



EGE ÜNİVERSİTESİ

DOKTORA TEZİ

**YENİ TEKNOLOJİ DETERJANLARIN
FARKLI TEKSTİL YÜZEYLERİNDE
PERFORMANSLARININ ARAŞTIRILMASI**

Fatma GÜNDÜZ BALPETEK

Tez Danışmanı : Doç. Dr. Tülay GÜLÜMSER

Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı

Sunuş Tarihi : 22.03.2017

EÜ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



EGE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

(DOKTORA TEZİ)

**YENİ TEKNOLOJİ DETERJANLARIN
FARKLI TEKSTİL YÜZEYLERİNDE
PERFORMANSLARININ ARAŞTIRILMASI**

Fatma GÜNDÜZ BALPETEK

Tez Danışmanı : Doç. Dr. Tülay GÜLÜMSER

Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı

Sunuş Tarihi : 22.03.2017

Bornova-İZMİR

2017

Fatma Gündüz Balpetek tarafından Doktora tezi olarak sunulan “Yeni Teknoloji Deterjanların Farklı Tekstil Yüzeylerinde Performanslarının Araştırılması” başlıklı bu çalışma EÜ Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği ile EÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Eğitim ve Öğretim Yönergesi'nin ilgili hükümleri uyarınca tarafımızdan değerlendirilerek savunmaya değer bulunmuş ve 22.03.2017 tarihinde yapılan tez savunma sınavında aday oybirliği/oyçokluğu ile başarılı bulunmuştur.

Jüri Üyeleri:

Jüri Başkanı : Prof. Dr. Özlenen Erdem İşmal

Raportör Üye : Doç. Dr. Tülay Gülümser

Üye : Prof. Dr. Esen Özdoğan

Üye : Doç. Dr. Aslı Demir

Üye : Doç. Dr. Güngör Durur

İmza

.....
.....

.....

.....

.....

.....

.....
G. Durur



EGE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ETİK KURALLARA UYGUNLUK BEYANI

EÜ Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliğinin ilgili hükümleri uyarınca Doktora Tezi olarak sunduğum “Yeni Teknoloji Deterjanların Farklı Tekstil Yüzeylerinde Performanslarının Araştırılması” başlıklı bu tezin kendi çalışmam olduğunu, sunduğum tüm sonuç, doküman, bilgi ve belgeleri bizzat ve bu tez çalışması kapsamında elde ettiğimi, bu tez çalışmasıyla elde edilmeyen bütün bilgi ve yorumlara atıf yaptığımı ve bunları kaynaklar listesinde usulüne uygun olarak verdiğimi, tez çalışması ve yazımı sırasında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığını, bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya diğer bir üniversitede başka bir tez çalışması içinde sunmadığımı, bu tezin planlanmasından yazımına kadar bütün safhalarda bilimsel etik kurallarına uygun olarak davrandığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul edeceğimi beyan ederim.

22 / 03 / 2017

İmzası

Fatma Gündüz Balpetek





ÖZET**YENİ TEKNOLOJİ DETERJANLARIN FARKLI TEKSTİL
YÜZEYLERİNDE PERFORMANSLARININ ARAŞTIRILMASI**

GÜNDÜZ BALPETEK, Fatma

Doktora Tezi, Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Tülay GÜLÜMSER

Mart 2017, 146 sayfa

Bu tezde beyaz kumaşların yıkama sırasında beyazlatılması/parlatılması amacıyla deterjan formülasyonlarına eklenen çeşitli bileşenlerin, yıkanmış tekstil yüzeylerini beyazlatma/parlatma etkisi incelenmiştir. Bu amaçla piyasada en çok kullanılan, farklı tekstil liflerinden (pamuk, pamuk-poliester, poliester, poliamid) oluşan yıkama yükü ve özel olarak hazırlanan deterjan formülleri ile tekrarlı yıkama işlemleri yapılmıştır. Yıkama işlemi sırasında tekstil materyalini beyazlatma/parlatma amacıyla, deterjan bileşimi içerisinde ağartma sistemi, floresan beyazlatıcı maddeler ve nüanslama boya eklenmektedir. Deterjan formülasyonunda, farklı oranlarda nüanslama boya ve floresan beyazlatıcı maddeler kullanılarak, beyazlıktan ödün vermeden formülasyonda bulunan ağartıcı sistemin azaltılması veya tamamen kaldırılması için optimum koşullar elde edilmeye çalışılmıştır. Yıkanmış kumaşların beyazlık derecesi (WI CIE), ASTM E313'e göre, en büyük kuvvet altında boyca uzama tayini TS EN ISO 13934-1'e göre, patlama mukavemeti TS 393 EN ISO 13938-1 standardına göre ölçülmüştür. BS EN ISO 105-B02 standardına göre ışık haslığı testi yapılmıştır. Tekrarlı yıkamalar sonrası etkiler, SEM, XPS ve FTIR ile değerlendirilmiştir. Yapılan çalışma sonucunda, beyazlatma/parlatma performansından ödün vermeden, ekonomik deterjan formülünde ağartıcı sistem tamamen deterjan formülünden çıkarılmış, premium deterjan formülünde ise ağartıcı sistem %10'a düşürülmüştür.

Anahtar sözcükler: Deterjan, floresan beyazlatma maddesi, nüanslama boyası, beyazlık indisi, SAS istatistik programı, pamuk, pamuk-poliester, poliester, poliamid.



ABSTRACT**RESEARCH ON PERFORMANCE OF NEW TECHNOLOGY
DETERGENTS ON DIFFERENT TEXTILE SURFACES**

GÜNDÜZ BALPETEK, Fatma

PhD in Textile Engineering

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Tülay GÜLÜMSER

March 2017, 146 pages

In this thesis, the effect of whitening / brightening over the washed textile surfaces of various components added to the detergent formulations for bleaching / brightening the white fabrics during washing has been investigated. For this purpose, the washing load which consist of the most widely used textile materials (cotton, cotton-polyester, polyester, polyamide fabrics) were washed repeated wash processes with specially prepared detergent formulas. Bleaching system, fluorescent whitening agents and shading dyes are added in the detergent composition for bleaching / brightening the textile material during the washing process, By using shading dyes and fluorescent whitening agents at different ratios in detergent formulations have been made to obtain optimum conditions for reducing or eliminating the bleach system present in the formulation without compromising whiteness. The whiteness degree of washed fabrics (WI CIE) is measured according to ASTM E313 standard, the maximum elongation under maximum force is measured according to TS EN ISO 13934-1 standard. Explosion resistance is measured according to TS 393 EN ISO 13938-1: 2002 (Part 1). Light fastness test according to BS EN ISO 105 - B02: 2014 standard. Post-multiple wash effects were evaluated by scanning electron microscopy (SEM), X-ray photoelectron spectroscopy (XPS) and Fourier transform infrared spectroscopy (FTIR). As a result of the work, the bleach system was completely removed from the economic detergent formula and the bleach system was reduced to 10% in the premium detergent formulation, without compromising whitening / brightening performance.

Keywords: Detergent, fluorescent whitening agent, shading dye, whiteness index, SAS statistic program, cotton, cotton-polyester, polyester, polyamide.



TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın yürütülmesi sırasında desteğini esirgemeyen danışmanım Doç. Dr. Tülay Gülümser'e, tez izleme komitesi üyesi hocalarım Prof. Dr. Necdet Seventekin ve Prof. Dr. Özlenen İşmal'e, katkıları ve yol göstericiliği için Prof. Dr. Esen Özdoğan'a, XPS analizlerindeki yorumları ve dostluğu için Doç. Dr. Aslı Demir'e teşekkür ederim. Tez savunma jüri üyesi ve Santez projesi izleyicisi Doç. Dr. Güngör Durur'a mukavemet testlerinin yorumlanması konusundaki katkıları için teşekkür ederim.

Tez çalışması için deterjanları temin eden Unilever San. Ve Tic. Türk A.Ş. firmasına ve çalışmanın her aşamasında verdiği her türlü destek için Ayla Gürsoy Topaloğlu'na çok teşekkür ederim. FTIR analizlerindeki katkıları için Yük. Kim. Gönül Yavuz'a, tezimin yazım aşamasında klavuzluk eden Dr. Ebru Bozacı'ya ve Dr. Burcu Karaca'ya yardımları ve katkıları için teşekkür ederim. Tez kumaşlarını hazırlayan Makbule Saykı'ya, su sertliğini ayarlayan Ebru Adışen'e testlerin yapılması sırasındaki yardımları için teşekkür ederim. Fiziksel tekstil muayeneleri laboratuvarlarında yapılan testlerde emekleri için Gülsüm Şair'e ve Seyhan Yaşar'a çok teşekkür ederim. Pelin Seçim Karakaya, Fatma Yılmaz ve Serap Karamartinler başta olmak üzere Ege Üniversitesi Tekstil ve Konfeksiyon Araştırma-Uygulama Merkezinin tüm çalışanlarına teşekkür ederim.

Çalışma süresince gösterdiği manevi destek ve anlayış için yol arkadaşım, sevgili eşim Hakan Balpetek'e çok teşekkür ederim. Annem Necmiye Gündüz, babam Kadir Gündüz ve abim Ümit Gündüz'e teşekkür ederim.

Projemizi destekleyen ve çalışmanın yapılabilmesinde bize maddi destek sağlayan T.C. Bilim, Sanayi, Ticaret Bakanlığı'na (0885.STZ.2015) ve Ege Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri'ne (13-Müh-053) teşekkür ederim.



İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖZET	ix
ABSTRACT	xi
TEŞEKKÜR	xiii
ŞEKİLLER DİZİNİ	xix
ÇİZELGELER DİZİNİ	xxix
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	xxxvii
1 GİRİŞ	1
1.1 Deterjan Hakkında Genel Bilgiler ve Deterjan Bileşenleri	1
1.2 Yüzey Aktif Maddeler	2
1.2.1 Anyonik aktif maddeler	4
1.2.2 Katyonik aktif maddeler	5
1.2.3 Non-iyonik aktif maddeler	7
1.2.4 Amfoterik aktif maddeler	8
1.3 Yapı Oluşturucular	9
1.4 Ağartma Maddeleri	10
1.5 Diğer Bileşenler	11
1.5.1 Floresan beyazlatma maddeleri	11
1.5.2 Nüanslama boya ları	12
1.5.3 Polimerler	15
1.5.4 Enzimler	17
1.5.5 Köpük baskılayıcılar	18

İÇİNDEKİLER (DEVAM)

	<u>Sayfa</u>
1.5.6 Şelatlar (kenetleme maddeleri)	19
1.5.7 Çözgenler, tamponlar ve stabilizatörler	20
1.5.8 Parfüm	20
1.5.9 Tuzlar ve elektrolitler	21
1.6 Deterjanla Yıkama Sonrası Tekstilde Beyazlatma/Parlatma	21
1.6.1 Beyazlatma/parlatma yöntemleri	21
2 BEYAZLATMA/PARLATMA YÖNTEMLERİ İLE İLGİLİ ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	25
2.1 Beyazlığın Değerlendirilmesi	31
3 MATERYALLER VE YÖNTEM	33
3.1 Materyaller	33
3.1.1 Kullanılan kumaşların özellikleri	33
3.1.2 Kullanılan kimyasal maddeler	34
3.1.3 Kullanılan cihaz ve makineler	34
3.2 Yıkama İşlemi	35
3.3 Deney Planı	36
3.4 Değerlendirmede Kullanılan Yöntemler	39
3.4.1 Beyazlık indisi ölçümü	39
3.4.2 Kopma mukavemeti testi	40
3.4.3 Patlama mukavemeti testi	40
3.4.4 Işık haslığı testi	40
3.4.5 XPS (x-ışını fotoelektron spektroskopisi) analizi	40
3.4.6 SEM (taramalı elektron mikroskobu) analizi	41
3.4.7 FTIR (fourier dönüşümlü kızıl ötesi spektroskopisi) analizi	41

İÇİNDEKİLER (DEVAM)

	<u>Sayfa</u>
3.4.8 SAS (istatistik analiz sistemi) programı ile istatistik değerlendirme	41
4 BULGULAR	43
4.1 Ekonomik Toz Deterjan Formülleri İle Yapılan Denemelere Ait Bulgular Ve Sonuçların Değerlendirilmesi	43
4.2 Premium Toz Deterjan Formülleri İle Yapılan Denemelere Ait Bulgular Ve Sonuçların Değerlendirilmesi	48
4.3 Optimum Premium Toz Deterjan Formülleri İle Yapılan Denemelere Ait Bulgular Ve Sonuçların Değerlendirilmesi	72
4.3.1 Beyazlık indisi sonuçlarının değerlendirilmesi	73
4.3.2 Kopma mukavemeti testi sonuçlarının değerlendirilmesi	77
4.3.3 Patlama mukavemeti testi sonuçlarının değerlendirilmesi	82
4.3.4 Işık haslığı test sonuçlarının değerlendirilmesi	84
4.3.5 XPS (x-ışını fotoelektron spektroskopisi) analiz sonuçlarının değerlendirilmesi	85
4.3.6 SEM (taramalı elektron mikroskobu) analiz sonuçlarının değerlendirilmesi	102
4.3.7 FTIR (fourier dönüşümlü kızılötesi) spektroskopisi sonuçlarının değerlendirilmesi	117
5 GENEL SONUÇLAR VE TARTIŞMA	125
6 ÖNERİLER	133
KAYNAKLAR DİZİNİ	135
ÖZGEÇMİŞ	146



ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
1.1 Yüzey aktif madde ile yağlı kirlerin giderilmesi	3
1.2 Lineer Alkilbenzen Sülfonat (LAS).....	4
1.3 Alkil eter sülfat (m=0 için Alkil sülfat)	5
1.4 Alkil hidroksietil dimetil amonyumklorür.....	6
1.5 Alkil dimetilaminoksitler.....	7
1.6 Alkil etoksilat (AE).....	7
1.7 Alkil poliglikozid (APG)	8
1.8 Kir çözücü polimer	16
4.1 Ekonomik toz deterjan formülü ile yıkanmış örme pamuk (%100) kumaşın, yıkanmamış örme pamuk (%100) kumaşa göre beyazlık indisi farkının grafiği	44
4.2 Ekonomik toz deterjan formülü ile yıkanmış dokuma pamuk (%100) kumaşın, yıkanmamış dokuma pamuk (%100) kumaşa göre beyazlık indisi farkının grafiği.....	45
4.3 Ekonomik toz deterjan formülü ile yıkanmış dokuma pamuk-poliester (%65-%35) kumaşın, yıkanmamış dokuma pamuk-poliester (%65-%35) kumaşa göre beyazlık indisi farkının grafiği	45
4.4 Ekonomik toz deterjan formülü ile yıkanmış dokuma poliester (%100) kumaşın, yıkanmamış dokuma poliester (%100) kumaşa göre beyazlık indisi farkının grafiği.....	46
4.5 Ekonomik toz deterjan formülü ile yıkanmış örme poliamid (%100) kumaşın, yıkanmamış örme poliamid (%100) kumaşa göre beyazlık indisi farkının grafiği.....	47
4.6 Floresan beyazlatma maddelerinin değişken olduğu deterjan bileşimleri ile yıkanmış dokuma pamuk (%100) kumaşların, yıkanmamış dokuma pamuk (%100) kumaşa göre beyazlık indisi farkının grafiği	49

ŞEKİLLER DİZİNİ (DEVAM)

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
4.7 Floresan beyazlatma maddelerinin değişken olduğu deterjan bileşimleri ile yıkanmış örme pamuk (%100) kumaşların, yıkanmamış örme pamuk (%100) kumaşa göre beyazlık indisi farkının grafiği	50
4.8 Floresan beyazlatma maddelerinin değişken olduğu deterjan bileşimleri ile yıkanmış dokuma pamuk-poliester (%65-%35) kumaşların, yıkanmamış dokuma pamuk-poliester (%65-%35) kumaşa göre beyazlık indisi farkının grafiği.....	51
4.9 Floresan beyazlatma maddelerinin değişken olduğu deterjan bileşimleri ile yıkanmış dokuma poliester (%100) kumaşların, yıkanmamış dokuma poliester (%100) kumaşa göre beyazlık indisi farkının grafiği	52
4.10 Floresan beyazlatma maddelerinin değişken olduğu deterjan bileşimleri ile yıkanmış örme poliamid (%100) kumaşların, yıkanmamış örme poliamid (%100) kumaşa göre beyazlık indisi farkının grafiği	53
4.11 Nüanslama boyalarının değişken olduğu deterjan bileşimleri ile yıkanmış dokuma pamuk (%100) kumaşların, yıkanmamış dokuma pamuk (%100) kumaşa göre beyazlık indisi farkının grafiği	54
4.12 Nüanslama boyalarının değişken olduğu deterjan bileşimleri ile yıkanmış örme pamuk (%100) kumaşların, yıkanmamış örme pamuk (%100) kumaşa göre beyazlık indisi farkının grafiği	55
4.13 Nüanslama boyalarının değişken olduğu deterjan bileşimleri ile yıkanmış dokuma pamuk-poliester (%65-%35) kumaşların, yıkanmamış dokuma pamuk-poliester (%65-%35) kumaşa göre beyazlık indisi farkının grafiği.....	56
4.14 Nüanslama boyalarının değişken olduğu deterjan bileşimleri ile yıkanmış dokuma poliester (%100) kumaşların, yıkanmamış dokuma poliester (%100) kumaşa göre beyazlık indisi farkının grafiği	57

ŞEKİLLER DİZİNİ (DEVAM)

Şekil

Sayfa

- 4.15 Nüanslama boyaalarının değişken olduğu deterjan bileşimleri ile yıkanmış örme poliamid (%100) kumaşların, yıkanmamış örme poliamid (%100) kumaşa göre beyazlık indisi farkının grafiği58
- 4.16 Ağartıcı sistemin %12'ye düşürüldüğü, birikme nüanslama boyaalarının değişken olduğu deterjan bileşimleri ile yıkanmış dokuma pamuk (%100) kumaşların, yıkanmamış dokuma pamuk (%100) kumaşa göre beyazlık indisi farkının grafiği59
- 4.17 Ağartıcı sistemin %12'ye düşürüldüğü, birikme nüanslama boyaalarının değişken olduğu deterjan bileşimleri ile yıkanmış örme pamuk (%100) kumaşların, yıkanmamış örme pamuk (%100) kumaşa göre beyazlık indisi farkının grafiği60
- 4.18 Ağartıcı sistemin %12'ye düşürüldüğü, birikme nüanslama boyaalarının değişken olduğu deterjan bileşimleri ile yıkanmış dokuma pamuk-poliester (%65-%35) kumaşların, yıkanmamış dokuma pamuk-poliester (%65-%35) kumaşa göre beyazlık indisi farkının grafiği61
- 4.19 Ağartıcı sistemin %12'ye düşürüldüğü, birikme nüanslama boyaalarının değişken olduğu deterjan bileşimleri ile yıkanmış dokuma poliester (%100) kumaşların, yıkanmamış dokuma poliester (%100) kumaşa göre beyazlık indisi farkının grafiği61
- 4.20 Ağartıcı sistemin %12'ye düşürüldüğü, birikme nüanslama boyaalarının değişken olduğu deterjan bileşimleri ile yıkanmış örme poliamid (%100) kumaşların, yıkanmamış örme poliamid (%100) kumaşa göre beyazlık indisi farkının grafiği62
- 4.21 Post-doz FWA ve perkarbonat miktarının farklı oranlarda kullanıldığı deterjan bileşimleri ile yıkanmış dokuma pamuk (%100) kumaşların, yıkanmamış dokuma pamuk (%100) kumaşa göre beyazlık indisi farkının grafiği63

ŞEKİLLER DİZİNİ (DEVAM)

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
4.22 Post-doz FWA ve perkarbonat miktarının farklı oranlarda kullanıldığı deterjan bileşimleri ile yıkanmış örme pamuk (%100) kumaşların, yıkanmamış örme pamuk (%100) kumaşa göre beyazlık indisi farkının grafiği	64
4.23 Post-doz FWA ve perkarbonat miktarının farklı oranlarda kullanıldığı deterjan bileşimleri ile yıkanmış dokuma pamuk-poliester (%65-%35) kumaşların, yıkanmamış dokuma pamuk-poliester (%65-%35) kumaşa göre beyazlık indisi farkının grafiği	65
4.24 Post-doz FWA ve perkarbonat miktarının farklı oranlarda kullanıldığı deterjan bileşimleri ile yıkanmış dokuma poliester (%100) kumaşların, yıkanmamış dokuma poliester (%100) kumaşa göre beyazlık indisi farkının grafiği.....	65
4.25 Post-doz FWA ve perkarbonat miktarının farklı oranlarda kullanıldığı deterjan bileşimleri ile yıkanmış örme poliamid (%100) kumaşların, yıkanmamış örme poliamid (%100) kumaşa göre beyazlık indisi farkının grafiği.....	66
4.26 FWA miktarı sabit tutularak, nüanslama boyası ve perkarbonat miktarının farklı oranlarda kullanıldığı deterjan bileşimleri ile yıkanmış dokuma pamuk (%100) kumaşların, yıkanmamış dokuma pamuk (%100) kumaşa göre beyazlık indisi farkının grafiği.....	68
4.27 FWA miktarı sabit tutularak, nüanslama boyası ve perkarbonat miktarının farklı oranlarda kullanıldığı deterjan bileşimleri ile yıkanmış örme pamuk (%100) kumaşların, yıkanmamış örme pamuk (%100) kumaşa göre beyazlık indisi farkının grafiği.....	69
4.28 FWA miktarı sabit tutularak, nüanslama boyası ve perkarbonat miktarının farklı oranlarda kullanıldığı deterjan bileşimleri ile yıkanmış dokuma pamuk-poliester (%65-%35) kumaşların, yıkanmamış dokuma pamuk-poliester (%65-%35) kumaşa göre beyazlık indisi farkının grafiği	70

ŞEKİLLER DİZİNİ (DEVAM)

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
4.29 FWA miktarı sabit tutularak, nüanslama boyası ve perkarbonat miktarının farklı oranlarda kullanıldığı deterjan bileşimleri ile yıkanmış dokuma poliester (%100) kumaşların, yıkanmamış dokuma poliester (%100) kumaşa göre beyazlık indisi farkının grafiği	71
4.30 FWA miktarı sabit tutularak, nüanslama boyası ve perkarbonat miktarının farklı oranlarda kullanıldığı deterjan bileşimleri ile yıkanmış örme poliamid (%100) kumaşların, yıkanmamış örme poliamid (%100) kumaşa göre beyazlık indisi farkının grafiği	72
4.31 Sabit kir yükü eklenerek yıkanmış dokuma pamuk (%100) kumaşların, yıkanmamış dokuma pamuk (%100) kumaşa göre beyazlık indisi farkının grafiği	74
4.32 Sabit kir yükü eklenerek yıkanmış örme pamuk (%100) kumaşların, yıkanmamış örme pamuk (%100) kumaşa göre beyazlık indisi farkının grafiği	74
4.33 Sabit kir yükü eklenerek yıkanmış dokuma pamuk-poliester (%65-%35) kumaşların, yıkanmamış dokuma pamuk-poliester (%65-%35) kumaşa göre beyazlık indisi farkının grafiği	75
4.34 Sabit kir yükü eklenerek yıkanmış dokuma poliester (%100) kumaşların, yıkanmamış dokuma poliester (%100) kumaşa göre beyazlık indisi farkının grafiği.....	76
4.35 Sabit kir yükü eklenerek yıkanmış örme poliamid (%100) kumaşların, yıkanmamış örme poliamid (%100) kumaşa göre beyazlık indisi farkının grafiği	76
4.36 Sabit kir yükü eklenerek yıkanmış dokuma pamuk (%100) kumaşların, atkı yönü kopma mukavemetinin grafiği.....	78
4.37 Sabit kir yükü eklenerek yıkanmış dokuma pamuk (%100) kumaşların, çözgü yönü kopma mukavemetinin grafiği	78

ŞEKİLLER DİZİNİ (DEVAM)

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
4.38 Sabit kir yükü eklenerek yıkanmış dokuma pamuk-poliester (%65-%35) kumaşların, atkı yönü kopma mukavemetinin grafiği	79
4.39 Sabit kir yükü eklenerek yıkanmış dokuma pamuk-poliester (%65-%35) kumaşların, çözgü yönü kopma mukavemetinin grafiği	80
4.40 Sabit kir yükü eklenerek yıkanmış dokuma poliester (%100) kumaşların, atkı yönü kopma mukavemetinin grafiği.....	81
4.41 Sabit kir yükü eklenerek yıkanmış dokuma poliester (%100) kumaşların, çözgü yönü kopma mukavemetinin grafiği	81
4.42 Sabit kir yükü eklenerek yıkanmış örme pamuk (%100) kumaşların, patlama mukavemetinin grafiği.....	83
4.43 Sabit kir yükü eklenerek yıkanmış örme poliamid (%100) kumaşların, patlama mukavemetinin grafiği.....	84
4.44 Dokuma pamuk (%100) kumaşların, X-Işını fotoelektron spektroskopisi survey grafikleri a) PC10 deterjanı ile yıkanmış b) Ref deterjanı ile yıkanmış ..	86
4.45 Dokuma pamuk (%100) kumaşların, X-Işını fotoelektron spektroskopisi C 1s grafikleri a) Yıkanmamış b) PC10 deterjanı ile 5 kez yıkanmış c) Ref deterjanı ile 5 kez yıkanmış d) PC10 deterjanı ile 15 kez yıkanmış e) Ref deterjanı ile 15 kez yıkanmış f) PC10 deterjanı ile 25 kez yıkanmış g) Ref deterjanı ile 25 kez yıkanmış	89
4.46 Dokuma pamuk-poliester (%65-%35) kumaşların, X-Işını fotoelektron spektroskopisi survey grafikleri a) PC10 deterjanı ile yıkanmış b) Ref deterjanı ile yıkanmış.....	91
4.47 Dokuma pamuk-poliester (%65-%35) kumaşların, X-Işını fotoelektron spektroskopisi C 1s grafikleri a) Yıkanmamış b) PC10 deterjanı ile 5 kez yıkanmış c) Ref deterjanı ile 5 kez yıkanmış d) PC10 deterjanı ile 15 kez yıkanmış e) Ref deterjanı ile 15 kez yıkanmış f) PC10 deterjanı ile 25 kez yıkanmış g) Ref deterjanı ile 25 kez yıkanmış	94

ŞEKİLLER DİZİNİ (DEVAM)

Şekil

Sayfa

- 4.48 Dokuma poliester (%100) kumaşların, X-Işını fotoelektron spektroskopisi survey grafikleri a) PC10 deterjanı ile yıkanmış b) Ref deterjanı ile yıkanmış ..95
- 4.49 Dokuma poliester (%100) kumaşların, X-Işını fotoelektron spektroskopisi C 1s grafikleri a) Yıkanmamış b) PC10 deterjanı ile 5 kez yıkanmış c) Ref deterjanı ile 5 kez yıkanmış d) PC10 deterjanı ile 15 kez yıkanmış e) Ref deterjanı ile 15 kez yıkanmış f) PC10 deterjanı ile 25 kez yıkanmış g) Ref deterjanı ile 25 kez yıkanmış98
- 4.50 Örne poliamid (%100) kumaşların, X-Işını fotoelektron spektroskopisi survey grafikleri a) PC10 deterjanı ile yıkanmış b) Ref deterjanı ile yıkanmış ..99
- 4.51 Örne poliamid (%100) kumaşların, X-Işını fotoelektron spektroskopisi C 1s grafikleri a) Yıkanmamış b) PC10 deterjanı ile 5 kez yıkanmış c) Ref deterjanı ile 5 kez yıkanmış d) PC10 deterjanı ile 15 kez yıkanmış e) Ref deterjanı ile 15 kez yıkanmış f) PC10 deterjanı ile 25 kez yıkanmış g) Ref deterjanı ile 25 kez yıkanmış101
- 4.52 Yıkanmamış dokuma pamuk (%100) kumaşın taramalı elektron mikroskobu (SEM) görüntüsü103
- 4.53 Yıkanmamış dokuma pamuk-poliester (%65-%35) kumaşın taramalı elektron mikroskobu (SEM) görüntüsü103
- 4.54 Yıkanmamış dokuma poliester (%100) kumaşın taramalı elektron mikroskobu (SEM) görüntüsü104
- 4.55 Yıkanmamış dokuma poliester (%100) kumaşın taramalı elektron mikroskobu (SEM) görüntüsü104
- 4.56 Sabit kir yükü eklenerek, PC10 deterjanı ile 5 kez yıkanmış dokuma pamuk (%100) kumaşın taramalı elektron mikroskobu (SEM) görüntüsü.....105
- 4.57 Sabit kir yükü eklenerek, Ref deterjanı ile 5 kez yıkanmış dokuma pamuk (%100) kumaşın taramalı elektron mikroskobu (SEM) görüntüsü.....105

ŞEKİLLER DİZİNİ (DEVAM)

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
4.58 Sabit kir yükü eklenerek, PC10 deterjanı ile 15 kez yıkanmış dokuma pamuk (%100) kumaşın taramalı elektron mikroskobu (SEM) görüntüsü.....	106
4.59 Sabit kir yükü eklenerek, Ref deterjanı ile 15 kez yıkanmış dokuma pamuk (%100) kumaşın taramalı elektron mikroskobu (SEM) görüntüsü.....	106
4.60 Sabit kir yükü eklenerek, PC10 deterjanı ile 25 kez yıkanmış dokuma pamuk (%100) kumaşın taramalı elektron mikroskobu (SEM) görüntüsü.....	107
4.61 Sabit kir yükü eklenerek, Ref deterjanı ile 25 kez yıkanmış dokuma pamuk (%100) kumaşın taramalı elektron mikroskobu (SEM) görüntüsü.....	107
4.62 Sabit kir yükü eklenerek, PC10 deterjanı ile 5 kez yıkanmış dokuma pamuk-poliester (%65-%35) kumaşın taramalı elektron mikroskobu (SEM) görüntüsü	108
4.63 Sabit kir yükü eklenerek, Ref deterjanı ile 5 kez yıkanmış dokuma pamuk-poliester (%65-%35) kumaşın taramalı elektron mikroskobu (SEM) görüntüsü	108
4.64 Sabit kir yükü eklenerek, PC10 deterjanı ile 15 kez yıkanmış dokuma pamuk-poliester (%65-%35) kumaşın taramalı elektron mikroskobu (SEM) görüntüsü	109
4.65 Sabit kir yükü eklenerek, Ref deterjanı ile 15 kez yıkanmış dokuma pamuk-poliester (%65-%35) kumaşın taramalı elektron mikroskobu (SEM) görüntüsü	109
4.66 Sabit kir yükü eklenerek, PC10 deterjanı ile 25 kez yıkanmış dokuma pamuk-poliester (%65-%35) kumaşın taramalı elektron mikroskobu (SEM) görüntüsü	110
4.67 Sabit kir yükü eklenerek, Ref deterjanı ile 25 kez yıkanmış dokuma pamuk-poliester (%65-%35) kumaşın taramalı elektron mikroskobu (SEM) görüntüsü	110

ŞEKİLLER DİZİNİ (DEVAM)

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
4.68 Sabit kir yükü eklenerek, PC10 deterjanı ile 5 kez yıkanmış dokuma poliester (%100) kumaşın taramalı elektron mikroskobu (SEM) görüntüsü.....	111
4.69 Sabit kir yükü eklenerek, Ref deterjanı ile 5 kez yıkanmış dokuma poliester (%100) kumaşın taramalı elektron mikroskobu (SEM) görüntüsü.....	111
4.70 Sabit kir yükü eklenerek, PC10 deterjanı ile 15 kez yıkanmış dokuma poliester (%100) kumaşın taramalı elektron mikroskobu (SEM) görüntüsü.....	112
4.71 Sabit kir yükü eklenerek, Ref deterjanı ile 15 kez yıkanmış dokuma poliester (%100) kumaşın taramalı elektron mikroskobu (SEM) görüntüsü.....	112
4.72 Sabit kir yükü eklenerek, PC10 deterjanı ile 25 kez yıkanmış dokuma poliester (%100) kumaşın taramalı elektron mikroskobu (SEM) görüntüsü.....	113
4.73 Sabit kir yükü eklenerek, Ref deterjanı ile 25 kez yıkanmış dokuma poliester (%100) kumaşın taramalı elektron mikroskobu (SEM) görüntüsü.....	113
4.74 Sabit kir yükü eklenerek, PC10 deterjanı ile 5 kez yıkanmış örme poliamid (%100) kumaşın taramalı elektron mikroskobu (SEM) görüntüsü.....	114
4.75 Sabit kir yükü eklenerek, Ref deterjanı ile 5 kez yıkanmış örme poliamid (%100) kumaşın taramalı elektron mikroskobu (SEM) görüntüsü.....	114
4.76 Sabit kir yükü eklenerek, PC10 deterjanı ile 15 kez yıkanmış örme poliamid (%100) kumaşın taramalı elektron mikroskobu (SEM) görüntüsü.....	115
4.77 Sabit kir yükü eklenerek, Ref deterjanı ile 15 kez yıkanmış örme poliamid (%100) kumaşın taramalı elektron mikroskobu (SEM) görüntüsü.....	115
4.78 Sabit kir yükü eklenerek, PC10 deterjanı ile 25 kez yıkanmış örme poliamid (%100) kumaşın taramalı elektron mikroskobu (SEM) görüntüsü.....	116
4.79 Sabit kir yükü eklenerek, Ref deterjanı ile 25 kez yıkanmış örme poliamid (%100) kumaşın taramalı elektron mikroskobu (SEM) görüntüsü.....	116

ŞEKİLLER DİZİNİ (DEVAM)

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
4.80 Yıkanmamış ve sabit kir yükü eklenerek, Ref deterjanı ile yıkanmış dokuma pamuk (%100) kumaşın FTIR spektrumu (Siyah: Yıkanmamış, Mavi: 5 defa yıkanmış, Kırmızı:15 defa yıkanmış, Pembe:25 defa yıkanmış).....	117
4.81 Yıkanmamış ve sabit kir yükü eklenerek, PC10 deterjanı ile yıkanmış dokuma pamuk (%100) kumaşın FTIR spektrumu (Siyah: Yıkanmamış, Mavi: 5 defa yıkanmış, Kırmızı:15 defa yıkanmış, Pembe:25 defa yıkanmış).....	118
4.82 Yıkanmamış ve sabit kir yükü eklenerek, Ref deterjanı ile yıkanmış dokuma pamuk-poliester (%65-%35) kumaşın FTIR spektrumu (Siyah: Yıkanmamış, Mavi: 5 defa yıkanmış, Kırmızı:15 defa yıkanmış, Pembe:25 defa yıkanmış)	119
4.83 Yıkanmamış ve sabit kir yükü eklenerek, PC10 deterjanı ile yıkanmış dokuma pamuk-poliester (%65-%35) kumaşın FTIR spektrumu (Siyah: Yıkanmamış, Mavi: 5 defa yıkanmış, Kırmızı:15 defa yıkanmış, Pembe:25 defa yıkanmış)	119
4.84 Yıkanmamış ve sabit kir yükü eklenerek, Ref deterjanı ile yıkanmış dokuma poliestere (%100) kumaşın FTIR spektrumu (Siyah: Yıkanmamış, Mavi: 5 defa yıkanmış, Kırmızı:15 defa yıkanmış, Pembe:25 defa yıkanmış).....	120
4.85 Yıkanmamış ve sabit kir yükü eklenerek, PC10 deterjanı ile yıkanmış dokuma poliestere (%100) kumaşın FTIR spektrumu (Siyah: Yıkanmamış, Mavi: 5 defa yıkanmış, Kırmızı:15 defa yıkanmış, Pembe:25 defa yıkanmış).....	121
4.86 Yıkanmamış ve sabit kir yükü eklenerek, Ref deterjanı ile yıkanmış örme poliamid (%100) kumaşın FTIR spektrumu (Mavi: Yıkanmamış, Kırmızı: 5 defa yıkanmış, Pembe:15 defa yıkanmış, Sarı:25 defa yıkanmış).....	122
4.87 Yıkanmamış ve sabit kir yükü eklenerek, PC10 deterjanı ile yıkanmış örme poliamid (%100) kumaşın FTIR spektrumu (Siyah: Yıkanmamış, Mavi: 5 defa yıkanmış, Kırmızı:15 defa yıkanmış, Pembe:25 defa yıkanmış).....	122

ÇİZELGELER DİZİNİ

<u>Çizelge</u>	<u>Sayfa</u>
2.1 CIE Beyazlık İndisi ve Tint için Eşitliklerin Katsayıları.....	32
3.1 Denemelerde kullanılan kumaşların özellikleri.....	33
3.2 Denemelerde kullanılan kimyasal maddeler.....	34
3.3 Kullanılan cihaz ve makineler	34
3.4 Yıkama parametreleri	35
3.5 SBL 2004 kumaşının kir içeriği.....	36
3.6 Ekonomik toz deterjan formül bileşenleri	37
3.7 Nüanslama boyalarının sabit tutulduğu, floresan beyazlatma maddelerinin farklı oranlarda kullanıldığı deterjan formül bileşenleri.....	37
3.8 Floresan beyazlatma maddelerinin sabit tutulduğu, nüanslama boyalarının farklı oranlarda kullanıldığı deterjan formül bileşenleri.....	38
3.9 Floresan beyazlatma maddesinin ve Asit Viyole 50 nüanslama boyasının sabit tutulduğu, post-doz FWA ve diğer nüanslama boyalarının farklı oranlarda kullanıldığı deterjan formül bileşenleri	38
3.10 Post-doz FWA ve perkarbonat miktarının farklı oranlarda kullanıldığı deterjan formül bileşenleri.....	39
3.11 Nüanslama boyası ve perkarbonat miktarının farklı oranlarda kullanıldığı deterjan formül bileşenleri.....	39
4.1 Yıkanmamış kumaşların renk koordinatları ve beyazlık indisi değerleri.....	43
4.2 Ekonomik toz deterjan formülü ile yıkanmış örme pamuk (%100) kumaşın, yıkanmamış örme pamuk (%100) kumaşa göre beyazlık indisi farkının istatistik değerlendirmesi.....	44
4.3 Ekonomik toz deterjan formülü ile yıkanmış dokuma pamuk (%100) kumaşın, yıkanmamış dokuma pamuk (%100) kumaşa göre beyazlık indisi farkının istatistik değerlendirmesi	44

ÇİZELGELER DİZİNİ (DEVAM)

<u>Çizelge</u>	<u>Sayfa</u>
4.4 Ekonomik toz deterjan formülü ile yıkanmış dokuma pamuk-poliester (%65-%35) kumaşın, yıkanmamış dokuma pamuk-poliester (%65-%35) kumaşa göre beyazlık indisi farkının istatistik değerlendirmesi.....	45
4.5 Ekonomik toz deterjan formülü ile yıkanmış dokuma poliester (%100) kumaşın, yıkanmamış dokuma poliester (%100) kumaşa göre beyazlık indisi farkının istatistik değerlendirmesi	46
4.6 Ekonomik toz deterjan formülü ile yıkanmış örme poliamid (%100) kumaşın, yıkanmamış örme poliamid (%100) kumaşa göre beyazlık indisi farkının istatistik değerlendirmesi	46
4.7 Floresan beyazlatma maddelerinin değişken olduğu deterjan bileşimleri ile yıkanmış dokuma pamuk (%100) kumaşların, yıkanmamış dokuma pamuk (%100) kumaşa göre beyazlık indisi farkının istatistik değerlendirmesi	48
4.8 Floresan beyazlatma maddelerinin değişken olduğu deterjan bileşimleri ile yıkanmış örme pamuk (%100) kumaşların, yıkanmamış örme pamuk (%100) kumaşa göre beyazlık indisi farkının istatistik değerlendirmesi	49
4.9 Floresan beyazlatma maddelerinin değişken olduğu deterjan bileşimleri ile yıkanmış dokuma pamuk-poliester (%65-%35) kumaşların, yıkanmamış dokuma pamuk-poliester (%65-%35) kumaşa göre beyazlık indisi farkının istatistik değerlendirmesi	50
4.10 Floresan beyazlatma maddelerinin değişken olduğu deterjan bileşimleri ile yıkanmış dokuma poliester (%100) kumaşların, yıkanmamış dokuma poliester (%100) kumaşa göre beyazlık indisi farkının istatistik değerlendirmesi	51
4.11 Floresan beyazlatma maddelerinin değişken olduğu deterjan bileşimleri ile yıkanmış örme poliamid (%100) kumaşların, yıkanmamış örme poliamid (%100) kumaşa göre beyazlık indisi farkının istatistik değerlendirmesi.....	52

ÇİZELGELER DİZİNİ (DEVAM)

<u>Çizelge</u>	<u>Sayfa</u>
4.12 Nüanslama boyalarının değişken olduğu deterjan bileşimleri ile yıkanmış dokuma pamuk (%100) kumaşların, yıkanmamış dokuma pamuk (%100) kumaşa göre beyazlık indisi farkının istatistik değerlendirmesi.....	54
4.13 Nüanslama boyalarının değişken olduğu deterjan bileşimleri ile yıkanmış örme pamuk (%100) kumaşların, yıkanmamış örme pamuk (%100) kumaşa göre beyazlık indisi farkının istatistik değerlendirmesi	55
4.14 Nüanslama boyalarının değişken olduğu deterjan bileşimleri ile yıkanmış dokuma pamuk-poliester (%65-%35) kumaşların, yıkanmamış dokuma pamuk-poliester (%65-%35) kumaşa göre beyazlık indisi farkının istatistik değerlendirmesi.....	56
4.15 Nüanslama boyalarının değişken olduğu deterjan bileşimleri ile yıkanmış dokuma poliester (%100) kumaşların, yıkanmamış dokuma poliester (%100) kumaşa göre beyazlık indisi farkının istatistik değerlendirmesi.....	57
4.16 Nüanslama boyalarının değişken olduğu deterjan bileşimleri ile yıkanmış örme poliamid (%100) kumaşların, yıkanmamış örme poliamid (%100) kumaşa göre beyazlık indisi farkının istatistik değerlendirmesi.....	58
4.17 Ağartıcı sistemin %12'ye düşürüldüğü, birikme nüanslama boyalarının değişken olduğu deterjan bileşimleri ile yıkanmış dokuma pamuk (%100) kumaşların, yıkanmamış dokuma pamuk (%100) kumaşa göre beyazlık indisi farkının istatistik değerlendirmesi	59
4.18 Ağartıcı sistemin %12'ye düşürüldüğü, birikme nüanslama boyalarının değişken olduğu deterjan bileşimleri ile yıkanmış örme pamuk (%100) kumaşların, yıkanmamış örme pamuk (%100) kumaşa göre beyazlık indisi farkının istatistik değerlendirmesi	60

ÇİZELGELER DİZİNİ (DEVAM)

<u>Çizelge</u>	<u>Sayfa</u>
4.19 Ağartıcı sistemin %12'ye düşürüldüğü, birikme nüanslama boyalarının değişken olduğu deterjan bileşimleri ile yıkanmış dokuma pamuk-poliester (%65-%35) kumaşların, yıkanmamış dokuma pamuk-poliester (%65-%35) kumaşa göre beyazlık indisi farkının istatistik değerlendirmesi	60
4.20 Ağartıcı sistemin %12'ye düşürüldüğü, birikme nüanslama boyalarının değişken olduğu deterjan bileşimleri ile yıkanmış dokuma poliester (%100) kumaşların, yıkanmamış dokuma poliester (%100) kumaşa göre beyazlık indisi farkının istatistik değerlendirmesi	61
4.21 Ağartıcı sistemin %12'ye düşürüldüğü, birikme nüanslama boyalarının değişken olduğu deterjan bileşimleri ile yıkanmış örme poliamid (%100) kumaşların, yıkanmamış örme poliamid (%100) kumaşa göre beyazlık indisi farkının istatistik değerlendirmesi	62
4.22 Post-doz FWA ve perkarbonat miktarının farklı oranlarda kullanıldığı deterjan bileşimleri ile yıkanmış dokuma pamuk (%100) kumaşların, yıkanmamış dokuma pamuk (%100) kumaşa göre beyazlık indisi farkının istatistik değerlendirmesi	63
4.23 Post-doz FWA ve perkarbonat miktarının farklı oranlarda kullanıldığı deterjan bileşimleri ile yıkanmış örme pamuk (%100) kumaşların, yıkanmamış örme pamuk (%100) kumaşa göre beyazlık indisi farkının istatistik değerlendirmesi	64
4.24 Post-doz FWA ve perkarbonat miktarının farklı oranlarda kullanıldığı deterjan bileşimleri ile yıkanmış dokuma pamuk-poliester (%65-%35) kumaşların, yıkanmamış dokuma pamuk-poliester (%65-%35) kumaşa göre beyazlık indisi farkının istatistik değerlendirmesi	64
4.25 Post-doz FWA ve perkarbonat miktarının farklı oranlarda kullanıldığı deterjan bileşimleri ile yıkanmış dokuma poliester (%100) kumaşların, yıkanmamış dokuma poliester (%100) kumaşa göre beyazlık indisi farkının istatistik değerlendirmesi	65

ÇİZELGELER DİZİNİ (DEVAM)

<u>Çizelge</u>	<u>Sayfa</u>
4.26 Post-doz FWA ve perkarbonat miktarının farklı oranlarda kullanıldığı deterjan bileşimleri ile yıkanmış örme poliamid (%100) kumaşların, yıkanmamış örme poliamid (%100) kumaşa göre beyazlık indisi farkının istatistik değerlendirmesi.....	66
4.27 FWA miktarı sabit tutularak, nüanslama boyası ve perkarbonat miktarının farklı oranlarda kullanıldığı deterjan bileşimleri ile yıkanmış dokuma pamuk (%100) kumaşların, yıkanmamış dokuma pamuk (%100) kumaşa göre beyazlık indisi farkının istatistik değerlendirmesi	67
4.28 FWA miktarı sabit tutularak, nüanslama boyası ve perkarbonat miktarının farklı oranlarda kullanıldığı deterjan bileşimleri ile yıkanmış örme pamuk (%100) kumaşların, yıkanmamış örme pamuk (%100) kumaşa göre beyazlık indisi farkının istatistik değerlendirmesi	68
4.29 FWA miktarı sabit tutularak, nüanslama boyası ve perkarbonat miktarının farklı oranlarda kullanıldığı deterjan bileşimleri ile yıkanmış dokuma pamuk-poliester (%65-%35) kumaşların, yıkanmamış dokuma pamuk-poliester (%65-%35) kumaşa göre beyazlık indisi farkının istatistik değerlendirmesi.....	69
4.30 FWA miktarı sabit tutularak, nüanslama boyası ve perkarbonat miktarının farklı oranlarda kullanıldığı deterjan bileşimleri ile yıkanmış dokuma poliester (%100) kumaşların, yıkanmamış dokuma poliester (%100) kumaşa göre beyazlık indisi farkının istatistik değerlendirmesi	70
4.31 FWA miktarı sabit tutularak, nüanslama boyası ve perkarbonat miktarının farklı oranlarda kullanıldığı deterjan bileşimleri ile yıkanmış örme poliamid (%100) kumaşların, yıkanmamış örme poliamid (%100) kumaşa göre beyazlık indisi farkının istatistik değerlendirmesi	71
4.32 Sabit kir yükü eklenerek yıkanmış dokuma pamuk (%100) kumaşların, yıkanmamış dokuma pamuk (%100) kumaşa göre beyazlık indisi farkının istatistik değerlendirmesi	73

ÇİZELGELER DİZİNİ (DEVAM)

<u>Çizelge</u>	<u>Sayfa</u>
4.33 Sabit kir yükü eklenerek yıkanmış örme pamuk (%100) kumaşların, yıkanmamış örme pamuk (%100) kumaşa göre beyazlık indisi farkının istatistik değerlendirmesi	74
4.34 Sabit kir yükü eklenerek yıkanmış dokuma pamuk-poliester (%65-%35) kumaşların, yıkanmamış dokuma pamuk-poliester (%65-%35) kumaşa göre beyazlık indisi farkının istatistik değerlendirmesi	75
4.35 Sabit kir yükü eklenerek yıkanmış dokuma poliester (%100) kumaşların, yıkanmamış dokuma poliester (%100) kumaşa göre beyazlık indisi farkının istatistik değerlendirmesi	75
4.36 Sabit kir yükü eklenerek yıkanmış örme poliamid (%100) kumaşların, yıkanmamış örme poliamid (%100) kumaşa göre beyazlık indisi farkının istatistik değerlendirmesi	76
4.37 Yıkanmamış kumaşların, kopma mukavemeti değerleri	77
4.38 Sabit kir yükü eklenerek yıkanmış dokuma pamuk (%100) kumaşların, kopma mukavemetinin istatistik değerlendirmesi	77
4.39 Sabit kir yükü eklenerek yıkanmış dokuma pamuk-poliester (%65-%35) kumaşların, kopma mukavemetinin istatistik değerlendirmesi	79
4.40 Sabit kir yükü eklenerek yıkanmış dokuma poliester (%100) kumaşların, kopma mukavemetinin istatistik değerlendirmesi	80
4.41 Yıkanmamış kumaşların, patlama mukavemeti değerleri	82
4.42 Sabit kir yükü eklenerek yıkanmış örme pamuk (%100) kumaşların, patlama mukavemetinin istatistik değerlendirmesi	83
4.43 Sabit kir yükü eklenerek yıkanmış örme poliamid (%100) kumaşların, patlama mukavemetinin istatistik değerlendirmesi	83
4.44 Sabit kir yükü eklenerek yıkanmış kumaşların, ışık haslığı testi değerlendirmesi	85

ÇİZELGELER DİZİNİ (DEVAM)

<u>Çizelge</u>	<u>Sayfa</u>
4.45 Dokuma pamuk (%100) kumaşların, X-Işını fotoelektron spektroskopisi (XPS) analizi sonuçları	86
4.46 C 1s için X-Işını fotoelektron spektroskopisi (XPS) bağlanma enerjisi değerleri	89
4.47 Dokuma pamuk-poliester (%65-%35) kumaşların, X-Işını fotoelektron spektroskopisi (XPS) analizi sonuçları	91
4.48 Dokuma poliester (%100) kumaşların, X-Işını fotoelektron spektroskopisi (XPS) analizi sonuçları	95
4.49 Örme poliamid (%100) kumaşların, X-Işını fotoelektron spektroskopisi (XPS) analizi sonuçları	98



SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

<u>Simgeler</u>	<u>Açıklama</u>
AV50	Asit Viyole 50
DV9	Direkt Viyole 9
DV28	Dispers Viyole 28
PC	Perkarbonat

Kısaltmalar

AE	Alkil etoksilat
APG	Alkil poliglukozidler
AS	Alkil Sülfatlar
CMC	Karboksimetil selüloz
DSB	1,4-distirilbenzen
DSBP	4,4'-distirilbifenil
DTPA	Dietilen triamin pentaasetik asit
DTPMP	Dietilen triamin penta metilenfosfonik asit
EDTMP	Etilen diamin tetra metilen fosfonik asit
FWA	Floresan beyazlatma maddesi
HEDP	Hidroksi etan difosfonik asit, Sodyum hidroksietandifosfonat
LAS	Lineer Alkilbenzen Sülfonat
NOBS	Nonanoiloksibenzen sülfonat
PVP	Polivinilpirolidon
S,S-EDDS	Etilen di-amin di-süksinik asit
STPP	Sodyum tripolifosfat
TAED	N'N''- tetraasetil etilen diamin



1 GİRİŞ

1.1 Deterjan Hakkında Genel Bilgiler ve Deterjan Bileşenleri

Deterjan, bir veya daha fazla yüzey aktif maddeyi temel bileşen olarak içerecek şekilde formüle edilmiş temizleme bileşimi olarak tanımlanmaktadır (ASTM D459, 2017).

Bourne ve Jennings çalışmasında, deterjan terimini; temizleme ajanı, temizleme işlemi için kullanılan madde, çözünmez tortuların çökmesini engelleyici temizleme maddesi, kirlerin yüzeylerden uzaklaştırılmasına ve atılmasına yardımcı olan malzeme, suda eritildiğinde suyun doğasında bulunan gücü artırıcı madde, kir gidermek için bir bileşim olarak tanımlamaktadır (Bourne and Jennings, 1963).

Deterjan, suyun yüzey gerilimini azaltarak, temizlenecek nesnenin içine girmektedir. Bu şekilde kirleri ve yağları oldukları yerlerden çıkararak, kirlerin tekrar nesneye yapışmasını önlemektedir (Ho Tan Tai et al, 2000; Ceylan vd, 2016). Deterjanın en önemli özelliklerinden biri de köpüklenmedir. Deterjanlar sert sularda bile kolayca köpürebilen bir yapıya sahiptir.

Deterjanlar kullanıldıkları yüzeyleri etkin bir şekilde temizlemeleri için ana bileşen olarak yüzey aktif maddeler içermektedir. Yüzey aktif maddelerin pek çoğu, molekülün bir ucunda suyu çeken (hidrofilik) ve diğer ucunda suyu iten (hidrofobik) bir grup bulundurmaktadır (Ho Tan Tai et al, 2000).

Deterjanlar, her biri temizlemede ayrı bir görev yapan, pek çok maddeden oluşan çok kompleks bir karışımdır (Eren, 2016). Çamaşır deterjanları temelde iki ana bileşen içermektedir, bu iki ana bileşen yüzey aktif maddeler ve yapı oluşturuçulardır. Bunun dışında; şelatlar, polimerler, enzimler, ağartma maddeleri, köpük baskılayıcılar, çözgenler, tamponlar, stabilizatörler, parfümler, tuzlar, elektrolitler, boya bileşenleri gibi bileşenler belirli performans alanlarını güçlendirmek ve/veya kumaş bakımına fayda sağlamak için deterjan formülüne eklenmektedir (Cameron, 2007).

1.2 Yüzey Aktif Maddeler

“Yüzey aktif madde” kelime anlamı olarak; ‘bir sıvıda çözünebilen ya da disperse olabilen, sıvının yüzey gerilimini düşürücü etki gösteren madde’ şeklinde tanımlanmaktadır.

Yüzey aktif madde (sümfaktan) ismi, sabun, deterjan, emülsiyon oluşturan maddeler, ıslatıcı maddeler için kullanılan genel bir isimdir. Yüzey aktif maddeler veya sümfaktanlarla ilgili modern kavram, sabunları, deterjanları, emülsifiyanları, ıslatıcı maddeleri ve penetrasyon maddelerini kapsamaktadır. Bütün bu maddeler, birbirleriyle temasta olan iki faz arasındaki yüzey tabakasının özelliklerini değiştirerek, aktifliğini sürdürmektedir. Yüzey aktif maddelerin pek çoğu, molekülün bir ucunda suyu çeken (hidrofilik) ve diğer ucunda suyu iten (hidrofobik) bir grup bulundurmaktadır (Demir, 2014).

Deterjanların ana maddesini oluşturan yüzey aktif maddeler, suda veya sulu bir çözeltilde çözüldüğünde yüzey gerilimini etkileyen (çoğunlukla azaltan) kimyasal bileşiklerdir. Aynı zamanda, iki sıvı arasındaki yüzeyler arası gerilimi de etkilemektedir. Yüzey aktif maddeler, yüzey gerilimini azaltarak yıkama işleminde temizleme ve köpük oluşturma görevini yerine getirmektedir (Eren, 2016; Batıgöç, 2010).

Yüzey aktif maddelerin hidrofobik kısmı, genelde 8-12 karbon içeren düz veya az dallanmış zincirdir, bazı hallerde zincirdeki bazı karbon atomlarının yerine benzen halkası geçmiştir. Yüzey aktif maddeler içerdiği hidrofilik gruba göre sınıflandırılmaktadır (Eren, 2016).

Aşağıda çeşitli yüzey aktif maddelerin içerdiği temel kimyasal gruplar verilmektedir.

Anyonik Yüzey Aktif Maddeler: $-(\text{CSO}_3)^-$ veya $-(\text{SO}_3)^-$

Katyonik Yüzey Aktif Maddeler: $-\text{N}(\text{CH}_3)_3^+$ veya $-\text{C}_5\text{H}_5\text{N}^+$

Amfoterik Yüzey Aktif Maddeler: $-\text{N}^+(\text{CH}_3)_2(\text{CH}_2)_2\text{COO}^-$

İyonik Olmayan Yüzey Aktif Maddeler: $-(\text{OCH}_2\text{CH}_2)_n \text{OH}$ (Eren, 2016).

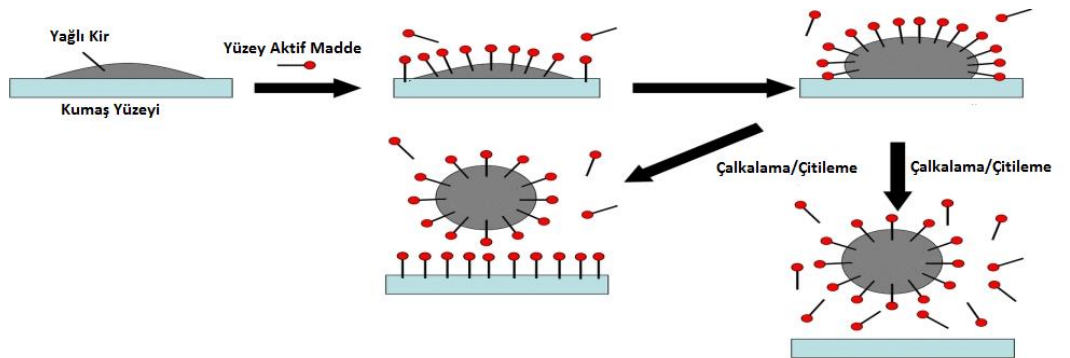
Yüzey aktif maddeler, hidrofob zincirler (genellikle C12-C18 alkil polimer zinciri) ve yüklü veya yüksüz hidrofil gruplar (sülfat, sülfonat veya polietoksilat grupları gibi) içermektedir. Bu gruplar, yüzeydeki su gerilimini veya su ve diğer fazlar (yağlar gibi) arasındaki yüzeyler arası gerilimi azaltmaktadır. Kısaca, su ve yağ uyumsuzluğunun giderilmesine yardım etmektedir. Denge durumundan farklı olarak dinamik yüzey geriliminin azaltılması, yüzey aktif maddelerin yıkama verimi için önemlidir.

