



**KÖPÜK APLİKASYONU İLE SELÜLOZİK ESASLI
TEKSTİL MATERYALİNE FONKSİYONELLİK
KAZANDIRILMASI**

ZEYNEP ÖMEROĞULLARI BAŞYİĞİT



T.C.

ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**KÖPÜK APLİKASYONU İLE SELÜLOZİK ESASLI TEKSTİL
MATERYALİNE FONKSİYONELLİK KAZANDIRILMASI**

ZEYNEP ÖMEROĞULLARI BAŞYİĞİT

Prof. Dr. Dilek KUT

(Danışman)

DOKTORA TEZİ

TEKSTİL MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

BURSA-2016

Her Hakkı Saklıdır

TEZ ONAYI

Zeynep ÖMEROĞULLARI BAŞYİĞİT tarafından hazırlanan “Köpük Aplikasyonu ile Selülozik Esaslı Tekstil Materyaline Fonksiyonellik Kazandırılması” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından oy birliği/oy çokluğu ile Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı’nda Anabilim Dalı’nda **DOKTORA TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Danışman : Prof. Dr. Dilek KUT

Başkan :

Prof. Dr. Pervin ANIŞ



İmza

Üye :

Prof. Dr. Pervin ANIŞ

İmza



Uludağ Üniversitesi. Müh.
Fak. Tekstil Müh.
Anabilim Dalı

Üye :

Prof. Dr. Ayşegül Ekmekçi
Körlü

İmza



Ege Üniversitesi Müh.
Fak. Tekstil Müh.
Anabilim Dalı

Üye :

Prof. Dr. Elif Demirkan

İmza



Uludağ Üniversitesi Fen
Edebiyat Fak. Biyoloji
Anabilim Dalı

Üye :

Doç. Dr. Arif Taner
Özgüney

İmza



Ege Üniversitesi Müh.
Fak. Tekstil Müh.
Anabilim Dalı

Yukarıdaki sonucu
onaylarım

Prof. Dr. Ali Osman

DEMİR

Enstitü Müdürü

05.09.2016 (Tarih)

BİLİMSEL ETİK BİLDİRİM

U.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,
- atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak gösterdiğimi,
- kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
- ve bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı

beyan ederim.

05/08/2016

Zeynep ÖMEROĞULLARI BAŞYİĞİT

ÖZET

Doktora Tezi

KÖPÜK APLİKASYONU İLE SELÜLOZİK ESASLI TEKSTİL MATERYALİNE
FONKSİYONELLİK KAZANDIRILMASI

ZEYNEP ÖMEROĞULLARI BAŞYİĞİT

Uludağ Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Dilek KUT

Tekstil malzemelerine istenen özelliklerin kazandırılmasına yönelik olarak yapılan çalışmalarda farklı aplikasyon teknikleri kullanılmaktadır. Bu aplikasyon tekniklerinin çoğu yaş işlemlerden oluştuğu için, özellikle terbiye işletmelerinde su ve enerji tüketimi oldukça fazladır. Bu nedenle, su ve enerji tasarrufu sağlayan, aynı zamanda kumaşlara etkin fonksiyonellik kazandıran, yeni pek çok teknoloji geliştirilmekte ve uygulanmaktadır.

Bu tez çalışmasında, köpük aplikasyonu ile selülozik esaslı tekstil malzemelerine fonksiyonellik kazandırılması amaçlanmış ve bu amaç doğrultusunda, güç tutuşurluk, antibakteriyellik ve su-yağ iticilik fonksiyonelliklerini içeren pek çok kombinasyon oluşturulmuştur. Kombinasyonlar oluşturulurken, tekstil malzemesinin tekstil endüstrisindeki kullanım alanı belirlenerek, fonksiyonelliklerin çeşidi ve uygulama yöntemi seçilmiştir. Çalışma süresince, sadece köpük aplikasyonu ya da sadece konvansiyonel emdirme veya bu iki yöntemi birbirine entegre ederek kombine yöntemler kullanılmış ve multifonksiyonellik başlığı altında ikili veya üçlü fonksiyonellikleri içeren kombinasyonlar üretilmiştir.

Tez çalışması süresince, %100 pamuklu kumaş kullanılmış ve uygulamalar sonrası güç tutuşurluk, su-yağ iticilik, antibakteriyellik testleri yapılmış, yıkama-kurutma dayanımları ölçülmüş, yırtılma dayanımları test edilmiş ve SEM, SEM-EDX, FTIR-ATR gibi karakterizasyon testleri yapılmıştır. Testler sonucunda, daha düşük alınan flotte oranlarıyla, tekrarlı yıkama ve kurutmaya dayanıklı, etkin güç tutuşurluk, su-yağ iticilik ve antibakteriyellik etkisi bulunan tek katmanlı multifonksiyonel pamuklu kumaşlar elde edilmiştir. Bunun yanı sıra, çalışma esnasında, yeni alternatif subjektif bir antibakteriyellik testi geliştirilmiş ve bu test kullanılarak pek çok numune üzerinde kolay ve masrafsız şekilde antibakteriyellik testi yapılmıştır.

Anahtar kelimeler: Köpük aplikasyonu, güç tutuşur, antibakteriyel, su-yağ itici

2016,x+138

ABSTRACT

PhD Thesis

IMPROVEMENT OF FUNCTIONALITY OF CELLULOSIC BASED TEXTILE MATERIALS WITH FOAM APPLICATION

ZEYNEP OMEROGULLARI BASYIGIT

Uludag University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Textile Engineering

Supervisor: Prof. Dr. Dilek KUT

Different textile application methods has been using for the studies based on improving required functionality of the textile materials. Because of these kind of techniques are generally wet-processes, water and energy consumption is on high level especially in textile finishing companies. For that reason, lots of new technologies are being improved and are in process in order to give effectual functionality on textile materials and provide water and energy saving at the same time.

In this PhD thesis, improvement of functionality of cellulosic based textile materials via foam application has been purposed and in accordance with this purpose, lots of combinations have been made including flame retardant, water-oil repellent and antibacterial functionalities. During the process of creating combinations, required type of functionality and application method has been chosen determining the usage area of textile material in the textile industry. During the study, only foam application or only conventional padding process or combination of these both methods have been used and double functional or triple functional combinations have been produced under the title of multifunctional textile materials.

During this PhD thesis, 100 % cotton based textile fabric has been used and after the treatments, flame retardancy, water-oil repellency, antibacterial and tearing resistance tests have been carried out. Besides, washing and drying resistivity of the materials has been measured and some characterization tests such as SEM, SEM-EDX and FTIR-ATR analyses have been performed. As test results, single-layered multifunctional cotton fabrics which has effective flame retardant, water-oil repellent and anribacterial functionality and durable for multiple washing and drying process have been produced with less wet pick-up ratios. Besides, during the study, a new alternative subjective antibacterial method has been improved and by this new technique, antibacterial test has been carried out on lots of samples in an easy and cost-free way.

Key words: Foam application, flame retardant, antibacterial, water-oil repellent

2016,x+138

TEŞEKKÜR

Doktora çalışmam süresince desteklerini ve yardımlarını esirgemeyen, bilgisi ve desteği ile hep yanımda hissettiğim, doktora çalışması için yurtdışına çıkışıma vesile olan, bilgisi ve tecrübeleri ile yol gösteren sevgili hocam Prof. Dr. Dilek Kut'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Doktora tezinin yürütülmesi amacıyla burslu yurtdışına çıkışıma sağlayan Yüksek Öğrenim Kurumuna, çalışmanın Cotton Incorporated'ta yürütülmesine yardımcı olan Gaston Systems şirketinin sahibi Christopher Aurich'e, desteklerinden dolayı Sami Behmoiras'a, çalışmanın yürütülmesi aşamasında cihaz ve diğer olanakları sunan Cotton Incorporated şirketine, çalışma esnasında yaşanan zorlukların çözülmesinde yardımcı olan Ken Greenson'a, Jimmy Rowe'a, North Carolina State üniversitesinde desteklerini esirgemeyen Prof. Dr. Peter Hauser'a, kimyasalların alımına yardımcı olan uzman Jeffrey Krauser'a, testlerin yürütülmesinde yardımcı olan Alper Gürarlan'a, Farzad Rezaei'ye ve Yavuz Çaydamlı'ya, numunelerin hazırlanması aşamasında gece ve gündüz yardımcı olan Pamela Guantia'ya, yurtdışında kaldığım süre boyunca manevi desteklerini yanımdan hiç ayırmayan Esra Balcıoğlu'na, Ariana Sifuentes'e, Fernanda Maria Collado'ya, Bahar Babayeva'ya, Nilly Benson'a, Lidy Barretto Marier'e, Daiane Velames'e, Rana Gürarlan'a, şirkette bulunduğum zamanlarda yalnız bırakmayan Mino Motovalia'ya, Lori Foster Williams'a, Nyia McGhee'ye, yurtdışına yerleşme aşamasında maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen Kahraman İspakhev ve ailesine, Türkiye'de ve yurtdışında bulunduğum süre boyunca manevi desteklerini hep yanımda hissettiğim, her türlü koşulda yardımcı olan dostlarım Yrd. Doç. Dr. M. Özgün Korukçu'ya, Arş. Gör. Hande Tüfekçi Ufat'a, Arş. Gör. Dr. Mustafa Mutlu'ya, Arş. Gör. Dr. Cihat Ensarioğlu'na ve 19 yıldır her türlü desteği ile hep yanımda olan, yardımını hiçbir zaman esirgemeyen sevgili dostum Dr. Hakan Felek'e teşekkürlerimi sunarım.

Son olarak, doğduğum günden bugüne her daim yanımda olan, sosyal ve okul hayatımın şekillenmesinde büyük emek harcayan, maddi ve manevi destekleri ile hala yanımda olan, hayat boyu görüşlerine ve icraatlarına hayranlık duyduğum, özellikle bu doktora çalışmasının yürütülmesinde zorlandığım her an arkamda olan, hiçbir zaman vazgeçmemeyi öğreten ilk öğretmenim, rol modelim babam Taner Ömeroğulları'na ve sevgisi ve büyük emeği ile her türlü zor şarta sabretmeyi öğreten, maddi ve manevi desteği ile halen yanımda olan, anneliğine ve öğreticiliğine hayran olduğum ilk öğretmenim annem Nuran Ömeroğulları'na, desteği ile hep yanımda olan kardeşim Emre Ömeroğulları'na, tezin yürütülüş aşamasından yazım aşamasına kadar her aşamasında fiilen yardımcı olan, maddi ve manevi desteği ile her an yanımda olan, yurtiçinde ve yurtdışında olduğum süre boyunca bir an bile yalnız bırakmayan, her türlü desteği ve çabası ile varlığını yanımda hissettiğim hayat arkadaşım, eşim Mehmet Denizhan Başyiğit'e teşekkürlerimi borç biliyor ve bu tezi aileme ithaf ediyorum.

05/8/2016

Zeynep ÖMEROĞULLARI BAŞYİĞİT

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
İÇİNDEKİLER.....	iv
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	ix
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	xiv
1.GİRİŞ.....	1
2.GENEL BİLGİLER.....	5
2.1.Köpük Aplikasyonu Yöntemi.....	5
2.2. Köpük Aplikasyonu Sistemleri.....	9
2.2.1. Rakleli veya rulolu köpük aplikasyon sistemleri.....	9
2.2.2. Fuldard ile köpük aplikasyonu.....	10
2.2.3. Köpük aktarma sistemi.....	10
2.2.4. Baskı yöntemi ile köpük aplikasyonu.....	12
2.2.5. Doğrudan sürme yöntemi ile köpük aplikasyonu.....	13
2.2.5.1. FFT (Foam Finishing Technology) köpük aplikasyon sistemi.....	13
2.2.5.2. CFS (Chemical Foam Systems) köpük aplikasyon sistemi.....	16
2.2.5.3. Neowin Foam köpük aplikasyon sistemi.....	20
2.2.5.4. AutoFoam köpük aplikasyonu.....	20
2.3. Köpük aplikasyonu yönteminin diğer aplikasyon yöntemleri ile karşılaştırılması.....	21
2.4. Köpük aplikasyonu yönteminin sağladığı yararlar.....	26
2.5. Köpük aplikasyonu kullanım alanları.....	27
2.6. Kaynak özetleri.....	28
2.6.1. Köpük aplikasyonu kullanılarak yapılan çalışmalar.....	28
2.6.2. Multifonksiyonellik konusu ile ilgili yapılan çalışmalar.....	34
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	38
3.1. Materyal.....	38
3.2. Yöntem.....	38
3.2.1. Yöntemi uygulama.....	38
3.2.2. Deneyler sırasında oluşturulan kumaş numuneleri ve numunelere verilen kodlar ve deney planı.....	39
3.2.3. Yöntem, kimyasal madde ve miktarı ile ilgili optimizasyon çalışmaları.....	49
3.2.3.1. Uygulanan reçeteler.....	49
3.2.4. Uygulanan Testler.....	50
3.2.4.1. Güç tutuşurluk testi.....	50
3.2.4.2. Su iticilik için uygulanan testler.....	50
3.2.4.3. Antibakteriyellik için uygulanan testler.....	51
3.2.4.3.1. Tarafımızdan geliştirilen alternatif antibakteriyel testin uygulama yöntemi.....	51
3.2.4.3.2. Kantitatif antibakteriyellik testi.....	54
3.2.4.4. Yırtılma mukavemeti testi.....	54
3.2.4.5. Renk değeri ölçümü testi.....	54

3.2.4.6. Yıkama dayanımı testi.....	54
3.2.4.7. SEM taramalı elektron mikroskobu görüntüleri.....	54
3.2.4.8 FTIR-ATR fourier transform infrared spektroskopi analizi.....	55
4. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	56
4.1. Güç Tutuşurluk Testi Sonuçları.....	56
4.2. Temas Açısı Ölçüm Sonuçları.....	68
4.3. 3M Metodu Ölçüm Sonuçları.....	72
4.4. Geliştirilen Alternatif Antibakteriyel Test Sonuçları.....	77
4.5. AATCC 100 Antibakteriyel Test Sonuçları.....	83
4.6. Yırtılma Mukavemeti Testi Sonuçları.....	84
4.7. Renk Ölçümü Sonuçları.....	101
4.8. SEM karakterizasyon görüntüleri.....	120
4.9. SEM-EDX Analizi.....	125
4.10. FTIR-ATR karakterizasyonu.....	127
5.SONUÇ.....	132
KAYNAKLAR.....	134
ÖZGEÇMİŞ.....	137

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

Kısaltmalar	Açıklamalar
F:	Köpük aplikasyonu
P:	Emdirme işlemi
AF:	Alınan flotte oranı
WR:	Su-yağ iticilik
AM:	Antibakteriyellik
FR:	Güç tutuşurluk
W:	Yıkama ve kurutma
5, 10, 20, 30, 40, 50:	Yıkama ve kurutma sayısı
5 W:	5 yıkama ve kurutma yapılmış kumaş
20 W:	20 yıkama ve 20 kurutma işleminden geçmiş kumaş
30 W:	30 yıkama ve 30 kurutma işleminden geçmiş kumaş
40 W:	40 yıkama ve 40 kurutma işleminden geçmiş kumaş
50 W:	50 yıkama ve 50 kurutma işleminden geçmiş kumaş
PFR:	Emdirme yöntemi ile FR uygulanan kumaş
CPF1:	Karşılaştırmalı denemeler için AF'si %35 olan, kumaşın ön yüzeyine köpük aplikasyonu ile verilen FR işlemi
CPF2:	Karşılaştırmalı denemeler için AF'si %30 olan, kumaşın ön yüzeyine köpük aplikasyonu ile verilen FR işlemi
CPF3:	Karşılaştırmalı denemeler AF'si her iki yüzeyde de ayrı ayrı %17,5 olan, kumaşın önce ön yüzeyine daha sonra arka yüzeyine köpük aplikasyonu ile verilen FR işlemi
CPF4:	Karşılaştırmalı denemeler AF'si her iki yüzeyde de ayrı ayrı %15 olan, kumaşın önce ön yüzeyine daha sonra arka yüzeyine köpük aplikasyonu ile verilen FR işlemi
PAM:	Emdirme yöntemi ile AM uygulanan kumaş
AMF:	Bir yüzeyine köpük aplikasyonu ile AM uygulanan kumaş
PWR:	Emdirme yöntemi ile WR uygulanan kumaş

