.7.	C12-13 Pareth-9.....	41
2.1.8.	Laureth-7	42
2.2.	KULLANILAN CİHAZLAR	42
2.2.1.	Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FT-IR)	42
2.2.2.	Hassas Terazı.....	42
2.2.3.	Kuru Madde Tayin Cihazı	43
2.2.4.	Vizkozite Ölçüm Cihazı	43
2.2.5.	pH Metre	44
2.2.6.	Magnetik Karıştırıcı.....	44
2.3.	DENEYSEL YÖNTEM.....	44
2.3.1.	pH Analizi	45
2.3.2.	FT-IR analizi.....	45
2.3.3.	Vizkozite Ölçüm Analizi.....	45
2.3.4.	Toplam Kuru Madde Tayini.....	45
3.	BULGULAR VE TARTIŞMA	46
3.1.	TRİDESİL ALKOL 6EO ETOKSİLAT İLE EMÜLSİFİKASYON	46
3.2.	TRİDESİL ALKOL 6EO ETOKSİLAT VE TRİDESİL ALKOL 12EO ETOKSİLAT İLE EMÜLSİFİKASYON	47
3.3.	C12-C14 ALKOL POLİETİLEN GLİKOL ETER İLE EMÜLSİFİKASYON	48
3.4.	C12-13 PARETH-9 İLE EMÜLSİFİKASYON	50
3.5.	C12-C14 ALKOL POLİETİLEN GLİKOL ETER VE C12-13 PARETH-9 İLE EMÜLSİFİKASYON	51
3.6.	LAURETH-7 İLE EMÜLSİFİKASYON.....	52
3.7.	TRİDESİL ALKOL 12EO ETOKSİLAT İLE EMÜLSİFİKASYON	53
4.	SONUÇLAR.....	55
5.	KAYNAKLAR.....	60
	ÖZGEÇMİŞ.....	63

ŞEKİL LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 1.1. Alkildimetilamin oksit amfoterik yumuşatıcıları	5
Şekil 1.2. Betain tipi amfoter yumuşatıcılar	5
Şekil 1.3. Klorosilanın silanol ve polisiloksanlara dönüşümü.....	9
Şekil 1.4. Hidrosilasyon.....	13
Şekil 1.5. Aminosilikonlar - (A) aminopropil ve (B) aminoetilaminopropil silikonlar..	15
Şekil 1.6. Akrilik modifiye silikonlar	18
Şekil 1.7. Hidrofilik polieter yumuşatıcılar (A) silikon balmumu, (B) polieter siloksan ve (C) amino-polieter siloksan	19
Şekil 1.8. Kuaternize amonyum son gruba sahip silikon.....	20
Şekil 2.1. Bruker - Alpha FT-IR spektrometresi	42
Şekil 2.2. Precisa hassas terazi.....	43
Şekil 2.3. Kuru madde tayin cihazı.....	43
Şekil 2.4. Ph metre	44
Şekil 3.1. AEO-6 kullanılarak elde edilen silikon yumuşatıcı FTIR analiz sonucu	47
Şekil 3.2. AEO-6 ve AEO-12 kullanılarak elde edilen silikon yumuşatıcı FTIR analiz sonucu	48
Şekil 3.3. C12-C14 Alcohol polyethylene glycol ether kullanılarak elde edilen silikon yumuşatıcı FTIR analiz sonucu	49
Şekil 3.4. C12-13 Pareth-9 kullanılarak elde edilen silikon yumuşatıcı FTIR analiz sonucu.....	51
Şekil 3.5. C12-C14 Alcohol polyethylene glycol ether ve C12-13 Pareth-9 kullanılarak elde edilen silikon yumuşatıcı FTIR analiz sonucu	52
Şekil 3.6. LAURETH-7 kullanılarak elde edilen silikon yumuşatıcı FTIR analiz sonucu.....	53
Şekil 3.7. Tridecyl alcohol 12 EO etoxylate (AEO-12) kullanılarak elde edilen silikon yumuşatıcı FTIR analiz sonucu	54
Şekil 4.1. Silikon yağının emülsifikasyonu ile geliştirilmiş olan tekstil yumuşatıcı ürün görünümü	56

ÇİZELGE LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Çizelge 1.1. Yumuşatıcı çeşitleri	3
Çizelge 1.2. Silikon modifikasyonlarının kumaşlara kazandırdığı temel özellikler.....	8
Çizelge 1.3. İşlevsel olarak değiştirilmiş silikonların özellikleri.....	17
Çizelge 1.4. Emülsiyonların ve mikroemülsiyonların bazı özellikleri.	24
Çizelge 1.5. HLB değerine bağlı yüzey aktif madde çözünürlüğü.	26
Çizelge 1.6. HLB değerlerine göre suda dağılımı ve uygulama yöntemleri.....	29
Çizelge 3.1. Tridecyl Alcohol 6EO Etoxylated (AEO-6) emülsifikasyonu ile elde edilen ürün-kabul kriterleri karşılaştırma tablosu	46
Çizelge 3.2. Tridecyl Alcohol 6EO Etoxylated (AEO-6) ve Tridecyl Alcohol 12EO Etoxylated (AEO-12) emülsifikasyonu ile elde edilen ürün-kabul kriterleri karşılaştırma tablosu.....	48
Çizelge 3.3. C12-C14 Alcohol polyethylene glycol ether emülsifikasyonu ile elde edilen ürün-kabul kriterleri karşılaştırma tablosu	49
Çizelge 3.4. C12-13 Pareth-9 emülsifikasyonu ile elde edilen ürün-kabul kriterleri karşılaştırma tablosu.....	50
Çizelge 3.5. C12-C14 Alcohol polyethylene glycol ether ve C12-13 Pareth-9 ile elde edilen ürün-kabul kriterleri karşılaştırma tablosu.....	52
Çizelge 3.6. LAURETH-7 ile elde edilen ürün-kabul kriterleri karşılaştırma tablosu ...	53
Çizelge 3.7. Tridecyl alcohol 12 EO etoxylate (AEO-12) ile elde edilen ürün-kabul kriterleri karşılaştırma tablosu.....	54
Çizelge 4.1. Çeşitli yumuşatıcı sınıflarının önemli özellikleri	56
Çizelge 4.2. 2015 ve 2016 yılları itibarıyla tekstil sektörünün ithalat-ihracat dengesi ..	58
Çizelge 4.3. Türkiye 2011-2017 yılları arasındaki temizlik kimyasalları satış miktarları	59

KISALTMALAR

FT-IR	Fourier Transform Infrared Spectroscopy
HLB	Hidrofilik-Lipofilik denge
PDMS	Polidimetil Siloksan
PEO	Polietilenoksit
PDMS	Polidimetil siloksan
Rpm	Revolutions per minute



SİMGELER

µm	Mikrometre
°C	Santigrat derece
cP	Santipuz
G	Serbest enerji
g/l	gram/litre
J	Joul
Kcal	Kilokalori
ml	Mililitre
N	Azot
nm	Nanometre

ÖZET

SİLİKON YAĞININ EMÜLSİFİKASYONU İLE TEKSTİL YUMUŞATICISI GELİŞTİRİLMESİ

Yusuf Emre ÇABUKOĞLU
Düzce Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Anabilim Dalı
Yüksek Lisans Tezi
Danışman: Doç. Dr. Abdulkadir ALLI
Ağustos 2019, 62 sayfa

Bu çalışmada, farklı emülgatörler kullanılarak emülsifikasyon yöntemi ile organo silikon destekli hidrofilik silikon tekstil yumuşatıcısı elde edilmesi amaçlanmıştır. Polieter fonksiyonel grupları ve diğer geleneksel kimyasal maddeler içeren doğrusal bir blok silikon kopolimerinin farklı emülgatörler, kıvamlaştırıcı ve pH dengeleyici kullanılarak su ile emülsifikasyonu sonucu hidrofilik silikon tekstil yumuşatıcı eldesi amaçlanmıştır. İlk olarak, hidrofilik silikon tekstil yumuşatıcısı, kopolimerin tridesil alkol 6 EO etoksilat emülgatörü varlığında su ile emülsifikasyonu sonucu elde edilmiştir. Burada, tridesil alkol 12 EO etoksilat yardımcı emülgatör, butil karbitol kıvam arttırıcı ve asetik asit pH düzenleyici olarak kullanılmıştır. Çalışmanın ikinci kısmında, farklı emülgatörler ile hidrofilik silikon tekstil yumuşatıcı elde edilmiştir. Elde edilen sonuçların karşılaştırılması yapılmıştır. Emülgatör olarak C12-C14 Alkol polietilen glikol eter, C12-13 Pareth-9, C12-C14 Alkol polietilen glikol eter ve C12-13 Pareth-9 karışımı, Laureth-7, tridesil alkol 12 EO etoxylate kullanılmıştır. Bu çalışmalar sonucunda; FT-IR, görünüş, vizkozite, pH test sonuçları değerlendirilmiştir. Elde edilen sonuçların kullanılan emülgatörler ile uygun sonuçlar verdiği gözlenmiştir. Çalışmalar sonucunda, tridesil alkol 6EO etoksilat emülgatörü ve yardımcı olarak tridesil alkol 12 EO etoksilat ile yapılan çalışmanın FT-IR, görünüş, vizkozite, pH test sonuçlarının diğer emülgatörlere kıyasla daha iyi sonuçlar verdiği gözlemlenmiştir. Emülsifikasyon çalışmaları oda sıcaklığında ve 30 rpm karışma ortamında gerçekleştirilerek berrak görünümlü ürünler elde edilmiştir. Elde edilen ürünlerin FT-IR test sonuçları referans ürün sonuçları ile karşılaştırıldığında %98 oranında uyumlu hidrofilik silikon tekstil yumuşatıcısı elde edilmiştir. Emülsiyonlar, geniş bir pH aralığında, yüksek sıcaklıklarda veya yüksek tuz konsantrasyonlarında aşırı kararlıdırlar. Bu işlemlerin sonunda mikro emülsiyonlar elde edilmiştir.

Anahtar sözcükler: Emülsifikasyon, Emülgatör, Hidrofilik, Konsantrasyon, MikroEmülsiyon

ABSTRACT

DEVELOPMENT OF TEXTILE SOFTENER WITH EMULSIFICATION OF SILICONE OIL

Yusuf Emre ÇABUKOĞLU

Düzce University

Graduate School of Natural and Applied Sciences, Department of Chemistry

Master's Thesis

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Abdulkadir ALLI

August 2019, 62 pages

In this study, it is aimed to obtain hydrophilic silicone textile softener with SUPPORT OF organo silicone by emulsification method using different emulsifiers. Hydrophilic silicone textile softener is intended as a result of emulsification of a linear block silicone copolymer containing polyether functional groups and other conventional chemicals with water using different emulsifiers, thickeners and ph stabilizers. First, the hydrophilic silicone textile softener was obtained by water emulsification of the copolymer in the presence of tridecyl alcohol 6EO etoxylated emulsifier. In this section, tridecyl alcohol 12 EO etoxylated auxiliary emulsifier, butyl carbitol thickener and acetic acid were used as pH regulator. In the second part of the study, hydrophilic silicone textile softener was obtained with different emulsifiers and the results were compared. C12-C14 Alcohol polyethylene glycol ether, C12-13 Pareth-9, C12-C14 Alcohol polyethylene glycol ether and C12-13 Pareth-9 mixture, Laureth-7, tridecyl alcohol 12 EO etoxylate were used as the emulsifier. FTIR, appearance, viscosity, ph test results were showed that studied emulgators have similar results with market products. As a result of the studies, it was observed that the study with tridecyl alcohol 6EO etoxylated emulsifier and tridecyl alcohol 12 EO etoxylate was found to be better than other emulsifiers according to FTIR, appearance, viscosity, ph test results. Emulsification studies were carried out at room temperature and 30 rpm in a mixed medium. A hydrophilic silicone textile softener was obtained in accordance with the 98% of the reference product according to FTIR test results. The emulsion is extremely stable at a high pH range, high temperature, or high salt concentrations. Micro emulsion was obtained at the end of this process.

Keywords: Emulsification, Emulsifier, Hydrophilic, Concentration, Micro Emulsion.

1. GİRİŞ

1.1. YUMUŞATICILAR

Yumuşaticılar, 1930'lardan beri kullanılmaktadır. Bununla birlikte, yumuşaticılara olan talep 1950'lerde, sentetik çamaşır ve sentetik deterjanların yanı sıra modern çamaşır makinesi ve otomatik kurutucunun geliştirilmesi ile büyük ölçüde artmıştır. Otomatik yıkayıcıların mekanik olarak karıştırması, kumaşlarda aşınma ve yüzey havası oluşumunun yanı sıra, daha hızlı bir şekilde elyafların bozulmasına ve dolanmasına neden olmuştur. Bununla birlikte kumaşların sararması, azalan sürtme haslığı ve boyalı kumaşların renginin değişmesi ve kumaş yapısının kararsızlığı gibi diğer bazı özellikleri de bozabilir. Ayrıca, sentetik deterjanlar, doğal liflerdeki yağlama yağlarını ve balmumlarını temizler, böylece giyilmesi rahatsız edici olan çok temiz, ancak sert ve çizik kumaşlar elde edilmiş olur. Doğal yağların ve balmumlarının giderilmesi nedeniyle hazırlık işlemlerinden sonra tekstil malzemeleri sertleşir. Yumuşaticılarla son işlem orijinal esnekliği geri kazandırır veya yumuşaklığı daha yüksek bir dereceye kadar artırır. Yumuşatma işlemindeki ilave iyileştirmeler dolgunluk, antistatik özellikler ve dikilebilirlik gibi kriterlerdir. Yağlayıcılar, elyafların içsel bir şekilde yağlanmasıyla kumaşların yumuşak ve esnek olmasını sağlar.

Yumuşaticılar, esas olarak aşağıdakiler için tekstil işleminde kullanılır:

- 1) Genellikle yumuşak, esnek, elastik, kuru ya da eğimli olarak tanımlanan istenen yumuşaklığı sağlamak.
- 2) Antistatik, hidrofiliklik, elastikiyet ve sürtünme haslığı gibi teknik özellikleri etkilemek veya geliştirmek.
- 3) Sentetik elyaflara doğal dokunuş kazandırmak ve nem içeriğinin veya pürüzsüzlüğün düzenlenmesi ile kullanım rahatlıklarını geliştirmek.

1.1.1. Yumuşaticıların Özellikleri

Bir tekstil yumuşaticısının temel özellikleri aşağıdaki gibidir;

- 1) Kullanıma uygun formları mevcut olmalı; kararlı sıvı, öngörülebilir ve etkisiz olmalı.

- 2) Yaygın tekstil yardımcıları ile uyumlu olmalı.
- 3) Uçucu ve yüksek sıcaklıkta kararlı olmalı.
- 4) Boyalı malzemelerin renk haslığını etkilememelidir.
- 5) Düşük köpüklenmeye sahip olmalı ve kayma kararlılığı yüksek olmalı.
- 6) Tercihen, iyi özelliklere sahip egzoz işlemleri ile uygulanabilir olmalı.
- 7) Çevre dostu, toksik olmayan ve dermatolojik olarak güvenli olmalı.
- 8) Biyobozunur olmalı.
- 9) İyi fiyat-performans ilişkisi olmalı.

1.1.2. Tekstil Yumuşatıcıları İçin İhtiyaç Profili

- 1) Tekstil özellikleri: el hissi, hacim, yumuşaklık, düşme ve koku.
- 2) Mekanik özellikler: germe, elastikiyet, aşınma direnci, çekme dayanımı, yırtılma mukavemeti, pürüzsüzlük, boncuklanma eğilimi ve dikilebilirlik.
- 3) Fonksiyonel özellikler: nem yönetimi (hidrofilik/hidrofobik), antistatik, alev geciktirici, kir tutmaz, ip kırışıklık önleme ve antimikrobiyal.
- 4) Üretime özgü faktörler: çevresel olarak kabul edilebilir (imalatta ve kullanımda), asitlere ve alkalilere dayanıklı, depolama sırasında ısıya ve dona karşı stabilite, jet uygunluğu (azaltılmış köpüklenme ve kararlı kayma kuvveti, ölçmeye uygun viskozite, iyi çözünürlük ve ağartma çözeltisi, boya çözeltisi, optik parlaticılar, sentetik reçineler ve diğer kimyasal cilalarla uyumlu) [1].

1.2. YUMUŞATICILARIN KİMYASI

Yumuşatıcıların nihai terbiye için bugün pazarda bulunabilmesi için en büyük payı, en azından kısmen yağ asidi amin kondensasyon ürünlerine dayanmasıdır.

İyonik karakter ile moleküler yapı ve moleküler ağırlık ve yumuşatıcının sararma, yumuşaklık ve kayma direnci gibi temel özellikleri kontrol edilebilir. Bu tür yağ asidi amin yoğunlaşma ürünleri uzun yıllardır pazar gereksinimlerini karşılamıştır.

1980'lerde, yumuşatıcı formülasyonuna katkı maddeleri koyularak yağlayıcıların işlevselliği artmaya başladı. Daha yumuşak ve daha yumuşak tutma etkileri için piyasa gereksinimleri nedeniyle, silikon kimyası bu nedenle büyük önem taşıyordu.

Seçilmiş katkı maddeleri ile yağ asidi amin kondensatlarının akıllı bir formülasyonu sadece genel olarak daha iyi kullanım ile değil aynı zamanda ek faydalar sağladı.

Yumuşatıcılar, yüzey aktif maddelerdir; yani molekülleri hem hidrofilik hem de hidrofobik bileşenler içerir. Tipik olarak moleküller, bazen dallanmış 16 ila 22 karbon atomlu uzun bir alkil grubunu içerir, fakat çoğunun stearyl tortusuna karşılık gelen 18'i vardır. Silikonlar, parafinler ve polietilen yumuşatıcılar istisnalardır. Tekstil yumuşatıcıların yaklaşık üçte biri silikon esaslıdır.

Yumuşatıcı maddeler iyonik yapılarına göre, yani anyonik, katyonik, amfoterik ve iyonik olmayan olarak sınıflandırılır. Bunlar ayrıca kimyasal bileşimlerine göre aşağıdaki şekilde sınıflandırılır:

Çizelge 1.1. Yumuşatıcı çeşitleri.

Anyonik	Katyonik	Amfoterik	Noniyonik
Sülfatlar	Kuaterner amonyum tuzları	Sülfobetainler	Etoksilatlar
Sülfonatlar	Amino-amitler	Yağ amino asitleri	Esterler
Sülfosüksinatlar	Döngüsel katyonikler (örneğin imidazolinler)	Amin oksitler	Polietilenler
			Silikonlar
			Mumlar

1.2.1. Anyonik Yumuşatıcılar

Yumuşatma etkilerinin zayıflığının yanı sıra sadece emdirme yöntemine uygun olan sentetik yumuşatıcılar sınıfına girmektedir. Diğer yumuşatıcılara göre, yumuşatma etkilerinin düşük olması nedeniyle günümüzde yumuşatma amaçlı kullanılmamaktadır. Daha ziyade kırık önleyici madde olarak ve çözgü ipliklerinin haşıllanması gibi alanlarda kullanılmaktadır. Emdirme metoduna göre örnek reçete: 10-40 g/l anyonik yumuşatıcı, pH 5-5,5 uygulanır.

Anyonik yumuşatıcılar, biraz zayıf tutuş ve düşük önemlilikleri nedeniyle daha az kullanılmaktadır, ancak bazı alanlar için hala önemlidirler:

- 1) İyi ıslatma özelliklerinden dolayı sanfor yardımı olarak.
- 2) Boyama işlemlerinde kırışıklık önleyici ajanlar olarak(anyonik ürünler hiç yavaşlatmaz, ya da sadece az miktarda).
- 3) Optik parlaticılar gibi diğer anyonik yardımcı maddelerle bir banyo uygulaması için.
- 4) Düzgünleştirme ve antistatik verimin iyi olması nedeniyle yükseltme yardımcısı

olarak.

5) Boyutlandırma yağı olarak [2].

Anyonik yumuşatıcılar şu anda tekstil işlemede sınırlı kullanıma sahiptir. Sırasıyla pürüzsüzlük/antistatik ve ıslanma özelliklerinin iyileştirilmesiyle sonuçlanan proseslerin yükseltilmesi ve sanforize edilmesinde kullanılırlar. Ayrıca diğer anyonik maddelerle birlikte terbiye için de kullanılırlar.

Anyonik yumuşatıcılar;

1) Normal tekstil işleme sıcaklıklarında ısıya dayanıklıdır.

2) Boya ve çamaşır suyu banyo katkı maddeleri ile uyumludur.

3) Dayanıksızdır (yani kolayca yıkanabilir).

4) Güçlü antistatik özellikler sağlayabilir.

5) Anyonik grupları dışarıya dönük ve kalın bir hidrasyon katmanı ile çevrili olduğu için yeniden ıslatma özelliklerine sahiptirler.

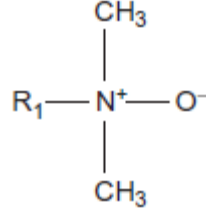
1.2.2. Katyonik Yumuşatıcılar

Kasyonik ürünler ilk kez 1930'ların sonlarında pamuğa doğrudan boyanma haslığının artırılması için kullanıldı. Ancak daha sonra yumuşatıcı olarak popülerlik kazandı. 2005 yılında dünyadaki kasyonik projelerin tüketimi, yıllık ortalama %4'lük bir büyüme ile yaklaşık 390.000 tondur. Bu yumuşatıcı sınıfı, en yüksek derecedeki (özellikle pamuk ve akrilik elyaflar) ve düşük konsantrasyonlardaki etkinliği nedeniyle yaygın olarak kullanılmaktadır [3].