Yüzey aktif maddelerin bu özelliği, yağlı kirlerin giderilmesinde çok önemli katkı sağlamaktadır. Yüzey aktif maddelerin yerine getirdiği emülsiyonlaştırma ve yuvarlama (roll-up) gibi önemli işlevler, yağ-su ve kumaş-su ara yüzeylerinde yüzey aktif maddelerin adsorpsiyonunu ve sonrasında yağ damlasının kumaştan uzaklaştırılmasını sağlamaktadır.

Yüzey aktif madde konsantrasyonunun yüksek olduğu durumlarda, yüzey aktif madde agregatlarıyla (miseller) da yağ çözme işlemi gerçekleştirilebilmektedir. Bu tip yağ çözme yöntemleri daha çok elde bulaşık yıkama deterjanlarında kullanılmaktadır.

Yüzey aktif maddelerin, kirlerin süspansiyon haline getirilip, uzaklaştırılmasındaki katkısı da aynı derecede önem taşımaktadır. Yüzey aktif maddelerin buradaki rolü, kiri ıslatmak ve hidrolizi desteklemek veya yüzey proteinlerinin yüklerini değiştirerek onlara hidrofillik kazandırmaktır.

Yüzey aktif maddeler, aynı zamanda partiküllü maddeler üzerine tutunma ve bu maddeleri süspansiyon halinde tutma yeteneğiyle, deterjanların beyazlık performansına da önemli katkıda bulunmaktadır (Johansson and Somasundaran, 2007).



Şekil 1.1 Yüzey aktif madde ile yağlı kirlerin giderilmesi (Cleaning Your Clothes, 2012)

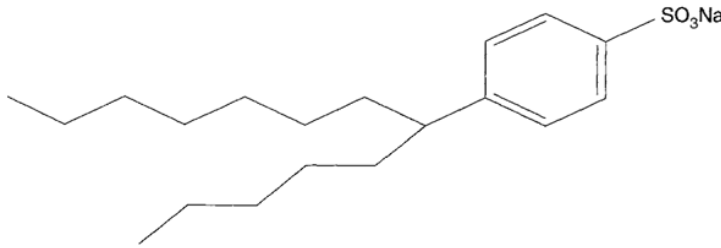
Yüzey aktif maddeler, kir-su ara yüzeylerine tutunduğu gibi hava-su ara yüzeylerine de tutunmaktadır ve böylece deterjan çözeltilerinin köpürmesini sağlamaktadır. Köpükler, temizleme işlemine katkıda bulunmamasına rağmen, köpürme deterjanların yıkama çözeltilerindeki varlığını veya aktifliğini gösteren geleneksel bir sinyal olarak algılanmaktadır. Bu nedenle, yıkama döngüsünde deterjanın köpürmesinin görülmesi, deterjan kullanıcılarına deterjan varlığı hakkında güven vermektedir. Köpüklerin iyi ve verimli bir şekilde durulanabilmesi için durulama işlemi sırasında hızlıca çökmesi gerekmektedir (Johansson and Somasundaran, 2007).

1.2.1 Anyonik aktif maddeler

Anyonik yüzey aktif maddeler deterjan sektöründe en çok kullanılan yüzey aktif madde çeşididir. Uzun zincirli bir hidrofobun, karboksilat (-COO), sülfat (-SO₃), sülfonat (-OSO₃), fosfat, karboksimetil gibi gruplardan oluşan bir anyonik grup üzerinden sodyum, amonyum, potasyum, vb. küçük katyonlara bağlanması ile oluşmaktadır.

Önemli anyonik yüzey aktif maddeler; karboksilatlar, sülfatlar, polieter veya polioksietilen sülfatlar, sülfonatlar, sülfosüksinatlar ve fosfat eterleridir (Demir, 2014).

Lineer Alkilbenzen Sülfonat (LAS) maliyetinin düşük olması ve yüksek performans sağlaması nedeniyle en çok kullanılan yüzey aktif madde olarak bilinmektedir (Şekil 1.2).



Şekil 1.2 Lineer Alkilbenzen Sülfonat (LAS)

Sabunlar, sert sularda, çözünmeyen kalsiyum ve magnezyum tuzları oluşturmaktadır. Lineer alkilbenzen sülfonat ise çökelti oluşumuna karşı sıradan sabunlara göre daha dayanıklıdır fakat yine de su sertliğine karşı hassasiyet göstermektedir. LAS'ın, su sertliğine karşı hassasiyet sorunu, noniyonik (iyonik olmayan, yüksüz) yüzey aktif maddelerin eklenmesiyle giderilmektedir.

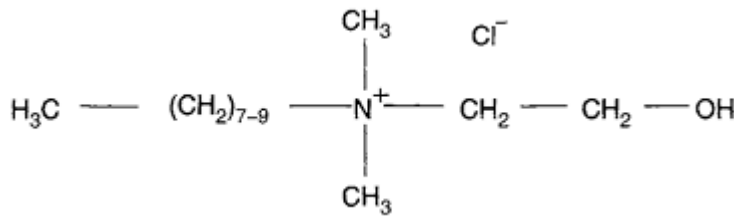
Katyonik yüzey aktif maddeler daha çok yıkama sonrası işlemlerde çamaşır yumuşatıcı ve dezenfektan (çamaşır suyu gibi) olarak kullanılmaktadır. Antiseptik özelliği nedeniyle, daha çok sanitasyonda tercih edilmektedir (Ho Tan Tai, 2000).

Katyonik yüzey aktif maddelerin kullanılan en önemli tipleri; aminler, kuarterner amonyum tuzları, imidazoller, pridinyum tuzları, guanidinlerdir (Demir, 2014).

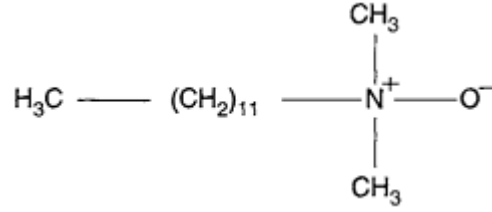
Katyonik yüzey aktif maddelerin kir çıkarma özelliği zayıftır ve maliyeti yüksektir. Birbirini nötralize edeceği için anyonik yüzey aktif maddelerle birlikte kullanılmamaktadır (Ho Tan Tai, 2000).

Kumaşlar ve kirler genellikle negatif yüklü olarak bulunmaktadır. Katyonik yüzey aktif maddelerin pozitif yüklü olması, kumaş ve kir üzerine tutunma (ve ayrışmama) eğilimi oluşturmaktadır ve bu sebeple yıkama deterjanlarında daha az kullanılmaktadır. Aynı özellik nedeniyle, çift uzun zincirli yüzey aktif madde gibi davranan moleküller kumaş yumuşatma formülasyonlarında aktif olarak kullanılmaktadır. Eğer bu çift uzun zincirli katyonik aktifler, anyonik yüzey aktif maddeleriyle kombinasyon halinde kullanılırsa, anyoniklerle kuvvetli etkileşime girerek çözünmeyen iyon çiftleri oluşturmaktadır ve genel temizleme gücünü olumsuz etkilemektedir. Bununla beraber, çözünebilir tek kısa zincirli katyonik yüzey aktif maddelerin düşük seviyeleri anyonik yüzey aktif maddeler ile karıştırıldığında, temizleme verimi olumlu etkilenmektedir.

Katyonik yüzey aktif maddelere örnek olarak, C8-10 hidroksietil dimetil amonyumklorür (Şekil 1.4) veya C8-10 alkil amidodimetil propilamin gösterilmektedir. Alkil dimetilaminoksitler benzer fonksiyonlara sahip yüzey aktif maddeler olmasına rağmen, tipik yıkama koşullarında katyonik olarak değerlendirilmemektedir (Johansson and Somasundaran, 2007). (Şekil 1.5)



Şekil 1.4 Alkil hidroksietil dimetil amonyumklorür



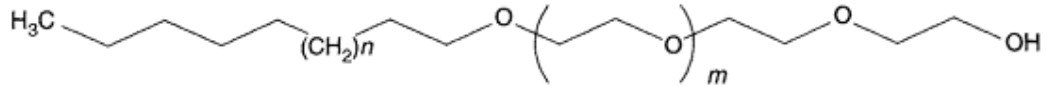
Şekil 1.5 Alkil dimetilaminoksitler

1.2.3 Non-iyonik aktif maddeler

Non-iyonik yüzey aktif maddelerin hidrofob zincir ucunda hidrolize olmaya yetenekli, yüksüz, suda çözünebilen poliglikoleter grubu bulunmaktadır (Demir, 2014).

Katyonik ve anyoniklere oranla daha pahalı olan non-iyonik yüzey aktifler, su sertliğinden ve düşük sıcaklıktan etkilenmemektedir. Güçlü kir çıkarma özelliği ile özellikle yağ bazlı kirlerin giderilmesinde yarar sağlamaktadır. Hem katyonik, hem anyonik yüzey aktiflerle birlikte kullanılabilir (Ho Tan Tai, 2000).

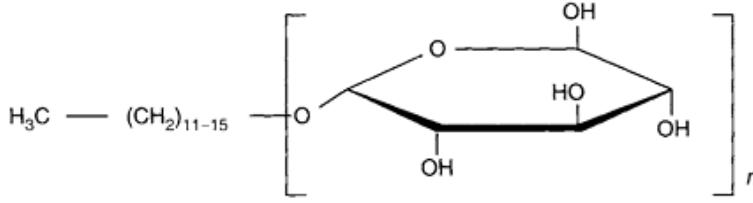
Alkil etoksilatlar (AE) en yaygın kullanılan non-iyonik yüzey aktif maddelerdir (Şekil 1.6).



Şekil 1.6 Alkil etoksilat (AE)

Alkil etoksilatlar kalsiyum veya magnezyum ile kompleks oluşturmamaktadır ve bu nedenle su sertliğine karşı dayanımı yüksektir. Etoksilat kısmının uzunluğunun değiştirilmesiyle, özelliği ve performansı iyileştirilebilmektedir. Etoksilasyon derecesi 3-5 olduğu zaman, oldukça hidrofob yüzey aktif maddeler oluşmaktadır ve yağlı lekelerin uzaklaştırılmasında kullanılmaktadır.

Alkil etoksilatların yanısıra, alkil poliglikozidler (APG, Şekil 1.7) ve alkil glikozamidler de non-iyonik yüzey aktif maddelere örnek olarak verilebilir ancak bunlar daha az kullanım alanına sahiptir (Johansson and Somasundaran, 2007).



Şekil 1.7 Alkil poliglikozid (APG)

1.2.4 Amfoterik aktif maddeler

Amfoterik yüzey aktif maddeler, anyonik kısmında bir negatif yük ve katyonik kısmında bir pozitif yük taşımaktadır (Ho Tan Tai, 2000). Amfoterik yüzey aktif maddeler, çözüldükleri çözeltinin pH'ına bağlı olarak, asidik pH çözeltilerinde pozitif bir yük kazanarak katyonik yüzey aktif madde gibi davranmaktadır, bazik pH çözeltilerinde ise negatif olarak yüklenerek anyonik yüzey aktif madde gibi davranmaktadır. Her iki iyonik grubun eşit iyonizasyon gösterdiği pH değerine molekülün isoelektrik noktası denilmektedir.

İsoelektronik noktada amfoterik yüzey aktif maddenin çözünürlüğü en düşük düzeyde olmaktadır. Amfoterik yüzey aktif maddelerin yüzey aktivitesi ise, yüklü gruplar arasındaki uzaklığa bağlıdır ve isoelektrik noktada maksimum olmaktadır. Amfoterik yüzey aktif maddelerin pH'ı ile yükünde meydana gelen değişim, ıslatma, deterjanlık etkisi, köpürme gibi özelliklerini etkilemektedir. İsoelektrik noktada amfoterik yüzey aktif maddelerin özellikleri noniyonik yüzey aktif maddelere çok benzemektedir. İsoelektrik noktanın aşağısında ve yukarısında özellikler katyonik ve anyonik yüzey aktif maddelerinkine doğru yönelmektedir (Bajpai and Tyagi, 2007).

Tekstil prosesleriyle özellikle ilgili olan amfoterik yüzey aktif maddeler; betainler olarak da bilinen 'tri-substitüentlenmiş alkil aminoasitlerdir. N-alkil betainler ve açil amino alkil betain tipik örnekler olarak verilmektedir (Demir, 2014).

Temizleme gücü yüksek olduğu ve cilde zarar vermediği için, daha çok, duş jeli, banyo köpüğü, şampuan gibi kişisel bakım ürünlerinde tercih edilmektedir (Ho Tan Tai, 2000; Batıgöç, 2010).

1.3 Yapı Oluşturucular

Yapı oluşturucular, deterjanlarda yüzey aktif maddelerden sonra gelen ikinci önemli bileşendir. Sert su minerallerini bağlayarak suyu yumuşatmak, su sertliği iyonlarını önlemek, yüzey aktif maddelerin kumaşlardan kiri uzaklaştırmasına yardımcı olmak, yüzey aktif maddenin etkinliğini arttırmak, temizleme işlemine yardımcı olmak amacıyla bazikliği istenilen bir seviyeye getirmek, kirlerin disperse olmasını ve süspansiyon oluşturmasını sağlamak, böylece giysi üzerine tekrar çökmelerini önlemek gibi pek çok işlevi yerine getirmektedir (Bajpai and Tyagi, 2007).

Bu amaçla deterjan içerisinde, alkaliler, kompleks yapıcı maddeler, iyon değiştiriciler ve bunların karışımları kullanılabilir (Smulders et al, 2007).

Yapı oluşturucular, esas olarak su veya kirlerde bulunan sertlik (kalsiyum ve magnezyum) iyonlarının olumsuz etkilerini nötralize eden ve bağlayan maddelerdir. Sertlik iyonları, yıkama çözeltisi içinde var olan kirin yumaklaşmasına ve kumaş üzerine çökmesine neden olabilmektedir.

Yapı oluşturucular çeşitli mekanizmalar yoluyla su sertliğini nötralize edebilmektedir. İyon tutucu yapı oluşturucular (STPP, nitrolotriasetik asit gibi), sertlik iyonlarıyla çözünür kompleksler oluşturmaktadır. Çökeltici yapı oluşturucular (yağ asidi gibi), çözünür maddelerdir ve çözünmeyen Ca / Mg tuzları meydana getirmektedir. İyon değiştirici yapı oluşturucular (zeolitler gibi), iyon değişimiyle sertlik iyonlarını bağlayabilen çözünmeyen maddelerdir.

Deterjanlarda genellikle yapı oluşturucu olarak STPP seçilmektedir. STPP, Ca ve Mg iyonlarının her ikisini de hızlı ve etkin biçimde bağlamasının yanı sıra çözünmez kirler için mükemmel dispersiyon/süspansiyon maddesidir. Ayrıca granül ürünlerde formüle edilmesi ucuz ve kolaydır. Ancak, su yüzeyinde ötrofikasyonu kansere sebep olduğundan, pek çok gelişmiş ülkede yasaklanmıştır ya da sınırlı olarak kullanılmaktadır.

Granül deterjanlarda STPP'nin yerini alabilecek birincil madde zeolitlerdir. Bu maddeler, kalsiyum iyonları ile sodyumu değiştirerek hareket eden, çözünmez sodyum alümino silikatlardır. Bunlar güvenli ve ucuz maddelerdir ancak sadece kalsiyumu bağlaması, bağlama hareketinin oldukça yavaş olması, kumaş üzerinde görünür şekilde depolanabilmesi gibi bazı sakıncaları vardır. Bu sorunlar, ilave kir süspansiyonu sağlayan, sitrat gibi ikinci

yapı oluşturucu veya poliakrilatlar gibi polimerlerin eklenmesi yoluyla çözümlenmektedir. Granül formülasyonlarda kullanılan diğer iki yapı oluşturucu, tabakalı silikatlar (iyon değiştirici yapı oluşturucu, bazı Avrupa granüllerinde kullanılır) ve sodyum karbonattır. Her ikisi de, yapı oluşturucu işlevselliğine ek olarak baziklik sağlamaktadır. Yavaş hareket etmesi ve kumaşta kireç bağlama eğilimi nedeniyle karbonatın daha az kullanılmaktadır.

STPP, zeolitler, sitratlar ve yağ asitleri sıvı deterjanlarda yaygın olarak kullanılan yapı oluşturuculardır.

Sitrat, temiz çevre sicili ve iyi kullanılabilirliği nedeniyle daha popöler hale gelen bir iyon tutucu yapı oluşturucudur. Ancak, kalsiyum ve magnezyum bağlama sabitleri oldukça düşüktür.

Yağ asidi olarak en sık kullanılan doymuş C12-16 maddesidir, bu çok yönlü bir maddedir, ayrıca yumuşak su içinde yüzey aktif madde olarak ve köpük baskılayıcı olarak hareket edebilmektedir. Yağ asitlerinin ana dezavantajı, bir sertlik iyonunu kompleksleştirmek için iki tane yağ asidi molekülüne ihtiyaç duyulması nedeniyle düşük ağırlık verimi olmasıdır (Johansson and Somasundaran, 2007).

1.4 Ağartma Maddeleri

Yükseltgeme veya indirgeme ile kromoforik sistemlerin bozunması yoluyla kimyasal ağartma gerçekteştirilir. Çamaşır yıkama ürünlerinde büyük oranda yükseltgen ağartıcılar kullanılmakla beraber az da olsa NaHSO_3 , $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$ gibi indirgen ağartıcılar da kullanılmaktadır. Yıkama ve durulama işlemleri sırasında peroksit ağartma ve hipoklorit ağartma işlemleri önemli olarak karşımıza çıkmaktadır. Peroksit ağartmada kullanılan hidrojen peroksit, inorganik peroksitler (perborat, perkarbonat, peroksi asitler gibi) ve peroksohidratlardan (peroksomono- ve peroksodi- sülfürik asit veya fosfonik asit gibi) sağlanmaktadır. Hipoklorit ağartma işlemlerinde ise, genellikle sodyum hipokloritin (NaOCl) bir sulu çözeltisi aktif klor kaynağı olarak kullanılmaktadır (Bajpai and Tyagi, 2007).

Deterjanlarda en çok kullanılan ağartma aktivatörleri N'N''- tetraasetil etilen diamin (TAED) ve nonanoiloksibenzen sülfonat (NOBS) tır. Su bazlı ortamda TAED, peroksitten gelen perhidroksil anyonu ile perhidrolize uğrayarak

perasetik asit oluşturmaktadır. NOBS ise aynı şekilde reaksiyon vererek daha hidrofobik olan peronaoik asit oluşturmaktadır (Üner, 2013).

Ağartma katalizi için, eser miktarda ağır metal iyonu (manganez gibi) ya da alüminyum veya çinko ftalosiyantetrasülfonat gibi fotoağartıcılar kullanılmaktadır.

Ağartma stabilizatörü olarak, magnezyum silikat, sodyum trifosfat, fosfonik asitler (sodyum hidroksietandifosfonat (HEDP), sodyum dietilentriamin pentakis (metilenfosfonat)) kullanılmaktadır (Bajpai and Tyagi, 2007).

1.5 Diğer Bileşenler

1.5.1 Floresan beyazlatma maddeleri

Optik parlaticılar veya floresan beyazlatıcı maddeler, tekstil materyaline uygulandığında, insan gözünün görmediği kısa dalga boyundaki elektromanyetik radyasyonu (300-400 nm) absorbe ederek 400 ila 500 nm arasında (Chen et al, 2014; He et al, 2015) mor, saf mavi veya yeşilimsi mavi renkte daha uzun dalga boyundaki görünür ışık olarak yayan bileşiklerdir. Bu radyasyon, bir tekstil maddesinin daha sarımsı kendi rengi ile kombine edildiğinde, parlak bir beyaz üretmektedir (Iqbal et al, 2014).

Deterjan içinde ağırlık olarak ortalama % 0.15 civarında bir yoğunlukta bulunan floresan beyazlatma maddeleri, tekstil ürünlerinin kullanımı sırasında ışıkla bozulan veya yıkama sırasında yıkama çözeltisinde kaybolan floresan beyazlatma maddelerinin yerini almak üzere kullanılmaktadır (Blanco et al, 2001b). Özellikle renkli kumaşlar için tasarlanmış deterjan ürünleri optik parlaticı içermemektedir çünkü renkli kumaşlar üzerinde optik parlaticıların aşırı çökmesi açık renkli lekeler neden olabilmektedir ve bu durum kumaşların ön işlemleri için sıvı deterjanlar kullanıldığında, sorun olabilmektedir (Johansson and Somasundaran, 2007).

Kullanılan floresan beyazlatıcı maddenin tipine, deterjan bileşimine ve yıkama sıcaklığına bağlı olarak, deterjan içindeki optik parlaticının % 20 ila % 95 arasında değişen oranı, kumaşlar tarafından adsorbe edilmemekte ve yıkama çözeltisi ile atık su arıtma tesislerinden boşaltılmaktadır (Blanco et al, 2001b)

Optik parlaticuların birçoğu azot atomları içeren heterosiklik bileşiklerden türetilmiştir. Üretilen tüm optik parlaticuların yaklaşık% 80'i stilben türevlerinden türetilmektedir (Iqbal et al, 2014).

Floresan parlaticı molekülü normal olarak konjuge çift bağ ve oksokrom grubundan oluşmaktadır. Heterosiklikler (triazol, kumarin, naftalimid ve benzoksazol) ve stilben (triazinilaminostilben ve distiril) sistemleri ticari floresan parlaticuların başlıca türleridir. Fotokimyasal ve fotofiziksel özelliklerinden dolayı, 1,4-distirilbenzen (DSB) ve 4,4'-distirilbifenil (DSBP) yapıları, tekstil, kağıt ve ev tipi deterjan alanlarında floresan parlaticı olarak kullanılmaktadır (Zhao et al, 2014).

DSBP, ev tipi deterjanlarda yaygın olarak kullanılan, stilben tipi floresan beyazlatma maddesidir. DSBP'nin fotolizinde, ağırlıklı olarak stilben gruplarının bölünmesiyle oluşan aldehitler ve stilben çift bağına su ilavesinden kaynaklanan alkoller oluşmaktadır (Blanco et al, 2001b).

Stilben floresan parlaticuların işık stabilitesi ve beyazlık yeteneği, dalgaboyu, organik ve anorganik katyonlar, lif matrisinin özellikleri, çözgenin polaritesi, substitüentlerin doğası ve pH gibi pek çok faktörden etkilenmektedir (Chen et al, 2014).

Tüm optik parlaticular boya maddesi olmakla birlikte, boyaların karakteristiği olan kromoforik sistem yerine bir floresans sistemi içermektedir ve normal bir boya gibi, uygulandığı lif türüne bağlı olarak afiniteyi arttıran belli substitüentler bulundurmaktadır (Iqbal et al, 2014).

1.5.2 Nüanslama boyları

Boylar ve pigmentler, deterjan formülasyonlarında doğru renk ve estetik elde etmek için yaygın olarak kullanılmaktadır.

Nüanslama boyları, çamaşır formülasyonuna az miktarda katılmış olan boylardır. Bu boylar, yıkama çözeltisinde çözünmektedir ve kumaşların üzerine kerek, giysilerde hoş bir beyaz ton oluşurmaktadır (Batchelor et al, 2010).

Nüanslama boyalarının amacı, genellikle, yıkanmış kumaşlara mor veya mavi bir renk vererek, tekstil yüzeylerinin solmasını ve sararmasını önlemek, sararmanın görsel etkisini azaltmaktır. Genellikle, nüanslama boyları spesifik bir tekstil türünü (pamuklu veya sentetik) nüanslama için etkilidir. Bununla birlikte, tekrarlanan yıkamalardan sonra kumaş genellikle hafif bir mor veya mavi tonda renk gösterir, bu da çok fazla renk veren boyların kumaş yüzeyinde istenmeyen şekilde çökelediğini göstermektedir (Pei et al, 2016a).

Sarı renk, güneş ışığının uzun dalga boyu bandının kısmi absorpsiyonu ile oluşmaktadır ve mavi ışığın daha az yansımaya neden olmaktadır. Nüanslama boyası, istenmeyen sarı rengi nüanslayarak giysilerin beyaz görünmesini ve sararmanın daha az farkedilebilir hale gelmesini sağlamaktadır ayrıca kumaşa tamamlayıcı bir renk ekleyerek beyazlığı artırmaktadır. Nüanslama boyası, sarımsı tonun engellenmesiyle kumaşa yumuşak bir parlaklık kazandırmaktadır (Pei et al, 2016b).

Ağartma ve beyazlatma işlemlerinde, ağartma ve beyazlatma etkisini arttırmak için, nüanslama boyları ve floresan beyazlatma maddeleri birlikte kullanılabilir. Bu durumda, bir yandan kumaş üzerinde floresan beyazlatma maddesi tarafından üretilen beyaz ton büyük ölçüde korunarak, kumaşın sarılığı telafi edilmekte ve beyazlık derecesinde artış elde edilebilmektedir, diğer yandan, söz konusu boya, kumaş üzerinde floresan beyazlatma maddesi tarafından üretilen beyaz efektinin nüansında bir değişiklik meydana getirebilmektedir. Böylece beyaz efektin istenen nüansını ayarlamak mümkün olmaktadır (Kramer et al, 2011).

Ağırlıkla anyonik yüzey aktif maddeler içeren ürünler için, asit grupları içeren boylar tercih edilirken, ağırlıkla katyonik yüzey aktif maddeler içeren ürünler için, bazik gruplar içeren boylar tercih edilmektedir. Böylece, boya ve yüzey aktif madde arasındaki çökeltme önlenmektedir (Barbizan et al, 2009; Batchelor et al, 2012a).

Ağırlıkla anyonik yüzey aktif maddeler içeren ürünlerde kullanım için uygun boylar, direkt viyole boylar (örn. Direkt Viyole 1-108) olarak renk indeksinde listelenenler, direkt mavi, asit mavi ve asit viyole boyları olarak sıralanabilmektedir. Ağırlıkla katyonik yüzey aktif maddeler içeren ürünlerde kullanım için uygun boylar ise renk indeksinde bazik mavi ve bazik viyole boylar olarak sıralanan boylardır (Barbizan et al, 2009; Batchelor et al, 2012a).

Nüanslama boyları, çeşitli biçimlerde sınıflandırılabilir. Boyalar; yapısına göre (azo boyları, antrakınon boyları gibi), uygulama türüne göre (direkt, asit, dispers, küp ve solvent boylar gibi), kumaşlara afinitesine göre (hidrofilik ve hidrofobik) sınıflandırılabilir. Nüanslama boylarını sınıflandırmanın bir başka yolu da, boyanın etkisini göstermek için tek yıkama sonrası kumaş üzerinde birikmesi ya da birden fazla yıkama sonrası birikmesi ile belirlenmektedir. Bir yıkamada biriken boylara, tek-yıkama boyları (one-wash dye) birden çok yıkama sonunda kumaş üzerinde kalan boylara ise, birikme boyları (built-up dye) denilmektedir (Kohli et al, 2012).

Asit azin boyları, anyonik boyanın net yükünü negatif yapan negatif yüklü bileşenler taşımaktadır. Asit azin boyları, pamuk kumaş üzerine çökmektedir ancak çoklu yıkamada pamuk kumaş üzerinde birikmediği için aşırı mavileşme önlenmektedir. Asit azin boyları, pamuk-sentetik karışimli kumaş üzerine zayıf bir şekilde çökmekte, poliester kumaşlarda ise kumaş üzerinde hiç birikmemektedir. Pamuk-sentetik lif karışimli kumaş üzerine zayıf bir şekilde çökmesinin, bu giysilerin içerdiği pamuk lifi oranına bağlı olduğu düşünülmektedir (Batchelor et al, 2011b, 2014b).

Asit azin boylarının seviyesi, ağırlıkça % 1.10^{-4} ile 0.1 aralığında olmalıdır. Asit azin boyları, çoğunlukla saf pamuk giysilerde fayda sağlamaktadır, katyonik azin boyları ise pamuk-sentetik karışimli giysilerde ya da saf poliester giysilerde fayda sağlamaktadır (Batchelor et al, 2011b, 2014b). Tercih edilen asit azin boyları, Asit Viyole 50, Asit Mavi 59 ve Asit Mavi 98'dir (Batchelor et al, 2011b).

Hidrofobik boylar, 400 ile 750 nm dalga boyu aralığında maksimum sönüm katsayısı 1000 L/mol/cm'den fazla olan organik bileşikler olarak tanımlanmaktadır ve pH 7 ile 11 aralığında sulu çözeltide yüksüz olarak bulunmaktadır (Batchelor et al, 2012b).

Hidrofobik boylar, dispers ve solvent boylardan seçilebilir (Batchelor et al, 2012a, 2012b).

Mavi ve viyole renkli, antrakınon ve mono-azo boya yapısındaki boylar tercih edilmektedir (Batchelor et al, 2012a).

Hidrofobik boyaların polar çözümler grubları bulunmamaktadır. Hidrofobik boya, herhangi bir sülfonik asit, karboksilik asit veya kuaterner amonyum grubu içermemektedir. Boya kromoforu, tercihen azo, metin, pirazol, naftakinon, ftalosiyenin ve trifenilmetan kromoforlarından oluşan gruptan seçilmektedir (Batchelor et al, 2012b).

Beyaz poliester giysilerin nüanslaması için mavi ve viyole hidrofobik antrakinin boyaları, benzodifuranlar, metin, trifenilmetanlar, naftalimidler, pirazol, naftakinon ve mono-azo veya di-azo boyaları kullanılmaktadır (Batchelor et al, 2011a).

Bir fotokatalist ve bir boya maddesinin fiziksel bir karışımının kullanıldığı nüanslama süreçlerinde, boya maddeleri her kullanımda kumaş üzerinde birikmekte ve bir süre sonra kumaşı renklendirmektedir (Kramer et al, 2011). Sülfonatlı ftalosiyenin ve ona bağlı boyarmadde, belirli bir bağlama grubu vasıtasıyla bağlanan bir mono-azo boya maddesi olduğunda ise foto bozunum yeterince hızlı hale gelmektedir, böylece tekrar tekrar yıkama işlemine tabi tutulduktan sonra, yıkanmış kumaş üzerinde hiç renk oluşmamaktadır (Kramer et al, 2010, 2011, 2013).

Nüanslama boyaları deterjan içerisine çeşitli şekillerde dahil edilebilmektedir.

Granüller; vakumla kurutma, serbest kurutma, tamburlu kurutucularda kurutma, Spin Flash® (Anhidro) gibi materyal çözeltilisinin veya sıvı bulamacın kurutulmasıyla oluşturulmaktadır. En çok püskürterek kurutma tercih edilmektedir (Batchelor et al, 2011a).

1.5.3 Polimerler

Polimerler günümüz deterjan formülasyonlarında gittikçe artan bir kullanım alanı bulmaktadır. Farklı işlevleri sağlayan farklı polimer çeşitleri kullanılabilir.

Poliakrilatlar/Polimaleatlar gibi bazı polimerler, kir dispersiyonu ve süspansiyonu sağlamaktadır böylece deterjanın genel temizlik performansını ve beyazlığı artırmaktadır. Bu polimerler, birden fazla anyonik yüke sahip olmasından dolayı kir parçacıklarını askıya almada ve alkali pH'da granül

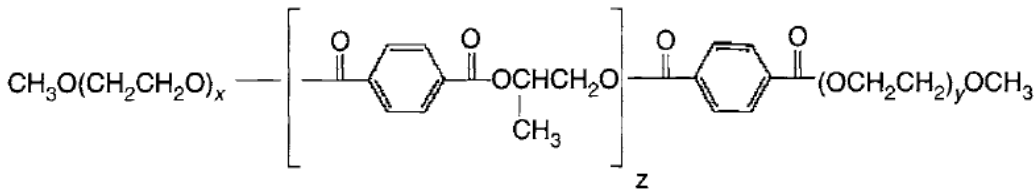
deterjan yıkamalarında çok etkili olmaktadır. Granül deterjanlarda, daha eskiden, benzer fonksiyonel özelliklere sahip olan karboksimetil selüloz (CMC) kullanılmıştır.

Etoksillenmiş poliaminler, yıkamada çamur kirlerinin dağıtılmasını ve giderilmesini geliştirmektedir. Nötr pH'da aktif olması nedeniyle, hem granül hem de sıvı deterjanlarda kullanılabilir. Çeşitli aminlerle, etoksilasyon derecesiyle, serbest ve kuaternize olmuş amin gruplarıyla, çeşitli yapısal modifikasyonlar, önerilmektedir.

Polivinilpirolidon (PVP) ya da polivinilpiridin N-oksit gibi polimerler, yıkama çözeltisi içindeki boyaları süspansiyon etmektedir. Böylece, daha koyu üründen çıkmış ve daha açık ürün üzerine yeniden çökmüş boyalar (boya transferi) nedeniyle oluşan kumaşların renk değişikliği sorununu sınırlamaya yardımcı olmaktadır.

Polimerlerin çoğu, yıkama çözeltisi içinde çözünür olması ve kirleri çözülebilir hale getirmesi ya da askıya alması için tasarlanmış ise de, kumaş üzerinde birikmesi ve kumaş özelliklerini değiştirmesi için tasarlanmış polimerler de vardır.

Örneğin kir çözücü polimerlerin bir sınıfı, kumaş üzerinde birikme için tasarlanmıştır. Özellikle sentetik kumaşlar üzerinde biriken bu polimerler, kumaşı modifiye etmekte ve bir sonraki yıkama döngüsünde kirleri daha kolay uzaklaştırmaktadır. Bu polimerler, kumaş üzerinde depolanan bir tereftalata sahiptir. Kumaş yüzeyini daha hidrofilik yaparak, yağlı kirlerin çıkarılmasına yardımcı olan polietoksillenmiş kısımdır (Şekil 1.8). Kumaş renk değişikliğini azaltmaya yardımcı silikonlar, kumaş yumuşatıcıları veya katyonik polimerler gibi kumaş özelliklerini değiştirmek için önerilen diğer polimerler, yaygın olarak kullanılmamaktadır.



Şekil 1.8 Kir çözücü polimer

Polimerler, aynı zamanda deterjanlarda yapısal bir işleve sahip olabilmektedir. Sıvı deterjanlarda; kıvamlaştırıcılar, stabilize ediciler, yumaklaşma ya da reoloji değıştirciler olarak polimerler kullanılabilir. Deterjan tabletlerinde kullanılan polimerler, tabletlerin parçalanmasına yardımcı olmaktadır, böylece deterjan aktif maddelerinin hızlı bir şekilde çözünmesini sağlamaktadır. Sıvı tabletlerde sıvı deterjan matrisi içeren bir polimerik film kullanılmaktadır. Film, polivinil alkol (PVA) esaslıdır ve su içinde kolayca çözünmektedir (Johansson and Somasundaran, 2007).

1.5.4 Enzimler

Enzimler protein temelli katalizörlerdir ve reaksiyonlarda katalizör olarak kullanımı sıklıkla görülmektedir. Enzimler reaksiyonları katalize edebilmek için seçimli rol oynamaktadır bu nedenle, herhangi bir enzim için, sadece yapısal olarak benzer bileşikler substrat (veya reaktant) olarak hizmet etmektedir. Enzimler, lekelerin, deterjan yardımıyla katalize olarak çıkmasına yardımcı olmaktadır.

Deterjan enzimleri, dünya çapındaki toplam enzim üretiminin yaklaşık %30'u olarak hesaplanmıştır (Johansson and Somasundaran, 2007).

Deterjanda kullanılacak enzimler, yüksek sıcaklıklarda diğer deterjan bileşenleriyle uyumlu şekilde bir arada bulunabilmeli, düşük seviyelerde (%0.4-0.8) kullanıldığında bile deterjan çözeltilerinde etkili olabilmeli ve uzun bir raf ömrüne sahip olmalıdır.

Enzimler, granül halden serbest hale geçtiği zaman, deterjanda kullanılan yüzey aktif maddeye, peroksit üreten oksidantlara, optik beyazlatıcılara ve diğer reaktif maddelere, 8-10.5 arasındaki tüm pH'larda dirençli olmalıdır (Şengel, 2007).

Her bir enzimin etkin olduğu, spesifik sıcaklık ve pH değeri olmasına rağmen deterjanlarda optimal enzim fonksiyonu 20 – 60 °C ve 7 - 10.5 pH aralığında bulunmaktadır (Johansson and Somasundaran, 2007).

En çok kullanılan deterjan enzimleri; proteaz, amilaz, selüloz ve lipazdır. H₂O₂ üretmesi için, glukoz oksidaz, lipoksigenaz ve gliserol oksidaz enzimleri de deterjan formülasyonuna katılabilmektedir. Peroksidaz enzimlerinin deterjana eklenmesi peroksitin ağartma etkisine yardımcı olabilmektedir (Şengel, 2007).

Proteazlar, büyük proteinleri peptid bağlarının hidrolizi ile parçalamaktadır, daha küçük, daha çözünebilir ya da dağılıbilir peptid zincirleri oluşturmaktadır. Proteazlar ilk ticarileştirilmiş enzimlerdir bunun nedeni proteinlerin her alanda tüketilmesi olarak düşünülmektedir. Örneğin; yemek lekeleri, süt, soya, çimen, ter, insan vücudu sıvıları, her biri protein içermektedir. Bu nedenle ev tipi deterjanlarda kullanımı uygundur.

Deterjan enzimlerinde diğer önemli sınıf alfa amilazdır. Alfa amilaz, bebek maması, spagetti, çikolata gibi nişastalı kirlerde, bir polisakkarit olan nişastayı çözmektedir. Amilazlar, nişasta içeren lekeler bulunan giysilerle birlikte yıkanmış kumaşların üzerinde bunların yeniden birikmesini azaltarak kumaşın beyazlığını artırmaya da katkı sağlamaktadır.

Yağlı yemek kirlerinin çıkarılmasında lipazlar kullanılmaktadır.

Selülozlar, leke çıkarmanın geliştirilmesi, renk parlatılması, pamuklu mamullerin yumuşatılması ve yıkama hasarı sonucu oluşan selüloz mikrofibrillerin etkin olarak giderilmesi için kullanılmaktadır (Ho Tan Tai, 2000; Johansson and Somasundaran, 2007).

1.5.5 Köpük baskılayıcılar

Köpük baskılayıcılar, kullanılan ağırlık yüzdesi açısından küçük olsa da doğru deterjan yapısı için çok önemlidir. Deterjanların köpük seviyesi, kullanılan yüzey aktif maddenin seviyesi, türü ve yıkama çalkalama modelinin bir fonksiyonu olarak büyük ölçüde değişmektedir ancak çoğu durumda, köpük miktarının, özel katkı maddeleri ile kontrol edilmesi gerekmektedir. Yıkama döngüsünde çok yüksek köpük seviyesi temizleme sonuçlarını etkileyebilmektedir ve aşırı durumda, makine çekmecesine köpük taşabilmektedir. Köpük seviyesinin, durulama döngüsünde de kontrol edilmesi gerekmektedir, tam ve kolay bir durulama yapılabilmesi için son durulama döngüsünde herhangi bir köpük kalmaması gerekmektedir. Granül deterjanlar için en yaygın köpük gidericiler arasında, silikon yağından oluşan partiküller gösterilebilir.

Ayrıca, silika parçacıkları ve diğer polimerik / hidrofobik bileşikler de köpük giderici olarak kullanılabilir. Bunlar, hava kabarcıklarının çökmesine neden olmaktadır ve böylece, sıvı / hava ara yüzünde yüzey aktif madde filmi bozarak hareket etmektedir. Sıvı deterjanların çoğu, sert suda köpük bastırmada çok etkili olan yağ asitleri içermektedir bu nedenle ek baskılayıcılara genellikle gerek kalmamaktadır (Johansson and Somasundaran, 2007).

1.5.6 Şelatlar (kenetleme maddeleri)

Şelat terimi, geçiş metalleri (özellikle demir, bakır ve manganez) ile bağlanan bileşikler ifade etmek için kullanılmaktadır. Geçiş metalleri, suda veya kirlerde, az bulunan maddelerdir, konsantrasyonu genellikle milyon başına parça (ppm) cinsinden ölçülmektedir. Ancak, düşük seviyelerde bile etkisi, deterjan için son derece zararlıdır. Çok renkli lekelerde, mevcut olan pigmentlere bağlandığında, lekenin daha koyu olmasına ve/veya lekenin kumaştan daha zor çıkmasına neden olabilmektedir. Ayrıca, ağartıcı içeren deterjanlarda, geçiş metalleri ağartma maddelerinin bozunmasını katalizleyebilmektedir. Geçiş metallerinin seviyeleri genel olarak kalsiyum ve magnezyumdan çok daha düşük olduğu için, seçici olarak onları bağlayan bir şelatlama (kenetleme) maddesi olması gerekmektedir. Uygun şekilde seçilen şelatlama (kenetleme) maddeleri, hem doğrudan leke çıkarmayı teşvik ederek, hem de dolaylı olarak yıkama çözeltisi içindeki ağartıcıyı stabilize ederek, deterjanlık etkisine yardımcı olmaktadır.

Şelatlama (kenetleme) maddeleri tipik olarak çok-değerlikli moleküllerdir, genellikle en az iki bağlanma yerine sahip, aminokarboksilatlar veya aminofosfonatlar şelatlama (kenetleme) maddesi olmaktadır. Bunların etkinliği, çeşitli metal iyonları ile bağlanma sabitlerinin ölçülmesiyle belirlenebilmektedir.

Şelatlama (kenetleme) maddesi olarak ABD'de, DTPA (dietilen triamin pentaasetik asit); Avrupa'da, EDTMP (etilen diamin tetra metilen fosfonik asit) ve DTPMP (dietilen triamin penta metilenfosfonik asit) gibi fosfonatlar tercih edilmektedir. Bunlar, biyobozunmaz olarak kabul edilmektedir.

Biyobozunur şelatlama maddesi olarak Avrupa'da S,S-EDDS (etilen di-amin di-süksinik asit) kullanılmaktadır. Fosfonat bazlı şelatlar, çözeltide sadece geçiş metal iyonlarını bağlamakla kalmayıp; stabilize etme, koloidal geçiş metal oksit lekeleri (pas) askıya alma, kristal büyümesini önleyici madde olarak hareket etme

gibi işlevleri de bulunmaktadır. Şelatlar, (örneğin kalsiyum karbonat gibi) çökeltilerin küçük kristalleri üzerinde adsorbe olabilmektedir ve kumaşlar üzerinde depolanan miktarın büyümesini önleyerek daha iyi beyazlık sonuçları yaratmaktadır. HEDP (hidroksi etan difosfonik asit), bir çöktürme inhibitörü olarak mükemmeldir, şelatlayıcı ve yapı oluşturucu özelliklere de sahiptir (Johansson and Somasundaran, 2007).

1.5.7 Çözgenler, tamponlar ve stabilizatörler

Organik çözücüler özellikle sıvı deterjanlarda, suyu tamamlamak için çoğu zaman gerekmektedir. En yaygın olarak kullanılan çözücüler, etanol, propilen glikol ve gliseroldür. Hidrotroplar, (örneğin, toluen sülfonat gibi) organik maddelerin suda çözünürlüğünü arttırmak için kullanılmaktadır. Neredeyse susuz olan sıvı tabletlerde (Liquitabs), akışkan ve kararlı olan formül sağlamak için, tek başına organik çözücüler kullanılmaktadır.

Tamponlar, sıvı deterjanlarda ve yıkamada kayda değer miktarda kullanılmamaktadır ve deterjan yağ asidi tuzlarının karışımı, kir bileşenleri ve elektrolit içeren suda yıkamada, nötralden nadiren uzak olan bir pH sağlamaktadır. Bunun aksine, granül deterjanlar, en iyi ağartma aktivitesi için alkali bir pH'a (9-10) ihtiyaç duymaktadır. Böylece bunların çoğu, alkalilik ve tamponlama sağlamak için karbonatları ve silikatları içermektedir (Johansson and Somasundaran, 2007).

1.5.8 Parfüm

Parfümler deterjanların önemli bileşenlerindedir, yıkanan nesnelere sadece görsel görünümünden değil kokusundan da deterjanın performansı değerlendirilmektedir. Bu nedenle, deterjan parfümleri, sadece deterjana ve yıkama çözeltilisine hoş bir koku sağlamak için değil, ayrıca yıkanmış nesnelere "temiz" izlenimi vermek için tasarlanmaktadır. Birçok parfüm ham maddesinin karışımından elde edilen deterjan parfümleri, kumaş üzerinde parfüm birikmesi sorunu yaratmamalıdır (Johansson and Somasundaran, 2007).

1.5.9 Tuzlar ve elektrolitler

Çamaşır yıkama ürünleri, suda çözünür tuzlar gibi başka bileşenler (örneğin sodyum sülfat ya da diğer elektrolitler) de içerebilir. Bu tür malzemelerin kullanımı, üründe veya yıkama çözeltisi içinde yüzey aktif maddelerin faz davranışını etkilemek için gerekli elektrolitleri sağlamaktadır.

Sülfatlar ve benzeri tipte zararsız malzemeler, deterjan içine, demir oksitler (pas) gibi yabancı maddeleri getirebilmektedir (Johansson and Somasundaran, 2007).

1.6 Deterjanla Yıkama Sonrası Tekstilde Beyazlatma/Parlatma

Giysiler, zaman geçtikçe ve kullanım süresi arttıkça, ilk günkü görünümünü kaybetme eğilimi göstermektedir ve grimsi, soluk bir görünüme sahip olmaktadır. Kirli giysiler analiz edildiğinde, giysilerin yüksek miktarlarda metal, sebum, protein ve tanecik içerdikleri bulunmuştur. Hem yıkama suyundan hem de deodorantlardan gelebilen metaller, giysinin lifleri içine gömülmektedir. Metal iyonları, vücut kirinden sebumu çekmektedir. Sebum ise vücut kirinden proteinleri ve kirleri alarak yapıştırmaktadır. Bu materyaller, liflerin içinde tutulmaktadır (Ho Tan Tai, 2000).

Kumaş sararması, yıkama sırasında uzaklaştırılmayan vücut yağlarının bazı kısımlarının polimerizasyonu ve kısmen oksidasyonu nedeniyle oluşmaktadır. Bunun dışında, lif degradasyonu, çeşitli katkı maddeleri, fazla baziklik, ağartma etkileri, sert su sabunları ve yıkama kimyasalları kalıntısı da kumaş sararmasına katkıda bulunan faktörlerdir (Chi and Obendorf, 1998).

1.6.1 Beyazlatma/parlatma yöntemleri

Beyaz tekstil malzemesi üzerinde bulunan optik beyazlatıcılar, özellikle tekrarlı yıkamalar sonunda, tekstil malzemesi üzerinden uzaklaşarak azalmaktadır. Buna bağlı olarak çamaşır beyazlığı matlaşmakta, sararmakta ya da grileşmektedir. Bu durum, deterjan içerisinde bulunan ağartma sistemi ile bir arada uyumlu şekilde çalışan floresan beyazlatma maddeleri ve nüanslama boyalarının deterjana eklenmesiyle düzeltilmeye çalışılmaktadır.

Beyazlatmada istenen ilk adım, kumaş yüzeyinin iyi bir şekilde temizlenmesidir. Zaman geçtikçe ve kullanım arttıkça, beyaz kumaşlar, grimsi ve soluk bir görünüme sahip olmakta; renkli kumaşlar da, mat ve tıkanmış

görülmektedir. Kumaşların sararmasına ya da matlaşmasına neden olan kirleri yıkama işlemleri ile tamamen uzaklaştırabilmek için, enzimler, polimerler gibi ilave teknolojilerden yararlanılmaktadır. Örneğin selüloz lifleri açarak materyallere ulaşım sağlayabilmektedir. Polimerler, metalleri uzaklaştırabilmek için kullanılabilir. Uygun miktarda yüzey aktif madde ve yapı oluşturucu içeren bir deterjanda, bu ilave teknolojilerin kombinasyonunun kullanılması, kirliliği ve giysilerin kirli kalmasını önlemede çok etkin olmaktadır.

Deterjanla yıkama sonrası beyazlatma/parlatma etkisi elde etmek için kullanılacak teknolojiler genellikle aşağıdaki gibidir;

- Ağartma sistemi kullanılması,
- Yüzeyden ışığın emisyonunun artırılması (parlatma)
- Yüzeyin renk nüansının değiştirilmesi (mavileştirme/nüanslama) (Ho Tan Tai, 2000; Kumar and Choudhury, 2014).

Yıkama sırasında kumaşları beyazlatmak için kullanılan, ağartıcı sistem birçok maddenin bir arada kullanıldığı kompleks bir sistemdir. Ağartıcı sistem genellikle aşağıdaki maddelerden oluşmaktadır;

- Ağartıcı Parçacık: Perkarbonatın karbonat, sülfat, silikat, borosilikat tuzları ya da bunların karışımları
- Ağartma Katalizörü: Perborat, oksiaziridinyum bazlı parçacıklar, geçiş metali ağartma katalizörleri, ağartma enzimleri
- Hazırlayıcılar: Perasit parçacıkları, ağartma aktivatörüne yardımcı ağartma parçacıkları
- Ağartma Aktivatörü: Oksibenzen sülfonat, tetra asetil etilen diammin, kaprolaktam, pentaasetatglukoz, nitril kuaterner amonyum, imid
- Fotoağartıcılar: Çinko ve/veya alüminyum sülfonat ftalosiyaninler
- Ağartıcı Enzimler: Oksidoredüktaz içerenler, perhidrolaz (Fernandes et al, 2013).

Ağartıcı enzimler oksidoredüktazlar içermektedir. Bunlar; oksidazlar (glükoz, kolin veya karbohidrat oksidazlar), oksijenazlar, katalazlar, peroksidazlar (halo-, kloro-, bromo-, lignin, glukoz- veya mangan-peroksidazlar), dioksijenazlar veya lakkazlar (fenoloksidazlar, polifenoloksidazlar) olabilir. Ağartıcı enzimlere organik bileşiklerin özellikle aromatik bileşiklerin eklenmesi çeşitli yararlar sağlamaktadır. Bu bileşikler, oksidoredüktaz aktivitesini artırmak veya oksitleyici enzimler arasındaki elektron akışını kolaylaştırmak için ağartma enzimleri ile etkileşime girmektedir.

Perhidrolazları içeren diğer grup ağartma enzimleri ise, bir ester substrat ve peroksijen kaynağından, perasitlerin oluşumunu katalize etmektedir (Fernandes et al, 2013; Stenger et al, 2012).

İndirgen ağartma maddeleri yıkama işlemlerinde yaygın olarak kullanılmamaktadır. Bu durum, yıkanacak kirlerde yaygın olarak bulunan pek çok kromoforun indirgen maddelerle ağartıldığında renksiz hale gelmesi ancak daha sonra hava oksidasyonu ile tekrar renkli hale dönmesi nedeniyledir.

Çamaşırda karşılaşılan lekelerin ve boyaların renkleri, konjuge π -bağlı kromoforlardan meydana gelmektedir. Bağlardaki konjugasyonun artması, görünür bölgedeki ışığın absorblanmasına olanak vermektedir. Ağartıcı madde, kirde bulunan kromoforu değiştirerek renkli kiri çıkarmaktadır. Böylece kir molekülü parçalanmakta, daha küçük ve daha çözünür hale gelmektedir.

Oksitleyici ağartıcı bir madde kullanıldığında ise; konjuge zincirde çift bağların bir veya daha fazlası yok edilerek, konjuge zincirin bölünmesi sağlanmaktadır. Ya da oksitleyici ağartıcı madde, konjuge zincirdeki diğer parçalardan birini oksitlemektedir.

Peroksi ağartıcı türler kullanıldığında ise,

- Bir çift bağ üzerine bir oksijen ekleyerek bir epoksit elde etme
- Aldehitleri asitlere okside etme
- Kükürt bileşiklerini sülfoksilere ve sülfonlara okside etme
- Azot bileşiklerini, amin oksitler, hidroksiaminler ya da nitro bileşiklerine okside etme

- α -diketon bileşiklerini anhidritlere okside etme
- Ketonları esterlere okside etme gibi pek çok farklı yolla konjugasyon kırılabilmektedir (Bianchetti et al, 2015).

Beyazlaştırmanın ikinci yöntemi, yüzeyden ışığın emisyonunu floresanlı beyazlatma maddeleri (FWA) kullanarak arttırmaktır. FWA'lar kumaş üstüne çöken aromatik bileşiklerdir. FWA'lar, UV ışığı absorbe etmekte ve görünür ışığı yaymaktadır. Böylece kumaş yüzeyinden emisyonu arttırarak kumaşın daha beyaz ve parlak görünmesini sağlamaktadır (Ho Tan Tai, 2000).

Pirazolinler, naftalimidler, katyonik kuaterner amonyum bileşikleri (Adams, 2009), kinolon, kumarin, benzoksoazol, distirilbifenil gibi floresan bileşiklerin pek çoğu floresanlı beyazlatma maddeleri olarak kullanılmaktadır. Deterjan formülasyonlarında, tekstilde ve kağıt beyazlatmada kullanılan FWA'ların yaklaşık % 80'inin stilben türevleri olduğu görülmektedir. Benzen Sülfonik asit 2,2'([1,1'-bifenil]-4,4'-diil di-2,1-etendiil) bis-disodyum tuzu ve disodyum 4, 4'-bis [(4-anilino-6-morfolion-1,3,5-triazin-2-il) amino] 2,2'-stilben-disülfonat bileşikleri deterjan endüstrisinde en yaygın olarak kullanılan floresan beyazlatma maddeleridir (Gholami et al, 2016).

Beyazlaştırmanın üçüncü yöntemi kumaşın nüansını değiştirmektir. Bu, deterjana düşük miktarlarda substantif bir renklendirici ilave edilerek yapılmaktadır. Renklendirici madde kumaş üzerine düzgün bir şekilde çökerek kumaşın nüansını değiştirmektedir. Genellikle mavi ve mor nüanslar seçilmektedir (Ho Tan Tai, 2000).

Nüanslama boyları, çeşitli biçimlerde sınıflandırılabilir. Boyalar; yapısına göre (azo boyları, antrakinin boyları gibi), uygulama türüne göre (direkt, asit, dispers, küp ve solvent boyları gibi), kumaşlara afinitesine göre (hidrofilik ve hidrofobik) sınıflandırılabilir. Nüanslama boylarını sınıflandırmanın bir başka yolu da, boyanın etkisini göstermek için tek yıkama sonrası kumaş üzerinde birikmesi ya da birden fazla yıkama sonrası birikmesi ile belirlenmektedir. Bir yıkamada biriken boylara, tek-yıkama boyları (one-wash dye) birden çok yıkama sonunda kumaş üzerinde kalan boylara ise, birikme boyları (built-up dye) denilmektedir (Kohli et al, 2012).

2 BEYAZLATMA/PARLATMA YÖNTEMLERİ İLE İLGİLİ ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Deterjan bileşiminde nüanslama maddesi olarak, azo boyalar, diazo boyalar ve bunların karışımları seçilmektedir. Nüanslama maddelerinin çoğu, oksijen bazlı ağartıcı sıvı ürünler içerisinde kararsız yapıdadır ve zaman geçtikçe temizleme ürünü içinde parçalanma ya da bozunma eğilimi göstermektedir (Scartozzi et al, 2015).

Scartozzi ve arkadaşlarının çalışmasında, tiofen azo nüanslama maddesinin ağartıcı içeren deterjan bileşimindeki stabilitesi ve sağladığı beyazlık etkisi incelenmiştir. Bu çalışmada kullanılan tiofen azo nüanslama maddesi, oksijen bazlı ağartıcı içeren deterjan bileşimi içerisinde, pH 2.5-5.5 arasında stabil olmaktadır. Nüanslama maddesinin kararsız gruplarının kısmi protonasyonu ile stabilite sağlandığına inanılmaktadır. Protonasyona uğramış kararsız gruplar, oksijen bazlı ağartıcı ile okside edilmektedir. Kararsız grupların oksidasyonu, nüanslama maddesinin sağladığı beyazlık faydasını etkilememektedir (Scartozzi et al, 2015).

Miracle ve arkadaşlarının çalışmasında, tiyofen azo karboksilat yapısında olan A ve B boya türlerinin çeşitli kumaşlar üzerinde ortalama birikme değerleri saptanmıştır. Optiksiz multifiber kumaş, 49 °C’de, 1,55 g/L parlaticı içermeyen deterjan çözeltisinde, 12 dakika çalkalanarak, 2 defa yıkanmıştır. Pamuk, poliamid ve poliester kumaşların L*, a*, b* değerleri spektrofotometre ile ölçülmüştür. Her boya için 12 kumaşla bu işlemler tekrarlanmıştır. Boyanın depolanması (hueing deposition, HD), boya içermeyen deterjanla yıkanmış kumaş (c) ve boya içeren deterjanla yıkanmış (s) kumaşın DE* farkına göre hesaplanmıştır. DE* değerleri 2’den büyük ya da eşit olarak bulunmuştur. Ortalama birikme (AHD), boya birikme varyasyonu (DV), birikme homojenitesi (HDH) ve birikme indisi (DI) aşağıdaki formüllerle hesaplanmıştır. HDH değerinin 1 olması üç kumaşta da eşit ve iyi biçimde birikme olduğunu göstermektedir (Miracle, 2012).

$$HD=DE^*=\frac{(L_c^*-L_s^*)^2+(a_c^*-a_s^*)^2+(b_c^*-b_s^*)^2}{3}^{1/2}$$

$$AHD=\frac{(Pamuk\ HD+ Poliamid\ HD+ Poliester\ HD)}{3}$$

$$DV= En\ Büyük\ HD-En\ Küçük\ HD$$

$$\text{HDH}=\text{AHD}/(\text{AHD}+\text{DV})$$

$$\text{DI}=\text{AHD}*\text{HDH} \text{ (Miracle, 2012)}$$

Batchelor ve arkadaşlarının bir çalışmasında, iki ayrı kaba 100 ml demineralize su konulmuş ve birine 2,04 g karbonatla kaplanmış Asit Viyole 50, diğerine 2,25 g kaplanmamış Asit Viyole 50 konularak 15 dakika süresince 11000 rpm karıştırma hızıyla çözünmesi sağlanmıştır. Çözeltilerin, optik yoğunluğu UV-VIS spektrometre ile ölçülmüştür. Her iki çözelti de 570 nm de maksimum absorpsiyon göstermiştir. Ayrıca, optik yoğunlukları birbirine oldukça yakın olduğu bulunmuştur. 20 cm'lik beyaz dokuma pamuk kumaş üzerine 25 adet kaplanmış ve kaplanmamış AV50 taneciği dağıtılmıştır. Kumaşlar, 500 ml demineralize su içine batırılarak, 2 cm su ile kaplanmıştır. 40 dakika bekletmeden sonra, kumaşlar yıkanmış, durulanmış ve kurutulmuştur. Kumaşlar üzerinde oluşan leke sayısı hesaplanarak % lekenme tesbit edilmiştir. % Lekelenme, kaplanmış AV50 için 4 iken, kaplanmamış AV50 için 12 olarak bulunmuştur (Batchelor et al, 2016a). Bu sonuçlar, deterjan bileşiminde kaplanmış olarak kullanılan Asit Viyole 50 nüanslama boyasının pamuk kumaş yüzeyinde lekelenme oluşturmadığını göstermektedir.