WR1F:	Kumaşın bir yüzüne su iticilik işlemi köpük uygulamasında aktarılırken alınan flotte (AF) oranı %X olan kumaş (Alınan flotte WR1: %X)
WR2F:	Kumaşın bir yüzüne su iticilik işlemi köpük uygulamasında aktarılırken alınan flotte (AF) oranı % Y olan kumaş (Alınan flotte WR2:%Y<%X, WR2F'in alınan flotte oranı WR1F kombinasyonundaki alınan flotte oranından küçüktür.)
PFRAMF:	Önce emdirme yöntemi ile kumaşın tamamına FR uygulanan, daha sonra köpük uygulaması ile kumaşın arka yüzüne AM uygulanan kumaş
PFRWR1F:	Önce emdirme yöntemi ile kumaşın tamamına ile FR uygulanan, daha sonra köpük uygulaması ile ön yüzeye WR uygulanan kumaş (AF oranı: %X)
PFRWR2F:	Önce emdirme yöntemi ile kumaşın tamamına ile FR uygulanan, daha sonra köpük uygulaması ile ön yüzeye WR uygulanan kumaş (AF oranı: WR2F; %Y<% X)
AMFWR1F:	Önce kumaşın ön yüzüne köpük uygulaması ile AM, sonra aynı yüzüne WR uygulanan kumaş (AF WR1F:%X)
AMFWR2F:	Önce kumaşın ön yüzüne köpük uygulaması ile AM, daha sonra WR uygulanan kumaş (Alınan flotte WR2: %Y < % X)
PWRAMF:	Önce emdirme yöntemi ile kumaşın tamamına WR uygulanan, daha sonra köpük uygulaması ile kumaşın arka yüzüne AM uygulanan kumaş
PAMWR1F:	Kumaşın tamamına önce emdirme yöntemi ile AM uygulanan, daha sonra ön yüzüne köpük uygulaması ile WR uygulanan kumaş (Alınan flotte WR1: %X)
PAMWR2F:	Kumaşın tamamına önce emdirme yöntemi ile AM uygulanan, daha sonra köpük uygulaması ile WR uygulanan kumaş (Alınan flotte WR2: %Y < % X)
PFRAMFWR1F:	Önce emdirme yöntemi ile kumaşın tamamına FR uygulanan, daha sonra köpük uygulaması ile arka yüzüne AM ve daha sonra ön yüzüne WR uygulanan kumaş (AF= %X)
PFRAMFWR2F:	Önce kumaşın tamamına emdirme yöntemi ile FR uygulanan, daha sonra köpük uygulaması ile arka yüzüne AM ve sonrasında ön yüzüne WR uygulanan kumaş (Alınan flotte WR2F: %Y < % X)
CPF6BF:	Multifonksiyonel kombinasyonlar için, AF'si her iki yüzeyde de ayrı ayrı %17,5 olan, kumaşın önce ön yüzüne daha sonra arka yüzüne köpük uygulaması ile verilen FR işlemi

- 1N: Önce kumaşın ön yüzeyine köpük uygulaması ile belirtilen oranda FR uygulanan, daha sonra arka yüzeyine köpük uygulaması ile AM uygulanan kumaş
- 2N: Önce kumaşın arka yüzeyine köpük uygulaması ile belirtilen oranda FR uygulanan, daha sonra ön yüzeyine köpük uygulaması ile WR uygulanan kumaş
- 3N: Önce kumaşın ön yüzeyine köpük uygulaması ile belirtilen oranda FR uygulanan, daha sonra arka yüzeyine köpük uygulaması ile AM uygulanan kumaş, daha sonra köpük uygulaması ile kumaşın ön yüzüne WR uygulanan kumaş
- 4N: Önce kumaşın arka yüzeyine köpük uygulaması ile belirtilen oranda FR uygulanan, daha sonra arka yüzeyine köpük uygulaması ile AM uygulanan kumaş, daha sonra köpük uygulaması ile kumaşın ön yüzüne WR uygulanan kumaş
- 5N: Önce kumaşın ön yüzeyine köpük uygulaması ile belirtilen oranda FR uygulanan, daha sonra kumaşın arka yüzeyine köpük uygulaması ile belirtilen oranda FR uygulanan, daha sonra arka yüzeyine köpük uygulaması ile AM uygulanan ve daha sonra köpük uygulaması ile kumaşın ön yüzüne WR uygulanan kumaş

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

Şekil 2.1. Köpük hücrelerinin oluşumu.....	5
Şekil 2.2. Köpük formları.....	6
Şekil 2.3. Köpük jeneratörleri.....	6
Şekil 2.4. Üfleme oranı ile köpük yoğunluğu ve köpük viskozitesi arasındaki ilişki	7
Şekil 2.5. Rakleli sürme sistemi ile köpük uygulaması.....	10
Şekil 2.6. Küsters köpük uygulaması makinesi.....	10
Şekil 2.7. Fulard ile köpük uygulaması.....	10
Şekil 2.8. a) Janus köpük aktarma sistemi b) Monforts Vacu-Foam sistemi.....	11
Şekil 2.9. Stork RSF-Finish köpük uygulaması sistemi.....	12
Şekil 2.10. Mitter köpük uygulaması sistemi.....	13
Şekil 2.11. FFT-Doğrudan sürme sistemi.....	14
Şekil 2.12. FFT köpük makinesinin çalışma sistemi.....	15
Şekil 2.13. CFS köpük jeneratörü ve köpük uygulatörü arasında transfer olan köpüğün yapısı.....	16
Şekil 2.14. CFS Köpük uygulatörünün parabolik köpük dağıtım haznesi.....	18
Şekil 2.15. CFS köpük uygulamasında çift uygulatör sistemi.....	19
Şekil 2.16. Neowin Foam köpük uygulaması.....	20
Şekil 2.17. AutoFoam köpük uygulaması.....	21
Şekil 2.18. Harcanan su miktarı bakımından, konvansiyonel emdirme ve köpük uygulaması yönteminin karşılaştırılması.....	23
Şekil 2.19. Pamuklu ve sentetik lif karışımları için konvansiyonel emdirme, vakum ve köpük uygulaması yöntemlerinde % AF karşılaştırması.....	24
Şekil 3.1. Monofonksiyonellik için deney planı.....	45
Şekil 3.2. Double fonksiyonellik için deney planı.....	46
Şekil 3.3. Multifonksiyonellik için deney planı.....	47
Şekil 4.1. Yıkılmamış PFR ve yıkılmış-kurutulmuş PFR kumaşı için dikey yakma sonrası meydana gelen kömürleşme uzunluğu.....	56
Şekil 4.2. Yıkılmamış CPF1 ve yıkılmış-kurutulmuş CPF1 kumaşı için dikey yakma sonrası meydana gelen kömürleşme uzunluğu.....	57

Şekil 4.3. Yıkanmamış CPF2 ve yıkanmış-kurutulmuş CPF2 kumaşı için dikey yakma sonrası meydana gelen kömürleşme uzunluğu.....	58
Şekil 4.4. Yıkanmamış CPF3 ve yıkanmış-kurutulmuş CPF3 kumaşı için dikey yakma sonrası meydana gelen kömürleşme uzunluğu.....	58
Şekil 4.5. Yıkanmamış CPF4 ve yıkanmış-kurutulmuş CPF4 kumaşı için dikey yakma sonrası meydana gelen kömürleşme uzunluğu.....	59
Şekil 4.6. Yıkanmamış PFRAMF ve yıkanmış-kurutulmuş PFRAMF kumaşı için dikey yakma sonrası meydana gelen kömürleşme uzunluğu.....	60
Şekil 4.7. Yıkanmamış PFRWR2F ve yıkanmış-kurutulmuş PFRWR2F kumaşı için dikey yakma sonrası meydana gelen kömürleşme uzunluğu.....	61
Şekil 4.8. Yıkanmamış PFRWR1F ve yıkanmış-kurutulmuş PFRWR1F kumaşı için dikey yakma sonrası meydana gelen kömürleşme uzunluğu.....	62
Şekil 4.9. Yıkanmamış PFRAMFWR1F ve yıkanmış-kurutulmuş PFRAMFWR1F kumaşı için dikey yakma sonrası meydana gelen kömürleşme uzunluğu.....	63
Şekil 4.10. Yıkanmamış 1N ve yıkanmış-kurutulmuş 1N kumaşı için dikey yakma sonrası meydana gelen kömürleşme uzunluğu.....	64
Şekil 4.11. Yıkanmamış 2N ve yıkanmış-kurutulmuş 2N kumaşı için dikey yakma sonrası meydana gelen kömürleşme uzunluğu.....	64
Şekil 4.12. Yıkanmamış 3N ve yıkanmış-kurutulmuş 3N kumaşı için dikey yakma sonrası meydana gelen kömürleşme uzunluğu.....	65
Şekil 4.13. Yıkanmamış 4N ve yıkanmış-kurutulmuş 4N kumaşı için dikey yakma sonrası meydana gelen kömürleşme uzunluğu.....	66
Şekil 4.14. Yıkanmamış 5N ve yıkanmış-kurutulmuş 5N kumaşı için dikey yakma sonrası meydana gelen kömürleşme uzunluğu.....	67
Şekil 4.15. Yıkanmamış WR1F ve yıkanmış-kurutulmuş WR1F kumaşı için atkı ve çözgü yönünde yırtılma mukavemeti sonuçları.....	84
Şekil 4.16. Yıkanmamış WR2F ve yıkanmış-kurutulmuş WR2F kumaşı için atkı ve çözgü yönünde yırtılma mukavemeti sonuçları.....	85
Şekil 4.17. Yıkanmamış PWR ve yıkanmış-kurutulmuş PWR kumaşı için atkı ve çözgü yönünde yırtılma mukavemeti sonuçları.....	86
Şekil 4.18. Yıkanmamış PAM ve yıkanmış-kurutulmuş PAM kumaşı için atkı ve	87

çözü yönünde yırtılma mukavemeti sonuçları.....	
Şekil 4.19. Yıkanmamış AMF ve yıkanmış-kurutulmuş AMF kumaşı için atkı ve çözü yönünde yırtılma mukavemeti sonuçları.....	88
Şekil 4.20. Yıkanmamış PFR ve yıkanmış-kurutulmuş PFR kumaşı için atkı ve çözü yönünde yırtılma mukavemeti sonuçları.....	88
Şekil 4.21. Yıkanmamış CPF1 ve yıkanmış-kurutulmuş CPF1 kumaşı için atkı ve çözü yönünde yırtılma mukavemeti sonuçları.....	89
Şekil 4.22. Yıkanmamış CPF2 ve yıkanmış-kurutulmuş CPF2 kumaşı için atkı ve çözü yönünde yırtılma mukavemeti sonuçları.....	90
Şekil 4.23. Yıkanmamış CPF3 ve yıkanmış-kurutulmuş CPF3 kumaşı için atkı ve çözü yönünde yırtılma mukavemeti sonuçları.....	91
Şekil 4.24. Yıkanmamış CPF4 ve yıkanmış-kurutulmuş CPF4 kumaşı için atkı ve çözü yönünde yırtılma mukavemeti sonuçları.....	91
Şekil 4.25. Yıkanmamış AMFWR1F ve yıkanmış-kurutulmuş AMFWR1F kumaşı için atkı ve çözü yönünde yırtılma mukavemeti sonuçları.....	92
Şekil 4.26. Yıkanmamış AMFWR2F ve yıkanmış-kurutulmuş AMFWR2F kumaşı için atkı ve çözü yönünde yırtılma mukavemeti sonuçları.....	92
Şekil 4.27. Yıkanmamış PWRAMF ve yıkanmış-kurutulmuş PWRAMF kumaşı için atkı ve çözü yönünde yırtılma mukavemeti sonuçları.....	93
Şekil 4.28. Yıkanmamış PFRAMF ve yıkanmış-kurutulmuş PFRAMF kumaşı için atkı ve çözü yönünde yırtılma mukavemeti sonuçları.....	94
Şekil 4.29. Yıkanmamış PFRWR1F ve yıkanmış-kurutulmuş PFRWR1F kumaşı için atkı ve çözü yönünde yırtılma mukavemeti sonuçları.....	95
Şekil 4.30. Yıkanmamış PFRWR2F ve yıkanmış-kurutulmuş PFRWR2F kumaşı için atkı ve çözü yönünde yırtılma mukavemeti sonuçları.....	95
Şekil 4.31. Yıkanmamış PAMWR1F ve yıkanmış-kurutulmuş PAMWR1F kumaşı için atkı ve çözü yönünde yırtılma mukavemeti sonuçları.....	96
Şekil 4.32. Yıkanmamış PAMWR2F ve yıkanmış-kurutulmuş PAMWR2F kumaşı için atkı ve çözü yönünde yırtılma mukavemeti sonuçları.....	97
Şekil 4.33. Yıkanmamış 1N ve yıkanmış-kurutulmuş 1N kumaşı için atkı ve çözü yönünde yırtılma mukavemeti sonuçları.....	98
Şekil 4.34. Yıkanmamış 2N ve yıkanmış-kurutulmuş 2N kumaşı için atkı ve çözü	98

yönünde yırtılma mukavemeti sonuçları.....	
Şekil 4.35. Yıkanmamış 3N ve yıkanmış-kurutulmuş 3N kumaşı için atkı ve çözgü yönünde yırtılma mukavemeti sonuçları.....	99
Şekil 4.36. Yıkanmamış 4N ve yıkanmış-kurutulmuş 4N kumaşı için atkı ve çözgü yönünde yırtılma mukavemeti sonuçları.....	99
Şekil 4.37. Yıkanmamış 5N ve yıkanmış-kurutulmuş 5N kumaşı için atkı ve çözgü yönünde yırtılma mukavemeti sonuçları.....	100
Şekil 4.38. Yıkanmamış PFRAMFWR1F ve yıkanmış-kurutulmuş PFRAMFWR1F kumaşı için atkı ve çözgü yönünde yırtılma mukavemeti sonuçları.....	100
Şekil 4.39. İşlem görmemiş kumaşının ön yüzünün SEM görüntüsü.....	120
Şekil 4.40. PFR kumaşının ön yüzünün SEM görüntüsü.....	120
Şekil 4.41. CPF1 kumaşının ön yüzünün SEM görüntüsü.....	121
Şekil 4.42. CPF1 kumaşının arka yüzünün SEM görüntüsü.....	121
Şekil 4.43. CPF3 kumaşının ön yüzünün SEM görüntüsü.....	122
Şekil 4.44. CPF3 kumaşının arka yüzünün SEM görüntüsü.....	122
Şekil 4.45. PAM kumaşının arka yüzünün SEM görüntüsü.....	122
Şekil 4.46. AMF kumaşının arka yüzünün SEM görüntüsü.....	122
Şekil 4.47. PWR kumaşının ön yüzünün SEM görüntüsü.....	123
Şekil 4.48. WR1F kumaşının ön yüzünün SEM görüntüsü.....	123
Şekil 4.49. PFRAMF kumaşının arka yüzünün SEM görüntüsü.....	124
Şekil 4.50. PFRWR1F kumaşının ön yüzünün SEM görüntüsü.....	124
Şekil 4.51. PFRAMFWR1F kumaşının ön yüzünün SEM görüntüsü.....	124
Şekil 4.52. AMF kumaşının arka yüzünün SEM-EDX analizi.....	125
Şekil 4.53. CPF6BF kumaşının ön yüzünün SEM-EDX analizi.....	126
Şekil 4.54. WR1F kumaşının ön yüzünün SEM-EDX analizi.....	126

Şekil 4.55. İşlem görmemiş kumaş ile PFR kumaşının ön yüzünün FTIR-ATR analizi grafiği.....	129
Şekil 4.56. İşlem görmemiş kumaş ile PAM kumaşının ön yüzünün FTIR-ATR analizi grafiği.....	130
Şekil 4.57. İşlem görmemiş kumaş ile PWR kumaşının ön yüzünün FTIR-ATR analizi grafiği.....	131



ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa

Çizelge 4.1. WR işlemi uygulanmış kombinasyonların temas açısı ölçüm sonuçları.....	69
Çizelge 4.2. 50 yıkama 50 kurutma yapılmış WR kombinasyonların temas açısı ölçüm sonuçları.....	71
Çizelge 4.3. Yıkamamış WR kombinasyonlarının 3M test metodu sonuçları.....	72
Çizelge 4.4. 5 yıkama 5 kurutma yapılmış WR kombinasyonlarının 3M test metodu sonuçları.....	73
Çizelge 4.5. 10 yıkama 10 kurutma yapılmış WR kombinasyonlarının 3M test metodu sonuçları.....	74
Çizelge 4.6. 20 yıkama 20 kurutma yapılmış WR kombinasyonlarının 3M test metodu sonuçları.....	75
Çizelge 4.7. 30 yıkama 30 kurutma yapılmış WR kombinasyonlarının 3M test metodu sonuçları.....	75
Çizelge 4.8. 40 yıkama 40 kurutma yapılmış WR kombinasyonlarının 3M test metodu sonuçları.....	76
Çizelge 4.9. 50 yıkama 50 kurutma yapılmış WR kombinasyonlarının 3M test metodu sonuçları.....	76
Çizelge 4.10. Farklı günlerde rastgele seçilen numuneler arasında yapılan sübjektif koku testi.....	77
Çizelge 4.11. Farklı günlerde rastgele seçilen numuneler arasında yapılan sübjektif koku testi.....	78
Çizelge 4.12. Farklı günlerde rastgele seçilen numuneler arasında yapılan sübjektif koku testi.....	78
Çizelge 4.13. Farklı günlerde rastgele seçilen numuneler arasında yapılan sübjektif koku testi.....	78
Çizelge 4.14. Farklı günlerde rastgele seçilen numuneler arasında yapılan sübjektif koku testi.....	79
Çizelge 4.15. Farklı günlerde rastgele seçilen numuneler arasında yapılan sübjektif koku testi.....	79