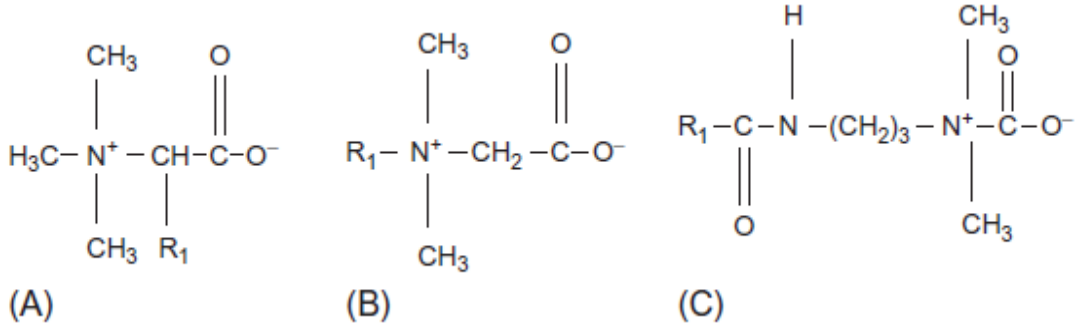
Kasyonik yumuşatıcılar, doğal ve sentetik tüm liflerle kullanılabilir. Hem ucuz olduklarından hem de materyalde hoş bir tutum sağladıklarından tercih edilir. Ayrıca hem çektirme hem de emdirme metoduna uygun çalışılabilir. Katyonik yumuşatıcılarla çalışmada meydana gelen en büyük sorun özellikle optik beyazlatma yapılmış ürünlerde sararma ve renkli ürünlerde nüans değişikliğine yol açma tehlikesinin olmasıdır. İşlem esnasında pH değişimine ve yumuşatıcının flotteye verilmesine dikkat edildiği takdirde renkli ürünlerde hiçbir sorun yaşanmamaktadır. Emdirme metoduna göre örnek reçete: 3-20 g/l kasyonik yumuşatıcı, pH 5-5,5 çektirme metoduna göre örnek reçete: 0,5-5 g/l kasyonik yumuşatıcı pH 5-5,5.

1.2.3. Amfoterik Yumuşatıcılar

Amfoterik maddelere dayalı formülasyonlar genellikle belirli uygulamaların özel ürünleri içindir. Amfoterik ürünler ortalama bir el hissi verir, normalde beyazla uyumludur ve kumaşa iyi bir hidrofilitiklik ve mükemmel antistatik özellikler verir. Ayrıca, amfoterik yumuşatıcılar cilde karşı çok hassastır ve genellikle biyolojik olarak parçalanabilir. Ana uygulama yelpazesi hijyen ve havlu kumaş ürünleridir.



Şekil 1.1. Alkildimetilamin oksit amfoterik yumuşatıcıları.



Şekil 1.2. Betain tipi amfoter yumuşatıcılar.

Güçlü iyonik karakterleri nedeniyle iyi yumuşama ve yüksek antistatik etkilerle karakterizedirler, fakat yıkamada dayanıklılığı iyidir. Aminoksit tipi amfoterik yumuşatıcının kimyasal yapısı, Şekil 1.1'de (R1'in uzun bir alkil zinciri olduğu alkildimetilamin oksit) gösterilmektedir, oysa betain tipi amfoterik yumuşatıcılar, Şekil 1.2A-C'de gösterilmiştir [2].

Amfoterik yumuşatıcı bileşikler insan derisi ile uyumludur ve genellikle hijyen ürünleri için kullanılır.

1.2.4. Noniyonik Yumuşatıcılar

Yumuşatma etkileri katyonik ve anyonik yumuşatma efektlerinin arasındadır. Noniyonik yapıda olduklarından flote içinde olabilecek diğer kimyasal maddelerle

hiçbir şekilde kompleks oluşturmaz. Substantivitelemi (materyale olan ilgilerinin) çok düşük olduğu için sadece emdirme metoduna uygun yumuşatma maddeleridir. Yüksek sıcaklıklara karşı dayanıklı olduklarından optik beyazlatıcılarla birlikte kullanılabilir. Ayrıca optik beyazlatma yapılmış ürünlerde hiçbir şekilde sararma meydana getirmez. Emdirme metoduna göre örnek reçete: 10-40 g/l noniyonik yumuşatıcı, pH 7.

İyonik olmayan yumuşatıcılar, herhangi bir elektrik yükü taşımamaktadır ve bu nedenle, belirgin bir özelliğe sahip değildir. Bu tür ürünler zorla uygulama yoluyla uygulanır (yani, genellikle dolgu mangle prosedürlerinde). İyonik olmayan yumuşatıcılar evrensel olarak birleştirilebilir, sıcaklığa dayanıklıdır ve sararma göstermez.

Bu ürün sınıfının optik olarak parlak, çok beyaz eşyaların işlenmesi için mükemmel olmasının nedeni budur. Saf iyonik olmayan ürünlerin yumuşak tutamacı yalnızca ortalama bir değerdir [2]. Katyonik yumuşatıcılarla karşılaştırıldığında, klasik bir iyonik olmayan yumuşatıcı, üstün bir sararma direnci gösterir. Yıkama haslığı, idare ve bitkinlik davranışlarında; bununla birlikte, böyle bir ürün genellikle etoksilatlarla ve esterlere dayanan katyonik yumuşatıcılarla karşılaştırıldığında dezavantajlıdır. Yağ esterlerinin bileşikleri muhtemelen en yaygın şekilde kullanılır. Yumuşatmaya ek olarak, yüksek derecede yağlama sağlarlar.

1.2.5. Silikon Yumuşatıcılar

Kumaş tutumu, tüketici tercihlerini ve ürünlerin değerini belirleyen temel parametrelerden birisidir. Literatürde, farklı bitim işlemleri kullanılarak daha iyi duyuşal özellikler elde edilmesini sağlamak üzere yapılmış pek çok çalışmanın bulunduğu görölmektedir. Farklı pek çok kimyasal maddenin kullanımı ile gerçeleştirilebilen yumuşatma işlemi, tutum özelliklerinin iyileştirilmesini sağlamaktadır. Bu amaçla en çok kullanılan maddelerden olan silikonlar, doğada en çok bulunan maddelerden birisi olan kumdan türetilen organo-metalik polimerlerdir. Çeşitli silikon teknolojilerinin, tekstil endüstrisinde bu amaçla kullanım olanağına sahip olduğu görölmektedir. Bu malzemeler, materyalin kuru ya da yaş mukavemetini düşürmeksizin sürtünme katsayısını azaltarak, materyalin yumuşatılmasını sağlamakta, sert ve kırılğan bir kumaşı, yumuşak bir tekstil materyali haline getirmektedirler.

Silikon Yumuşatıcı tekstil işlemede en önemli ve yaygın kimyasaldır. Silikon yumuşatıcılar çoğunlukla tekstil kumaşlarında daha iyi yumuşaklık özellikleri elde etmek için kullanılır. Kumaşların aşınma direncini, elyaf hareketliliğini, kumaşların

yırtılma mukavemetini, kirlenme direncini ve statik korumayı geliştirir. Aynı zamanda, elyaf uyumunu azaltarak, dikiş ipliği kopmasını, boncuklanma ve yarıcılığı azaltır.

Silikonlar, yeryüzündeki bol hammaddeden, kumdan türetilen organo metalik polimerlerdir. Silikon, silikona bağlı organik ikame edicilerle birlikte değişen silikon ve oksijenin (siloksan bağları) bir çerçeve çalışmasına dayanan bir insan yapımı polimer sınıfına atıfta bulunan genel bir terimdir. Metil grupları, ticari silikonlarda kullanılan en önemli organik ikame edicilerdir. Bunların büyük çoğunluğu poli dimetil siloksanlardır.

Silikonlar, 1904 yılında silikon metalden türetilen ayrı bir insan yapımı polimer sınıfı olarak sınıflandırılmıştır. 1960'lardan bu yana tekstil yumuşatıcı kimyasalları formüle etmek için kullanılmıştır. İlk olarak, değiştirilmemiş polidimetilsiloksanlar kullanıldı. 1970'lerin sonunda, aminofonksiyonel polidimetilsiloksanların piyasaya sürülmesi tekstil yumuşatmanın yeni boyutlarını açtı. Silikon terimi, değişen silikon ve oksijen (siloksan bağları) çerçevesine dayanan yapay polimere karşılık gelir. Daha büyük atomik silikon atom yarıçapı, silikon-silikon tekli bağını çok daha az enerjik kılar, dolayısıyla silanlar alkenlerden daha az kararlıdır. Bununla birlikte, silikon-oksijen bağları karbon-oksijen bağlarından daha enerjiktir (yaklaşık 22 Kcal/mol). Silikon ayrıca, asetona benzer keton benzeri yapısından (siliko-keton) türemiştir. Silikonlar omurgalarında çift bağ içermez ve okso-bileşik değildir. Genel olarak, tekstillerin silikonla işlenmesi, silikon polimerden (çoğunlukla polidimetilsiloksanlar) emülsiyonlardan oluşur, ancak işlem sırasında tehlikeli kimyasalları (örneğin hidroklorik asit) serbest bırakabilen silan monomerlerinden oluşmaz.

Silikonlar, termal oksidatif stabilite, düşük sıcaklıkta akışkanlık, sıcaklığa karşı düşük viskozite değişimi, yüksek sıkıştırılabilirlik, düşük yüzey gerilimi, hidrofobiklik, iyi elektriksel özellikler ve inorganik-organik yapıları ve silikon bağlarının esnekliği nedeniyle düşük yangın tehlikesi gibi bazı benzersiz özellikler sergilerler. Silikon malzemelerin en önemli özelliklerinden biri çok düşük konsantrasyonlarda etkinlikleridir. Tekstil işlemlerinin maliyetini artırabilen ve minimum çevresel etki istenen özelliklere ulaşmak için çok az miktarda silikon gerekir [4].

Silikon işlemiyle yumuşama mekanizması esnek bir film oluşumundan kaynaklanmaktadır. Bir bağ dönüşü için gereken azaltılmış enerji, siloksan omurgasını daha esnek hale getirir. Esnek filmin biriktirilmesi lifler arası ve bölgeler arası sürtünmeyi azaltır. Böylece, tekstilin silikon terbiyesi, aşağıdakiler gibi diğer

özelliklerle bir araya getirilen istisnai bir yumuşak tutamak üretir:

- 1) Pürüzsüzlük.
- 2) Kayganlık hissi.
- 3) Mükemmel vücut.
- 4) Geliştirilmiş kırışıklık direnci.
- 5) Geliştirilmiş yırtılma mukavemeti.
- 6) Geliştirilmiş dikilebilirlik.
- 7) İyi antistatik ve antipilling (topaklanmayı engelleme) özellikleri.

İnorganik-organik yapıları ve siloksan bağlarının esnekliği nedeniyle silikonlar aşağıdaki benzersiz özelliklere sahiptir:

- 1) Termal / oksidatif stabilite.
- 2) Düşük sıcaklıkta akışkanlık.
- 3) Düşük sıcaklıkta viskozite değişimi.
- 4) Yüksek sıkıştırılabilirlik.
- 5) Düşük yüzey gerilimi (yayılabirlik).
- 6) Düşük yangın tehlikesi.

Çizelge 1.2. Silikon modifikasyonlarının kumaşlara kazandırdığı temel özellikler.

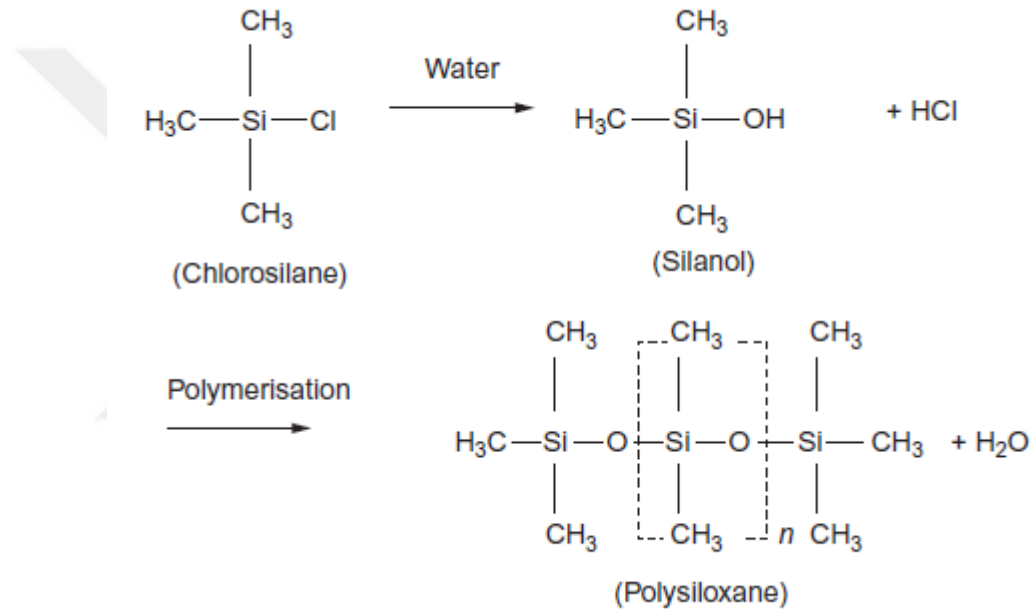
SİLİKON MODİFİKASYONLARI	SİLİKONLARLA KAZANILAN ÖZELLİKLER
Amino Grubu	Uzun süren yumuşaklık
Hidrolofil Grubu	Su emicilik
Metil Grubu	Su itici ve antistatik bitim işlemi
Hidrojen Grubu	Su itici ve kir itici
Diğer Organo Modifikasyonları	Dökümlü ve buruşmazlık özelliği

İpliklerdeki iplik yağları, yüksek hızlı dikiş makinaları, sarım ve kesimler, dokuma olmayan üretimdeki bağlayıcılar, boyamada köpük önleyici, baskı macunu, terbiye ve kaplama gibi yumuşatıcıların tekstil işlemlerinde çok geniş bir uygulama alanı vardır.

ABD'de Rochow ve Almanya'da Müller bağımsız bir şekilde metalik silikonun

metilchlorür ile reaksiyonu yoluyla metilklorosilanların doğrudan sentezini keşfetti. Dimetildiklorosilanın hidrolizi, bir 'Si-O-Si-O' omurgalı ve metil yan gruplarına sahip polimerlere yol açtı.

Silikon, klorosilanları oluşturan bir katalizör varlığında metil klorür ile muamele edildi. Klorosilanlar, yaklaşık %60-70 dimetildiklorosilan, %20-30 metiltriklorosilan, %6-7 trimetil klorosilan, %2-3 metil hidrojen diklorosilan ve %0.5 kararsız klorosilanın bir karışımıdır. Su ile yoğunlaştırma üzerine bu karışım, polisiloksanlara (silikonlar) polimerize olan bir monomer, silanol verir (Şekil 1.3). Bu polimer doğrusal, dallanmış, siklik ve elastomerik olabilir.



Şekil 1.3. Klorosilanın silanol ve polisiloksanlara dönüşümü

“N” zincir segmentlerinin sayısına bağlı olarak, ürünler viskoz kütlelere bal gibi kolay akan sıvılardır. -60-40 °C aralığında erime noktalarına sahiptir. Aşırı düşük cam geçiş sıcaklığı (120 °C) yapılarına ilaveten yumuşaklık hissinden sorumludur. Normalde, zor emülsiyonları nedeniyle makroemülsiyonlar (emülsiyon damla çapı: 1-200 µm) olarak verilir ve pürüzsüz bir his verir. Silikon damlaları tekstil malzemelerine nüfuz etmemekte ve çoğunlukla su iticiliği sağlamak için yüzeyde kalmaktadır.

Polidimetilsiloksan dayanıksız bir kaplamadır. -CH₃ terminal gruplarına sahip silikon zincirlerine reaktif olmayan denir. Sıçrama, renk geliştirme ve iyi tutamaç gibi uygulama avantajları sunarlar. -OH, -OCH₃, -OC₂O₅ terminal reaktif gruplarına sahip silikonlar yarı katı bir sonuç sağlayabilir. Esneklik, elastomerik özellik, dayanıklılık ve

esneklik gibi özellikler kazandırmak için kullanılabilirler. Polimetilhidrojeniloksanlar, bir çapraz bağlayıcı madde kadar reaktif olarak da işlev görür; bu nedenle polidimetilsiloksan karışımı ile dayanıklı bir sonuç sağlayabilir. Dayanıklı, yumuşak ve canlı bir tutamaç, kırışıklık iyileşmesinde hafif bir artış ve düz bir görünüm sunarlar.

Epoksi ile modifiye edilmiş silikonlar, geleneksel reaktif olmayan silikonlara kıyasla, yıkamada daha büyük bir yumuşama derecesine ve iyi dayanıklılığa sahiptir. Amino türevleri, reaktif silikonlarla aynı avantajlara sahiptir. Aminosilikon yumuşatıcıların ilave faydaları daha fazla esneklik ve daha iyi bitmiş örme kumaşların daha iyi geri kazanılması, daha iyi antistatik özellik ve kırışmaya karşı daha yüksek dirençtir. Aminosilikonlar durulama işlemi sırasında geleneksel katyonik yumuşatıcılarla birlikte seyreltilmiş çözeltilerden pamukta kolayca emilir. Çok küçük miktarlar (%0.1-1.0) istenen özellikleri sağlayabildiğinden, aminosilikonlar yüksek maliyete rağmen durulama döngüsü yumuşatıcısı olarak oldukça kabul edilebilir.

Polidimetilsiloksanların reaktivitesi, polimetilhidrojeniloksanlarla karıştırılarak artırılabilir. Si-H bağı, çapraz bağlar oluşturmak üzere başka bir Si-OH grubu veya bir Si-H grubu ile yoğunlaşabilen Si-OH'ye hidrolize edilir. Bununla birlikte, hidroliz, yangın tehlikesi ve depolama problemi yaratabilen hidrojen üretir. Si-H bağı bir alkalın veya kuvvetli asidik ortamda hızlı bir şekilde hidrolize olur, ancak pH 3-4'te tamponlanmış sulu bir ortamda belirli organik katkı maddeleri ile stabilize edilebilir.

Diğer yandan, polimetilhidrojeniloksanlar, lifler üzerinde sert bir kırılma film üretmektedir. Bu nedenle, plastikleştirici görevi gören ve bitmiş kumaşın tutamacını iyileştiren polidimetilsiloksanlarla karışım halinde kullanılırlar. Bununla birlikte, polimetilhidrojeniloksanlar, organik peroksitlerin mevcudiyetinde çapraz bağlandıklarında yumuşak bir tutma sapı ile oldukça su geçirmez bir son kat üretebilirler.

Silikonların sentetik kumaşlarda, özellikle de filamanlardan yapılanlarda suya dayanıklı yapısı, çamaşır yıkama ve kuru temizleme işlemlerine de oldukça dayanıklıdır. Kuru temizleme sırasında su iticilik kaybı, çoğunlukla deterjanların adsorpsiyonundan kaynaklanır.

Polisiloksan ve selüloz arasında kovalent bir bağ oluşturmak için girişimlerde bulunulmuştur. Bununla birlikte, bu tür bağlar hidrolize karşı stabil değildir [5].

Silikon emülsiyonları şimdi makro (sütlü, partikül büyüklüğü 150-300 nm), semimikro

(puslu, partikül büyüklüğü 80-120 nm) veya mikro (saydam, 40 nm'nin altındaki partikül büyüklüğü) formunda mevcuttur. Daha kısa likör oranları için makine gelişimi, daha yüksek üretim oranları ve daha güçlü pompalar nedeniyle kayma stabilitesi talebi sürekli artmaktadır. Mikroemülsiyonlar, daha yüksek kayma kararlılıkları nedeniyle çoğunlukla tercih edilir, ancak bunlar yalnızca aminosilikonlardan elde edilebilir. Tanıtım nedeniyle silikon bazik zincirindeki hidrofilik amino gruplarından, ürünler kolayca emülsifiye edilebilir ve bu emülsiyonlar termodinamik olarak karardır. Spontan oluşumları ve optik şeffaflıkları onları makroemülsiyonlardan ayırır. Elektron mikroskobu çalışmaları ayrı damlacıklar göstermez, keskin sınırları olmayan miseller gösterir. Su netliği şeffaflığı, keskin sınırları olan ayrı parçacıklar olmadığını gösterir. Mikroemülsiyonların yapılması genellikle daha kolaydır, fakat artan bir ilavesiyle yumuşama sınırlı bir oranda artar. Daha fazla ilave edildikçe, ortaya çıkan daha yüksek miktardaki emülsiyonlaştırıcı tutamağı olumsuz etkileyebilir. İdeal yumuşatıcı moleküler olarak dağılabilir, ancak bitkinlik için hala katyonik olmalıdır. Muhtemel bir çözüm, düşük yumuşaklık sağlmasına rağmen, aminoglikol silikon kullanmaktır.

Son gelişme, parçacık boyutunun 10 nm'den az olduğu bir nanoform silikon biçimidir. Tekstil yapılarına daha iyi nüfuz edebilmeleri elverişli fakat alışılmadık yumuşak bir tutamaç ve diğer özellikler üretmektedir. Nano silikon emülsiyonunun avantajları:

- 1) Eşsiz havalı, doğal ve kuru tutamağa sahip iç yumuşaklık verir.
- 2) Hidrofilik özellikler sağlar.
- 3) Çok çeşitli pH aralığında ve kesme kuvvetlerinde kesinlikle kararlı emülsiyon oluşturur.
- 4) Dikiş kayması üzerine, geleneksel silikon emülsiyonlarından daha az olumsuz etkilenir.
- 5) Hidrofilik özellikler nedeniyle, yağlı kirler silikon filme iyi bir yapışma geliştiremez. Bu nedenle, kir salma özelliği geleneksel silikonlara göre çok daha iyidir.
- 6) Hem beyaz hem de renkli ürünler için uygundur.
- 7) Her türlü elyaf için uygundur.

Saraf ve Alat, çeşitli ticari yumuşatıcıların performansını değerlendirmiştir. Mikro silikon emülsiyonunun, yüzey düzgünlüğü kazandırdığı için çok iyi bir tutuş sağladığı görülmüştür. Beyazlık etkilenmedi, ancak hidrofobiklik arttı [6].

Chattopadhyay ve Vyas tarafından yapılan bir araştırma, nanoemülsiyon yumuşatıcısının, geleneksel emülsiyon yumuşatıcıya kıyasla, hissi, yumuşaklığı ve kırışık iyileşmesini daha fazla geliştirdiğini göstermiştir. Bununla birlikte, nano emülsiyon formu, kopma uzaması arttıkça mukavemetinde daha yüksek bir kayba neden olur. Nanoemülsiyonla muamele edilmiş kumaşın su emiciliğinin, geleneksel emülsiyondan daha zayıf olduğu bulunmuştur [7].

Roy Choudhury ve arkadaşları, pamuklu kumaşa, her biri ayrı ayrı üç konsantrasyon seviyesinde makro, mikro ve nano silikon yumuşatıcılarla muamele edilmiştir. Muamele edilen kumaş numuneleri, yumuşatıcıların performansını değerlendirmek için hidrofilitik ve çeşitli fiziksel özellikler açısından test edildi.