Batchelor ve arkadaşlarının başka bir çalışmasında, içerisine farklı oranlarda Asit Viyole 50, Direkt Viyole 9, Dispers Viyole 28 ve katyonik fenazin boyası eklenen 4 deterjan formülü hazırlanmıştır. Dokuma pamuk ve pamuk-poliester kumaşlar 1g/L lineer alkil benzen sülfonat, 1g/L sodyum karbonat, 1 g/L sodyum klorür içeren çözeltide kumaş çözelti oranı 1:30 olacak şekilde 30 dakika yıkanmıştır. Durulanıp, kurutulan kumaşların CIE L* a* b* değerleri spektrofotometre ile ölçülmüştür. Boya içermeyen deterjanla yıkanmış kumaşlar ile boya içeren deterjanla yıkanmış kumaşlar arasındaki renk farkı (ΔE) ve Ganz değerleri ölçülmüştür. Kumaşlarda oluşan matlaşmayı ifade etmek için $\Delta \text{Ganz} / \Delta E$ oranı kullanılmıştır. Aynı yıkama içerisinde, pamuk kumaş üzerinde aşırı birikme olmaksızın pamuk-poliester kumaşta iyi birikme sağlayan boya kombinasyonu saptanmaya çalışılmıştır. Sonuçlara göre, en fazla matlaşma pamuk kumaşta $\Delta \text{Ganz} / \Delta E=3,4$; pamuk-poliester kumaşta $\Delta \text{Ganz} / \Delta E=4,1$ ile 2 kodlu katyonik azin boyası ile yıkanmış kumaşlarda gözlenmiştir (Batchelor et al, 2014a).

Batchelor ve arkadaşlarının diğ er bir ç alışmasında, Dispers Viyole 28 içeren deterjan bileşimi ile pamuk, pamuk-poliester, poliester, poliamid-elastan, pamuk-elastan kumaşlar, 20 °C'de, 26 FH su sertliğinde, kumaş ç özelti oranı 1:30 olacak şekilde 30 dakika yıkanmış ve iki defa 1 dakika boyunca durulanmıştır. Bu işlem 5 kez tekrarlanmıştır. Yıkanmış kumaşların CIE L*a*b* değerleri reflektometre ile ölçölmüştür, nüans boyasının mavi-sarı renk ekseninde oluşturduğu değişimi belirlemek için b* değerleri arasındaki fark ($\Delta b = b(\text{kontrol}) - b(\text{boya})$) hesaplanmıştır. Sonuçlara göre, pamuk kumaşta $\Delta b = 1,03$, poliester içeren kumaşlarda $\Delta b = 0,74$, elastan içeren kumaşlarda $\Delta b = 1,13$ birim fark oluşmuştur (Batchelor et al, 2011a). Bu sonuçlar Dispers Viyole 28 nüanslama boyasının aynı yıkama içerisindeki test edilen tüm lif cinsleri üzerinde biriktiğini göstermektedir.

Hernandez ve arkadaşlarının ç alışmasında, nüanslama boyasının fotokatalizini belirlemek üzere, fotokatalizör içeren ve içermeyen nüanslama boyasının olduğu deterjan bileşimi kullanılmıştır. Ağartılmış pamuk kumaş 40 g deterjan/1 kg kumaş olacak şekilde 30 °C'de 15 dakika yıkanmıştır. Yıkanmış kumaşların bir kısmı 200 W tungsten lamba altında 1 saat kurutulmuş, bir kısmı ise kör deneme için karanlıkta kurutulmuştur. Nüanslama boyasının fotokatalizinin belirlenmesi için yıkama-kurutma işlemi 5 kez tekrarlanmıştır. Birinci ve beşinci yıkama sonrasında kumaşların K/S değerleri ölçölmüştür. Fotokatalizör içeren bis azo nüanslama boyası daha fazla bozunma göstermiştir (Hernandez et al, 2013).

Bennett ve arkadaşlarının ç alışmasında, konsantre sıvı deterjan bileşimine çeşitli oranlarda Direkt Viyole 9 nüanslama boyası eklenerek 6 formöl hazırlanmıştır. 7,5 cm*7,5 cm ebatındaki pamuk kumaşlar, 6 FH su sertliğinde, 25 °C'de tergotometre cihazında yıkanmıştır. Kumaşların rekletometre ile L*, a*, b* (CIE 1976) ölçümü yapılmıştır. Sonuçlara göre, Direkt Viyole 9 nüanslama boyasının eklendiği tüm formöllerde L (ağıklık) değerinde düşüş gözlenmiştir (Bennett et al, 2011).

Dekanić ve arkadaşlarının yaptığı bir ç alışmada, 60 °C ve 90 °C de deterjan ve su ile yıkamalar yapılmıştır. Bu yıkamalarda, FWA konsantrasyonu ve sodyum perkarbonat konsantrasyonu değiştirilerek pamuk ve pamuk-poliester karışımı kumaşların beyazlık parametreleri değerlendirilmiştir. Deęerlendirme ięin RAL-GZ 992 kontrol sistemi kullanılmıştır. Kumaşların beyazlık derecesi (WG), temel beyazlığı (Y), renk tonu (TV) ve renk tonu sapması (TD) değerleri ölçölmüştür (Dekanić et al, 2012). Yıkanmış pamuklu kumaşların yıkama işlemi ile maruz

kaldığı beyazlatmanın, kumaşların beyazlığında ve tonunda oluşturduğu etkiler belirlenmiştir.

Dekanić ve arkadaşlarının yaptığı başka bir çalışmada, pamuk ve pamuk-poliester kumaşlar, standart bir deterjana eklenen stilben ve bifenil türü floresan beyazlatma maddeleriyle yıkanmıştır. Deterjana selülozik malzemeler için eklenen floresan beyazlatma maddeleri genellikle stilben ve bifenil türleridir. Ağartılmış pamuk ve pamuk/poliester karışımı kumaşlar, standart ECE deterjana seçilen floresan bileşik eklenerek, 60°C ve 90°C 'de 10 defa yıkanmıştır. UV absorbe edici bir stilben türevi hem tek başına hem de floresan beyazlatma maddelerinin her iki tipi ile kombinasyon halinde olacak şekilde deterjana ilave edilmiştir. Her bir yıkama döngüsü sonrası, pamuk ve pamuk/poliester karışımı kumaşlar 60-180 dakika süre ile suni ışığa maruz bırakılmıştır. Beyazlık derecesi, remiyon ve ultraviyole koruma faktörü (UPF) ölçülerek elde edilen optik ve koruyucu etkiler belirlenmiştir. Stilben ve bifenil çeşidi ve floresan beyazlatma maddeleri içeren bir deterjan içinde yıkanmış pamuklu kumaşların optik etkileri, ışığa karşı önemli bir hassasiyet göstermektedir. Bu ışığa maruz bırakmanın, ultraviyole koruma faktörünü (UPF) azaltmadığı bulunmuştur. Bu durum, floresan bileşiklerin ışınlanma ile meydana gelen bozunma ürünlerinin bile UV radyasyonu absorbe ettiği anlamına gelmektedir (Dekanić et al, 2014).

Baig ve Chris tarafından yapılan bir çalışmada, polilaktikasit (PLA) örme kumaşlar özel olarak tasarlanmış üç deterjan formülasyonu ile 50 tekrarlı olacak şekilde yıkanmıştır. Deterjan formülasyonları fosfatsız ECE deterjanı temel alınarak hazırlanmıştır. İlk formülasyon optik parlaticı içermeyen 100 birim fosfatsız ECE deterjanıdır. İkinci formülasyon, 77 birim fosfatsız ECE deterjanı, 20 birim sodyum perborat ve 3 birim TAED içermektedir. Üçüncü formülasyon, 75,8 birim fosfatsız ECE deterjanı, 20 birim sodyum perborat, 3 birim TAED ve 1,2 birim enzim (amilaz (% 0,3), proteaz (% 0,5), lipaz (% 0,1) ve selülaz (% 0,3)) bileşenlerini içermektedir. (Baig and Chris, 2015). PLA örme kumaşların beyazlığı, ilk birkaç yıkamada, kirliliklerin uzaklaşması ve kısmen sodyum perboratın ağartma etkisi nedeniyle artmıştır ancak yıkama sayısının artması beyazlığı dramatik olarak değiştirmemiştir.

Stenger ve arkadaşlarının çalışmasında, havlu, örme pamuk, dokuma pamuk ve poliester kumaşlar Tergotometre cihazında, 20 °C sıcaklıkta, 13,6 FH (Ca:Mg=3:1) su sertliğinde, 2 g/L dozaj kullanılarak 15 dakika yıkanmıştır. Kumaşlar 5 dakika durulandıktan sonra karanlıkta, oda sıcaklığında

kurutulmuştur. Yıkanmış kumaşların Hunter LabScan XE reflektans spektrofotometresi ile, L^* , a^* , b^* ve CIE WI değerleri ölçülmüştür. Hiç boya ve/veya parlaticı içermeyen referans deterjanlara karşı boya ve/veya parlaticı içeren deterjanlarla yıkanan numunelerin CIE WI beyazlık indisi üzerindeki etkisi değerlendirilmiştir. Parlaticı eklenen deterjan ile yıkanmış kumaşların beyazlığı (CIE WI) 29,9 birim artmıştır. Parlaticı, DV9 boyası ile kombinasyon halinde kullanıldığında, parlaticı tarafından sağlanan beyazlık faydası 2,6 birim azalmış ve 27,3 CIE WI birim olmuştur. Parlaticı, mavileştirici madde ile kombinasyon halinde kullanıldığında ise parlaticı tarafından sağlanan beyazlık faydası 4,1 birim artmış ve 34 CIE WI birim olmuştur. Beyazlık indisinde meydana gelen 2 CIE WI birimlik fark, insan gözü tarafından önemli ölçüde fark edilebilmektedir (Stenger et al, 2012).

Yang ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada, pamuk ve ipek kumaşlar ev tipi deterjanların farklı türleriyle yıkanmıştır. Yıkamadan sonra kumaşların floresan etkileri üzerine, deterjan tipinin, konsantrasyonun, yıkama süresinin ve yıkama sıcaklığının etkisi analiz edilmiştir. Sonuçlardan, deterjanların, beyaz ve açık renkli kumaşlar üzerinde, koyu renk kumaşlar üzerindeki daha belirgin floresan etkisi olduğu görülmüştür. Kumaşların floresan yansıtması (reflektans) deterjan konsantrasyonunun artması ile artmıştır. Yıkama süresi ve yıkama sıcaklığı değiştiğinde, deterjanların her bir türünün farklı floresan etkileri olduğu görülmüştür (Yang and Zhou, 2012).

Li çalışmasında, pamuklu kumaşların beyazlığı üzerinde, floresan beyazlatma maddesi içeren deterjanla yıkamanın etkisini anlamak üzere, iki farklı yıkama koşulu kullanmıştır. 4 tip pamuklu kumaş 15 defa yıkanmıştır. Yıkanan kumaşların beyazlığı spektrofotometre ile belirlenmiştir. Floresan beyazlatma maddesi içeren deterjan ile yıkanan kumaşların beyazlığı, floresan beyazlatma uygulaması olmayan kumaşın beyazlığı ile karşılaştırıldığında önemli ölçüde artmıştır. Birkaç yıkama sonunda kumaş beyazlığı bir miktar değişmiştir ancak, yıkama sayısı arttıkça beyazlık değişimi çok daha küçük oranda olmuştur (Li, 2012).

Zhang ve arkadaşlarının çalışmasında, yıkama tozu içerisine çeşitli floresan beyazlatıcı maddeler (CBS-X, 31#, VBL ve CXT) ilave edilmiştir. Yıkama tozu içerisindeki floresan beyazlatıcı maddelerin etkisi, deterjan gücü ve yıkama döngüsü açısından beyazlık testleri aracılığıyla ele alınmıştır. Ağırlıkça % 0,1 oranında farklı tip floresan beyazlatma maddesinin eklenmesi, çamaşır tozunun

beyazlığını % 3,49 ila % 34,64 oranında yükseltmiştir. % 0,1 Floresan beyazlatma maddesi içeren yıkama tozu, kör numune ile karşılaştırıldığında, yıkama gücü 1,07-1,25 oranında artmıştır. Yıkama tozu içerisindeki floresan beyazlatma maddesinin optimum ağırlık yüzdesi sırasıyla: CBS-X için % 0,05-% 0,1, 31 # için % 0,1-% 0,15, VBL ve CXT için % 0,1 olarak bulunmuştur (Zhang et al, 2002).

Bai ve arkadaşlarının çalışmasında, deterjan içine CBW-01 floresan beyazlatma maddesi eklenmiştir. Bileşimin performansının incelenmesi için, toz bileşimin beyazlığı, dekontaminasyon ve stabilite deneyleri yapılmıştır. CBW-01 floresan beyazlatma maddesi, yaygın olarak kullanılan bir başka FWA ile karşılaştırılmıştır. Yıkama tozu içerisine % 0.02 CBW-01 eklendiğinde, toz beyazlığı % 20.45 geliştirilmiştir, % 0.2 eklendiğinde, deterjanlık oranı 1.30 yükselmiştir. % 0.1 CBW-01 eklendiğinde, 20 yıkama döngüsü sonrası beyaz pamuk kumaşların beyazlık tutma oranı % 112,38 olmuştur. Isıtma ve ışıқта bekletme sonrası CBW-01 floresan beyazlatma maddesinin beyazlığının azalması da incelenmiştir. Buna göre, 105 °C 48 saat ısıtma sonrası, CBW-01 floresan beyazlatma maddesinin beyazlığının azalması, % 1.93'tür. 16 saat ışıқта bekletme sonrası ise beyazlık azalması %15.36 olarak tespit edilmiştir (Bai et al, 2007).

Blanco ve arkadaşlarının çalışmasında, E, E- [4,4'-bis (2-sulfostiril) bifenil] (DSBP)'nin hipoklorite karşı stabilitesi, metal iyonlarının bulunduğu ve bulunmadığı ortamlarda araştırılmıştır. Bu amaçla, florimetri ve UV-VIS spektrofotometri kullanılmıştır. pH 9'da sodyum karbonat ile tamponlanmış 50 mg/L DSBP içeren bir çözelti hazırlanmış ve UV-VIS spektrumu kaydedilmiştir. Daha sonra, konsantrasyon on katına çıkana kadar hipoklorit eklenmiş ve çözeltideki spektral değişiklikler izlenmiştir. Bunun yanında, yıkama suyunda en sık karşılaşılan metaller (Fe, Cu ve Mn) de, DSBP'nin bozunma hızında değişikliğe neden olmuştur. Ayrıca, hipoklorit yok iken aynı koşullar altında parlaticının fotodegradasyonu üzerinde çalışılmıştır. pH 9'da tamponlanmış ve ışığa maruz bırakılmış DSBP çözeltisinin UV-VIS spektrumu, hipoklorit varken elde edilen spektrumla çok benzer elde edilmiştir. Geçiş metallerinin çözeltiye eklenmesiyle birlikte ışıkla DSBP fotodegradasyon oranında hiçbir değişiklik olmamıştır. Yapılan deneyler, DSBP'nin hipoklorit ile bozunmasının, ışık ile bozunmasından çok daha hızlı bir şekilde olduğunu göstermiştir (Blanco et al, 2001a).

Buskirk çalışmasında, pamuk, pamuk-poliester, poliester karışımı kumaşları, Amerikan tipi standart çamaşır makinesinde, piyasa deterjanı (Liquid Tide®) ve çeşitli ağartma maddeleri ile yıkamıştır. Deterjan, stilben ya da stirilbifenil türevi FWA içermektedir. Hipoklorit ağartıcı ve hipohalit ağartıcı bileşimleri ile kombine edilmiş deterjan kullanılarak, bir dizi yıkama deneyinin kumaşlar üzerindeki sonuçları karşılaştırılmıştır. Kumaşların parlaklığında meydana gelen değişim Stensby eşitliğine göre $(\Delta W = (L_w + 3a_w - 3b_w) - (L_s + 3a_s - 3b_s))$ hesaplanmıştır. Ticari bir çamaşır deterjanı ile birlikte, önerilen bir dozaj seviyesinde bir hipohalit ağartıcı kullanılması, tek başına çamaşır deterjanı kullanılarak elde edilen sonuçlara kıyasla, ölçülen beyazlığın belirgin bir şekilde kaybolmasına (ΔW) neden olmuştur. Hipohalitli ağartıcının daha yüksek bir seviyede kullanılması, beyazlığın daha da fazla kaybolmasına neden olmuştur. İki test örneği oda aydınlatma koşulları altında yan yana karşılaştırıldığında, bu farklar gözle kolayca görülebilmektedir (Buskirk, 2007).

Rohwer ve arkadaşlarının yaptığı çalışmaya göre, poliamid ya da poliamid/poliüretan lif ya da kumaşlara, ftaloil amido peroksi hegzanoik asit (PAP) içeren yıkama ya da ağartma işlemi yapıldığında, stilbenil-2H-naftol (1,2-d) triazol türevleri, bis (1,2,3-triazol-2il) stilben türevleri, kumarin türevleri içeren gruptan floresan beyazlatıcı madde seçilmesi gerekmektedir. 4,4'-bis sülfostiril bifenil ya da bis triazinil stilben sülfürik asit tuzları sınıfına ait bir floresan beyazlatma maddesinin beyazlatma etkisi yetersiz kalmaktadır (Rohwer et al, 2011).

2.1 Beyazlığın Değerlendirilmesi

1959'da BAYER çalışanı A. Berger tarafından tek boyutlu beyazlık formülü önerilmiştir, sonraki yıllarda P. Stensby, Taube gibi çalışmacılar da tek boyutlu beyazlık formülleri önermişlerdir.

Beyazlık formülüne ikinci bir boyutun girmesi ile her beyaz örnek, formülle hesaplanmış bir beyazlık numarası ve bir nüans (Tint) ya da renk tonu (shade) sapma değeri ile karakterize edilmektedir.

İki boyutlu formüllerden E. Ganz ve R. Griesser'in metoduna göre $Tint > 0$ ise yeşilimsi renk tonu; $Tint < 0$ ise kırmızımsı renk tonu görülmektedir.

CIE tarafından önerilen iki boyutlu beyazlık formülü, sabit ışık kaynağı (D_{65}) ve gözlem açısı (10°) için geçerlidir (Puebla, 2006).

CIE formülleri, Ganz/Griesser yönteminde kullanılan formüllerin türevlerinin basitleştirilmiş halidir. CIE formülün kullanımı, renkte ve floresanda çok farklı olmayan örneklerle sınırlıdır. Örneklerin karşılaştırılabilmesi için, aynı zamanda ölçülmesi gerekli değildir. Bu da büyük ölçüde, farklı ölçüm cihazlarının uyumunu, sadece beyazlık için de olsa geliştirmektedir. Nüans (Tint) değerleri, Ganz/Griesser yönteminde uygulandığı gibi, formül parametrelerinin cihaza özel hesaplanmasıyla tatmin edici uyum sağlamaktadır (Griesser, 1995).

Renklerin her birinin belli bir dalgaboyu olmasına karşın, CIE- standart uzaysal renk diyagramında renksizlik eksenini oluşturan siyah-gri ve beyazın belli bir dalgaboyu yoktur. Bu nedenle bir beyazın ne kadar beyaz olduğunu belirtmek için, rakamla ifade edilen beyazlık derecesi kavramı kullanılmaktadır (Duran, 2001).

$$WI=Y + (WI,x) (x_n-x) + (WI,y) (y_n-y)$$

Y, x, y = ışıklılık faktörü ve örneğin kromatisite koordinatları

WI,x ve WI,y = Sayısal katsayılar

$$T = T, x (x_n-x) - T, y (y_n-y)$$

Çizelge 2.1 CIE Beyazlık İndisi ve Tint için Eşitliklerin Katsayıları

Değer	CIE Standart Aydınlatıcı ve Gözlemci					
	C,31	D _{50, 31}	D _{65, 31}	C,64	D _{50, 64}	D _{65, 64}
x_n	0,3101	0,3457	0,3127	0,3104	0,3477	0,3138
y_n	0,3161	0,3585	0,3290	0,3191	0,3595	0,3310
WI, x	800	800	800	800	800	800
WI, y	1700	1700	1700	1700	1700	1700
T, x	1000	1000	1000	900	900	900
T, y	650	650	650	650	650	650

Beyazlık indisi ve Tint indisi için ASTM E313-10 da verilen eşitlikler ve katsayılar yukarıda gösterilmektedir (ASTM, 2010).

3 MATERYALLER VE YÖNTEM

3.1 Materyaller

3.1.1 Kullanılan kumaşların özellikleri

Yıkama sonrası kumaş beyazlığının test edilmesi için, en çok kullanılan liflerden (Rieter, 2016; Textile World, 2016; Biermann and Grieve, 1998) yapılmış dokuma ve örme kumaşlar seçilmiştir. Bunlar; dokuma % 100 pamuk kumaş, örme % 100 pamuk kumaş, dokuma pamuk-poliester (% 65-% 35) kumaş, dokuma % 100 poliester kumaş ve örme % 100 poliamid kumaştır. Kumaşların hiçbirinde optik beyazlatıcı bulunmamaktadır. Dokuma kumaşlar bezayağı, örme kumaşlar ise süprem konstrüksiyonundadır. Kumaşlara, yıkama testlerinden önce herhangi bir ön işlem yapılmamıştır.

Tez kapsamında kullanılan dokuma kumaşların birim alan başına kütlesi ISO 3801'e göre, örme kumaşların birim alan başına kütlesi TS EN 12127 standardına göre, birim uzunluktaki iplik sayısı TS 250 EN 1049-2 standardına göre belirlenmiştir (ISO 3801, 1977; TS EN 12127, 1999; TS 250 EN 1049-2, 1996). Dokuma kumaşlardan çıkarılan ipliğin doğrusal yoğunluğu ISO 7211-5 standardına göre, örme kumaşların, örgü ilmeği ve iplik doğrusal yoğunluğu ise TS EN 14970 standardına göre belirlenmiştir (ISO 7211-5, 1984; TS EN 14970, 2006).

Çizelge 3.1 Denemelerde kullanılan kumaşların özellikleri

Kumaş	Gramaj (g/m ²)	Sıklık	İplik Numarası
Dokuma Pamuk	120	Atkı:30 tel/cm Çözü: 55 tel/cm	Atkı: Ne 45/1 Çözü: Ne 43/1
Dokuma Pamuk-Poliester	107	Atkı: 33 tel/cm Çözü:46 tel/cm	Atkı: Ne 44 /1 Çözü: Ne 45 /1
Dokuma Poliester	115	Atkı:36 tel/cm Çözü: 60 tel/cm	Atkı: Ne 40/1 Çözü: Ne 67/1
Örme Pamuk	145	Sıra Sayısı: 18 sıra/cm Çubuk Sayısı:17 çubuk/cm	Ne 31/1
Örme Poliamid	135	Sıra Sayısı: 20 sıra/cm Çubuk Sayısı:14 çubuk/cm	Ne 71/1

3.1.2 Kullanılan kimyasal maddeler

Denemelerde kullanılan kimyasalların listesi Çizelge 3.2’de verilmiştir.

Çizelge 3.2 Denemelerde kullanılan kimyasal maddeler

Kimyasal Madde	Firma
Deterjan	UNILEVER
AV50 (Asit Viyole 50®, Nüanslama Boyası)	BASF
DV9 (Direkt Viyole 9®, Nüanslama Boyası)	BASF
DV28 (Dispers Viyole 28®, Nüanslama Boyası)	BASF
CBS-X ® (Tinopal, Floresan Beyazlatma Maddesi)	BASF
DMA-X® (Tinopal, Floresan Beyazlatma Maddesi)	BASF

3.1.3 Kullanılan cihaz ve makineler

Denemelerde kullanılan cihaz ve makinelerin listesi Çizelge 3.3’de verilmiştir.

Çizelge 3.3 Kullanılan cihaz ve makineler

Cihaz Adı	Marka
Hassas Terazi	Sartorius (BP 2215)
Çamaşır Makinesi	Miele W1935 WPS EcoLine
Spektrofotometre	HunterLab Ultra Scan PRO
Işık Haslığı Test Cihazı	SDL Atlas, Ci4000
Kopma Mukavemeti Test Cihazı	Zwick Z010
Patlama Mukavemeti Test Cihazı	TMI
Taramalı Elektron Mikroskobu	Quanta 250FEG
X-Işını Fotoelektron Spektrometresi	Thermo Scientific K-Alpha
Fourier Dönüşümlü Kızılötesi Spektroskopisi	Perkin Elmer Spectrum100

3.2 Yıkama İşlemi

Tezde kullanılan kumaşlar Miele W1935 WPS EcoLine çamaşır makinesinin AutomaticPlus (≈ 90 dakika) programında 800 devir/dakika sıkma devri seçilerek yıkanmıştır ve oda sıcaklığında kurutulmuştur. Türkiye’de çamaşır yıkama işlemi ortalama $42,5$ °C’de yapılmaktadır (Gooijer and Stamminger, 2016). Yıkama işlemleri, Türkiye yıkama sıcaklığı ortalamasına uygun olarak 40 °C’de yapılmıştır. $15-25$ °FH su sertliği ise orta sertlikte su olarak tanımlanmaktadır (Abeliotis et al, 2015). Yıkama işlemlerinde kullanılan suyun sertliği, orta sertlikte su için ortalama değer olan 20 °FH olarak seçilmiştir. Yıkama işleminde kullanılan parametreler Çizelge 3.4’de verilmektedir.

Çizelge 3.4 Yıkama Parametreleri

Yıkama Parametreleri	
Çamaşır Makinesi:	Miele W1935 WPS EcoLine
Yıkama Sıcaklığı:	40°C
Yıkama Suyu Sertliği:	20 °FH, 2:1 Ca:Mg
Yıkama Programı:	AutomaticPlus (≈ 90 dakika)
Yıkama Yüğü:	3 kg (Test Kumaşları+Dokuma/Örme Beyaz Pamuklu Kumaşlar)
Yıkama Sayısı	1, 5, 10, 15, 25
Deterjan Dozajı:	150 g

Optimum deterjan formülü belirlemek için yıkama yükü olarak temiz kumaşlar kullanılmıştır ve 10 tekrarlı yıkama işlemi yapılmıştır. Optimum formül belirlendiğinde, yıkama yükü içerisinde sabit kir yükü oluşturmak üzere SBL 2004 standart kirletilmiş kumaş eklenmiş ve 25 tekrarlı yıkama işlemi yapılmıştır. SBL 2004 kumaşının içerdiği kir bileşimi Çizelge 3.5’te verilmektedir (WFK Testgewebe, 2016).

Çizelge 3.5 SBL 2004 kumaşının kir içeriği

İçerik	% Miktarı
Bitkisel Yağ (Ekstra Virgin Zeytinyağı)	% 18 - 20
Sentetik Sebum	% 18 - 20
Kaolin	% 8 - 10
Protein (Yumurta Beyazı Tozu)	% 8 - 10
Ağartıcı Madde	% 8 - 10
Mısır Nişastası	% 6 - 8
Tuz (NaCl)	% 6 - 8
Mineral Yağ	% 6 - 8
Lanolin	% 6 - 8
Emülgatör (Uniperol®, BASF)	% 1 - 3
Üre	% 1 - 3
Kuartz	% 1 - 3
Kalsiyum klorür (CaCl ₂)	% 1 - 3
Karbon Siyahı	< % 1
Demir Oksit (Siyah)	< % 1

3.3 Deney Planı

Tez çalışmasında iki tip toz deterjan için, optimum formül saptanmaya çalışılmıştır. Toz deterjanlardan biri ekonomik, diğeri premium formül yapısındadır. Ekonomik deterjan yapısında ağartma sistemi % 5'ten az, premium deterjan yapısında ise % 5-15 arasında bulunmaktadır. Deterjanlarda ağartma sistemi, nüanslama boyası ve floresan beyazlatma maddesi bileşenlerinin farklı oranları kullanılarak, diğeri bileşenler sabit tutulmuş ve çeşitli deterjan formülleri hazırlanmıştır.

En iyi beyazlık performansı gösteren formülasyon saptanmaya çalışılmıştır. Tez için seçilen kumaşlar Çizelge 3.4'de belirtilen yıkama koşullarında 10 tekrarlı olacak şekilde yıkanmıştır. 1., 5. ve 10. yıkamalar sonunda her kumaş tipinden 1'er adet çamaşır makinesinden çıkarılmıştır.

Yıkanmamış kumaşlar referans kabul edilerek ($WI\ CIE_{Yıkanmamış}$), yıkanmış kumaşlar ($WI\ CIE_{Yıkanmış}$) ile arasındaki beyazlık indisi farkları ($\Delta WI\ CIE$) hesaplanmıştır.

Hesaplanan beyazlık indisi farkları, istatistiksel olarak SAS programı ile değerlendirilmiştir. SAS yazılımına göre, % 95 güven aralığında, en küçük önemli fark (LSD, Least Significant Difference) dikkate alınarak, karşılaştırılan parametreler büyükten küçüğe alfabetik olarak sıralanmaktadır.

Ekonomik toz deterjanda optimum formülü belirlemek üzere Çizelge 3.6'de verilen deterjan bileşimleri hazırlanmıştır.

Çizelge 3.6 Ekonomik toz deterjan formül bileşenleri

Bileşenler (%)	R0	R5	RDV28
FWA CBS-X	0,03 (C3 baz)	0,03 (C3 baz)	0,03 (C3 baz)
FWA Post doz CBS-X	-	-	0,02
FWA DMAX(DASCC)	0,2	0,2	0,2
Nüans Boyası (AV50)	0,0012	0	0,0012
Nüans Boyası	0,25(DV9)	0,25(DV9)	0,007(DV28)
Perkarbonat	-	5	-

Premium toz deterjanda optimum formülü belirlemek üzere Çizelge 3.7, Çizelge 3.8, Çizelge 3.9, Çizelge 3.10 ve Çizelge 3.11'de verilen deterjan bileşimleri hazırlanmıştır.

Çizelge 3.7 Nüanslama boyaalarının sabit tutulduğu, floresan beyazlatma maddelerinin farklı oranlarda kullanıldığı deterjan formül bileşenleri

Bileşenler (%)	A1	A2	A3	A4	A5	A6
FWA CBS-X	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
FWA Post doz CBS-X	0	0	0,04	0,1	0	0,04
FWA DMAX(DASCC)	0	0,2	0,2	0,2	1,0	0,2
AV50	0,0012	0,0012	0,0012	0,0012	0,0012	0,0012
Nüans Boyası (DV9)	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0
Perkarbonat	16	16	16	16	16	16

Çizelge 3.8 Floresan beyazlatma maddelerinin sabit tutulduğu, nüanslama boyalarının farklı oranlarda kullanıldığı deterjan formül bileşenleri

Bileşenler (%)	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8
FWA CBS-X	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
Post doz CBS-X	0	0	0	0	0	0	0	0,04
FWA DMAX	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
AV50	0	0,0012	0,0012	0,0012	0,0012	0	0,0020	0,0012
Nüans Boyası (DV9)	0	0,25	0	0,15	1,0	0,25	0,25	0
Perkarbonat	16	16	16	16	16	16	16	16

Perkarbonat miktarı %16 dan %12 ye düşürülerek, FWA ve AV50 miktarı sabit tutulmuş ve farklı nüanslama boyalarının (Direkt Viyole 9, Dispers Viyole 28) sağlayacağı beyazlık etkisi değerlendirilmiştir.

Çizelge 3.9 Floresan beyazlatma maddesinin ve Asit Viyole 50 nüanslama boyasının sabit tutulduğu, post-doz FWA ve diğer nüanslama boyalarının farklı oranlarda kullanıldığı deterjan formül bileşenleri

Bileşenler (%)	D0	D1	MG1
FWA CBS-X	0,03	0,03	0,03
FWA Post doz CBS-X	0,04	0,04	0,03
FWA DMAX(DASCC)	0,2	0,2	0,2
AV50	0,0012	0,0012	0,012
Nüans Boyası	-	0,25 (DV9)	0,0010 (DV28)
Perkarbonat	12	12	12

Perkarbonat miktarı %12 den %8 e düşürülerek, Dispers Viyole 28 nüanslama boyasının sağlayacağı beyazlık etkisi değerlendirilmiştir.

Çizelge 3.10 Post-doç FWA ve perkarbonat miktarının farklı oranlarda kullanıldığı deterjan formül bileşenleri

Bileşenler (%)	DV28	DV28-1	DV28-2
FWA CBS-X	0,04	0,04	0,04
FWA Post doz CBS-X	0,04	0,02	0,02
FWA DMAX (DASCC)	0,2	0,2	0,2
AV50	0,0012	0,0012	0,0012
Nüans Boyası (DV28)	-	0,007	0,007
Perkarbonat	12	12	8

Farklı perkarbonat miktarlarında, floresan beyazlatma maddeleri sabit tutularak, nüanslama boyaının farklı oranları ile sağlanacak beyazlık etkisi değerlendirilmiştir.

Çizelge 3.11 Nüanslama boyası ve perkarbonat miktarının farklı oranlarda kullanıldığı deterjan formül bileşenleri

Bileşenler (%)	Ref	PC10	PC8	PC10-1	PC8-1
FWA CBS-X	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
FWA Post doz CBS-X	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
FWA DMAX (DASCC)	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
AV50	0,0012	0,0012	0,0012	0,0019	0,0019
Nüans Boyası	0,25 (DV9)	0,0105 (DV28)	0,0105 (DV28)	0,0105 (DV28)	0,0105 (DV28)
Perkarbonat	12	10	8	10	8

3.4 Değerlendirmede Kullanılan Yöntemler

3.4.1 Beyazlık indisi ölçümü

Kumaşların beyazlık derecesi, HunterLab UltraScan PRO spektrofotometresi kullanılarak ASTM E313'e göre ölçülmüştür. Yıkanmamış kumaşlar referans kabul edilerek ($WI_{CIE_{Yıkanmamış}}$), yıkanmış kumaşlar ($WI_{CIE_{Yıkanmış}}$) ile arasındaki beyazlık indisi farkları (ΔWI_{CIE}) hesaplanmıştır.

3.4.2 Kopma mukavemeti testi

Tezde kullanılan dokuma kumaşların, en büyük kuvvet ve en büyük kuvvet altında boyca uzamanın tayini, şerit metoduna göre, Zwick marka çekme basma test cihazı kullanılarak yapılmıştır (TS EN ISO 13934-1, 2013).

Standarda göre, şerit metodunda, kumaşlardan 50 ± 2 mm x 350 ± 2 mm boyutunda, atkı ve çözgü yönünde 5'er numune alınmaktadır. Çeneler arası mesafe 200 mm olarak ayarlanmıştır. Testler 2 N' luk ön gerilme değeri ile 100 mm/dk sabit hızda yapılmıştır.

3.4.3 Patlama mukavemeti testi

Tezde kullanılan örme kumaşların patlama mukavemetinin ve patlama gerilmesinin tayini, hidrolik metoda göre, TMI marka test cihazı kullanılarak yapılmıştır (TS 393 EN ISO 13938-1:2002 Bölüm 1, 2002).

7,3 cm² 'lik bir deney alanı uygulanmıştır. Deney numunesini patlatmadan önce, germe işlemi için (20 ± 5) saniyelik zaman ayarı yapılmıştır.

3.4.4 Işık haslığı testi

Yapay ışığa karşı renk haslığının tayini, ksenon ark soldurma lambası deneyine göre yapılmıştır (BS EN ISO 105-B02:2014, 2014). Kumaş numuneleri 50x100 mm boyutlarında kesilerek standart boyalı, yünlü mavi skala ile birlikte Atlas Ci 4000 marka ışık haslığı test cihazına yerleştirilmiştir. Cihazın 300-400 nm dalgaboyunda spektral ışınım değeri 42 W/m² olarak belirtilmiştir. Numunelerdeki renk farkı gri skalada 4 oluncaya kadar teste devam edilmiştir.

3.4.5 XPS (x-ışını fotoelektron spektroskopisi) analizi

X-ışını fotoelektron spektroskopisi (XPS) ölçümleri K-Alfa (Thermo Scientific) cihazı ile yapılmıştır. Cihaz, 300 µm boyut ve 26.04 W (12.4 kV x 2.1 mA) güç değerinde, monokromatik AlK α (1486.68 eV) X-ışını kaynağına sahiptir. En fazla bulunan elementlerin yüksek çözünürlüklü spektrumları, 0.5 eV'lik spektral çözünürlükle 50 eV'lik geçiş enerjisi kullanılarak elde edilmiştir. Tüm ölçümler, 10⁻⁶ Pa (10⁻⁸ mbar) basınçlı bir UHV bölmesinde yapılmıştır.

3.4.6 SEM (taramalı elektron mikroskobu) analizi

Taramalı elektron mikroskobu (SEM) ölçümleri için numuneler öncelikle, Emitech K550X otomatik püskürtme makinesi ile altın ile kaplanmıştır. Daha sonra Quanta FEG 250 SEM cihazı (15 kV hızlanma gerilimi) ile SEM analizi yapılmıştır.

3.4.7 FTIR (Fourier dönüşümlü kızıl ötesi spektroskopisi) analizi

Fourier dönüşümlü kızılötesi spektroskopisi (FTIR) ölçümleri için Perkin Elmer marka Spektrum 100 model FTIR-ATR (attenuated total reflectance) cihazı kullanılmıştır.

3.4.8 SAS (istatistik analiz sistemi) programı ile istatistik değerlendirme

Yapılan denemelere ait sonuçlar, SAS 9.4 programı ile istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. Ölçümlerin aritmetik ortalamaları arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak anlamlı olup olmadığını, anlamlı olması durumunda hangi gruplar arasında farklılık olduğunu belirlemek üzere LSD testi kullanılmaktadır.

LSD (Least Significant Difference), en küçük önemli fark anlamını taşımaktadır, gruplar arasındaki farkların güven aralıklarının hesaplanmasına dayanmaktadır (Miran, 2011).

SAS yazılımına göre, % 95 güven aralığında, en küçük önemli fark (LSD) dikkate alınarak, karşılaştırılan parametrelerin aritmetik ortalaması büyükten küçüğe olacak şekilde alfabetik olarak (A,B, C gibi) sıralanmaktadır.



4 BULGULAR

Ev tipi çamaşır makinelerinde kullanılmak üzere tasarlanmış, ekonomik ve premium toz deterjan bileşimlerinin, deney planında belirlenen formülleri ile yapılan yıkamalara ait sonuçlar aşağıda üç kısım halinde verilmektedir. İlk kısımda ekonomik toz deterjan formülleri ile yapılan yıkamalar sonucunda elde edilen beyazlık indisi değerlendirmeleri yer almaktadır. İkinci kısımda, premium toz deterjan formülleri ile temiz yıkama yükü kullanılarak yapılan 10 tekrarlı yıkamalar sonucunda elde edilen beyazlık indisi değerlendirmeleri ve buna göre yapılan formül optimizasyonu yer almaktadır. Son kısımda ise, premium deterjan için belirlenmiş optimum formül (PC10) ve premium deterjanın mevcut hali (REF) ile standart kirli test bezleri (SBL 2004) kullanılarak yapılan 25 tekrarlı yıkamalar sonucunda elde edilen beyazlık indisi değerlendirmeleri, mukavemet testleri, ışık haslığı testi, XPS, SEM, FTIR değerlendirmeleri yer almaktadır.

4.1 Ekonomik Toz Deterjan Formülleri İle Yapılan Denemelere Ait Bulgular ve Sonuçların Değerlendirilmesi

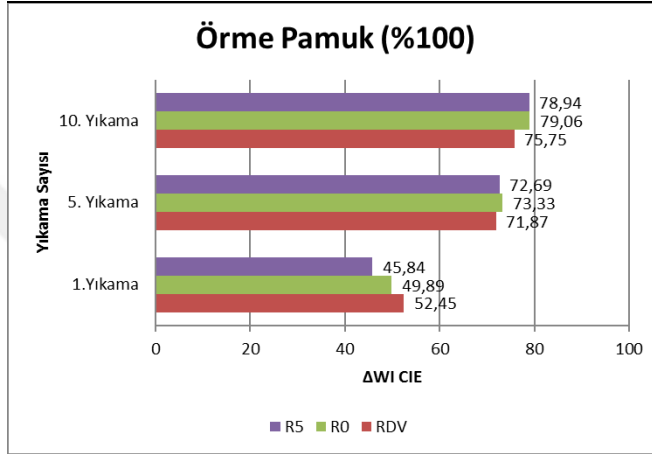
AV50 ve DV9 nüanslama boyları içeren, perkarbonat içermeyen R0 formülü, DV9 ve % 5 perkarbonat içeren R5 formülü, post-doz FWA eklenmiş, AV50 ve DV28 nüanslama boyları içeren, perkarbonat içermeyen R28 formülü ile yıkanmış kumaşların beyazlık derecesi ölçümleri, HunterLab UltraScan PRO spektrofotometresi kullanılarak ASTM E313'e göre ölçülmüştür. Yıkanmamış kumaşlar referans kabul edilerek ($WI_{CIE_{Yıkanmamış}}$), yıkanmış kumaşlar ($WI_{CIE_{Yıkanmış}}$) ile arasındaki beyazlık indisi farkları (ΔWI_{CIE}) hesaplanmıştır. Farklı deterjan formüllerinin meydana getirdiği beyazlık indisi değişimleri (ΔWI_{CIE}) SAS istatistik programı değerlendirilmiştir. Yıkanmamış kumaşların renk koordinatları ve beyazlık indisi değerleri Çizelge 4.1'de verilmektedir.

Çizelge 4.1 Yıkanmamış kumaşların renk koordinatları ve beyazlık indisi değerleri

Yıkanmamış Kumaşlar	L*	a*	b*	WI CIE
Dokuma Pamuk	95,86	-0,49	2,55	78,18
Dokuma Pamuk-Poliester	95,3	-0,82	3,68	71,63
Dokuma Poliester	88,34	-0,3	2,92	58,66
Örme Pamuk	95,55	-0,51	3,68	72,30
Örme Poliamid	94,24	-0,59	4,37	65,82

Çizelge 4.2 Ekonomik toz deterjan formülü ile yıkanmış örme pamuk (%100) kumaşın, yıkanmamış örme pamuk (%100) kumaşa göre beyazlık indisi farkının istatistik değerlendirmesi

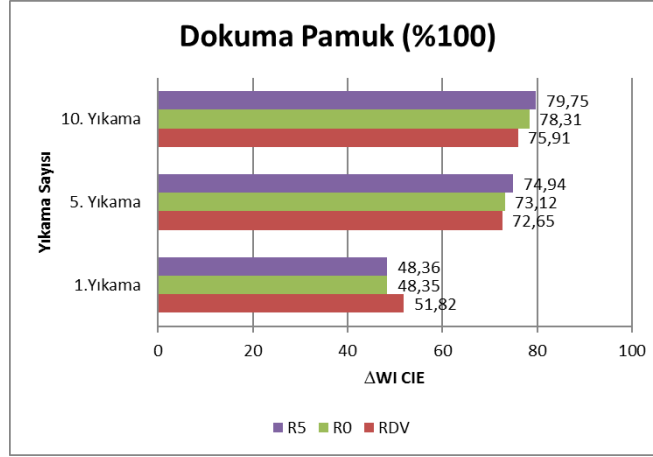
ΔWI CIE	LSD	RDV	R0	R5	RDV	R0	R5
Örme Pamuk							
1. Yıkama	1,7843	52,4475	49,8900	45,8375	A	B	C
5. Yıkama	0,8537	71,8725	73,3275	72,6850	B	A	BA
10. Yıkama	0,9688	75,7500	79,0600	78,9375	B	A	A



Şekil 4.1 Ekonomik toz deterjan formülü ile yıkanmış örme pamuk (%100) kumaşın, yıkanmamış örme pamuk (%100) kumaşa göre beyazlık indisi farkının grafiği

Çizelge 4.3 Ekonomik toz deterjan formülü ile yıkanmış dokuma pamuk (%100) kumaşın, yıkanmamış dokuma pamuk (%100) kumaşa göre beyazlık indisi farkının istatistik değerlendirmesi

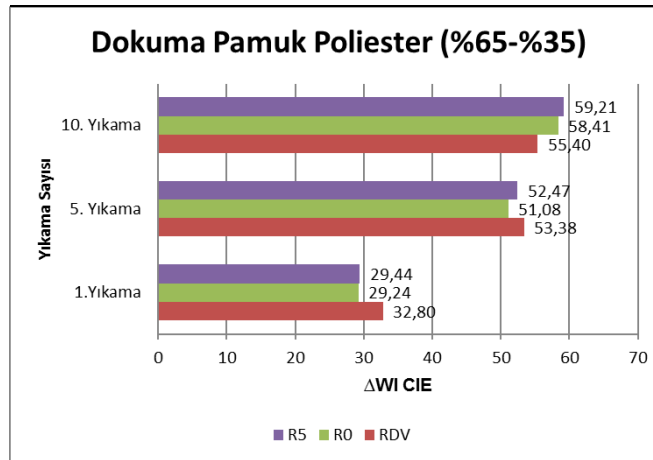
ΔWI CIE	LSD	RDV	R0	R5	RDV	R0	R5
Dokuma Pamuk							
1. Yıkama	1,9583	51,8175	48,3500	48,3575	A	B	B
5. Yıkama	1,1882	72,6500	73,1225	74,9400	B	B	A
10. Yıkama	0,472	75,9050	78,3075	79,7525	C	B	A



Şekil 4.2 Ekonomik toz deterjan formülü ile yıkanmış dokuma pamuk (%100) kumaşın, yıkanmamış dokuma pamuk (%100) kumaşa göre beyazlık indisi farkının grafiği

Çizelge 4.4 Ekonomik toz deterjan formülü ile yıkanmış dokuma pamuk-poliester (%65-%35) kumaşın, yıkanmamış dokuma pamuk-poliester (%65-%35) kumaşa göre beyazlık indisi farkının istatistik değerlendirmesi

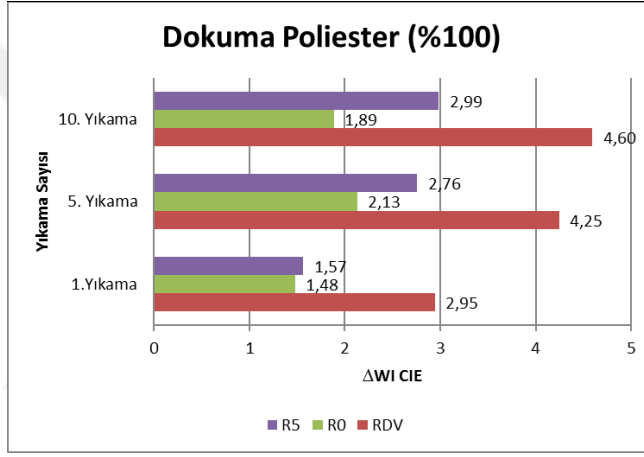
ΔWI CIE Dokuma Pamuk-Poliester	LSD	RDV	R0	R5	RDV	R0	R5
1. Yıkama	0,8106	32,7975	29,2350	29,4375	A	B	B
5. Yıkama	0,472	53,3775	51,0775	52,4725	A	C	B
10. Yıkama	0,6444	55,4025	58,4050	59,2050	C	B	A



Şekil 4.3 Ekonomik toz deterjan formülü ile yıkanmış dokuma pamuk-poliester (%65-%35) kumaşın, yıkanmamış dokuma pamuk-poliester (%65-%35) kumaşa göre beyazlık indisi farkının grafiği

Çizelge 4.5 Ekonomik toz deterjan formülü ile yıkanmış dokuma poliester (%100) kumaşın, yıkanmamış dokuma poliester (%100) kumaşa göre beyazlık indisi farkının istatistik değerlendirmesi

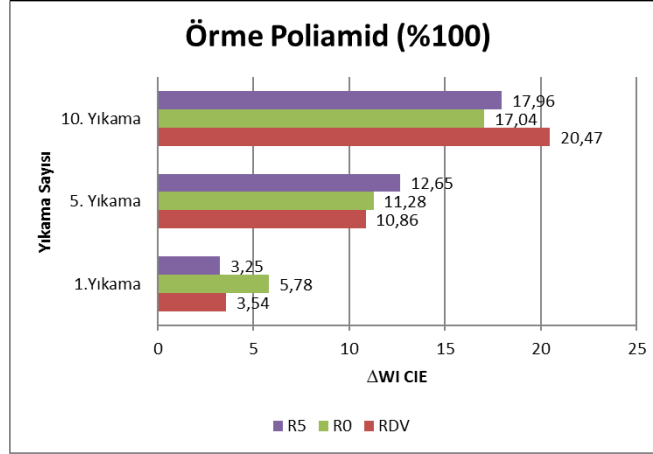
Δ WI CIE	LSD	RDV	R0	R5	RDV	R0	R5
Dokuma Poliester							
1.Yıkama	0,3184	2,9475	1,4775	1,5650	A	B	B
5. Yıkama	0,4116	4,2500	2,1275	2,7600	A	C	B
10. Yıkama	0,3913	4,5950	1,8850	2,9850	A	C	B



Şekil 4.4 Ekonomik toz deterjan formülü ile yıkanmış dokuma poliester (%100) kumaşın, yıkanmamış dokuma poliester (%100) kumaşa göre beyazlık indisi farkının grafiği

Çizelge 4.6 Ekonomik toz deterjan formülü ile yıkanmış örme poliamid (%100) kumaşın, yıkanmamış örme poliamid (%100) kumaşa göre beyazlık indisi farkının istatistik değerlendirmesi

Δ WI CIE	LSD	RDV	R0	R5	RDV	R0	R5
Örme Poliamid							
1.Yıkama	1,8536	3,5400	5,7825	3,2475	B	A	B
5. Yıkama	2,0379	10,8550	11,2775	12,6525	A	A	A
10. Yıkama	2,0363	20,4675	17,0425	17,9550	A	B	B



Şekil 4.5 Ekonomik toz deterjan formülü ile yıkanmış örme poliamid (%100) kumaşın, yıkanmamış örme poliamid (%100) kumaşa göre beyazlık indisi farkının grafiği

R0 formülünde selülozik liflere afinitesi olduğu bilinen, direkt boya grubundan, bisazo yapısında, çoklu yıkamada kumaş üzerinde depolanan Direkt Viyole 9 (DV9) ile tekrarlı yıkamalarda kumaş üzerinde birikme yapmayan Asit Viyole 50 (AV50) nüanslama boya ları kullanılmıştır. RDV28 formülünde, sentetik liflere afinitesi olduğu bilinen, dispers boya grubundan, çoklu yıkamada kumaş üzerinde depolanan Dispers Viyole 28 (DV28) ve kumaş üzerinde depolanmayan Asit Viyole 50 (AV50) nüanslama boya ları kullanılmıştır. Ayrıca formüle, post doz floresan beyazlatma maddesi eklenmiştir. R5 formülünde ise, % 5 perkarbonat ağartıcı sistemi ve Direkt Viyole 9 (DV9) nüanslama boya sı kullanılmıştır.

RDV28, R0 ve R5 kodlu deterjan formülleri ile yıkanmış kumaşların beyazlık indisinde meydana gelen değişimler değerlendirildiğinde, pamuk, pamuk-poliester ve poliester kumaşlarda ilk yıkama sonrası perkarbonatın olmadığı, floresan beyazlatma maddesinin sonradan eklendiği (post doz FWA) ve Dispers Viyole 28 (DV28) nüanslama boya sıyla birlikte kullanıldığı formül (RDV28) daha yüksek beyazlık sağlıyorken; 10 yıkama sonrası perkarbonat ve Direkt Viyole 9 (DV9) kullanılan formül (R5) daha yüksek beyazlık değeri sağlamaktadır. Poliester ve poliamid kumaşlarda ise tüm yıkamalarda RDV28 formülü daha yüksek beyazlık indisi sağlamaktadır.

R0 ve R5 formülleri birlikte değerlendirildiğinde, tek yıkama nüanslama boya sı AV50 nin $1,2 \cdot 10^{-4}$ oranında formüle eklenmesi, %5 perkarbonat ağartıcı sistem eklenmesine göre yaklaşık olarak eşit oranda beyazlık derecesi artışı sağlamaktadır. Test edilen tüm kumaş tiplerinde aynı durum gözlenmektedir.

İçerisinde perkarbonat bulunmayan iki formül olan RDV28 ve R0 deterjanları birlikte değerlendirildiğinde, farklı nüanslama boya larının beyazlık indisinde meydana getirdiği de ğişimler görülmektedir. Pamuk ve pamuk-poliester kumaşlarda, ilk yıkama sonrası Dispers Viyole 28 (DV28) nüanslama boyasının kullanıldığı formül (RDV28) daha yüksek beyazlık de ğeri sağlamaktadır. 10 yıkama sonrası ise Direkt Viyole 9 (DV9) nüanslama boyasının kullanıldığı formül (R0) daha yüksek beyazlık de ğeri sağlamaktadır.

Ekonomik deterjan formülünde, pamuk ve pamuk-poliester kumaşlarda DV9 birikmesinin daha fazla oldu ğu sonucu çıkmaktadır. Ancak bu durum DV9 nüanslama boyasının daha fazla miktarda kullanılmış olmasından da kaynaklanabilir.

DV28 nüanslama boyası poliester kumaşlarda DV9 nüanslama boyasından daha yüksek beyazlık de ğeri sağlamaktadır. Kumaşlarda gözle fark edilir şekilde nüanslama olmamıştır. Tint CIE de ğerleri -0,39/-0,69 aralığında ölçülmüştür.

Poliamid kumaş için, her iki nüanslama boyasının eşit beyazlık performansı gösterdiği söylenebilir.

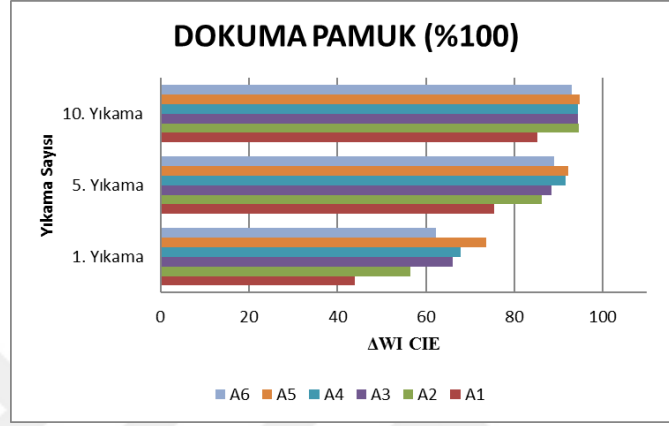
4.2 Premium Toz Deterjan Formülleri İle Yapılan Denemelere Ait Bulgular ve Sonuçların De ğerlendirilmesi

Premium toz deterjan için optimum formül belirlenmeye çalışılmıştır. İçerisinde %16 perkarbonat bulunan deterjanlarda nüanslama boya larının miktarı sabit tutularak, floresan beyazlatma maddelerinin (FWA) miktarı de ğiştirilerek hazırlanmış deterjan formülleri ile yıkanmış kumaşların beyazlık indislerinde meydana gelen de ğişimler Çizelge 4.7, Çizelge 4.8, Çizelge 4.9, Çizelge 4.10 ve Çizelge 4.11’de de ğerlendirilmiştir.