Çizelge 4.16. Farklı günlerde rastgele seçilen numuneler arasında yapılan sübjektif koku testi.....	80
Çizelge 4.17. Farklı günlerde rastgele seçilen numuneler arasında yapılan sübjektif koku testi.....	80
Çizelge 4.18. Farklı günlerde rastgele seçilen numuneler arasında yapılan sübjektif koku testi.....	81
Çizelge 4.19. Farklı günlerde rastgele seçilen numuneler arasında yapılan sübjektif koku testi.....	81
Çizelge 4.20. Farklı günlerde rastgele seçilen numuneler arasında yapılan sübjektif koku testi.....	81
Çizelge 4.21. Farklı günlerde rastgele seçilen numuneler arasında yapılan sübjektif koku testi.....	82
Çizelge 4.22. Farklı günlerde rastgele seçilen numuneler arasında yapılan sübjektif koku testi.....	82
Çizelge 4.23. Seçilen numunelerin AATCC 100 antibakteriyel testi sonuçları.....	83
Çizelge 4.24. İşlem görmemiş kumaşın ön ve arka yüzünün CIELAB değerleri, sarılık indeksleri ve ΔE değerleri.....	101
Çizelge 4.25. PFR kumaşın arka yüzünün CIELAB değerleri, sarılık indeksleri ve ΔE değerleri.....	102
Çizelge 4.26. PFR kumaşın ön yüzünün CIELAB değerleri, sarılık indeksleri ve ΔE değerleri.....	102
Çizelge 4.27. CPF1 kumaşın ön yüzünün CIELAB değerleri, sarılık indeksleri ve ΔE değerleri.....	102
Çizelge 4.28. CPF1 kumaşın arka yüzünün CIELAB değerleri, sarılık indeksleri ve ΔE değerleri.....	103
Çizelge 4.29. CPF2 kumaşın ön yüzünün CIELAB değerleri, sarılık indeksleri ve ΔE değerleri.....	103
Çizelge 4.30. CPF2 kumaşın arka yüzünün CIELAB değerleri, sarılık indeksleri ve ΔE değerleri.....	103
Çizelge 4.31. CPF3 kumaşın ön yüzünün CIELAB değerleri, sarılık indeksleri ve ΔE değerleri.....	104

Çizelge 4.32. CPF3 kumaşın arka yüzünün CIELAB değerleri, sarılık indeksleri ve ΔE değerleri.....	104
Çizelge 4.33. CPF4 kumaşın ön yüzünün CIELAB değerleri, sarılık indeksleri ve ΔE değerleri.....	104
Çizelge 4.34. CPF4 kumaşın arka yüzünün CIELAB değerleri, sarılık indeksleri ve ΔE değerleri.....	105
Çizelge 4.35. PAM kumaşın ön yüzünün CIELAB değerleri, sarılık indeksleri ve ΔE değerleri.....	106
Çizelge 4.36. PAM kumaşın arka yüzünün CIELAB değerleri, sarılık indeksleri ve ΔE değerleri.....	106
Çizelge 4.37. AMF kumaşın ön yüzünün CIELAB değerleri, sarılık indeksleri ve ΔE değerleri.....	106
Çizelge 4.38. AMF kumaşın arka yüzünün CIELAB değerleri, sarılık indeksleri ve ΔE değerleri.....	107
Çizelge 4.39. PWR kumaşın ön yüzünün CIELAB değerleri, beyazlık ve sarılık indeksleri ve ΔE değerleri.....	107
Çizelge 4.40. PWR kumaşın arka yüzünün CIELAB değerleri, sarılık indeksleri ve ΔE değerleri.....	108
Çizelge 4.41. WR1F kumaşın ön yüzünün CIELAB değerleri, sarılık indeksleri ve ΔE değerleri.....	108
Çizelge 4.42. WR1F kumaşın arka yüzünün CIELAB değerleri, sarılık indeksleri ve ΔE değerleri.....	108
Çizelge 4.43. WR2F kumaşın ön yüzünün CIELAB değerleri, sarılık indeksleri ve ΔE değerleri.....	109
Çizelge 4.44. WR2F kumaşın arka yüzünün CIELAB değerleri, sarılık indeksleri ve ΔE değerleri.....	109
Çizelge 4.45. PFRAMF kumaşın arka yüzünün CIELAB değerleri, sarılık indeksleri ve ΔE değerleri.....	110
Çizelge 4.46. PFRAMF kumaşın ön yüzünün CIELAB değerleri, sarılık indeksleri ve ΔE değerleri.....	110

Çizelge 4.47. PFRWR1F kumaşın ön yüzünün CIELAB değerleri, sarılık indeksleri ve ΔE değerleri.....	110
Çizelge 4.48. PFRWR1F kumaşın arka yüzünün CIELAB değerleri, sarılık indeksleri ve ΔE değerleri.....	111
Çizelge 4.49. PFRWR2F kumaşın ön yüzünün CIELAB değerleri, sarılık indeksleri ve ΔE değerleri.....	111
Çizelge 4.50. PFRWR2F kumaşın arka yüzünün CIELAB değerleri, sarılık indeksleri ve ΔE değerleri.....	111
Çizelge 4.51. AMFWR1F kumaşın ön yüzünün CIELAB değerleri, sarılık indeksleri ve ΔE değerleri.....	112
Çizelge 4.52. AMFWR1F kumaşın arka yüzünün CIELAB değerleri, sarılık indeksleri ve ΔE değerleri.....	112
Çizelge 4.53. AMFWR2F kumaşın ön yüzünün CIELAB değerleri, sarılık indeksleri ve ΔE değerleri.....	113
Çizelge 4.54. AMFWR2F kumaşın arka yüzünün CIELAB değerleri, sarılık indeksleri ve ΔE değerleri.....	113
Çizelge 4.55. PWRAMF kumaşın ön yüzünün CIELAB değerleri, sarılık indeksleri ve ΔE değerleri.....	113
Çizelge 4.56. PWRAMF kumaşın arka yüzünün CIELAB değerleri, sarılık indeksleri ve ΔE değerleri.....	114
Çizelge 4.57. PAMWR1F kumaşın ön yüzünün CIELAB değerleri, sarılık indeksleri ve ΔE değerleri.....	114
Çizelge 4.58. PAMWR1F kumaşın arka yüzünün CIELAB değerleri, sarılık indeksleri ve ΔE değerleri.....	114
Çizelge 4.59. PAMWR2F kumaşın ön yüzünün CIELAB değerleri, sarılık indeksleri ve ΔE değerleri.....	115
Çizelge 4.60. PAMWR2F kumaşın arka yüzünün CIELAB değerleri, sarılık indeksleri ve ΔE değerleri.....	115
Çizelge 4.61. PFRAMFWR1F kumaşın ön yüzünün CIELAB değerleri, sarılık indeksleri ve ΔE değerleri.....	116
Çizelge 4.62. PFRAMFWR1F kumaşın arka yüzünün CIELAB değerleri, sarılık indeksleri ve ΔE değerleri.....	116

Çizelge 4.63. 1N kumaşın ön yüzünün CIELAB değerleri, sarılık indeksleri ve ΔE değerleri.....	116
Çizelge 4.64. 1N kumaşın arka yüzünün CIELAB değerleri, sarılık indeksleri ve ΔE değerleri.....	117
Çizelge 4.65. 2N kumaşın ön yüzünün CIELAB değerleri, sarılık indeksleri ve ΔE değerleri.....	117
Çizelge 4.66. 2N kumaşın arka yüzünün CIELAB değerleri, sarılık indeksleri ve ΔE değerleri.....	117
Çizelge 4.67. 3N kumaşın ön yüzünün CIELAB değerleri, sarılık indeksleri ve ΔE değerleri.....	118
Çizelge 4.68. 3N kumaşın arka yüzünün CIELAB değerleri, sarılık indeksleri ve ΔE değerleri.....	118
Çizelge 4.69. 4N kumaşın ön yüzünün CIELAB değerleri, sarılık indeksleri ve ΔE değerleri.....	118
Çizelge 4.70. 4N kumaşın arka yüzünün CIELAB değerleri, sarılık indeksleri ve ΔE değerleri.....	119
Çizelge 4.71. 5N kumaşın ön yüzünün CIELAB değerleri, sarılık indeksleri ve ΔE değerleri.....	119
Çizelge 4.72. 5N kumaşın arka yüzünün CIELAB değerleri, sarılık indeksleri ve ΔE değerleri.....	119

1. GİRİŞ

Günümüzde dünyadaki birincil enerji kaynakları ve mevcut su rezervleri giderek azalmaktadır. Ülkemizde petrolün, elektriğin, doğal gazın diğer ülkelere göre daha pahalı olması ve küresel ısınmadan dolayı giderek azalan su kaynakları, enerji ve su tüketiminin ne kadar önemli olduğunun ve üzerinde durulması gerektiğinin göstergesidir.

Bu azalmanın önüne geçebilmek için kaynakların optimum kullanılmasına yönelik çalışmalar ve yeni yöntem arayışları ortaya çıkmıştır. Bu arayışlar içerisinde yeni yöntem ve teknolojiler üreterek enerji tasarrufunun sağlanması ve su tüketimini önemli oranda azaltmaya yönelik yapılan çalışmalar en önemlileri arasında yer almaktadır.

Tekstil işletmelerinde enerji tüketimi ise; diğer sanayi dallarıyla karşılaştırıldığında tekstil endüstrisi enerji tüketimi bakımından orta sırada yer almaktadır. Tekstil işletmelerinde en fazla enerji tüketen daire terbiye daireleridir.

Terbiye dairelerinde tüketilen enerjinin % 45-75'i yaş işlemler, % 15-40'ı kurutma ve fiksaj işlemleri, %8-18'i de diğer işlemler ve havalandırma olacak şekilde sıralanmaktadır. Terbiye dairelerinde elektrik enerjisinin tüketimi fazla değildir. Fakat ısı enerjisi ve su tüketimi çok fazladır (Namboodri ve Duke 1979, Tarakçioğlu 1984). Bu nedenle, terbiye işlemlerinde kullanılan makinelerde ve uygulama yöntemlerinde, enerji ve su tasarrufu sağlayan teknolojiler önemli bir yer teşkil etmektedir.

Tekstil terbiye işlemleri farklı materyal formlarında (elyaf, tops, iplik, kumaş, dikilmiş parça) uygulanabilse de en yaygın olanı kumaş terbiyesidir. Tüm bu terbiye işlemleri için genel beklenti; sağlanan etkinin homojen olması, liflerin zarar görmemesi, kumaşta kırık oluşmaması, tekrarlanabilir ve ekonomik olması, çevresel etkinin az olması ve günümüzün en önemli sorunları arasında yer alan enerji ve su tüketimi konusunda tasarruf sağlaması yönündedir. Tekstil malzemelerine istenen özelliklerin kazandırılmasına yönelik olarak yapılan çalışmalarda farklı aplikasyon teknikleri kullanılmaktadır. Bu aplikasyon tekniklerinin çoğu yaş yöntemlerdir. Bu yaş işlemler içerisinde çektirme, emdirme, vakumla aplikasyon, maksimum aplikasyon teknikleri ile

birlikte az flotte aplikasyon teknikleri arasında yer alan püskürtme, kaplama, aktarma ve köpük aplikasyon yöntemleri yer almaktadır (Çoban 1999). Bu yöntemlerin yanı sıra, son yıllarda önemi giderek artan mikrokapsülasyon, plazma aplikasyonu, sol-jel teknolojisi ve laminasyon teknikleri de terbiye aplikasyonları içerisinde yer almaktadır.

Günümüzde, tekstil endüstrisinde kullanılan yöntem ve tekniklerin çevre-dostu olması, su ve enerji tasarrufu sağlaması istenildiği kadar, kumaşa tek bir fonksiyonellikten ziyade birden fazla fonksiyonelliği aktarabilme yani multifonksiyonellik kazandırma, fonksiyonelliklerin etkin ve kalıcı olması müşteri ihtiyaçları ve günümüz gereksinimleri arasında yer almaktadır. Günümüzdeki endüstriyel gereksinimlerin artması ve çeşitlenmesi ile birlikte, kumaş üzerindeki bir fonksiyonellik bu gereksinimleri karşılamakta yetersiz kalabilmekte, bu nedenle kullanım alanlarına göre değişmekle birlikte, multifonksiyonellik konusu önem arz etmektedir. Bazı kullanım alanlarında, kumaşın tamamının birden fazla fonksiyonelliğe sahip olması, hem gereksiz bir maliyet artışına sebep olmakta hem de kullanım alanına hitap edecek yeterli etkinlik göstermesini engellemektedir. Örneğin; bir askeri kıyafette veya itfaiye giysisinde, dış yapının su, yağ, kir gibi malzemeleri itmesi istenirken, iç yapının hidrofilyk olup, hareket esnasında oluşan teri ve suyu emmesi beklenmektedir. Kumaşın dış yapısının su-yağ-kir itici olması talep edilirken, uzun süre insan vücudu ile temas halinde olacağı için, iç yapının antibakteriyel olması büyük önem taşımaktadır. Bu örnekte kumaşın tamamının su itici olması, iç tarafta oluşan terin ve suyun emiciliğine engel olurken, kumaşın tamamının antibakteriyel özelliğe sahip olması ise kullanılan kimyasal madde miktarını gereksiz olarak arttıracığından proses maliyetini de arttırmış olacaktır.

Günümüzde yaygın olarak kullanılan aplikasyon yöntemleri farklı yüzeylere farklı kimyasal madde aktarımına izin vermediğinden, kumaşın her iki yüzü de aynı kimyasal madde ile işlem görmekte ve gereksiz madde aktarımından ötürü hem beklenen gereksinimleri tam anlamıyla karşılayamamakta hem de maliyet artışına sebep olmaktadır. Bu nedenle bazı fonksiyonelliklerin, kumaşın tek bir yüzeyine uygulanması gerekliliği ortaya çıkmıştır.

Kumaşa multifonksiyonellik kazandırırken, talep edilen tüm fonksiyonellikleri, tek bir reçete içerisinde, aynı banyo içinde birbiri ile karıştırılarak verilmesi pek çok açıdan dezavantaj oluşturmaktadır. Bu dezavantajlardan birincisi, aynı banyo içinde kullanılan, farklı fonksiyonelliklere ait tüm temel ve yardımcı kimyasal maddelerin birbiri ile uyum gösterememesidir. Farklı fonksiyonelliklere ait kimyasal maddelerin kimyasal yapıları farklı olacağından, etki mekanizmaları da farklı olmakta ve bu nedenle homojen bir karışım sağlamada problemler yaşanabilmektedir. Bu dezavantajların ikincisi ise, tüm kimyasallar birbiri ile karıştığından kumaşın arka veya ön yüzü fark etmeksizin fonksiyonellikler karışık bir düzende verileceğinden, kullanım alanına uygun olmayan bir fonksiyonellik eldesi yapılmakta veya istenen etkinlik beklenen düzeyde oluşmamakta ya da hiçbir fonksiyonellik yeterli düzeyde elde edilememektedir. Kumaşın iç kısmında sadece antibakteriyellik etki beklenirken, aynı zamanda su itici özellik gösterebilmekte dolayısıyla iç kısımda beklenen su ve teri emme özelliği engellenebilmektedir. Aynı şekilde kumaşın sadece iç kısmının antibakteriyel özellik göstermesi beklenirken, kumaşın dış yüzeyi de antibakteriyel özellik gösterebilmekte, su iticilik özelliğinin etkinliğini azaltabilmekte ve gereksiz madde aktarımından dolayı kimyasal madde ve proses maliyetinde artışa sebep olabilmektedir. Dolayısıyla tüm bu problemler ve endüstriyel gereksinimlerden ötürü, kullanım alanına uygun olarak birden fazla fonksiyonelliği etkin ve kalıcı bir şekilde kumaşın aynı ve/veya farklı yüzlerine aktararak multifonksiyonellik eldesi hem endüstriyel hem de akademik anlamda bir gereklilik haline gelmiştir.

Multifonksiyonellik eldesi konusunda, farklı fonksiyonelliklere sahip kumaş katmanlarının bir araya getirilmesi yöntemi mevcuttur fakat her fonksiyonellik için ayrı bir katman kullanıldığı için, ürün hem hacim olarak fazla yer kaplamakta hem de materyal maliyeti artmaktadır. Bu nedenle tek katmanlı kumaşlarda multifonksiyonellik konusu, hem kullanıcıya hareket kabiliyeti sağlama, hem kullanışlı ve esnek olabilmesi açısından, hem de materyal maliyetinde yapılacak olan tasarruf bakımından büyük önem arz etmektedir. Bunun yanı sıra yukarıda bahsedilen mevcut yöntemlerin neden olduğu dezavantajları elimine ederek, kumaşa endüstriyel gereksinimleri karşılayacak düzeyde fonksiyonellik veya multifonksiyonellik kazandıran bir yöntemin veya yöntemlerin kullanılması gerekliliği ortaya çıkmıştır.