Bütün yumuşatıcılar kumaşı bir dereceye kadar hidrofobik hale getirmiştir. Bu etki nano yumuşatıcı için marjinaldir ancak makro ve mikro yumuşatıcılar için önemlidir. Hem makro hem de mikro bitmiş numuneler için, eğilimler hidrofobikliğin en düşük konsantrasyonda bile önemli ölçüde artmasıyla aynıdır, nano bitmiş örnek için hidrofobiklik ise konsantrasyonla çok düşük bir oranda artmıştır.

Tüm yumuşatıcılar, kumaşın kırışık geri kazanım özelliğini farklı derecelerde geliştirmiştir; Makro yumuşatıcılar için bu gelişme en yüksek, mikro için orta ve nano yumuşatıcılar için en düşük seviyedeydi.

Üç yumuşatıcı için, kırışıklık giderme açısı konsantrasyon ile birlikte arttı. İşlenmemiş ham örnek tüm örneklerin en sert olanıydı. Bunu sırasıyla makro, nano ve micro yumuşatıcılar ile muamele edilmiş numuneler takip etti. Makro yumuşatıcıların esas olarak kumaş yüzeyinde biriktiği, nano yumuşatıcıların çekirdek yapıya girdiği belirtilmektedir. Micro yumuşatıcıların bir tür birleşik efekti vardır ve muhtemelen en düşük bükme uzunluğunu elde etmek için bir denge sağlar. Tüm yumuşatıcılar için, bükülme uzunluğu, çözgü ve atkı yönlerinde doğrusal olarak azalır ve yumuşatıcı konsantrasyonunda artan esnekliği gösterir.

Yumuşatıcıların uygulanması kumaşın yırtılma mukavemetini arttırmıştır. Bu gelişme micro yumuşatıcılar ve en azından nano yumuşatıcılar için en yüksek seviyedeydi.

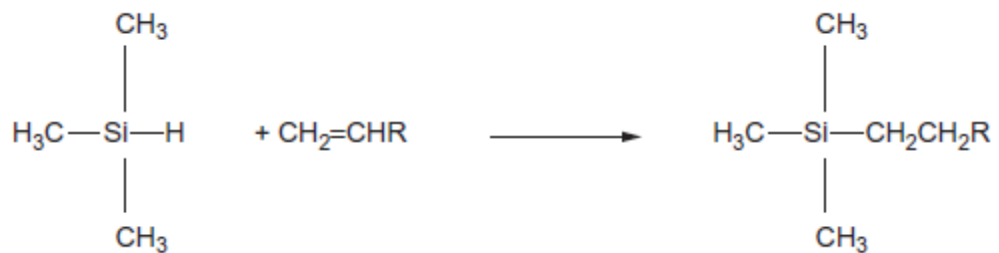
Yumuşatıcılar aşınma direncini büyük ölçüde arttırmıştır. Aşındırma döngülerinden kaynaklanan ortalama güç kaybı, makro yumuşatıcılar ile muamele görmüş numunelerde en yüksek ve nano yumuşatıcılar ile muamele edilen numunelerde en düşük olmuştur.

Makro yumuşaticılar ile muamele görmüş numuneler en az yumuşak ve nano yumuşaticılar ile muamele edilen numuneler en yumuşak idi, fakat genel olarak, konsantrasyondaki artışla birlikte yumuşaklık artmıştır. Makro yumuşaticılar ile muamele görmüş numuneler, yıkamaya karşı en az dayanıklılığa sahipti ve mikro yumuşaticılar orta seviyede idi. Dayanıklılıkta en iyi performans, nano yumuşaticılar ile elde edildi; bu, bir makro ile bitirme işleminin yüzeysel bir fenomen olduğunu gösterirken, bir nano ile liflerin içindekiler olduğunu gösteriyor. Üç yumuşaticının kimyasal yapısının doğası aynı olmadığı için, özelliklerde gözlenen farklılıkların bir kısmı fiziksel ve kimyasal etkilerden de kaynaklanabilir. SEM fotoğrafları, makro yumuşaticının çoğunlukla fiber yüzeyinde biriktiğini teyit ederken, nano yumuşaticıların, lifin içine nüfuz eder ve mikro yumuşaticı, bir ara statü alır [8].

1.2.5.1. Organo-modifiye Silikonlar

Dimetilsiloksan homopolimerleri çok zayıf bir yumuşama gösterir ve elyaf ıslanabilirliğini azaltır. Bu, elyaf ile zayıf etkileşimden ve bunun sonucunda yüzeyde dengesiz dağılımdan kaynaklanmaktadır.

Hidrolitik reaksiyonun bir yan ürünü metil hidrojen silandır. Doğrudan Si-H bağı, hidrosilasyon adı verilen bir reaksiyonda C=C doymamış molekülleri eklemek için kullanılabilir (şekil 1.4). Normalde platin veya rodyum kompleksleri tarafından katalize edilen reaksiyon, fonksiyonel gruplar içerebilen organik yan zincirlerin girmesini sağlar. Bu şekilde elde edilen organofonksiyonel silan daha sonra dengeleme reaksiyonu adı verilen mevcut bir dimetilpolisiloksan zincirine sokulabilir. Bir dengeleme basamağı, hem katalizörlerin varlığında Si-O-Si bağlarının ayrılma kolaylığı hem de yeni Si-O-Si bağlarının oluştuğu hızı kullanır. Zincir klevajı, polikondensasyon ve polimerizasyon ile aynı anda meydana gelir. Böylece, çeşitli zincir uzunluklarındaki homojen olmayan siloksan karışımları, zincir uzunlukları aynı olan ve Gauss dağılımını izleyen polimerlere dönüştürülür [9].



şekil 1.4. Hidrosilasyon.

Nihai ürün, -OH gibi reaktif bir gruba sahip olabilir (reaktif yumuşatıcı olarak adlandırılabilir) veya reaktif olmayan metil veya başka bir gruba sahip olabilir (reaktif olmayan veya durdurulan silikon olarak adlandırılır). Reaktif yumuşatıcılar, yüksek derecede dayanıklılık elde edildiğinde kırışıklara karşı dayanıklı (dayanıklı pres veya yıkama ve aşınma) yüzeyleriyle birlikte uygulanabilir. Çapraz bağlama maddeleri ve reaktif uç grupları veya silikonun amino yan zincirleri arasındaki bir reaksiyon olasıdır. Muamele edilen kumaş yüzeyi, benzer yapılara sahip çapraz bağlı olmayan silikonlardan çok daha fazla hidrofobiktir. Reaktif yumuşatıcılar, normal pürüzsüzlük ve esneklik, ancak bir "supersoft" tutamağı gerekmediğinde tercih edilir.

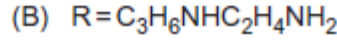
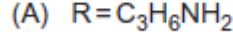
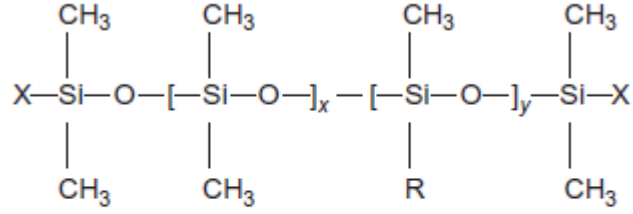
Metil yağlar veya polidimetilsiloksanlar, ilk önce tekstil malzemelerinin yumuşatılmasında kullanılan silikon grubudur. Avantajları parlak bir yüzeydir ve bir iç içe geçme ağı elde etmek için bir Si-OH veya Si-OR sonlandırma grubunu kumaş üzerinde çapraz bağlama olasılığıdır. Bunlara 'yağlar' denir ve hala dikiş ipliği yağlamak için kullanılır.

Silikonlar, aşağıdakileri sağlayan özel bir yumuşatıcı sınıfıdır:

- 1) Çok yüksek yumuşaklık.
- 2) Benzersiz tutamaç.
- 3) Yüksek yağlama.
- 4) İyi geçilebilirlik.
- 5) Yüksek elastik esneklik.
- 6) Geliştirilmiş kırışıklık iyileşmesi.
- 7) Yüksek aşınma direnci ve yırtılma dayanımı.
- 8) İyi sıcaklık kararlılığı.
- 9) Çapraz bağlantılar oluşturabilen ürünler için yüksek derecede kalıcılık.
- 10) Hidrofobik ile hidrofilik arasında bir dizi özellik.

1.2.5.2. *Aminosilikonlar*

Amino yağları veya aminosilikonlar, mevcut yumuşatıcı pazarına zarif tutamaçtan dolayı açıkça hakimdir. Bu yumuşatıcı sınıfının en popüler üyeleri, aminopropil (Şekil 1.5A) ve aminoetilaminopropil silikonlardır (Şekil 1.5B). Ticari olarak temin edilebilen tüm aminosilikon yumuşatıcıların %90'dan fazlası aminoetilaminopropil silikonlardır.



Şekil 1.5. Aminosilikonlar - (A) aminopropil ve (B) aminoetilaminopropil silikonlar.

Yaygın aminosilikonların azot içeriği %1'in altındadır. Yan zincirlerin ideal bir dağılımı, blok yapısından daha üstündür.

Aminopolisiloksan, bir aminofonksiyonel dialkoksasilanı, ısı ve bir baz katalizörü varlığında su ile hidrolize etmek ve yoğunlaştırmak suretiyle hazırlanır. Aminopolisiloksan hidrofobiktir ve molekül ağırlığı en az 30.000'dir.

Aminosilikonların yumuşatıcı özellikleri, aşağıdaki gibi değiştirerek çeşitli şekillerde değiştirilebilir:

- 1) İşlevsel gruplar.
- 2) Molekül ağırlığı, esas olarak X ile belirlenir.
- 3) İkame edilmiş grupların miktarı, Y (amin sayısı).
- 4) İkame edilmiş grupların zincir içindeki dağılımı.
- 5) Reaktif/çapraz bağlanabilir ($\text{R}=\text{OH}$ veya OR) yapılabilen veya sonlandırılabilen X zincir ucu [10].

İkame edilmiş grupların miktarı hidrofobikliği ve sararmaya yatkınlığını belirler.

Reaktif zincir uçlu moleküller, kumaş pürüzsüzlüğünü ve hidrofobikliği artıran elastomerik etkiler sağlamak için kumaş üzerinde çapraz bağlanma eğilimindedir. Normalde, çok yavaş gerçekleşir, ancak uygun çapraz bağlayıcıların kullanılmasıyla, bir kanalda bir ağ elde edilebilir.

Aminoetilaminopropil ve sikloheksilamino türevleri, temel olarak benzer bir yumuşaklık verir, ancak birincisi, biraz daha iyi performans gösterir. Sonuncusu, elyaf ile zayıf etkileşimler nedeniyle daha az hidrofobik hale gelir [11].

İlki, amino ya da türevini (örneğin, amido) gruplarını içeren, bilinen herhangi bir işlevsel silikondan, yumuşaklık kazandırmak açısından üstündür, çünkü muhtemelen amino grupları çifti, yakın çevresinde konumlandırılmaktadır. Birincil amino grupları veya amin türevleri olan silikonlar, ikincil amino gruplarına göre daha yumuşaklık sağlar, çünkü ikincisi çekici etkileşimlerin arttırılmasında çok etkili değildir.

Aminosilikonlar ısıya sararmaya eğilimlidir; renk değişimlerinin kapsamı amino yan zincirlerinin tipine, amino içeriğine, sertleşme sıcaklığına ve süresine bağlıdır. Sararma, alkilasyon, asilasyon veya N atomunun bir halka yapısında tutulmasıyla en aza indirilebilir. Sikloheksilaminosilikonlar mükemmel bir genel performans sergilemiştir. (yani makul ıslanabilirlik ile birlikte iyi yumuşama ve beyazlık). Yapışmayan silikon yumuşatıcılara ihtiyaç duyulduğunda, genellikle düşük amin sayısına sahip olan amino sıvıları kullanılır. Amin grupları yerine amid grubu (NH-(C=O)-R) içeren silikonlar, düşük aminli aminosilikonlarla karşılaştırıldığında kuru olmayan bir tutuş sağlayan ve kuru tutma sağlayan silikonlar geliştirilmiştir.

Genellikle silikon yumuşatıcıların kirli havanın neden olduğu mavi kot pantolonun sararmasını arttırdığına inanılıyordu. Ancak son zamanlarda etoksile emülgatörün (silikon emülsiyonunun hazırlanmasında kullanılan) olduğu ve aminosilikonların bu sararmadan sorumlu olduğu kanıtlandı. Yağ asidi poliglikositlerinin emülgatörünün kullanılması sorunu çözmektedir.

1.2.5.3. Epoksi Silikonlar

Benzer şekilde, epoksi ile modifiye edilmiş, katyonik silikonlar, sırasıyla $R=CH_2CH_2CH_2-O$ ve $R=(CH_2)_3O-CH_2CH_2(OH)-CH_2-N^+(CH_3)_3Cl^-$ ile, Şekil 1.6'ya benzer yapıya sahip katyonik silikonlar hazırlanabilir.

Epoksisilikonlar, polimer yan zincirleri ve selüloz arasındaki polar etkileşimler nedeniyle, dimetilsiloksanlardan çok daha iyi yumuşatıcıdır ve ölçülebilir hidrofobik etkiler sağlar. Fiber ile güçlü etkileşime girerek dayanıklı bir yüzey elde etmelerini sağlar.

Aminosilikonlar, büyük olasılıkla daha iyi yönlendirme ve güçlü dipol-dipol hidrojen bağlanması ve özellikle selüloz ile liflerle elektrostatik etkileşimler nedeniyle yüzeyde daha iyi dağılım nedeniyle, epoksilikonlardan daha üstündür. Muamele edilen elyafın temel olarak sürekli kapsüllenmesi, düşük elyaf sürtünmesi ve daha fazla hidrofobik

yüzey ile sonuçlanır.

1.2.5.4. Karboksi Silikonlar

Bunlar R=COOR ile 1.6'ya benzer yapıya sahiptir. Bu tipler, elyafa bir kabarıklık ve hacimlilikle birlikte ipeksi bir bitiş kazandırır. Emülsiyonlar birleştiricidir ve genellikle naylon ve polyesterlere uygulanır.

1.2.5.5. Hidroksi Silikonlar

R=OH olan Şekil 1.6' ya benzer yapılara sahiptirler. Elyafa elastomerik bir his verir.

A. Akriklik-Modifiye Silikonlar

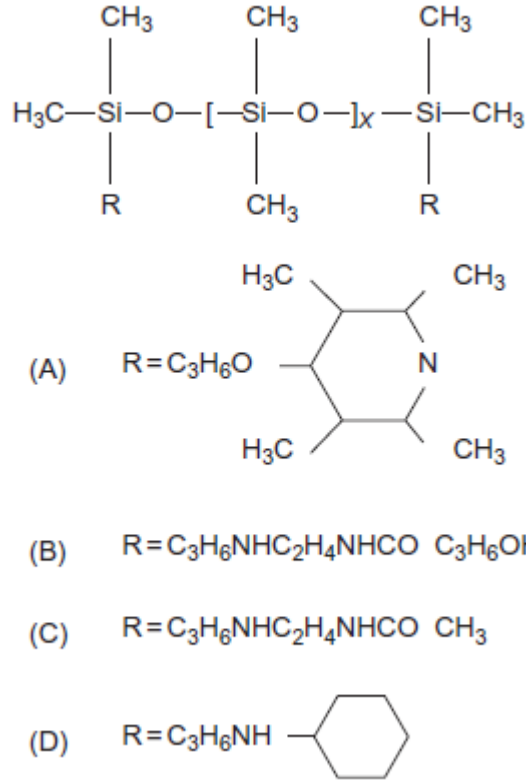
Akriklikle modifiye edilmiş silikonlar (Şekil 1.6' da R=CH=CH₂), yumuşak bir tutamaç ve örtü ile dayanıklı bir sonuç verir.

İşlevsel olarak değiştirilmiş farklı silikonların özellikleri Çizelge 1.4' te karşılaştırılmıştır [12].

Ticari kullanım için birçok başka silikon yapı patenti alınmıştır. Birkaç tanesi Şekil 1.6' da gösterilmektedir.

Çizelge 1.3. İşlevsel olarak değiştirilmiş silikonların özellikleri.

Özellikler	Fonksiyonel gruplar				
	Amino	Epoksi	Karboksi	Hidroksi	Akriklik
İç yumuşaklık	Mükemmel	Fakir	Fakir	Fakir	İyi
Yüzey düzgünlüğü	Makul	İyi	İyi	Çok iyi	İyi
Hidrofiliklik	Makul	Fakir	Makul	Fakir	Fakir
Su geçirmezlik	Makul	Çok iyi	Makul	İyi	İyi
Dayanıklılık	Mükemmel	Çok iyi	Makul	Mükemmel	Mükemmel
Sararma direnci	Makul	Mükemmel	Çok iyi	Mükemmel	İyi



Şekil 1.6. Akrilik modifiye silikonlar.

1.2.5.6. Hidrofilik Silikonlar

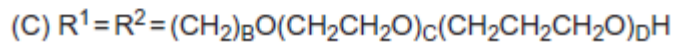
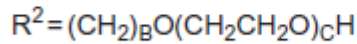
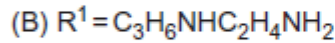
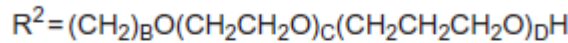
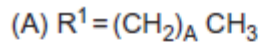
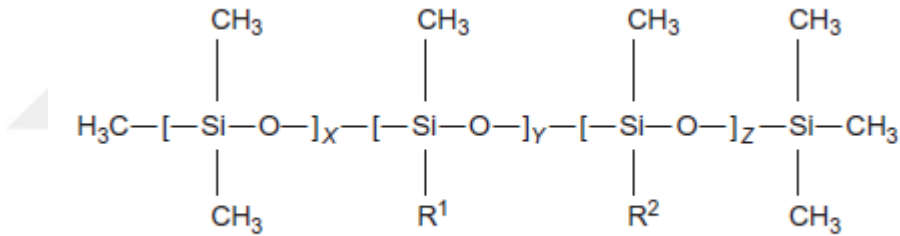
Havlu, iç çamaşırları, spor kıyafetleri vb. gibi çeşitli tekstil malzemeleri için zayıf ıslanabilirlik çok istenmez. Silikonlar dahil olmak üzere çok etkili yumuşatıcıların çoğu (özellikle tüm geleneksel aminosilikonlar), tekstil ürünlerine kayda değer bir hidrofobiklik kazandırır. Silikonlar söz konusu olduğunda, silikonun işlevsel grupları ve elyaf yüzeyinin etkileşimi ne kadar güçlüyse ve polimer zincirindeki işlevsel gruplarının sıklığı ne kadar fazlaysa, elyaf yüzeyinin kapsamı ve hidrofobikliği o kadar iyidir. Silikonla işlenen ürünlerin ıslanabilirliği, çeşitli şekillerde iyileştirilebilir.

On yıldan beri ticari olarak temin edilebilen ilk jenerasyon hidrofilik silikonlar, yan zincir olarak veya ana polimer omurgasının bir parçası olarak polietilen, yani polietilenoksit (PEO) ve/veya polipropilenoksit bölümlerini (örneğin, silikon balmumu, Şekil 1.7A), aminooleter siloksan (Şekil 1.7A) ve polieter siloksan (Şekil 1.7A) [10]. Poligliserol gruplarına sahip olan bu silikonlar mükemmel hidrofiliklik gösterir ve neredeyse ıslatıcı maddeler olarak işlev görür. Sararma eğilimi bazı yapılar için daha düşük ve neredeyse sıfırdır. Bununla birlikte, hacimli PEO grupları, fiber üzerindeki ideal yönelimi bozmakta ve klasik aminosilikonlara kıyasla daha düşük yumuşaklığa

neden olmaktadır. Hidrofilik kısım içeren modifiye aminosilikonlar, florokarbon bazlı kir salıcı ajanlarda ideal bir yumuşatıcı katkı maddesidir.

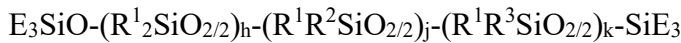
Bir buluş, bir epoksi-glikol siloksan ve bir aminofonksiyonel bileşiğin bir kombinasyonunu içeren bir tekstil muamele bileşimine ilişkindir. Kombinasyondan oluşan amin kopolimer, %100 pamuk tekstillere hidrofiliklik ve iyi bir el hissi verir. Kompozisyon, raf yaşlanmasına karşı dayanıklıdır. Kompozisyon, aşağıdaki içerikleri içerir [13].

- 1) Bir epoksi, glikol veya siloksan bileşeni.
- 2) Aminosilanlar ve silikon kuaterner amonyum bileşiklerinden oluşan gruptan seçilen bir aminofonksiyonel bileşik (isteğe bağlı).
- 3) Bir yüzey aktif madde (isteğe bağlı).
- 4) Bir asit (isteğe bağlı).
- 5) Bir taşıyıcı.



Şekil 1.7. Hidrofilik polieter yumuşatıcılar (A) silikon balmumu, (B) polieter siloksan ve (C) amino-polieter siloksan.

Madde (A) genel formüle sahiptir:

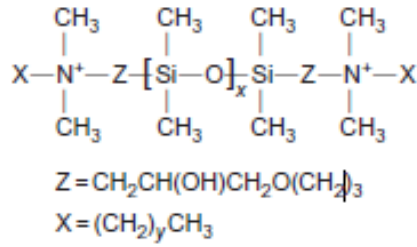


buradaki h 25-1000, j 1-500, k 1-500'dir ve her bir R¹, bağımsız olarak bir monovalent

hidrokarbon grubudur. R¹, metil, etil, n-propil, izopropil ve t-bütül gibi bir alkil grubu veya fenil, tolil ve ksilil gibi bir aromatik grup olabilir. Tercihen, R¹ metildir. Her E bağımsız olarak R¹, bir epoksi fonksiyonlu grup, bir polioksialkilen grubu ve bunların kombinasyonlarından oluşan gruptan seçilir.

Her R² bağımsız olarak aşağıdaki formüle sahip bir polioksialkilen grubudur:
C_mH_{2m}(OC₂H₄)_x-(OC₃H₆)_y-OR₄

burada m, 2 ila 8 arasında bir tam sayıdır, x, 0 ila 200 arasında bir tam sayıdır, y, 1 ila 200 arasında bir tam sayıdır, her R₄ bağımsız olarak hidrojen, asilden oluşan gruptan seçilir 1-8 karbon atomlu gruplar ve R¹.



Şekil 1.8. Kuaternize amonyum son gruba sahip silikon.