Çizelge 4.7 Floresan beyazlatma maddelerinin de ğişken oldu ğu deterjan bileşimleri ile yıkanmış dokuma pamuk (%100) kumaşların, yıkanmamış dokuma pamuk (%100) kumaşa göre beyazlık indisi farkının istatistik de ğerlendirmesi

Δ WI CIE	LSD	A1	A2	A3	A4	A5	A6
Dokuma Pamuk							
1. Yıkama	2,0253	43,9850	56,4375	66,0000	67,9350	73,6825	62,3650
5. Yıkama	0,6975	75,3750	86,2575	88,3575	91,6275	92,1800	88,9025
10. Yıkama	0,5596	85,2350	94,6050	94,3475	94,2825	94,8600	93,0200

Δ WI CIE	A1	A2	A3	A4	A5	A6
Dokuma Pamuk						
1. Yıkama	E	D	B	B	A	C
5. Yıkama	D	C	B	A	A	B
10. Yıkama	D	BA	BA	B	A	C

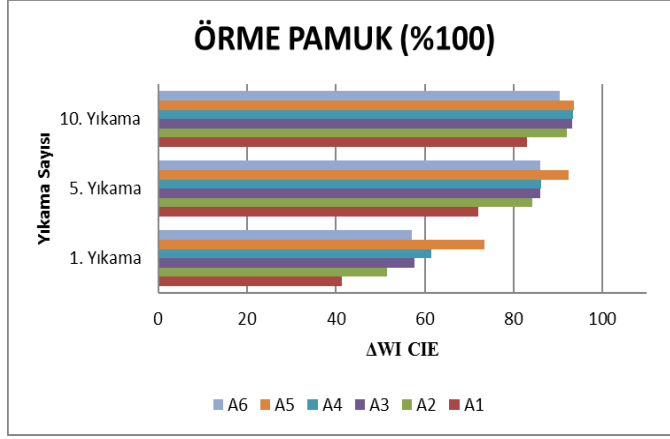


Şekil 4.6 Floresan beyazlatma maddelerinin değişken olduğu deterjan bileşimleri ile yıkanmış dokuma pamuk (%100) kumaşların, yıkanmamış dokuma pamuk (%100) kumaşa göre beyazlık indisi farkının grafiği

Çizelge 4.8 Floresan beyazlatma maddelerinin değişken olduğu deterjan bileşimleri ile yıkanmış örme pamuk (%100) kumaşların, yıkanmamış örme pamuk (%100) kumaşa göre beyazlık indisi farkının istatistik değerlendirmesi

Δ WI CIE	LSD	A1	A2	A3	A4	A5	A6
Örme Pamuk							
1. Yıkama	1,0556	41,2675	51,5425	57,6450	61,5100	73,4700	57,0750
5. Yıkama	0,4852	72,1325	84,1850	86,0525	86,2175	92,3375	86,0475
10. Yıkama	0,4258	82,9625	91,9025	93,0900	93,4350	93,4725	90,3675

Δ WI CIE	A1	A2	A3	A4	A5	A6
Örme Pamuk						
1. Yıkama	E	D	C	B	A	C
5. Yıkama	D	C	B	B	A	B
10. Yıkama	D	B	A	A	A	C

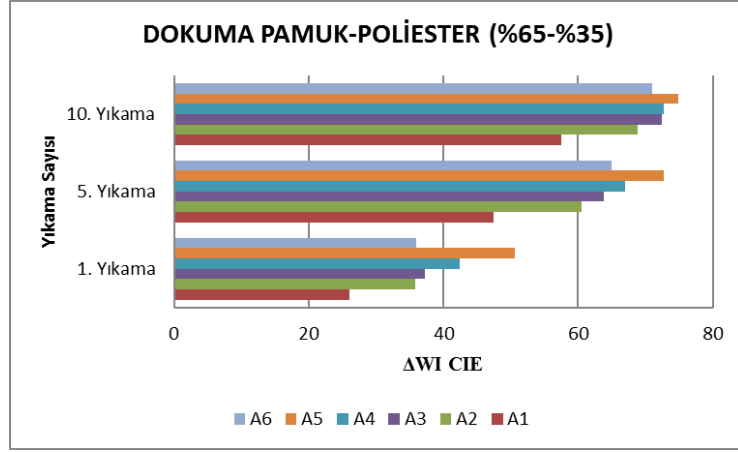


Şekil 4.7 Floresan beyazlatma maddelerinin değişken olduğu deterjan bileşimleri ile yıkanmış örme pamuk (%100) kumaşların, yıkanmamış örme pamuk (%100) kumaşa göre beyazlık indisi farkının grafiği

Çizelge 4.9 Floresan beyazlatma maddelerinin değişken olduğu deterjan bileşimleri ile yıkanmış dokuma pamuk-poliester (%65-%35) kumaşların, yıkanmamış dokuma pamuk-poliester (%65-%35) kumaşa göre beyazlık indisi farkının istatistik değerlendirmesi

ΔWI CIE Dokuma Pamuk-Poliester	LSD	A1	A2	A3	A4	A5	A6
1. Yıkama	1,2333	25,9875	35,8350	37,2225	42,4850	50,5600	36,0200
5. Yıkama	0,8007	47,4650	60,4625	63,8050	66,9425	72,7800	64,9450
10. Yıkama	0,8424	57,5000	68,8575	72,4350	72,7350	74,9025	71,0200

ΔWI CIE Dokuma Pamuk-Poliester	A1	A2	A3	A4	A5	A6
1. Yıkama	E	D	C	B	A	C
5. Yıkama	F	E	D	B	A	C
10. Yıkama	E	D	B	B	A	C

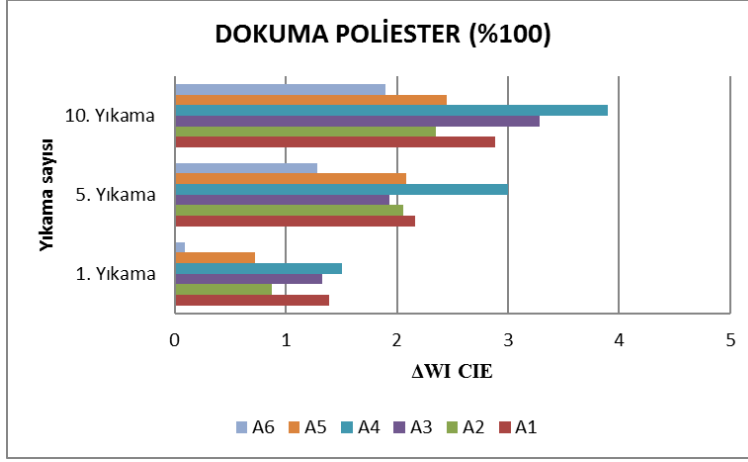


Şekil 4.8 Floresan beyazlatma maddelerinin değişken olduğu deterjan bileşimleri ile yıkanmış dokuma pamuk-poliester (%65-%35) kumaşların, yıkanmamış dokuma pamuk-poliester (%65-%35) kumaşa göre beyazlık indisi farkının grafiği

Çizelge 4.10 Floresan beyazlatma maddelerinin değişken olduğu deterjan bileşimleri ile yıkanmış dokuma poliester (%100) kumaşların, yıkanmamış dokuma poliester (%100) kumaşa göre beyazlık indisi farkının istatistik değerlendirmesi

ΔWI CIE	LSD	A1	A2	A3	A4	A5	A6
Dokuma Poliester							
1.Yıkama	0,2558	1,3950	0,8725	1,3250	1,5075	0,7200	0,0950
5. Yıkama	0,2203	2,1675	2,0550	1,9325	3,0025	2,0800	1,2875
10. Yıkama	0,4415	2,8875	2,3525	3,2875	3,8975	2,4475	1,8950

ΔWI CIE	A1	A2	A3	A4	A5	A6
Dokuma Poliester						
1.Yıkama	A	B	A	A	B	C
5. Yıkama	B	B	C	A	CB	D
10. Yıkama	CB	D	B	A	CD	E

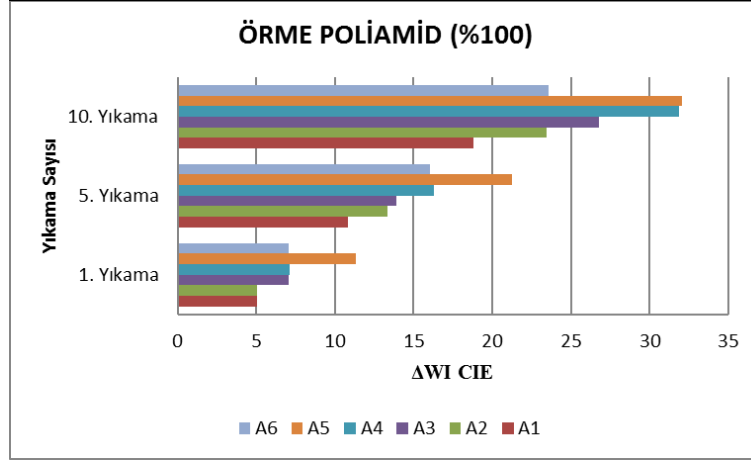


Şekil 4.9 Floresan beyazlatma maddelerinin değişken olduğu deterjan bileşimleri ile yıkanmış dokuma poliester (%100) kumaşların, yıkanmamış dokuma poliester (%100) kumaşa göre beyazlık indisi farkının grafiği

Çizelge 4.11 Floresan beyazlatma maddelerinin değişken olduğu deterjan bileşimleri ile yıkanmış örme poliamid (%100) kumaşların, yıkanmamış örme poliamid (%100) kumaşa göre beyazlık indisi farkının istatistik değerlendirmesi

ΔWI CIE	LSD	A1	A2	A3	A4	A5	A6
Örme Poliamid							
1.Yıkama	0,8884	5,0750	5,0675	7,0350	7,0975	11,3075	7,0725
5. Yıkama	0,6048	10,8100	13,3200	13,9200	16,2900	21,2575	16,0175
10. Yıkama	0,6829	18,8000	23,4725	26,8175	31,8675	32,0800	23,5550

ΔWI CIE	A1	A2	A3	A4	A5	A6
Örme Poliamid						
1.Yıkama	C	C	B	B	A	B
5. Yıkama	D	C	C	B	A	B
10. Yıkama	D	C	B	A	A	C



Şekil 4.10 Floresan beyazlatma maddelerinin değişken olduğu deterjan bileşimleri ile yıkanmış örme poliamid (%100) kumaşların, yıkanmamış örme poliamid (%100) kumaşa göre beyazlık indisi farkının grafiği

Nüanslama boyaları sabit tutularak hazırlanmış deterjan formüllerinde, floresan beyazlatma maddelerinin (FWA) beyazlatma üzerindeki etkisi görülmektedir. Her iki floresan beyazlatma maddesi de beyazlığı artırıcı etki göstermektedir.

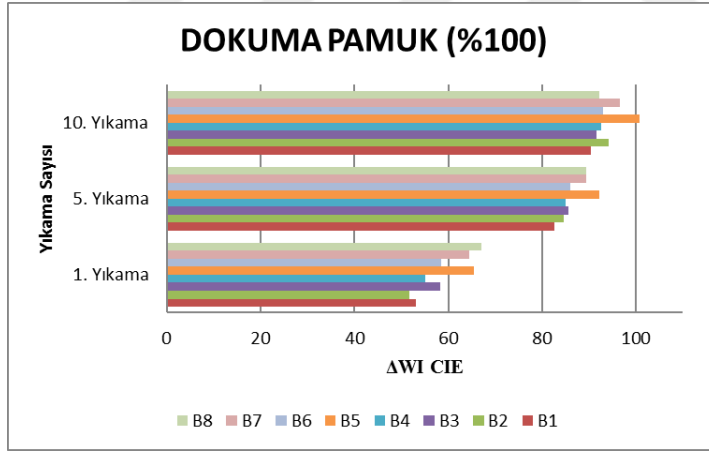
DMA-X floresan beyazlatma maddesinin maksimum kullanıldığı A5 formülasyonu pamuk, poliamid gibi liflerde maksimum beyazlık derecesi değeri vermektedir. Poliester kumaşlarda ise, CBS-X floresan beyazlatma maddesinin maksimum kullanıldığı A4 formülasyonu maksimum beyazlık derecesi değerlerini vermektedir. Bu denemeler sonucu, floresan beyazlatma maddelerinin deterjan bileşiminde en fazla kullanılabileceği oran saptanmıştır.

İçerisinde %16 perkarbonat bulunan deterjanlarda floresan beyazlatma maddelerinin (FWA) miktarı sabit tutularak, nüanslama boyalarının miktarı değiştirilmiştir. Bu şekilde hazırlanmış deterjan formülleri ile yıkanmış kumaşların beyazlık indislerinde meydana gelen değişimler Çizelge 4.12, Çizelge 4.13, Çizelge 4.14, Çizelge 4.15 ve Çizelge 4.16'da değerlendirilmiştir.

Çizelge 4.12 Nüanslama boylarının değişken olduğu deterjan bileşimleri ile yıkanmış dokuma pamuk (%100) kumaşların, yıkanmamış dokuma pamuk (%100) kumaşa göre beyazlık indisi farkının istatistik değerlendirmesi

Δ WI CIE									
Dokuma Pamuk	LSD	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8
1.Yıkama	0,800	53,195	51,798	58,203	55,015	65,410	58,498	64,513	67,090
5. Yıkama	0,591	82,605	84,583	85,600	84,960	92,145	85,943	89,403	89,385
10. Yıkama	0,573	90,328	94,125	91,555	92,488	100,698	92,998	96,500	92,18

Δ WI CIE								
Dokuma Pamuk	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8
1.Yıkama	F	G	D	E	B	D	C	A
5. Yıkama	E	D	C	D	A	C	B	B
10. Yıkama	G	C	F	ED	A	D	B	E

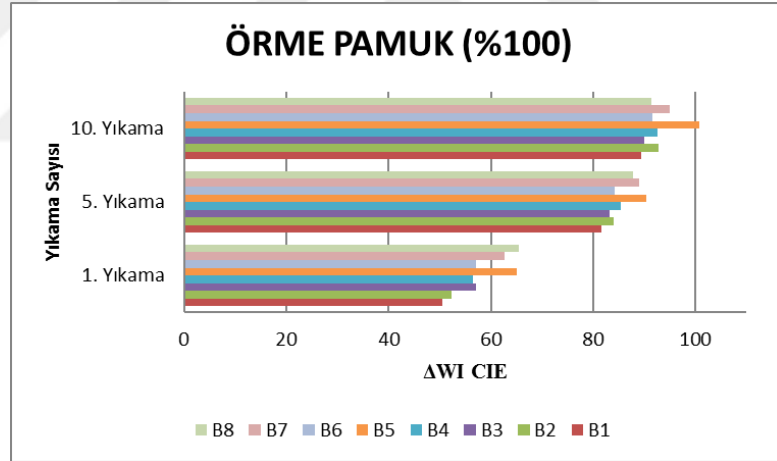


Şekil 4.11 Nüanslama boylarının değişken olduğu deterjan bileşimleri ile yıkanmış dokuma pamuk (%100) kumaşların, yıkanmamış dokuma pamuk (%100) kumaşa göre beyazlık indisi farkının grafiği

Çizelge 4.13 Nüanslama boylarının değişken olduğu deterjan bileşimleri ile yıkanmış örme pamuk (%100) kumaşların, yıkanmamış örme pamuk (%100) kumaşa göre beyazlık indisi farkının istatistik değerlendirmesi

Örme Pamuk	LSD	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8
1.Yıkama	1,0536	50,520	52,258	57,023	56,570	65,090	57,100	62,680	65,408
5. Yıkama	0,5053	81,678	84,058	83,285	85,323	90,383	84,293	89,050	87,713
10. Yıkama	0,5005	89,338	92,825	90,028	92,500	100,725	91,480	94,988	91,368

Örme Pamuk	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8
1.Yıkama	E	D	C	C	A	C	B	A
5. Yıkama	G	E	F	D	A	E	B	C
10. Yıkama	F	C	E	C	A	D	B	D

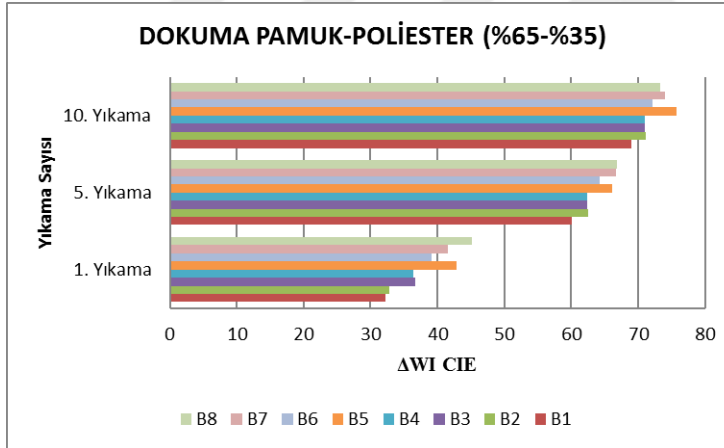


Şekil 4.12 Nüanslama boylarının değişken olduğu deterjan bileşimleri ile yıkanmış örme pamuk (%100) kumaşların, yıkanmamış örme pamuk (%100) kumaşa göre beyazlık indisi farkının grafiği

Çizelge 4.14 Nüanslama boylarının değişken olduğu deterjan bileşimleri ile yıkanmış dokuma pamuk-poliester (%65-%35) kumaşların, yıkanmamış dokuma pamuk-poliester (%65-%35) kumaşa göre beyazlık indisi farkının istatistik değerlendirmesi

Δ WI CIE Dokuma Pamuk-Poliester	LSD	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8
1.Yıkama	0,5231	32,253	32,830	36,613	36,420	42,833	39,123	41,513	45,108
5. Yıkama	0,6107	60,025	62,515	62,330	62,448	66,050	64,230	66,653	66,825
10. Yıkama	0,5236	68,948	71,093	70,965	71,023	75,690	72,213	73,955	73,303

Δ WI CIE Dokuma Pamuk-Poliester	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8
1.Yıkama	G	F	E	E	B	D	C	A
5. Yıkama	E	D	D	D	B	C	BA	A
10. Yıkama	F	E	E	E	A	D	B	C

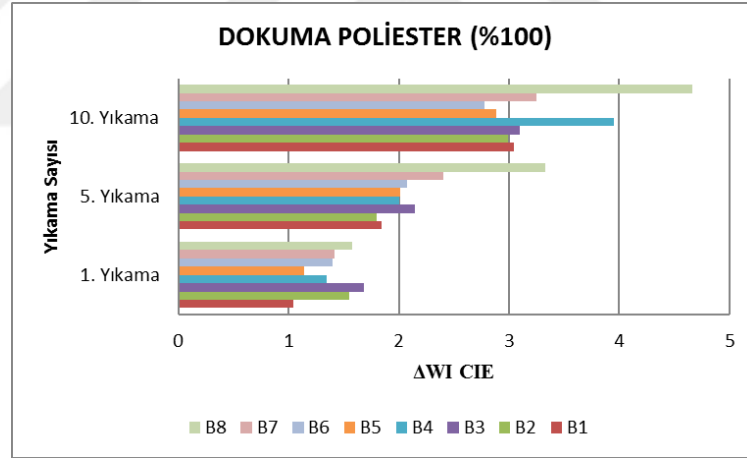


Şekil 4.13 Nüanslama boylarının değişken olduğu deterjan bileşimleri ile yıkanmış dokuma pamuk-poliester (%65-%35) kumaşların, yıkanmamış dokuma pamuk-poliester (%65-%35) kumaşa göre beyazlık indisi farkının grafiği

Çizelge 4.15 Nüanslama boyaalarının değişken olduğu deterjan bileşimleri ile yıkanmış dokuma poliester (%100) kumaşların, yıkanmamış dokuma poliester (%100) kumaşa göre beyazlık indisi farkının istatistik değerlendirmesi

Δ WI CIE	LSD	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8
Dokuma Poliester									
1.Yıkama	0,220	1,043	1,548	1,680	1,350	1,140	1,398	1,415	1,580
5. Yıkama	0,246	1,848	1,800	2,145	2,008	2,018	2,073	2,408	3,330
10. Yıkama	0,226	3,048	2,995	3,098	3,948	2,883	2,778	3,250	4,660

Δ WI CIE	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8
Dokuma Poliester								
1.Yıkama	E	BAC	A	DC	ED	BC	BC	BA
5. Yıkama	DE	E	C	DCE	DCE	DC	B	A
10. Yıkama	DC	DE	DC	B	DE	E	C	A

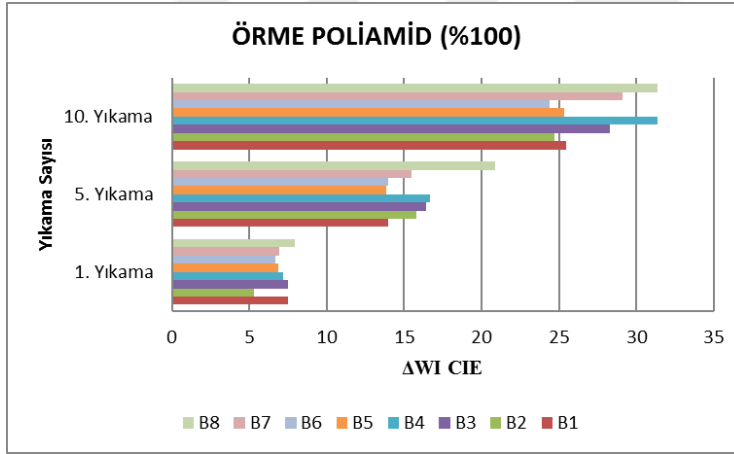


Şekil 4.14 Nüanslama boyaalarının değişken olduğu deterjan bileşimleri ile yıkanmış dokuma poliester (%100) kumaşların, yıkanmamış dokuma poliester (%100) kumaşa göre beyazlık indisi farkının grafiği

Çizelge 4.16 Nüanslama boyaalarının değişken olduğu deterjan bileşimleri ile yıkanmış örme poliamid (%100) kumaşların, yıkanmamış örme poliamid (%100) kumaşa göre beyazlık indisi farkının istatistik değerlendirmesi

ΔWI CIE	LSD	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8
Örme Poliamid									
1.Yıkama	0,402	7,535	5,290	7,523	7,190	5,873	6,668	6,940	7,925
5. Yıkama	0,367	13,995	15,77	16,435	16,655	13,843	13,965	15,455	20,855
10. Yıkama	0,528	25,458	24,743	28,295	31,350	25,333	24,415	29,145	31,358

ΔWI CIE	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8
Örme Poliamid								
1.Yıkama	BA	E	B	BC	DC	D	DC	A
5. Yıkama	D	C	B	B	D	D	C	A
10. Yıkama	D	E	C	A	D	E	B	A



Şekil 4.15 Nüanslama boyaalarının değişken olduğu deterjan bileşimleri ile yıkanmış örme poliamid (%100) kumaşların, yıkanmamış örme poliamid (%100) kumaşa göre beyazlık indisi farkının grafiği

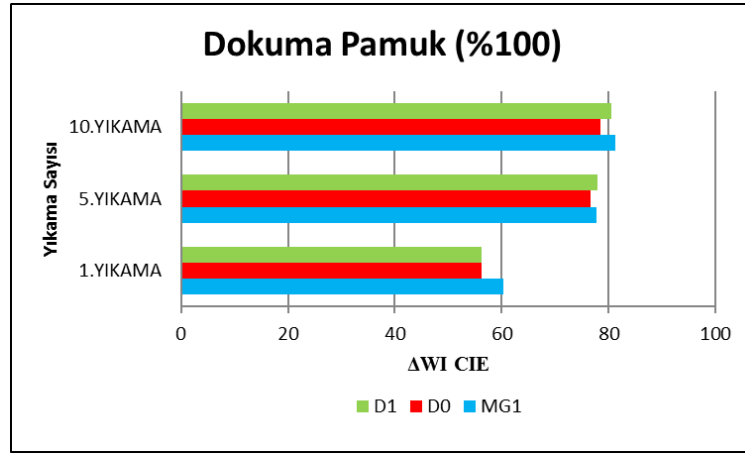
Direkt Viyole 9 (DV9) nüanslama boyasının maksimum kullanıldığı B5 formülasyonu pamuk kumaşlarda maksimum beyazlık indisi değeri vermektedir. Pamuk-poliester, poliester ve poliamid kumaşlarda ise, B8 formülasyonu maksimum beyazlık indisi değeri vermektedir.

Asit Viyole 50 (AV50) nüanslama boyasının maksimum kullanıldığı B7 formülasyonu, B5 formülasyonundan sonra ikinci sırada en yüksek beyazlık indisi değerlerini vermektedir. Bu sonuçlardan, nüanslama boyasının deterjan bileşiminde kullanılabileceği en yüksek oran belirlenmiştir.

Perkarbonat miktarı %16 dan %12 ye düşürülerek, floresan beyazlatma maddesi ve tek yıkama nüanslama boyası Asit Viyole 50 (AV50) miktarı sabit tutulmuştur. Tekrarlı yıkamalarda kumaş üzerinde biriken farklı nüanslama boya larının (Direkt Viyole 9, Dispers Viyole 28) sağlayacağı beyazlık etkisi değerlendirilmiştir. Sonuçlar Çizelge 4.17, Çizelge 4.18, Çizelge 4.19, Çizelge 4.20 ve Çizelge 4.21’de verilmektedir.

Çizelge 4.17 Ağartıcı sistemin %12’ye düşürüldüğü, birikme nüanslama boya larının değişken olduğu deterjan bileşimleri ile yıkanmış dokuma pamuk (%100) kumaşların, yıkanmamış dokuma pamuk (%100) kumaşa göre beyazlık indisi farkının istatistik değerlendirmesi

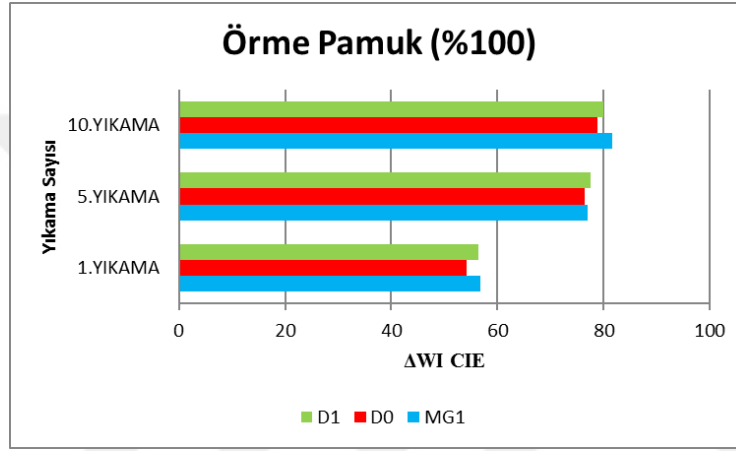
Δ WI CIE	LSD	D0	D1	MG1	D0	D1	MG1
Dokuma Pamuk							
1.Yıkama	1,1543	56,2100	56,2575	60,2325	B	B	A
5. Yıkama	0,5397	76,6600	77,8775	77,7900	B	A	A
10. Yıkama	0,7164	78,4450	80,5650	81,2050	B	A	A



Şekil 4.16 Ağartıcı sistemin %12’ye düşürüldüğü, birikme nüanslama boya larının değişken olduğu deterjan bileşimleri ile yıkanmış dokuma pamuk (%100) kumaşların, yıkanmamış dokuma pamuk (%100) kumaşa göre beyazlık indisi farkının grafiği

Çizelge 4.18 Ağartıcı sistemin %12'ye düşürüldüğü, birikme nüanslama boylarının değişken olduğu deterjan bileşimleri ile yıkanmış örme pamuk (%100) kumaşların, yıkanmamış örme pamuk (%100) kumaşa göre beyazlık indisi farkının istatistik değerlendirmesi

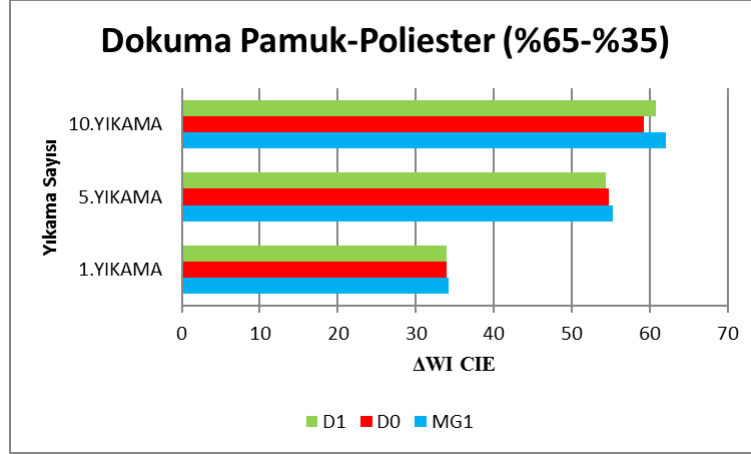
Δ WI CIE	LSD	D0	D1	MG1	D0	D1	MG1
Örme Pamuk							
1.Yıkama	2,7889	54,120	56,375	56,808	A	A	A
5. Yıkama	0,5981	76,4725	77,4900	77,0675	B	A	BA
10. Yıkama	0,9431	78,8475	79,8800	81,6875	C	B	A



Şekil 4.17 Ağartıcı sistemin %12'ye düşürüldüğü, birikme nüanslama boylarının değişken olduğu deterjan bileşimleri ile yıkanmış örme pamuk (%100) kumaşların, yıkanmamış örme pamuk (%100) kumaşa göre beyazlık indisi farkının grafiği

Çizelge 4.19 Ağartıcı sistemin %12'ye düşürüldüğü, birikme nüanslama boylarının değişken olduğu deterjan bileşimleri ile yıkanmış dokuma pamuk-poliester (%65-%35) kumaşların, yıkanmamış dokuma pamuk-poliester (%65-%35) kumaşa göre beyazlık indisi farkının istatistik değerlendirmesi

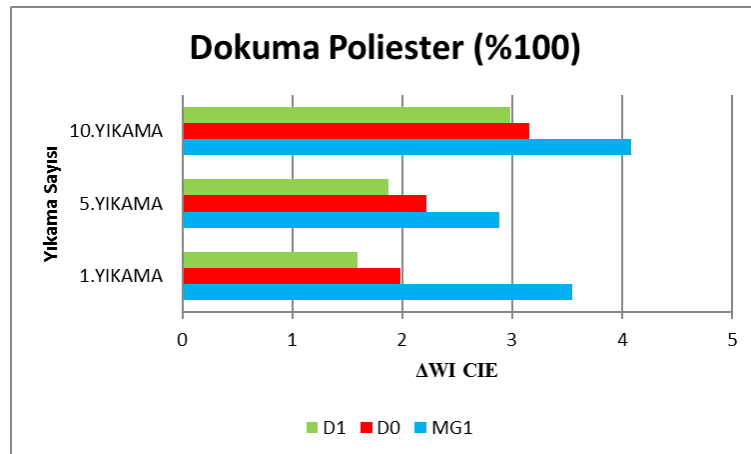
Δ WI CIE Dokuma Pamuk-Poliester	LSD	D0	D1	MG1	D0	D1	MG1
1.Yıkama	1,0972	33,9475	33,9025	34,2275	A	A	A
5. Yıkama	0,4426	54,7750	54,3800	55,2500	B	B	A
10. Yıkama	0,9359	59,3350	60,7700	62,1125	C	B	A



Şekil 4.18 Ağartıcı sistemin %12'ye düşürüldüğü, birikme nüanslama boyalarının değişken olduğu deterjan bileşimleri ile yıkanmış dokuma pamuk-poliester (%65-%35) kumaşların, yıkanmamış dokuma pamuk-poliester (%65-%35) kumaşa göre beyazlık indisi farkının grafiği

Çizelge 4.20 Ağartıcı sistemin %12'ye düşürüldüğü, birikme nüanslama boyalarının değişken olduğu deterjan bileşimleri ile yıkanmış dokuma poliester (%100) kumaşların, yıkanmamış dokuma poliester (%100) kumaşa göre beyazlık indisi farkının istatistik değerlendirmesi

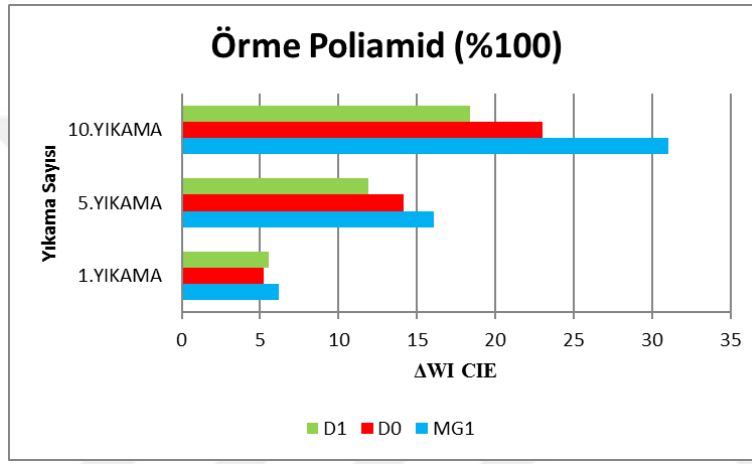
ΔWI CIE	LSD	D0	D1	MG1	D0	D1	MG1
Dokuma Poliester							
1.Yıkama	0,4288	1,9850	1,5950	3,5500	B	B	A
5. Yıkama	0,3313	2,2175	1,8750	2,8875	B	C	A
10. Yıkama	0,4119	3,1600	2,9875	4,0825	B	B	A



Şekil 4.19 Ağartıcı sistemin %12'ye düşürüldüğü, birikme nüanslama boyalarının değişken olduğu deterjan bileşimleri ile yıkanmış dokuma poliester (%100) kumaşların, yıkanmamış dokuma poliester (%100) kumaşa göre beyazlık indisi farkının grafiği

Çizelge 4.21 Ağartıcı sistemin %12'ye düşürüldüğü, birikme nüanslama boyalarının değişken olduğu deterjan bileşimleri ile yıkanmış örme poliamid (%100) kumaşların, yıkanmamış örme poliamid (%100) kumaşa göre beyazlık indisi farkının istatistik değerlendirmesi

ΔWI CIE	LSD	D0	D1	MG1	D0	D1	MG1
Örme Poliamid							
1.Yıkama	0,8503	5,2100	5,5275	6,2075	B	BA	A
5. Yıkama	0,7968	14,1425	11,8875	16,0600	B	C	A
10. Yıkama	2,2923	22,9900	18,4200	31,0350	B	C	A



Şekil 4.20 Ağartıcı sistemin %12'ye düşürüldüğü, birikme nüanslama boyalarının değişken olduğu deterjan bileşimleri ile yıkanmış örme poliamid (%100) kumaşların, yıkanmamış örme poliamid (%100) kumaşa göre beyazlık indisi farkının grafiği

Beyazlık derecesi ölçümlerine göre, dokuma pamuk kumaşta D1 ve MG1 formülleri eşit ve D0 formülüne göre daha yüksek beyazlık derecesi değeri sağlamaktadır.

Örme pamuk kumaşta 1. ve 5. yıkama sonunda dokuma pamuk kumaş ile benzer sonuçlar elde edilmiştir. 10. Yıkama sonunda ise MG1 formülünün diğer formüllerden daha yüksek beyazlık sağladığı görülmektedir.

Pamuk-poliester kumaşta ise MG1 formülü, istatistiksel olarak anlamlı derecede daha yüksek beyazlık sağlamaktadır. Yıkama sayısının artması ile ürünler arasındaki rakamsal fark artmaktadır. Aynı durum, %100 poliester ve %100 poliamid kumaşlarda da görülmektedir.

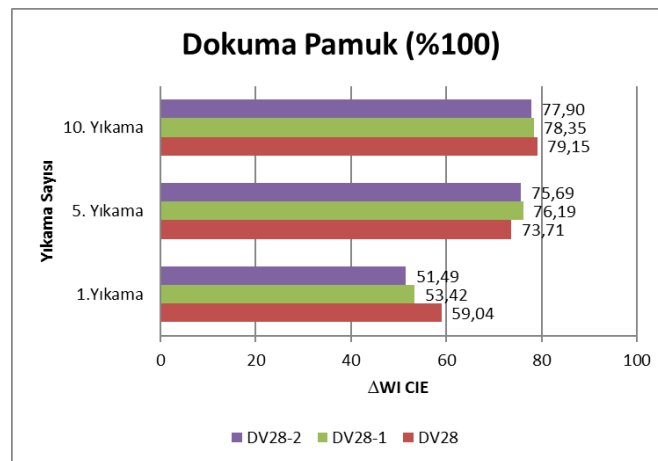
MG1 formülünde bulunan Dispers Viyole 28 (DV28) boyasının poliester ve poliamid gibi sentetik liflere afinitesi olduğu bilinmektedir.

Pamuk-poliester kumaştaki % 35 poliester içeriği nedeniyle Dispers Viyole 28 nüanslama boyasının kumaş üzerinde tekrarlı yıkamalarda depolandığı, biriktiği söylenebilir. Aynı şekilde %100 poliester ve %100 poliamid kumaşlarda da yıkama sayısı ile birlikte, kumaş üzerinde birikme görülmektedir. Dispers Viyole 28 nüanslama boyasının, sentetik lifler üzerindeki bu birikmesi, Direkt Viyole 9'dan daha fazla olmaktadır.

Perkarbonat miktarı %12 den %8 e düşürülerek, Dispers Viyole 28 (DV28) nüanslama boyasının sağlayacağı beyazlık etkisi değerlendirilmiştir. Sonuçlar Çizelge 4.22, Çizelge 4.23, Çizelge 4.24, Çizelge 4.25 ve Çizelge 4.26'da verilmektedir.

Çizelge 4.22 Post-doz FWA ve perkarbonat miktarının farklı oranlarda kullanıldığı deterjan bileşimleri ile yıkanmış dokuma pamuk (%100) kumaşların, yıkanmamış dokuma pamuk (%100) kumaşa göre beyazlık indisi farkının istatistik değerlendirmesi

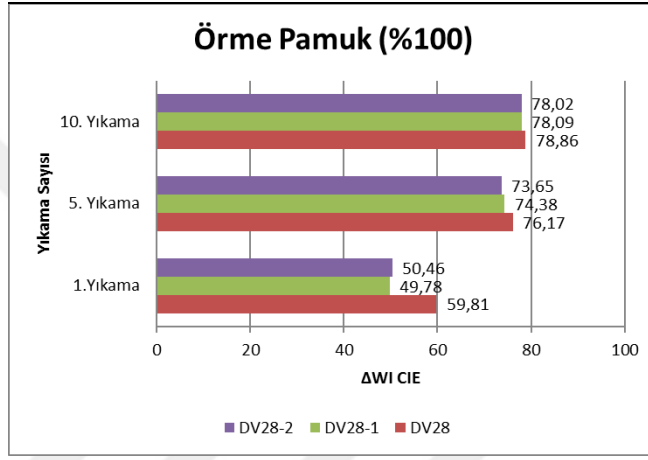
Δ WI CIE	LSD	DV28	DV28-1	DV28-2	DV28	DV28-1	DV28-2
Dokuma Pamuk							
1.Yıkama	3,8377	59,035	53,423	51,488	A	B	B
5. Yıkama	1,5809	73,7100	76,1875	75,6900	B	A	A
10. Yıkama	0,5627	79,1450	78,3450	77,9025	A	B	B



Şekil 4.21 Post-doz FWA ve perkarbonat miktarının farklı oranlarda kullanıldığı deterjan bileşimleri ile yıkanmış dokuma pamuk (%100) kumaşların, yıkanmamış dokuma pamuk (%100) kumaşa göre beyazlık indisi farkının grafiği

Çizelge 4.23 Post-doz FWA ve perkarbonat miktarının farklı oranlarda kullanıldığı deterjan bileşimleri ile yıkanmış örme pamuk (%100) kumaşların, yıkanmamış örme pamuk (%100) kumaşa göre beyazlık indisi farkının istatistik değerlendirmesi

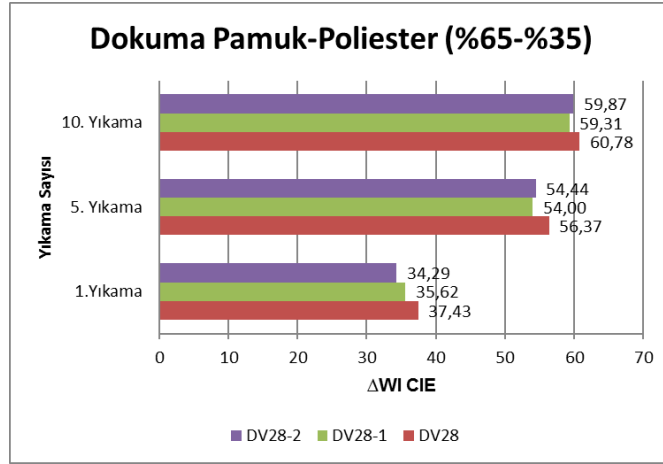
ΔWI CIE Örme Pamuk	LSD	DV28	DV28-1	DV28-2	DV28	DV28-1	DV28-2
1.Yıkama	1,7088	59,8125	49,7775	50,4550	A	B	B
5. Yıkama	1,4432	76,1700	74,3775	73,6525	A	B	B
10. Yıkama	0,6314	78,8625	78,0875	78,0225	A	B	B



Şekil 4.22 Post-doz FWA ve perkarbonat miktarının farklı oranlarda kullanıldığı deterjan bileşimleri ile yıkanmış örme pamuk (%100) kumaşların, yıkanmamış örme pamuk (%100) kumaşa göre beyazlık indisi farkının grafiği

Çizelge 4.24 Post-doz FWA ve perkarbonat miktarının farklı oranlarda kullanıldığı deterjan bileşimleri ile yıkanmış dokuma pamuk-poliester (%65-%35) kumaşların, yıkanmamış dokuma pamuk-poliester (%65-%35) kumaşa göre beyazlık indisi farkının istatistik değerlendirmesi

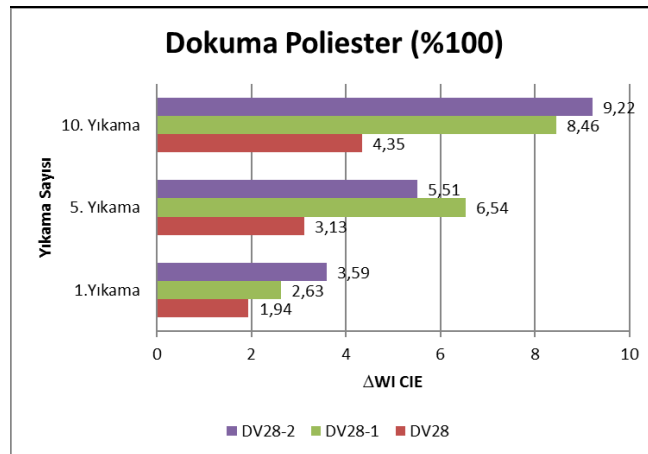
ΔWI CIE Dokuma Pamuk-Poliester	LSD	DV28	DV28-1	DV28-2	DV28	DV28-1	DV28-2
1.Yıkama	0,9742	37,4325	35,6200	34,2850	A	B	C
5. Yıkama	0,7283	56,3650	54,0000	54,4400	A	B	B
10. Yıkama	0,485	60,7750	59,3075	59,8650	A	C	B



Şekil 4.23 Post-doz FWA ve perkarbonat miktarının farklı oranlarda kullanıldığı deterjan bileşimleri ile yıkanmış dokuma pamuk-poliester (%65-%35) kumaşların, yıkanmamış dokuma pamuk-poliester (%65-%35) kumaşa göre beyazlık indisi farkının grafiği

Çizelge 4.25 Post-doz FWA ve perkarbonat miktarının farklı oranlarda kullanıldığı deterjan bileşimleri ile yıkanmış dokuma poliester (%100) kumaşların, yıkanmamış dokuma poliester (%100) kumaşa göre beyazlık indisi farkının istatistik değerlendirmesi

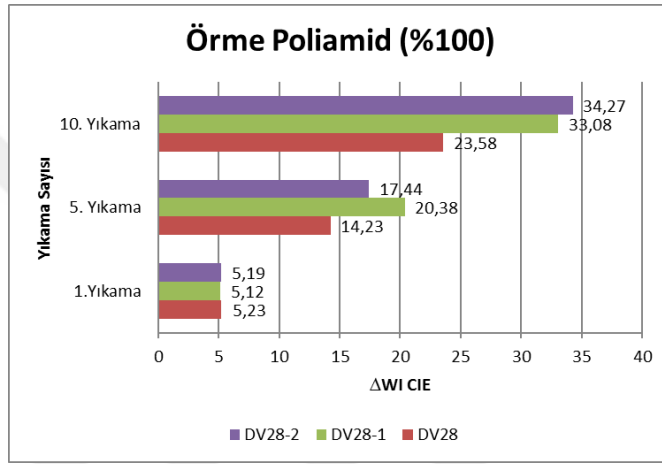
ΔWI CIE	LSD	DV28	DV28-1	DV28-2	DV28	DV28-1	DV28-2
Dokuma Poliester							
1. Yıkama	0,4093	1,9425	2,6300	3,5925	C	B	A
5. Yıkama	0,3888	3,1250	6,5400	5,5100	C	A	B
10. Yıkama	0,391	4,3475	8,4550	9,2175	C	B	A



Şekil 4.24 Post-doz FWA ve perkarbonat miktarının farklı oranlarda kullanıldığı deterjan bileşimleri ile yıkanmış dokuma poliester (%100) kumaşların, yıkanmamış dokuma poliester (%100) kumaşa göre beyazlık indisi farkının grafiği

Çizelge 4.26 Post-doz FWA ve perkarbonat miktarının farklı oranlarda kullanıldığı deterjan bileşimleri ile yıkanmış örme poliamid (%100) kumaşların, yıkanmamış örme poliamid (%100) kumaşa göre beyazlık indisi farkının istatistik değerlendirmesi

ΔWI CIE	LSD	DV28	DV28-1	DV28-2	DV28	DV28-1	DV28-2
Örme Poliamid							
1.Yıkama	0,9943	5,2250	5,1175	5,1900	A	A	A
5. Yıkama	1,6376	14,2300	20,3750	17,4350	C	A	B
10. Yıkama	2,062	23,5800	33,0825	34,2725	B	A	A



Şekil 4.25 Post-doz FWA ve perkarbonat miktarının farklı oranlarda kullanıldığı deterjan bileşimleri ile yıkanmış örme poliamid (%100) kumaşların, yıkanmamış örme poliamid (%100) kumaşa göre beyazlık indisi farkının grafiği

Pamuk ve pamuk-poliester kumaşlarda DV28 (Dispers Viyole 28 içermeyen, yüksek oranda post doz floresan beyazlatma maddesi olan) formülü en yüksek beyazlık değerlerini sağlamaktadır. Bu kumaşlarda post doz floresan beyazlatma maddesinin yüksek oranda kullanılması (% 0.04), FWA ve nüans boyasının birlikte kullanıldığı formüllere göre daha yüksek beyazlık değeri sağlamıştır. Poliester kumaşta 1. ve 10. yıkama sonunda DV28-2 formülü daha yüksek beyazlık indisi vermiştir. Poliamid kumaşta ise DV28-1 (Dispers Viyole 28 ve %12 perkarbonat içeren) formülü en yüksek beyazlık değerlerini sağlamaktadır. DV28-1 ile yıkanmış poliamid kumaşın Tint CIE değerleri-0,52/1,03 arasında değişmektedir. Poliamid kumaşta DV28-1 formülünün kumaşın nüansını değiştirdiği gözle görülmektedir. Deterjan üreticisi firmanın yaptığı tüketici testlerine göre, bu nüanslamanın deterjan kullanıcıları tarafından istenen bir nüanslama olduğu ifade edilmektedir.

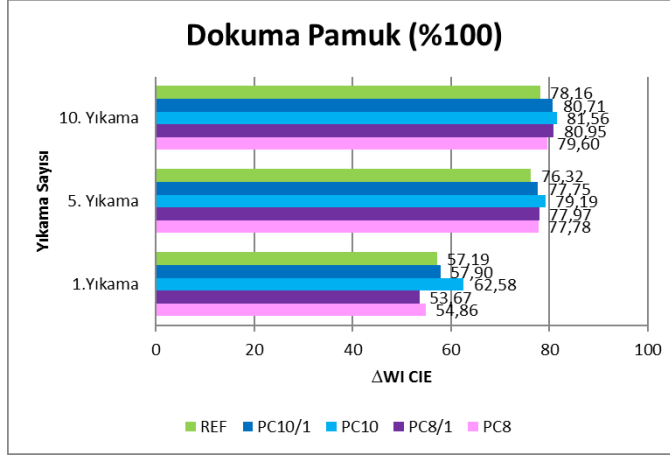
Premium deterjan formülü olarak hazırlanmış bu 3 formülü selülozik liflerde değerlendirdiğimizde, %12 perkarbonat (PC) ve yüksek oranda post doz floresan beyazlatma maddesi (%0.04) kullanımı, FWA ve DV28 nüanslama boyasının birlikte kullanımından daha iyi sonuç vermektedir. Sentetik liflerde ise %12 perkarbonat, FWA ve DV28 nüanslama boyası kullanımı daha iyi sonuç vermektedir.

Farklı perkarbonat miktarlarında, floresan beyazlatma maddeleri sabit tutularak, tek yıkama nüanslama boyası Asit Viyole 50'nin farklı oranları ile sağlanacak beyazlık etkisi Çizelge 4.27, Çizelge 4.28, Çizelge 4.29, Çizelge 4.30 ve Çizelge 4.31'de değerlendirilmiştir. Burada amaç, ağartıcı sistem azaltıldığında, tek yıkama nüanslama boyası ve depolanan nüanslama boyalarının birlikte kullanımının yıkama işlemleri sonrası benzer beyazlık derecesi sağlayıp sağlayamayacağını tespit edilmesidir.

Çizelge 4.27 FWA miktarı sabit tutularak, nüanslama boyası ve perkarbonat miktarının farklı oranlarda kullanıldığı deterjan bileşimleri ile yıkanmış dokuma pamuk (%100) kumaşların, yıkanmamış dokuma pamuk (%100) kumaşa göre beyazlık indisi farkının istatistik değerlendirmesi

Δ WI CIE	LSD	Ref	PC10	PC8	PC10-1	PC8-1
Dokuma Pamuk						
1.Yıkama	3,2928	57,1900	62,5800	54,8600	57,8950	53,6730
5. Yıkama	0,5668	76,3200	79,1900	77,7800	77,7525	77,9650
10. Yıkama	0,7363	78,1600	81,5600	79,6025	80,7125	80,9500

Δ WI CIE	Ref	PC10	PC8	PC10-1	PC8-1
Dokuma Pamuk					
1.Yıkama	B	A	CB	B	C
5. Yıkama	C	A	B	B	B
10. Yıkama	D	A	C	B	BA

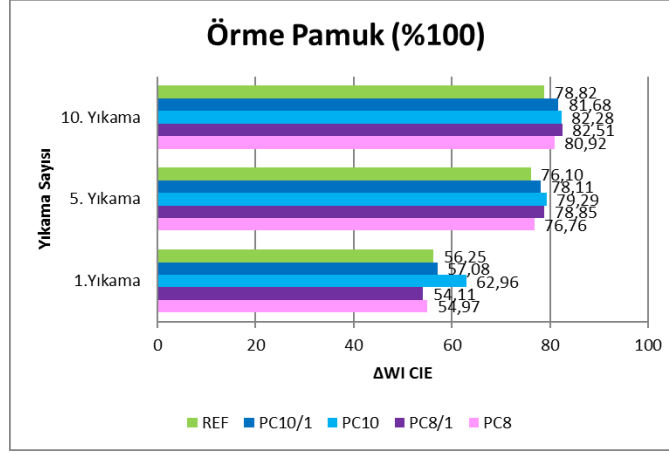


Şekil 4.26 FWA miktarı sabit tutularak, nüanslama boyası ve perkarbonat miktarının farklı oranlarda kullanıldığı deterjan bileşimleri ile yıkanmış dokuma pamuk (%100) kumaşların, yıkanmamış dokuma pamuk (%100) kumaşa göre beyazlık indisi farkının grafiği

Çizelge 4.28 FWA miktarı sabit tutularak, nüanslama boyası ve perkarbonat miktarının farklı oranlarda kullanıldığı deterjan bileşimleri ile yıkanmış örme pamuk (%100) kumaşların, yıkanmamış örme pamuk (%100) kumaşa göre beyazlık indisi farkının istatistik değerlendirmesi

ΔWI CIE	LSD	Ref	PC10	PC8	PC10-1	PC8-1
Örme Pamuk						
1.Yıkama	1,6987	56,2450	62,9575	54,9650	57,0825	54,1125
5. Yıkama	0,6295	76,0950	79,2900	76,7600	78,1125	78,8475
10. Yıkama	0,7746	78,8225	82,2750	80,9150	81,6775	82,5050

ΔWI CIE	Ref	PC10	PC8	PC10-1	PC8-1
Örme Pamuk					
1.Yıkama	CB	A	CD	B	D
5. Yıkama	D	A	C	B	A
10. Yıkama	D	BA	C	BC	A

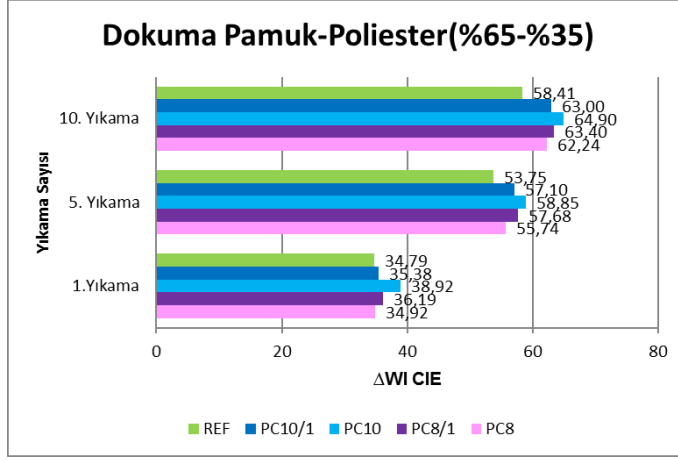


Şekil 4.27 FWA miktarı sabit tutularak, nüanslama boyası ve perkarbonat miktarının farklı oranlarda kullanıldığı deterjan bileşimleri ile yıkanmış örme pamuk (%100) kumaşların, yıkanmamış örme pamuk (%100) kumaşa göre beyazlık indisi farkının grafiği

Çizelge 4.29 FWA miktarı sabit tutularak, nüanslama boyası ve perkarbonat miktarının farklı oranlarda kullanıldığı deterjan bileşimleri ile yıkanmış dokuma pamuk-poliester (%65-%35) kumaşların, yıkanmamış dokuma pamuk-poliester (%65-%35) kumaşa göre beyazlık indisi farkının istatistik değerlendirmesi

ΔWI CIE Dokuma Pamuk-Poliester	LSD	Ref	PC10	PC8	PC10-1	PC8-1
1. Yıkama	0,9157	34,7850	38,9225	34,9175	35,3750	36,1900
5. Yıkama	0,7181	53,7450	58,8525	55,7375	57,0975	57,6825
10. Yıkama	0,5479	58,4050	64,9000	62,2400	63,0025	63,3975

ΔWI CIE Dokuma Pamuk-Poliester	Ref	PC10	PC8	PC10-1	PC8-1
1. Yıkama	C	A	C	CB	B
5. Yıkama	D	A	C	B	B
10. Yıkama	D	A	C	B	B

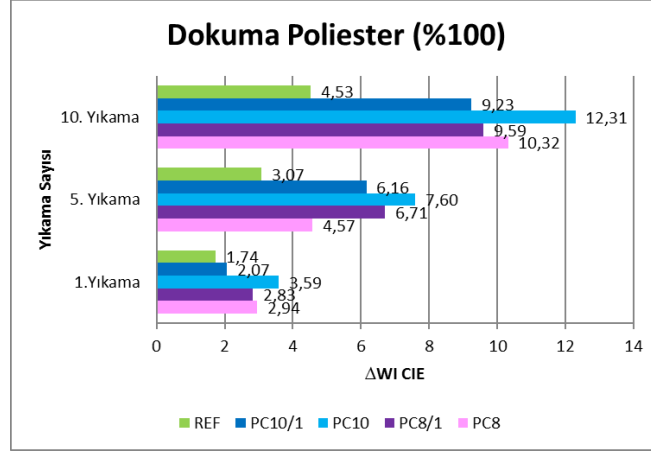


Şekil 4.28 FWA miktarı sabit tutularak, nüanslama boyası ve perkarbonat miktarının farklı oranlarda kullanıldığı deterjan bileşimleri ile yıkanmış dokuma pamuk-poliester (%65-%35) kumaşların, yıkanmamış dokuma pamuk-poliester (%65-%35) kumaşa göre beyazlık indisi farkının grafiği

Çizelge 4.30 FWA miktarı sabit tutularak, nüanslama boyası ve perkarbonat miktarının farklı oranlarda kullanıldığı deterjan bileşimleri ile yıkanmış dokuma poliester (%100) kumaşların, yıkanmamış dokuma poliester (%100) kumaşa göre beyazlık indisi farkının istatistik değerlendirmesi

ΔWI CIE	LSD	Ref	PC10	PC8	PC10-1	PC8-1
Dokuma Poliester						
1. Yıkama	0,2691	1,7350	3,5925	2,9425	2,0700	2,8275
5. Yıkama	0,3946	3,0725	7,6025	4,5725	6,1600	6,7125
10. Yıkama	0,3146	4,5300	12,3125	10,3175	9,2325	9,5875

ΔWI CIE	Ref	PC10	PC8	PC10-1	PC8-1
Dokuma Poliester					
1. Yıkama	D	A	B	C	B
5. Yıkama	E	A	D	C	B
10. Yıkama	E	A	B	D	C

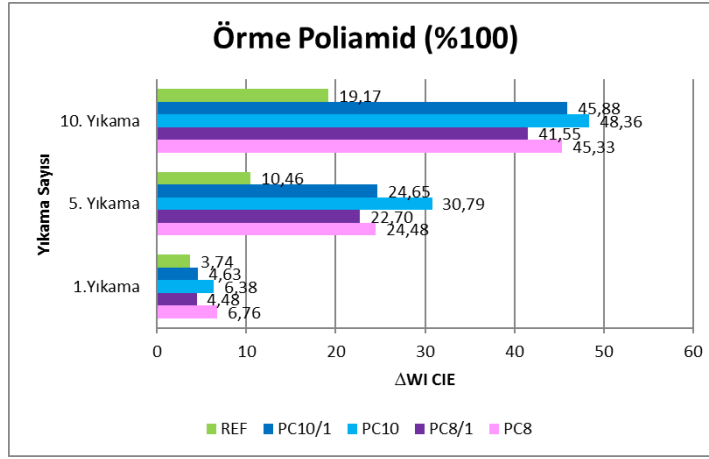


Şekil 4.29 FWA miktarı sabit tutularak, nüanslama boyası ve perkarbonat miktarının farklı oranlarda kullanıldığı deterjan bileşimleri ile yıkanmış dokuma poliester (%100) kumaşların, yıkanmamış dokuma poliester (%100) kumaşa göre beyazlık indisi farkının grafiği

Çizelge 4.31 FWA miktarı sabit tutularak, nüanslama boyası ve perkarbonat miktarının farklı oranlarda kullanıldığı deterjan bileşimleri ile yıkanmış örme poliamid (%100) kumaşların, yıkanmamış örme poliamid (%100) kumaşa göre beyazlık indisi farkının istatistik değerlendirmesi

ΔWI CIE	LSD	Ref	PC10	PC8	PC10-1	PC8-1
Örme Poliamid						
1. Yıkama	1,3500	3,7400	6,3800	6,7625	4,6275	4,4775
5. Yıkama	0,7541	10,4575	30,7850	24,4800	24,6500	22,7000
10. Yıkama	1,3126	19,1675	48,3575	45,3250	45,8800	41,5475

ΔWI CIE	Ref	PC10	PC8	PC10-1	PC8-1
Örme Poliamid					
1. Yıkama	B	A	A	B	B
5. Yıkama	D	A	B	B	C
10. Yıkama	D	A	B	B	C



Şekil 4.30 FWA miktarı sabit tutularak, nüanslama boyası ve perkarbonat miktarının farklı oranlarda kullanıldığı deterjan bileşimleri ile yıkanmış örme poliamid (%100) kumaşların, yıkanmamış örme poliamid (%100) kumaşa göre beyazlık indisi farkının grafiği

Tüm kumaş tiplerinde PC10 kodlu deterjan formülü test edilen diğer deterjan formüllerinden daha yüksek beyazlık derecesi değeri sağlamıştır.

Aynı formüllerle, 30 çeşit kir için leke çıkarma denemesi de yapılmıştır. Dokuma pamuk kumaş üzerine çeşitli kirler hazırlanmış, yıkama öncesi ve yıkama sonrası reflektans değerleri ölçülerek aradaki farklar hesaplanmıştır. Elde edilen sonuçlar, SAS istatistik programı ile değerlendirilmiştir. Leke çıkarma denemesinde de, beyazlık denemesine benzer sonuçlar elde edilmiştir. PC10 formülü, test edilen diğer deterjanlara göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha iyi leke çıkarma performansı göstermiştir.