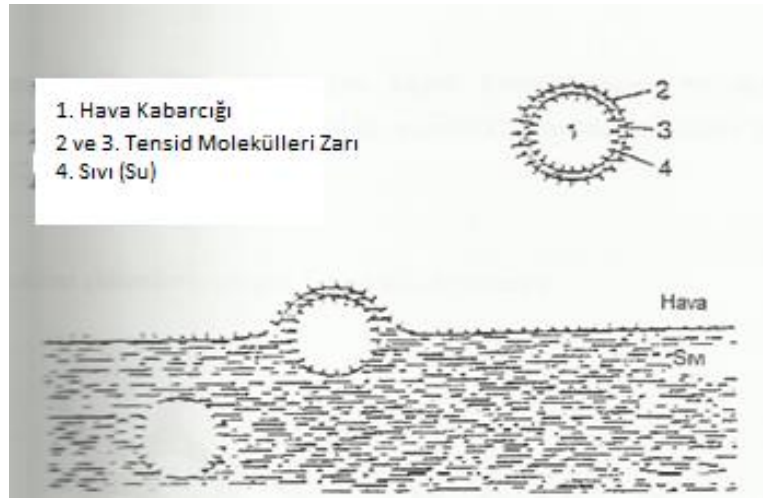
Yukarıda bahsedilen tüm gereksinimlerden, sebeplerden ve mevcut yöntemlerin sahip olduğu dezavantajlardan dolayı bu tez çalışmasında az flotte aplikasyon yöntemlerinden biri olan köpük aplikasyonu ile çalışılmıştır. Köpük aplikasyonu 1980’li yılların ilk yarısında ortaya çıkan önemli bir aplikasyon tekniğidir. Bu yöntemle bir süre ara verilmesine rağmen, geliştirilen yeni teknoloji ile birlikte günümüzde tekrar gündeme gelmiştir.

Bu tez çalışmasının amacı, %100 pamuklu kumaşları insanların yoğun bir şekilde bir arada bulunduğu ortamlarda “koruyuculuk” ve “fonksiyonellik” gerektiren pek çok alanda kullanışlı ve fonksiyonel veya multifonksiyonel duruma getirmek olmuştur. Kullanım alanları olarak askeri kıyafetler, hastane kıyafetleri, tıbbi alanda kullanılan tekstil malzemeleri, itfaiye giysileri, spor kıyafetleri, otellerde kullanılan tekstiller, taşıt tekstilleri, perdelik-döşemelik kumaş gibi ev tekstilleri ve bebek kıyafetleri seçilmiştir. Bu nedenle, tez çalışmasında kullanılan fonksiyonellikler güç tutuşurluk, su-yağ iticilik ve antibakteriyellik fonksiyonelliklerinden oluşmaktadır. Bu amaç doğrultusunda, su ve enerji tasarrufu sağlayan köpük aplikasyonu ve/veya emdirme metodu ile tek katmanlı %100 pamuklu kumaşın tamamına ya da ön ve arka yüzü farklı fonksiyonellikleri içerecek şekilde, yüksek etkinlik, yüksek yıkama ve kurutma dayanımında, fonksiyonellik veya multifonksiyonellik kazandırılmıştır. Fonksiyonelliklerin çeşitliliğini, kumaşın tamamı ve/veya ön yüzü ve/veya arka yüzü seçeneklerini ve yöntem çeşitliliğini göz önünde bulundurarak, fonksiyonellik ve multifonksiyonelliklerin tüm kombinasyonları üretim aşamasında denenmiş ve aplikasyon sırasında kullanılan farklı kimyasalların yer aldığı reçetelerde, yöntem, kimyasal madde ve kimyasal madde miktarı optimizasyonu yapılmıştır. Bu optimizasyonun verimli bir şekilde sonuç vermesi için, önce her fonksiyonellik kendi içinde farklı yöntem ve farklı kimyasal madde oranlarında değerlendirilmiş, daha sonra multifonksiyonelliğe geçilmiştir. Yapılan tüm bu denemeler ve optimizasyon sonrasında her numune fonksiyonellik ve multifonksiyonellik açısından gerekli performans ve karakterizasyon testlerine tabi tutulmuş ve oluşturulan kombinasyonlar birbiri ile pek çok açıdan karşılaştırılmış, fonksiyonellikler arası sinerjistik etkiler ve optimum sonuçlar belirlenmiştir. Belirlenen sonuçlar doğrultusunda, tek katmandan oluşan, yüksek etkinlik ve yüksek kalıcılık gösteren, fonksiyonel veya multifonksiyonel %100 pamuklu kumaşlar elde edilmiştir.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Köpük Aplikasyonu Yöntemi

Köpük, herhangi bir sıvının uygun bir gaz, genellikle hava ile şişirilerek yüzey alanı kabaca 1000 kat artırılmış, dolayısıyla daha az sıvı içeren, birbirinden ince bir film tabakası ile ayrılan, mikroheterojen kolloid, kısa veya uzun ömürlü, metastabil bir sistemdir. Tekstil sanayiinde kullanılan köpüklerde sıvı olarak normal aplikasyon yöntemlerinde kullanılan sulu flotteler, gaz olarak da hava kullanılmaktadır. Köpük, havanın yüzey aktif maddeler (tensidler) yardımıyla su içinde ince zerrecikler halinde dağıtılması ile elde edilir. Eğer bir yüzey aktif madde, sulu çözelti içinde çözülür ve bu çözelti içerisinde hava kabarcıkları bulunursa, hava kabarcıklarının etrafını bir tensid filmi kaplar. Hava kabarcıkları, üzeri bir tensid filmiyle kaplı bulunan sıvının üst yüzeyine doğru hareket ederler. Yukarı doğru çıkan hava kabarcıklarının etrafında böylece ikinci bir tensid filmi meydana gelir. Bu şekilde, etrafını saran iki tensid filmi arasında sıvının bulunduğu gaz kabarcığına köpük hücresi denir.



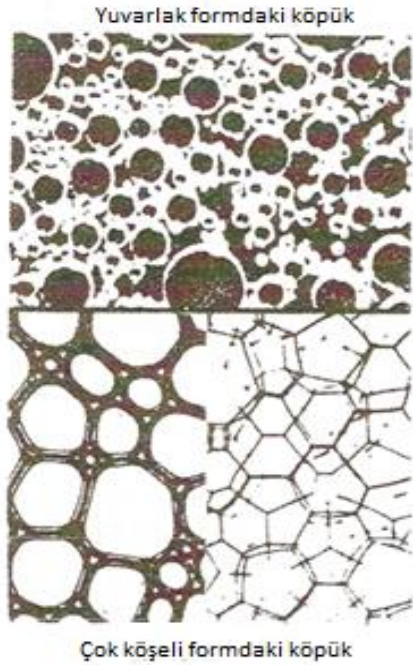
Şekil 2.1. Köpük hücresinin oluşumu
(Tarakçıoğlu 1998)

Birçok köpük hücresinin yan yana gelmesiyle de, köpük oluşur. İki cins köpük vardır. Bunlar:

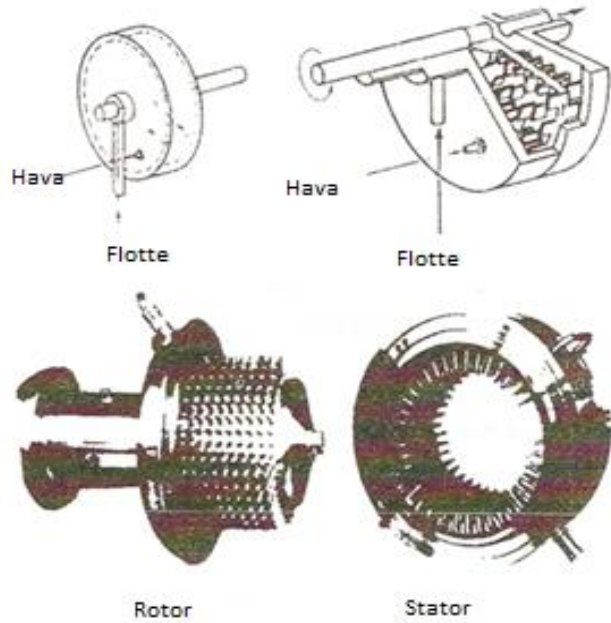
- Kabarcıkları (hücreleri) yuvarlak formdaki köpükler
- Kabarcıkları (hücreleri) köşeli formdaki köpüklerdir.

Yuvarlak formlu köpükte kabarcıklar su içerisinde tek tek dağılmaktadırlar. Yuvarlak formlu köpüklerin üst kısmında köşeli forma dönüşerek bir ağ oluşturması sonucu köşeli formlu köpük meydana gelmektedir. Çok su içermeleri nedeniyle, tekstil terbiyesinde yuvarlak formda köpükler kullanılmazlar. Tercih edilen köpük, köşeli formda olmalıdır ve genellikle bunların dayanıklılığı da yuvarlak formlu köpüklere nazaran daha iyidir.

Köpükle aplikasyon sistemlerinde, köpük, özel jeneratörlerde sürekli olarak üretilip aplikasyon kısmına gönderilmektedir. En yaygın köpük jeneratörü tipinde, jeneratör, özel yapıya sahip rotor (dönen) ve stator (duran) kısımlardan meydana gelmektedir. Jeneratörler su veya hava soğutmalı olabilmektedir. Jeneratör çalışırken, bunun içerisine bir taraftan hava enjekte edilmekte diğer taraftan ise bir pompa yardımıyla belirli dozda sıvı gönderilmektedir. Özel yapıdaki rotorun stator içerisinde hızla dönmesi sonucu sağlanan çirpma etkisiyle havanın sıvı içerisinde küçük kabarcıklar halinde parçalanıp dağılması sağlanırken, kullanılan yüzey aktif maddenin de yardımıyla köpük hücreleri oluşmaktadır (Tarakçıoğlu 1998, Elbadawi ve Pearson 2003).

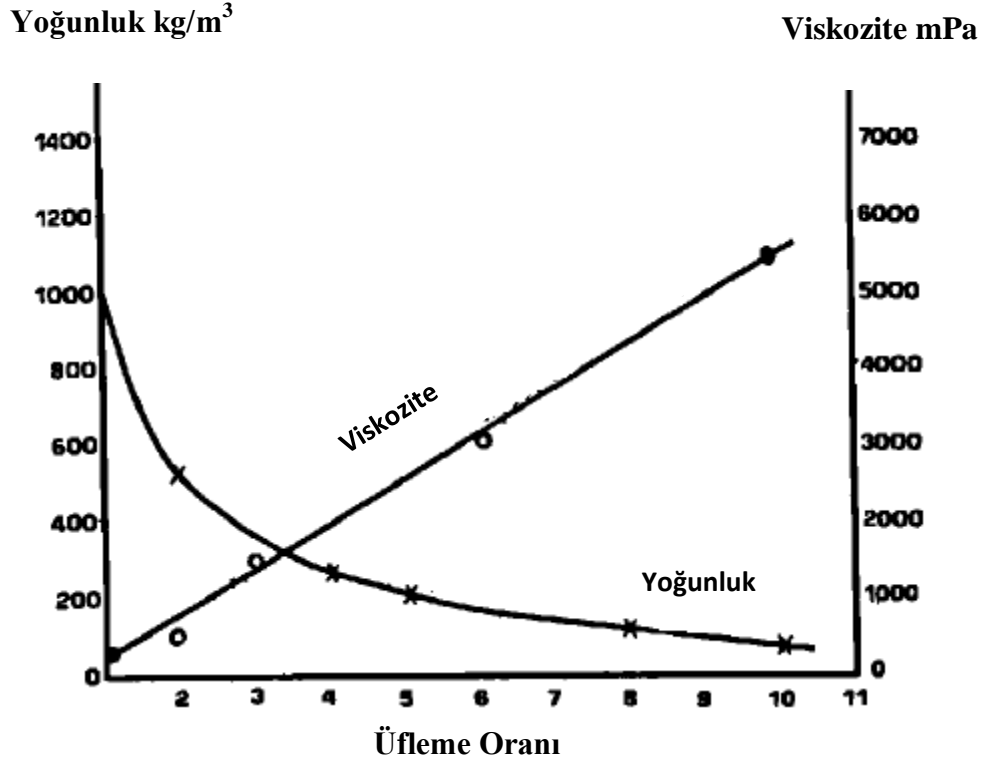


Şekil 2.2. Köpük formları
(Tarakçıoğlu 1998)



Şekil 2.3. Köpük jeneratörleri
(Tarakçıoğlu 1998)

Namboodri ve Duke (1979) yaptıkları çalışmada sistem içine hava katıldığında köpük yoğunluğunun düştüğünü, buna karşılık köpük viskozitesinin arttığını belirtmişlerdir. Üfleme oranı- yoğunluk, üfleme oranı-viskozite arasındaki ilişki Şekil 2.4'te belirtilmiştir.



Şekil 2.4. Üfleme oranı ile köpük yoğunluğu ve köpük viskozitesi arasındaki ilişki (Namboodri ve Duke 1979)

Etkin bir köpükle aplikasyon işlemi için aşağıda belirtilenler göz önünde bulundurulmalıdır.

- Köpüğün, köpük jeneratöründen alınıp aplikasyon donanımı yardımıyla kumaşa aktarılınca kadar geçen süre içerisinde bozulmaması gerekir.

- Diğer taraftan köpük tekstil mamulü üzerine geldiğinde mümkün olduğu kadar çabuk bozulmalıdır. Köpük stabilitesi, köpük aplikasyonlarında önemli bir yer teşkil etmektedir. Çok stabil köpüklerin kumaşa olan penetrasyonları oldukça zayıf kalmakta buna karşılık instabil köpükler aplikasyondan önce bozduğu için uygulamalarda problemler yaşanmaktadır.

•Köpük birlikte kullanacağı terbiye maddelerine karşı dayanıklı olmalıdır. Kullanılan tensidin flottedeki diğer kimyasal maddelerle uyumluluğu iyi olmalıdır.

•Bir terbiye işleminde kullanılacak köpük daima eşit konsantrasyon ve formda olmalıdır.

•Köpükle aplikasyonda önemli olan bir nokta da köpüğün fazla su vermemesidir. Fazla su içermeyen köpük kumaş üzerine aktarıldığında, yeterince su bulunmadığından kılcal etkiyle etrafa yayılmamakta, yalnızca kumaş yüzeyine dik bir şekilde hareketle kumaşın diğer yüzüne geçmektedir. Normal sulu flotteler ise, iplikler ve özellikle lifler arasındaki kılcal boruların emme etkisiyle ilk aktarıldıkları (örneğin damlatıldıkları) yerde kalmayıp kumaş yüzeyine paralel bir şekilde etrafa yayılmaktadırlar. Bu nedenle kullanılan köpüklerin fazla sulu olmaması veya köpüğün düzgünsüz parçalanması nedeniyle kumaş yüzeyinde yer yer daha yaş bölgelerin meydana gelmemesi, düzgün bir aplikasyon için en önemli şartı oluşturmaktadır.

Köpükle aplikasyon yönteminin başarısı yukarıda belirtilen şartlara sahip bir köpük elde edilebilmesine bağlıdır. Bu ise, iyi bir köpük jeneratörü ve uygun bir tensid (çoğunlukla poliglikoleter veya polisülfonat esaslı) kullanarak sağlanabilmektedir

Köpük oluşturulması sırasında dikkat edilmesi gereken bazı hususlar şunlardır:

•Reçetelerdeki madde miktarları tam olarak uygulanmalıdır.

•Su ve hava miktarlarının iyi seçilmiş ve ayarlanmış olması gerekmektedir. Çok fazla hava düzgün olmayan köpük, çok az hava ise kaba ve büyük hücreli köpük oluşmasına yol açmaktadır.

•Rotor dönüş hızının iyi seçilmiş ve ayarlanmış olması gerekmektedir.

•Kullanılan hava temiz olmalıdır. Hava filtresinden geçirilerek yağ ve katı parçacıklardan arındırılmalıdır.

•Hava basıncı jeneratör iç basıncından yüksek olmalıdır.

•Hava basıncının çalışma süresince hep sabit kalması sağlanmalıdır.

•Flotte sıcaklığı sabit olmalıdır (Camp1989, Baker ve ark.1982, Tarakçioğlu 1998, Elbadawi ve Pearson 2003).