Kuaterner amonyum gruplarını silikonlara dahil ederek, yumuşaklık, hidrofilitiklik, bitkinlik özellikleri ve elektrolitlere karşı banyo stabilitesi iyileştirilebilir (Hardt, 1990). Bununla birlikte, bazı dördüncül içeren silikonlar yüksek toksisite göstermiştir. Şimdi sorun, kritik aralığa yakın mesafede dördüncü gruplar içermeyen yapılardan kaçınılması önenebilir. Şekil 1.8'de gösterildiği gibi kuaternize amonyum uç gruplarına sahip silikon yumuşatıcılar klasik aminosilikonlardan daha iyi kir salma ve antistatik performans sergiler [10]. Bununla birlikte, yıkama haslıkları zayıftır ve verdikleri tutamağın silikon benzeri olmadığı açıklanmaktadır [14]. Molekül başına bir veya iki adet kuaterner grup, yıkamaya karşı dayanıklılığın zayıf olduğunu göstermektedir. Birden fazla grubun (polyquat yapı) varlığı, yıkama dayanıklılığını artırır. Bu gibi bileşiklerin seviyeli olması kuvvetli olarak silikon yapısına bağlıdır.

Sararmayı azaltmayı amaçlayan bir aminoetilaminopropil grubunun herhangi bir genel kimyasal modifikasyonu (örneğin alkilasyon veya asilasyon), muhtemelen zayıflatıcı silikon-elyaf bağları nedeniyle hidrofilitikliği artırır.

Spor giyim, gündelik giyim ve çocuk giyimine yönelik pamuklu örtü ürünleri, geleneksel olarak egzoz yöntemiyle katyonik yumuşatıcılar tarafından bitmiştir ve şimdi

dolgu yöntemiyle açık genişlikte bitmiştir. Bu, düşük akışlı olmaları veya hiç olmamaları ve zayıf kayma kararlılıklarından dolayı yumuşak akışlı makinelere uygulanamayan silikon ve diğer yumuşatıcılar için yollar açtı. Polidimetil siloksan (PDMS) bazlı bir yumuşatıcı, konvansiyonel katyonik yumuşatıcılarla karşılaştırıldığında, ev çamaşırhanesinde daha iyi bir el hissi ve daha yüksek dayanıklılık sağlar, ancak bunlar aynı zamanda katyonik yumuşatıcılar gibi hidrofobiktir. Diğer bir problem yumuşatıcılardan dolayı terbiye sırasında veya sonrasında beyazların solması veya beyazların sararmasıdır. Saraf ve Alat tarafından yapılan bir çalışmada çeşitli ticari yumuşatıcıların performansları aşağıdaki gibi değerlendirilmiştir :

- 1) Geleneksel bir katyonik yumuşatıcı, organik yumuşatıcılar arasında en yumuşak el hissini temin etmesine rağmen, bitmiş kumaşın beyazlığının ve hidrofobikliğin azaltılması maksimumdur.
- 2) Zayıf bir katyonik yumuşatıcı, geleneksel katyonikten daha iyi performans göstermiştir, fakat beyazlık hala daha düşüktür.
- 3) Bir yalancı yumuşatıcı beyazlığı daha iyi tutar ve bitmiş ürün biraz hidrofildir.
- 4) Reaktif bir poliüretan, en iyi hidrofiliği ve değişmemiş beyazlığı vermiştir, ancak el hissi çok yumuşak değildir.
- 5) Mikrosilikon emülsiyonu, yüzey düzgünlüğü kazandırdığı için çok iyi bir tutuş sağladı. Beyazlık etkilenmez, ancak hidrofobiklik artar [6].

1.2.5.7. Uygulama Yöntemleri

Ön yoğunlaştırılmış polisiloksanlar (organik çözücüler içinde çözelti halinde veya sulu dispersiyonlar halinde) normal olarak kumaşa katalizörlerle birlikte uygulanır. Stent üzerinde kuruduktan sonra, gerçek yoğunlaşma sıcaklıkla gerçekleşir (150-160 °C, 0.5-3 dakika). Çinko, kalay, kurşun, magnezyum ve zirkonyum bileşiklerinin tümü yoğunlaşma için katalizör olarak uygundur.

Cerapern MN Liq. selüloziklerin, sentetiklerin ve karışımların kalıcı olarak işlenmesi için makrosilikon emülsiyondur. Doğası gereği iyonik değildir, bu nedenle tüm terbiye kimyasalları ve OBA'larla uyumludur. Hızlı kurumaya hızlı temizlik, yıkamaya dayanıklı etkisi ile son derece pürüzsüz bir yüzey yumuşaklığı verir. Esas olarak dolgu yöntemiyle (ıslak veya kuru ıslak) ve aynı zamanda giysi formunda uygulanır.

Çoğunlukla (10-30 g/L) reçine ile dolgu (Finish NEC Plus) ile uygulanır ve ardından 180-190 °C'de 45 saniye boyunca bir şok kürü uygulanır.

Ceraperm 3P Liq. renksiz, yüksek konsantrasyonlu bir amino mikrosilikondur. Doğada zayıf katyoniktir. Hem egzoz hem de dolgu yöntemiyle uygulanabilir. Egzoz yönteminde, tambur yıkayıcılara ve vinçlere %1-2 (owf) yumuşatıcı uygulanmıştır. Dolgu yönteminde, pH 5.5-6'da 10-20 g/L Ceraperm 3P uygulanır. Dolgudan sonra, 45 °C'de 170 °C'de şokla kürlenir.

Sandoperm SE 1 yağ sıvısı doğada hafifçe katyonik olan bir nanosilikon emülsiyonudur. 10 g/L Sandoperm SE1 yağ sıvısı, %0.35 asetik asit (%60) ile birlikte doldurulur (%80) ve 140 °C'de kurutulur [15].

Egzoz metodu ile aminosilikon uygulaması için en uygun pH değerini bulmak için bir çalışma yapılmıştır [16]. Aminosilikonların maksimum tükenme ve yumuşaklıklarının pH 5-5.5'te gerçekleştiği, bu pH aralığında olduğu gibi amino gruplarının maksimum oranda iyonize edildiği gözlenmiştir.

Çoğunlukla silikonla işlenmiş kumaşlar, depolama sırasında nemli görünüm sergiler. Sorun yazar tarafından ayrıntılı olarak incelenmiştir ve sorun muhtemelen aşağıda tartışıldığı gibi yetersiz sertleşmeden kaynaklanmaktadır.

Silikon emülsiyonlarının çoğu, reaktif olmayan polimer polidimetilsiloksan ve reaktif polimer polimetilhidrojensiloksanın karışımlarıdır. Sertleşirken, ikincisi hidrolize edilir ve yoğunlaştırılır. Polimetilsiloksanın sertleşme mekanizması $\equiv\text{Si-H}$ ve $\equiv\text{Si-OH}$ baz katalizörlü hidrolizini takiben silanol kondansasyonudur. Suyun bir tepken olduğu bulunmuştur ve kalay ve çinko metal bileşikler katalizör işlevi görmektedir. Görünüşe göre su içermeyen sistemlerde bile, gerekli hidroliz reaksiyonunun gerçekleşmesini sağlamak için tekstil liflerinde yeterli nem bulunur.

Sertleşme 150 °C'ye kadar bir sıcaklıkta yapıldığı için, tam sertleşmeden sonra oluşan su buharlaşacaktır. Bununla birlikte, kürlenme yetersizse, reaksiyon depolama sırasında yavaşça devam eder. Ancak depolama sırasındaki düşük sıcaklık nedeniyle, su molekülleri buharlaşamaz ve kumaşı nemli hale getiremez.

1.2.5.8. *Yün Üzerine Silikon*

Silikon bazlı yumuşatıcı maddeler normal olarak kumaş yumuşaklığındaki gelişmelerle ilişkilendirilir. Silikonlu bir yumuşatıcı olan Megasoft Jet (Ciba), yünlü kumaşlara pad-

dry (150 °C'de 3 dak) yöntemiyle uygulanmıştır [17]. Yumuşatıcıların yüzey enerjisi yün lifinden daha düşüktür. Kurutma sırasında elyaf üzerine yayılma eğilimi yüksek olduğundan, yumuşatıcıların bitişik elyaflar arasında sürekli tabakalar oluşturma eğilimi vardır [18]. Kumaşa silikon polimerler uygulandığında, elyafın yüzeyinde elastik bir ağı oluşturulması kumaşın bükülmesini kolaylaştırır [19]. Bu nedenle yumuşatıcı maddenin yün lifleri üzerindeki net etkisi, kumaş sertliği ve işlem görmüş kumaşların sapındaki iyileşmedeki başlangıçtaki bir azalmadır. Kumaş yumuşaklığı ve sertliğinin etkilerinin subjektif bir değerlendirmesinin sonuçları, bükülme sertliği değerlendirmesiyle tutarlıdır [20]. Silikonla muamele edilmiş kumaşların pahalılığının azaltılmasına yönelik mekanizma, elyaf modülündeki bir modifikasyondan ziyade, elyaf-elyaf sürtünmesinin azaldığı görülmektedir [21].

Yün konfor ölçer (WCM) cihazı, örme kumaşın konfor özelliklerini objektif olarak değerlendirmek için geliştirilmiştir. Kumaş prickle tepkilerinin giyen denemelerinde öznel değerlendirmenin sonuçları ve bu amaç tekniği ile iyi bir korelasyon var. Cihaz, yün lifinin bükülme sertliğindeki değişiklikleri tespit etmek üzere tasarlandığından, hem yumuşatıcı hem de plazma ile muamele edilmiş kumaşlarda rahatlıkla değişiklikleri tespit edebilmesi beklenmektedir [22].

WCM, işlemden geçirilmiş kumaşlarda silikondan etkilenen değişiklikleri değerlendirebilse de, plazma ile işlenmiş ve işlenmemiş kumaşlar arasındaki farklar önemli değildi. Fiber modülündeki modifikasyonun ilgili tek mekanizma olmaması muhtemeldir. Çıkıntılı elyafların bir silikon polimer ile bir arada yapıştırılmasının, muamele görmemiş ve plazma ile muamele edilmiş kumaşlarla karşılaştırıldığında silikonla muamele edilmiş kumaşların WCM değerindeki azalmanın nedeni olduğuna inanılmaktadır, çünkü WCM tarafından daha az bireysel elyaf tespit edilebilir.

1.3. EMÜLSİYON

Kaba bir emülsiyon, bir sıvının (dağıtıcı) bir başkasına (dağılma ortamı veya süreklilik fazı) dağılmasıyla elde edilen kinetik olarak kararlı bir sistemdir. Elde edilen emülsiyonlar, eğer yağ damlacıkları su içinde dağılmışsa, su içindeki yağ (Y/S) ya da su damlacıkları yağ içinde dağılmışsa yağdaki su (S/Y) olabilir. Damlacık boyutu tipik olarak 0,5 ila 50 µm arasındadır. Sonuç olarak, emülsiyonlar Tyndal etkisinden dolayı

bulanık bir görünüme sahiptir; faz arayüzleri emülsiyondan geçen ışığı saçar, bu nedenle temel renkleri beyazdır [23]-[24].

Termodinamik olarak kararsız sistemler olarak, emülsiyonlar kendiliğinden oluşmaz; Santrifüj veya çalkalama kullanarak bileşenlerin manuel veya mekanik olarak karıştırılması gerekir. Yüzey alanı ve arayüzey gerilimi düşüktür. Emülsiyon oluşumunun serbest enerjisi sıfırdan büyüktür ($G>0$) ve bu nedenle iki bileşenine ayrılma eğilimi gösterecektir. Emülsiyonların fiziksel bozulması, dağınık faz ile dağılma ortamı arasında minimal bir arayüzey alanına doğru olan kendiliğinden eğilimden kaynaklanmaktadır [25].

Çizelge 1.4. Emülsiyonların ve mikroemülsiyonların bazı özellikleri.

Parametre	Mikroemülsiyon	Emülsiyon
Formasyon	Doğal	Mekanik veya manuel çalkalama
Kararlılık	Termodinamik	Kinetik
Damlacık boyutu (μm)	0.01–0.10	0.5–50
Görünüm	Şeffaf	Opak (bulutlu)
Surface area (m^2g^{-1})	Yüksek (200)	Düşük (15)
Arayüz gerilimi	Ultra düşük	Düşük
Sistem tipi	S/Y, Y/S ve sürekli	S/Y, Y/S yada S/Y/S ve Y/S/Y
Süfaktan konsantrasyonu	Yüksek	Düşük
Eş yüzey aktif madde tipi	Kısa zincirli alkol	Yok

Yapılarına göre, yüzey aktif cisimleri şu şekilde sınıflandırılır: anyonik (örneğin sodyum stearat, potasyum lorat, sodyum dodesil sülfat ve sodyum sülfosüksinat gibi alkil sülfatlar); noniyonik (etilen oksit birimleri, poliglikol, yağ asidi esterleri ve lesitinli nonilfenol); katyonik (kuaterner amonyum tuzları ve amin hidroklorürler); zwitterionik / amfoterik (aminoasitler, fosfolipitler ve kuaterner amonyum bileşiklerinin türevleri) veya yukarıdakilerden herhangi biri olabilen polimerik ve silikon yüzey aktif cisimleri [26-27]. Tiplerine göre, emülgatör molekülleri, yağ veya su damlacıklarının yüzeyinde adsorbe edilir ve damlacıkların topaklanmasını veya birleşmesini önleyen koruyucu bir zar sağlar. Asfaltlar ve reçineler gibi bazı numunelerde bulunan endojen malzemeler, yüzey aktif cismi ilavesine gerek kalmadan emülsiyonları stabilize etmeye yetmiştir. Akustik emülsifikasyon, her fazdan gazın çıkarılması veya katı parçacıkların kullanımı içeren hazırlık metodolojisi elde edilen emülsiyonların özelliklerini etkiler. Sonuçlar

bilimsel açıdan ilginçtir ve malzeme kullanımı en aza indirildiği için ekonomik ve / veya çevresel gereklilikleri olan bazı uygulamaları tasarlamaya yardımcı olur. Etkili bir şekilde emülsifiye edilebilmesi için, belirli bir yapıya sahip yağların, hidrofilik / lipofilik denge (HLB) ve kritik paketleme parametresi (CPP) gibi iki spesifik parametre ile tanımlanan belirli bir polar / polar olmayan karaktere sahip yüzey aktif maddelere ihtiyacı olacaktır. Bir yüzey aktif madde, çoğunlukla deneme yanılma yoluyla belirli bir uygulama için seçilmiştir, ancak en iyi yöntem, yalnızca iyonik olmayan yüzey aktif maddeler için geçerli olan HLB değerinin nasıl kullanılacağını öğrenmektir. Başka bir deyişle, HLB, her iki fazdaki sürfaktan çözünürlüğünün bir göstergesidir ve keyfi olarak 0 ve 20 arasında, emülsiyonları tipine göre sınıflandırmak için 10 orta nokta olan değerler atanmıştır. Bu konsept, Beerbower ve Hill tarafından geliştirilmiştir; bu, yağ ve emülsifiye edici lipofilik kuyruğun ve su ile emülsifiye edici hidrofilik başın kısmi çözünürlük parametrelerinin mükemmel bir şekilde eşleştiğini varsaymaktadır. Ölçüsü, aşağıdaki formülü takip eden moleküler ağırlıklara dayanmaktadır:

$$HLB = \frac{100}{5} X \frac{\text{weight of polyethylene oxide chain}}{\text{total molecular weight of surfactant}} \quad (1.1)$$

Her bir yağlı malzeme, emülsiyonunun stabilitesini sağlamak için farklı bir emülgatör gücü gerektirir. Bu, o yağ için HLB gerekliliği olarak adlandırılır. Bitkisel yağlar emülsifiye edilmesi en kolay olan mineral yağlar orta derecede zordur, silikon yağları ise dengelenmesi en zor olanıdır. HLB ile yağın ve emülsifiye edici ajanın kimyasal yapısının eşleştirilmesi ideal bir durumdur. Bununla birlikte, bu bilgiler yalnızca sınırlı sayıda bileşik için mevcuttur. Aldrich Materials Science (Sigma-Aldrich kataloğu), örneğin, emülsiyon stabilizasyonu için yüzey aktif cismini doğru seçmelerine yardımcı olmak için geniş bir HLB numarasına sahip çok çeşitli noniyonik yüzey aktif cisimleri sunar. Düşük HLB değerleri bir yağda çözünür (lipofilik) gösterir ve daha yüksek HLB değerleri daha fazla suda çözünür (hidrofilik) yüzey aktif madde ile ilişkilidir (Tablo 2). Harmanlama yüzey aktif cisimleri (karışımlarındaki bileşimlerini değiştirerek) ayrıca belirli bir uygulama için optimum bir HLB'nin seçilmesine izin verir [28].

Çizelge 1.5. HLB değerine bağlı yüzey aktif madde çözünürlüğü.

Mikroyapı tipi	Yüzey aktifliği	HLB
S/Y	Yağda daha fazla çözünür (lipofilik)	4–6
Y/S	Suda daha fazla çözünür (hidrofilik)	8–16
Microemulsion	Yağ ve su için eşit afinite	13–18

1.3.1. Mikroemülsiyon

Mikroemülsiyonlar, optik olarak saydam ve termodinamik olarak en az üç bileşenin bulunduğu dispersiyon sistemleridir: bir polar ve polar olmayan bir sıvı faz (sırasıyla su ve yağ) ve alifatik bir alkol gibi bir ortak yüzey aktif madde ile birlikte sıklıkla uygun bir yüzey aktif madde [29],[30]. “Mikroemülsiyon” ismi, Y/S sistemlerindeki yağ damlacıklarının veya S/Y sistemlerindeki su damlacıklarının küçük olmasından kaynaklanmaktadır. Farklı türdeki reaksiyonlar için benzersiz ve çok yönlü bölümlere ayrılmış ortamlar olarak hizmet ederler, çünkü bölme boyutları hem katkı maddelerinin yokluğunda hem de varlığında değiştirilebilir. Daha birçok bileşen mevcut olsa bile, basit olması adına, mikroemülsiyonları bir yüzey aktif madde/yağ/su üçlü sistemi olarak kabul etmek uygundur. Sürfaktanlar, dağılmış parçacıklar arasına çift katmanlı kuvvetler ve/veya çözülme kuvvetleri ekleyerek, arayüzey gerilimi ve stabilizasyonu azaltarak emülsiyonlaşmayı kolaylaştırır. Bu tür çözelti benzeri sistemler, bileşenler uygun bir oranda bir araya getirildiğinde ve arayüzey gerilimi yaklaşık 10^{-3}mNm^{-1} olduğunda kendiliğinden oluşur [31]. Birçok bakımdan, mikroemülsiyonlar küçük ölçekli emülsiyon versiyonlarıdır ve bazı yayınlarda basitçe emülsiyonlar [32]. Bununla birlikte, Tablo’da gösterildiği gibi, mikroemülsiyonlar birçok açıdan emülsiyonlardan farklıdır: formasyon, damlacık ebadı (yaklaşık 500 kat daha küçük), fiziko-kimyasal özellikler (örneğin arayüzey gerilimi daha düşük (yaklaşık 1000 kat) ve yüzey alanı daha yüksektir) ve görünüm (emülsiyonlar opaktır ve mikroemülsiyonlar saydamdır). Ek olarak, iki ana emülsiyon tipi (Y/S ve S/Y morfolojileri), dengede iki fazlı

davranışın varlığını içerir. Bunun yerine, mikroemülsiyonun yapısı üç ayrı tip olarak sınıflandırılır: (i) sulu fazın sürekli yağ fazında dağıldığı S/Y mikroemülsiyonu; (ii) yağın ve sulu fazın mikro alanının, yaklaşık olarak eşit hacimle rastgele bağlandığı çift- taraflı mikroemülsiyon; (iii) Yağ fazının sürekli sulu fazda dağıldığı Y/S mikroemülsiyonu [33-29-30]. Ayrıca, emülsiyonlar kinetiktir ve mikroemülsiyonlar termodinamik olarak kararlıdır. Bunun nedeni, mikroemülsiyonlar arası arayüzey geriliminin, arayüzey enerjisi çok küçük (dağılımın entropisi ile karşılaştırılabilir veya daha düşük) olması ve böylece damlacık oluşumunun serbest enerjisinin sıfırdan düşük olması ($G < 0$) olmasıdır [24]. Emülsiyonlar ve mikroemülsiyonlar arasındaki diğer bir önemli fark, sistemleri dengelemek için gereken yüzey aktif madde miktarından ve birlikte-yüzey aktif madde kullanımından (emülsiyonlar için yok) gelir.

1.3.2. Hidrofilik-Lipofilik Denge (HLB)

Emülgatör seçiminde en çok kullanılan yöntem 1949 yılında Griffin tarafından önerilen hidrofilik lipofilik denge (HLB-Hydrophilic Lipophilic Balance) sistemidir [34],[35].

HLB değeri emülgatörün hidrofilik ve lipofilik eğilimini göstererek numaralandırılır. Bu değer hidrofilik grubun mol yüzdesinin beşe bölünmesi ile elde edilen değer olarak ifade edilir. Sıfır ile 20 arasında derecelendirilir. 20'ye doğru yaklaştıkça hidrofilik özellik artar. Örneğin oleikasidin HLB değeri 1, potasyum oleatın HLB değeri 20'dir [36]. Çizelge 1.6'da HLB değerleri ile emülgatörlerin kullanım amaçları arasındaki ilişki görülmektedir [37].

Emülgatörler düşük HLB değerlerinde (<6) daha çok yağ fazında çözünebilmekte ve dayanıklı S/Y emülsiyonu; yüksek HLB değerlerinde (>8) ise dayanıklı Y/S emülsiyonları oluşturmaktadırlar [37].

Daha öncede belirtildiği gibi hidrofilik ve lipofiiikemülgatör karışımlarının kullanılması ile daha dayanıklı Y/S emülsiyonlar elde edilebilir.

İki emülgatör (A ve B) karışımı kullanarak emülsiyonun oluşması için istenilen HLB değeri aşağıda verilen eşitlikle hesaplanabilir:

$$HLB_{Karışım} = f_A HLB_A + (1 - f_A) HLB_B \quad (1.2)$$

HLB değerleri kimyasal yapılar esas alınarak çeşitli formüllerle hesaplanabilir [37].

Eğer hidrofilik grup poiioksietilen ise HLB değeri:

$$HLB = \frac{E}{5} \quad (1.3)$$

Burada; f_A karışımdaki A emülgatörünün ağırlık kesridir.

E: Emülgatördeki oksietilen zincirinin ağırlıkça yüzdesidir.