Hem beyazlık sağlama hem de leke çıkarma denemesinden elde edilen sonuçlara göre, PC10 formülü premium deterjan için optimum formül olarak kabul edilmiştir.

4.3 Optimum Premium Toz Deterjan Formülleri İle Yapılan Denemelere Ait Bulgular ve Sonuçların Değerlendirilmesi

Belirlenen deterjan formülleri ile yapılan 10 tekrarlı yıkama işlemleri sonrasında, en yüksek beyazlık indisi sağlayan formül optimum formül kabul edilmiştir. Optimum formül ve referans formül bileşiminde deterjanlarla, 25 tekrarlı yıkama işlemleri yapılmıştır. Bu yıkamalarda, yıkama yükü içerisine sabit kir yükü oluşturacak standart kirli test bezleri eklenmiştir.

1, 5, 10, 15, 20 ve 25 yıkama sonrası çamaşır makinesinden çıkarılan kumaşlarda meydana gelen değişimler çeşitli testler ile değerlendirilmiştir. Beyazlık indisi değişimi, dokuma kumaşlar için kopma mukavemeti, örme kumaşlar için patlama mukavemeti ölçümü, ışık haslığı testi, taramalı elektron mikroskopu fotoğrafları, X-ışını fotoelektron spektroskopisi ve Fourier dönüşümlü infrared spektroskopisi gibi testlerin sonuçları incelenmiştir.

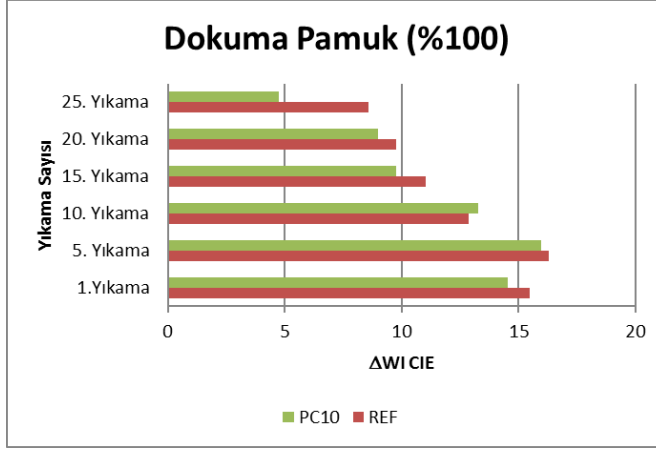
4.3.1 Beyazlık indisi sonuçlarının değerlendirilmesi

Optimum formül ve referans formül için, çamaşır makinesi içerisinde sabit kir yükü oluşturularak 25 tekrarlı yıkama işlemi yapılmıştır. Sabit kir yükü oluşturmak için her yıkamaya 4 adet SBL2004 standart kirli test bezi eklenmiştir. Her bir SBL2004 standart kirli test bezi yaklaşık 8 g kir yükü oluşturmaktadır. 1.,5.,10.,15.,20. ve 25. yıkama sonunda her bir lif cinsini temsil edecek kumaş çamaşır makinesi içerisinden çıkarılmıştır. Çıkarılan bu kumaşlar oda sıcaklığında, asarak kurutulmuştur.

Kumaşların yıkama öncesi ve sonrası beyazlık indisi spektrofotometrik olarak ASTM E313 standardına göre ölçülmüştür. Beyazlık indisinde meydana gelen değişim ($\Delta WI CIE$) hesaplanmıştır.

Çizelge 4.32 Sabit kir yükü eklenerek yıkanmış dokuma pamuk (%100) kumaşların, yıkanmamış dokuma pamuk (%100) kumaşa göre beyazlık indisi farkının istatistik değerlendirmesi

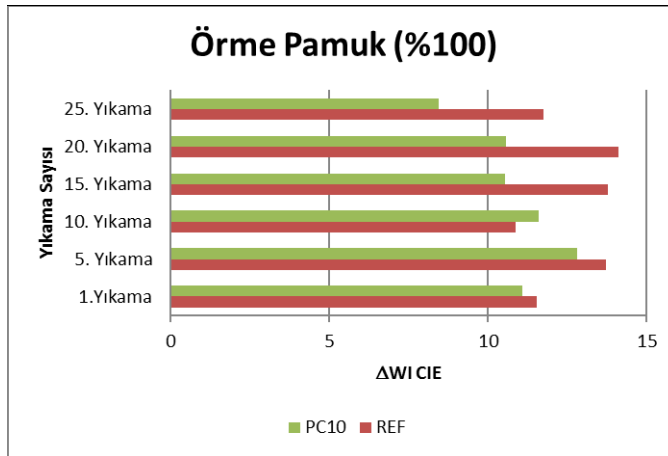
$\Delta WI CIE$	LSD	Ref	PC10	Ref	PC10
Dokuma Pamuk					
1.Yıkama	0,5162	15,5050	14,5525	A	B
5. Yıkama	0,5325	16,3175	15,9650	A	A
10. Yıkama	0,8171	12,8625	13,2700	A	A
15. Yıkama	0,5800	11,0225	9,7525	A	B
20. Yıkama	1,0844	9,7725	8,9900	A	A
25. Yıkama	1,4406	8,5925	4,7500	A	B



Şekil 4.31 Sabit kir yükü eklenerek yıkanmış dokuma pamuk (%100) kumaşların, yıkanmamış dokuma pamuk (%100) kumaşa göre beyazlık indisi farkının grafiği

Çizelge 4.33 Sabit kir yükü eklenerek yıkanmış örme pamuk (%100) kumaşların, yıkanmamış örme pamuk (%100) kumaşa göre beyazlık indisi farkının istatistik değerlendirmesi

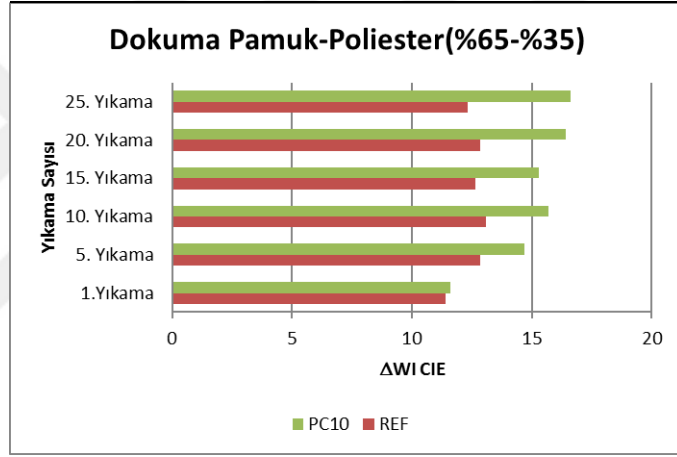
ΔWI CIE	LSD	Ref	PC10	Ref	PC10
Örme Pamuk					
1.Yıkama	0,7751	11,5325	11,0675	A	A
5.Yıkama	0,5963	13,7325	12,8125	A	B
10.Yıkama	1,1058	10,8825	11,5975	A	A
15.Yıkama	0,7047	13,7700	10,5500	A	B
20.Yıkama	0,7033	14,1275	10,5750	A	B
25.Yıkama	0,8079	11,7475	8,4375	A	B



Şekil 4.32 Sabit kir yükü eklenerek yıkanmış örme pamuk (%100) kumaşların, yıkanmamış örme pamuk (%100) kumaşa göre beyazlık indisi farkının grafiği

Çizelge 4.34 Sabit kir yükü eklenerek yıkanmış dokuma pamuk-poliester (%65-%35) kumaşların, yıkanmamış dokuma pamuk-poliester (%65-%35) kumaşa göre beyazlık indisi farkının istatistik değerlendirmesi

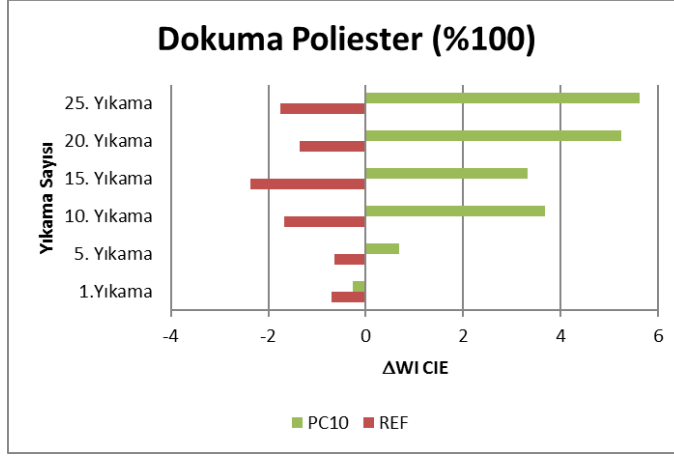
Δ WI CIE Dokuma	LSD	Ref	PC10	Ref	PC10
Pamuk-Poliester					
1.Yıkama	0,7262	11,4100	11,6150	A	A
5. Yıkama	0,6298	12,8675	14,7000	B	A
10. Yıkama	0,9554	13,0800	15,6950	B	A
15. Yıkama	0,5722	12,6325	15,2975	B	A
20. Yıkama	0,4372	12,8325	16,4300	B	A
25. Yıkama	0,2885	12,3325	16,6250	B	A



Şekil 4.33 Sabit kir yükü eklenerek yıkanmış dokuma pamuk-poliester (%65-%35) kumaşların, yıkanmamış dokuma pamuk-poliester (%65-%35) kumaşa göre beyazlık indisi farkının grafiği

Çizelge 4.35 Sabit kir yükü eklenerek yıkanmış dokuma poliester (%100) kumaşların, yıkanmamış dokuma poliester (%100) kumaşa göre beyazlık indisi farkının istatistik değerlendirmesi

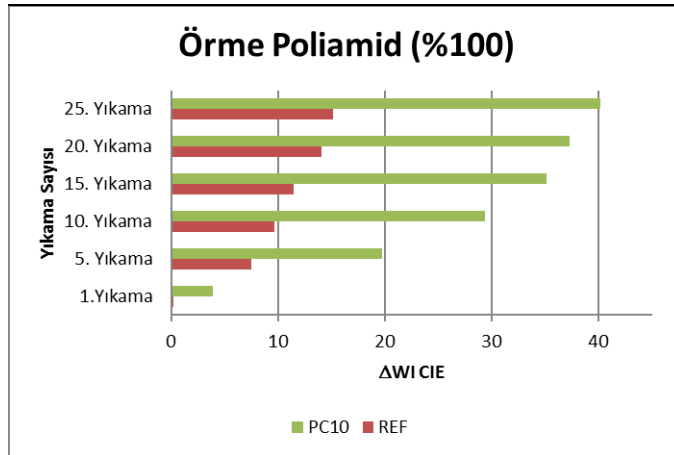
Δ WI CIE	LSD	Ref	PC10	Ref	PC10
Dokuma Poliester					
1.Yıkama	0,3044	-0,7075	-0,2675	B	A
5. Yıkama	0,2858	-0,6375	0,6900	B	A
10. Yıkama	0,3503	-1,6725	3,6775	B	A
15. Yıkama	0,2502	-2,3800	3,3250	B	A
20. Yıkama	0,295	-1,3550	5,2425	B	A
25. Yıkama	0,335	-1,7475	5,6275	B	A



Şekil 4.34 Sabit kir yükü eklenerek yıkanmış dokuma poliester (%100) kumaşların, yıkanmamış dokuma poliester (%100) kumaşa göre beyazlık indisi farkının grafiği

Çizelge 4.36 Sabit kir yükü eklenerek yıkanmış örme poliamid (%100) kumaşların, yıkanmamış örme poliamid (%100) kumaşa göre beyazlık indisi farkının istatistik değerlendirmesi

ΔWI CIE	LSD	Ref	PC10	Ref	PC10
Örme Poliamid					
1.Yıkama	1,1031	0,2150	3,9300	B	A
5. Yıkama	1,0472	7,4675	19,7475	B	A
10. Yıkama	1,2724	9,6375	29,4150	B	A
15. Yıkama	0,4982	11,5075	35,1125	B	A
20. Yıkama	0,5436	14,0400	37,3350	B	A
25. Yıkama	0,5468	15,1700	40,2150	B	A



Şekil 4.35 Sabit kir yükü eklenerek yıkanmış örme poliamid (%100) kumaşların, yıkanmamış örme poliamid (%100) kumaşa göre beyazlık indisi farkının grafiği

Beyazlık indisinde meydana gelen değişimler incelendiğinde, pamuk kumaşlarda Ref kodlu deterjan ile yapılan yıkamaların diğer kumaşlarda ise PC10 kodlu deterjan ile yapılan yıkamaların, kumaşlarda daha yüksek beyazlık indisi sağladığı görülmektedir.

4.3.2 Kopma mukavemeti testi sonuçlarının değerlendirilmesi

Yıkama sonrası kimyasal hasarın belirlenebilmesi amacıyla, kopma mukavemeti ölçülmüştür. En büyük kuvvet altında boyca uzama tayini, Zwick marka çekme basma test cihazı kullanılarak, TS EN ISO 13934-1:2013 standardına göre (Kumaşların gerilme özellikleri - Bölüm 1: En Büyük Kuvvetin ve En Büyük Kuvvet Altında Boyca Uzamanın Tayini - Şerit Metodu) yapılmıştır.

Şerit metodunda, kumaşlardan 50 ± 2 mm x 350 ± 2 mm boyutunda, atkı ve çözgü yönünde 5'er numune alınmaktadır. Çeneler arası mesafe 200 mm olarak ayarlanmıştır. Testler 2 N' luk ön gerilme değeri ile 100 mm/dk sabit hızda yapılmıştır. Yıkanmamış kumaşların kopma mukavemeti değerleri Çizelge 4.37'de verilmiştir.

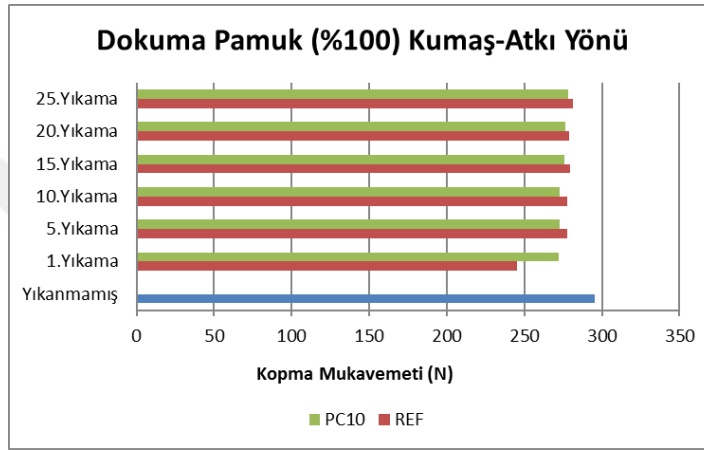
Çizelge 4.37 Yıkanmamış kumaşların, kopma mukavemeti değerleri

Kopma Mukavemeti (N)	Atkı Yönü	Çözgü Yönü
Dokuma Pamuk	295,34	607,10
Dokuma Pamuk-Poliester	361,940	626,87
Dokuma Poliester	388,84	403,68

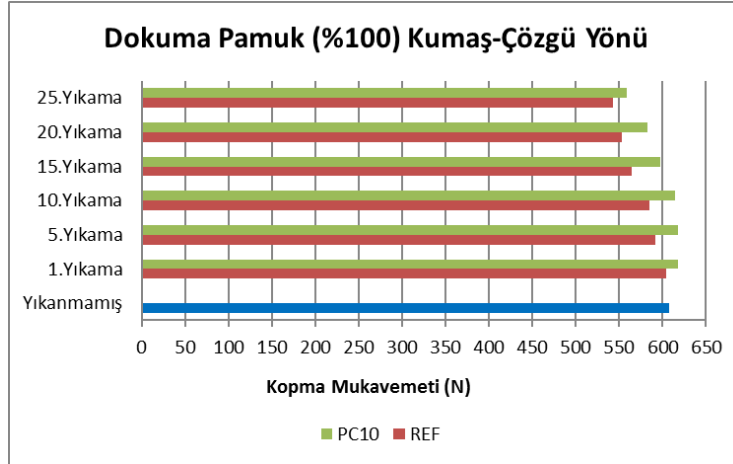
Çizelge 4.38 Sabit kir yükü eklenerek yıkanmış dokuma pamuk (%100) kumaşların, kopma mukavemetinin istatistik değerlendirmesi

Kopma Mukavemeti (N)	LSD	Ref	PC10	Ref	PC10
Dokuma Pamuk-Atkı Yönü					
1. Yıkama	25,127	245,027	271,86	B	A
5. Yıkama	23,938	277,903	272,89	A	A
10. Yıkama	37,637	277,40	272,47	A	A
15. Yıkama	93,893	279,27	275,62	A	A
20. Yıkama	44,271	279,10	276,15	A	A
25. Yıkama	57,652	281,11	278,49	A	A

Kopma Mukavemeti (N)	LSD	Ref	PC10	Ref	PC10
Dokuma Pamuk-Çözgü Yönü					
1.Yıkama	20,319	604,685	617,405	A	A
5. Yıkama	144,67	591,56	617,80	A	A
10. Yıkama	69,42	584,67	614,02	A	A
15. Yıkama	76,844	564,17	596,79	A	A
20. Yıkama	56,13	552,64	582,46	A	A
25. Yıkama	70,529	543,15	559,03	A	A



Şekil 4.36 Sabit kir yükü eklenerek yıkanmış dokuma pamuk (%100) kumaşların, atkı yönü kopma mukavemetinin grafiği

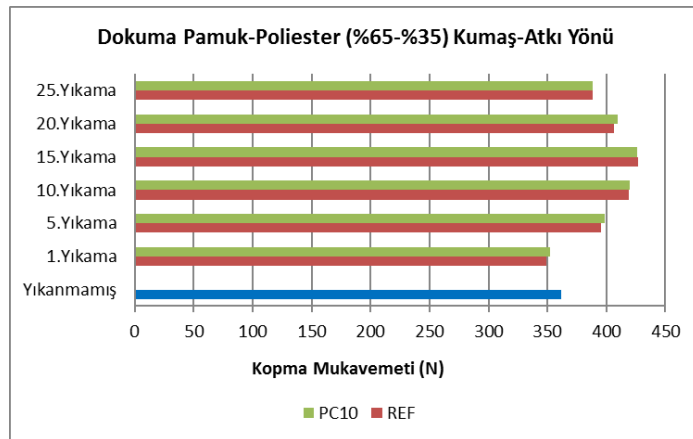


Şekil 4.37 Sabit kir yükü eklenerek yıkanmış dokuma pamuk (%100) kumaşların, çözgü yönü kopma mukavemetinin grafiği

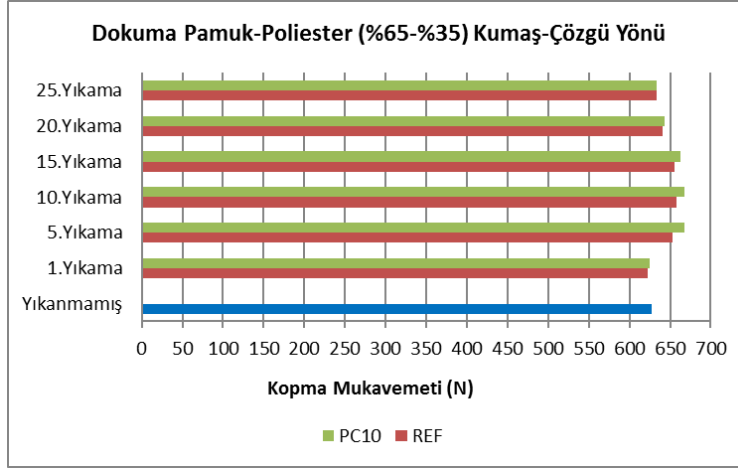
Çizelge 4.39 Sabit kir yükü eklenerek yıkanmış dokuma pamuk-poliester (%65-%35) kumaşların, kopma mukavemetinin istatistik değerlendirmesi

Kopma Mukavemeti (N)					
Dokuma Pamuk-Poliester	LSD	Ref	PC10	Ref	PC10
Atkı Yönü					
1.Yıkama	21,119	349,377	352,607	A	A
5. Yıkama	14,151	395,263	398,875	A	A
10. Yıkama	33,713	418,68	419,59	A	A
15. Yıkama	50,615	426,98	426,31	A	A
20. Yıkama	60,799	406,11	409,25	A	A
25. Yıkama	66,246	388,17	388,52	A	A

Kopma Mukavemeti (N)					
Dokuma Pamuk-Poliester	LSD	Ref	PC10	Ref	PC10
Çözümlü Yönü					
1.Yıkama	36,676	622,30	625,14	A	A
5. Yıkama	31,197	652,70	667,94	A	A
10. Yıkama	94,827	657,87	667,61	A	A
15. Yıkama	20,841	655,517	662,770	A	A
20. Yıkama	58,494	641,19	643,05	A	A
25. Yıkama	13,053	633,413	633,350	A	A



Şekil 4.38 Sabit kir yükü eklenerek yıkanmış dokuma pamuk-poliester (%65-%35) kumaşların, atkı yönü kopma mukavemetinin grafiği

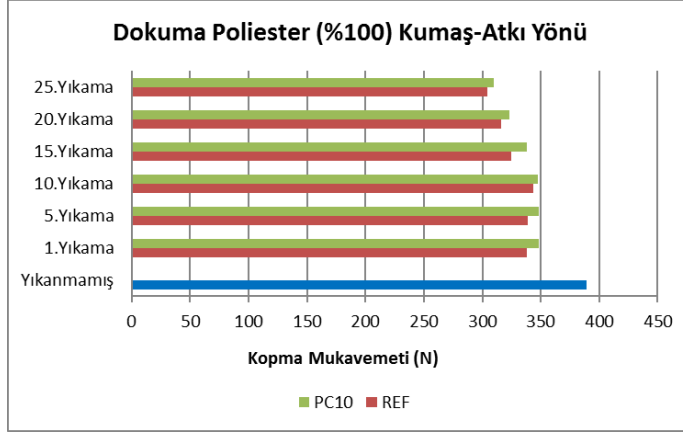


Şekil 4.39 Sabit kir yükü eklenerek yıkanmış dokuma pamuk-poliester (%65-%35) kumaşların, çözgü yönü kopma mukavemetinin grafiği

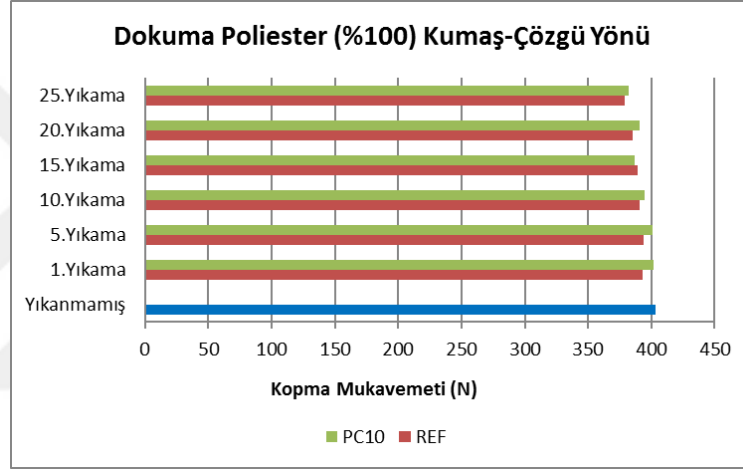
Çizelge 4.40 Sabit kir yükü eklenerek yıkanmış dokuma poliester (%100) kumaşların, kopma mukavemetinin istatistik değerlendirmesi

Kopma Mukavemeti (N)	LSD	Ref	PC10	Ref	PC10
Dokuma Poliester-Atkı Yönü					
1.Yıkama	23,203	337,953	347,987	A	A
5. Yıkama	106,09	338,73	348,63	A	A
10. Yıkama	79,913	343,21	347,46	A	A
15. Yıkama	47,614	325,04	338,05	A	A
20. Yıkama	46,884	315,95	323,10	A	A
25. Yıkama	51,805	304,02	309,85	A	A

Kopma Mukavemeti (N)	LSD	Ref	PC10	Ref	PC10
Dokuma Poliester-Çözgü Yönü					
1.Yıkama	42,045	393,41	401,94	A	A
5. Yıkama	17,082	394,270	400,843	A	A
10. Yıkama	61,419	390,47	394,45	A	A
15. Yıkama	69,772	388,82	387,05	A	A
20. Yıkama	70,245	384,96	390,51	A	A
25. Yıkama	50,883	379,14	381,86	A	A



Şekil 4.40 Sabit kir yükü eklenerek yıkanmış dokuma poliester (%100) kumaşların, atkı yönü kopma mukavemetinin grafiği



Şekil 4.41 Sabit kir yükü eklenerek yıkanmış dokuma poliester (%100) kumaşların, çözgü yönü kopma mukavemetinin grafiği

Kopma mukavemeti testi sonuçlarına göre, her iki deterjanla yapılan yıkama işlemleri sonrasında meydana gelen mukavemet kaybı istatistiksel olarak eşit bulunmuştur. Ağartıcı sistemin % 12 olduğu Ref kodlu deterjan ve % 10 olduğu PC10 kodlu deterjanın istatistiksel olarak eşit düzeyde mukavemet kaybı oluşturması, ağartma sisteminde % 2'lik azalmanın kumaş mukavemeti üzerinde istatistiksel olarak anlamlı fark yaratmadığını göstermektedir.

Yıkama öncesi, dokuma % 100 pamuk kumaşın, kopma mukavemeti atkı yönünde 295 N, çözgü yönünde ise 607 N olarak saptanmıştır. Bezayağı konstrüksiyonundaki % 100 pamuk kumaşta atkı ve çözgü yönünde saptanan bu farklı değerlerin, kumaşın çözgü yönünün sıklığı atkı yönüne göre yaklaşık olarak 2 kat daha fazla olması nedeniyle olduğu düşünülmektedir (Bkz. Çizelge 3.1).

Karşılaştırılan deterjan bileşimleri ile yapılan yıkama işlemleri sonrasında kopma mukavemeti değeri, atkı yönünde 280 N civarında, çözü yönünde ise 550 N civarında saptanmıştır. Yıkama sayısının artması atkı yönünde mukavemeti pek fazla değiştirmemiştir. Çözü yönünde ise yıkama sayısı arttıkça kopma mukavemeti değerlerinin azaldığı görülmektedir.

Yıkama öncesi, dokuma pamuk-poliester (%65-%35) kumaşın, kopma mukavemeti atkı yönünde 362 N, çözü yönünde ise 627 N olarak saptanmıştır. Karşılaştırılan deterjan bileşimleri ile yapılan yıkama işlemleri sonrasında kopma mukavemeti değeri, atkı yönünde 15. yıkamaya kadar artma sonrasında ise azalma eğilimi göstermektedir. Kumaşın yıkama işlemleri ile boyutunun değiştiği, sıkılaştığı, bu nedenle 15. yıkamaya kadar mukavemetinde artış olduğu düşünülmektedir. Çözü yönünde ise 10. yıkamaya kadar artma sonrasında ise azalma eğilimi görülmektedir. Kumaşın yıkama işlemleri ile boyutunun değiştiği, sıkılaştığı, bu nedenle 10. yıkamaya kadar mukavemetinde artış olduğu düşünülmektedir.

Yıkama öncesi, dokuma % 100 poliester kumaşın, kopma mukavemeti atkı yönünde 389 N, çözü yönünde ise 403 N olarak saptanmıştır. Karşılaştırılan deterjan bileşimleri ile yapılan yıkama sayısı arttıkça kopma mukavemeti değerinin hem atkı hem de çözü yönünde azaldığı görülmektedir.

4.3.3 Patlama mukavemeti testi sonuçlarının değerlendirilmesi

Örme kumaşların, patlama mukavemetinin ve patlama gerilmesinin tayini, hidrolik metoda göre, TMI marka test cihazı kullanılarak yapılmıştır (TS 393 EN ISO 13938-1:2002 Bölüm 1, 2002).

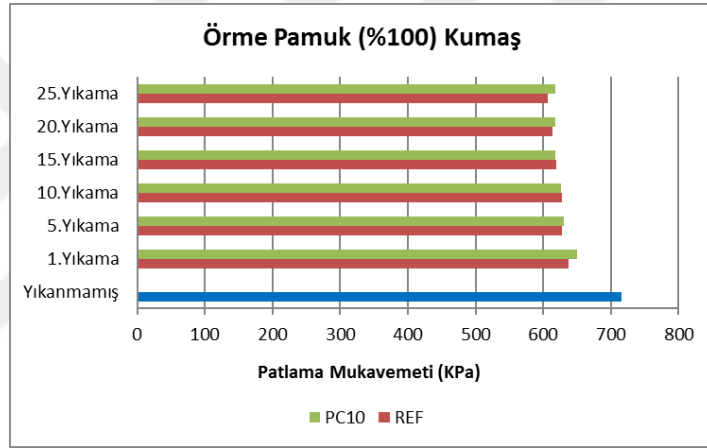
7,3 cm² 'lik bir deney alanı uygulanmıştır. Deney numunesini patlatmadan önce, germe işlemi için (20±5) saniyelik zaman ayarı yapılmıştır. Kumaşların yıkama öncesi patlama mukavemeti değerleri Çizelge 4.41'de verilmiştir.

Çizelge 4.41 Yıkanmamış kumaşların, patlama mukavemeti değerleri

Patlama Mukavemeti (KPa)	
Örme Pamuk	715,233
Örme Poliamid	1183,800

Çizelge 4.42 Sabit kir yükü eklenerek yıkanmış örme pamuk (%100) kumaşların, patlama mukavemetinin istatistik değerlendirmesi

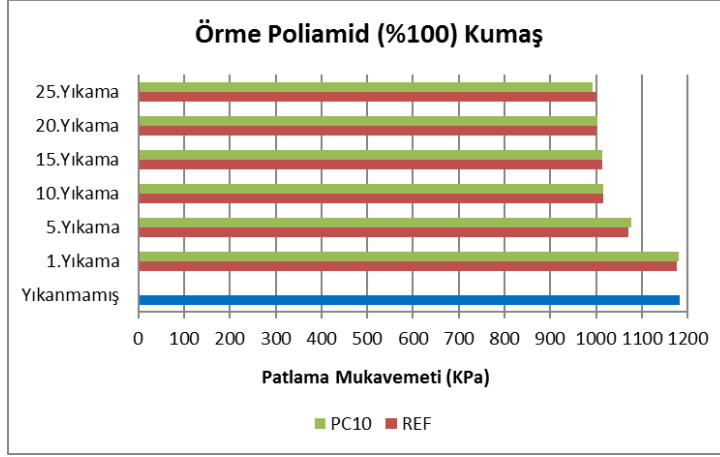
Patlama Mukavemeti (KPa)	LSD	Ref	PC10	Ref	PC10
Örme Pamuk					
1.Yıkama	17,951	637,233	649,667	A	A
5. Yıkama	27,909	628,133	631,067	A	A
10. Yıkama	64,197	627,80	626,80	A	A
15. Yıkama	37,317	619,80	617,83	A	A
20. Yıkama	17,856	613,833	617,767	A	A
25. Yıkama	72,437	606,23	617,17	A	A



Şekil 4.42 Sabit kir yükü eklenerek yıkanmış örme pamuk (%100) kumaşların, patlama mukavemetinin grafiği

Çizelge 4.43 Sabit kir yükü eklenerek yıkanmış örme poliamid (%100) kumaşların, patlama mukavemetinin istatistik değerlendirmesi

Patlama Mukavemeti (KPa)	LSD	Ref	PC10	Ref	PC10
Örme Poliamid					
1.Yıkama	13,347	1177,400	1179,833	A	A
5. Yıkama	8,8115	1069,733	1077,633	A	A
10. Yıkama	20,239	1015,467	1016,233	A	A
15. Yıkama	12,751	1013,200	1013,667	A	A
20. Yıkama	20,751	1001,767	1003,400	A	A
25. Yıkama	9,4779	1001,100	993,200	A	A



Şekil 4.43 Sabit kir yükü eklenerek yıkanmış örme poliamid (%100) kumaşların, patlama mukavemetinin grafiği

Patlama mukavemeti testi sonuçları, kopma mukavemeti testi sonuçlarına benzemektedir. Buna göre, her iki deterjanla yapılan yıkama işlemleri sonrasında meydana gelen mukavemet kaybı istatistiksel olarak eşit bulunmuştur. Ağartıcı sistemin % 12 olduğu Ref kodlu deterjan ve % 10 olduğu PC10 kodlu deterjanın istatistiksel olarak eşit düzeyde mukavemet kaybı oluşturması, ağartma sisteminde % 2 lik azalmanın kumaş mukavemeti üzerinde istatistiksel olarak anlamlı fark yaratmadığını göstermektedir.

Örme % 100 pamuk kumaşın patlama mukavemeti yıkama öncesi 715 KPa; yıkama işlemleri sonrası 600-650 KPa civarında saptanmıştır. Karşılaştırılan deterjan bileşimleri ile yapılan yıkama sayısı arttıkça patlama mukavemeti değerinin azaldığı görülmektedir.

Örme % 100 poliamid kumaşın patlama mukavemeti yıkama öncesi 1184 KPa'dır. İlk yıkama sonrası % 100 poliamid kumaşın patlama mukavemetinde pek bir değişim gözlenmemiştir. Karşılaştırılan deterjan bileşimleri ile yapılan yıkama sayısı arttıkça patlama mukavemeti değerinin 993 KPa'a kadar azaldığı görülmektedir.

4.3.4 Işık haslıği test sonuçlarının değerlendirilmesi

Stilben ve bifenil tipi floresan beyazlatıcı maddeler içeren bir deterjanla yıkanmış pamuklu kumaşların ışığa karşı hassas olduğu ve bu tip floresan beyazlatma maddelerinin fotobozunurluğunun oldukça yüksek olduğu bilinmektedir. Bu nedenle yıkanmış numunelerin bir kısmı (5, 15, 25 tekrarlı yıkanmış kumaşlar) seçilerek, BS EN ISO 105 - B02:2014 (Yapay ışığa karşı

renk haslığının tayini- Ksenon ark soldurma lambası deneyi) standardına göre ışık haslığı testi yapılmıştır. Numunelerdeki renk farkı gri skalada 4 oluncaya kadar teste devam edilmiştir.

Çizelge 4.44 Sabit kir yükü eklenerek yıkanmış kumaşların, ışık haslığı testi değerlendirmesi

Kumaş Tanımı	Deterjan Kodu	Mavi Yün Skala Değerı		
		5. Yıkama	15. Yıkama	25. Yıkama
Dokuma Pamuk	Ref	3-4	3-4	2-3
	PC10	3-4	2-3	2-3
Dokuma Pamuk-Poliester	Ref	3-4	3-4	2-3
	PC10	2-3	2-3	2-3
Dokuma Poliester	Ref	7	7	7
	PC10	7	7	7
Örme Poliamid	Ref	7	7	3-4
	PC10	7	6	5-6

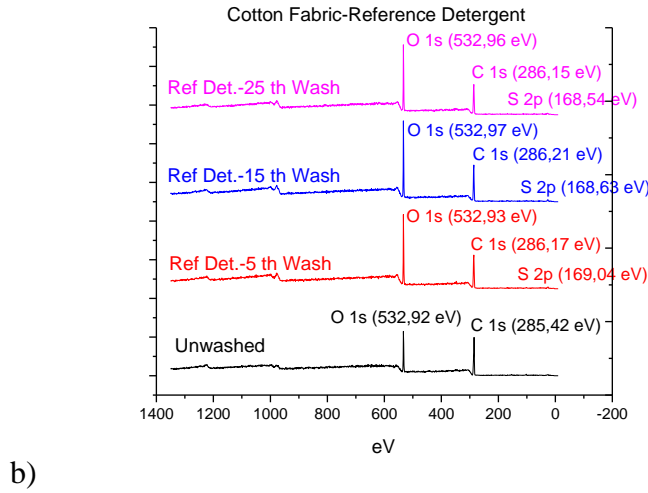
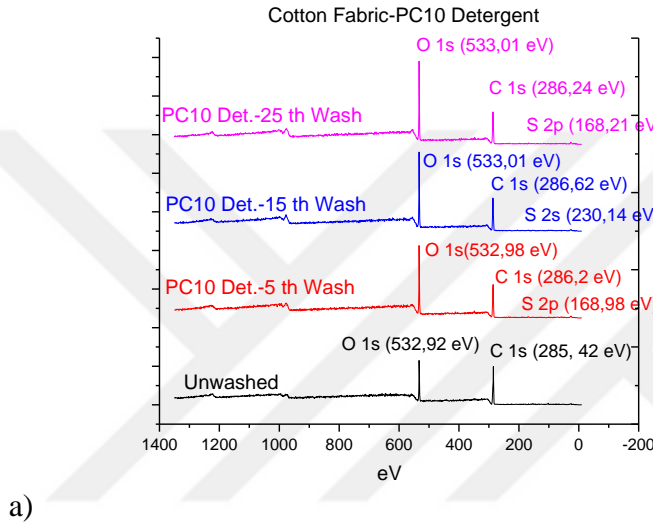
Kumaşların yıkanmasında kullanılan Ref ve PC10 kodlu deterjanların her ikisi de aynı miktarda floresan beyazlatma maddesi içermektedir. Aynı kumaş tipinde ve aynı yıkama koşulunda elde edilen farklı ışık haslığı değerleri, nüanslama boyaalarının ışığa karşı gösterdiği direncin farklı olmasından kaynaklanmaktadır. Test sonucuna göre, Ref kodlu deterjanda kullanılan DV9 nüanslama boyasının ışığa karşı direncinin, PC10 kodlu deterjanda kullanılan DV28 nüanslama boyasından daha iyi olduğu söylenebilir.

4.3.5 XPS (x-ışını fotoelektron spektroskopisi) analiz sonuçlarının değerlendirilmesi

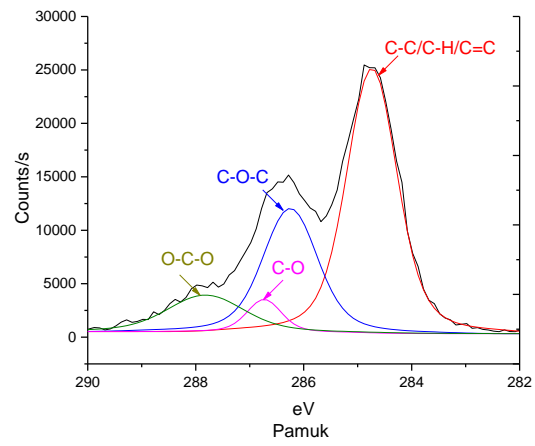
Tekrarlı yıkama işlemleri sonrası kumaşların yüzeyinde meydana gelen etkilerin belirlenmesi için X-ışını fotoelektron spektroskopisi (XPS) kullanılmıştır. X-ışını fotoelektron spektroskopisi (XPS) ölçümleri K-Alfa (Thermo Scientific) cihazı ile yapılmıştır. Cihaz, 300 µm boyut ve 26.04 W (12.4 kV x 2.1 mA) güç değerinde, monokromatik $AlK\alpha$ (1486.68 eV) X-ışını kaynağına sahiptir. En fazla bulunan elementlerin yüksek çözünürlüklü spektrumları, 0.5 eV'lik spektral çözünürlükle 50 eV'lik geçiş enerjisi kullanılarak elde edilmiştir. Tüm ölçümler, 10⁻⁶ Pa (10⁻⁸ mbar) basınçlı bir UHV bölmesinde yapılmıştır.

Çizelge 4.45 Dokuma pamuk (%100) kumaşların, X-Işını fotoelektron spektroskopisi (XPS) analizi sonuçları

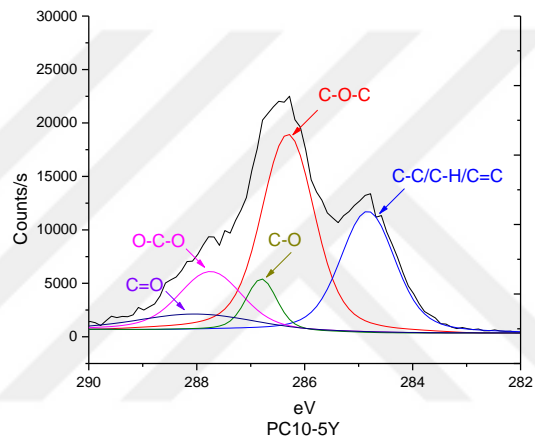
Atomik%	Dokuma Pamuk						
	Yıkanmamış	PC10-5Y	PC10-15Y	PC10-25Y	Ref-5Y	Ref-15Y	Ref-25Y
C 1s	74,8	63,68	61,73	62,86	64,7	62,42	64,08
O 1s	25,2	35,18	37,25	36,46	34,69	36,37	35,53
S 2p	-	1,14	1,01	0,68	0,61	1,2	0,39



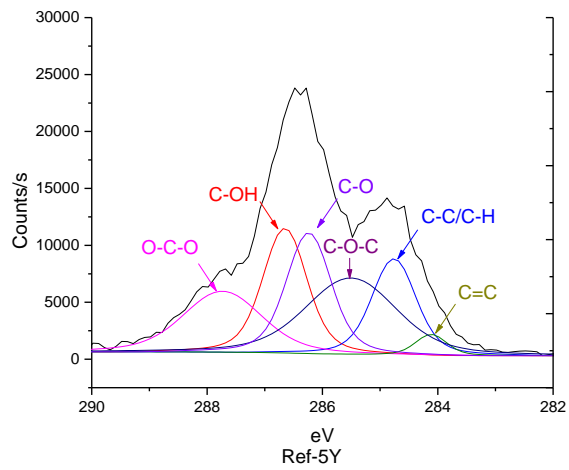
Şekil 4.44 Dokuma pamuk (%100) kumaşların, X-Işını fotoelektron spektroskopisi survey grafikleri a) PC10 deterjanı ile yıkanmış b) Ref deterjanı ile yıkanmış



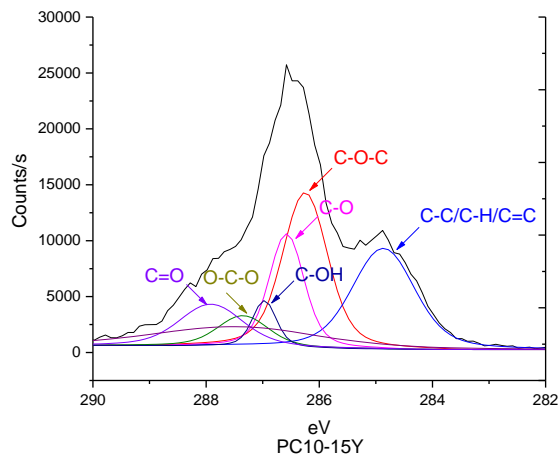
a)



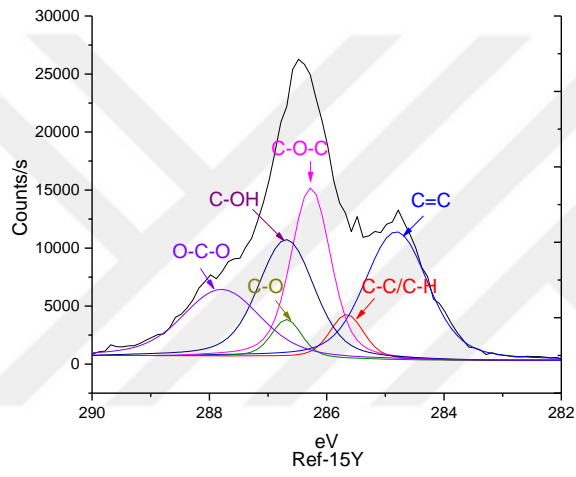
b)



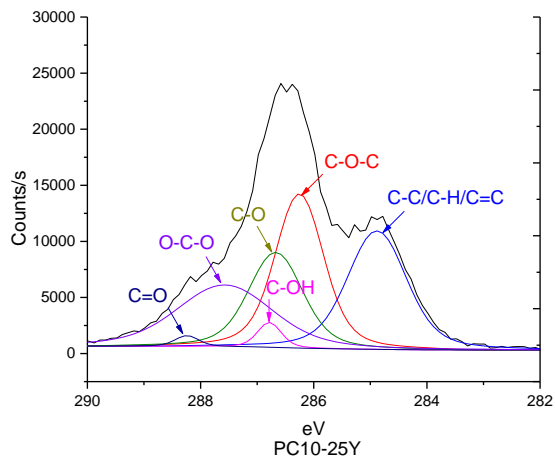
c)



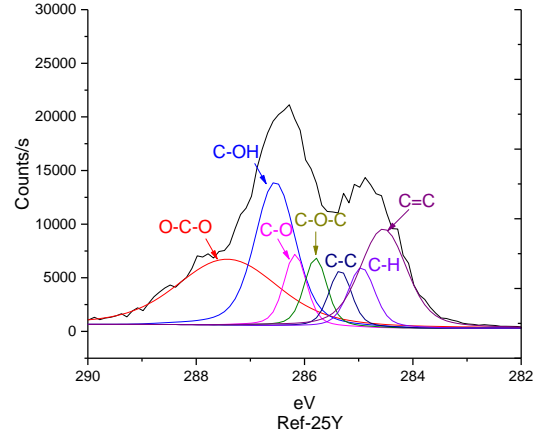
d)



e)



f)



g)

Şekil 4.45 Dokuma pamuk (%100) kumaşların, X-Işını fotoelektron spektroskopisi C 1s grafikleri
 a) Yıkanmamış b) PC10 deterjanı ile 5 kez yıkanmış c) Ref deterjanı ile 5 kez yıkanmış d) PC10 deterjanı ile 15 kez yıkanmış e) Ref deterjanı ile 15 kez yıkanmış f) PC10 deterjanı ile 25 kez yıkanmış g) Ref deterjanı ile 25 kez yıkanmış

Çizelge 4.46 C 1s için X-Işını fotoelektron spektroskopisi (XPS) bağlanma enerjisi değerleri

eV	Grup	Kaynak
284,4	C-C, C-H	Pongprayoon ve ark.,2005
284,7	C-C	Sasaki ve ark.,2016
284,8	C-C, C-H	Naebe ve ark.,2016
285,0	C-C, C-H	Mitchell ve ark.2005; Topalovic ve ark.2007
286	C-O	Pongprayoon ve ark.,2005
286,3	C-O, C-O-C	Naebe ve ark.,2016
286,5	C-O	Sasaki ve ark.,2016
286,6	C-O	Mitchell ve ark.2005; Topalovic ve ark.2007
287,5	O-C-O	Pongprayoon ve ark.,2005
287,8	O-C-O	Naebe ve ark.,2016
287,9	O-C-O	Sasaki ve ark.,2016
288	O-C-O	Mitchell ve ark.2005
288,1	O-C-O, C=O	Topalovic ve ark.2007
288,8	COO (O-C=O)	Sasaki ve ark.,2016

Literatürlerde, pamuk kumaşın çözümlenmiş C 1s grafiğinde, 284-285 eV bağlanma enerjisine sahip pikin C-C/C-H bağına; 286-287 eV bağlanma enerjisine sahip pikin C-O bağına; 288-289 eV civarındaki bağlanma enerjisine sahip pikin ise C=O/O-C-O bağına ait olduğu ifade edilmektedir. Çözümlenmiş C 1s grafiklerinde, incelenen literatür verileri dikkate alınarak, piklerin temsil ettiği düşünülen bağlar işaretlenmiştir.

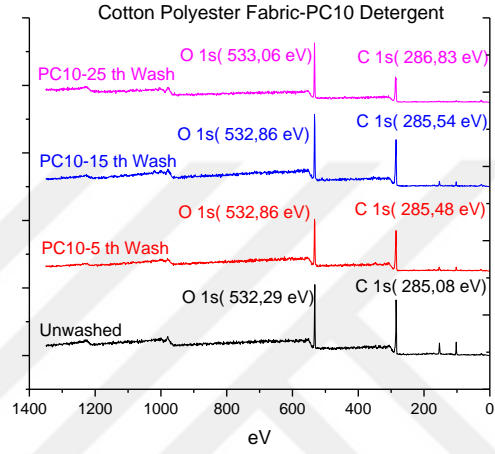
Yıkamamış pamuk kumaşın C 1s grafiği incelendiğinde (Şekil. 4.45, a), baskın pik 284-285 eV bölgesinde (C-C/C-H bağlarının olduğu bölge) gözlenirken, yıkama işlemleri ile birlikte baskın pik 286-287 eV civarında (C-O /C-O-C bağlarının olduğu bölge) görülmeye başlamıştır. Bağlanma enerjisinde meydana gelen bu kayma, yıkama işlemleri ile pamuğun yapısında okside olmuş yapıların arttığını göstermektedir. Bu durum atomik yüzdelerin ifade edildiği Çizelge 4.45'te de görülmektedir. Yıkamamış pamuk kumaşta C/O oranı 75/25 civarında iken yıkamış kumaşlarda C/O oranı 65/35 civarında gözlenmektedir.

Ayrıca, yıkamamış pamuk kumaşın, XPS analizine göre pamuk kumaşta sadece karbon ve oksijen (C 1s ve O 1s) atomu bulunmaktadır. Yıkamış kumaşların survey grafikleri ve atomik yüzdelerin olduğu tablo birlikte değerlendirildiğinde, yıkama işlemleri ile kumaş yüzeyinde kükürt (S 2p) de bulunmaya başlamıştır. Yıkama işlemlerinde kullanılan her iki deterjan bileşiminde de, asit azin boyası olan Asit Viyole 50 bulunmaktadır. Literatürde, AV50'nin pamuk lifine kovalent olarak bağlanabileceği ifade edilmektedir (Bonsall et al 2013,2014; Keningley et al 2015; Batchelor et al 2016a, 2016b). Yıkamış kumaşlarda bulunan kükürdün AV50 boyarmaddesinden ya da deterjanda bulunan diğer bileşenlerden kaynaklı olduğu düşünülmektedir.

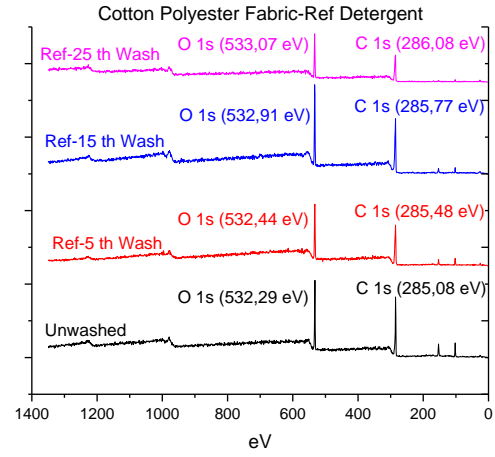
Yıkamış pamuk kumaşlarda bulunan 169 eV civarında bağlanma enerjisine sahip S 2p piklerinin ise R-SO₂-R' olduğu (Beşergil, 2017; Thermo Scientific, 2017) düşünülmektedir.

Çizelge 4.47 Dokuma pamuk-poliester (%65-%35) kumaşların, X-Işını fotoelektron spektroskopisi (XPS) analizi sonuçları

Atomik%	Dokuma Pamuk-Poliester (%65-%35)						
	Yıkanmamış	PC10-5Y	PC10-15Y	PC10-25Y	Ref-5Y	Ref-15Y	Ref-25Y
C 1s	70,78	70,04	68,12	64,82	68,92	67,22	67,37
O 1s	29,22	29,96	31,88	35,18	31,08	32,78	32,63

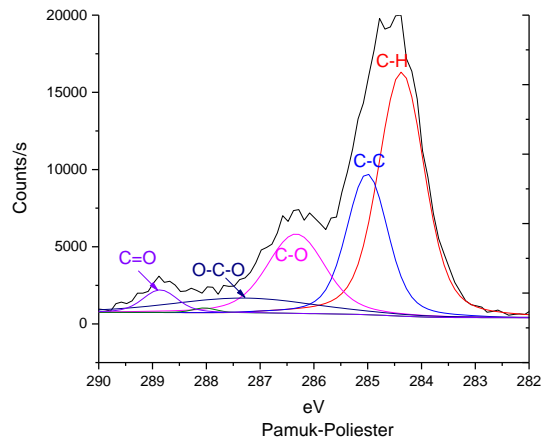


a)

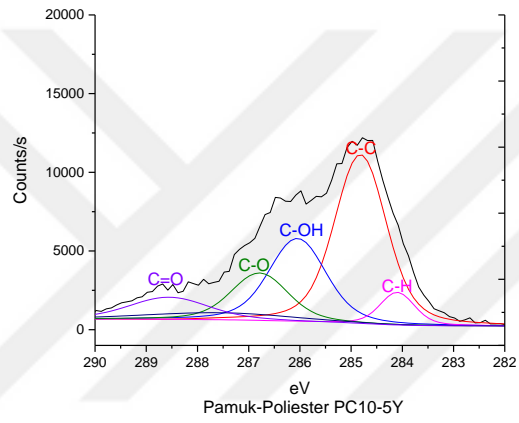


b)

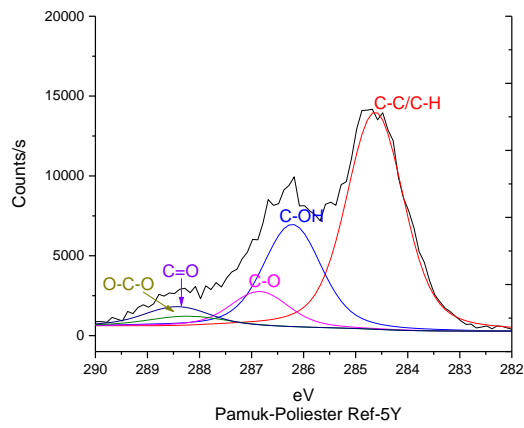
Şekil 4.46 Dokuma pamuk-poliester (%65-%35) kumaşların, X-Işını fotoelektron spektroskopisi survey grafikleri a) PC10 deterjanı ile yıkanmış b) Ref deterjanı ile yıkanmış



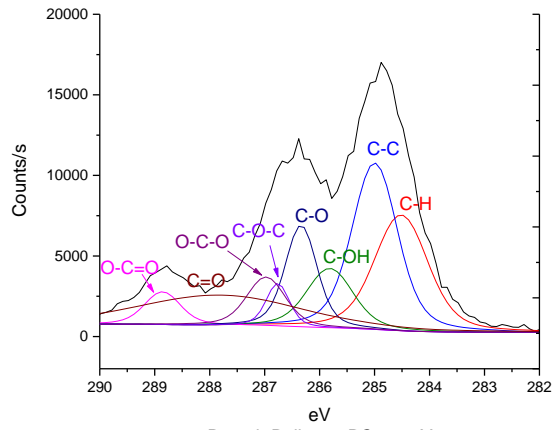
a)



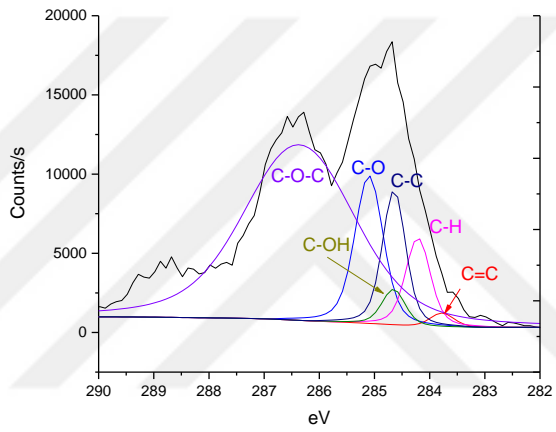
b)



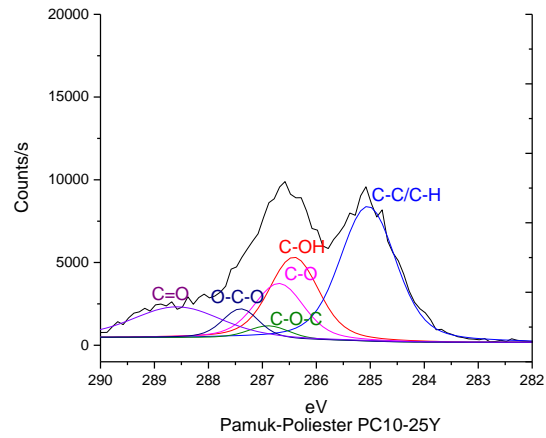
c)



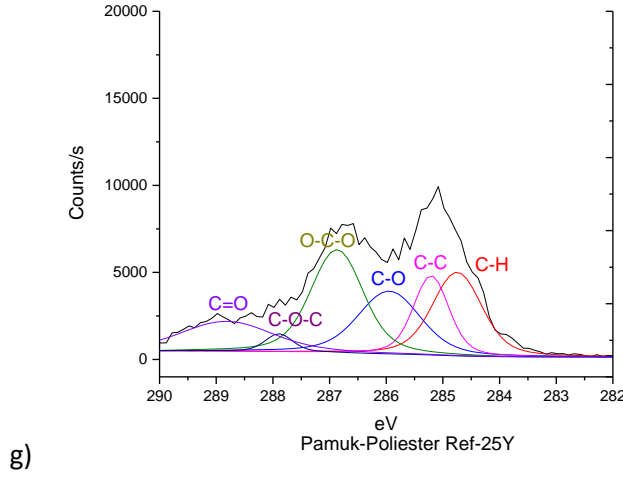
d)



e)



f)

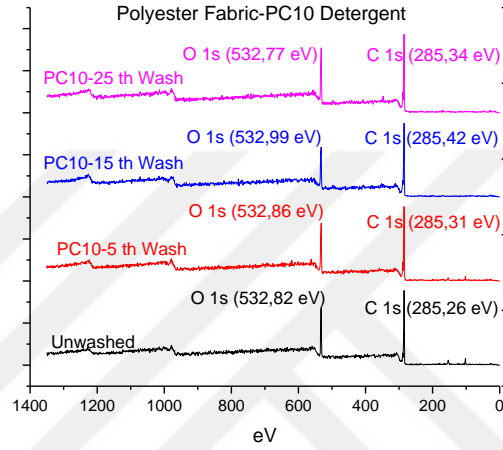


Şekil 4.47 Dokuma pamuk-poliester (%65-%35) kumaşların, X-Işını fotoelektron spektroskopisi C 1s grafikleri a) Yıkanmamış b) PC10 deterjanı ile 5 kez yıkanmış c) Ref deterjanı ile 5 kez yıkanmış d) PC10 deterjanı ile 15 kez yıkanmış e) Ref deterjanı ile 15 kez yıkanmış f) PC10 deterjanı ile 25 kez yıkanmış g) Ref deterjanı ile 25 kez yıkanmış

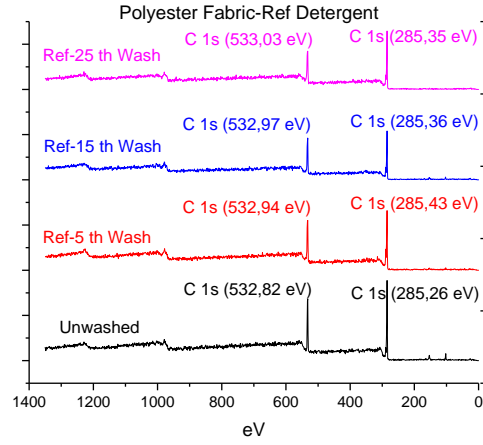
XPS analizine göre, pamuk-poliester kumaşların yüzeyinde meydana gelen kimyasal değişim, pamuk kumaşlarda gözlenen değişime benzemektedir. Yıkama işlemleri ile pamuk-poliester kumaş yapısında okside olmuş yapıların arttığı Çizelge 4.46'da görülmektedir. Yıkanmamış pamuk-poliester kumaşta C/O oranı 70/30 civarında iken yıkama sayısının artmasıyla karbon oranı azalır, oksijen oranı artmıştır. Her iki deterjan ile yapılan tekrarlı yıkama işlemleri sonrası aynı durum gözlenmiştir. PC10 kodlu deterjan ile yapılan yıkama işlemleri sonrası bu değişim daha büyük oranlarda gözlenmiştir. Aynı koşullarda yıkanmış poliester kumaşların yüzeyinde kimyasal bir değişim meydana gelmediği dikkate alınırsa, pamuk-poliester kumaşlarda oluşan değişimin pamuk-poliester kumaşın pamuk içeriği nedeniyle olduğu düşünülmektedir.