2.2. Köpük Aplikasyonu Sistemleri

Köpükle aplikasyonu için piyasaya çıkarılmış makineler değişik esaslara göre çalışmaktadırlar. Aşağıda köpük aplikasyon sistemleri sıralanmaktadır:

-Rakleli veya rulolu sistemler

-Fulardda köpükle emdirme sistemi

-Baskı yöntemiyle köpük aplikasyonu sistemi

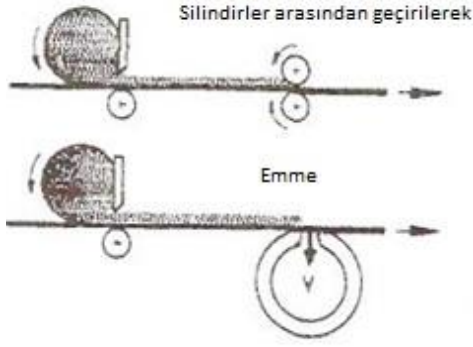
-Köpük aktarma sistemi

-Doğrudan sürme sistemi (Gregorian ve ark. 1982, Baker ve ark. 1982, Namboodri 1986 Tarakçioğlu 1998, Elbadawi ve Pearson 2003)

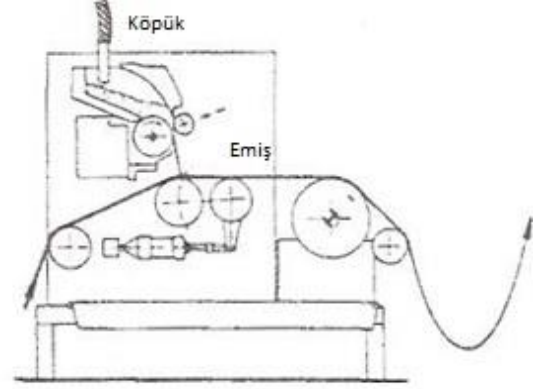
2.2.1. Rakleli veya rulolu köpük aplikasyon sistemleri

Rakleli veya rulolu sistemler normal kaplamalarda kullanılan sürme sistemlerine benzemektedirler. Kumaş üzerine dökülen kıvamlı köpüğün aplikasyon miktarı, kumaşa olan mesafesi ayarlı bir rakle bıçağı veya silindir yardımıyla sağlanmaktadır. Kumaş üzerindeki köpük tabakasının, kumaş içerisine işleminin çabuklaştırılması, kumaşı basınç altındaki silindirler arasından geçirerek veya ters taraftan bir emmeyle sağlanmaktadır (Gregorian ve ark. 1982, Tarakçioğlu 1998).

Küsters firmasının özellikle halılar için geliştirdiği makinede emme prensibi uygulanmaktadır. Ancak bu makinenin rakle sistemi özel geliştirilmiş bir yapıya sahiptir. Karıştırıcıdan (jeneratörden) sürekli olarak makineye gelen köpük, dönüş hızı ayarlanabilen bir silindir tarafından alınmakta ve bu silindir ile arasındaki açıklık ayarlanabilen ikinci daha küçük bir silindirin yardımıyla da silindir üzerinde bütün olarak yayılmış ve ayarlı yükseklikte bir köpük tabakası oluşmaktadır. Köpük taşıma silindirden gelen köpük tabakası bundan sonraki kısımda bir rakle üzerinden kumaşa sürülmekte, daha sonraki kısımda da ters yüzden emilerek köpüğün halının içine işleminin ve bozuşması sağlanmaktadır (Tarakçioğlu 1998).



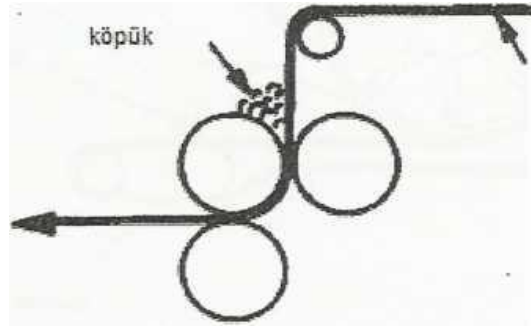
Şekil 2.5. Rakleli sürme sistemi ile köpük aplikasyonu (Tarakçioğlu 1998)



Şekil 2.6. Küsters köpük aplikasyonu makinesi (Tarakçioğlu 1998)

2.2.2. Fulard ile köpük aplikasyonu

United Merchants tarafından alınan bir patente göre normal bir yatay fulardda, silindirler arasında kalan üst boşluğa köpük dökülerek, köpükle aplikasyon yapılabilmektedir. Şekil 2.7’de görüldüğü gibi üç silindirli bir sistem kullanılırsa, yatay iki silindirde köpük emdirildikten sonra kumaş dikey iki silindir arasından geçirilirse, daha seri çalışılabilmektedir (Namboodri ve Duke 1979, Tarakçioğlu 1998).



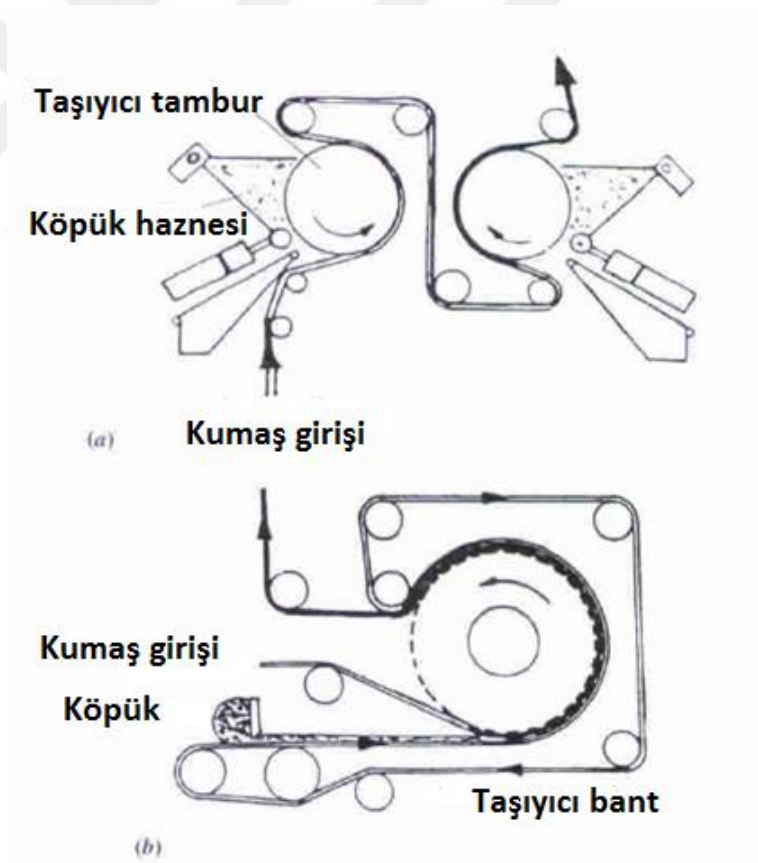
Şekil 2.7. Fulard ile köpük aplikasyonu (Gregorian ve ark. 1982)

2.2.3. Köpük aktarma sistemi

Küsters firması tarafından geliştirilen, “Janus en az aplikasyon” makinesi bu sisteme örnek oluşturmaktadır. Makineye gelen köpük aktarma silindiri tarafından alınmakta ve aktarma silindiri üzerindeki köpük kalınlığı dozaj raklesi (rolliği) tarafından ayarlı kalınlığa gelip, düzgünleştikten sonra da bu silindir üzerinden geçen kumaşa aktarılmaktadır. Makinede iki tane köpük aktarma donatımı vardır, böylece kumaşın her

iki yüzüne de isteğe göre aynı veya ayrı iki köpük flottesi aktarılabilmektedir (Namboodri ve Duke 1979, Elbadawi ve Pearson 2003).

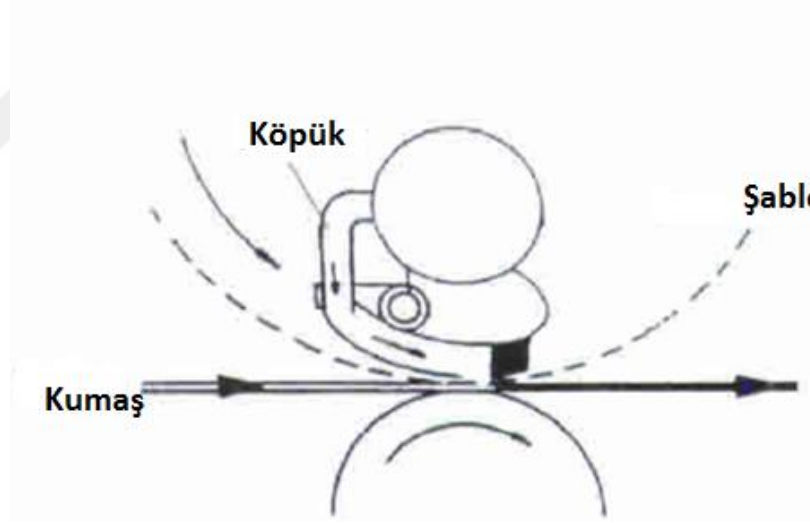
Monforts firması tarafından geliştirilen “Vacu-Foam” makinesinde ise, köpük önce sonsuz ve hava geçirgenliği olmayan bir banda sürülmekte (miktarı rakle yardımıyla ayarlanmakta), daha sonra bu bant tarafından kumaşa aktarılmaktadır. Aktarma işlemi bir emme tambur üzerinde meydana gelmektedir. Tambur üzerindeki kumaş, onun üzerinde de köpük sürülmüş yüzü kumaşa bakacak şekilde aktarma bandı bulunmaktadır. Aktarma bandının hava geçirgenliği olmadığı için, tamburdaki emme nedeniyle, bandın iç yüzünde vakum oluşmaktadır. Köpük kabarcıkları iç basınç sebebiyle vakumda büyümek isteyeceklerinden, kumaş içerisine yayılmaktadır. Kumaşın tambura bakan yüzündeki emme sebebiyle flottenin kumaş içerisine nüfuzu da sağlanmaktadır (Tarakçioğlu 1998, Elbadawi ve Pearson 2003).



Şekil 2.8. a) Janus köpük aktarma sistemi b) Monforts Vacu-Foam sistemi (Elbadawi ve Pearson 2003)

2.2.4. Baskı yöntemiyle köpük uygulaması

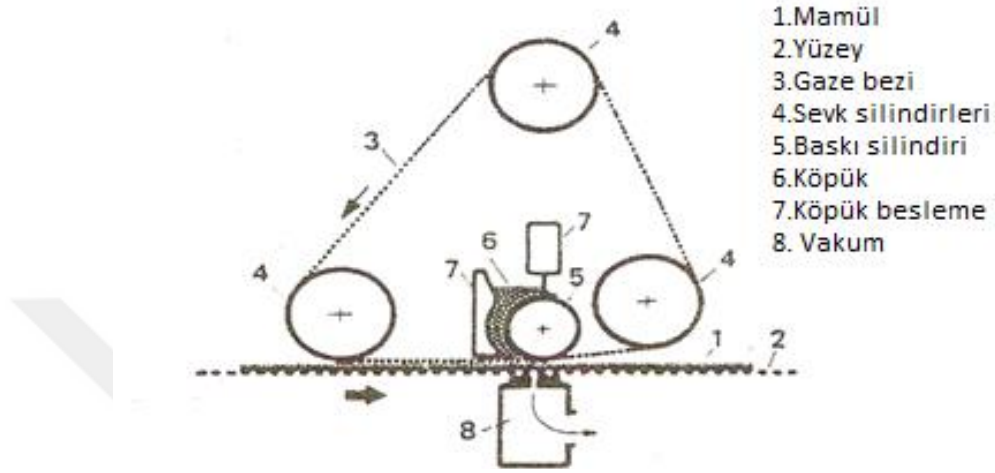
Stork firması tarafından geliştirilen RSF-finish sisteminin esasını baskıda kullanılan rotasyon şablonu oluşturmaktadır. Delikleri tamamen açık durumdaki (desen işlenmemiş) şablonun içerisine baskı boyası yerine köpük gönderilmektedir. Şablonun içerisindeki rakle sistemi sayesinde ayarlı miktarda köpük gözeneklerden geçerek kumaş yüzeyine gelmekte ve bu sırada köpük bozuştüğundan aplikasyon da tamamlanmış olmaktadır. Bu sistemde köpük, hacmi küçük ve kapalı bir sistem (rakle-şablon) içerisinde bulunduğu için, düşük dayanıklılıkta (kısa ömür zamanlı) köpüklerle çalışılabilmektedir. Diğer taraftan kumaş hızıyla şablonun çevresel hızı birbirine eşit olduğundan kumaş yüzeyinde sürtünme veya bastırma olmadan çalışılabilmektedir ki, bu nedenle örgü ve yüksek havlı kumaşlar gibi hassas mamullerde de iyi sonuçlar alınabilmektedir. Şekil 2.9'da Stork RSF-Finish köpük uygulaması sistemi gösterilmektedir.



Şekil 2.9. Stork RSF-Finish köpük uygulaması sistemi (Elbadawi ve Pearson 2003)

Mitter firması tarafından geliştirilen köpük uygulaması makinesinde de köpük kumaşa bir gaze bezi geçerek uygulanmaktadır. Şekil 2.10'da şekli gösterilen Mitter köpük uygulaması sisteminde, sonsuz gaze bezi üçgen şeklinde yerleştirilmiş üç tane sevk roliği üzerinden kumaşla aynı yönde hareket etmektedir ve uygulamanın meydana geldiği kısımda kumaşa paralel konumdadır. Daha önceden büyük raporlu baskılarda kullanılan benzeyen bir sistem yardımıyla ayarlı miktarda köpük gaze bezine gelmekte ve bunun gözeneklerinden geçerken parçalanarak, mamul yüzeyine dağılmaktadır.

Köpükle aplikasyon başlığının karşısında bir vakum donanımı bulunduğu için de, mamulün (örneğin halının) üst yüzüne applike edilmiş bulunan flotte hemen öbür yüze kadar da emilmektedir (Tarakçıoğlu 1998).



Şekil 2.10. Mitter köpük aplikasyonu sistemi (Tarakçıoğlu 1998)

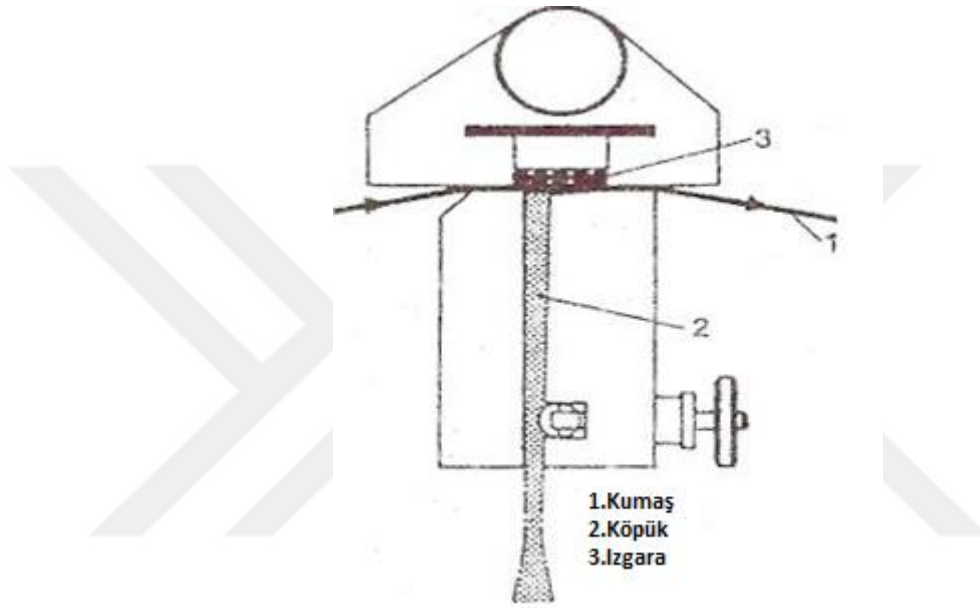
2.2.5. Doğrudan sürme yöntemi ile köpük aplikasyonu

2.2.5.1. FFT (Foam Finishing Technology) köpük aplikasyonu sistemi

Bir basınç ortamından tekstil ve dokusuz yüzey yapılarına köpük aplikasyonu teknolojisi 1970'lerin başlarında Union Carbide Corp. Şirketi tarafından geliştirilmiştir. FFT (Foam Finishing Technology) prosesi, 1978 yılında 48. TRI (Textile Research Institute) Yıllık Araştırma ve Teknoloji Konferansında tekstil endüstrisine tanıtılmıştır. 1979'da Gaston County ilk ticari sistemi geliştirmiş ve dokusuz yüzey, kağıt, halı yüzeylere binder, boyarmadde, apre maddeleri ve geniş bir şekilde kimyasal madde aplikasyonu köpük sistemi ile uygulamaya başlamıştır. Üç yıl içinde, dünya çapında 40 FFT ünitesi satılmış ve üç yıl içinde en çok kullanılan köpük prosesi olmuş ve tekstil endüstrisinde en yaygın olarak kullanılan düşük flotte alımı sağlayan bitim prosesi haline gelmiştir.