Polihidrik alkollerin yağ asidi esterlerinin HLB değeri aşağıdaki formülle hesaplanabilir:

$$HLB = 20\left(1 - \frac{S}{A}\right) \quad (1.4)$$

S, Esterin sabunlaşma sayısı; A, yağ asitinin asit sayısıdır.

Eğer sabunlaşma sayısı elde edilemiyorsa (örneğin lanolin ve balmumu), HLB değerlerini hesaplamak için;

$$HLB = \frac{E+P}{5} \quad (1.5)$$

Burada, P polihidrik alkol gruplarının ağırlık yüzdesidir.

Emülgatörlerin hidrofilik ve lipofilik grup sayısı (HGS,LGS) esas alınarak HLB, Davies ve Rideal tarafından açıklanan aşağıdaki eşitlikle hesaplanabilir [37]:

$$HLB = \sum(HGS) - \sum(LGS) + 7 \quad (1.6)$$

Noniyonik emülgatörlerin HLB değerlerinin değerlendirilmesinde diğer yaklaşım, dielektrik değişiminin logaritması ile HLB arasında doğrusal bir ilişkinin bulunmasıdır.

Sorbitan serilerine ait HLB değerlerinin $C_{su}/C_{yağ}$ dağılma katsayıları ile ilişkili olduğu gösterilmiştir [38].

Emülsiyon seçiminde bir diğer yaklaşım da faz değişim sıcaklığı (FDS)'nin esas alınmasıdır [34],[39]. Emülgatörlerin emülsiyon oluşturma özellikleri sıcaklıkla değişmektedir. Bu yöntemle göre, emülgatörler hangi sıcaklıkta Y/S emülsiyonunu S/Y emülsiyonuna dönüştürdüklerine göre derecelendirilmiştir [39]. Noniyonik emülgatörlerin seçimi için uygun bir yöntemdir. FDS'na, noniyonik emülgatörlerin polietilen zincir uzunluğu, hidrokarbon zincir uzunluğu ve sulu fazdaki tuz konsantrasyonu etki eder. Emülgatörün hidrokarbon zincir uzunluğu arttıkça FDS'da artar [36].

Çizelge 1.6. HLB değerlerine göre suda dağılımı ve uygulama yöntemleri.

HLB	Suda dağılımı	Uygulama
1-4	Hiç	
3-6	Zayıf	S/Y Emülgatör
6-8	Çalkalama ile sütsü dağılım	Islatma ajanı
8-10	Dayanıklı sütsü dağılım	Islatma ajanı, Y/S emülgatör
10-13	Yarısaydam-berrak dağılımlar	Y/S emülgatör
>13	Berrak çözelti	Y/S emülgatör, çözündürme ajanı

1.4. ETKİ MEKANİZMASI

Yumuşatma etkisi çoğunlukla tekstil yüzeyinde etkilidir. Ek olarak, küçük yumuşatıcı moleküller elyafların içine girebilir ve cam geçiş sıcaklığını azaltarak polimerlerin iç plastikleşmesini sağlayabilir. Yumuşatıcı moleküllerin tekstil yüzeyleri üzerindeki fiziksel düzeni iyonik yapılarına ve lif yüzeyinin nispi hidrofobikliğine bağlıdır. Elektrostatik çekim itici güçtür, ancak hidrofobik etkileşimler de önemli bir rol oynar.

Katyonik yumuşatıcı moleküller kendilerini pozitif yüklü uçları ile sudaki negatif yüklü elyaflara (zeta potansiyeli) doğru yönlendirirken, hidrofobik karbon zincirleri dışarı doğru çıkararak mükemmel yumuşama ve kayganlık sağlar. Biriktirme sadece elektrostatik etkileşime bağlıysa, selüloz molekülünün fonksiyonel gruplarının sayısı ile stokiometrik olarak ilişkili olmalıdır. Gerçek durumda, birikim fazla miktarda katyonik yumuşatıcı uygulanana kadar birikme aynı seviyede değildir. Model, katyonik bir yumuşatıcının neden şarj edici bir sentetik maddeye biriktiğini veya iyonik olmayan türlerin neden yumuşaklık verdiğini açıklayamaz.

Bu nedenle, katyonik yumuşatıcı moleküllerin selüloz molekülleri üzerine biriktirilmesi için itici kuvvetin, elyafların elektrostatik çekimi olmadığı, ancak sudan hidrofobik fırlatıldığı varsayılabilir. Suyu afinite eksikliğinden dolayı, katyonik moleküller sulu bir ortam bırakır ve mevcut yüzey üzerinde biriktirilir. Bir kez elyaf yüzeyinde, katyonik yük esas olarak demirlemekten ziyade dağılmaya yardımcı olmaktadır. Bir kez lif üzerine katyonik moleküller, van der Waals etkileşimleri yoluyla pamukla etkileşime girer ve lif negatif olarak yüklenirse elektrostatik çekim ile etkileşime girer.

Yukarıda belirtilen hidrofobik etkileşim, hidrofobik bağlanmadan farklıdır. Hidrokarbonlar sulu bir fazda dağıldıklarında, civarlarındaki su molekülleri, bir kristalimsi yapı halinde düzenlenir ve sonuçta entropinin azalmasıyla hidrojen bağlama kapasitesini artırır. Bu fenomen “hidrofobik hidrasyon” olarak bilinir. Elyaf yüzeyleri birleştirilerek veya biriktirilerek hidrokarbon zincirleri sulu ortamdan uzaklaştırıldığında, bu su molekülleri kütleye geri döner. Böylece sistem tarafından kazanılan entropi, adsorpsiyon işleminin itici gücünü sağlar ve sonuç olarak sıcaklık yükselmesi tarafından tercih edilir.

Anyonik yumuşatıcılar durumunda, negatif yüklü uçlar, negatif yüklü elyaf yüzeyleri tarafından itilerek, hidrofiliğe ve katyonik yumuşatıcılardan daha az yumuşatmaya neden olur. İyonik olmayan yumuşatıcı moleküllerin oryantasyonu, elyaf yüzeyinin doğasına bağlıdır; yani, hidrofilik yüzeyler hidrofilik kısımları çekerken, hidrofobik yüzeyler yumuşatıcı moleküllerin hidrofobik kısımlarını çekmektedir.

Silikonlar, selüloz ile çapraz bağlanma pozisyonundadır, bu şekilde eter grupları, selülozun birincil hidroksil gruplarına göre kendilerini hizalarlar.

Silikonlar, elyaf yüzeyinde az çok oluşturulmuş bir filmde birikir, böylece silikon filmin özelliklerini tahrip edebilecek boşluklar ortaya çıkmaz. Emprenye edilen kumaşların iyice temizlenmesi gerekir.

Bereck'e göre, silikon zincirinin yüksek moleküler esnekliği, düşük cam geçiş sıcaklıklarının (yaklaşık -100 °C) ve özel yumuşaklıklarının nedenidir [40]. Onlara göre, $OSi(CH_3)_2$ yapısının metil grupları, oksijen atomlarını dış temastan korur. Bu nedenle, polidimetilsiloksan ile işlenmiş liflerin yüzeyi çoğunlukla kutupsal ve hidrofobik değildir. Modifiye silikonların amino grupları ile selülozun hidroksil grupları veya yün, ipek ve poliamid liflerinin amino grupları arasında güçlü hidrojen bağları vardır. Bağlar, elyaf yüzeyinde eşit bir şekilde dağılmış bir film oluşturan, iyi bir su iticiliği ve çok yumuşak bir el hissi ile sonuçlanan silikon için bir tutturucu görevi görür. Yan grupların optimum içeriğiyle, çapa bölgeleri arasındaki polisiloksan segmentleri yüksek esnekliklerini koruyacak kadar uzundur. Bu, aminosilikonların polar lifler üzerindeki yüksek yumuşaklıklarını ve kayganlaştırıcı etkilerini açıklar.

Poliester gibi nispeten polar olmayan lifler söz konusu olduğunda, silikonun hidrofobik bölümleri hidrofobik lif yüzeyi ile güçlü bir şekilde etkileşime girer. Pozitif yüklü amino yan grupları birbirlerini iterler ve silikon zincir halkalarının esnekliğini artırır.

Polar olmayan liflerde işlem gören amino silikonun özellikle yumuşak elinin arkasındaki sebep budur. Kuaterner modifiyeli gruplar yüksek alkali ve kayma stabilitesi sağlar.

Bir silikon ürününün etkinliği, öncelikle polimer-elyaf etkileşiminin doğası ve büyüklüğü ile belirlenen, elyaf yüzeyindeki polimerin dağılımına ve yönüne bağlıdır.

İşlevsel grubun doğasına ek olarak, amin içeriği, viskozite veya zincir uzunluğu ve partikül boyutu yumuşama ve ıslanabilirliği etkileyebilir. Optimum amino grubu polyester için bir miktar daha yüksektir ve polyester/pamuk için saf pamuktan daha belirgindir. Poliesterin yüksek hidrofobik doğası nedeniyle, yumuşama, amino içeriğine pamuk durumunda olduğundan çok daha az bağlıdır. Viskozitede veya zincir uzunluğunda bir artışla, işlenen kumaşlar artan hidrofobik hale gelir ve daha iyi bir tutuş sağlayabilir. Reaktif silikonlar, zincir uzunluğuna ve sertleşme koşullarına bağlı olarak reaktif olmayan çeşitler içeren bir metil uç grubuna kıyasla daha yumuşak ve daha hidrofobik bir son verebilir. Muamele edilen kumaşlar, görünüşte yüzeydeki zincir uzaması nedeniyle, depolama sırasında giderek daha yumuşak ve pürüzsüz hale gelir, ayrıca daha hidrofobik hale gelir.

Polyester/pamuk karışımlarında (65:35) çoğu, hepsi olmasa da, aminosilikonların çoğu pamuk yüzeyinde bulunur ve polyester bileşeni neredeyse hiç silikon içermez. Floresan mikroskopi ve Enerji Dağılım X-ışını analizi, aminosilikonların pamuğa yayıldığını, ancak polyesterin içinde dağıldığını gösterdi [10].

Silikonlar, fiber-elyaf sürtünmesini büyük ölçüde azalttığı için, fiberlerin hareket kabiliyetinin artması nedeniyle aşınma direncini de büyük ölçüde geliştirebilirler. Mekanik enerjiyi emebilir ve dağıtabilirler ve yüksek lif sürtünmeli sert kumaşların aksine kolayca bükülebilirler. Aynı sebepten, boncuklanma oluşumunu artırma eğilimindedirler.

1.5. KATKI MADDELERİ

Günümüzde modern bir yumuşatıcı çok fonksiyonlu olmalıdır. Günümüzde uygulamada sadece yağ asidi amin kondensatlarına dayalı ürünler daha az bulunur. Yumuşak tutumun yanı sıra, günümüzde çok işlevli yumuşatıcılar, hidrofiliklik, dikilebilirlik, antistatik, yüzey yumuşatma, kesme gibi diğer bitirme hedeflerine sahip olmalıdır.

Çok işlevli yumuşatıcılar, klasik yağ asidi amin kondensatlarının yanı sıra başka katkı maddeleri de içerir. Doğru formülasyonu seçerek özellikler birçok alana genişletilebilir.

Jet boyama makinesinde uygulama için bir yumuşatıcı, yüksek pompa ve meme kesme kuvvetlerine dayanabilecek şekilde çekilmelidir. Fakat bundan daha fazlası, böyle bir ürünün ayrıca son derece yüksek bir emülsiyon stabilitesine sahip olması gerekir. Uygun bir köpük giderici sistem kullanım sırasında düşük köpük oluşumunu garanti edecektir. Oluşan köpük hızlı bir şekilde ayrıştırılmalıdır ve suyun yüzey gerilimini azaltan katkı maddeleri yardımcı olabilir. Ürün, toplam banyo bitkinliği ve iyi bir etki elde edilebilmesi için bitecek olan tekstil için iyi bir yakınlığa sahip olmaya devam etmelidir [2].

Ön muamele işlemlerinde doğal maddelerin uzaklaştırılmasının yanı sıra, uzun boyama süresi ve/veya bakımı kolay bitim işlemlerinin yanı sıra şiddetli kurutma/yoğuşma koşullarıyla birlikte liflerin kırılma hale gelmesi nedeniyle dikiş hasarları ve sertliği azalır, özellikle örme ürünlerde azalma olur. Yüksek hızlı endüstriyel dikiş makineleri, hareket kabiliyeti ve elastikiyetinde zaten çok kısıtlı olduğundan, elyafın hareket etmesi için neredeyse hiç zaman kalmaz. İkincisinde, iğnenin çarptığı örgü, gerçek çapından iğnenin çapına genişlemelidir [2].

Değişen tüketici talepleri yumuşatıcı son işlemine yönelik yeni taleplere yol açmaktadır. Piyasa, “süper yumuşak dalgayı” talep etti. Bu nedenle gelişme, yalnızca emülsifiye edilmiş yağ asidi kondansatlarını içermeyen, aynı zamanda ilgili özel katkı maddelerine sahip farklı silikonlar ve balmumları içeren yüksek sınıf, çok işlevli yumuşatıcılara doğru da gitti. Bu tür kombinasyonlar veya özel ürünler sadece belirgin bir şekilde daha iyi etkilere izin vermekle kalmaz, aynı zamanda yumuşatıcıların özellikleri bireysel ihtiyaç profilini karşılamak için özel olarak hazırlanabilir.

Günümüzde, yumuşak tutamağın optimizasyonu, modern ürünlerin kullanımıyla ulaşmak istediği tek hedef değildir. Yumuşaklığın yanı sıra, tüketicilerin faydasını artıran pürüzsüzlük ve hacimli özel özellikler giderek daha önemli bir rol oynamaktadır.

Antistatik, nem taşınımı, su ve toprak iticiliği, koku emici ve antibakteriyel etkiler ve cilt bakım özellikleri, modern terbiye ajanlarının bugün sunabileceği ek faydaların sadece birkaç örneğidir. Günümüzde, bu özel efektler sadece giyim tekstillerinde değil aynı zamanda teknik tekstillerde de giderek daha önemli bir rol oynamaktadır.

Tekstil yumuşatıcıları genellikle %10-50 aktif maddelerde sulu dispersiyonlar halinde

pazarlanmaktadır. Aktif ajanlara ek olarak, ticari yumuşatıcılar, teknik ihtiyaçları karşılamak için emülgatörler, dağıtıcılar ve köpük gidericiler içerebilir.

Geleneksel silikon yağları suda çözünmez. Ticari olarak, emülsiyonlar, 9 ila 15 arasında HLB değerlerine sahip yağlı alkol etoksilat emülsiyonlaştırıcıları ile yapılır. Düşük maliyetler ve iyi dağıtılabirlik nedeniyle, alkilfenoletoksilatlar Avrupa dışındaki ülkelerde de kullanılır, ancak ürün Ökotex100 standardını karşılamayabilir.

Pürüzsüzlük için kullanılan bazı katkı maddeleri şunlardır:

- 1) Yağ asidi esterleri (C16-C18).
- 2) Parafinler (C16-C18, en 35-75 °C).
- 3) Kısmen oksitlenmiş polietilenler (düşük yoğunluklu mp 100-120 °C ve yüksek yoğunluklu 120-140 °C yoğunluk tipleri).
- 4) Aminofonksiyonel silikonlar.

Spesifik fonksiyonel özelliklerin geliştirilmesi için diğer birkaç katkı maddesi:

- 1) Yıkanabilirlik, pürüzsüzlük-polietilen
- 2) Kulp ve köpük-silikon
- 3) Kulp ve hacim -silikon
- 4) Antistatik -quats, betaines

Kullanılabilirliklerini arttırmak için viskozite ayarı, parfümler, koruyucular, pH ayarlayıcıları vb. gibi ilave katkı maddeleri eklenir.

Yumuşatma tedavileri genellikle kolay bakım ve antistatik tedavilerle birleştirilir. Kural olarak, hidrofobik yumuşatıcılar ekstra bir yumuşaklık sağlarken hidrofilik yumuşatıcılar bir miktar dolgunluk sağlar. Florokarbonlarla birlikte, çoğu yumuşatıcı, yağ iticiliğini azaltır. Bazı iyonik, yüzey aktif ve silikon içermeyen yumuşatıcılar, su iticiler ile uyumlu değildir. Yumuşatıcılar ayrıca mükemmel elyaf kayganlaştırıcılar olduğundan, son katlar çoğu zaman zayıf kayma önleyici ve kayma özellikleri verir.

Yumuşatıcılar, aşağıdaki etken maddelerle karıştırıldığında sinerjistik sonuçlar elde edilir:

- 1) İşlevsel PDMS'ler / yağlayıcılar.
- 2) Modifiye edilmiş poliüretanlar.

3) Modifiye edilmiş poliakrilatlar.

4) Polietilenler.

Fonksiyonel PDMS'ler veya yağlayıcılar harmanlanır, burada yumuşatıcıların işlevselliği ilave parlaklık, ekstra gövde ve antistatik özellik verir. Modifiye edilmiş poliüretanlar, bir kulp değiştiricisi olarak eklenir. Kumaş elastikiyeti, elastik ve esnek bir filmin oluşumu ile çarpıcı bir şekilde geliştirilmektedir. Yeterli depolama stabilitesini sağlamak için bu ürünlerin reaktivitesi, gruplar bloke edilerek azalır. Engellenen gruplar, özel bir katalizör varlığında yüksek bir sıcaklıkta ayrılır. Böylece salınan reaktif izosiyanat grupları, elyaf yüzeyinde çok ince bir film oluşumuna neden olmaktadır.

Modifiye edilmiş akrilatlar boncuklanma eğilimini azaltır, böylelikle kaymaz yüzeyler ve ayrıca bağlayıcı maddeler görevi görür.

Kanalizasyon aşınma özelliğini ve kumaşın yırtılma mukavemetini arttırmak için yüksek yoğunluklu polietilenler silikon yumuşatıcılarla harmanlanır. Yumuşatıcıların kesme kuvvetlerinden (özellikle silikon yumuşatıcılarından) kopmalarını önlemek için aşağıdaki hususlara dikkat edilmelidir:

1) Zayıf asit pH aralığında (5-6) uygulayın.

2) Likör sıcaklığını emülsiyonlaştırma sisteminin bulanıklık noktası aşılmayacak şekilde seçin. Bununla birlikte, sentetik elyaflar için, banyo tükenmesi çoğu zaman emülsiyonun kontrollü bir şekilde kırılmasıyla elde edilir.

3) Yalnızca üretici tarafından kesme güçlerine kararlı olarak belirtilen ürünleri kullanın.

1.6. AKTİF MADDE İÇERİĞİ

Çeşitli nedenlerden dolayı yumuşatıcıların aktif madde içeriğini tahmin etmek gerekir. Katyonik yumuşatıcılardaki aktif madde, metilen mavisi yöntemiyle belirlenebilir. Damıtılmış suyla bir yumuşatıcı çözeltisi (örneğin 10 g/L) hazırlanır ve sodyum karbonat ile pH 8'e ayarlanır. Çözeltinin 10 mL'si 250 mL'lik bir durdurucu reaktif şişesine alınır ve 25 ml %0.003 metilen mavisi eklenir, ardından 0.2 ml sülfürik asit (konsantre), 5 g susuz sodyum sülfat ve 15 ml kloroform eklenir. Hafifçe çalkalandıktan sonra karışım bir süre bekletilir. Tabakalar ayrıldıktan sonra mavi renkli olan üst tabaka daha sonra %0.1'lik bir anyonik deterjan tozu çözeltisine (yaklaşık %40 kuvvet) karşı

titre edilir. Bitiş noktasında, her iki katman da aynı renk yoğunluğuna sahiptir [41].

İyonik olmayan yumuşatıcılardaki aktif içerik (EO veya polietilen glikol kondensatlara dayanarak), fosfomolibdik asit metodu veya amonyum kobaltotiyosiyanat metodu ile belirlenebilir. Daha sonraki yöntemde, numunenin 1-2 g'ı tartılır ve suda eritilir ve 250 ml'ye kadar bu çözeltiden yapılır, 50 ml ayırma hunisine aktarılır ve 20 ml kobaltotiyosiyanat reaktif ile muamele edilir (30 g kobalt çözülerek hazırlanır) seyreltik HCl (0,1 N) ile nötrleştirildikten sonra nitrat ve 1 g suda 200 g amonyum tiyosiyanat). Bu şekilde oluşturulan renkli kompleks 20 ml diklorometan ile ekstrakte edilir ve renk yoğunluğu bir spektrofometrede 600 nm'de ölçülür. İyonik olmayan madde miktarı daha sonra standart bir iyonik olmayan ürün kullanılarak önceden çizilmiş bir kalibrasyon eğrisinden hesaplanır.

Polietilen emülsiyon yumuşatıcılarındaki aktif madde, emülsiyonun parçalanması ve polietilenin eter ile özütlenmesiyle belirlenebilir. Bu yöntemde 5 mL'lik bir numune 100 ml'lik bir beherde 60 °C'ye ısıtılır ve 15 ml %10 alum çözeltisi, ardından 25 ml su eklenir. İçerik, emülsiyon tamamen parçalanana kadar kaynatılır. Daha sonra soğutulur, ayırma hunisinde eter ile ekstre edilir ve eter buharlaştırıldıktan ve kurutulduktan sonra polietilen miktarı belirlenir.

Silikon emülsiyonundaki aktif madde, genel tuz, 1:4 dioksan kullanan yağ muhtevası metodu veya silika muhtevası metodu ile belirlenebilir. Yaygın tuz kullanan yağ muhtevasında, temiz, kuru 100 mL durdurucu bir ölçüm silindirinde 20 ml silikon emülsiyonu alınır ve yaklaşık 2 dakika boyunca 20 ml %30 ortak tuzla çalkalanır. Silindir daha sonra, kapağı gevşettikten sonra yaklaşık 30 dakika kaynar bir su banyosuna yerleştirilir. Tuzlama etkisinden dolayı, üç farklı katman ortaya çıkacaktır; yani, altta %30 ortak tuz katmanı (hafif puslu), su katmanının üzerinde bir emülsiyon yapıcı katman (kalın beyazımsı artık) ve en üst katmanı oluşturan berrak bir silikon yağdır. Silikon yağının hacmi okunur ve silikon yağı yoğunluğundan (0.97-0.98 g/ml), silikon içeriği (ağırlıkça) hesaplanır. 1:4 dioksan yönteminde, belirleme yukarıda açıklandığı gibi 100 ml'lik bir silindir içinde 20 ml silikon emülsiyonu ve 20 ml 1:4 dioksan alınarak soğukta gerçekleştirilir ve tamamıyla 1-2 saat bekletilir silikon yağının ayrılması. Silikon içeriği, yukarıdaki gibi yağ hacminden hesaplanır.