Çizelge 4.48 Dokuma poliester (%100) kumaşların, X-Işını fotoelektron spektroskopisi (XPS) analizi sonuçları

Atomik%	Dokuma Poliester						
	Yıkanmamış	PC10-5Y	PC10-15Y	PC10-25Y	Ref-5Y	Ref-15Y	Ref-25Y
C 1s	74,31	74,79	76,4	74,64	74,12	72,04	74,69
O 1s	25,69	25,21	23,6	25,36	25,88	27,96	25,31

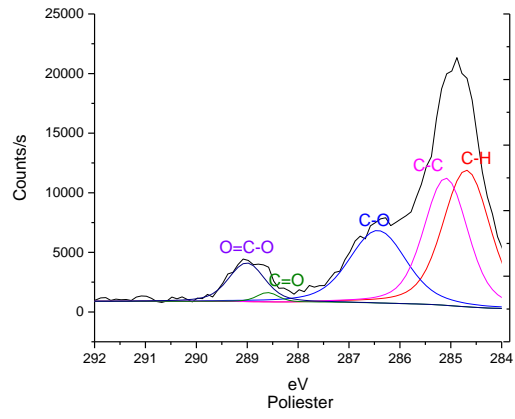


a)

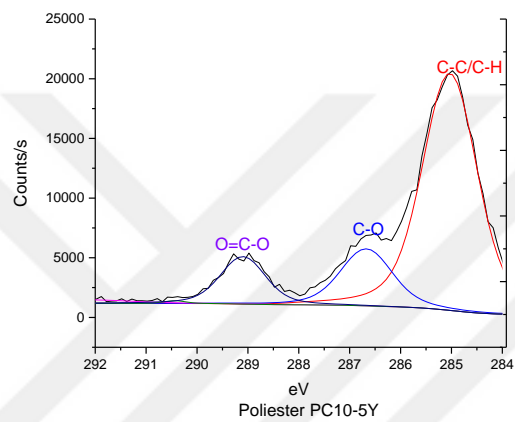


b)

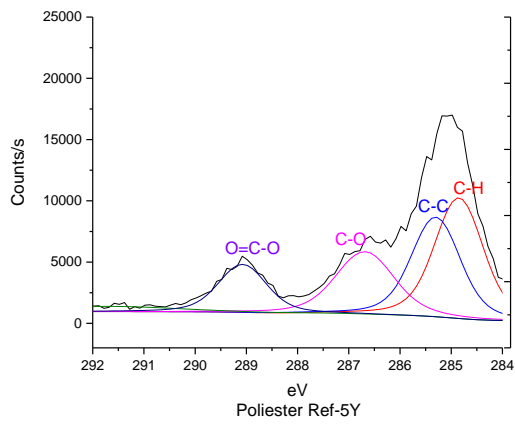
Şekil 4.48 Dokuma poliester (%100) kumaşların, X-Işını fotoelektron spektroskopisi survey grafikleri a) PC10 deterjanı ile yıkanmış b) Ref deterjanı ile yıkanmış



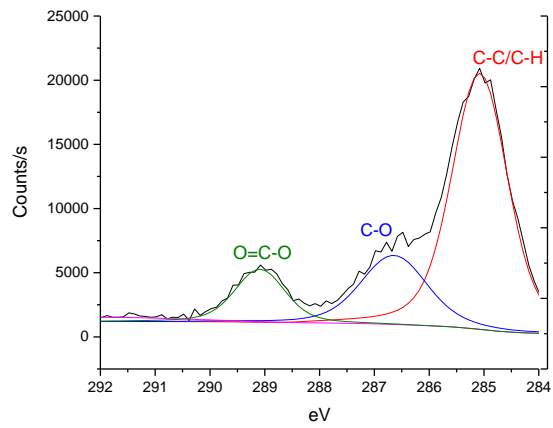
a)



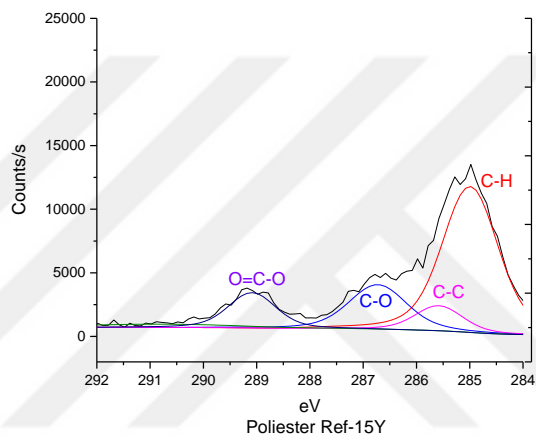
b)



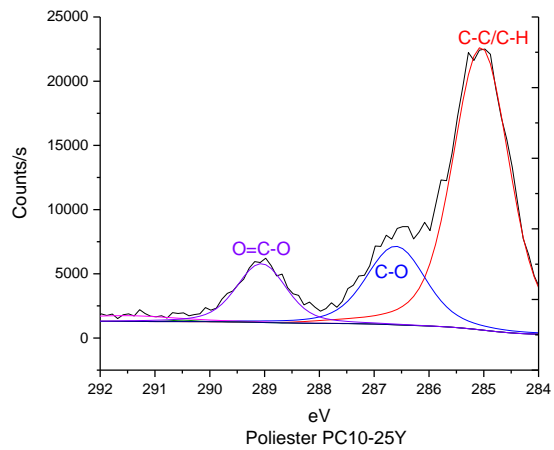
c)



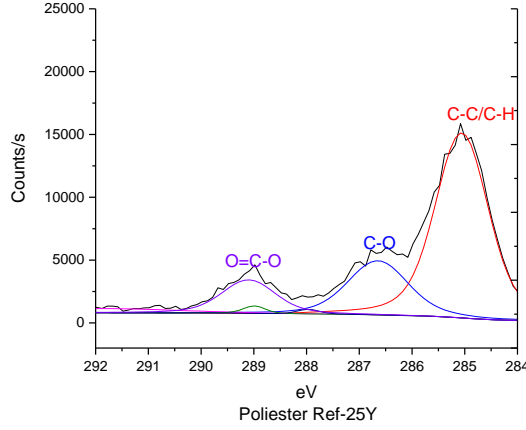
d)



e)



f)



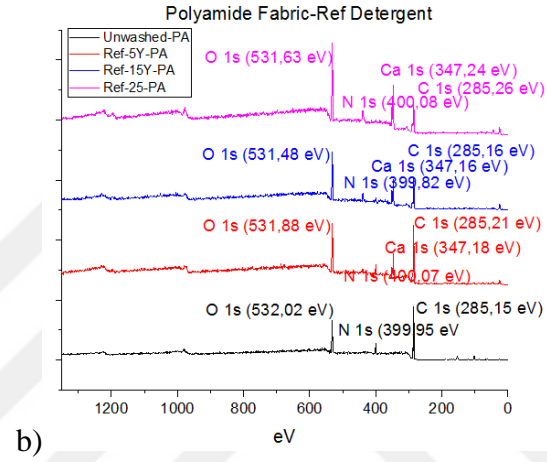
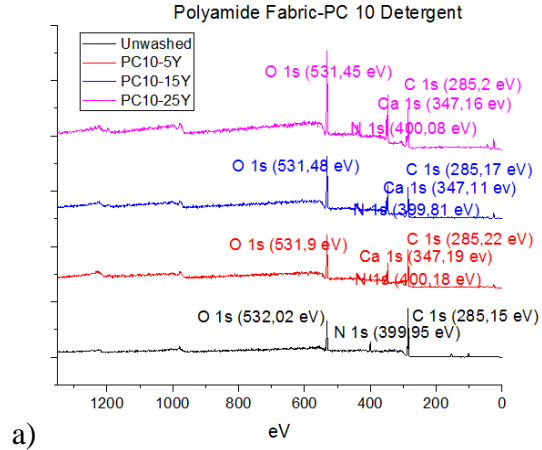
g)

Şekil 4.49 Dokuma poliester (%100) kumaşların, X-Işını fotoelektron spektroskopisi C 1s grafikleri a) Yıkanmamış b) PC10 deterjanı ile 5 kez yıkanmış c) Ref deterjanı ile 5 kez yıkanmış d) PC10 deterjanı ile 15 kez yıkanmış e) Ref deterjanı ile 15 kez yıkanmış f) PC10 deterjanı ile 25 kez yıkanmış g) Ref deterjanı ile 25 kez yıkanmış

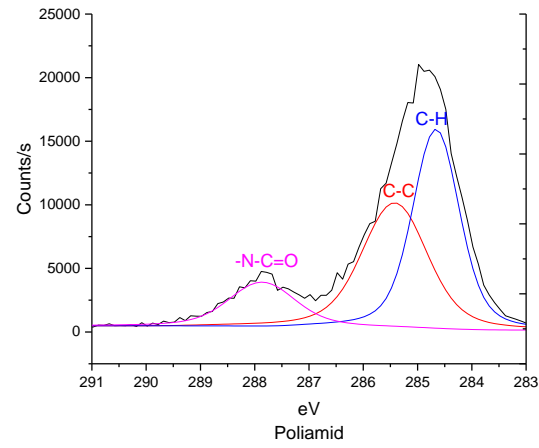
Zhang ve Fang'ın çalışmasına göre, poliester lifinde karbon atomu (C 1s) için gözlenen piklerden 284,6 eV bağlanma enerjisine sahip pik C–C/C–H bağı, 286,10 eV C–O/C–OH bağı, 288,10 eV C=O bağı ve 288,75 eV O=C–O / COOH bağı temsil etmektedir (Zhang and Fang, 2012). Yıkanmamış ve yıkanmış poliester kumaşların C 1s grafikleri, bu veriler dikkate alınarak değerlendirilmiştir. Poliester kumaşlar için hesaplanmış atomik yüzdeler (Bkz. Çizelge 4.47) ve C 1s grafiklerine göre, yıkama işlemleri ile poliester kumaşların yüzeyinde kimyasal bir değişim meydana gelmediği anlaşılmaktadır. Poliester lifinin kimyasal yapısı dikkate alındığında, lifin yüzeyinde bağ oluşturabilecek fonksiyonel grup bulundurmamasının, bu sonucun elde edilmesinde bir etken olabileceği düşünülmektedir.

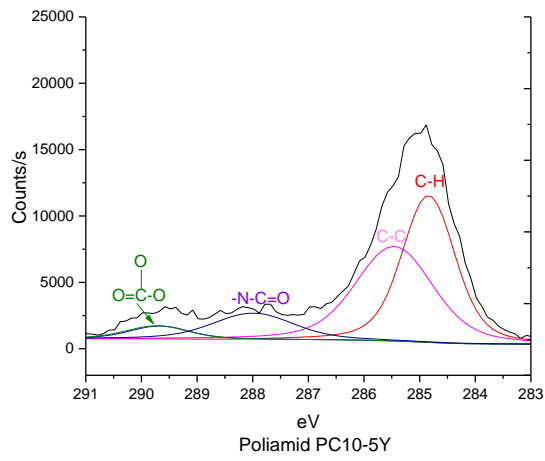
Çizelge 4.49 Örme poliamid (%100) kumaşların, X-Işını fotoelektron spektroskopisi (XPS) analizi sonuçları

Atomik%	Örme Poliamid						
	Yıkanmamış	PC10-5Y	PC10-15Y	PC10-25Y	Ref-5Y	Ref-15Y	Ref-25Y
C 1s	72,66	58,38	50,25	44,56	62,18	51,07	45,62
O 1s	17,22	24,62	34,37	33,96	22,62	28,40	36,01
N 1s	9,62	6,56	1,73	2,68	5,87	5,31	2,96
S 2s	-	0,54	0,59	1,38	1,49	1,53	1,26
Ca 2p	-	6,92	10,62	11,04	5,59	11,08	12,08
F 1s	-	1,88	1,44	1,06	1,22	1,83	1,17
Na 1s	-	1,1	0,99	5,31	1,02	0,77	0,9

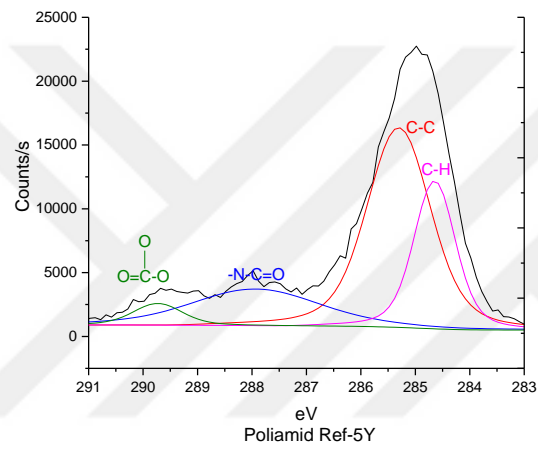


Şekil 4.50 Örne poliamid (%100) kumaşların, X-Işını fotoelektron spektroskopisi survey grafikleri a) PC10 deterjanı ile yıkanmış b) Ref deterjanı ile yıkanmış

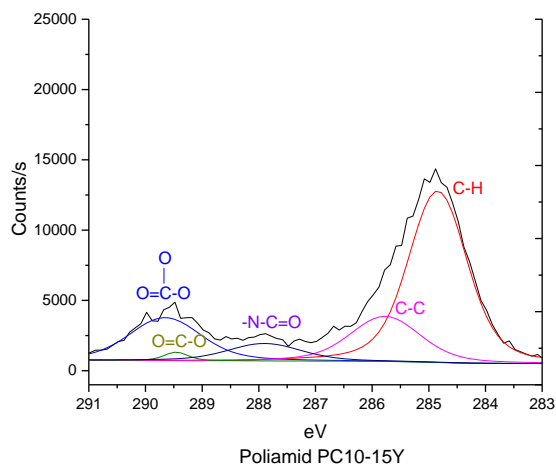




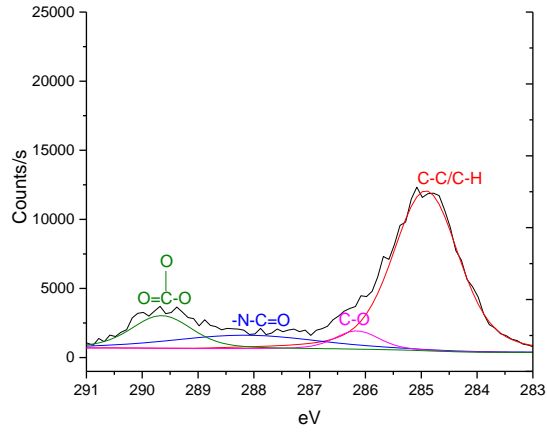
b)



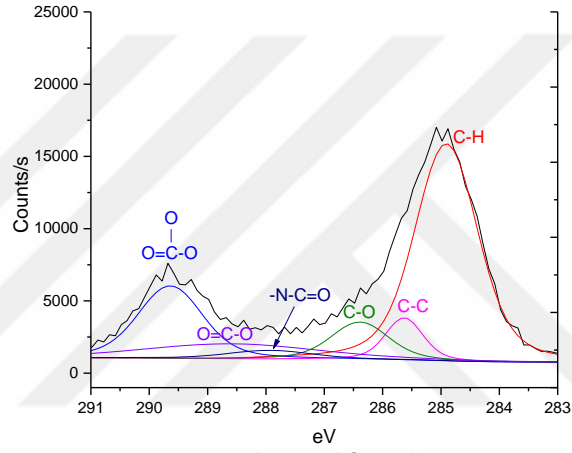
c)



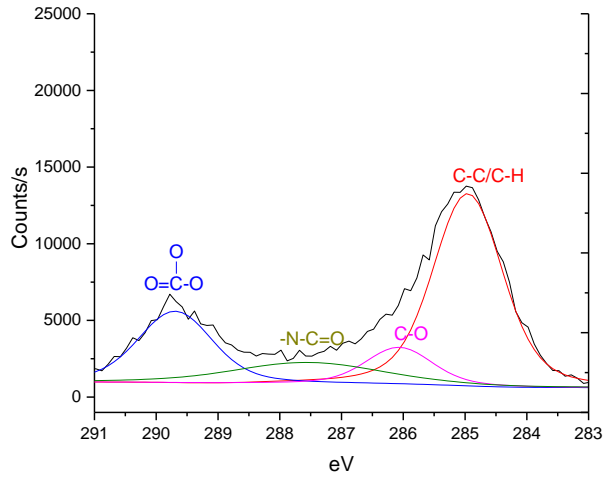
d)



e)



f)



g)

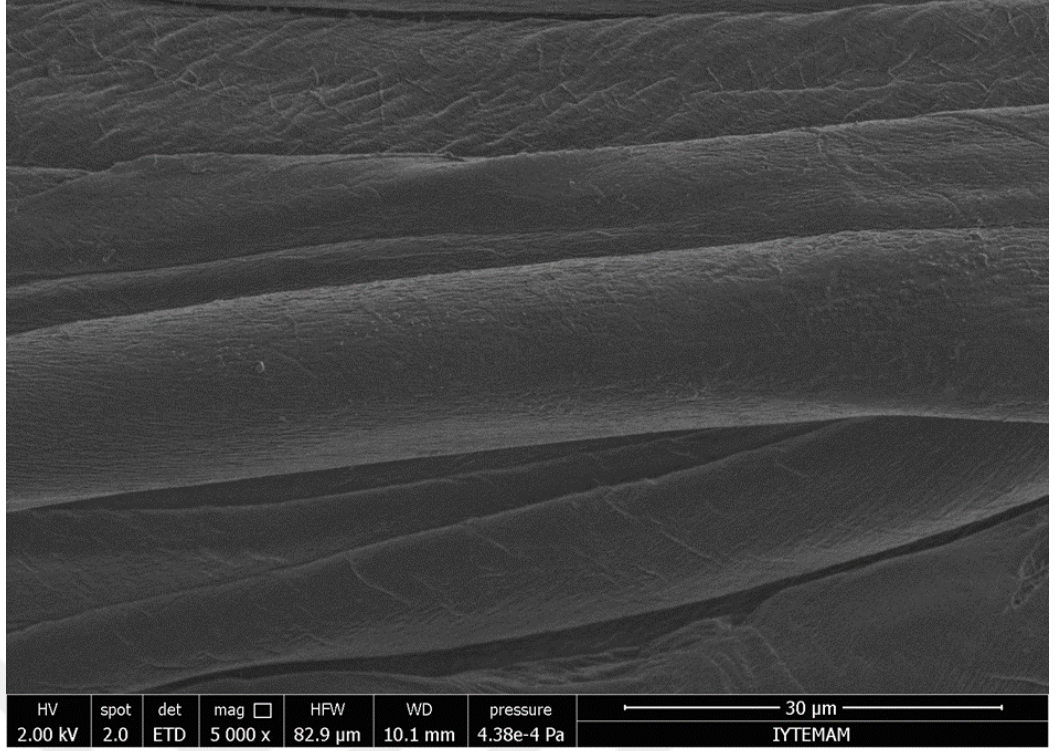
Şekil 4.51 Örme poliamid (%100) kumaşların, X-Işını fotoelektron spektroskopisi C 1s grafikleri
a) Yıkanmamış b) PC10 deterjanı ile 5 kez yıkanmış c) Ref deterjanı ile 5 kez yıkanmış d) PC10 deterjanı ile 15 kez yıkanmış e) Ref deterjanı ile 15 kez yıkanmış f) PC10 deterjanı ile 25 kez yıkanmış g) Ref deterjanı ile 25 kez yıkanmış

Poliamid kumaşların XPS analizi sonuçları daha karmaşıktır. Yıkama işlemleri sonrasında poliamid kumaşların yüzeyinde, lifin kendi yapısında bulunan C, O, N elementlerinin yanısıra Ca, Na, F, S elementleri de (Bkz. Çizelge 4.48) saptanmıştır. Poliamid lifinin sahip olduğu $-NH_2$ fonksiyonel grubu nedeniyle, lifin yüzeyine zayıf da olsa bağlanma olabileceği düşünülmektedir. Bessada ve arkadaşlarının çalışmasında, poliamid 6.6 lifinin çözümlenmiş C 1s grafiğinde, bağlanma enerjisi 285.00 eV olan pik C-C/ CH_2 ; 286.45 eV olan pik C=O; 287.89 olan pik $-C-NH(C=O)$ ve 289,24 eV olan pik O=C-O bağına ait olarak tanımlanmıştır (Bessada et al, 2011). Glampedaki ve arkadaşlarının çalışmasında ise bağlanma enerjisi 284,83 eV olan pik C-C-C; 285,52 eV olan pik C-C=O; 286,25 olan pik $-C-C-N-C=O$ ve 287,83 eV olan pik O=C-N bağına ait olarak tanımlanmıştır (Glampedaki et al, 2011). 290 eV civarında saptanan pikin $CaCO_3$ yapısına ait olduğu düşünülmektedir. Poliamid kumaş yüzeyinde XPS analizi ile saptanan kalsiyum elementinin $CaCO_3$ yapısında olduğu FTIR sonuçları ile desteklenmiştir.

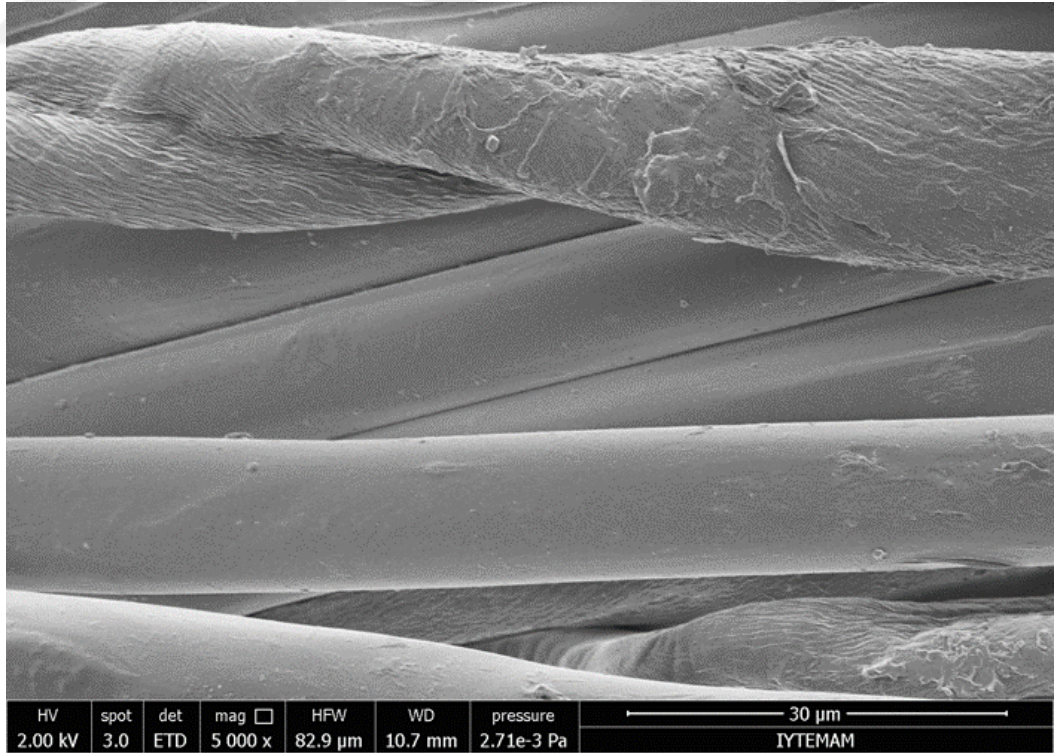
Poliamid yapısında bulunan azotun atomik yüzdesinin azaldığı ve yıkanmış kumaşlarda kalsiyum atomik yüzdesinin arttığı görülmektedir. Bu durumda poliamid kumaşın yüzeyinde $-NH_2$ bağlarının kırıldığı ve yerine $-CaCO_3$ bağlandığı söylenebilir. Yıkanmış kumaşlarda oksijen yüzdesinin arttığı da Çizelge 4.48 de görülmektedir. Sodyum, kalsiyum ve flor elementlerinin yıkama suyundan kumaş yüzeyine yerleşmiş olabileceği düşünülmektedir. Ayrıca yıkama yükü olarak kullanılan SBL2004 kumaşının içeriğinde de sodyum klorür ve kalsiyum klorür bulunmaktadır. Yıkama sırasında yıkama suyuna geçen bu kirlerin poliamid kumaş yüzeyine tutunduğu da düşünülebilir. Kükürt elementinin ise AV50 ya da deterjanda bulunan diğer bileşenlerden kaynaklı olduğu düşünülmektedir.

4.3.6 SEM (taramalı elektron mikroskobu) analiz sonuçlarının değerlendirilmesi

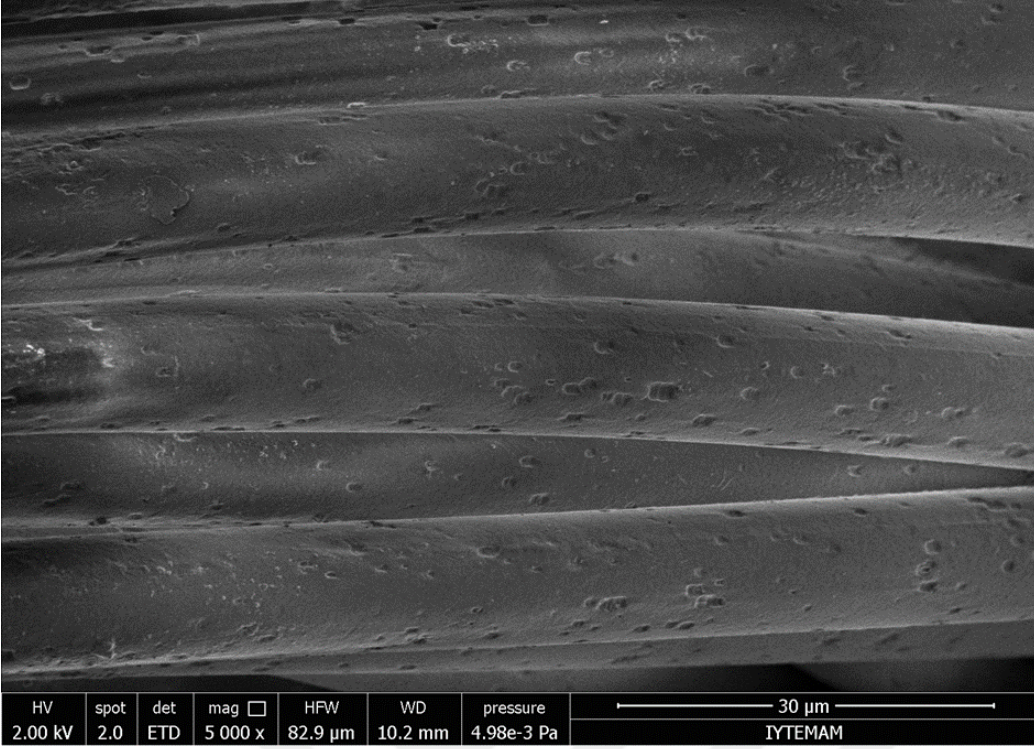
Taramalı elektron mikroskobu (SEM) ölçümleri için numuneler öncelikle, Emitech K550X otomatik püskürtme makinesi ile altın ile kaplanmıştır. Daha sonra Quanta FEG 250 SEM cihazı (15 kV hızlanma gerilimi) ile SEM analizi yapılmıştır.



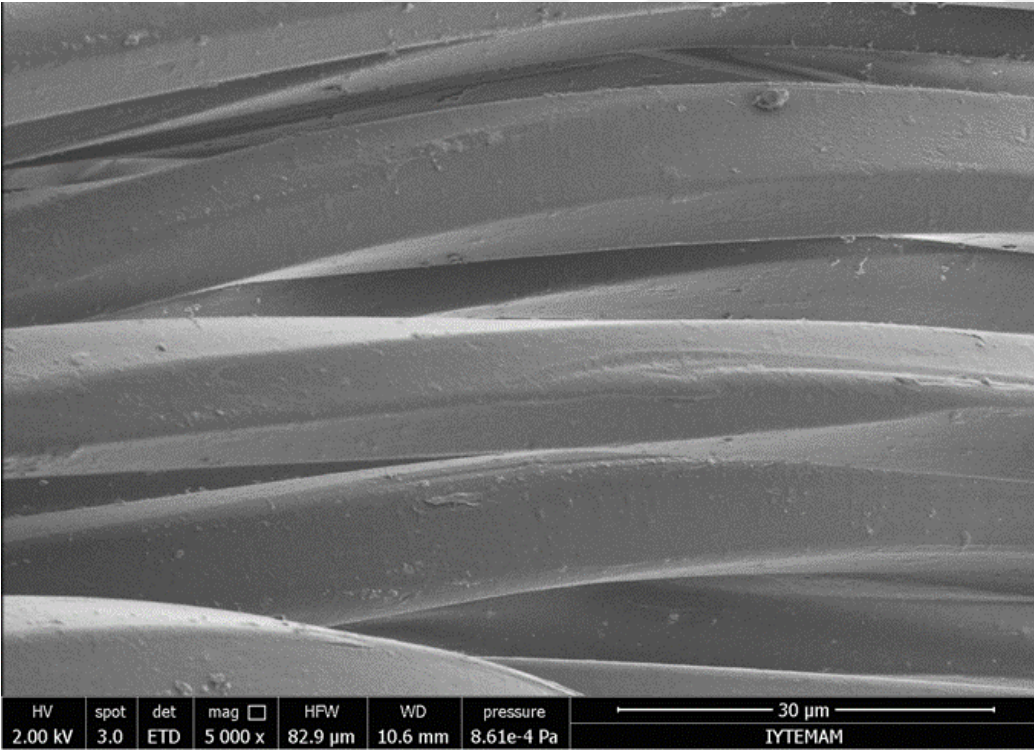
Şekil 4.52 Yıkanmamış dokuma pamuk (%100) kumaşın taramalı elektron mikroskobu (SEM) görüntüsü



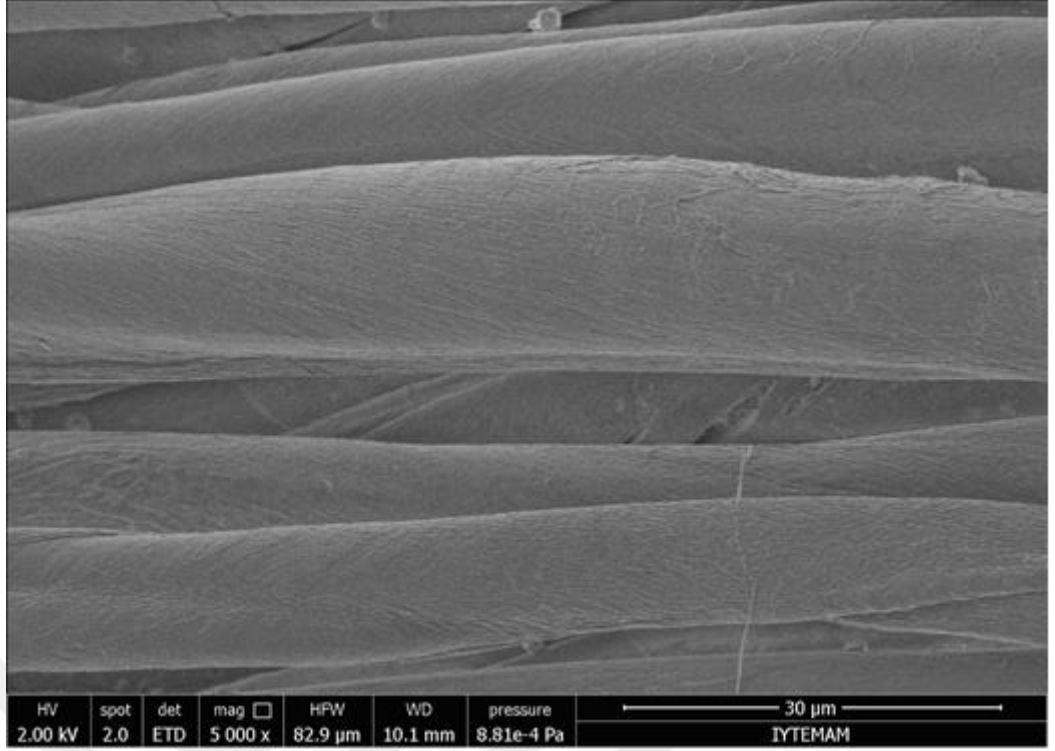
Şekil 4.53 Yıkanmamış dokuma pamuk-poliester (%65-%35) kumaşın taramalı elektron mikroskobu (SEM) görüntüsü



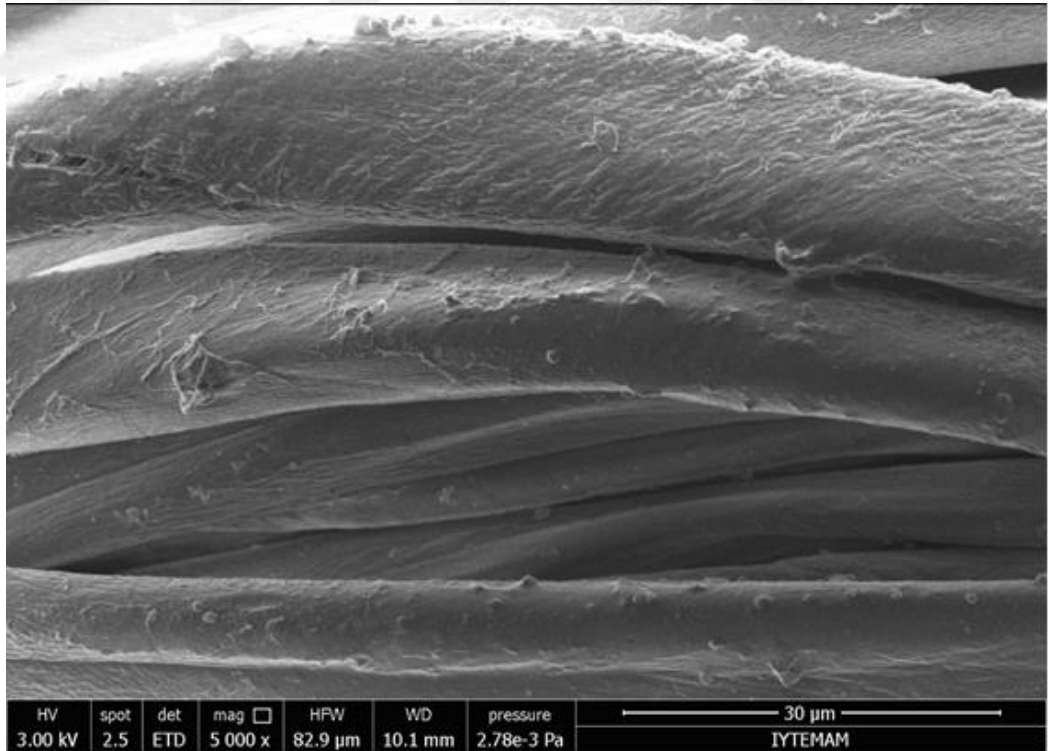
Şekil 4.54 Yıkanmamış dokuma poliester (%100) kumaşın taramalı elektron mikroskobu (SEM) görüntüsü



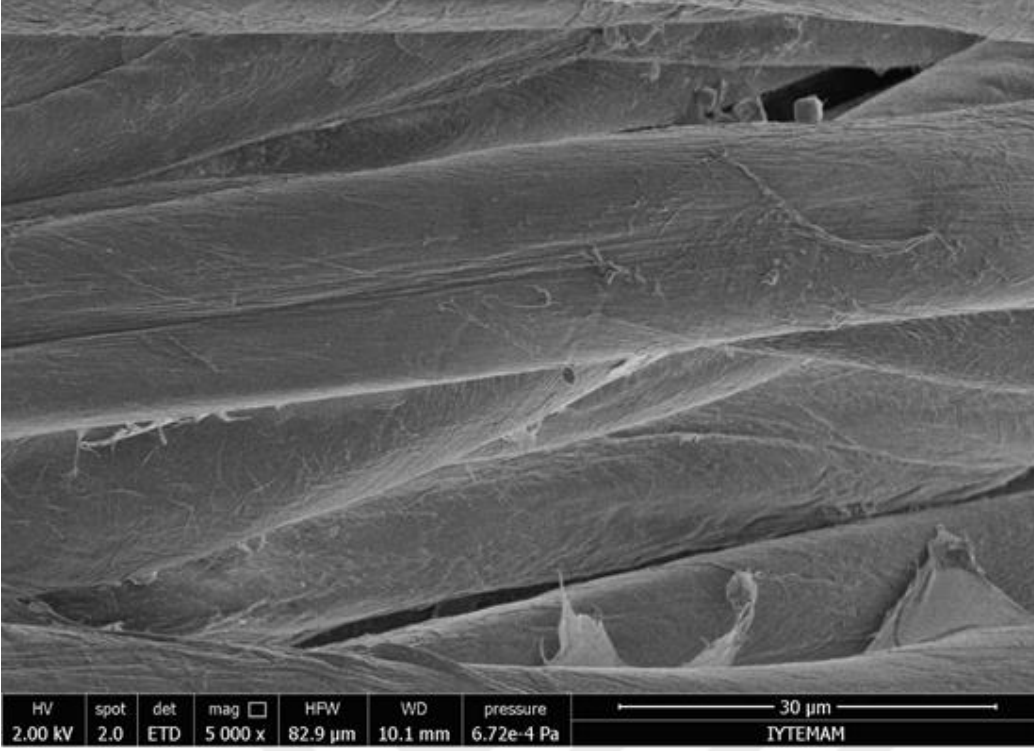
Şekil 4.55 Yıkanmamış dokuma poliester (%100) kumaşın taramalı elektron mikroskobu (SEM) görüntüsü



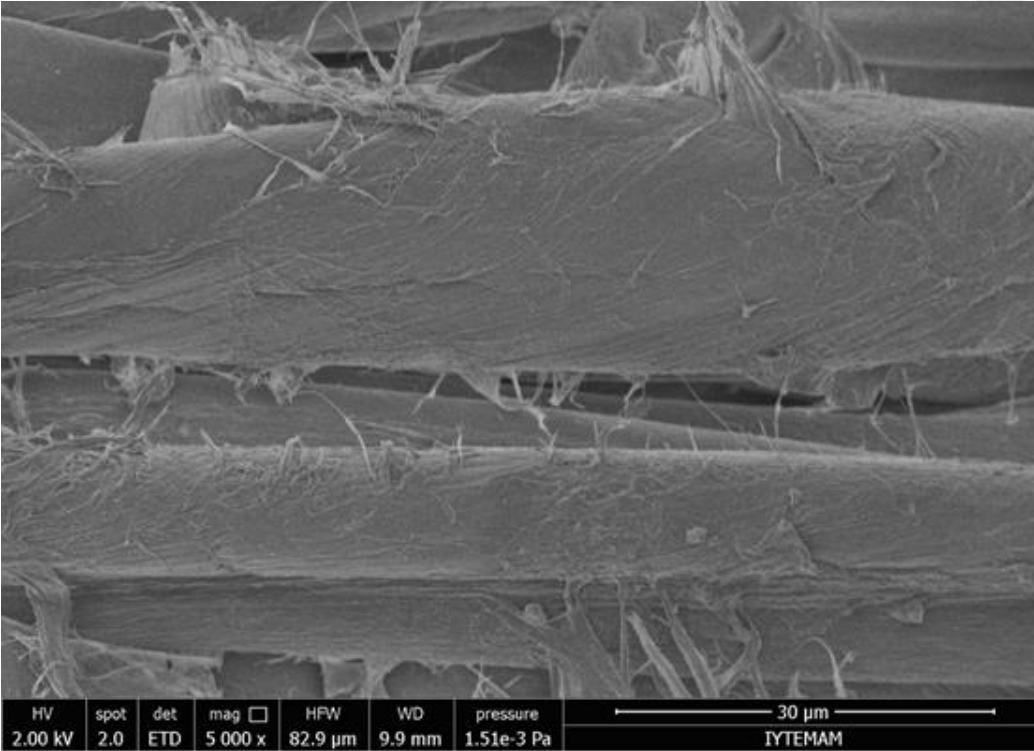
Şekil 4.56 Sabit kir yükü eklenerek, PC10 deterjanı ile 5 kez yıkanmış dokuma pamuk (%100) kumaşın taramalı elektron mikroskobu (SEM) görüntüsü



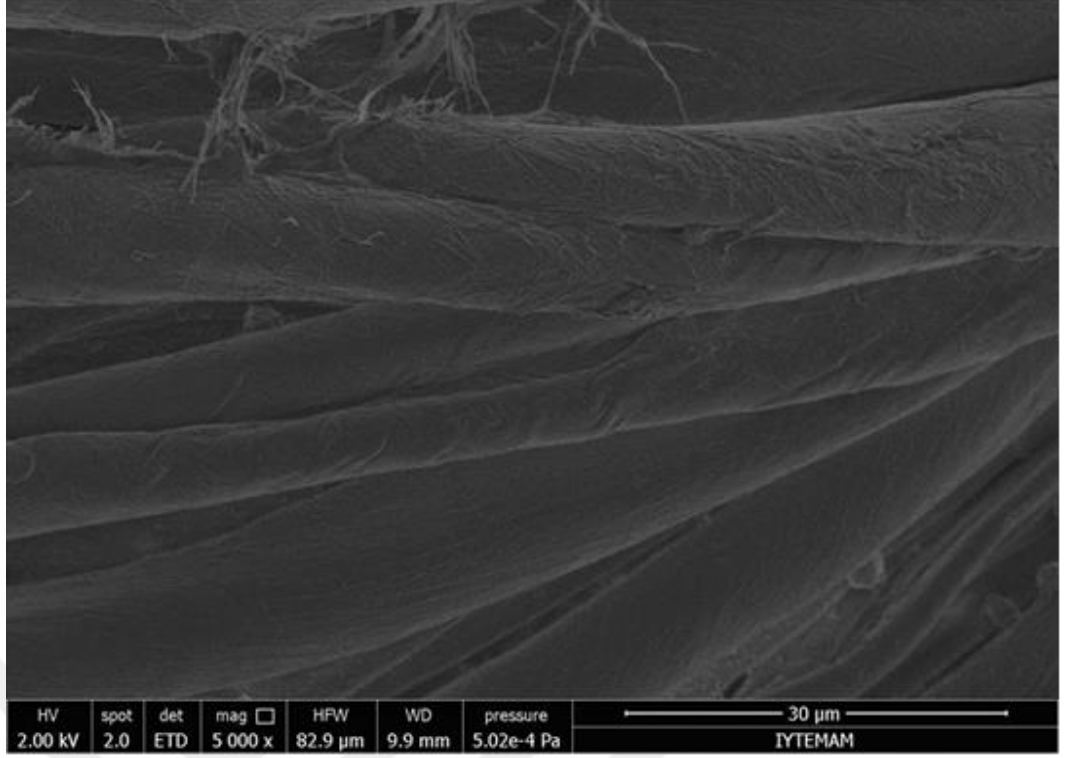
Şekil 4.57 Sabit kir yükü eklenerek, Ref deterjanı ile 5 kez yıkanmış dokuma pamuk (%100) kumaşın taramalı elektron mikroskobu (SEM) görüntüsü



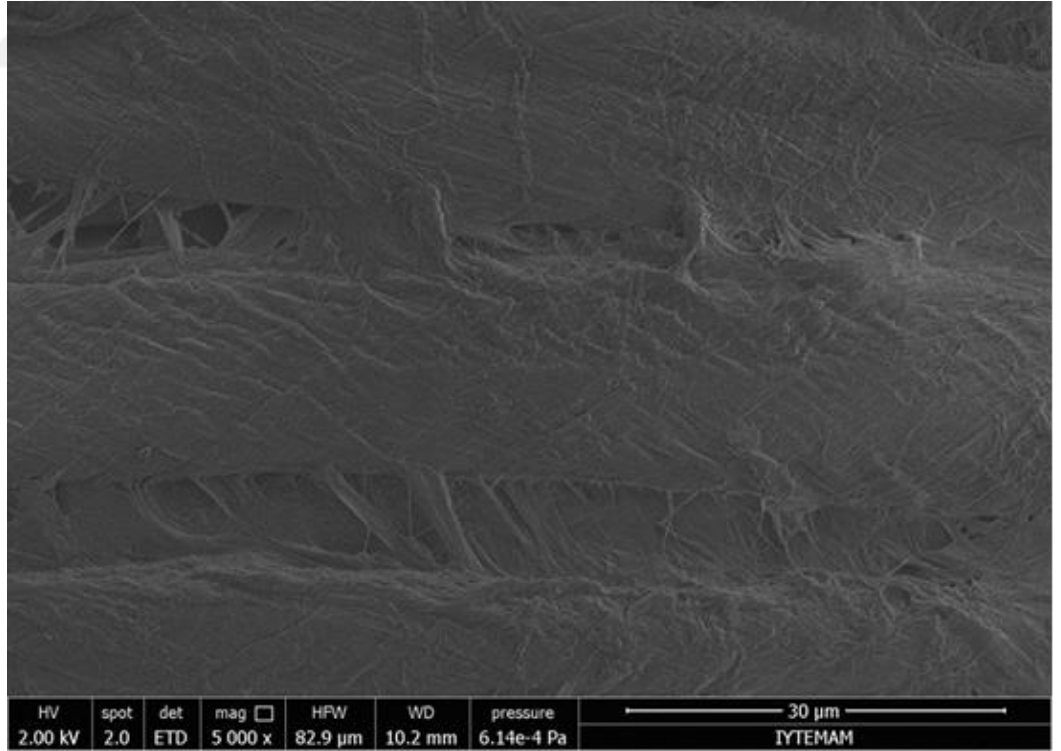
Şekil 4.58 Sabit kir yükü eklenerek, PC10 deterjanı ile 15 kez yıkanmış dokuma pamuk (%100) kumaşın taramalı elektron mikroskobu (SEM) görüntüsü



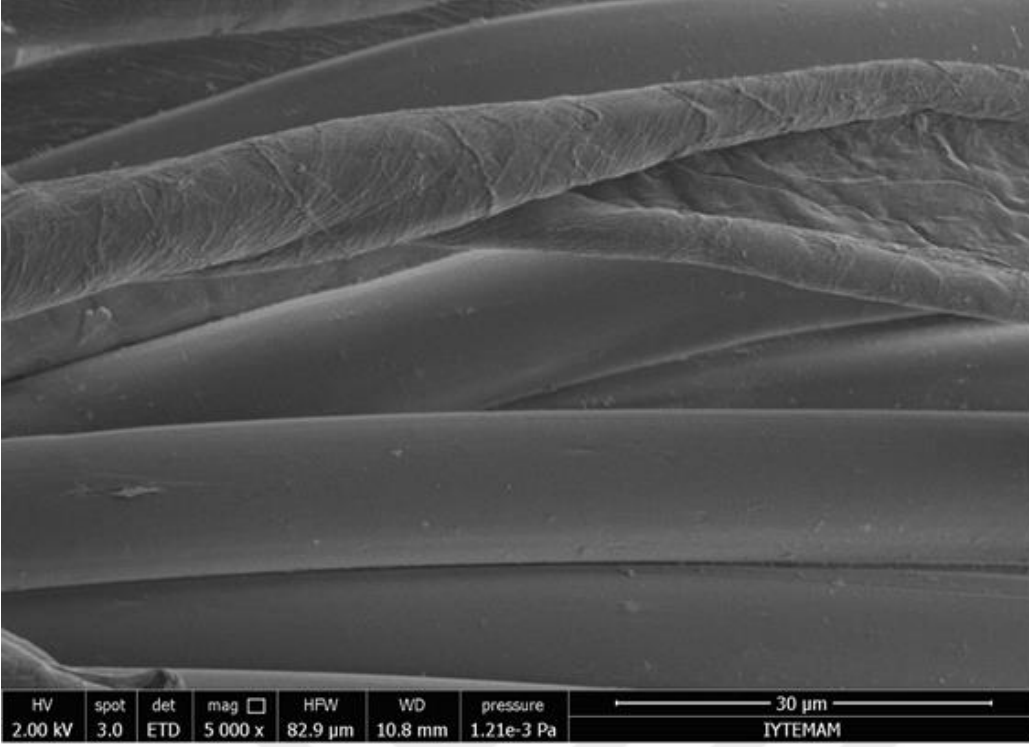
Şekil 4.59 Sabit kir yükü eklenerek, Ref deterjanı ile 15 kez yıkanmış dokuma pamuk (%100) kumaşın taramalı elektron mikroskobu (SEM) görüntüsü



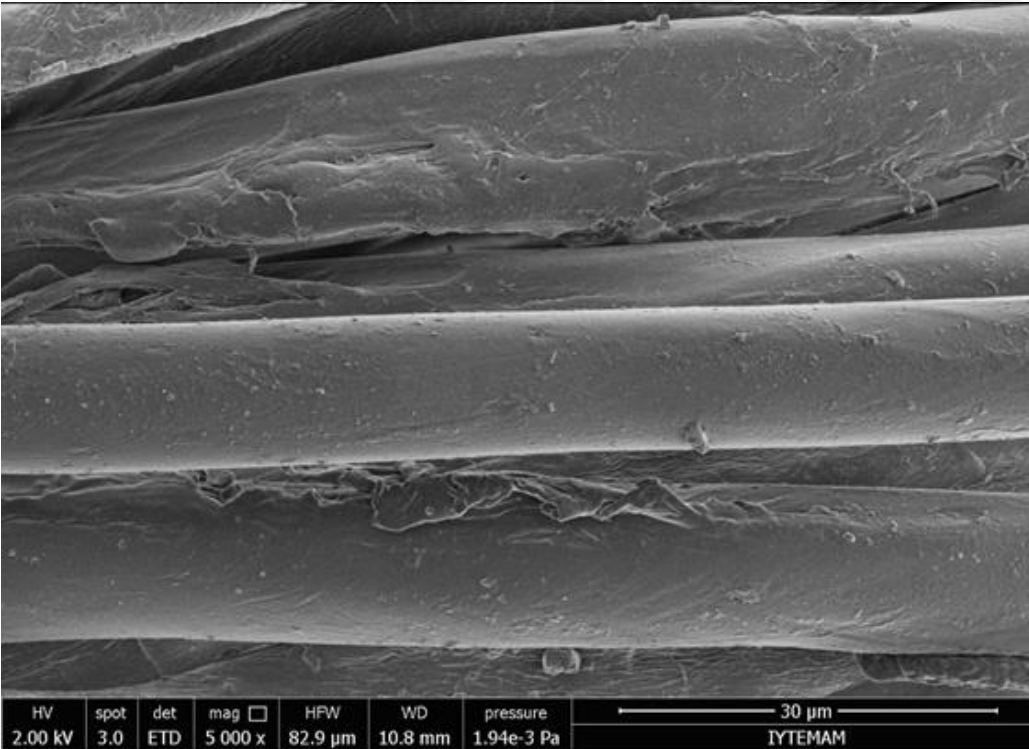
Şekil 4.60 Sabit kir yükü eklenerek, PC10 deterjanı ile 25 kez yıkanmış dokuma pamuk (%100) kumaşın taramalı elektron mikroskobu (SEM) görüntüsü



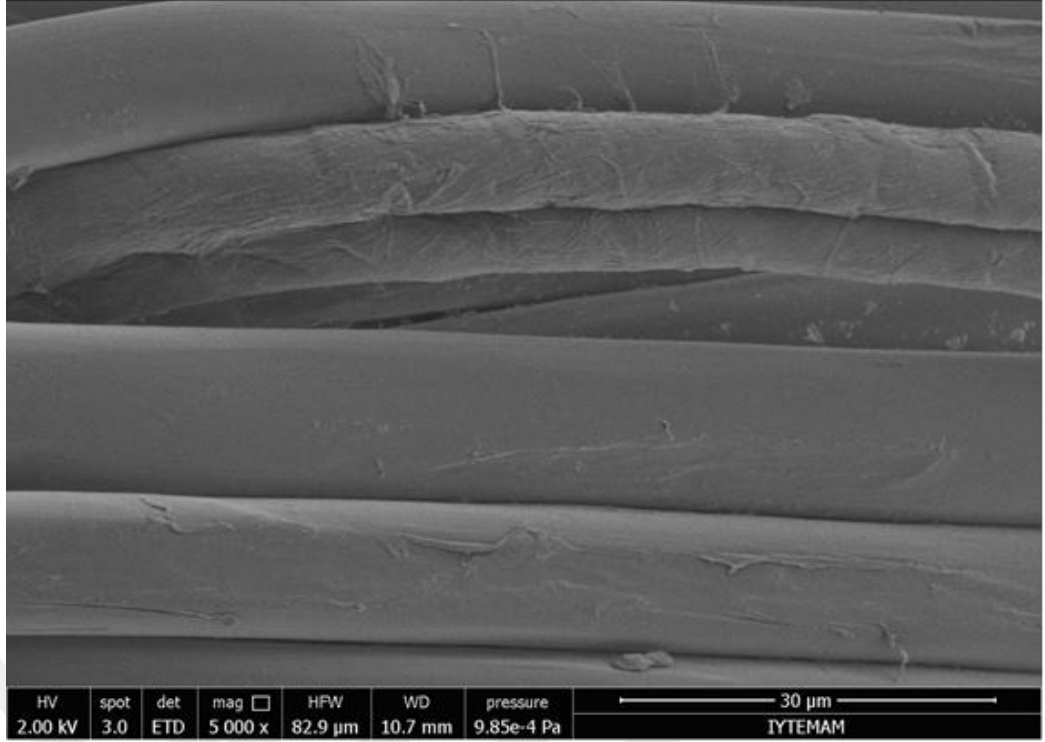
Şekil 4.61 Sabit kir yükü eklenerek, Ref deterjanı ile 25 kez yıkanmış dokuma pamuk (%100) kumaşın taramalı elektron mikroskobu (SEM) görüntüsü



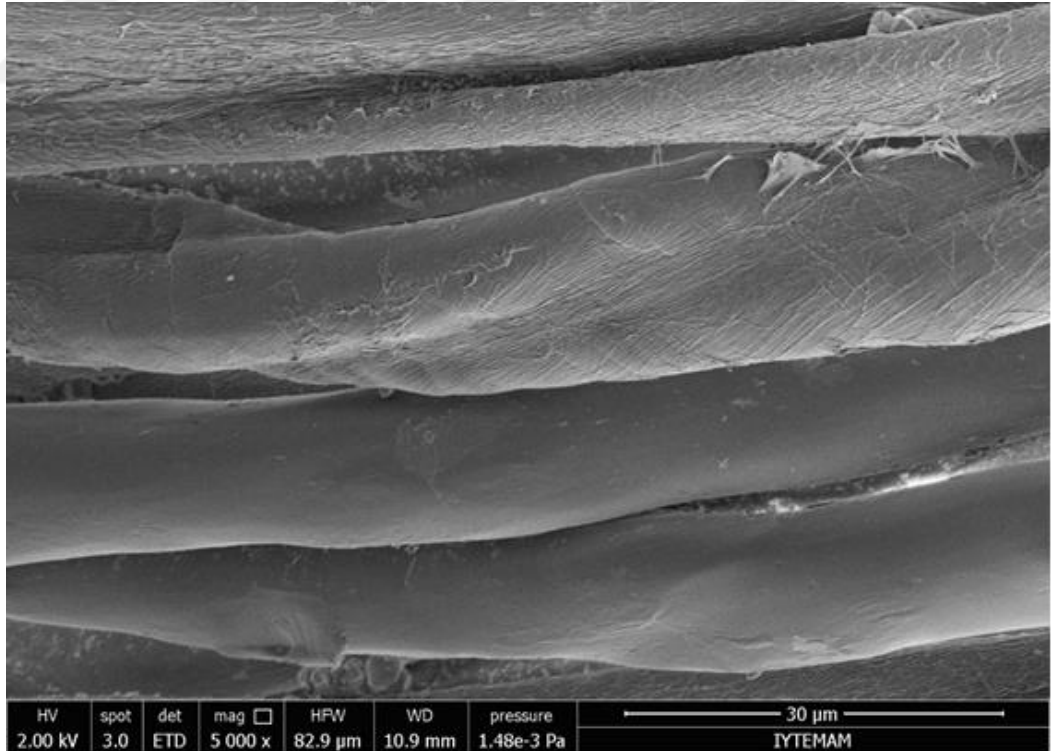
Şekil 4.62 Sabit kir yükü eklenerek, PC10 deterjanı ile 5 kez yıkanmış dokuma pamuk-poliester (%65-%35) kumaşın taramalı elektron mikroskobu (SEM) görüntüsü