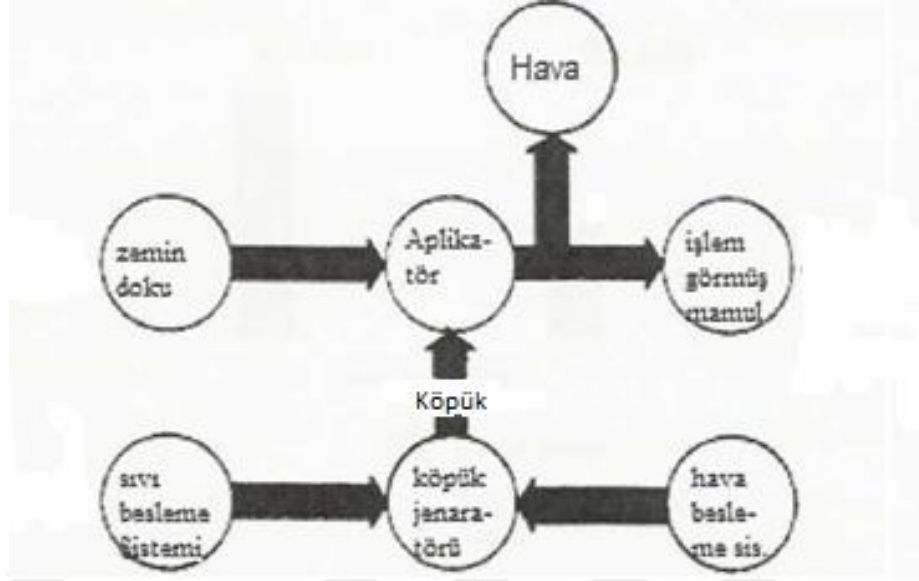
Şekil 2.11'de gösterilen Gaston County tarafından ticari olarak geliştirilen FFT (Foam Finishing Technology) köpük aplikasyonu makinesi doğrudan sürme yöntemi ile köpük aplikasyonu sistemine örnek oluşturmaktadır. Köpük hazırlama kabında sürekli olarak

istenen yapıda ve miktarda köpük hazırlanarak, istenilen dozajda köpük, aplike kısmına aşağıdan gönderilmektedir. Köpük aplike kısmının tepesinde bir yarığ vardır ve kumaş bu yarığa hafifçe değerek geçmektedir. Yarığın eni kumaşın enine göre ayarlanabilmektedir. Böylece yarıktan çıkan köpük kumaşın alt yüzüne doğrudan sürülmüş olmaktadır. Kumaşın geçiş hızı, yarıktan çıkan köpük miktarı, köpüğün oluşumu (yapısı) sürekli olarak kontrol altındadır. Dolayısıyla kumaşa aldırılacak flotte ve madde miktarı istenildiği gibi düzenlenebilmektedir.



Şekil 2.11. FFT-Doğrudan sürme sistemi (Tarakçıoğlu 1998)

FFT prosesinde, aplikasyon işlemi sırasında hızlı bir şekilde sıvıya dönüşen yarı kararlı köpük kullanılmıştır. FFT prosesinde kullanılan kısmen instabil olan köpük, köpük jeneratöründen aplikatöre taşınırken stabil halde iken, kumaşla karşılaştığında yapısının bozulması ve yüzeyi hızlıca ıslatması için yeterli instabilliği de vardır. O yüzden tercih edilen köpük yarı-stabildir. Yarı stabil FFT köpükleri rakle bıçağıyla tam olarak kontrol edilemez. Daha yakın mesafelerde rakle bıçağında yaratılan kayma gerilimi, yarı stabil köpüğü bozulmaya meyilli hale getirmekte ve onu sıvı hale çevirmektedir (Baker ve ark. 1982). Şekil 2.12’de FFT sisteminin çalışma mekanizması şematize edilmiştir.



Şekil 2.12. FFT köpük makinesinin çalışma sistemi (Baker ve ark.1982)

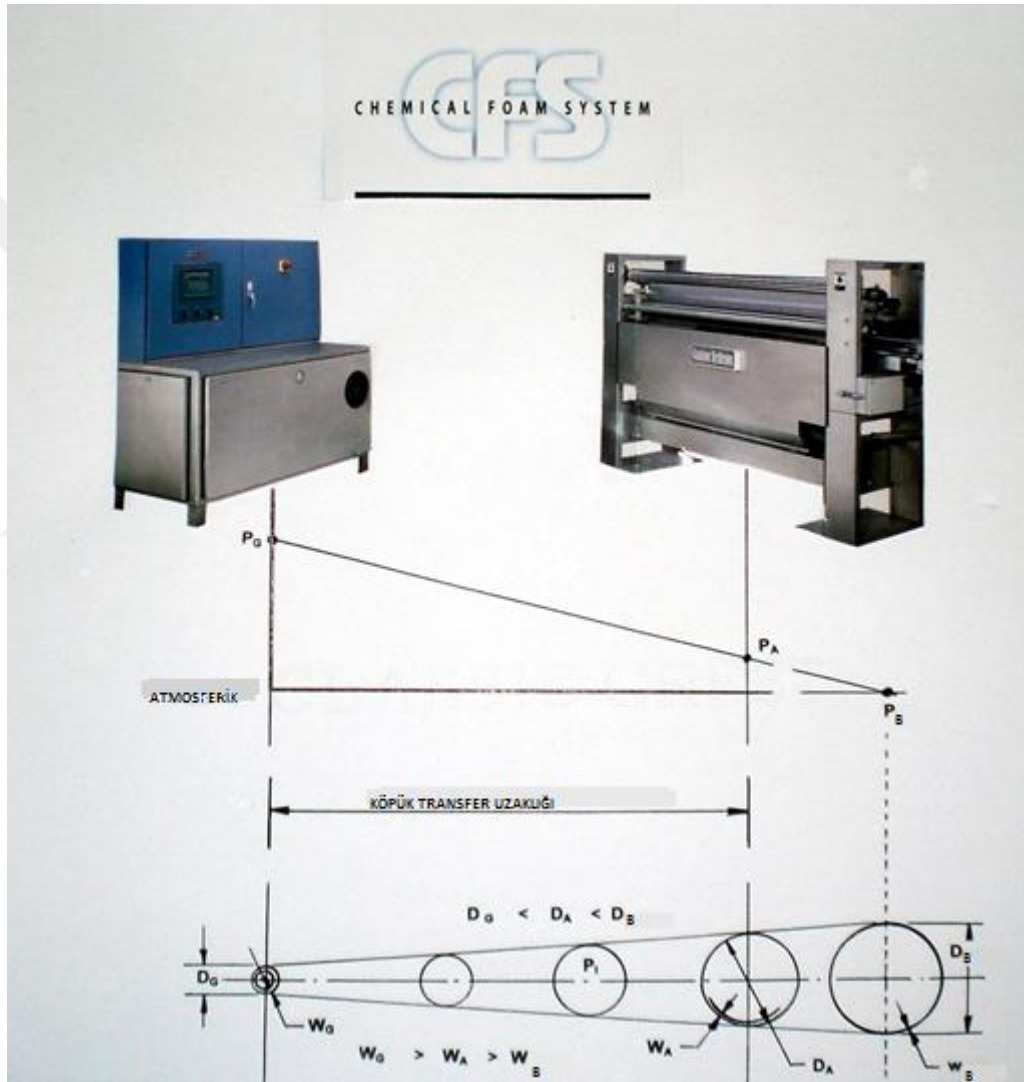
Köpükle aplikasyon 1980’li yıllarda özellikle aşağıda sayılan alanlarda belirli bir önem kazanmıştır:

- Halıların terbiyesinde, klasik yöntemlerle çalışırken sıkma sonucu halıda kalan flotte miktarı % 500-600 iken, köpüklü sistemlerde % 80-120 flotte aldırarak çalışılabilmektedir.
- Tüylü mamullerde sıkma uygulandığında, tüyler deforme olabilmektedir. Fazla flotte aldırıldığında görülen migrasyon olayı da, köpükle aplikasyon sonucu az flotte aldırarak önlenmektedir.
- Tek yüze aplikasyonlarda, başta halıların sırt apresi olmak üzere, tüylü mamullerin arka yüzlerine yapılan aprelerde kullanılmaktadır.
- Her iki yüze farklı farklı aplikasyonlarda kullanılabilmektedir. Bazı köpükle aplikasyon cihazlarında mamulün iki yüzüne ayrı ayrı flotteler applike edilebilmekte ve böylece iki yüzü farklı renkte boyanmış veya farklı özellikte mamuller elde edilebilmektedir.
- Ham veya yaş tekstil yüzeylerine aplikasyonlarda kullanılmaktadır. Kumaş üzerine belirli bir miktar köpük applike edildiğinde, kumaş tarafından alınan flotte miktarı

kumaşın hidrofilliği, kuru veya yaş oluşu gibi özelliklerine bağlı olarak önemli bir farklılık göstermektedir (Tarakçoğlu 1998).

2.2.5.2. CFS (Chemical Foam Systems) köpük aplikasyon sistemi

CFS köpük aplikasyon sistemi, FFT yönteminin aksaklıklarını gidermek için Gaston Systems firması tarafından geliştirilmiş bir sistemdir. Bu sistem köpük jeneratörü ve köpük aplikatöründen oluşmaktadır.



Şekil 2.13. CFS köpük jeneratörü ve köpük aplikatörü arasında transfer olan köpüğün yapısı (Gaston Systems 2012)

Şekil 2.13'te gösterildiği gibi, CFS köpük jeneratöründe oluşan köpük, yüksek basınçtan köpük aplikatöründe bulunan alçak basınca doğru transfer olduğu için köpük

çapında artış meydana gelmektedir. Kumaş yüzeyinde ise basınç giderek azalmakta ve köpük kumaşa nüfuz etmektedir. Köpük jeneratörü ve aplikatörü arasındaki mesafe düzgün köpük oluşumu açısından büyük önem taşır.

D_G : Başlangıçta, köpük jeneratöründe üretilen köpüğün yarıçapı

D_A : Köpük jeneratöründen, köpük aplikatörüne doğru transfer olmakta olan köpüğün yarıçapı

D_B : Köpük aplikatörünün ağzına gelmiş, kumaşa nüfuz etmeden hemen önceki köpüğün yarıçapı

W_G : Başlangıçta, köpük jeneratöründe üretilen köpüğün içinde bulunan sıvının kapladığı alan

W_A : Köpük jeneratöründen, köpük aplikatörüne doğru transfer olmakta olan köpüğün içinde bulunan sıvının kapladığı alan

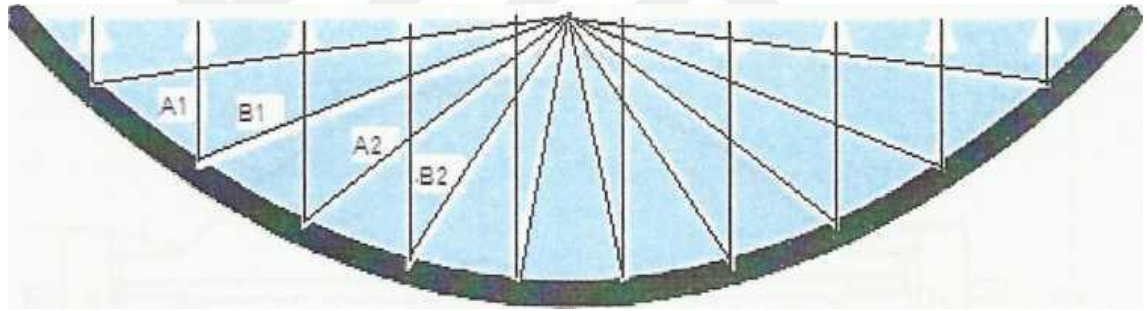
W_B : Köpük aplikatörünün ağzına gelmiş, kumaşa nüfuz etmeden hemen önceki köpüğün içinde bulunan sıvının kapladığı alan

Transfer işlemi başlamadan önce bu parametreler arasındaki durum $W_G > W_A > W_B$ ve $D_G < D_A < D_B$ iken, basıncın giderek azalmasıyla bu eşitlikler tersine dönerek, $W_G < W_A < W_B$ ve $D_G > D_A > D_B$ halini almaktadır. Dolayısıyla köpük aplikatörünün ağzına gelmiş, kumaşa nüfuz etmeden hemen önceki köpüğün yarıçapı artmakta ve içinde bulunan sıvının kapladığı alan giderek azalarak, kumaşa nüfuzu gerçekleşmektedir.

Üretilen köpük kabarcığının esneyebilir özellikte oluşması önemli bir unsurdur. Esneyebilir özellikte olan köpük kabarcıkları diğer kabarcıklarla birleşmektedirler. Köpüğün düzgün oluşturulması, etkin bir köpük uygulaması için yeterli bir parametre değildir. Talep edilen fonksiyonelliği yerine getirmesi için kendi haline veya serbest ortamda bırakılmaması gerekir. Bunun için, köpüğün jeneratörde üretildikten sonra, köpük aplikatörüne düzgün ve homojen bir basınç ayarında iletilmesi gerekmektedir. Köpük jeneratöründe oluşan herhangi bir basınç değişimi, kabarcık boyutlarının homojen olmayan formda oluşmasını sağlar ve dolayısıyla düzgün olmayan bir uygulama yapılmış olur. Kabarcık boyutunun değişken olması dengesiz banyo yoğunluğunu işaret etmekte ve homojen olmayan bir kimyasal uygulamanın

gerçekleşmesi anlamına gelmektedir. CFS köpük aplikasyonu sistemi, kuvvetli jeneratörü, özel tasarım aplikatörü, transfer esnasında sağlanabilen ve değişmeyen homojenite özellikleri ile piyasada bulunan diğer köpük aplikasyon sistemlerine nazaran çok daha etkin bir köpük aplikasyonu gerçekleştirmektedir. Daha önceki sistemlerde var olan düzensiz köpük yoğunluğu problemi bu sistem ile ortadan kaldırılmıştır. Tekrarlanabilirliğin sağlanabilmesi için köpük transfer esnasında düzgün ve yeterli bir şekilde sınırlandırılmakta ve iletilmektedir.

Aplikatör profili FFT köpük aplikasyon makinesinden farklı olmak üzere, özel bir profil ile tasarlanmıştır. Bu aplikatör, köpüğü düzgün bir şekilde mamulün aynı hizada her yerine ulaştırabilmek için çerçeve şeklinde değil, parabolik dağılım profiline sahiptir. Böylece, tüm köpük kabarcıkları ya da viskoz yapıda partiküller jeneratörden aplikatöre gelinceye kadar eşit mesafe yol alarak, eşit hızda ve tam zamanında istenilen yere nüfuz etmektedir. Bu durum Şekil 2.14'te açıklanmıştır.



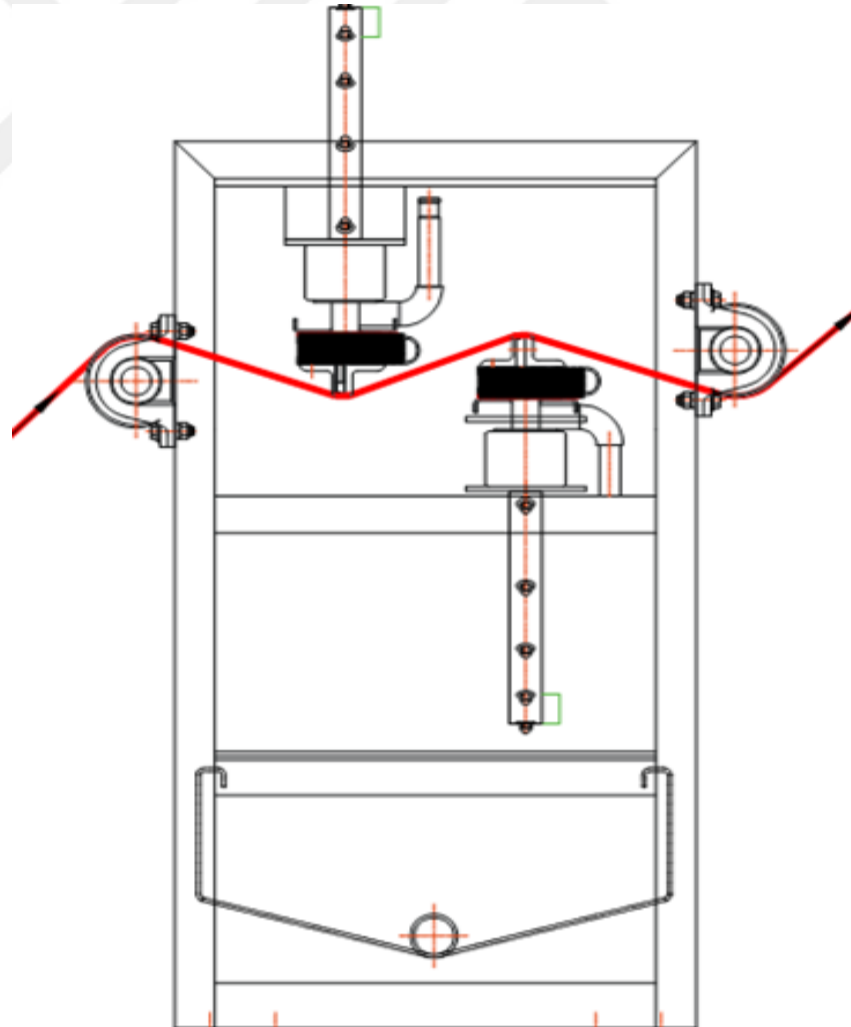
Şekil 2.14. CFS Köpük aplikatörünün parabolik köpük dağıtım haznesi (Gaston Systems 2012)

Bir boru yardımıyla gelen köpük kabarcıklarının, aplikatörlerden kumaş eni boyunca homojen olarak dağıtmak uzun yıllar boyunca en önemli mekanik problemi oluşturmuş ve bu nedenle 1980'li yılların başında üretilmeye başlayan köpük sistemlerinin daha sonraki yıllarda öneminin giderek kaybolmasına sebep olmuştur. Bu mekanik problem ile makine üreticileri pek çok yaklaşımda bulunmuş, fakat günümüzde yapılan çalışmalara kadar yeterince başarılı olunamamıştır. Bu problem Gaston Systems'in tasarladığı ve CFS köpük aplikasyonu makinesinde kullandığı parabolik tipte ΔP aplikatörü ile çözüme kavuşmuştur. Yapının parabolik olmasıyla, Şekil 2.14'te görüldüğü gibi köpük aplikatörünün tam merkezinden belirli bir açıyla çıkan köpüğün aplikatörün uç ve köşe kısmına değip B1, sonrasında kumaş üzerine nüfuz etmesi için A1 toplamda aldığı yol ($A1 + B1$) ile, yine köpük aplikatörünün merkezinden çıkan bir

diğer köpük kabarcığının başka bir açıyla aplikatörün uç kısmına değip (B2), sonrasında kumaş üzerine nüfuz etmek için (A2) toplamda aldığı yol (A2 + B2) eşit olmaktadır.