Silis içeriğinin belirlenmesi, ürünün yağ içeriği yöntemine kıyasla tam saflığını verir. Silika içeriği, ıslak kütleme prosedürü ile belirlenebilir [42]. Bu yöntemde, silikon

emülsiyonunun %0.5-1.0'ı 500 ml'lik bir beherde alınır ve bir fuming kabini içindeki sıcak bir plaka üzerinde 30 ml konsantre sülfürik asit ve 30 mL konsantre hidroklorik asit (bölümlere ilave edilir) ile muamele edilir. Organik maddeleri silikonda yok edin. Asit kuruyana kadar buharlaştırılmış ve çökeltilmiş silika 1-2 ml kons. İçeren 100-150 ml su içinde dağıtılmıştır. Hidroklorik asit ve 10 dakika kaynatılır, 40 nolu filtre kağıdı, asit içermeyene kadar yıkanmış, kurutulmuş ve nihayet 800 °C'de bir kül fırını içinde silika içeriği elde etmek için yaklaşık 30 dakika boyunca küllenmiştir.

1.7. YUMUŞAKLIK ÖLÇÜMÜ

Kumaş eli, beynimize toplam değer olarak entegre edilen dokunma duyusuna tepki olarak değerlendirilen bir kumaşın tahmini kalitesidir. Duyusal algının çeşitli bileşenleri arasında tekstil numunesinin pürüzsüzlüğü, sıkıştırılabilirliği ve esnekliği yer almaktadır. Renk algısı gibi, dokunuş da öznel bir duygudur ve nesnel değerlendirme yöntemlerini bulmak için çok çaba sarf edilmiştir. Amerikan Tekstil Kimyacılar ve Renkçiler Birliği, öznel el değerlendirmesi için kılavuzlar yayınladı [43].

AATCC değerlendirme yönteminde aşağıdaki talimatlara uyulmalıdır:

- 1) Değerlendiriciye, değerlendirilecek elin belirli unsurları, kullanılacak derecelendirme ölçeği, puanlanan ya da karşılaştırılan örneklerin ve örneklerin sayısı, sunum sırasına ilişkin talimatlar verecek bir kolaylaştırıcı yardımcı olacaktır. derecelendirme süresioturum, vb.
- 2) Değerlendirici, değerlendirme sırasında numuneyi görebilir veya görmeyebilir.
- 3) Kolaylaştırıcı, numuneyi doğru hizalamalı pürüzsüz, metalik olmayan bir yüzeye yerleştirmek ve yüzey en üst olarak değerlendirilmelidir.
- 4) Termal eleman (yani ılık/soğuk) değerlendirilecekse, değerlendirici ilk önce kumaş yüzeyine parmak uçlarıyla temas ederek değerlendirir.
- 5) Halen düz bir yüzeyde dururken, örnek bir elinizle tutulmalı ve diğer elinizle vurulmalı veya dokunulmalıdır.
- 6) Değerlendirici daha sonra numuneye elin parmakları ve avuç içi ile hafifçe bastırarak dokunmalıdır.
- 7) Değerlendirici daha sonra numuneyi almak ve başparmağınız ve parmak uçları arasında ovalamak içindir.

8) Değerlendirici daha sonra bir yumruk yaparak numuneyi başparmak, parmaklar ve avuç içi arasında hafifçe sıkmak olacaktır.

9) Eğer gerilme kolaylığı değerlendirilirse, numune, eller arasında en az 9.0 cm (3.5 inç) ve en fazla 25 cm (10 inç) kumaş olacak şekilde tutulmalıdır. Dirsek gövdeye yakınken, numuneyi uzatmanın kolaylığına dikkat ederek eller birbirinden ayrılmalıdır. Örnek boyuna, enine ve çapraz olarak uzatılmalıdır.

10) Elastikiyet veya sıkmadan kaynaklanan iyileşme değerlendirilecekse, değerlendiricinin numuneye bakması gerekir. Numune bir yumrukta sıkıca sıkılmalı ve daha sonra hızlı bir şekilde bırakılmalıdır (5 saniyeden az).

11) Örnekler çiftler veya kümeler halinde karşılaştırılabilir ve değerlendirilecek elin kurucu unsurlarındaki farklılıkların yönü ve büyüklüğü açısından değerlendirilebilir. Örnek referans standardına göre derecelendirilmiş olabilir veya uç noktalara rasgele sayısal değerler atayarak, ilgilenilen bir özellik için iki uç tespit edilebilir. Örnek “en (kaba)”, “en azından (kaba)” veya “orta derecede (kaba)” olarak değerlendirilebilir. Sıralama örneği, artan örnek sayısı ile zor olabilir. El unsurundaki değişimin tanımlanması için algı ölçeği aşağıdaki gibi olabilir: 1=hayır, 2=hafif, 3=orta ve 4=aşırı fark algılanan.

12) Değerlendirme 5 gün içinde aynı kişi tarafından tekrarlanmalıdır.

13) Herkes kendi baskın eline sahip olduğundan, tüm değerlendirmeler aynı el ile yapılmalıdır.

El unsurlarını oluşturan fiziksel özellikler şu şekildedir:

1) Sıkıştırma - sert, ince, kalın, yaylı, dolgunluk, hacimli, sağlam, yumuşak, canlı, yüce, esnek.

2) Bükme - sert, esnek, gevrek, yumuşak, yumuşak, canlı, yaylı, tahta gibi.

3) Kırpma - esnek, yapışmış, sıkı, gevşek, sağlam, esnek, elastik, esnek.

4) Yüzey - kaba, pürüzlü, kaygan, sert, pürüzsüz, bulanık, yumuşak, cızırtılı, kaygan, mumsu, bez, yağlı, raspy, sıcak, serin.

Kalite kontrol işlerinde, bazen farklı el değerlerine sahip tek veya bir dizi referans standardı kullanılır. Standart set, aynı yumuşatıcıyı artan konsantrasyonlarda uygulayarak değerlendirilen kumaşla (test numunesi) üretilir. Sadece bükme özelliği

(bükülmez sertlik) konsol yöntemiyle değerlendirilebilir [12].

Eğilme sertliği,

$$G = (1/8) \times W \times L \quad (1.7)$$

W, kumaşın g/cm² cinsinden ağırlığı ve L, cm cinsinden ortalama sarkmış numunenin uzunluğudur.

1.8. DİKİLEBİLİRLİĞE ETKİSİ

Hurt ve Tyler, kumaşlara uygulanan terbiye işlemlerinin sürtünme özelliklerini değiştirmesi gerektiğini ve bu nedenle iğnenin girmesi ve dikiş hasarı üzerinde bir etkisi olduğunu belirtmişlerdir [44]. İlk olarak, iğne penetrasyon kuvvetleri bir kayganlaştırıcı veya yumuşatıcı kullanılmasından kritik olarak etkilenir. İkincisi ve en önemlisi, daha yüksek penetrasyon kuvveti sergileyen kumaşlar da dikiş hasarı sergileyen kumaşlardır [45]. Dokuma kumaşlarda iğne penetrasyon kuvveti için matematiksel bir model sunmuştur [46],[12]. Mallet ve Du, kumaşlardaki penetrasyon kuvvetlerini tahmin etmek için sonlu eleman modelleme tekniklerini kullandı [47]. Farklı yumuşatıcı formülasyon analizinin maliyet / yararından çıkarılabilecek ana sonuç, kullanılan silikon ve polietilen bazlı yumuşatıcıların kombinasyonunun en ilginç maliyet / performans davranışını arttırdığı yönündedir. Aslında, tüm ürünlerin en düşük penetrasyon kuvvetlerini çok düşük bir fiyat seviyesinde üretti. Kalan davaların hiçbiri böyle iyi bir sonuç vermedi. Bu çok ilginç bir sonuçtur ve bunun altında yatan sebepler daha fazla çalışılmalıdır. Bir başka önemli sonuç, farklı yumuşatıcıların kanalizasyon üzerindeki etkisinin önemli ölçüde değiştiği ve yüksek maliyetin mutlaka daha iyi etkinliği yansıtmayacağıdır. İlişkili parametrelerin kantitatif değerlendirmesi için spesifik cihazların kullanılması, bu nedenle kumaş imalatçıları için büyük ilgi görmektedir.

1.9. TÜYLENMEYE ETKİSİ

Kabarma, kumaş yüzeyinde duran elyaf topları veya tüylenmeleri oluşturmak için aşınma, yıkama, kuru temizleme veya test sırasında elyafların kumaş yüzeyine dolanmasıdır. Haplar, ışığın içinden geçmeyeceği bir yoğunluğa sahiptir ve bir gölge yaratırlar. Boncuklanma iki olaydan oluşan dinamik bir süreçtir:

1) Fuzzing — liflerin kumaş yüzeyinden dışarı taşması

2) Hap oluşumu — oluşturulmuş nepslerin aynı yüzeyde kalması

Kumaşların toplanması, kumaş yüzeyinin görünümünü bozan, kumaşın yıpranmasına neden olan ve servis kolaylığı azaltan her zaman büyük bir endişe kaynağı olmuştur. Boncuklanma problemi polyester gibi sentetik liflerin ortaya çıkmasıyla daha da ciddi bir hal aldı, özellikle de bu lifler bir karışım halinde mevcutsa, bir miktar düşük çekme mukavemeti olan bir lifle.

Kumaş tipi ayrıca boncuklanma performansında önemli bir etkiye sahiptir. Örme kumaş, gevşek yapısından dolayı dokunmuş kumaşa kıyasla daha fazla hap üretme eğilimindedir, bu da elyafın daha kolay göç etmesini sağlar. İnce başına daha fazla sayıda uç ve ince başına picks olan sıkıca dokunmuş bir kumaş yapısı, gevşek biçimde dokunmuş bir kumaştan daha düşük bir boncuklanma eğilimine sahiptir.

Polyester/pamuklu kumaşlarda boncuklanmaya neden olan koşulların analizi, oluşumunun daima bir dizi faktör tarafından desteklendiğini göstermektedir. Bileşen liflerinin uzunluğu ve inceliği gibi lif özellikleri, kumaşların boncuklanma eğilimini önemli ölçüde etkiler. Boncuklanmayı teşvik eden iplik faktörleri:

1) Düşük büküm

2) Kıllı ve hacimli iplikler

3) Tek iplik

4) Yüksek oranda polyester bileşen

Mümkün olan her yerde, maksimum kenetlenmiş örgüler bir avantaj olarak kullanılabilir. Uzun şamandıralar, daha uzun elyaf uzunluklarını aşındırıcıya maruz bırakır ve boncuklanma eğilimini artırır.

Teke yakma, ısınma ve kırpma, boncuklanma eğilimini önemli ölçüde azaltır ve hapları kontrol etmenin en etkili yoludur. Dokuma tipi ayrıca dokuma kumaşların boncuklanma eğilimini belirlemek için önemli bir faktördür. Dime dokumaların düz dokumalara göre daha fazla haplanma eğiliminde olduğu bulunmuştur.

Yumuşatıcıların seçimi çok önemlidir, çünkü kumaşın tüylenme performansı, kumaş tutacağı ile birlikte müşterilerin en önemli gereksinimlerinden biridir. Bu çalışmada, elyaf-elyaf sürtünmesini azaltan bazı yumuşatıcıların varlığı sonucuna varılmıştır.

iyonik olmayan organo-modifiye silikon mikro emülsiyonları ve aminofonksiyonel polisiloksanlar gibi iç yağlama ile kumaş boncuklanma performansında bir düşüş meydana gelir. Ayrıca, polyester/viskoz karışimli kumaşlar söz konusu olduğunda, sanforising işlemi de boncuklanma eğiliminde bir artışa neden olur [48].

1.10. GELECEK TRENDLER

Yumuşatıcılar en önemli terbiye maddesidir. Bununla birlikte, çeşitli psikofiziksel duyuların bir birleşimi olduğu için yumuşaklığı değerlendirmek ve çoğaltmak gerçek bir zorluktur. Yumuşaklık gereksinimi çok yönlüdür, dolayısıyla çeşitli iyonik doğalara, yani modağa uygun anyonik, katyonik, amfoterik ve iyonik olmayan birçok yumuşatıcı vardır. Talep gittikçe artmakta, ancak çevre dostu olması ve biyolojik olarak parçalanabilirliği ile sınırlandırılmaktadır.

Çok yönlü özelliklere sahip çeşitli silikon türevleri yumuşatma işlemlerinde önemli bir rol oynar; Aminosilikonlar, tekstillere zarif bir tutuş sağladıklarından en popüler olanlardır. Bununla birlikte, bitmiş kumaş yüksek sıcaklığa maruz kaldığında sararma eğilimindedir. Aminosilikonların ısıyla birleştirilmesi, amino yan zincirlerinin yapısına, amino içeriğine ve sertleşme sıcaklığına ve süresine bağlıdır. Sorun, işlemcilerin artık formaldehit miktarını en aza indirmek için kırışıklığa dayanıklı bir yüzey sırasındaki sertleştirme sıcaklığını arttırmalarıyla, 1980'lerin ortalarında önem kazandı. Sararmayı en aza indirmek veya önlemek için, birkaç alternatif yapı değerlendirildi.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. KULLANILAN KİMYASALLAR

2.1.1. Ruisoft RJ-8016B

Ruisil firmasından tedarik edilmiştir. Satın alındığı gibi kullanılmıştır. Polieter fonksiyonel grupları ve diğer geleneksel kimyasal maddeler içeren doğrusal bir blok silikon kopolimeridir.

2.1.2. Bütil Karbitol

Pulcra-Chemicals firmasından tedarik edilmiştir. Satın alındığı gibi kullanılmıştır. Bir tür glükol eterdir, tatlı, eter benzeri bir kokuya sahip renksiz bir sıvıdır. Aynı zamanda, etilen glükol monobütil eterin daha yavaş buharlaşan bir analogu olarak kabul edilebilir.

2.1.3. Asetik Asit

Merck firmasından tedarik edilmiştir. Satın alındığı gibi kullanılmıştır. pH ayarlaması için kullanılmıştır.

2.1.4. Tridesil Alkol 6 EO Etoksilat

Kalekimya firmasından tedarik edilmiştir. Alındığı gibi kullanılmıştır. Emülsifikasyon işleminde emülgatör olarak kullanılmıştır.

2.1.5. Tridesil alkol 12 EO Etoksilat

Kale kimya firmasından tedarik edilmiştir. Satın alındığı gibi kullanılmıştır. Emülsifikasyon işleminde emülgatör olarak kullanılmıştır.

2.1.6. C12-C14 Alkol Polietilen Gilikol Eter

Kale kimya firmasından tedarik edilmiştir. Alındığı gibi kullanılmıştır. Yağ alma gücü yüksek noniyonik yüzey aktif maddedir. Emülsifikasyon işleminde emülgatör olarak kullanılmıştır.

2.1.7. C12-13 Pareth-9

Kale kimya firmasından tedarik edilmiştir. Alındığı gibi kullanılmıştır. Çözücü etkili yüzey aktif maddedir. Genellikle parfüm ve diğer yağların su içeren kozmetik

formülasyonlarında çözülmesi için kullanılan bir emülgatördür. Emülsifikasyon işleminde emülgatör olarak kullanılmıştır.

2.1.8. Laureth-7

Kale kimya firmasından tedarik edilmiştir. Alındığı gibi kullanılmıştır. Yün yıkama işleminde deterjanlı ürün olarak, deri muamelelerinde yağ giderici olarak, tarım kimyasında ve tarım uygulamalarında emülgatör olarak kullanılabilir. Metal işlemede kullanılan en yaygın yağlama yağlarıyla, iyi dispersiyon ve emülsiyonlaşma özellikleri gösterir. Emülsifikasyon işleminde emülgatör olarak kullanılmıştır.

2.2. KULLANILAN CİHAZLAR

2.2.1. Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FT-IR)

Moleküllerdeki çeşitli bağların titreşim frekanslarını ölçer ve moleküldeki fonksiyonel gruplar hakkında bilgi verir. Bu çalışmada Bruker-Alpha FT-IR spektrometresi kullanılmıştır.



Şekil 2.1. Bruker - Alpha FT-IR spektrometresi.

2.2.2. Hassas Terazî

Testlerde kullanılan maddelerin ağırlık ölçümlerinde kullanılmıştır. Bu çalışmada precisa marka CH-Dietikon model hassas terazî kullanılmıştır.



Şekil 2.2. Precisa hassas terazi.

2.2.3. Kuru Madde Tayin Cihazı

Toplam kuru madde miktarını analiz etmek için kullanılmaktadır. Bu çalışmada Denver Instruments IR 35 kuru madde cihazı kullanılmıştır.



Şekil 2.3. Kuru madde tayin cihazı.

2.2.4. Vizkozite Ölçüm Cihazı

Bitmiş ürünlerin vizkozite değerinin ölçülerinde kullanılmıştır. Bu çalışmada Brookfield-DV-E vizkozimetresi kullanılmıştır.

2.2.5. pH Metre

Bitmiş ürünlerin pH değerinin ölçümlerinde kullanılmıştır. Bu çalışmada Hanna HI 83141 Ph metre cihazı kullanılmıştır.



Şekil 2.4. Ph metre.

2.2.6. Magnetik Karıştırıcı

Velp marka magnetik karıştırıcılar kullanılmıştır.

2.3. DENEYSEL YÖNTEM

Bu çalışmada, su ile silikon yağının emülsifikasyonu amaçlanmıştır. Başlangıçta, belli miktarda silikon yağı bir behere alındı. Ana emülgatör eklendi ve yaklaşık 5 dakika boyunca karıştırıldı. İkinci emülgatör de ilave edilerek yaklaşık 5 dakika daha karıştırıldı. Karışımın üzerine bütül karbitol ilave edilerek yaklaşık 2 dakika daha karıştırıldı. Son olarak su, yavaş yavaş (3-4 damlada bir karıştırılarak) ilave edildi. Burada suyun 3-4 damlada bir ilave edildikten sonra karıştırılarak beklenmesinin nedeni, eğer su ilavesi hızlı bir şekilde yapılırsa topaklanma meydana gelip emülsifikasyon engellenmektedir. Su ilavesine başlandığı ortamda beyaz süt görümlü bir karışım oluşmaktadır. Fakat su miktarı arttıkça süt rengi açılmakta ve nihayetinde ürün berrak bir hal almaktadır. Son olarak asetik asit ilave edilerek istenen ph değerinde ürün elde edilmesi amaçlanmıştır.

Bu çalışma oda sıcaklığında gerçekleştirilmiştir. Daha yüksek sıcaklıklarda yapılan çalışmalarda berrak bir ürün elde edilememiştir. Karıştırıcı hızı 30 rpm dir. Daha yüksek hızlarda topaklanma oluşumu daha hızlı gerçekleşmiştir. Ürün elde edildikten sonra

testleri yapılmıştır.

2.3.1. pH Analizi

Elde edilen üründen bir behere 250 ml alınır ve pH probu behere daldırılarak ekrandaki pH değeri okunur. Bu emülsifikasyon işleminde pH değeri 5-7 aralında olması amaçlanmıştır.

2.3.2. FT-IR analizi

Bir damlalık yardımı ile alınan numune cihazın kristal kısmına bir damla damlatılıp cihaza okutulmuştur. FT-IR analizi, referans ürün ile elde edilen ürün deki fonksiyonel grupları karşılaştırarak benzerliklerini % olarak verir. Referans ürün olarak endüstride kullanılan silikon yumuşatıcı spektrumları dikkate alınmıştır. FT-IR analizi sonuçlarında en az %98 uyumluluk hedef alınmıştır.

2.3.3. Vizkozite Ölçüm Analizi

Vizkozite ölçümünde 250 ml lik bir behere 250 ml ürün alınır ve 60 rpm de analiz yapılır. Çalışmada 3 numaralı uç kullanılmıştır. Analiz sonucunda vizkozite değeri en fazla 2000 cP olan bir emülsifikasyon ürünü elde edilmesi amaçlanmıştır.

2.3.4. Toplam Kuru Madde Tayini

Bir damlalık yardımı ile alınan üründen 5-6 damla alüminyum kaba damlatılır ve kap cihaza yerleştirilir. Cihazın kapağı kapatılır ve 5 dakika boyunca test gerçekleştirilir. Analiz sonucunda toplam kuru madde miktarı %45-50 aralığında olan ürün elde edilmesi amaçlanmıştır.

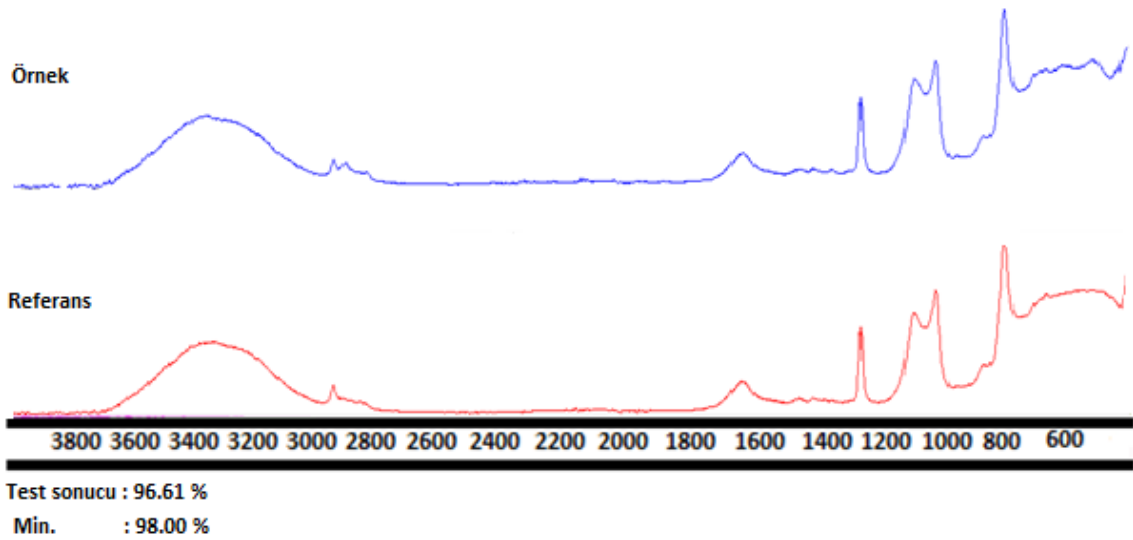
3. BULGULAR VE TARTIŞMA

3.1. TRİDESİL ALKOL 6EO ETOKSİLAT İLE EMÜLSİFİKASYON

Emülgatör olarak tridesil alkol 6EO etoksilat kullanılarak deneyler yapıldı. İlk çalışmalarda silikon yağı üzerine tridesil alkol 6EO etoksilat ilave edildi ve karıştırma işleminden sonra yavaşça su ilave edildi. Elde edilen çözeltinin FT-IR analizi yapıldı ve sonuç %96.61 olarak okundu. Bu sonuç referans ürün ile istenilen oranda örtüşmemektedir. Referans ürün ile elde edilen sonucun minimum %98 oranında örtüşmesi amaçlanmaktadır. Diğer bir analiz yöntemi olan ürünün görünümü berraktır. Bu durum istenilen bir sonuçtur. Yaptığımız çalışma bir mikroemülsiyon çalışması olduğu için ürün görünümü berrak olmalıdır. Vizkozite analizi sonucunda 14500 cP değeri elde edilmiştir. Bu vizkozite sonucu vizkozite değeri maksimum 2000 cP olan referans ürüne karşı çok yüksek bir değerdir. Bu nedenle vizkozite analizi olarakda ürün uygun değildir. pH analizi sonucunda pH değeri 5,30 olarak okunmuştur. Ürün pH analiz sonucu referans ürün pH'ı ile yakın değerdir. Toplam kuru madde analizi sonucunda 46,71 olarak okunmuştur. Toplam kuru madde sonucu %45-50 aralığında olması gerektiği için bu analiz sonucu uygundur. Tüm bu analizler sonucunda FT-IR ve vizkozite değerleri amaçlanan değerlerin dışında kaldığı için bu çalışmamız amaçladığımız ürün özelliklerini karşılamamaktadır.