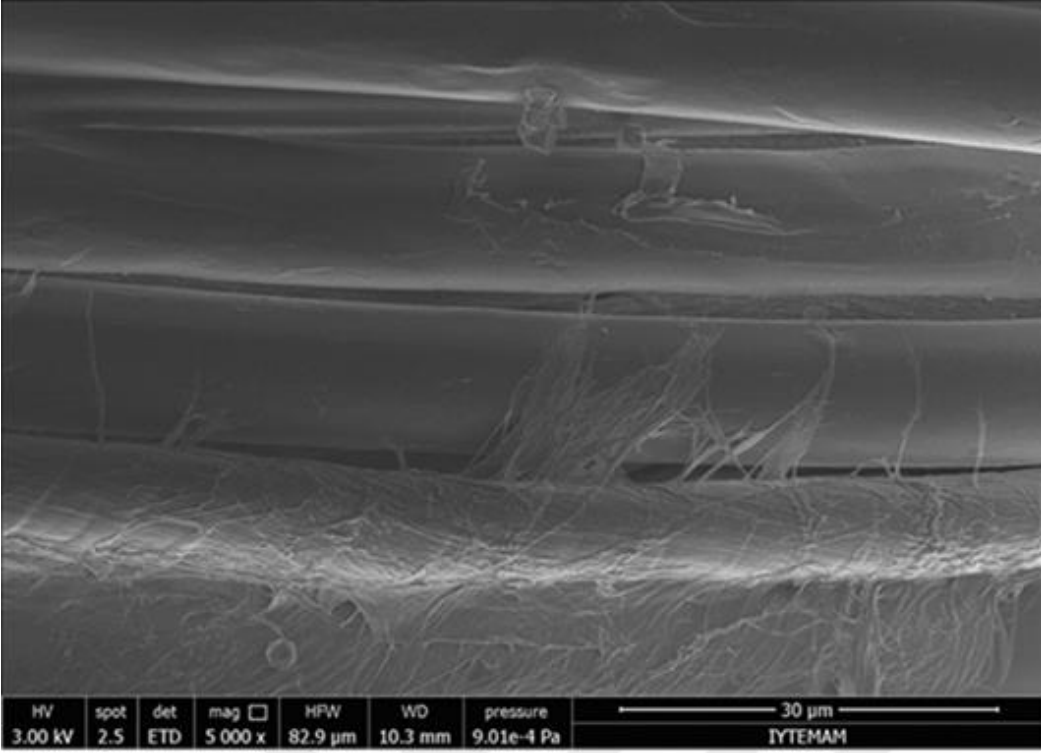
Şekil 4.63 Sabit kir yükü eklenerek, Ref deterjanı ile 5 kez yıkanmış dokuma pamuk-poliester (%65-%35) kumaşın taramalı elektron mikroskobu (SEM) görüntüsü



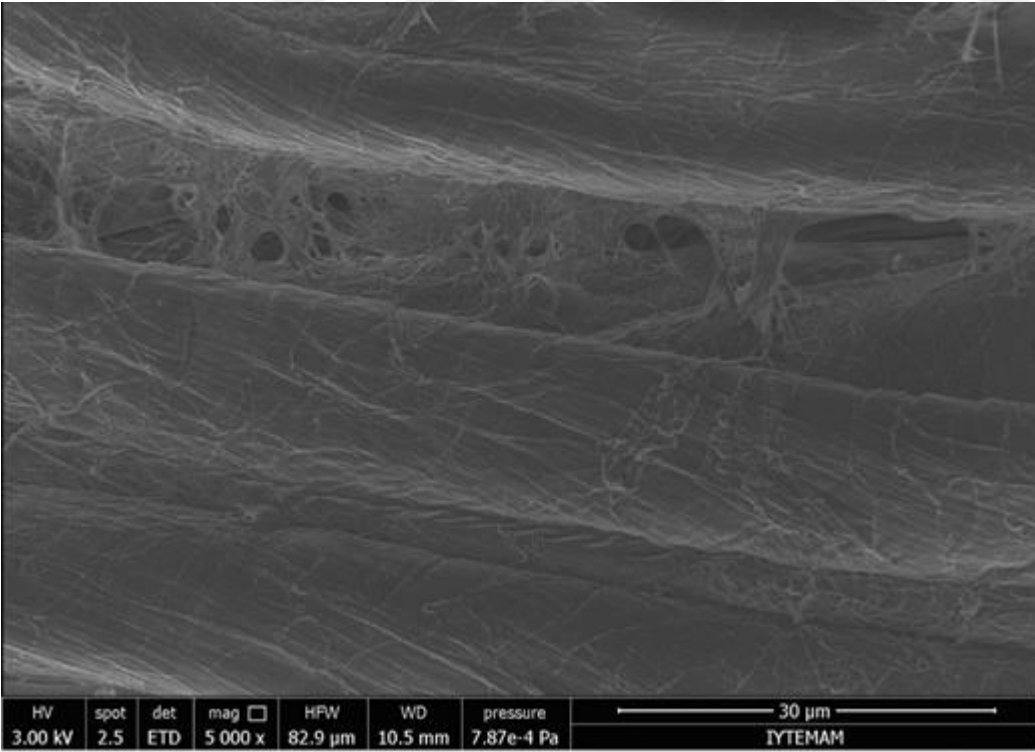
Şekil 4.64 Sabit kir yükü eklenerek, PC10 deterjanı ile 15 kez yıkanmış dokuma pamuk-poliester (%65-%35) kumaşın taramalı elektron mikroskobu (SEM) görüntüsü



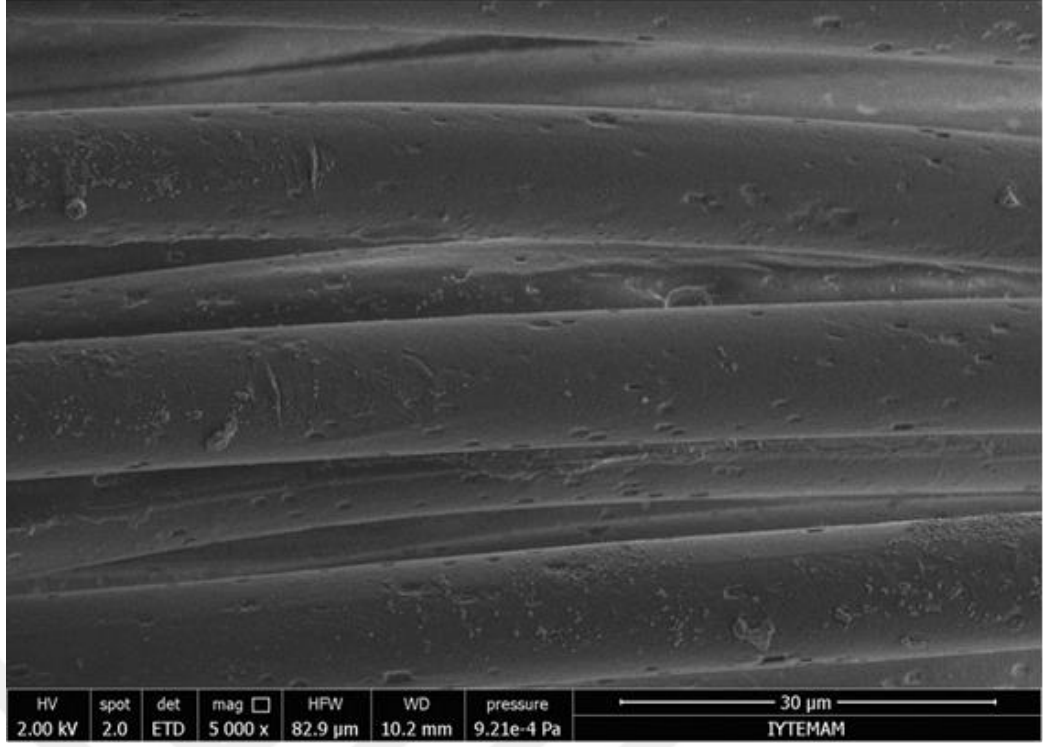
Şekil 4.65 Sabit kir yükü eklenerek, Ref deterjanı ile 15 kez yıkanmış dokuma pamuk-poliester (%65-%35) kumaşın taramalı elektron mikroskobu (SEM) görüntüsü



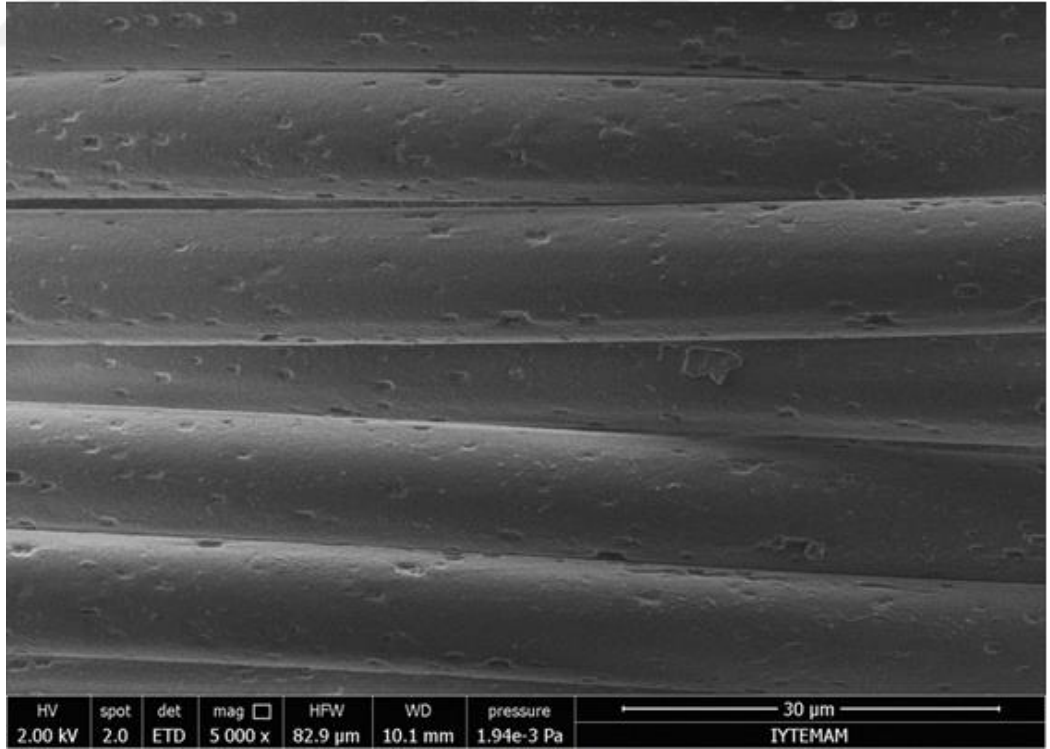
Şekil 4.66 Sabit kir yükü eklenerek, PC10 deterjanı ile 25 kez yıkanmış dokuma pamuk-poliester (%65-%35) kumaşın taramalı elektron mikroskobu (SEM) görüntüsü



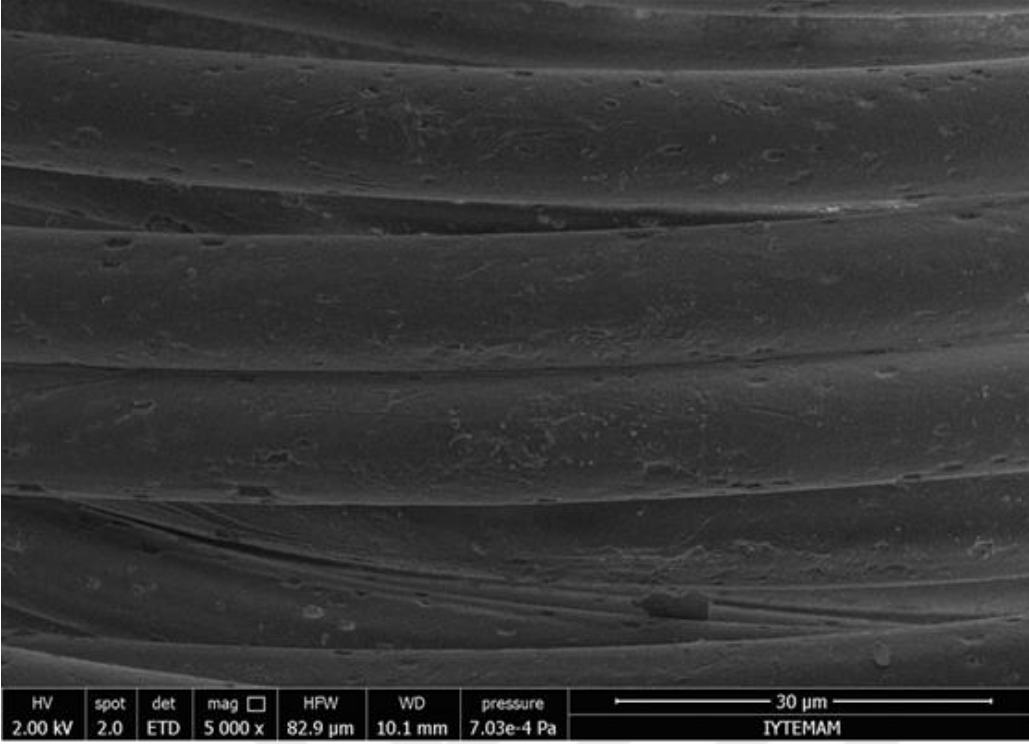
Şekil 4.67 Sabit kir yükü eklenerek, Ref deterjanı ile 25 kez yıkanmış dokuma pamuk-poliester (%65-%35) kumaşın taramalı elektron mikroskobu (SEM) görüntüsü



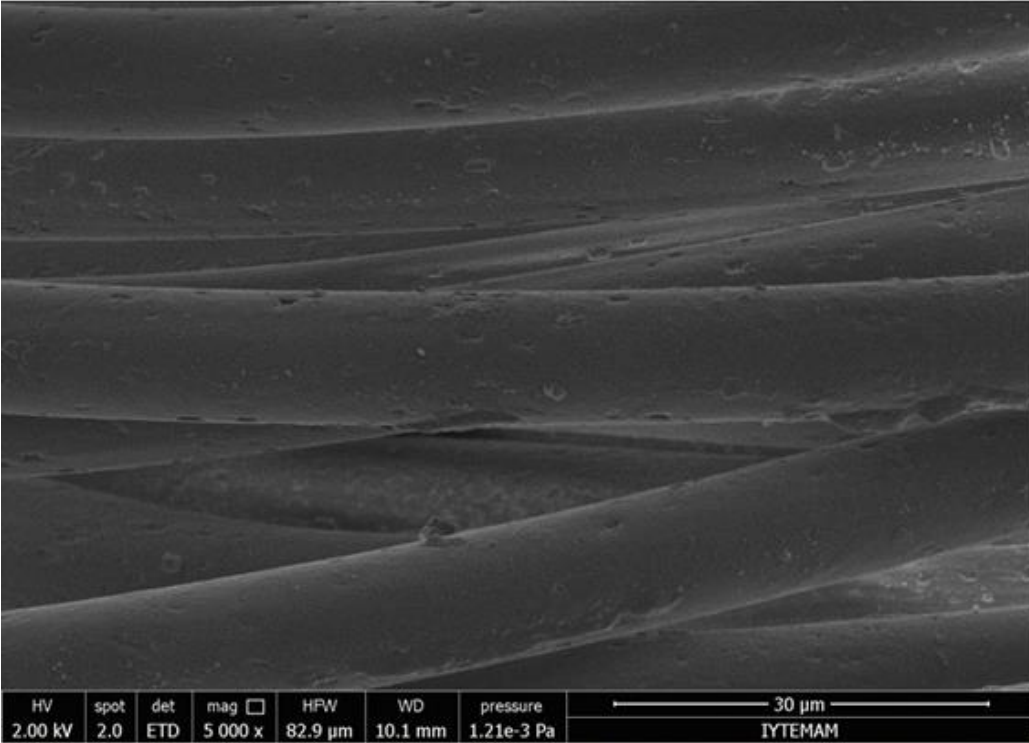
Şekil 4.68 Sabit kir yükü eklenerek, PC10 deterjanı ile 5 kez yıkanmış dokuma poliester (%100) kumaşın taramalı elektron mikroskobu (SEM) görüntüsü



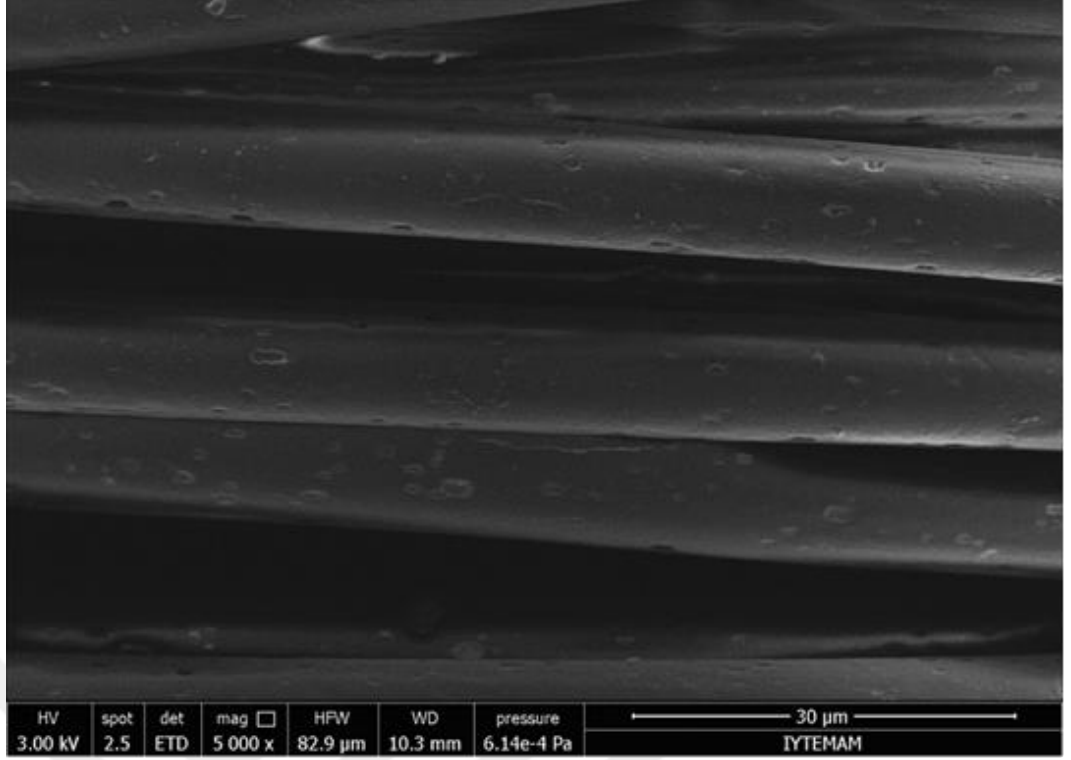
Şekil 4.69 Sabit kir yükü eklenerek, Ref deterjanı ile 5 kez yıkanmış dokuma poliester (%100) kumaşın taramalı elektron mikroskobu (SEM) görüntüsü



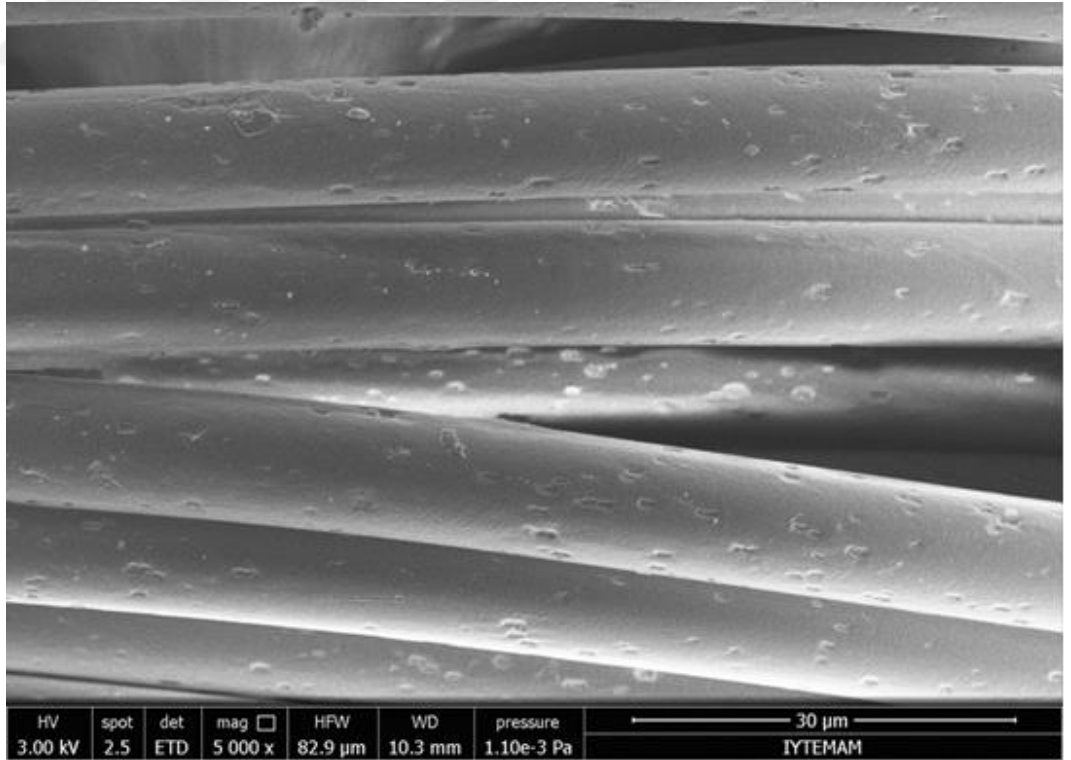
Şekil 4.70 Sabit kir yükü eklenerek, PC10 deterjanı ile 15 kez yıkanmış dokuma poliester (%100) kumaşın taramalı elektron mikroskobu (SEM) görüntüsü



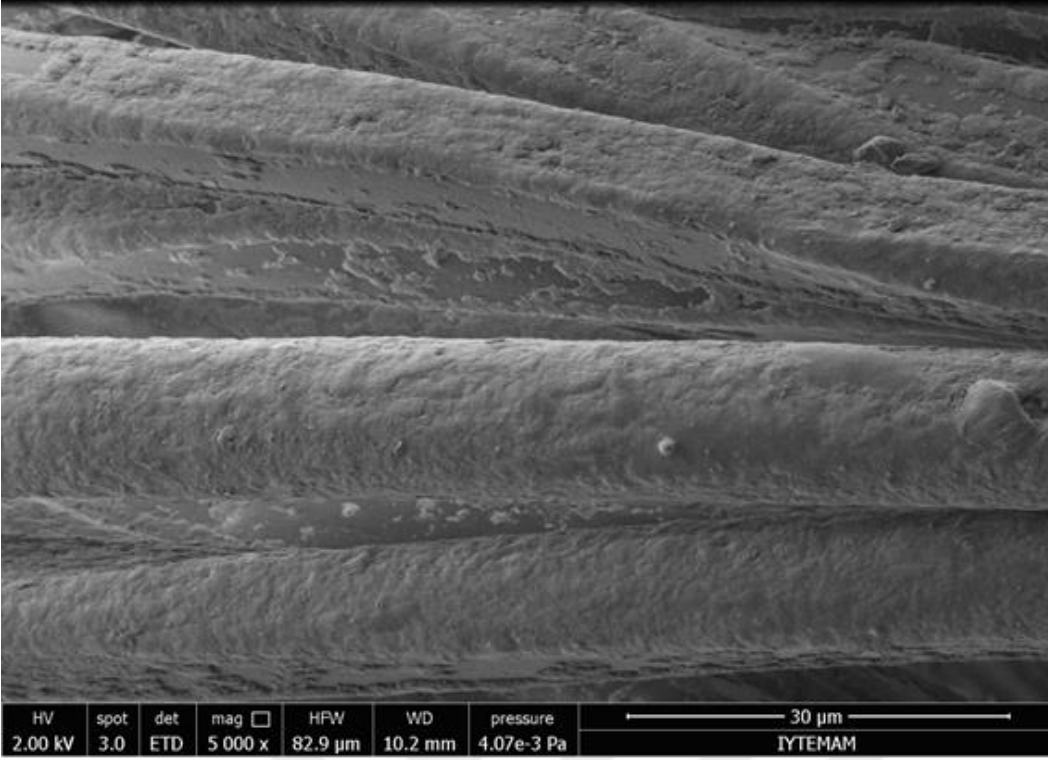
Şekil 4.71 Sabit kir yükü eklenerek, Ref deterjanı ile 15 kez yıkanmış dokuma poliester (%100) kumaşın taramalı elektron mikroskobu (SEM) görüntüsü



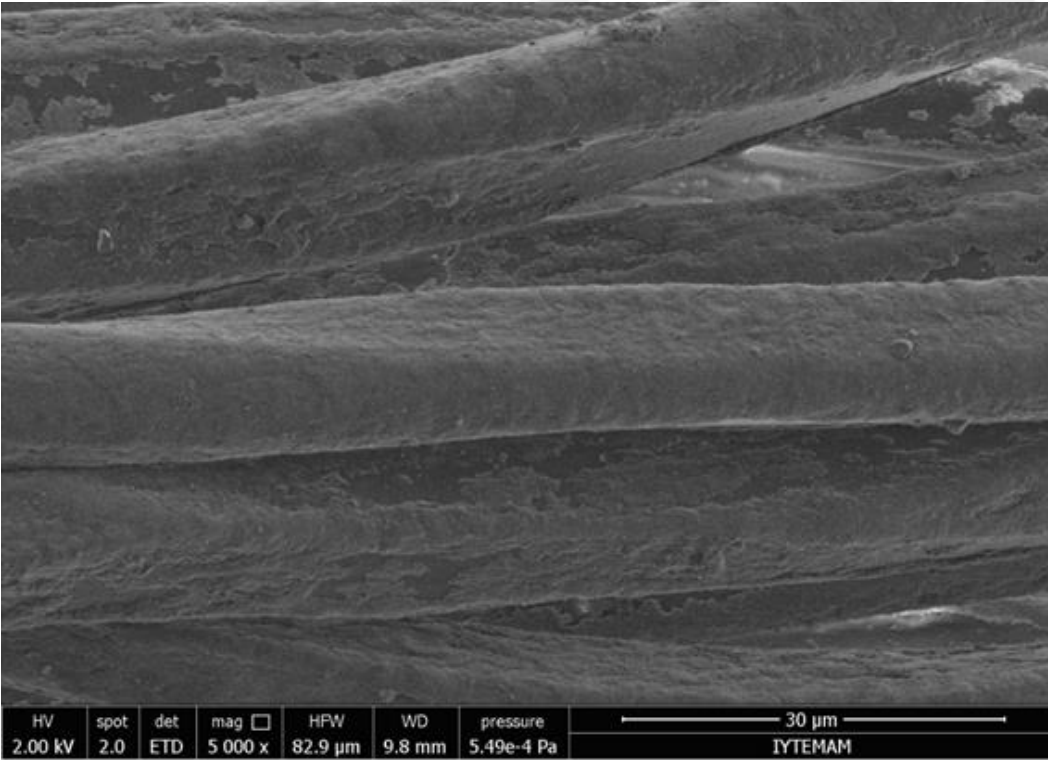
Şekil 4.72 Sabit kir yükü eklenerek, PC10 deterjanı ile 25 kez yıkanmış dokuma poliester (%100) kumaşın taramalı elektron mikroskobu (SEM) görüntüsü



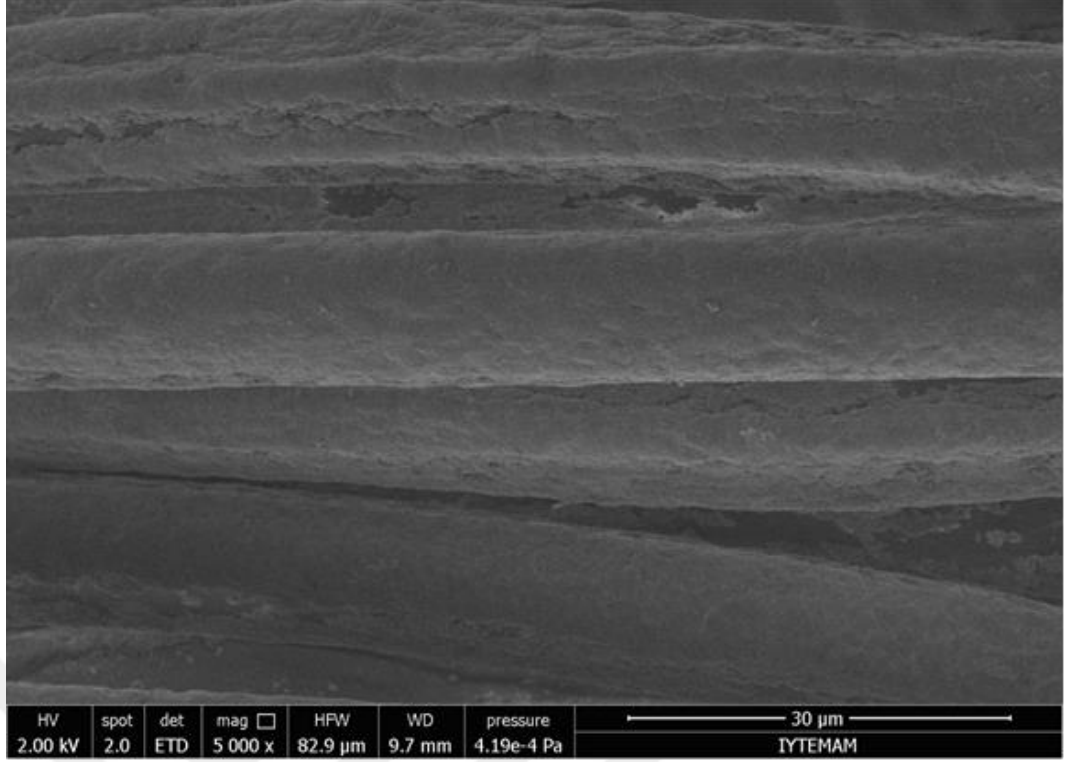
Şekil 4.73 Sabit kir yükü eklenerek, Ref deterjanı ile 25 kez yıkanmış dokuma poliester (%100) kumaşın taramalı elektron mikroskobu (SEM) görüntüsü



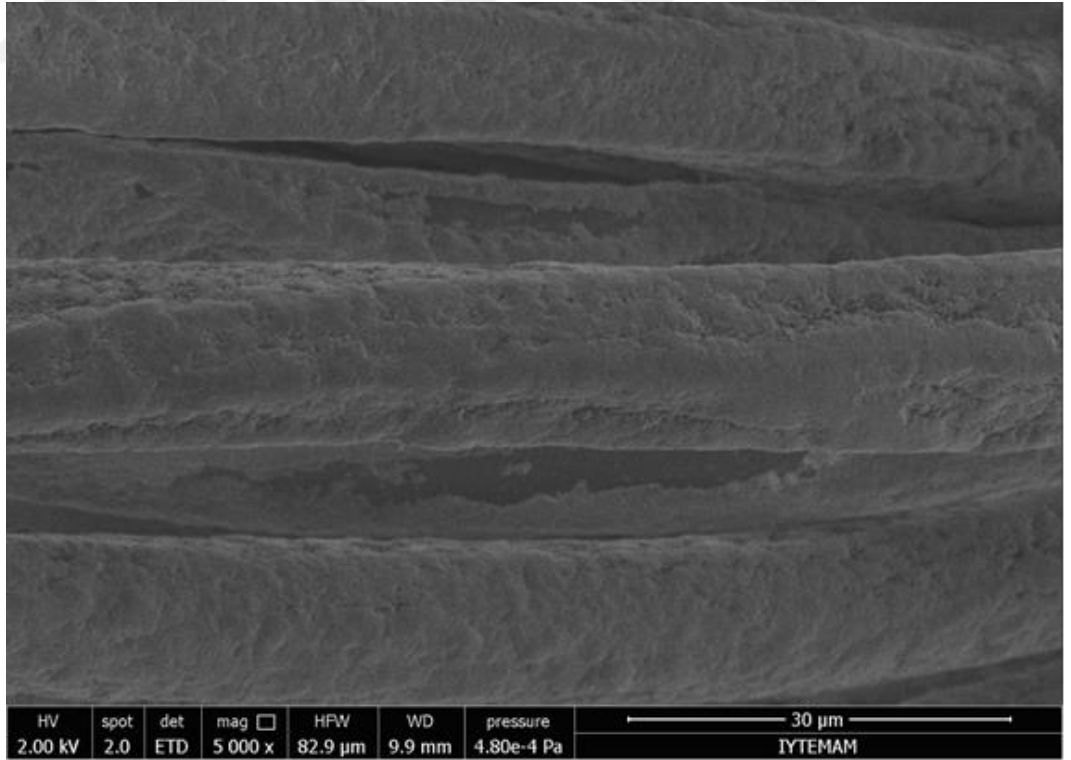
Şekil 4.74 Sabit kir yükü eklenerek, PC10 deterjanı ile 5 kez yıkanmış örme poliamid (%100) kumaşın taramalı elektron mikroskobu (SEM) görüntüsü



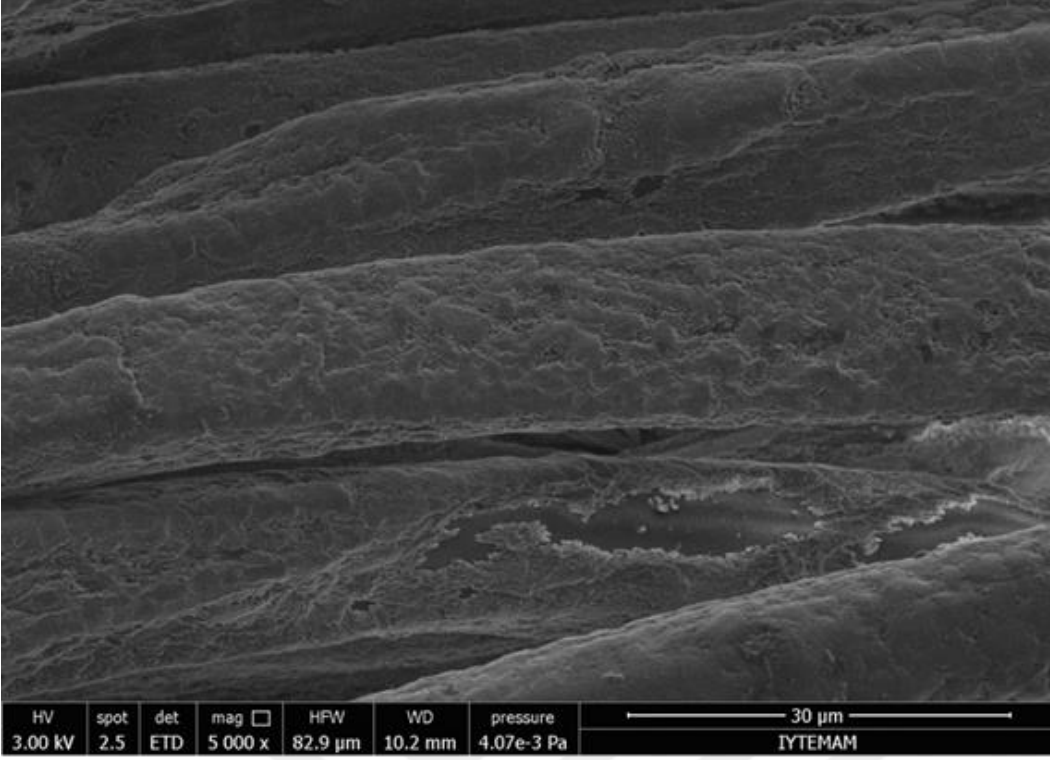
Şekil 4.75 Sabit kir yükü eklenerek, Ref deterjanı ile 5 kez yıkanmış örme poliamid (%100) kumaşın taramalı elektron mikroskobu (SEM) görüntüsü



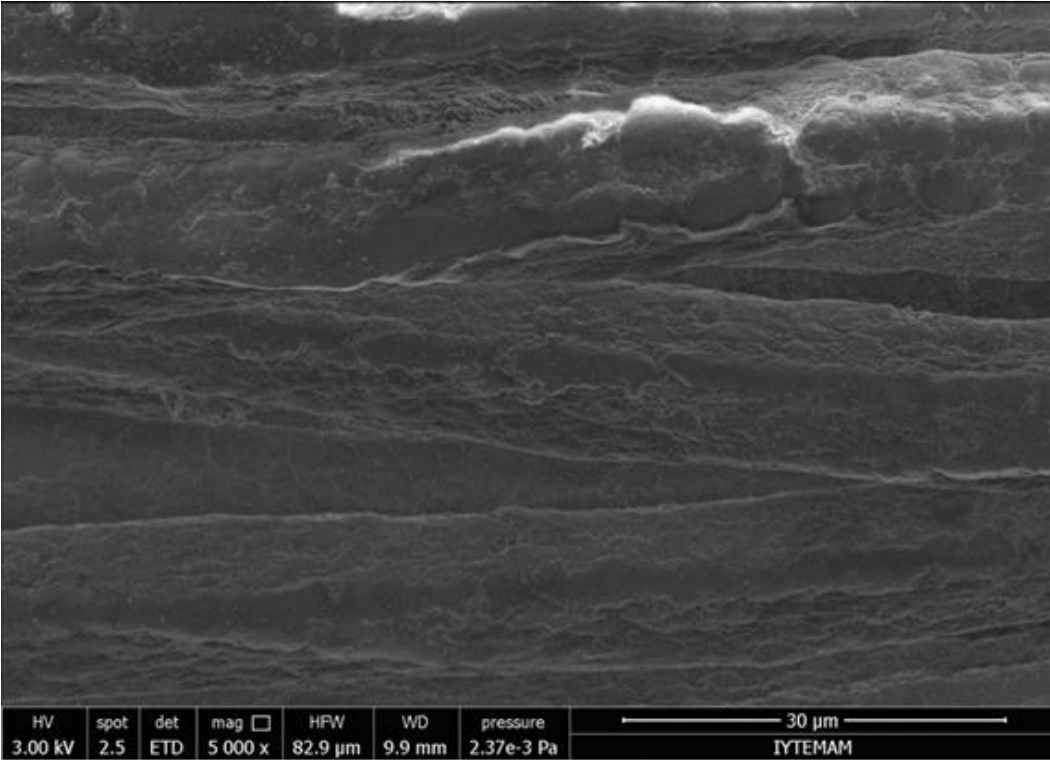
Şekil 4.76 Sabit kir yükü eklenerek, PC10 deterjanı ile 15 kez yıkanmış örme poliamid (%100) kumaşın taramalı elektron mikroskobu (SEM) görüntüsü



Şekil 4.77 Sabit kir yükü eklenerek, Ref deterjanı ile 15 kez yıkanmış örme poliamid (%100) kumaşın taramalı elektron mikroskobu (SEM) görüntüsü



Şekil 4.78 Sabit kir yükü eklenerek, PC10 deterjanı ile 25 kez yıkanmış örme poliamid (%100) kumaşın taramalı elektron mikroskobu (SEM) görüntüsü



Şekil 4.79 Sabit kir yükü eklenerek, Ref deterjanı ile 25 kez yıkanmış örme poliamid (%100) kumaşın taramalı elektron mikroskobu (SEM) görüntüsü

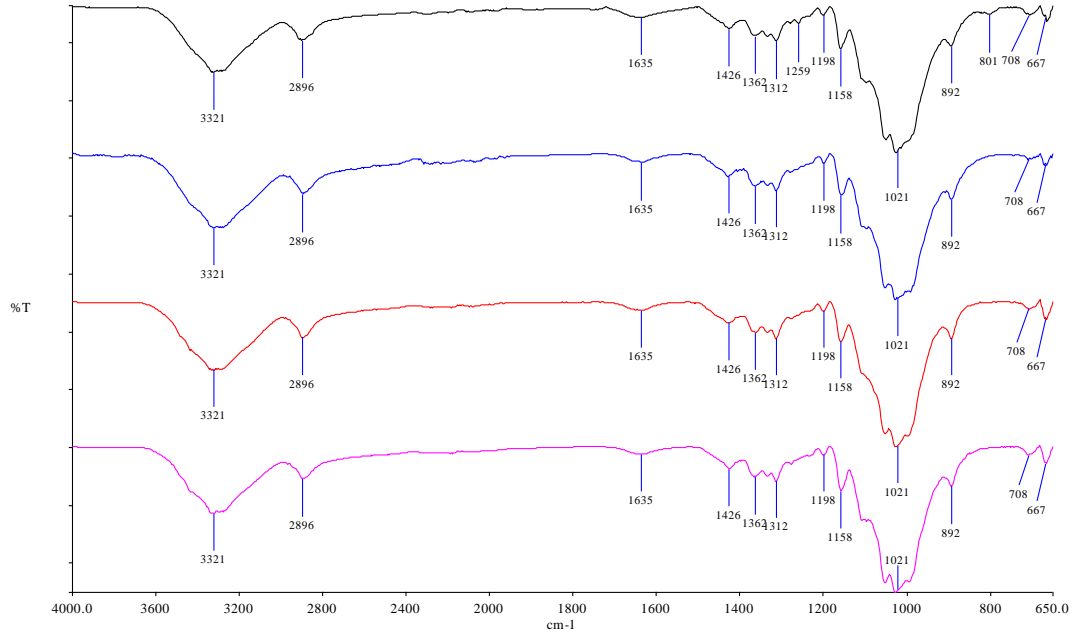
5, 15 ve 25 tekrarlı yıkanmış kumaşların SEM görüntüleri değerlendirildiğinde, Ref deterjanı (%12 perkarbonatlı) ile yıkanmış pamuk kumaşların PC10 deterjanı (%10 perkarbonatlı) ile yıkanmış pamuk kumaşlardan daha fazla yıprandığı görülmektedir. % 2 perkarbonatın mikroskopik düzeyde daha fazla lif hasarı oluşturduğu gözlenmiştir.

Pamuk-poliester kumaşlarda da benzer durum sözkonusudur. Pamuk-poliester kumaşlarda, pamuk lifleri belirgin biçimde yıpranma gösterirken, poliester liflerinde değişiklik gözlenmemektedir.

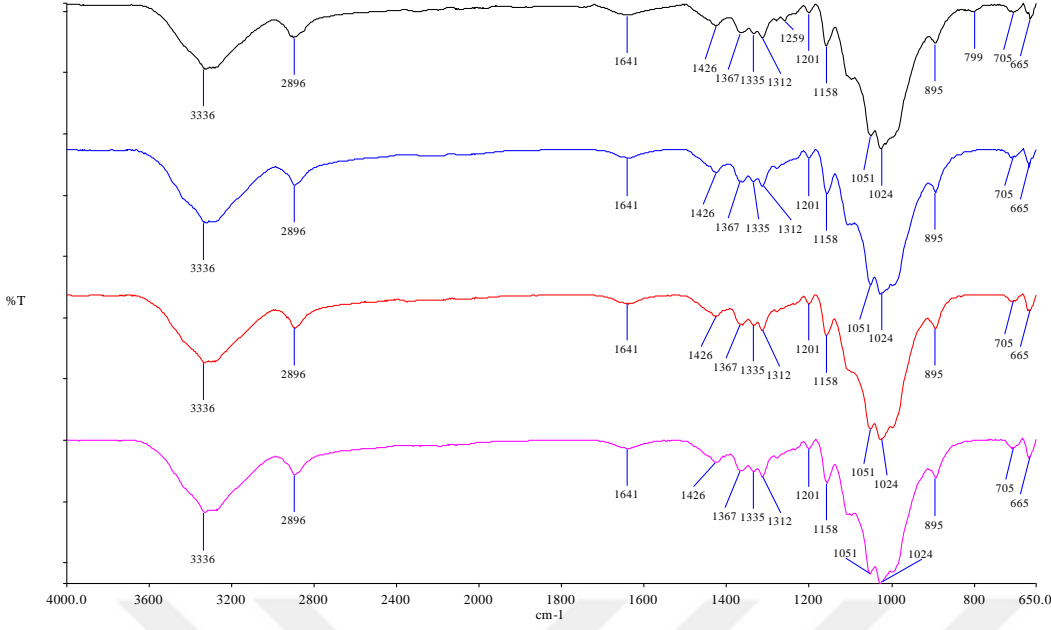
Poliester kumaşlarda, 25 yıkama sonrasında bile liflerde herhangi bir yıpranma gözlenmemiştir.

Poliamid kumaşlarda ise, liflerin yüzeyinin kaplandığı ilk 5 yıkama sonrasında gözlenmektedir. Lif yüzeyindeki kaplanma yıkama sayısının artmasıyla artış göstermektedir. Her iki deterjan yapısında da benzer durum sözkonusudur. SEM EDS analizi ile lifin yüzeyine tutunan elementler saptanmaya çalışılmıştır. Lif yüzeyinde kalsiyum elementi tespit edilmiştir.

4.3.7 FTIR (fourier dönüştürümlü kızılötesi) spektroskopisi sonuçlarının değerlendirilmesi



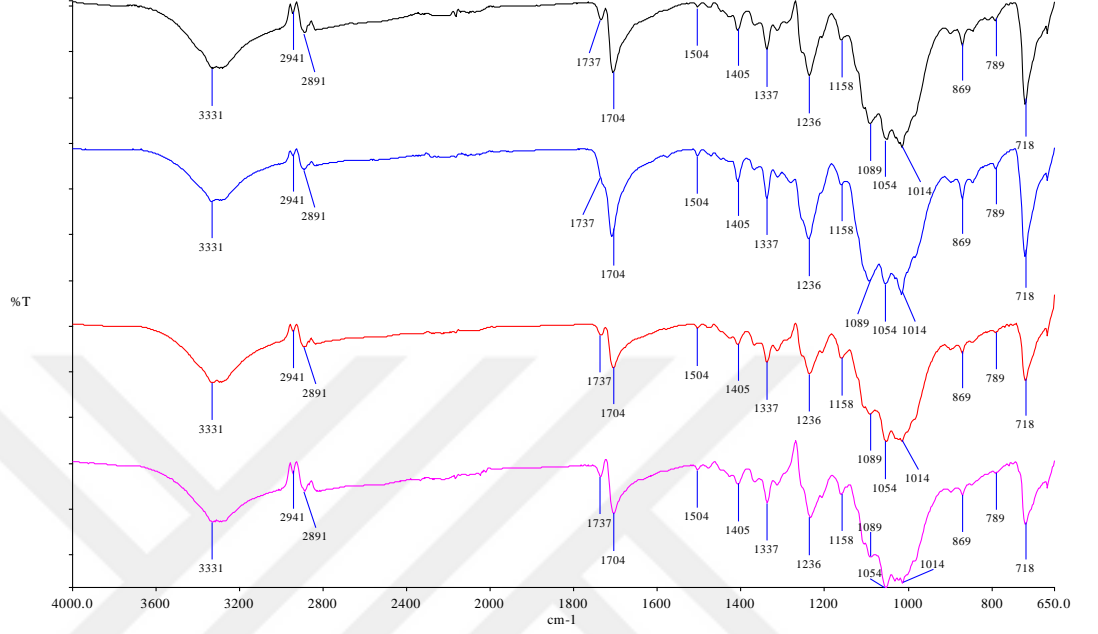
Şekil 4.80 Yıkanmamış ve sabit kir yükü eklenerek, Ref deterjanı ile yıkanmış dokuma pamuk (%100) kumaşın FTIR spektrumu (Siyah: Yıkanmamış, Mavi: 5 defa yıkanmış, Kırmızı:15 defa yıkanmış, Pembe:25 defa yıkanmış)



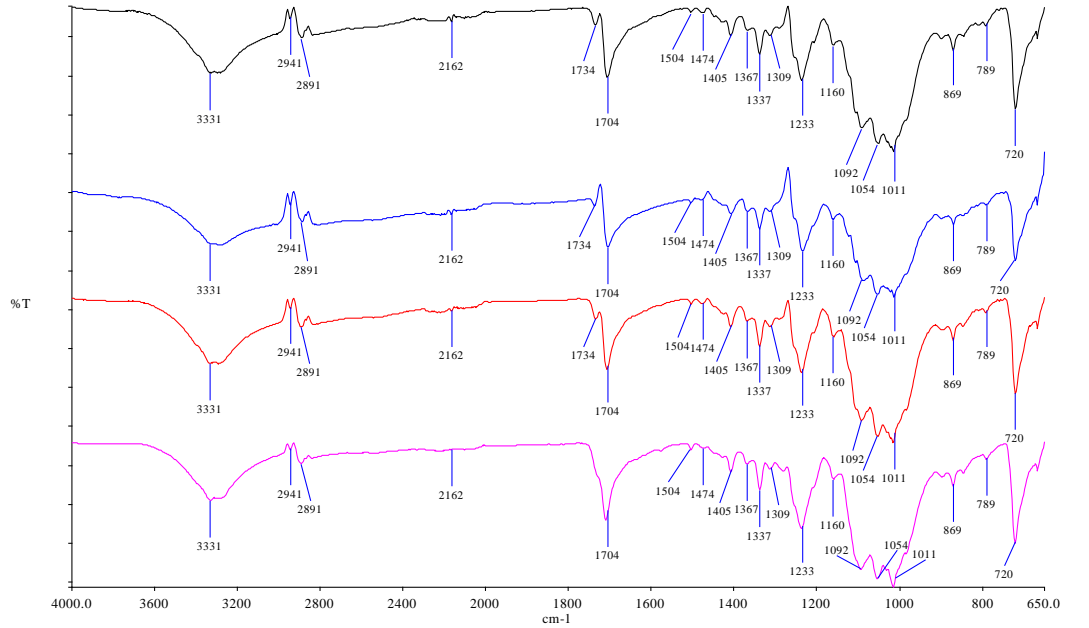
Şekil 4.81 Yıkanmamış ve sabit kir yükü eklenerek, PC10 deterjanı ile yıkanmış dokuma pamuk (%100) kumaşın FTIR spektrumu (Siyah: Yıkanmamış, Mavi: 5 defa yıkanmış, Kırmızı:15 defa yıkanmış, Pembe:25 defa yıkanmış)

Yıkanmamış pamuk kumaşta, 3300 cm^{-1} civarında bulunan geniş pikin OH piki olduğu, 2896 cm^{-1} 'de bulunan pikin CH gerilme piki olduğu, $1635\text{-}1641\text{ cm}^{-1}$ de bulunan pikin ise C=O piki olduğu düşünülmektedir. 1426 cm^{-1} 'de bulunan pikin CH makaslama piki olduğu, 1367 cm^{-1} 'de bulunan pikin CH bükülme piki olduğu, 1335 cm^{-1} , 1312 cm^{-1} ve 1201 cm^{-1} bölgesinde bulunan piklerin C-O pikleri olduğu, 1158 cm^{-1} 'de bulunan pikin C-O-C piki olduğu düşünülmektedir. 1020 cm^{-1} civarında bulunan keskin şiddetli pikin C-H düzlem dışı bükülme piki olduğu düşünülmektedir (Beşergil, 2016; Chung et al, 2004; Abidi et al, 2014; Portella et al, 2016). Literatürde, 895 cm^{-1} 'de bulunan pikin, monosakkaritler arasında bulunan β -glikozidik bağına ait olduğu ifade edilmektedir (Abidi et al, 2014; Portella et al, 2016). Parmak izi bölgesinde 665 cm^{-1} 'de bulunan pikin O-H düzlem dışı bükülme piki olduğu (Abidi et al, 2014), 705 cm^{-1} 'de ve 799 cm^{-1} 'de bulunan zayıf piklerin ise benzende bulunan -C-H düzlem dışı bükülme (University of Delaware, 2017) pikleri olduğu düşünülmektedir. Yıkanmış kumaşlarda da benzer pikler gözlenmektedir. Yıkanmamış ve yıkanmış pamuk kumaşların FTIR spektrumları bir arada değerlendirildiğinde, yıkanmamış pamuk kumaşta 799 cm^{-1} de bulunan -C-H pikinin yıkanmış kumaşlarda kaybolduğu görülmektedir. Bu durum, pamuk kumaşta -C-H bağlarının bir kısmının kırıldığını ifade etmektedir. Yıkama işlemleri ile fonksiyonel grupların değişmediği ancak miktarının farklılaştığı söylenebilir.

Yıkanmış kumaşlarda transmisyon değerlerinin yıkanmamış kumaşa göre daha düşük olması nedeniyle, fonksiyonel grupların miktarının arttığı düşünülmektedir. 1200-1300 bölgesinde görülen C-O piklerinde de spektral kaymalar olduğu gözlenmektedir.

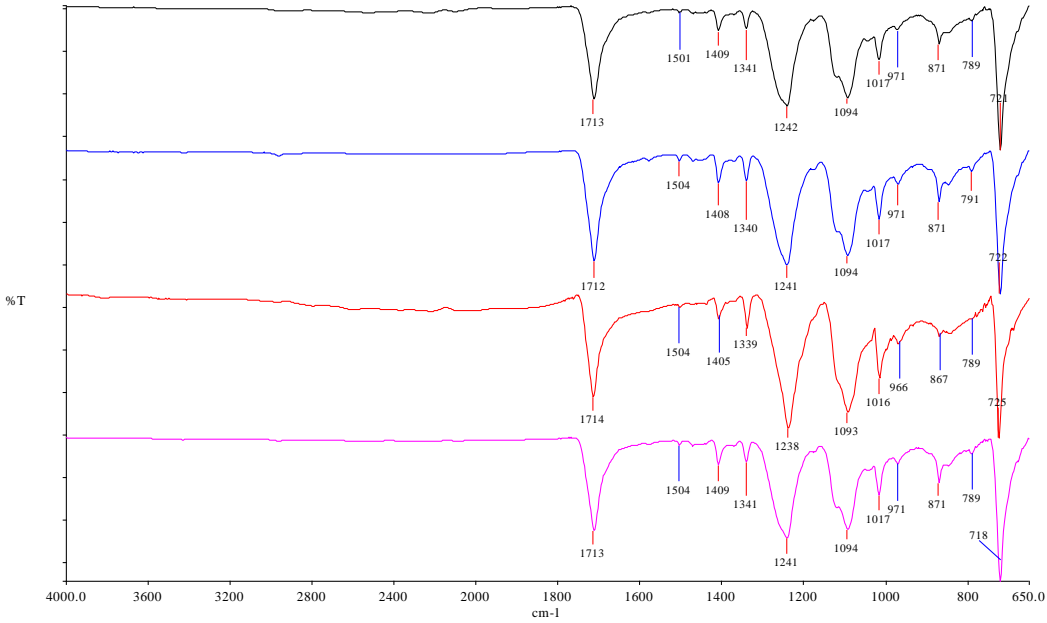


Şekil 4.82 Yıkanmamış ve sabit kir yükü eklenerek, Ref deterjanı ile yıkanmış dokuma pamuk-poliester (%65-%35) kumaşın FTIR spektrumu (Siyah: Yıkanmamış, Mavi: 5 defa yıkanmış, Kırmızı: 15 defa yıkanmış, Pembe: 25 defa yıkanmış)

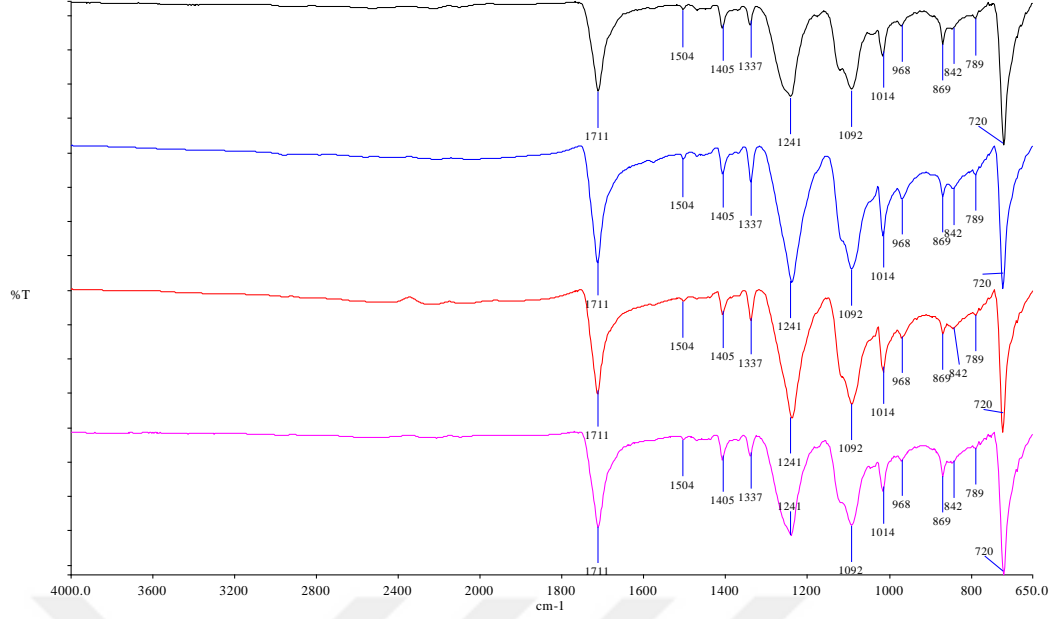


Şekil 4.83 Yıkanmamış ve sabit kir yükü eklenerek, PC10 deterjanı ile yıkanmış dokuma pamuk-poliester (%65-%35) kumaşın FTIR spektrumu (Siyah: Yıkanmamış, Mavi: 5 defa yıkanmış, Kırmızı: 15 defa yıkanmış, Pembe: 25 defa yıkanmış)

Yıkanmamış pamuk-poliester kumaşta, 3331 cm^{-1} 'de bulunan geniş pikin OH piki olduğu, 2941 cm^{-1} ve 2891 cm^{-1} 'de bulunan piklerin CH gerilme piki olduğu, 1704 cm^{-1} de bulunan pikin ise C=O piki olduğu düşünülmektedir. 1504 cm^{-1} 'de bulunan pikin halka yapısına ait C-H düzlem dışı titreşim piki olduğu (Mutkuhumar et al, 2012), 1405 cm^{-1} 'de bulunan pikin C-H makaslama piki olduğu, 1337 cm^{-1} bölgesinde bulunan piklerin O-H düzlem içi bükülme pikleri olduğu, 1236 cm^{-1} 'de bulunan pikin C=O ester gerilme piki olduğu (Palaskar et al, 2011), 1158 cm^{-1} 'de bulunan pikin C-O-C piki olduğu düşünülmektedir. 1089 , 1054 ve 1011 cm^{-1} civarında bulunan şiddetli pikin ise C-H düzlem dışı bükülme piki olduğu düşünülmektedir (Beşergil,2016; Chung et al, 2004; Abidi et al, 2014; Mutkuhumar et al, 2012,). Parmak izi bölgesinde 718 cm^{-1} 'de bulunan pikin C-H düzlem dışı bükülme piki olduğu, 799 cm^{-1} 'de ve 869 cm^{-1} 'de bulunan zayıf piklerin ise benzende bulunan -C-H düzlem dışı bükülme (University of Delaware, 2017) pikleri olduğu düşünülmektedir. Yıkanmamış ve yıkanmış pamuk-poliester kumaşların FTIR spektrumları bir arada değerlendirildiğinde, yeni oluşan ya da kaybolan pik gözlenmemiştir. Bazı yıkama işlemleri sonrasında 1734 cm^{-1} ya da 1737 cm^{-1} 'de görülen C=O piklerinin azaldığı görülmektedir. Yıkama işlemleri ile fonksiyonel grupların değişmediği ancak miktarının farklılaştığı söylenebilir. Yıkanmış kumaşlarda transmisyon değerlerinin yıkanmamış kumaşa göre daha düşük olması nedeniyle, fonksiyonel grupların miktarının arttığı düşünülmektedir.