$A1+B1=A2+B2=A_n+B_n$ eşitliği sağlandığı için, ΔP aplikatöründen eşit hızda ve homojen bir köpük dağıtımı gerçekleşmektedir. Bu da farklı kumaş hızlarında uygulama koşullarının istikrarlı olmasını sağlamaktadır.

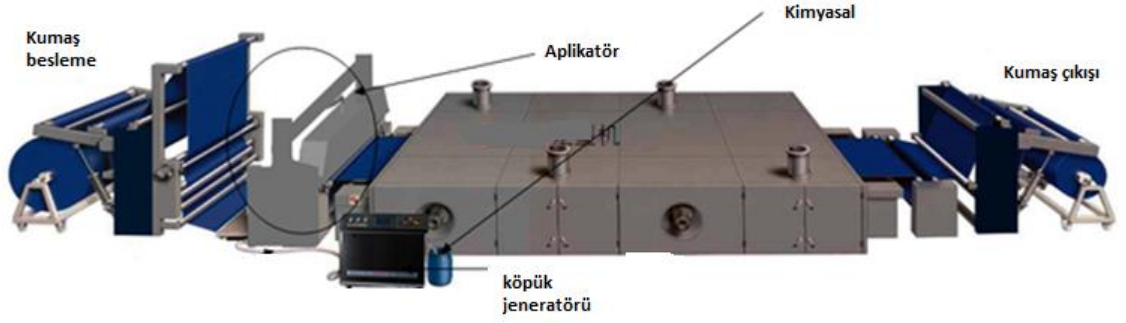
CFS köpük aplikasyonunun en önemli fonksiyonlarından biri ise çift yönlü aplikatörü sayesinde kumaşın her iki yüzeyine istenilen mesafede köpük yerleştirilerek multifonksiyonel özellik gösteren tekstil malzemeleri elde edilebiliyor olunmasıdır. Bu multifonksiyonel özellikler boyama teknolojisinde olabileceği gibi, bitim işlemlerinde de elde edilebilir. Şekil 2.15'te çift aplikatör sisteminin şematik çizimi mevcuttur. Mamulün ön ve arka yüzlerine yapılabilen farklı kimyasal uygulamalar, kullanım alanları açısından büyük bir esneklik sağlamıştır (Gaston Systems 2012).



Şekil 2.15. CFS köpük aplikasyonunda çift aplikatör sistemi (Gaston Systems 2012)

2.2.5.3. Neowin Foam köpük aplikasyon sistemi

Neovi Foam, patentli aplikatörü sayesinde kumaşın tek veya çift yüzüne homojen uygulama yapabilen köpük aplikasyon sistemleri arasında yer almaktadır. Şekil 2.16'da Neovi Foam köpük aplikasyonuna ait şematik çizim mevcuttur.

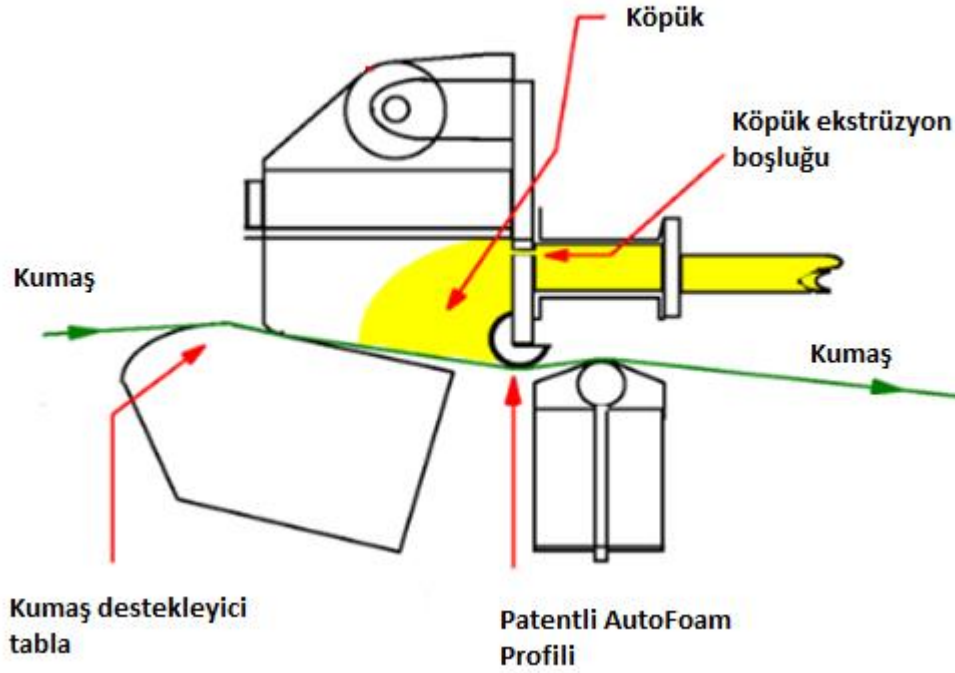


Şekil 2.16. Neowin Foam köpük aplikasyonu
(<http://www.neowinmixer.com/en/paomo.asp>, 2010)

Patentli aplikatörü sayesinde %40'a yakın enerji tasarrufu sağlamakta ve kumaş yüzeyine homojen aplikasyon yapılmaktadır.

2.2.5.4. AutoFoam köpük aplikasyonu

AutoFoam köpük aplikasyonu sistemi Şekil 2.17'de gösterilmektedir. Halı ve dokuma kumaşlar için ayrı ayrı aplikatör profiline sahip olan bu köpük aplikasyonu sisteminde, kimyasal madde uygulamalarında çeşitlilik sağlanmaktadır. Patentli aplikatör profili ile halılarda, dokusuz yüzeylerde, denim, örme ve dokuma kumaşlarda homojen bir aplikasyon gerçekleştirmektedir. Bu sistem akrilik reçine uygulamalarında, lateks binder işlemlerinde ve bitim proseslerinde kullanılmakta ve %50'ye varan enerji tasarrufu sağlamaktadır.



Şekil 2.17. AutoFoam köpük aplikasyonu
(http://www.autofoam.co.uk/en/app_std.html, 2010)

2.3. Köpük aplikasyonu yönteminin diğer aplikasyon yöntemleri ile karşılaştırılması

Köpük aplikasyonu yöntemi diğer aplikasyon metotları ile kıyaslandığında, sahip olduğu aplikatör profilleri ve sistemin çalışma mekanizması açısından pek çok avantajı olduğu görülmektedir. Bunlardan birincisi, köpüğün kumaş eni boyunca eşit uzaklıkta applike edilmesi ve dolayısıyla düzgün homojen bir aplikasyon yapılabilmesidir. Sağladığı ikinci avantaj ise; köpüğün kontrollü bir şekilde sistem içinde tutulması ve yine kontrollü bir şekilde kumaşa aktarılmasıdır. Sistem içerisinde oluşturulan köpük belli bir basınç altında tutulup, sınırlandırıldığı için bu sistemlerde köpüğün kontrollü salımı ve kumaşa düzgün nüfuziyeti sağlanmış olmaktadır. Köpük, kontrol altında tutulmazsa ortamdan uzaklaşabilmekte ve tekrar sıvı hale dönüşebilmektedir ki bu durum konvansiyonel yöntemlerde olduğu gibi sıvı (su) oranının fazla olmasından dolayı yaşanan pek çok problemi beraberinde getirmektedir. Örneğin vakumlu köpük aplikasyon sistemlerinde köpük ortamda yapısı bozulmadan bekletilemediği ve tutulmadığı için, kumaşa aplikasyon sırasında üniform olmayan bir yoğunlukta

nüfuziyet gerçekleşmektedir. Köpüğün beklenen işi tekrarlanabilir bir şekilde yapması ve kumaşa kontrollü bir şekilde aktarımı olması için ortamda tutulması gerekmektedir.

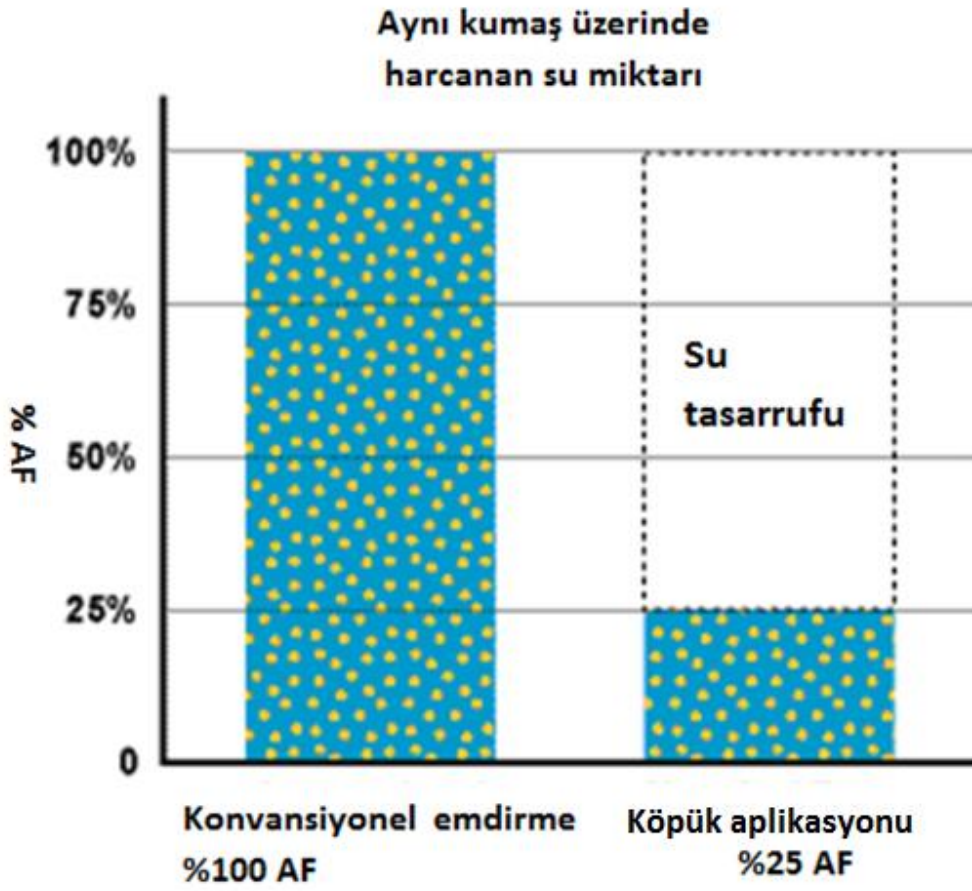
Köpük aplikasyon yöntemi diğer konvansiyonel aplikasyon yöntemleri ile kıyaslandığında hem su ve enerji tasarrufu bakımından hem de kumaşa sağladığı etki bakımından oldukça avantaj sağlamaktadır. Endüstride ve pilot çalışmalarda sıkça kullanılmakta olan emdirme yönteminde, flotte kumaş içinde belli noktalarına yığılarak, özellikle liflerin kesişim noktalarında düzensiz bir şekilde toplanmakta ve homojen olmayan bir aplikasyona sebebiyet vermektedir.

Sulu flotte kullanılan sistemlerde kumaşa kontrollü bir nüfuziyet sağlanamadığından, madde aktarımı düzgün olmamakta ve hassas bir aplikasyon gerçekleşmemektedir. Köpük aplikasyonu yönteminde ise köpük kabarcıkları liflerin etrafına homojen bir şekilde nüfuz ettirildiği için, homojen bir aplikasyon sağlamaktadır. Sulu flotteler, iplikler ve özellikle lifler arasındaki kılcal boruların emme etkisiyle ilk aktarıldıkları yerde kalmayıp kumaş yüzeyine paralel bir şekilde etrafa yayılmakta ve düzgün olmayan aplikasyona sebebiyet vermektedirler. Bu nedenle, etkin bir köpük aplikasyonunun sağlanması ve yaş bölgelerin meydana gelmemesi için kullanılan köpüklerin fazla sulu olmaması gerekmektedir. Suyu çok az miktarda içeren köpük aplikasyonunda ise, köpük kumaş üzerine aktarıldığında, yeterince su bulunmadığından kılcal etkiyle etrafa yayılmamakta, yalnızca kumaş yüzeyine dik bir hareketle kumaşa nüfuz etmektedir.

Moleküler hareket kabiliyeti bakımından köpük aplikasyonu metodu ile konvansiyonel yöntemler karşılaştırıldığında ise, konvansiyonel yöntemlerin lif yüzeyinde yüksek bir moleküler hareket kabiliyeti var iken, köpüğün içerdiği sıvı miktarının az olması ve bir arada tutulması sebebiyle, köpük lif yüzeyinde daha düşük moleküler hareketlilik göstermektedir.

Köpük aplikasyonu yönteminin diğer aplikasyon yöntemlerine göre sağladığı en büyük avantajlardan biri de kullanılan sudan tasarruf sağlamasıdır. Köpük aplikasyon sisteminde alınan flotte (% AF) oranları konvansiyonel yöntemlere göre oldukça düşüktür. Şekil 2.18'de görüldüğü gibi, konvansiyonel yöntemlerde alınan flotte oranları %100'lere kadar çıkabilmesine karşılık, aynı kumaş üzerinde aynı etkiyi

verebilmek için, bazı fonksiyonellik uygulamalarında, köpük aplikasyonu yönteminde % 25 alınan flotte oranı yeterli olabilmektedir. Aplikasyon sırasında sudan sağlanan tasarruf aynı zamanda enerji tasarrufu sağlamaya da yardımcı olmaktadır. Bu yöntemle tekstil mamullerine aktarılan su miktarları daha az olduğu için, konvansiyonel yöntemlerde olduğunun tersine, kurutma esnasında harcanan enerji de oldukça düşük olmaktadır.