Çizelge 3.1. Tridesil Alkol 6EO Etoksilat emülsifikasyonu ile elde edilen ürün-kabul kriterleri karşılaştırma tablosu.

	Görüntü	FT-IR	Vizkozite	pH	Toplam kuru madde
Kabul kriter aralıkları	Berrak	Min. %98	Max. 2000 cP	4-6	% 45-50
Tridecyl Alcohol 6EO Etoxylated (AEO-6)	Berrak	%96,61	14500 cP	5,3	%46,71
Uygunluk	Uygun	Uygun değil	Uygun değil	Uygun	Uygun



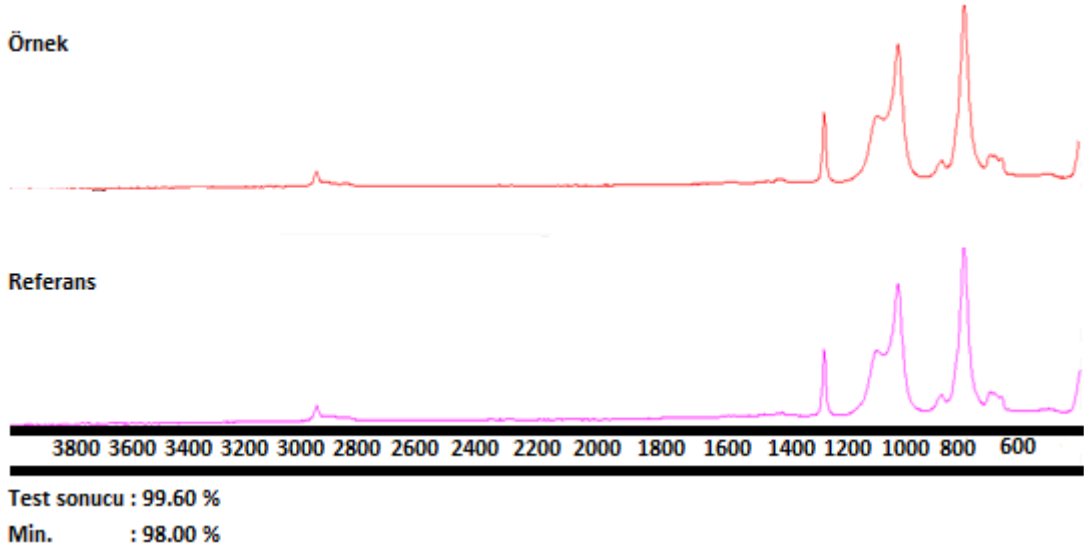
Şekil 3.1. Tridesil Alkol 6EO Etoksilat kullanılarak elde edilen silikon yumuşatıcı FTIR analiz sonucu.

3.2. TRİDESİL ALKOL 6EO ETOKSİLAT VE TRİDESİL ALKOL 12EO ETOKSİLAT İLE EMÜLSİFİKASYON

İkinci deneme de emülgatör dışındaki tüm hammaddeler ve oranlar sabit tutulmuştur. Sabit tutmanın amacı elde edilen berrak ürün sonucunda diğer hammaddeler için uygun oranların tespit edilmiş olması olup sonrasında en uygun emülgatörün tespit edilmesi amaçlanmıştır. Emülgatörlerden Tridesil Alkol 6EO Etoksilat ile birlikte Tridesil Alkol 12EO Etoksilat kullanılmıştır. Emülgatörlerden Tridesil Alkol 6EO Etoksilat ana emülgatör ve Tridesil Alkol 12EO Etoksilat yardımcı emülgatör olarak kullanılmıştır. Bu iki emülgatörün kullanılarak elde edilen ürün FT-IR analiz sonucu %99.60 olarak ölçülmüştür. Bu değer min. değerinde olduğu için FT-IR analizi sonucu uygundur. Ürün berrak bir görüntüye sahiptir. Mikroemülsiyon ürünlerinin berrak bir görüntüye sahip olması gerektiği için ürün görünümü uygundur. Vizkozite analizi sonucunda vizkozite değeri 1777 cP ölçülmüştür. Bu değer referans ürün vizkozite değeri ile uyumludur. Butil karbitol kullanılarak ürün vizkozitesi 2000 cP altına düşürülmüştür. pH değeri 5,21 olarak ölçülmüştür ve bu değer amaçlanan pH değeri aralığındadır. Toplam kuru madde miktarı %46,33 olarak ölçülmüştür. Bu değer referans ürün ile uygun değerdedir.

Çizelge 3.2. Tridesil Alkol 6EO Etoksilat ve Tridesil Alkol 12EO Etoksilat emülsifikasyonu ile elde edilen ürün-kabul kriterleri karşılaştırma tablosu.

	Görüntü	FT-IR	Vizkozite	pH	Toplam kuru madde
Kabul kriter aralıkları	Berrak	Min. %98	Max. 2000 cP	4-6	%45-50
Tridecyl Alcohol 6EO Etoxylated + Tridecyl Alcohol 12EO Etoxylated	Berrak	%99,60	1777 cP	5,21	%46,33
Uygunluk	Uygun	Uygun	Uygun	Uygun	Uygun



Şekil 3.2. Tridesil alkol 6EO etoksilat ve Tridesil alkol 12EO etoksilat kullanılarak elde edilen silikon yumuşatıcı FTIR analiz sonucu.

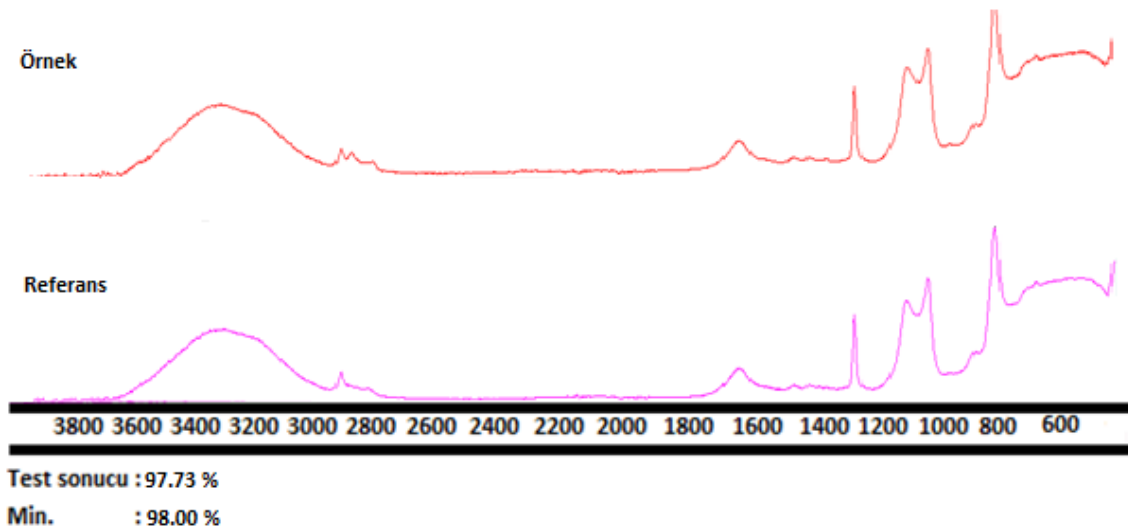
3.3. C12-C14 ALKOL POLİETİLEN GLİKOL ETER İLE EMÜLSİFİKASYON

Emülsifikasyon çalışması için uygun oranlar belirlendikten sonra farklı emülgatörler ile denemeler yapılarak elde edilen emülsifikasyon ürünün uygunluğu araştırılmıştır. Bu denemede C12-C14 Alkol polietilen glikol eter emülgatörü kullanılmıştır. Bu üründe FT-IR değeri %97,73 ölçüldü. Ölçülen değer hedeflenen minimum %98 değerinin altında kaldığı için elde edilen ürün FT-IR analizi anlamında uygun değildir. Elde edilen ürün soluk beyaz bir görünüme sahiptir. Bu çalışma bir mikroemülsiyon çalışması olduğu

için ürün görünümü berrak olmalıdır. Bu doğrultuda elde edilen ürün görünüş olarak uygun değildir. Vizkozite 2154 cP olarak ölçülmüştür. Elde etmek istediğimiz ürün vizkozitesi 2000 cP altında olması gerektiği için elde edilen ürün uygun değildir. Elde edilen ürünün pH ı 5,3 olarak ölçülmüştür. Bu değer elde edilmek istenen ürün için uygun bir değerdir. Toplam kuru madde miktarı %47,01 olarak ölçülmüştür. Bu değer referans ürün ile uygun değerdedir. Tüm bu analizler sonucunda FT-IR, görünüş ve vizkozite değerleri istenilen değerlerin dışında olmasından dolayı ürün uygun değildir.

Çizelge 3.3. C12-C14 Alkol polietilen glikol eter emülsifikasyonu ile elde edilen ürün-kabul kriterleri karşılaştırma tablosu.

	Görüntü	FT-IR	Vizkozite	pH	Toplam kuru madde
Kabul kriter aralıkları	Berrak	Min. %98	Max. 2000 cP	4-6	%45-50
C12-C14 Alkol polyethylene glycol ether	Soluk beyaz	%97,73	2154 cP	5,3	%47,01
Uygunluk	Uygun değil	Uygun değil	Uygun değil	Uygun	Uygun



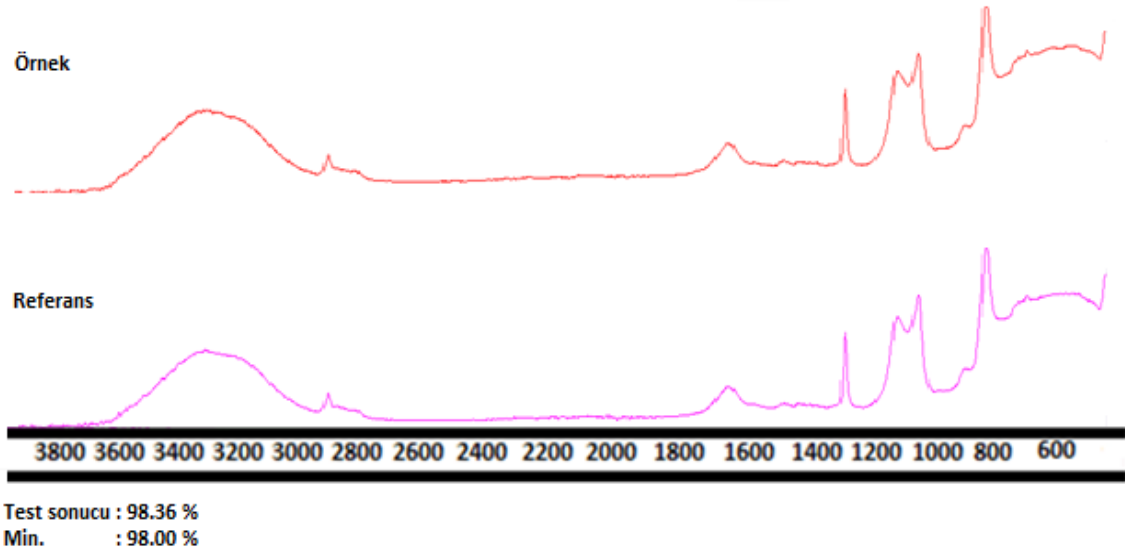
Şekil 3.3. C12-C14 Alkol polietilen glikol eter kullanılarak elde edilen silikon yumuşatıcı FTIR analiz sonucu.

3.4. C12-13 PARETH-9 İLE EMÜLSİFİKASYON

Bu denemede C12-13 Pareth-9 emülgatörü kullanılmıştır. Bu ürün için ölçülen FT-IR değeri %98,36 dır. Bu sonuç belirlenen minimum değerden yüksek olduğu için ürünün FT-IR analiz sonucu uygundur. Ürün görünümü berraktır. Bu çalışma mikroemülsiyon yöntemi ile gerçekleştirildiği için görünüş olarak uygundur. Ürün vizkozitesi 2055 cP olarak ölçülmüştür. Bu değer maximum değerinde bir değer olduğu için vizkozite analizi uygun değildir. Toplam katı madde miktarı % 48,29 ölçülmüştür. Bu değer belirlenen kriter aralığında olduğu için bu ürünün toplam katı madde miktarı uygundur. Ürün pH ı 5,07 olarak ölçülmüştür. Bu değer belirlenen kriter aralığında olduğu için ürün pH ı uygundur. Yapılan analizler sonucunda ürün vizkozitesi istenilen aralıklarda olmadığı için ürün uygun değildir.

Çizelge 3.4. C12-13 Pareth-9 emülsifikasyonu ile elde edilen ürün-kabul kriterleri karşılaştırma tablosu.

	Görüntü	FT-IR	Vizkozite	pH	Toplam kuru madde
Kabul kriter aralıkları	Berrak	Min. %98	Max. 2000 cP	4-6	%45-50
C12-13 Pareth-9	Berrak	%98,36	2055 cP	5,07	%48,29
Uygunluk	Uygun	Uygun	Uygun değil	Uygun	Uygun



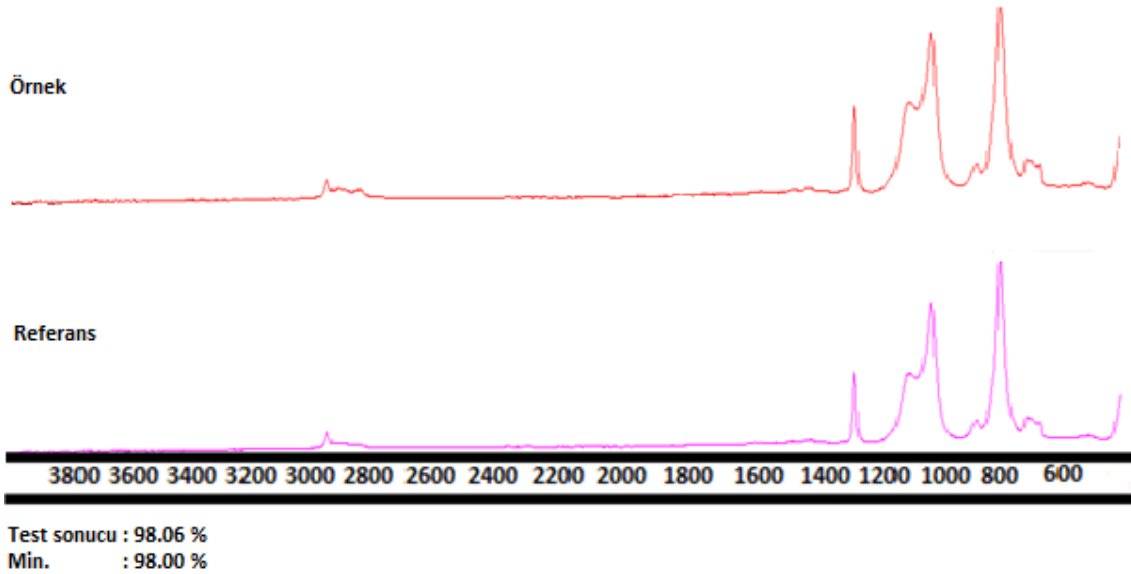
Şekil 3.4. C12-13 Pareth-9 kullanılarak elde edilen silikon yumuşatıcı FTIR analiz sonucu.

3.5. C12-C14 ALKOL POLİETİLEN GLİKOL ETER VE C12-13 PARETH-9 İLE EMÜLSİFİKASYON

Bu denemede C12-C14 Alkol polietilen glikol eter ve C12-13 Pareth-9 emülgatörleri kullanılmıştır. Emülgatörler kullanılır iken ilk olarak C12-C14 Alkol polietilen glikol eter ve sonrasında C12-13 Pareth-9 ilave edilmiştir. Emülgatörler ayrı ayrı ve ardışık sırada eklenmiştir. Bu ürün için FT-IR değeri %98.36 ölçülmüştür. Bu sonuç belirlenen minimum değerden yüksek olduğu için ürünün FT-IR analiz sonucu uygundur. Berrak görünümde bir ürün elde edilmiştir. Bu çalışma mikroemülsiyon yöntemi ile gerçekleştirildiği için görünüş olarak uygundur. Ürün vizkozitesi 2355 cP olarak ölçülmüştür. Bu sonuç belirlenen maksimum değer üzerinde olduğu için vizkozite değeri uygun değildir. Toplam katı madde miktarı %44,23 olarak ölçülmüştür. Bu sonuç belirlenen aralık değerinin dışında olduğu için toplam katı madde analiz sonucu uygun değildir. Ürün pH'ı 5,05 ölçülmüştür. Bu sonuç belirlenen pH aralığında olduğu için pH değeri uygundur. Yapılan analizler sonucunda ürün vizkozite ve toplam katı madde miktarı belirlenen değerlerin dışında olduğu için ürün uygun değildir.

Çizelge 3.5. C12-C14 Alkol polietilen glikol eter ve C12-13 Pareth-9 ile elde edilen ürün-kabul kriterleri karşılaştırma tablosu.

	Görüntü	FT-IR	Vizkozite	pH	Toplam kuru madde
Kabul kriter aralıkları	Berrak	Min. %98	Max. 2000 cP	4-6	%45-50
C12-C14 Alkol polyethylene glycol ether ve C12-13 Pareth-9	Berrak	%98,36	2355 cP	5,05	%44,23
Uygunluk	Uygun	Uygun	Uygun değil	Uygun	Uygun değil



Şekil 3.5. C12-C14 Alkol polietilen glikol eter ve C12-13 Pareth-9 kullanılarak elde edilen silikon yumuşatıcı FTIR analiz sonucu.

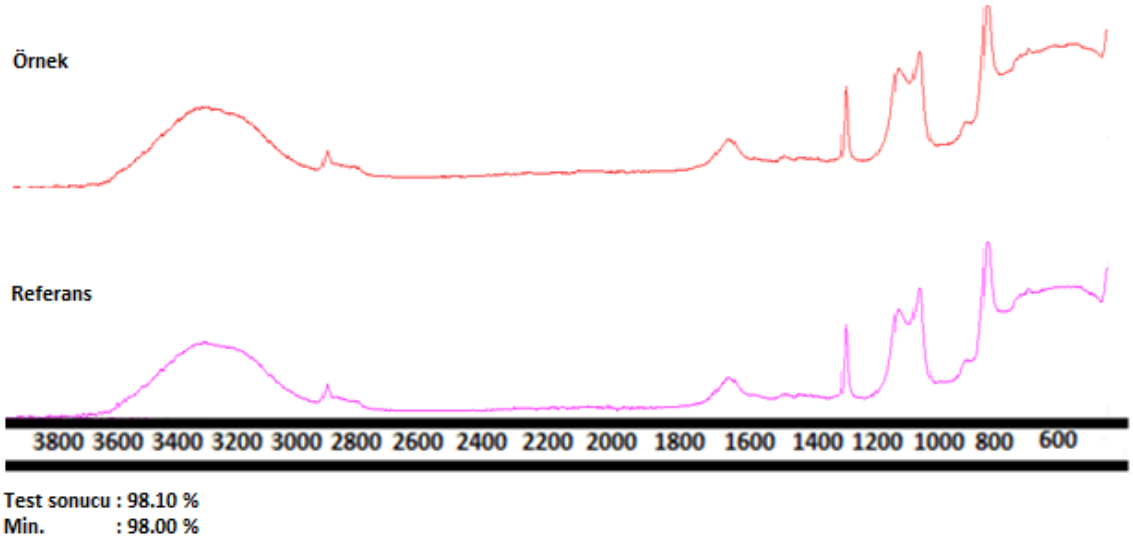
3.6. LAURETH-7 İLE EMÜLSİFİKASYON

Bu denemede laureth-7 emülgatörü kullanılmıştır. Elde edilen ürün FT-IR analiz sonucu %98,10 olarak okunmuştur. Bu değer belirlenen minimum değrden düşüktür ve FT-IR analiz sonucu uygundur. Ürün hürünümü berraktır ve mikroemülsiyonlar için aranan berraklık kriterini karşılamaktadır. Ürün vizkozite değeri 1875 cP dir. Bu değer belirlenen maximum vizkozite değerinin altındadır ve sonuç uygundur. Toplam katı madde miktarı % 45,26 dır. Belirlenen toplam katı madde miktarı aralığındadır. Ürün

pH'ı 5,25'dir. Ürün için uygun pH aralığındadır. Yapılan analizler sonucunda elde edilen ürün analiz kriterlerini karşılamaktadır.

Çizelge 3.6. Laureth-7 ile elde edilen ürün-kabul kriterleri karşılaştırma tablosu.

	Görüntü	FT-IR	Vizkozite	pH	Toplam kuru madde
Kabul kriter aralıkları	Berrak	Min. %98	Max. 2000 cP	4-6	%45-50
LAURETH-7	Berrak	%98,10	1875 cP	5,25	%45,26
Uygunluk	Uygun	Uygun	Uygun	Uygun	Uygun



Şekil 3.6. Laureth-7 kullanılarak elde edilen silikon yumuşatıcı FTIR analiz sonucu.