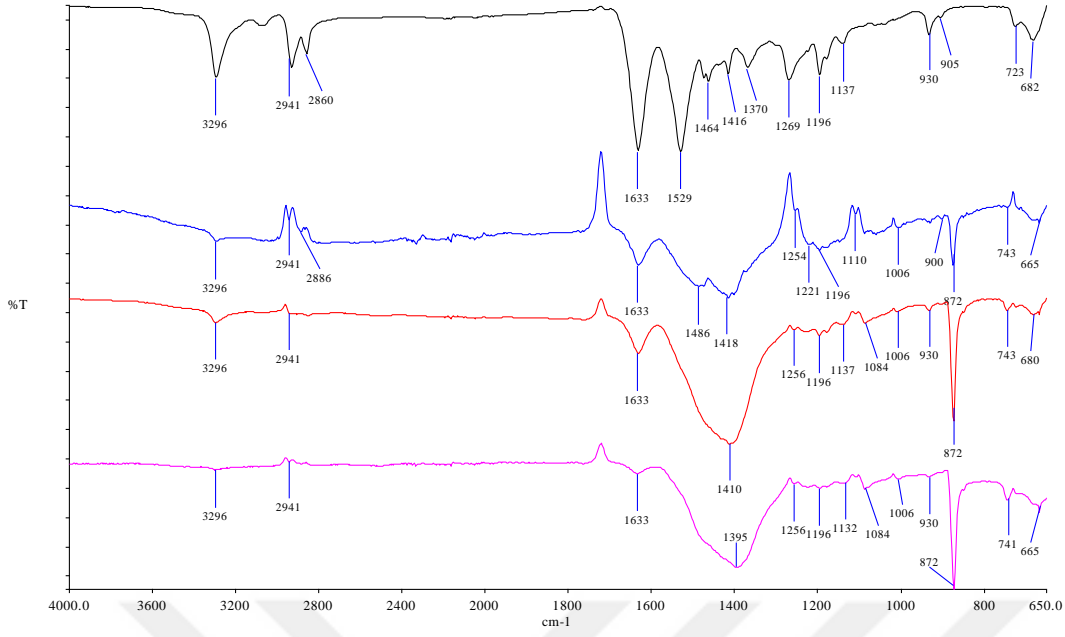


Şekil 4.84 Yıkanmamış ve sabit kir yükü eklenerek, Ref deterjanı ile yıkanmış dokuma poliester (%100) kumaşın FTIR spektrumu (Siyah: Yıkanmamış, Mavi: 5 defa yıkanmış, Kırmızı:15 defa yıkanmış, Pembe:25 defa yıkanmış)

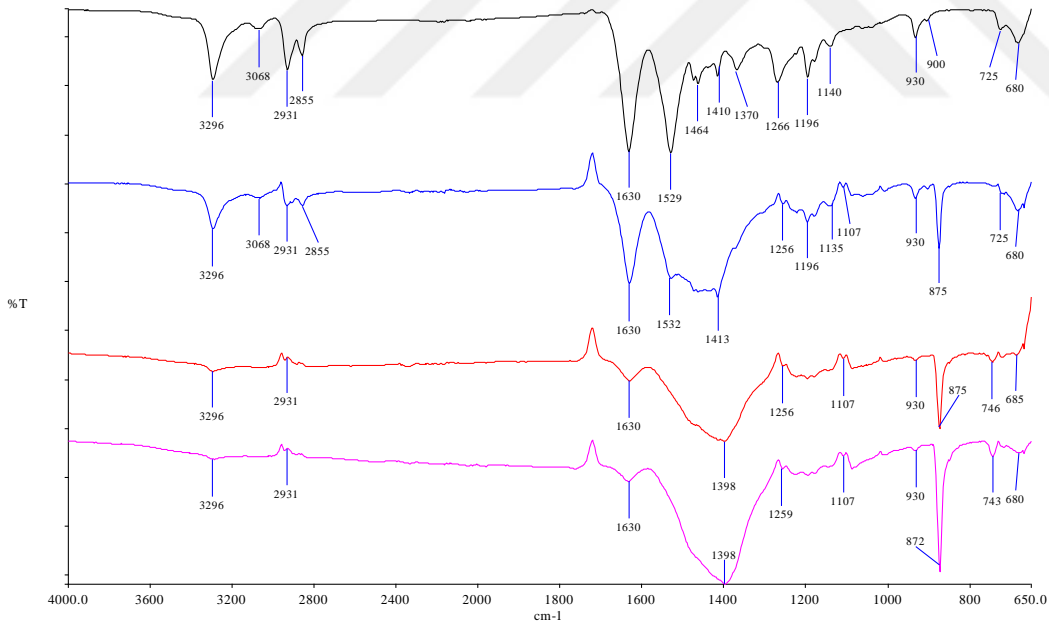


Şekil 4.85 Yıkanmamış ve sabit kir yükü eklenerek, PC10 deterjanı ile yıkanmış dokuma poliester (%100) kumaşın FTIR spektrumu (Siyah: Yıkanmamış, Mavi: 5 defa yıkanmış, Kırmızı:15 defa yıkanmış, Pembe:25 defa yıkanmış)

Yıkanmamış poliester kumaşta, 1710 cm^{-1} civarında bulunan keskin şiddetli pikin C=O piki olduğu düşünülmektedir. 1505 cm^{-1} 'de bulunan pikin halka yapısına ait gerilme piki olduğu, 1409 cm^{-1} 'de bulunan pikin aromatik zincir gerilmesine ait olduğu düşünülmektedir (Chen et al, 2012). 1341 cm^{-1} 'de bulunan keskin pikin, glikol grup izomerine ait CH_2 grubunun sallanma titreşimini gösterdiği düşünülmektedir. 1242 cm^{-1} 'de bulunan keskin şiddetli pikin halka yapısında bulunan ester yapısına ait düzlem içi C-O piki olduğu; 1094 cm^{-1} 'de bulunan keskin şiddetli pikin ise C-O glikol simetrik gerilme piki olduğu düşünülmektedir (Cole et al, 2002). 1017 cm^{-1} 'de bulunan pikin C-H düzlem içi gerilme piki; 871 cm^{-1} 'de bulunan pikin halka yapısına ait C-H düzlem dışı deformasyon piki, 721 cm^{-1} 'de bulunan pikin ise C-H (doymamış) gerilme titreşimi (Inuwa et al, 2014) piki olduğu düşünülmektedir. Yıkanmamış ve yıkanmış poliester kumaşların FTIR spektrumları bir arada değerlendirildiğinde, yeni oluşan ya da kaybolan pik gözlenmemiştir.



Şekil 4.86 Yıkanmamış ve sabit kir yükü eklenerek, Ref deterjanı ile yıkanmış örme poliamid (%100) kumaşın FTIR spektrumu (Mavi: Yıkanmamış, Kırmızı: 5 defa yıkanmış, Pembe:15 defa yıkanmış, Sarı:25 defa yıkanmış)



Şekil 4.87 Yıkanmamış ve sabit kir yükü eklenerek, PC10 deterjanı ile yıkanmış örme poliamid (%100) kumaşın FTIR spektrumu (Siyah: Yıkanmamış, Mavi: 5 defa yıkanmış, Kırmızı:15 defa yıkanmış, Pembe:25 defa yıkanmış)

Yıkanmamış poliamid kumaşta, 3296 cm^{-1} 'de bulunan keskin şiddetli pikin N-H gerilme piki, 2932 cm^{-1} ve 2859 cm^{-1} 'de bulunan piklerin ise asimetric ve simetric C-H gerilme pikleri olduğu düşünölmektedir (Elsabee et al, 2012; Shen et al, 2010). 1633 cm^{-1} 'de bulunan keskin şiddetli pik amid bağına ait C=O gerilmesini, 1527 cm^{-1} 'de bulunan keskin şiddetli pik ise yine amid bağına ait N-H bükölmesini göstermektedir (Elsabee et al 2012; Shen et al, 2010; Charles et al, 2009). 1463 ve 1416 cm^{-1} 'de bulunan pikler CH_2 bükölme titreşimini göstermektedir. (Porubska et al, 2012). Oldham ve arkadaşlarının yaptığı çalışmaya göre 1369 cm^{-1} 'de gözlenen pik amid bağına ait N-C=O ve CH_2 sallanma titreşimidir (Oldham et al, 2010). Aynı çalışmaya göre, 1369 , 1270 ve 1196 cm^{-1} 'de gözlenen piklerin amid bağına ait N-C=O+ CH_2 sallanma titreşimi olduğu düşünölmektedir. 1140 cm^{-1} 'de bulunan pikin C=O grubunun açısıl deformasyon piki (Navarro-Pardo et al, 2013), 933 cm^{-1} 'de bulunan pikin, düzlemsel konformasyonda C-C=O gerilme piki olduğu (Porubska et al, 2012) düşünölmektedir.

Yıkanmış kumaşların FTIR spektrumlarında belirgin değişim gözlenmektedir. Poliamid kumaşın karakteristik piki olan ve yıkanmamış poliamid kumaşta 1527 cm^{-1} 'de keskin şiddetli olarak gözlenen amid bağına ait N-H bükölme/ C-N gerilme pikinin, yıkama işlemleri sonrasında deforme olduğu, spektral olarak kaydığı ve pik yoğunluğunun arttığı görölmektedir. Bu durumda, literatürde amid II bağı olarak verilen primer ya da sekonder aminlere ait C-N ve C(O)-N-H bağlarının arttığı düşünölmektedir.

Bunun yanısıra yıkanmış poliamid kumaşların hepsinde $873\text{-}876\text{ cm}^{-1}$ bölgesinde keskin şiddetli pik oluşumu vardır. Literatüre göre bu bölgede gözlenen pik kalsiyum karbonata aittir (Reig et al, 2002). Bu pikin, CaCO_3 piki olduğu FTIR cihazının spektral tarama kütüphanesiyle de doğrulanmıştır.

Yıkanmamış poliamid kumaşta, 3296 cm^{-1} 'de bulunan keskin, şiddetli N-H gerilme pikinin ve 2932 cm^{-1} , 2859 cm^{-1} 'de bulunan asimetric ve simetric C-H gerilme piklerinin yıkama sayısının artması ile yoğunluğunun azaldığı görölmektedir. Bu nedenle, bu bölgedeki N-H ve C-H bağlarında kırılmalar olduğu düşünölmektedir.



5 GENEL SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Bu tezde beyaz kumaşların yıkama sırasında beyazlatılması/parlatılması amacıyla deterjan formülasyonlarına eklenen ağartma sistemi, floresan beyazlatma maddeleri ve nüanslama boya ları gibi maddelerin yıkanmış tekstil yüzeylerini beyazlatma/parlatma etkisi incelenmiştir. Bu amaçla piyasada en çok kullanılan, farklı tekstil liflerinden (pamuk, pamuk-poliester, poliester, poliamid) oluşan yıkama yükü ve özel olarak hazırlanan deterjan formülleri ile tekrarlı yıkama işlemleri yapılmıştır. Deterjan formülasyonunda, farklı oranlarda nüanslama boya ları ve floresan beyazlatıcı maddeler kullanılarak, beyazlıktan ödün vermeden formülasyonda bulunan ağartıcı sistemin azaltılması veya tamamen kaldırılması için optimum koşullar elde edilmeye çalışılmıştır.

Ev tipi çamaşır makinelerinde kullanılmak üzere tasarlanmış, ekonomik ve premium toz deterjan bileşimlerinin, deney planında belirlenen formülleri ile yapılan yıkamalara ait sonuçlar üç kısım halinde verilmiştir. İlk kısımda ekonomik toz deterjan formülleri ile yapılan yıkamalar sonucunda elde edilen beyazlık indisi değerlendirmeleri yer almaktadır. İkinci kısımda, premium toz deterjan formülleri ile temiz yıkama yükü kullanılarak yapılan 10 tekrarlı yıkamalar sonucunda elde edilen beyazlık indisi değerlendirmeleri ve buna göre yapılan formül optimizasyonu yer almaktadır. Son kısımda ise, premium deterjan için belirlenmiş optimum formül (PC10) ve premium deterjanın mevcut hali (REF) ile standart kirli test bezleri (SBL 2004) kullanılarak yapılan 25 tekrarlı yıkamalar sonucunda elde edilen beyazlık indisi değerlendirmeleri, mukavemet testleri, ışık haslığı testi, XPS, SEM, FTIR değerlendirmeleri yer almaktadır.

Premium deterjan formüllerinde perkarbonat miktarı % 16'dan, % 12'ye, %10'a ve % 8'e azaltılmış, Asit Viyole 50, Direkt Viyole 9, Dispers Viyole 28 nüanslama boya larının ve distiril bifenil yapısındaki floresan beyazlatma maddelerinin oranları artırılarak aynı beyazlık katkısı elde edilmeye çalışılmıştır. Belirlenen deterjan formülleri ile yapılan 10 tekrarlı yıkama işlemleri sonrasında, en yüksek beyazlık indisi sağlayan formül optimum formül kabul edilmiştir.

Yapılan çalışma sonucunda, beyazlatma/parlatma performansından ödün vermeden, ekonomik deterjan formülünde ağartıcı sistem tamamen deterjan formülünden çıkarılmış, premium deterjan formülünde ise ağartıcı sistem %10' a düşürülmüştür.

Premium deterjan için belirlenmiş, optimum formül ve referans formül bileşiminde deterjanlarla, pamuk, pamuk-poliester, poliester, poliamid kumaşlardan oluşan yıkama yükü ile 25 tekrarlı yıkama işlemleri yapılmıştır. Bu yıkamalarda, yıkama yükü içerisine sabit kir yükü oluşturacak standart kirli test bezleri eklenmiştir. 1, 5, 10, 15, 20 ve 25 yıkama sonrası kumaşlarda meydana gelen değişimler çeşitli testler ile değerlendirilmiştir.

Dispers Viyole 28 (DV28) nüanslama boyasının % 0,0105 oranında kullanıldığı PC10 kodlu deterjan bileşimi, Direkt Viyole (DV9) nüanslama boyasının % 0,25 kullanıldığı Ref kodlu deterjan bileşiminden daha yüksek beyazlık indisi sağlamıştır. PC10 kodlu deterjan bileşiminde % 10, Ref kodlu deterjan bileşiminde ise % 12 ağartıcı sistem bulunmaktadır. PC10 kodlu deterjan bileşiminin ağartma sistemi ve nüanslama boyası miktarı daha az olmasına karşın, daha yüksek beyazlık indisi sağlaması DV28 nüanslama boyasının yıkama yükü içerisindeki tüm liflere afinitesinin DV9'a göre daha fazla olması ile açıklanmıştır.

Kumaşların yıkanmasında kullanılan Ref ve PC10 kodlu deterjanların her ikisi de aynı miktarda floresan beyazlatma maddesi içermektedir. Aynı kumaş tipinde ve aynı yıkama koşulunda elde edilen farklı ışık haslığı değerleri, nüanslama boyalarının ışığa karşı gösterdiği direncin farklı olmasından kaynaklanmaktadır. Işık haslığı testi sonucuna göre, Ref kodlu deterjanda kullanılan DV9 nüanslama boyasının ışığa karşı direncinin, PC10 kodlu deterjanda kullanılan DV28 nüanslama boyasından daha iyi olduğu söylenebilir. Floresan beyazlatma maddelerinin ışığa karşı hassas olmaları nedeniyle, FWA bulunduran pamuklu tekstillerin ışık haslığı değerlerinin düşük olduğu bilinmektedir. Bu nedenle, her iki deterjanla yıkanmış pamuk ve pamuk-poliester kumaşlarda ışık haslığı değerleri düşük olarak saptanmıştır.

Kopma mukavemeti testi sonuçlarına göre, her iki deterjanla yapılan yıkama işlemleri sonrasında meydana gelen mukavemet kaybı istatistiksel olarak eşit bulunmuştur.

Yıkama öncesi, dokuma % 100 pamuk kumaşın, kopma mukavemeti atkı yönünde 295 N, çözgü yönünde ise 607 N olarak saptanmıştır. Bezayağı konstrüksiyonundaki % 100 pamuk kumaşta atkı ve çözgü yönünde saptanan bu farklı değerlerin, kumaşın çözgü yönünün sıklığının atkı yönüne göre yaklaşık olarak 2 kat daha fazla olması nedeniyle olduğu düşünülmektedir. Karşılaştırılan deterjan bileşimleri ile yapılan yıkama işlemleri sonrasında, yıkama sayısının

artması atkı yönünde mukavemeti pek fazla değiştirmemiştir. Çözgü yönünde ise yıkama sayısı arttıkça kopma mukavemeti değerlerinin azaldığı görülmektedir.

Yıkama öncesi, dokuma pamuk-poliester (%65-%35) kumaşın, kopma mukavemeti atkı yönünde 362 N, özgü yönünde ise 627 N olarak saptanmıştır. Karşılaştırılan deterjan bileşimleri ile yapılan yıkama işlemleri sonrasında kopma mukavemeti değeri, atkı yönünde 15. yıkamaya kadar artma sonrasında ise azalma eğilimi göstermektedir. Kumaşın yıkama işlemleri ile boyutunun değiştiği, sıkılaştığı, bu nedenle 15. yıkamaya kadar mukavemetinde artış olduğu düşünülmektedir. Çözgü yönünde ise 10. yıkamaya kadar artma sonrasında ise azalma eğilimi görülmektedir. Kumaşın yıkama işlemleri ile boyutunun değiştiği, sıkılaştığı, bu nedenle 10. yıkamaya kadar mukavemetinde artış olduğu düşünülmektedir.

Yıkama öncesi, dokuma % 100 poliester kumaşın, kopma mukavemeti atkı yönünde 389 N, özgü yönünde ise 403 N olarak saptanmıştır. Karşılaştırılan deterjan bileşimleri ile yapılan yıkama sayısı arttıkça kopma mukavemeti değerinin hem atkı hem de çözgü yönünde azaldığı görülmektedir.

Patlama mukavemeti testi sonuçları, kopma mukavemeti testi sonuçlarına benzemektedir. Buna göre, her iki deterjanla yapılan yıkama işlemleri sonrasında meydana gelen mukavemet kaybı istatistiksel olarak eşit bulunmuştur. Ağartıcı sistemin % 12 olduğu Ref kodlu deterjan ve % 10 olduğu PC10 kodlu deterjanın istatistiksel olarak eşit düzeyde mukavemet kaybı oluşturması, ağartma sisteminde % 2 lik azalmanın kumaş mukavemeti üzerinde istatistiksel olarak anlamlı fark yaratmadığını göstermektedir.

Örme % 100 pamuk kumaşın patlama mukavemeti yıkama öncesi 715 KPa; yıkama işlemleri sonrası 600-650 KPa civarında saptanmıştır. Karşılaştırılan deterjan bileşimleri ile yapılan yıkama sayısı arttıkça patlama mukavemeti değerinin azaldığı görülmektedir.

Örme % 100 poliamid kumaşın patlama mukavemeti yıkama öncesi 1184 KPa'dır. İlk yıkama sonrası % 100 poliamid kumaşın patlama mukavemetinde pek bir değişim gözlenmemiştir. Karşılaştırılan deterjan bileşimleri ile yapılan yıkama sayısı arttıkça patlama mukavemeti değerinin 993 KPa'a kadar azaldığı görülmektedir.

5, 15 ve 25 tekrarlı yıkanmış kumaşların SEM görüntüleri değerlendirildiğinde, Ref deterjanı (%12 perkarbonatlı) ile yıkanmış pamuk kumaşların PC10 deterjanı (%10 perkarbonatlı) ile yıkanmış pamuk kumaşlardan daha fazla yıprandığı görülmektedir. % 2 perkarbonatın mikroskopik düzeyde daha fazla lif hasarı oluşturduğu gözlenmiştir. SEM görüntülerinde gözlenen bu yıpranma, mikroskopik düzeyde olup, makro düzeyde değerlendirildiğinde, kumaş mukavemetini değiştirmedeği mukavemet testleri ile teyit edilmiştir. Pamuk-poliester kumaşlarda da benzer durum sözkonusudur. Pamuk-poliester kumaşlarda, pamuk lifleri belirgin biçimde yıpranma gösterirken, poliester liflerinde değişiklik gözlenmemektedir. Poliester kumaşlarda, 25 yıkama sonrasında bile liflerde herhangi bir yıpranma gözlenmemiştir. Poliamid kumaşlarda ise, liflerin yüzeyinin kaplandığı ilk 5 yıkama sonrasında gözlenmektedir. Lif yüzeyindeki kaplanma, yıkama sayısının artmasıyla artış göstermektedir. Her iki deterjan yapısında da benzer durum sözkonusudur. Lif yüzeyinde kalsiyum elementi biriktiği SEM EDS analizi ile tespit edilmiştir. Kalsiyum elementinin, yıkama suyundan, yıkamaya eklenen standart kir kumaşından (SBL 2004) ya da deterjan yapısında bulunan bileşenlerden gelebileceği düşünülmektedir.

Pamuk kumaşın yüzeyinde meydana gelen değişim XPS ile değerlendirildiğinde, yıkama işlemleri ile pamuğun yapısında okside olmuş yapıların arttığı görülmektedir. Yıkamamış pamuk kumaşta C/O oranı 75/25 civarında iken yıkanmış kumaşlarda C/O oranı 65/35 civarında gözlenmektedir. Ayrıca, yıkamamış pamuk kumaşın XPS analizine göre pamuk kumaşta sadece karbon ve oksijen (C 1s ve O 1s) atomu bulunmakta iken yıkanmış kumaşların yüzeyinde kükürt (S 2p) elementi bulunmaya başlamıştır. Yıkama işlemlerinde kullanılan her iki deterjan bileşiminde de, pamuk lifine kovalent olarak bağlanabilecek asit azin boyası olan Asit Viyole 50 (AV50) bulunmaktadır. Yıkamış kumaşlarda bulunan kükürdün AV50 boyarmaddesinden ya da deterjanda bulunan diğer bileşenlerden kaynaklı olduğu düşünülmektedir.

Pamuk-poliester kumaşların XPS analizine göre, kumaş yüzeyinde meydana gelen kimyasal değişim, pamuk kumaşlarda gözlenen değişime benzemektedir. Yıkama işlemleri ile pamuk-poliester kumaş yapısında okside olmuş yapılar artmaktadır. Yıkamamış pamuk-poliester kumaşta C/O oranı 70/30 civarında iken yıkama sayısının artmasıyla karbon oranı azalır, oksijen oranı artmıştır. Her iki deterjan ile yapılan tekrarlı yıkama işlemleri sonrası aynı durum gözlenmiştir. PC10 kodlu deterjan ile yapılan yıkama işlemleri sonrası bu değişim daha büyük

oranlarda gözlenmiştir. Aynı koşullarda yıkanmış poliester kumaşların yüzeyinde kimyasal bir değişim meydana gelmediği dikkate alınır, pamuk-poliester kumaşlarda oluşan değişimin pamuk-poliester kumaşın pamuk içeriği nedeniyle olduğu düşünülmektedir.

Yıkanmamış ve yıkanmış poliester kumaşların XPS verilerinden hesaplanmış atomik yüzdelere ve C 1s grafiklerine göre, yıkama işlemleri ile poliester kumaşların yüzeyinde kimyasal bir değişim meydana gelmediği anlaşılmaktadır. Bu durumun, poliester lifinin kimyasal yapısı dikkate alındığında, lifin yüzeyinde bağ oluşturabilecek fonksiyonel grup bulunmaması nedeniyle olduğu düşünülmektedir.

Poliamid kumaşların XPS analizi sonuçlarına göre, yıkama işlemleri sonrasında poliamid kumaşların yüzeyinde, lifin kendi yapısında bulunan C, O, N elementlerinin yanısıra Ca, Na, F, S elementleri de saptanmıştır. Poliamid lifinin sahip olduğu $-NH_2$ fonksiyonel grubu nedeniyle, lifin yüzeyine zayıf da olsa bağlanma olabileceği düşünülmektedir. Poliamid kumaş yüzeyinde XPS analizi ile saptanan kalsiyum elementinin $CaCO_3$ yapısında olduğu düşünülmektedir. Poliamid kumaşın FTIR sonuçları da dikkate alındığında kalsiyumun, $CaCO_3$ yapısında olduğu desteklenmiştir.

Poliamid yapısında bulunan azotun atomik yüzdesinin azaldığı ve yıkanmış kumaşlarda kalsiyumun atomik yüzdesinin arttığı görülmektedir. Bu durumda poliamid kumaşın yüzeyinde $-NH_2$ bağlarının kırıldığı ve yerine $-CaCO_3$ bağlandığı söylenebilir. FTIR analizi sonuçları da, amid bağ yapısının bozulduğunu ve lif yüzeyinde $-CaCO_3$ oluştuğunu desteklenmektedir. Sodyum, kalsiyum ve flor elementlerinin yıkama suyundan kumaş yüzeyine yerleşmiş olabileceği düşünülmektedir. Ayrıca yıkama yükü olarak kullanılan SBL2004 kumaşının içeriğinde de sodyum klorür ve kalsiyum klorür bulunmaktadır. Yıkama sırasında yıkama suyuna geçen bu kirlerin poliamid kumaş yüzeyine tutunduğu da düşünülebilir. Kükürt elementinin ise AV50 ya da deterjanda bulunan diğer bileşenlerden kaynaklı olduğu düşünülmektedir.

Yıkanmamış ve yıkanmış pamuk kumaşların FTIR spektrumları bir arada değerlendirildiğinde, yıkanmamış pamuk kumaşta 799 cm^{-1} 'de bulunan $-C-H$ pikinin yıkanmış kumaşlarda yok olduğu görülmektedir. Bu durum, pamuk kumaşta $-C-H$ bağlarının bir kısmının kırıldığını ifade etmektedir.

Yıkama işlemleri ile fonksiyonel grupların değişmediği ancak miktarının arttığı söylenebilir.

Yıkanmamış ve yıkanmış pamuk-poliester kumaşların FTIR spektrumları bir arada değerlendirildiğinde, yeni oluşan ya da kaybolan pik gözlenmemiştir. Yıkama işlemleri ile fonksiyonel grupların değişmediği ancak miktarının arttığı söylenebilir. XPS analizi sonuçlarına göre okside olmuş yapıların artması da bu sonucu desteklemektedir.

Yıkanmamış ve yıkanmış poliester kumaşların FTIR spektrumları bir arada değerlendirildiğinde, yeni oluşan ya da kaybolan pik gözlenmemiştir.

Yıkanmış poliamid kumaşların FTIR spektrumlarında belirgin değişim gözlenmektedir. Poliamid kumaşın amid bağına ait N-H bükülme/ C-N gerilme piki, yıkama işlemleri sonrasında deforme olmakta, spektral olarak kayma göstermekte ve pik yoğunluğu artmaktadır. Bu durumda, primer ya da sekonder aminlere ait C-N ve C(O)-N-H bağlarının arttığı düşünülmektedir.

Bunun yanısıra yıkanmış poliamid kumaşların hepsinde CaCO₃ piki oluştuğu görülmektedir ve CaCO₃ varlığı FTIR cihazının spektral tarama kütüphanesiyle de teyit edilmiştir.

Yıkanmamış poliamid kumaşta, 3296 cm⁻¹'de bulunan keskin, şiddetli N-H gerilme pikinin ve 2932 cm⁻¹, 2859 cm⁻¹'de bulunan asimetrik ve simetrik C-H gerilme piklerinin yıkama sayısının artması ile yoğunluğunun azaldığı görülmektedir. Bu nedenle, bu bölgedeki N-H ve C-H bağlarında kırılmalar olduğu düşünülmektedir. XPS analizi de, poliamid kumaşın yüzeyinde -NH₃ bağlarının kırıldığını ve yerine -CaCO₃ bağlandığını göstermektedir.

Aynı yıkama içerisinde pamuk, pamuk-poliester, poliester ve poliamid kumaşlar bulunmakta ve kalsiyum elementi sadece poliamid kumaş üzerinde birikmektedir. Liflerin kimyasal yapıları dikkate alındığında, sadece poliamid kumaşta azot elementi bulunduğu bilinmektedir. Kalsiyumun lif yüzeyine bağlanmasının amid bağı üzerinden olduğu bu nedenle sadece poliamid kumaşta CaCO₃ biriktiği düşünülmektedir. Bu durum hem XPS hem de FTIR analizi ile desteklenmektedir. Yıkanan poliamid tekstillerde gözlenen grileşme şikayeti de bu bağlanma ile açıklanabilir.

Deterjan yapısında, iyon tutucu yapı oluşturucular kullanılmaktadır. Ancak özellikle poliamid kumaşta, bunun yetersiz kaldığı anlaşılmaktadır.

Evsel yıkama işlemlerinde, aynı yıkama içerisinde farklı lif cinslerini içeren tekstil ürünleri birarada bulunmaktadır. Deterjan formüllerinde kullanılacak nüanslama boylarının, farklı lif cinslerinin hepsi ya da çoğu için beyazlık katkısı sağlaması gerekmektedir. Toz deterjan bileşiminde floresan beyazlatma maddelerinin ve nüanslama boylarının etkin olarak kullanılabileceği bu çalışma ile gösterilmiştir.

Bu çalışmada, yeni geliştirilmiş, patentli nüanslama boylarının ilk defa kullanılması, floresan beyazlatma maddelerinin deterjan üretimi sırasında farklı proresten geçirilmiş formatta ve oranda kombinasyonlarının kullanılması ve bu amaçla üretim proseslerinin geliştirilmesi çalışmanın yenilikçi yönünü oluşturmuştur.

Formülde ağartıcı sistem olarak kullanılan maddelerin azaltılması veya tamamen çıkarılması, deterjan üreticisi firmanın ifadesine göre, mevcut formüle göre yeni formüldeki maliyetin ortalama 50 euro /ton daha ucuz olmasını sağlamaktadır.

Ağartıcı hammaddelerin formülde yarı yarıya indirilmesinin ise deterjanın çevreye olan etkisini sera gazı emisyonu bakımından % 50 azaltması beklenmektedir (Cılız et al, 2010).



6 ÖNERİLER

Toz deterjan formüllerinde beyaz tekstil ürünlerinin, yıkama işlemleri sırasında beyazlığının korunması amacıyla ağartma sistemi kullanılmaktadır. Floresan beyazlatma maddeleri ve nüanslama boyaarı, ağartma sistemini desteklemek üzere kullanılmaktadır. Sıvı deterjan formüllerinde ise stabil halde hidrojen peroksit bulunamaması nedeniyle, ağartma sistemi eksik kalmaktadır. Floresan beyazlatma maddelerinin ve nüanslama boyaarının beyaz tekstiller için önerilen sıvı deterjan formüllerinde beyazlık katkısı sağlamak üzere etkin olarak kullanılabileceği düşünülmektedir. Bu nedenle, benzer bir çalışmanın sıvı deterjan formülleriyle de yapılması önerilmektedir.

Yıkama işlemleri ile beyaz tekstillerin sararma/grileşme sorununu oluşturan etkenler (lif degradasyonu, çeşitli katkı maddeleri, fazla baziklik, ağartma etkileri, sert su sabunları, yıkama kimyasalları kalıntısı) ortaya çıkmaktadır. Bu etkenlerin giderilmesi için, deterjan yapısında bulunan yapı oluşturuıcı miktarının değiştirilmesi, kalsiyum iyonunu tutacak şelatlaştıruıcının deterjan yapısına eklenmesi ya da yıkama işlemleri sırasında yıkamaya yardımcı ürün ilave edilmesi, yıkama suyunun daha yumuşak olmasını sağlayacak rejenerasyon işlemleri uygulanması gibi yöntemler uygulanabilir. Böylece, poliamid kumaşlarda görülen grileşme sorununun giderilebileceği düşünülmektedir.



KAYNAKLAR DİZİNİ

- Abeliotis, K., Candan, C., Amberg, C., Ferri, A., Osset, M., Owens, J. and Stamminger, R.**, 2015, Impact of water hardness on consumers' perception of laundry washing result in five European countries, *International Journal of Consumer Studies*, 39 (2015), 60–66.
- Abidi, N., Cabrales L. and Haigler, C. H.**, 2014, Changes in the cell wall and cellulose content of developing cotton fibers investigated by FTIR spectroscopy, *Carbohydrate Polymers*, Volume 100, 16 January 2014, Pages 9–16.
- Adams, R.**, 2009, Whiter Than White – With Optical Brighteners & Without UV-Quenchers, *Focus on Pigments*, Volume 2009, August, Issue 8, Pages 1–3.
- ASTM E 313**, 2010, Renk Koordinatlarının Enstrümantal Ölçümü İçin Beyazlık ve Sarılık İndislerinin Hesaplanması Standardı.
- ASTM: D459 – 16**, 2016, Standard Terminology Relating to Soaps and Other Detergents
- Bai, H., Zhang, B. and Cheng, X.**, 2007, Application Research Of A Super Fluorescent Whitening Agent CBW-01, *Applied Chemical Industry*, 2007-07.
- Baig, G. A. and Chris, C.M.**, 2015, Kawabata Evaluation of PLA-Knitted Fabric Washed With Various Laundering Formulations, *The Journal of The Textile Institute*, Vol. 106, No. 2, 111–118.
- Bajpai, D. and Tyagi, V.K.**, 2007, Laundry Detergents: An Overview, *Journal of Oleo Science*, 56, (7) 327-340.
- Batchelor, S. N., Dixon, S., Parry, M. L. and Whiteoak, C. J.**, 15.09.2010, Shading dye and catalyst combination, EP 2 228 429 A1.
- Batchelor, S. N., Bird, J. M. and Joyce, S. B.**, 10.Nov.2011(a), Incorporation Of Dye Into Granular Laundry Detergent, US 2011/0275551 A1.
- Batchelor, S. N., Bird, J. M. and Joyce, S. B.**, 22.Nov.2011(b), Shading Composition, US 8,062,382 B2.
- Batchelor, S. N., Mawhinney, S. L., Rocha, D. M. and Ward, C. W.**, 22 Mart 2012 (a), Fabric Whiteness Guide, , Patent No: US 8144326 B2.

KAYNAKLAR DİZİNİ (DEVAM)

- Batchelor, S. N. and Bird, J. M.,** 18.Sep.2012 (b), Laundry Treatment Compositions, US 8,268,016 B2.
- Batchelor, S. N., Bird, J. M. and Joyce, S. B.,** 18.Mar.2014 (a), Shading Composition, US 8673024 B2.
- Batchelor, S. N., Bird, J. M. and Joyce, S. B.,** 21.Jan.2014 (b), Shading Composition, US 8,632,610 B2.
- Batchelor, S. N., Chapple, A. P. and Keningley, S. T.,** 22 Mar 2016 (a), Laundry detergent particles, US 9290724 B2.
- Batchelor, S. N., Chapple, A. P., Keningley, S. T. and Roseblade, J. S.,** 22 Mar 2016 (b) , Laundry detergent particles, US 9290725 B2.
- Barbizan, D. S., Batchelor, S. N., Grigolon, L. B., Sorze, A.D. and Steel, A.T.,** 4.Agus.2009, Laundry Treatment Compositions Containing A Photostable Dye, US 7,569,531 B2.
- Batgöç, Ç.,** 2010, Yüzey Aktif Maddelerin Etkileşimlerinin Ve Fiziksel Özelliklerinin İncelenmesi, Doktora Tezi, Trakya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Anabilim Dalı.
- Bennett, J., Kravchuk, P., Macnab, D., McKee, A., Parry, A. J., Revell, P. and Zhou, B.,** 26.May.2011, Fabric Cleaning, US2011/0119841 A1.
- Bessada, R., Silva, G., Paiva, M.C. and Machado, A.V.,** 2011, Functionalization of PET and PA6.6 woven fabrics, Applied Surface Science 257 (2011), 7944-7951.
- Beşergil, B.,** IR Uygulamaları, http://www.bayar.edu.tr/besergil/IR_3_uygulamalar.pdf, (Erişim Tarihi: 02.01.2017)
- Beşergil, B.,** X-Işını Fotoelektron Spektroskopisi (XPS veya ESCA) http://www.bayar.edu.tr/besergil/15_BOLUM_12.pdf , (Erişim Tarihi: 02.01.2017)
- Bianchetti, G. O., Devlin, C.L. and Seddon, K.R.,** 25.March. 2015, Bleaching Systems In Domestic Laundry Detergents: A Review, RSC Advances, 5, Page:65365–65384.

KAYNAKLAR DİZİNİ (DEVAM)

- Biermann, T.W. and Grieve, M.C.,** 1998, A computerized data base of mail order garments a contribution toward estimating the frequency of fibre types found in clothing part 3: The content of the data bank is it representative, *Forensic Science International* 95, 117–131.
- Blanco, M., Jimenez, L. and Valverde, I.,** 2001 (a), Stability of a Stilbene-Type Fluorescent Whitening Agent Against Hypochlorite, *Textil Research Journal*, 71(2), 130-131.
- Blanco, M., Jimenez, L. and Valverde, I.,** 2001 (b), Degradation Of A Stilbene-Type Fluorescent Whitening Agent With Hypochlorite: Identification Of The Degradation Products By Capillary Electrophoresis *Environmental Toxicology and Chemistry*, Vol. 20, No. 10, pp. 2193–2197.
- Bonsall, J. M. and Keningley, S. T.,** 17 Eki 2013, Packaged particulate detergent composition, US 20130269119 A1.
- Bonsall, J. M. and Keningley, S. T.,** 11 Kas 2014, Packaged particulate detergent composition, Patent No: US 8883702 B2.
- Bourne M.C. and Jennings W.G.,** Definition of the Word “detergent”, *Journal of the American Oil Chemists Society*, May 1963, Volume 40, Issue 5, pp 212, http://download.springer.com/static/pdf/246/art%253A10.1007%252FBF02632586.pdf?originUrl=http%3A%2F%2Flink.springer.com%2Farticle%2F10.1007%2FBF02632586&token2=exp=1490257514~acl=%2Fstatic%2Fpdf%2F246%2Fart%25253A10.1007%25252FBF02632586.pdf%3ForiginUrl%3Dhttp%253A%252F%252Flink.springer.com%252Farticle%252F10.1007%252FBF02632586*~hmac=3f66195d4aa68429665c4f21b10e58da0e3b4d61eb8d5f9dd3ae101081026483&robot=noindex
- BS EN ISO 105-B02:2014,** 2014, Yapay ışığa karşı renk haslığının tayini-Ksenon ark soldurma lambası deneyi, 2014.
- Buskirk, G. V.,** 23 Eki 2007, Bleaching With Improved Whitening, US 7285522 B2.
- Cameron, B. A.,** 2 December 2007, Laundering in Cold Water: Detergent Considerations for Consumers, *Family and Consumer Sciences Research Journal*, Vol. 36, No 151-162.

KAYNAKLAR DİZİNİ (DEVAM)

- Ceylan, H., Tezcan M., Çıvrılı P. ve Korkut M. A.,** Kimyasal Maddeler (Deterjanlar, İlaçlar, Boyalar), <http://kisi.deu.edu.tr/bulent.cavas/ders/bok8.pdf> (Erişim Tarihi: 12.12.2016)
- Charles, J., Ramkumaar, G. R., Azhagiri, S. and Gunasekaran, S.,** 2009, FTIR and Thermal Studies on Nylon-66 and 30% Glass Fibre Reinforced Nylon-66, E-Journal of Chemistry, 2009, 6(1), 23-33.
- Chen, R., Qu, J., Yang, D. and He, J.,** 2014, Light And Perspiration Stability Of Triazinylstilbene Fluorescent Brighteners On Cotton Fabrics, Textile Research Journal, Vol. 84(7) 772–782.
- Chen, Z., Hay, J.N. and Jenkins, M.J.,** 2012, FTIR spectroscopic analysis of poly(ethylene terephthalate) on crystallization, European Polymer Journal, Volume 48, Issue 9, September 2012, Pages 1586–1610.
- Chi, Y.-S. and Obendorf, S. K.,** 1998, Aging of Oily Soils on Textile Materials: A Literature Review”, Journal of Surfactants and Detergents, Vol. 1, No. 3, July 1998.
- Chung, C., Lee, M. and Choe, E. K.,** 2004, Characterization of cotton fabric scouring by FT-IR ATR spectroscopy, Carbohydrate Polymers, (58) 2004, 417-420.
- Cılız, N., Mammadov, A., Turhan N.,** 01.11.2010, Life Cycle Assessment of Powder and Liquid Laundry Detergents, Boğaziçi University, Sustainable Development and Cleaner Production Center.
- Cleaning Your Clothes with Chemistry,** November 19, 2012, <https://chem-is-you.blogspot.com.tr/2012/11/cleaning-your-clothes-with-chemistry.html>
- Cole, K. C., Aji, A. and Pellerin, E.,** 2002, New Insights Into Development Of Ordered Structure In Poly(ethylene terephthalate), II Results From Transmission Infrared Spectroscopy Of Thin Films, Macromolecular Symposia, August 2002, Volume 184, Issue1, Pages1-18.
- Dekanić, T., Soljačić, I. and Pušić, T.,** 2012, The Impact Of Fluorescent Compounds On The Whiteness Quality Of Washed Textiles, Book of Proceedings of the 6th International Textile, Clothing & Design Conference / Dragčević, Zvonko (ed). - Zagreb: University of Zagreb, Faculty of Textile Technology, 202-207.

KAYNAKLAR DİZİNİ (DEVAM)

- Dekanić, T., Soljačić, I. and Pušić, T.,** 2014, Impact of Artificial UV-Light on Optical and Protective Effects of Cotton After Washing with Detergent Containing Fluorescent Compounds, *Tenside Surfactants Detergents*, Vol. 51, No. 5, pp. 451-459.
- Demir, A.,** 2014, *Tekstil Yardımcı Maddeleri Ders Notları*.
- Duran, K.,** 2001, *Tekstilde Renk Ölçümü ve Reçete Çıkarma*, Bornova, İzmir, ISBN No: 975-483-496-2.
- Elsabee, M. Z., Nassar, M. A. and El-begawy, S. E. M.,** 2012, Preparation and Characterization of Some Aromatic/ Aliphatic Polyamides, *American Journal of Polymer Science*, 2(1): 7-13.
- Eren, M. H.,** “Deterjan Üretimi”, 10.01.2005, <http://www.mhilmieren.com/rapor.pdf>, (Erişim Tarihi: 12.12.2016)
- Fernandes, G. E., Valenti, D. J., Stenger, P. C., Miracle, G. S., Moon, A. P. and McDonnell, M.,** 14 November 2013, “Laundry Detergent Composition Comprising A Particle Having Huing Agent and Clay”. Patent No: US2013/0303428 A1.
- Gholami, A., Masoum, S., Mohsenikia, A. and Abbasi, S.,** 15 January 2016, Chemometrics-Assisted Excitation–Emission Fluorescence Analytical Data For Rapid And Selective Determination Of Optical Brighteners In The Presence Of Uncalibrated Interferences, *Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy*, Volume 153, Pages 108–117.
- Glampedaki, P., Jovic, D. and Warmoeskerken, M.M.C.G.,** 2011, Moisture Absorption Capacity Of Polyamide 6,6 Fabrics Surface Functionalised By Chitosan-Based Hydrogel Finishes, *Progress in Organic Coatings* 72 (2011) 562– 571.
- Gooijer, H. and Stamminger, R.,** 2016, Water and Energy Consumption in Domestic Laundering Worldwide-A Review, *Tenside Surfactants Detergent*, Volume: 53 (5).
- Griesser, R.,** 1996, CIE Whiteness and Tint: Possible Improvements, AIC Interim Meeting’95 Colorimetry”, Berlin, 4-6 September 1995; first publication (Engl.) *Appita* 49 (1996), 2, p. 105-112; second publication (German) *Wochenblatt für Papierfabrikation* 124 (1996), 19, p. 842-853.

KAYNAKLAR DİZİNİ (DEVAM)

- He, H., Chen, R., He, J. and Wang, J.,** 2015, The Effects Of L-Histidine On The Light And Perspiration Stability Of 4,4'-Diamino-Stilbene-2,2'-Disulfonic Acid-Based Fluorescent Whiteness Agents On Cotton Fabrics, Textile Research Journal, Vol. 85(7) 775–782.
- Hernandez, C. A., Bachmann, F., Kramer, H., Schlenker, W. and Rane, D. M.,** Nov. 19, 2013, Dyes And Blends For Shading During Laundry, US 8,585,780 B2.
- Ho Tan Tai, L.,** 2000, Formulating Detergents and Personal Care Products: A Complete Guide To Product Development, 465 pages, AOCS Press, Hardbound., ISBN 1-893997-10-3.
- ISO 3801 (TSE 251)** Dokunmuş kumaşlar - Birim uzunluk ve birim alan kütlelerinin tayini, 1977.
- ISO 7211-5 (TSE 255)** Dokunmuş kumaşlar - İmal tarzı - Analiz metotları - Kumaştan çıkarılan ipliğin doğrusal yoğunluğunun tayini, 1984.
- Iqbal, A., Chowdhury, N., Jubayer, M. U., Molla, J. B. and Hossain, M.,** 2014, Effect Of Optical Brightening Agent On Different Types Of Fabrics, Daffodil International University Journal Of Science And Technology, Volume 9, Issue 2, July.
- Inuwa, I. M., Hassan, A., Samsudin, S. A., Haafiz, M., Kassim, M. and Jawaid, M.,** 2014, Mechanical and thermal properties of exfoliated graphite nanoplatelets reinforced polyethylene terephthalate/polypropylene composites, Polymer Composite, Volume 35, Issue 10, October 2014, Pages 2029–2035.
- Johansson, I. and Somasundaran, P.,** 2007, Handbook for Cleaning/Decontamination of Surfaces, Laundry Cleaning of Textiles, Elsevier B.V., pages 84-93.
- Keningley, S. T.,** 23 Haz 2015, Particulate detergent compositions comprising fluorescer, Patent No:US 9062281 B2.
- Kohli, G. S., Mendu, S. C. and Shewale, J. A.,** 10.May.2012, A Detergent Composition Having Shading Dyes And Lipase, Patent No: WO 2012059363 A1.

KAYNAKLAR DİZİNİ (DEVAM)

- Kramer, H., Bachmann, F., Dosenbach, C., Jeevanath, M., Kaser, A., Roentgen, G. and Basler, R.W.**, 23.Dec.2010, Improved Shading Process, US 2010/0319142 A1.
- Kramer, H., Bachmann, F., Dosenbach, C., Jeevanath, M., Roentgen, G., Kaser, A., Basler, R. W., Lant, N. J. and Miracle, G. S.**, 22.03.2011, Shading Composition, US 7,909,890 B2.
- Kramer, H., Bachmann, F., Dosenbach, C., Jeevanath, M., Roentgen, G., Kaser, A. and Basler, R. W.**, 19.Nov.2013, Shading Process, US 8,585,784 B2.
- Kumar, A. and Choudhury, R.**, 2014, Issues In Measuring Whiteness And Fluorescence, Principles of Colour and Appearance Measurement, Object Appearance, Colour Perception and Instrumental Measurement, Pages 318–343.
- Li, L.**, 2012, Effect of Laundering by Detergent Containing Fluorescent Whitening Agent on the Whiteness of Cotton Fabrics, Dyestuffs and Coloration, 2012-04.
- Miracle, G. S., Torres, E. and Bruhnke, J. D.**, 6.Dec.2012, Laundry Care Compositions Containing Dyes, US 2012/0304402 A1.
- Miran, B.**, 2011, Temel İstatistik, ISBN: 975-93088-0-0, Sayfa:192.
- Mitchell, R., Carr, C. M., Parfitt, M., Vickerman, J. C. and Jones, C.**, 2005, Surface chemical analysis of raw cotton fibres and associated materials, Cellulose, 12:629–639.
- Mutkuhumar, N. and Thilagavati, G.**, 2012, Development and characterization of electrically conductive polyaniline coated fabrics, Indian Journal of Chemical Technology, Vol.19, Nov 2012, pp.434-441.
- Naebe, M., Li, Q., Onur, A. and Denning, R.**, 2016, Investigation of chitosan adsorption onto cotton fabric with atmospheric helium/oxygen plasma pre-treatment, Cellulose, 23:2129–2142.

KAYNAKLAR DİZİNİ (DEVAM)

- Navarro-Pardo, F., Martínez-Barrera, G., Martínez-Hernández, A. L., Castaño, V. M., Rivera-Armenta, J. L., Medellín-Rodríguez, F. and Velasco-Santos, C.,** 2013, Effects on the Thermo-Mechanical and Crystallinity Properties of Nylon 6,6 Electrospun Fibres Reinforced with One Dimensional (1D) and Two Dimensional (2D) Carbon, *Materials*, 6, 3494-3513.
- Oldham, C. J., Gong, B., Spagnola, J., Jur J., Senecal, K. J., Godfrey, T. A. and Parsons, G. N.,** 2010, Atomic Layer Deposition on Polymers: Applications to Physical Encapsulation of Electrospun Nylon Nanofibers, *ECS Trans.* 2010 33(2): 279-290; doi:10.1149/1.3485265; Published 1 October 2010.
- Palaskar, S., Kale, K. H., Nadiger, G. S. and Desai, A. N.,** 15 October 2011, Dielectric barrier discharge plasma induced surface modification of polyester/cotton blended fabrics to impart water repellency using HMDSO, *Journal of Applied Polymer Science*, Volume 122, Issue 2, Pages 1092–1100.
- Pei, L., Wu, J., Liu, J. and Wang, J.,** 2016a, Study of Different Hueing Dyes Deposition on Fabrics During Home Laundry, *Tenside Surf. Det.*, 53 (6), 561-567.
- Pei, L., Wu, J., Wang, Q. and Wang, J.,** 2016b, Study of Crystal Violet Hueing Dye Deposition on Fabrics During Home Laundry, *Journal of Surfactants and Detergents*, Volume 19, Issue 4, pp 795–801.
- Pongprayoon, T., Yanumet, N., O’Rear, E. A., Alvarez, W. E. and Resasco, D. E.,** 2005, Surface Characterization Of Cotton Coated By A Thin Film Of Polystyrene With And Without A Cross-Linking Agent, *Journal of Colloid and Interface Science*, 281 (2005), 307–315.
- Portella, E. H. , Romanzini, D. , Angrizani, C. C., Amico, S. C. and Zattera, A. J.,** May./June 2016, Influence of Stacking Sequence on the Mechanical and Dynamic Mechanical Properties of Cotton/Glass Fiber Reinforced Polyester Composites, *Material Research*, Vol.19 No.3.
- Porubská, M., Szöllos, O., Kónová, A., Janigová, I., Jasková, M., Jomová, K. and Chodák, I.,** April 2012, FTIR spectroscopy study of polyamide-6 irradiated by electron and proton beams, *Polymer Degradation and Stability*, Volume 97, Issue 4, , Pages 523–531.

KAYNAKLAR DİZİNİ (DEVAM)

- Puebla, C.**, September 2006, Whiteness Assesment: A Primer, Concepts, Determination and Control of Perceived Whiteness, Copyright ©2003-2006 Axiphos GmbH.
- Reig, F.B., Adelantado, J.V. and Moya Moreno, M.C.**, 16 October 2002, FTIR quantitative analysis of calcium carbonate (calcite) and silica (quartz) mixtures using the constant ratio method. Application to geological samples, *Talanta*, Volume 58, Issue 4, , Pages 811–821.
- Rieter**, Country Report Turkey, The Turkish textile industry on the path to success, http://www.rieter.com/fileadmin/user_upload/FTP-Upload/country_report_Turkey_special_print_2396-v1_en.pdf (Erişim Tarihi: 12.12.2016)
- Rohwer, H., Hazenkamp, M. and Dubs, M.-J.**, 04.06.2011, Process For Cleaning Or Bleaching Polyamide Fabrics, Patent Number: EP2305786 A1.
- Sasaki, K., Tenjimbayashi, M., Manabe, K. and Shiratori, S.**, 2016, Asymmetric Superhydrophobic/Superhydrophilic Cotton Fabrics Designed by Spraying Polymer and Nanoparticles, *Appl. Mater. Interfaces*, 8,651-659.
- Scartozzi, M., Sarcinelli, L., Marguerite, Goellner, S. A., Ceccobelli, E. and Gagliardi, L.**, 10 Mar 2015, Fabric cleaning composition comprising hueing agent, Patent No: US 8975219 B2.
- Shen, J., Li, Y., Zuo, Y., Zou, Q., Cheng, L., Zhang, L., Gong, M. and Gao, S.**, 2010, Characterization and cytocompatibility of biphasic calcium phosphate/ polyamide 6 scaffolds for bone regeneration, *Journal Of Biomedical Materials Research B: Applied Biomaterials*, Nov 2010 Vol 95b, Issue 2, 330-338.
- Smulders, E., Rybinski, W., Sung, E., et al.**, 2007, Laundry Detergents, Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim 10.1002/14356007.a08315.pub2.
- Stenger, P. C., Miracle, G. S. and Moon, A. P.**, Lant N. J, 17 May 2012, Detergent Composition Comprising Bluing Agent And Rapidly Water-Soluble Brightener, US 20120122750 A1.
- Şengel, B. Ş.**, 2007, Deterjan Katkı Maddesi Olarak Mikrobiyal Kaynaklı Lipaz Üretim Koşullarının Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

KAYNAKLAR DİZİNİ (DEVAM)

- Textile World**, 03.02.2015, <http://www.textileworld.com/textile-world/fiber-world/2015/02/man-made-fibers-continue-to-grow/> (Erişim Tarihi: 12.12.2016)
- Thermo Scientific**, XPS Reference Table of Elements, <http://xpssimplified.com/periodictable.php> (Erişim Tarihi: 02.01.2017)
- Topalovic, T., Nierstrasz, V. A., Bautista, L., Jovic, D., Navarro, A. and Warmoeskerken, M.M.C.G.**, 15 March 2007, XPS and contact angle study of cotton surface oxidation by catalytic bleaching, *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*, Volume 296, Issues 1–3, Pages 76–85.
- TS 250 EN 1049-2** Tekstil dokunmuş kumaşlar-Yapı analiz metotları-Kısım 2- Birim uzunluktaki iplik sayısının tayini, 1996.
- TS 393 EN ISO 13938-1:2002** Tekstil-Kumaşların Patlama Özellikleri-Bölüm 1: Patlama Mukavemetinin ve Patlama Gerilmesinin Tayini İçin Hidrolik Metot, 2002.
- TS EN 12127** Tekstil-Kumaşlar-Küçük numuneler kullanarak birim alan başına kütle tayini, 1999.
- TS EN 14970** Tekstil- Örülmüş kumaş- Tek iplikli örme kumaşlarda örgü ilmeği ve iplik doğrusal yoğunluğunun tayini, 2006.
- TS EN ISO 13934-1** Tekstil-Kumaşların gerilme özellikleri - Bölüm 1: En Büyük Kuvvetin ve En Büyük Kuvvet Altında Boyca Uzamanın Tayini - Şerit Metodu, 2013.
- University of Delaware**, Chemistry&Biochemistry, IR Lecture Notes, http://www1.udel.edu/chem/fox/IR_lectureNotes.pdf (Erişim Tarihi: 10.01.2017)
- Üner, A.**, 2013, Suda Çözünebilen İyonik Ve Noniyonik Polimerlerin Sert Yüzey Temizleyicilerde Temizleme Performansına Olan Etkilerinin İncelenmesi, Yüksek lisans tezi, Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü, Mühendislik Ve Fen Bilimleri Enstitüsü, Gebze.
- Yang, X. and Zhou, Q.**, 2012, Fluorescent Effect Of Household Detergents On Fabrics After Washing, *Silk*, 2012-04.

KAYNAKLAR DİZİNİ (DEVAM)

- Zhang, B., Liang, B., Zhang, M. and He, P.,** 2002, Study of Effects Of Fluorescent Whitening Agents In Washing Powder, China Surfactant Detergent & Cosmetics, 2002-04.
- Zhang, C. M. and Fang, K. J.,** 2012, Aging of surface properties of polyester fabrics treated with atmospheric pressure plasma for inkjet printing, Surface Engineering, 2012, Vol 28, No 4., 306-311.
- Zhao, Q., Sun, J., Liu, B. and He, J.,** 2014, Coloring Properties Of Novel 1,4-Distyrylbenzene And 4,4'-Distyrylbiphenyl Fluorescent Brighteners And Their Arrangement In Cotton And Polyester Fiber, Cellulose 21:2937–2950.
- WFK Testgewebe GmbH,** Test Materials and Concepts, <http://www.testgewebe.de/en/products/sbl/sbl-2004/> (Erişim Tarihi: 12.12.2016)

ÖZGEÇMİŞ

Fatma GÜNDÜZ BALPETEK, 1978 yılında Alaşehir’de doğmuştur. İlk ve ortaöğrenimini Alaşehir’de tamamlamıştır. Ege Üniversitesi Fen Fakültesi Kimya Bölümünde lisans eğitimini 2000 yılında ve aynı bölümün fizikokimya anabilim dalında yüksek lisans öğrenimini 2003 yılında tamamlamıştır. 2003 yılında TÜBİTAK Tekstil Araştırma Merkezi’nde uzman yardımcısı olarak çalışmaya başlamış ve kurum 2009’da kapatılınca kadar görevine devam etmiştir. 2009 yılından bu yana Ege Üniversitesi Tekstil ve Konfeksiyon Araştırma-Uygulama Merkezi’nde yıkama laboratuvarı sorumlusu olarak çalışmaya devam etmektedir. Yıkama maddelerinin tekstil performans testlerinin sürdürülmesinde görev almaktadır.