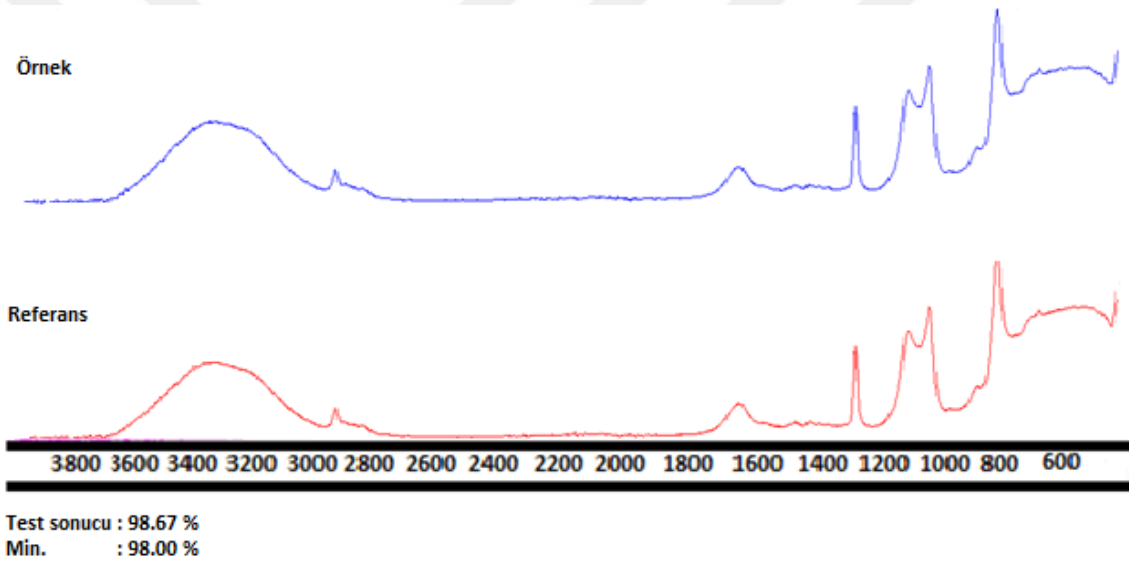
3.7. TRİDESİL ALKOL 12EO ETOKSİLAT İLE EMÜLSİFİKASYON

Bu denemede tridesil alkol 12 EO etoksilat emülgatörü kullanılmıştır. Bu deneme sonucunda elde edilen ürünün FT-IR analizi sonucu %98,67 dir. Bu sonuç belirlenen minimum değer üzerinde bir değer olduğu için FT-IR sonucu geçerli bir sonuçtur. Ürün görünümü berraktır. Mikroemülsiyonlar için istenilen görünüştür. Ürün vizkozite değeri 1658 cP olarak hesaplanmıştır ve belirlenmiş olan maximum vizkozite değerinin altındadır. Toplam katı madde miktarı %47,1 dir ve bu değer belirlenen aralıktadır. Ürün pH I 5,07 dir ve bu değer belirlenen aralıktadır. Yapılan tüm analizler sonucunda tridesil

alkol 12EO etoksilat ile uygun emülsifikasyon ürünü elde edilebilir.

Çizelge 3.7. Tridesil alkol 12 EO etoksilat ile elde edilen ürün-kabul kriterleri karşılaştırma tablosu.

	Görüntü	FT-IR	Vizkozite	pH	Toplam kuru madde
Kabul kriter aralıkları	Berrak	Min. %98	Max. 2000 cP	4-6	%45-50
Tridecyl alcohol 12EO etoxylate (AEO-12)	Berrak	%98,67	1658 cP	5,07	%47,1
Uygunluk	Uygun	Uygun	Uygun	Uygun	Uygun



Şekil 3.7. Tridesil alkol 12 EO etoksilat kullanılarak elde edilen silikon yumuşatıcı FT-IR analiz sonucu.

Çalışmalar sonucunda tridesil alkol 6EO etoksilat emülgatörü ve yardımcı olarak tridesil alkol 12 EO etoksilat ile yapılan çalışmanın FT-IR, görünüş, vizkozite, ph test sonuçları doğrultusunda diğer emülgatörlere kıyasla daha iyi sonuçlar verdiği gözlemlenmiştir. Sonuçlara ilk bakıldığında Tridesil alkol 12 EO etoksilat emülgatörü ile yapılan çalışmada uygun sonuçları verdiği görülmektedir fakat bizim için FT-IR analiz sonucu daha belirleyici bir kriter olduğu için tridesil alkol 6EO etoksilat emülgatörü ve yardımcı olarak tridesil alkol 12 EO etoksilat emülgatörü ile yapılan çalışmanın daha uygun olduğu düşünülmektedir.

4. SONUÇLAR

Emülsifikasyon çalışmaları oda sıcaklığında ve 30 rpm karışım ortamında gerçekleştirilmiştir. Karıştırma hızı 30 rpm den daha yüksek olan emülsifikasyon çalışmalarında daha hızlı topaklanmaya gittiği görülmüştür. Çalışmada bir diğer kritik nokta ise su ilavesidir. Su ilavesi 3-4 damlada bir karıştırılarak yapılmıştır. Su ilavesi hızlı bir şekilde yapılırsa topaklaşma meydana gelmektedir ve geri dönüşü olmamaktadır.

Tridesil alkol 6EO etoksilat ile birlikte Tridesil alkol 12EO etoksilat emülgatörleri kullanılarak gerçekleştirilen emülsifikasyon çalışmasının diğer çalışmalara göre daha iyi sonuçlar verdiği gözlemlenmiştir. Çalışmalar sonucunda berrak görümlü, FT-IR, vikožite, toplam kuru madde ve pH test sonuçları doğrultusunda referans ürün ile uyumlu bir hidrofilik silikon yumuşatıcı elde edilmiştir. Referans ürün olarak endüstride kullanılan silikon yumuşatıcı FT-IR spektrumları dikkate alınmıştır. Mikroemülsiyon, geniş bir pH aralığında, yüksek sıcaklıkta ve yüksek tuz konsantrasyonlarında aşırı kararludur. Hidrofilik silikon yumuşatıcının diğer yumuşatıcılara karşı avantajları ve dezavantajları incelenmiştir.

Çizelge 4.1 de çeşitli yumuşatıcı tiplerinin özellikleri derecelendirilmiştir. Çizelgeye bakıldığında silikon tipi yumuşatıcıların diğer yumuşatıcı tiplerine karşı belirtilen özelliklerde daha iyi sonuçlar verdiği görülmektedir.

Çizelge 4.1. Çeşitli yumuşatıcı sınıflarının önemli özellikleri.

Özellikler	Kimyasal tipi					
	Anyonik	Katyonik	Amfoterik	Noniyonik	Polietilenler	Silikonlar
Yumuşaklık	İyi	Mükemmel	Çok iyi	İyi	İyi	Mükemmel
Kayganlık	Çok iyi	Zayıf	Zayıf	Çok iyi	Mükemmel	Mükemmel
Hidrofiliklik	Çok iyi	Zayıf	Mükemmel	Çok iyi	Zayıf	İyi / Zayıf
Sararmama	Çok iyi	Zayıf	Zayıf	İyi	İyi	Mükemmel
Köpüklenmeme	Zayıf	İyi	Zayıf	Zayıf	Çok iyi	Çok iyi



Şekil 4.1. Silikon yağının emülsifikasyonu ile geliştirilmiş olan tekstil yumuşatıcı ürün görünümü.

Türkiye, yumuşatıcı penetrasyonun gayet iyi olduğu bir ülkedir. Hemen hemen tüm market ve bakkallarda satılan bir üründür. Tüketiciler yumuşatıcı kullanmayı seviyor. Türkiye'nin %62'si her çamaşır yıkamada mutlaka yumuşatıcı kullanıyor.

2017 sonu itibariyle Türkiye'nin nüfusu yaklaşık 81 milyon ve hane sayısı da yaklaşık 23 milyon. Türkiye'de kadınlar haftada 3-4 defa çamaşır yıkıyor. Bir seferde genelde 4

kg çamaşır yıkanıyor.

Türkiye’de konsantre ve standart yumuşatıcı kategorilerinde toplamda 200 bin tonluk bir pazar mevcut. Pazarın büyüklüğü yaklaşık 650 milyon TL (Ev bakım ürünleri pazarının %18’i yumuşatıcı kategorisine aittir).

Hızlı büyüme eğilimine giren çamaşır yumuşatıcılarında pazar 100 bin tonluk satış hacmine ulaştı. Yıl sonuna kadar %17 büyüme yakalamayı hedefleyen firmalar, piyasaya sürdükleri 4 kat daha fazla çamaşır yumuşatan, yüzde 50 fiyat avantajı sağlayan ürünlerle, pazarı 167 milyon YTL’ye ulaştırmayı hedefliyor.

Türkiye’de toplam yumuşatıcı pazarının %36’sı Marmara Bölgesi’nde kullanılırken, %14’ünü Ege, %15’ini İç Anadolu, %15’ini Akdeniz, %9’unu Karadeniz, %10’unu ise Doğu Anadolu Bölgesi’nde tüketiliyor.

Çizelge 4.2. de görüldüğü üzere türkiye tekstil ve giyim ihracatı değeri ithalatından oldukça yüksek bir ülkedir. Bu durum Türkiyede tekstil-giyim üretiminin de yüksek olduğunu göstermektedir. Tekstil ve giyim üretimi yüksek olduğu oranda tekstil kimyasallarına duyulan ihtiyaç da yüksek olmaktadır. Bu durumda yumuşatıcılar için ciddi bir Pazar ortaya çıkmaktadır.

Türkiye İhracatçılar Meclisi tarafından açıklanan verilere göre, 2018 yılının Ocak-Mart ilk üç aylık döneminde Türkiye’nin hazır giyim ve konfeksiyon ihracatı 2017 yılının aynı dönemine göre %11,4 artış ile 4,5 milyar dolar olmuştur. Hazır giyim ve konfeksiyon sektörü, 2018 Ocak-Mart döneminde ihracatı %17,5 oranında artan 8,2 milyar dolar değerindeki otomotiv endüstrisinin ardından en fazla ihracat yapan ikinci sektör konumundadır.

Çizelge 4.2. 2015 ve 2016 yılları itibarıyla tekstil sektörünün ithalat-ihracat dengesi.

	2015 (\$)	2016 (\$)	Değişim (%)
İhracat	26.339.357.606	26.206.860.424	-0,5
İthalat	11.220.860.083	10.926.845.676	-2,6
Dış ticaret hacmi	37.560.217.689	37.133.706.100	-1,1
Dış ticaret dengesi	15.118.497.523	15.280.014.748	1,1

Çizelge 4.3 te görüldüğü üzere Türkiyede yumuşatıcı grubu ürünleri üretimden satış değeri 2011 yılından itibaren sürekli olarak artış göstermektedir. Fakat temizlik kimyasalları için şu anki üretimden satış miktarı üretilen tekstil ürünleri için gerekli temizlik kimyasalları miktarı karşısında düşük seviyelerde kalmakta ve bu boşluğu doldurmak için girişimciler ihracata yönelmektedir. Yapmış olduğumuz çalışma ile temizlik kimyasalları üretiminin artırılması ve bu alanda ihracatın azaltılması amaçlanmıştır.

Çizelge 4.3. Türkiye 2011-2017 yılları arasındaki temizlik kimyasalları satış miktarları.

	2011 (milyon TL)	2012 (milyon TL)	2013 (milyon TL)	2014 (milyon TL)	2015 (milyon TL)	2016 (milyon TL)	2017 (milyon TL)
Deterjan/sabun emdirilmiş kağıt, votka ve keçeler	95	124	181	209	158	183	210
Sabunlar: pul, ince tabaka, granül, toz, yumuşak, sıvı vb. hallerde	217	226	307	372	393	451	438
Çamaşır ve bulaşık yıkama ürünleri ve çamaşır yumuşatıcılar	3052	3399	3817	4221	4452	4872	4992
Oda parfümleri veya deodorantlar	153	164	164	180	198	222	220
Cila, krem ve benzeri müstahzarlar	155	152	164	182	197	179	207
Ovalama kremleri, tozları vs. benzerleri	4	4	5	10	14	16	13

Dünyada silikon yumuşatıcıları henüz yeni bir yumuşatıcı ürünü olarak kullanılmaya başlandı. Türkiyede silikon yumuşatıcı kullanımı daha çok tekstil firmalarında bitim işlemlerinde kullanılmaktadır. Henüz perakende ev tipi kullanımları mevcut değildir. Ayrıca, silikon yumuşatıcının Türkiyede henüz üretimi yapılmadığından ihraç edilmektedir.

Bu çalışma ile, silikon yumuşatıcının yerli olarak geliştirilmesi ve üretilmesi gerçekleştirilmiştir. Bu çalışma, silikon yumuşatıcı ithalatının azaltılabileceğini ve dış pazar ihracatının yapılabileceğini göstermektedir.

5. KAYNAKLAR

- [1] H. K. Rouette, *Principles of Textile Finishing*, Berlin, Gemany: Elsevier, 2001.
- [2] K. Nostadt, R. Zyschka, "Softeners in the textile finishing industry," *Colourage*, c. 44, sayı 1, ss. 53–58, 1997.
- [3] A. Chiweshe, P.C. Crews, "Influence of household fabric softeners and laundry enzymes on pilling and breaking strength," *Textile Chemists and Colorists*, c. 32, sayı 9, ss. 41–47, 2000.
- [4] IIPRD 2015, "silicone polymers in fabric softeners," IIPRD patent landscape report, 16 Aralık, 2015.
- [5] S. Periyasamy, A. Khanna, "Silicone finishing: softer than a soft touch," *Colourage LIV*, sayı 16, ss. 91–99, 2007.
- [6] N.M. Saraf, D.V. Alat, "Evaluation of softeners for cotton knits," *Colourage LIV*, sayı 6, ss. 70–71, 2007.
- [7] D.P. Chattopadhyay, D.D. Vyas, "Effect of silicon nano-emulsion softener on physical properties of cotton fabric," *Indian Journal of Fibre Textile Research*, c. 35, ss. 68–71, 2010.
- [8] A.K. Roy Choudhury, B. Chatterjee, S. Saha, K. Shaw, "Comparison of performances of macro, micro and nano silicone softeners," *The Journal of The Textile Institute*, c. 103, sayı 9, ss. 1012–1023, 2012.
- [9] Vulkan-Verlag GmbH, "Silicone chemistry and technology." *Symposium essen*, Germany, 1989.
- [10] P. Habereeder, A. Bereck, "Softeners in textile processing," *Review of Progress in Coloration Journal*, c. 32, ss. 125–136, 2002.
- [11] H.J. Lautenschlager, J. Bindl, K.G. Huhn, "Structure-effect correlations of aminofunctional softening agents on silicone basis," *Textil Praxis International*, c. 47, sayı 5, ss. 460, 1992.
- [12] E. Menzes, S. Korde, "Silicones in textile industry," *Colourage*, c. 48, sayı 12, ss. 31–36, 2001.
- [13] H.E. Griffin, "European Patent Office," EU patent no. EP 1 116 813 A1, 2001.
- [14] F. Nickel, "Magyar Textil Technika XLIX," *Eduotec Conference*, Budapest, Hungary, 1996.
- [15] Anonim, (2019, June 15). [Online]. Available: <http://www.clariant.in>.
- [16] L.M.S. Negi, "A study on the effect of bath pH on exhaustion and softness during the finishing of textiles," *Colourage*, c 47, sayı 10, ss. 17–20, 2000.
- [17] M. Naebe, V. Lutz, B.A. McGregor, D. Tester, X. Wang, "Effect of surface treatment and knit structure on comfort properties of wool fabrics," *The Journal of The Textile Institute*, c. 104, sayı 6, ss. 600–605, 2013.

- [18] J.A. Rippon, *Woodhead Publishing in Textiles*, 1st ed., Gupta, Hindistan: Cambridge, 2008, pp. 253–291.
- [19] M. Naebe, “Effect of plasma on the properties of protein fibres,” Ph.D. Thesis, Dept. Institute for Technology Research and Innovation, Centre for Material and Fibre Innovation, Deakin University, Victoria, Australia, 2009.
- [20] M. Naebe, P.G. Cookson, R. Denning, X. Wang, “Use of low-level plasma for enhancing the shrink resistance of wool fabric treated with a silicone polymer,” *The Journal of The Textile Institute*, c. 102, sayı 11, ss. 948–956, 2011.
- [21] G.R.S. Naylor, C.J. Veitch, R.J. Mayfield, R. Kettlewell, “Fabric-evoked prickle,” *Textile Research Journal*, c. 62, sayı 8, ss. 487–493, 1992.
- [22] D.J. Ramsay, D.B. Fox, G.R.S. Naylor, “An instrument for assessing fabric prickle propensity,” *Textile Research Journal*, c. 82, sayı 5, ss. 513–520, 2012.
- [23] E. Pramauro, E. Pelizzetti, “Applications of Organized Amphiphilic Media, Comprehensive Analytical Chemistry,” *Analytical Chemistry*, Amsterdam, Germany: Elsevier, 1996, ss. 31.
- [24] T.F. Tadros, B. Vincent, *Encyclopedia of Emulsion Technology*, vol. 4, P. Becher, Eds. New York, USA: Dekker, 1983.
- [25] I. Capek, “Colloid Interface,” *Elsevier*, c. 107, ss. 125–155, 2004.
- [26] T.F. Tadros, *Applied Surfactants: Principles and Applications*, Wokingham, United Kingdom: Wiley-VCH, 2005.
- [27] P. Somasundaran, S.C. Mehta, P. Purohit, “Colloid Interface,” c. 128-130, ss. 103–109, (2006).
- [28] A. Beerbower, M.W. Hill, *Detergents and Emulsifiers*, vol.23, Annual Allured Ridgewood, New Jersey, USA: McCutcheon, 1971, ss. 223-235.
- [29] J.L. Salager, R.E. Anton, *Handbook of Microemulsion Science and Technology*, vol. 8, New York, USA: Dekker, 1999.
- [30] J.L. Salager, R.E. Anton, A. Forgiarini, L. Marquez, “Formulation of Microemulsions,” *Microemulsions Background, New Concepts, Applications, Perspective*, 1st ed., vol3, Oxford, USA: Wiley-Blackwell, 2008.
- [31] D.J. Mitchell, B.W. Ninham, J. Chem. Soc., “Faraday Trans,” *Journal of the Chemical Society*, sayı 24, ss. 3527–3780, 1998.
- [32] J.L. Salager, A. Forgiarini, L. Marquez, A. Pena, A. Pizzino, M.P. Rodriguez, M. Rondon-Gonzalez, “Using emulsion inversion in industrial processes,” *Journal of colloid and interface science*, sayı 108–109, ss. 259–272, 2004.
- [33] E. Pramauro, E. Pelizzetti, “Applications of Organized Amphiphilic Media, Comprehensive Analytical Chemistry,” *Analytical Chemistry*, Amsterdam, Germany: Elsevier, 1996, vol. 31.
- [34] M. Rieger, “The Theory and Practice of Industrial Pharmacy,” *Emulsions*, Philadelphia, USA: Lea and Febiger, 1986, ss. 502-533.
- [35] E. İzgü, *Genel ve Endüstriyel Farmasötik Teknoloji I*, Ankara, Türkiye: Eczacılık Fakültesi Yayınları, 2014, böl. 52, ss. 247-282.
- [36] J.L. Salager, "Formulation concepts for the emulsion maker", *Pharmaceutical*

- Emulsions and Suspensions*, New York, USA: Marcel Dekker, 2000, ss. 19-72.
- [37] W. Im-Emsap, J. Siepmann, "Disperse systems," *Modern Pharmaceutics*, New York, USA: Marcel Dekker, 2002, ss. 237-285.
- [38] J. Swarbrick, J. Rubino, O.P. Rubino, "Coarse dispersions," *The Science and Practice of Pharmacy*, Philadelphia, USA: University of the Sciences, 2000, ss. 316-334.
- [39] B. Idson, "Pharmaceutical emulsions," *Pharmaceutical Dosage Forms: Disperse Systems*, vol. 1, New York, USA: Marcel Dekker, 1988, ss. 199- 243.
- [40] A. Bereck, D. Riegel, B. Weber, J. Mosel, J. Bindl, P. Habereeder, K.G. Huhn, H.J. Lautenschlager, G. Preiner, "Model of the mechanism of aminopolysiloxane softeners," *Textilveredlung*, c. 32, sayı 5-6, ss. 138, 1997.
- [41] Anonim, (2019, June 15). [Online]. Available: <https://www.btraindia.com>
- [42] Anonim, (2019, June 15). [Online]. Available: <https://www.inorganicventures.com/trace-analysis-guide/ashing-procedures>
- [43] *American Association of Textile Chemist and Colorist*, AATCC Technical Manual, 1997.
- [44] F.N. Hurt, D.J. Tyler, "Seam damage in the sewing of knitted fabrics III—the mechanism of damage," Hatra Research Report, Irak, Rep. 39, 1976.
- [45] C.A. Leeming, D.L. Munden, "Investigations into the factors affecting the penetration force of a sewing needle in a knitted fabric and its relationship with fabric sewability," *Clothing and Textiles Research Journal*, c. 6, sayı 3, ss. 91–118, 1978.
- [46] S.V.Lomov, "A predictive model for the penetration force of a woven fabric by a needle," *International Journal of Clothing Science and Technology*, c. 10, sayı 2, ss. 91–103, 1998.
- [47] E. Mallet, R. Du, "Finite element analysis of sewing process," *International Journal of Clothing Science and Technology*, c. 11, sayı 1, ss. 19–364, 1999.
- [48] T. Hussain, S. Ahmed, A. Qayum, "Effect of different softeners and sanforising treatment on pilling performance of polyester/viscose blended fabrics," *Review of Progress in Coloration Journal*, c. 124, ss. 375–378, 2008.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : YUSUF EMRE ÇABUKOĞLU
Doğum Tarihi ve Yeri : 24.02.1988 / DÜZCE
Yabancı Dili : İngilizce
E-posta : yusufemre81@hotmail.com

ÖĞRENİM DURUMU

Derece	Alan	Okul/Üniversite	Mezuniyet Yılı
Y. Lisans	Kimya	Düzce Üniversitesi	2019
Lisans	Kimya	Selçuk Üniversitesi	2012
Lise		Düzce Lisesi	2004