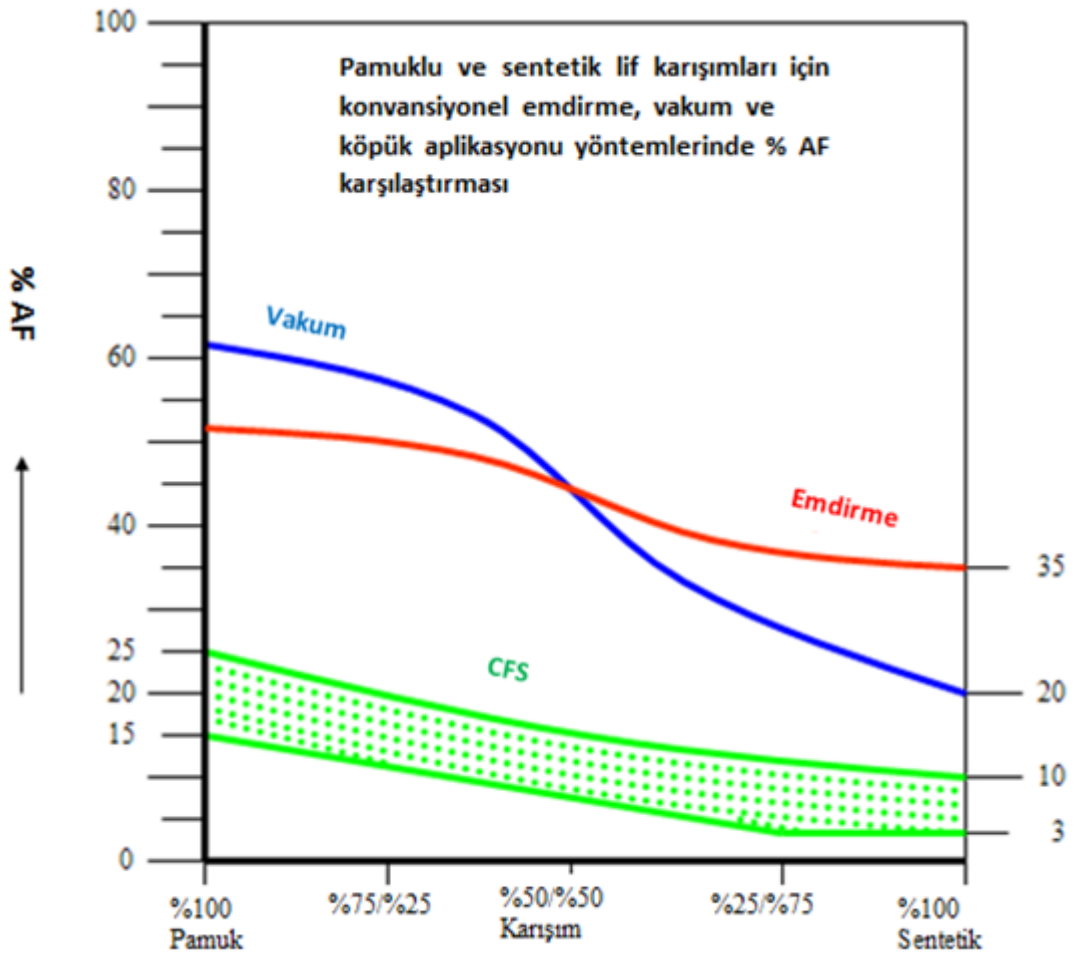


Şekil 2.18. Harcanan su miktarı bakımından, konvansiyonel emdirme ve köpük aplikasyonu yönteminin karşılaştırılması (Gaston Systems 2012)

Bu yöntemin diğer önemli bir avantajı ise migrasyonsuz çalışmanın mümkün olmasıdır. Alınan flotte miktarı az olduğu için, liflerin aşırı şişmesi mümkün olmamaktadır. Lifler şişmeyip, kapılar kanallar fazla genişlemediği için, aktarılan kimyasal madde kurutma sırasında su ile birlikte yüzeye taşınmayıp aktarıldığı yerde kalabilmektedir. Bu durum özellikle buruşmazlık işleminde sürtme dayanımlarının düşmesini önlemede oldukça

etkilidir. Migrasyon yani kimyasal maddenin kurutma esnasında yüzeyde gereğinden fazla toplanması önlediği için, sürtme dayanımındaki düşüşlerde etkili olmaktadır.

Şekil 2.19’da görüldüğü gibi, emdirme ile aplikasyonda sentetik tekstil mamullerinde alınan flotte miktarı %35 iken pamuklu mamullerde %50 dir. Vakum ile aplikasyonda ise sentetiklerde alınan flotte miktarı %20 pamuklularda %60 civarında olmaktadır. Köpük aplikasyonu yönteminde ise alınan flotte miktarları sentetik mamullerde %3- %10’a pamuklu mamullerde ise %15 - %25’e kadar düşmektedir.



Şekil 2.19. Pamuklu ve sentetik lif karışımları için konvansiyonel emdirme, vakum ve köpük aplikasyonu yöntemlerinde % AF karşılaştırması (Gaston Systems 2012)

Genel olarak tekstil endüstrisinde kullanılan diğer yöntemlere bakıldığında, bitim işlemlerinde kullanılan kimyasalların kumaşa afinitelerinin az olmasından dolayı genelde endüstride yaygın olarak konvansiyonel emdirme yöntemi kullanılmaktadır.

Fakat kumaşın bütününe işlem uygulanması, kumaşın ön ve arka yüzeyine farklı işlem yapılamaması, su sarfiyatının fazla olması gibi dezavantajları bulunmaktadır. Çektirme yönteminde ise kullanılan kimyasalların kumaşa afinitelerinin olması, aplikasyon sürelerinin uzun olması ve uzun flotte oranı ile çalışıldığı için harcadığı su miktarının oldukça fazla olması sebebi ile günümüzde tercih edilen yöntemler arasında yer almamaktadır (Çoban 1999). Bu yöntemlerin dışında, aktarma ve kaplama yöntemleri de mevcuttur. Silindirden aktarma veya rakle ile aktarma gibi çeşitli şekillere sahip aktarma yöntemleri ile bıçak kaplama, kalandır ile kaplama, baskı tekniği, transfer kaplama gibi benzeri çeşitleri olan kaplama yöntemleri de kullanılmaktadır. Fakat bu tip sistemlerde düzgün bir aktarımın veya kaplamanın yapılabilmesi genellikle kimyasalların viskozitelerine, kumaş gerginliğine, kumaş yüzeyine, kumaş geçiş hızına, raklenin kumaş ile yaptığı açıya vb. etkenlere bağlı olarak değişebilmektedir. Dolayısı ile kullanılmak istenen kumaş yüzeyi ve kimyasalların viskozitesi değiştikçe, aktarma ve kaplama yönteminin uygun şekilde seçilmesi gerekmektedir (Tarakçioğlu 1998, Bulut ve Sülar 2008). Konvansiyonel uygulanan diğer terbiye işlemleri ise arka ve ön yüzeye farklı fonksiyonellik aplikasyonlarına izin vermemekte ve büyük ölçüde su sarfiyatına sebep olmaktadır. Az flotte aplikasyon tekniklerinden biri olan püskürtme yönteminde ise kimyasal kullanımında sınırlamalar söz konusudur. Ayrıca düzelerde tıkanma sorununa yol açabilecek kimyasallarla çalışmalar yapılamamaktadır (Çoban 1999). Bunların dışında fonksiyonellik eldesinde kullanılabilen çeşitli laminasyon teknikleri de mevcuttur. Fakat laminasyon işlemi, kumaş katmanlarını ya da kumaş ve materyali, kompozit bir materyal oluşturmak üzere birleştirme prensibine dayandığı için, adhezyonu önleyen herhangi bir faktör, kumaşın veya materyalin ısı dayanımının yeterli olmaması, kumaş ile materyal arasında bağ kuvvetinin olmaması, aynı şekilde neme ve suya dayanımının az olması gibi problem yaratan durumları ortaya çıkarmaktadır (Bulut ve Sülar 2008).

Bu yöntemlerin dışında tekstil sektöründe ve akademik pilot çalışmalarda kullanılan, su kullanmadan sadece gaz veya monomerler ile kumaş üzerine fonksiyonellik veren çevreci plazma teknolojisi de mevcuttur. Fakat bu teknolojiye, oldukça etkili olan vakum plazma yöntemi hem kesikli bir yöntemdir hem de kumaş boyu ve eni olarak oldukça düşük bir ebada izin verdiğinden endüstriyellememiştir. Çalışılan ebatlar olarak endüstriyel kullanıma uygun olan atmosferik plazma yönteminde ise homojen

aplikasyon problemi yaşanmakta ve gözenekli tekstil yüzeylerinde vakum plazma kadar etkili olamamaktadır (Shishoo 2007). Yeni yöntemlerden biri olan ve kimyasal maddelerin kumaş üzerinde uzun süre etkinliğini korumasını sağlayan mikrokapsülasyon tekniği ise önce mikrokapsüllerin üretilmesi gibi kimyasal oluşum işlemlerinin ardından, mikrokapsülleri kumaşa aktarmak için yine konvansiyonel yöntemlerden biri seçilerek devam ettirilen bir yöntemdir. Dolayısıyla su sarfiyatında veya enerji sarfiyatında herhangi bir azalma meydana gelmemektedir. Özellikle lif teknolojisi alanında büyük ilgi uyandırmış olan nanoteknoloji ile de fonksiyonellik kazandırılabilen fakat nano teknolojinin insan sağlığına ve çevreye olan olumsuz etkileri ve yarattığı toksikolojik etkiler hala tartışılmaktadır.

Bunların dışında, bir çözücü içerisinde bulunan polimerlerin büyüüp gelişmesinden faydalanarak makromoleküller elde edebilen yöntem olan sol-jel teknolojisi (Toygun ve ark. 2013) veya reaksiyon çemberine buhar fazında gönderilen kimyasalların tekstil materyalleri üzerinde biriktirilmesiyle yüzey modifikasyonu sağlayan CVD (Chemical vapour deposition) yöntemi (Creighton ve Ho 2001) ya da nano yapıda polimerik çok katmanlı ince filmlerin veya nano kompozitlerin oluşturulmasını sağlayan LbL (Layer by Layer) yöntemi (Borges ve Mano 2014) de tekstil materyallerine fonksiyonellik kazandırmak için kullanılan alternatif yöntemler arasındadır. Bu yöntemler araştırma ölçeğinde kullanılmakta olup, özellikle sol- jel metodunda az da olsa sıcaklık kullanımı gerekmekte ve organik çözücüye ihtiyaç duyulmakta dolayısı ile hem girdi maliyetlerinin artmasına sebep olmakta, hem de teknik kullanımı sonrasında çevresel tehditleri beraberinde getirmektedir.

2.4. Köpük aplikasyonu yönteminin sağladığı yararlar

Köpük aplikasyonu yönteminin sağladığı yararlar şu şekilde sıralanmaktadır:

- Çeşitli yüzeylere uygulanabilirlik
- Kimyasalın çeşidinden bağımsız olarak etkin bir aplikasyon olması
- Yapılan işlemin verimliliğinin kumaş yüzey hızından bağımsız olması
- Aplikasyonun yüzeyin bileşimi, yapısı ve dokusundan bağımsız olması
- Aplikasyonun homojen olması ve kimyasalların doğru yerleşiminin yapılabilmesi

- Kimyasal konsantrasyonlarında minimal flotte alımı
- Yüksek konsantrasyonlarda homojen ve kontrollü kimyasal uygulama
- Minimum kıvamlaştırıcı ihtiyacı, atık su ve madde oranında azalma
- Kontrollü ve hassas çözelti besleme hızı
- Kontrollü, üniform ve tekrarlanabilir köpük formu oluşumu
- Enerji ve su tüketiminde önemli oranda azalmalar
- Konvansiyonel emdirme yöntemi ile kıyaslandığında, %50'den fazla enerji tasarrufu
- Su tüketiminde %80 e varan azalma
- Köpük giderici kimyasalına ihtiyaç duyulmaması
- Mamul yüzeyinde hızlı ıslanma ve yüksek penetrasyon hızı
- Kimyasal uygulamalarda önemli oranda esneklik
- Köpük jeneratörü ve aplikatör arasında yapısı bozulmadan ilerleyen köpük oluşumları
- Hassas kimyasal yerleşimden dolayı uzun vadede kimyasal maliyetlerinde azalma
- Kumaşın her iki yüzeyine farklı kimyasal aplikasyon olanağı
- Daha iyi kalite kontrol: azalan ikinci kalite
- Yüksek aplikasyon esnekliği: etkin fonksiyonellik
- Parametre değişimi, aplikasyonun tekrar edilebilirliği (Elbadawi ve Pearson 2003, Gaston Systems 2012, <http://www.neowinmixer.com/en/paomo.asp> 2010)

2.5. Köpük aplikasyonlarının kullanım alanları

Köpük aplikasyonu yöntemi, kumaşa fonksiyonellik verilmesi amacıyla pek çok bitim işleminde kullanılabilir. Bu alanlar içerisinde sağlık endüstrisi, otomotiv sanayi, filtrasyon malzemeleri, spor kıyafetleri ve malzemeleri, döşemelik kumaşlar, perdelik kumaşlar, fonksiyonel dokuma ve örme kumaşların yanında, dokusuz yüzeyler gibi pek çok alan yer almaktadır (Baker ve ark. 1982, Elbadawi ve Pearson 2003, Gaston Systems 2012)

2.6. Kaynak Özetleri

2.6.1. Köpük aplikasyonu kullanılarak yapılan çalışmalar

Nammboodri ve Duke (1979), 1974 yılında petrol ambargosu sebebiyle yaşanan enerji krizinden dolayı Amerika Birleşik Devletlerinde, özellikle tekstil sektöründe yaş işlemler için daha az su ve enerji harcayan alternatif metotların üretilmeye çalışıldığını ve köpük aplikasyonu yönteminin bu tarihlere gelişimine başladığını belirtmişlerdir. Yaptıkları çalışmada, kalıcı buruşmazlık işlemini pamuklu kumaşlarda konvansiyonel emdirme ve köpük aplikasyonu yöntemleri ile uygulayarak, iki yöntem sonucunda harcanılan enerjiyi sayısal değerler vererek kıyaslamışlardır. Aynı etüv sıcaklığında, kumaş geçiş hızını arttırarak %40'a varan enerji tasarrufu elde edilirken, etüv sıcaklığını azaltarak ve kumaş geçiş hızını arttırarak %70-80 aralığında enerji tasarrufu yapıldığı görülmüştür. %50-50 poliester-pamuk karışımı kumaşta her iki yöntemde de buruşmazlık değerlerinin birbiri ile aynı sonucu verdiği belirtilmiştir. Bu çalışmada aynı zamanda köpük aplikasyonu ile boyama yapılmış ve atık madde ve su oranında azalma meydana geldiği tespit edilmiştir. Aynı gramajdaki kumaş, konvansiyonel boyama işlemine göre daha az su veya daha az miktarda kimyasal madde ile boyandığından, madde kullanımı açısından köpük aplikasyonun efektif olduğu belirtilmiştir. Ayrıca orta koyulukta direkt boyarmaddeler ile boyanan pamuklu kumaşlar için köpük aplikasyonu yöntemi kullanıldığı takdirde ard-yıkama işlemine gerek kalmadığı rapor edilmiştir.

Baker ve ark. (1982), yayınladıkları çalışmada FFT prosesinin gelişimini ve geliştirme esnasında katkıda bulunan firmaları belirterek, köpük aplikasyonu sisteminin tarihçesinden bahsetmiştir. Union Carbide Corporation firması tarafından 1978'de ilk kez tekstil endüstrisine tanıtılmış ve tek bir prototip makine ile üretim yapılmaya başlanmıştır. Daha sonra Gaston County Dyeing Machine firmasının dahil olması ile, ilk ticari FFT köpük aplikasyonu makinesi geliştirilmiş ve piyasaya sürülmüştür. Greenwood Mills firması bünyesinde farklı kumaşlar üzerine pek çok deneme yapılmış ve bu teknoloji ile yapılabilecek işlemler ortaya çıkartılmıştır. Bu çalışmada FFT köpük aplikasyonunun çalışma sisteminden bahsedilmiş ve enerji bakımından önemli azalmalar meydana getirdiği vurgulanmıştır. Stabil köpük formundan çıkılarak, yarı-stabil köpük formuna geçildiğinden, yarı-stabil köpüklerin rakle ile tam olarak kontrol

altında tutulamadığından bahsedilmiştir. FFT prosesi esnasında, hızlı üretim için, yarı-stabil köpüklerin dinamik absorpsiyon oranlarının yüksek olması gerektiğini belirtmiştir. Greenwood Mills firması farklı kumaşların tek yüzeylerine, binder, yumuşatıcı veya lubrikant uygulaması yapmış fakat kısa süre sonra çift taraflı aplikasyonun bir ihtiyaç olduğu saptanmış bu nedenle, Gaston County Dyeing Machine firması tarafından bir üst aplikatör tasarlanmış ve bu aplikatörde de FFT prosesi içerisine dâhil edilmiştir.

Gregorian ve ark. (1982), yaptıkları çalışmada fosfor esaslı tuz bazlı güç tutuşur kimyasal maddeleri dokuma ve örme pamuklu kumaşlar üzerine applike etmişlerdir. Yöntem olarak tüm kumaşlarda, konvansiyonel emdirme ve köpük aplikasyonu kullanmışlardır. Köpük aplikasyonu yöntemleri içinde, kumaş ağırlığına bağlı olarak değişkenlik göstermek üzere, hazırlanan köpük, yatay fulard ile her iki yüzeye emdirilmiş veya rakle ile kumaşa aktarılmıştır. Kumaşlar NFPA 701 standartlarına göre güç tutuşurluk testlerine tabi tutulmuş ve konvansiyonel emdirme ile köpük aplikasyonu birbiri ile kıyaslanmıştır. Sonuç olarak, ortalama %50 alınan flotte oranı ile çalışılan köpük aplikasyonunun bu çalışmada efektif bir yöntem olduğunu, %75-80 alınan flotte oranı ile çalışılan konvansiyonel emdirme yöntemiyle birbirine yaklaşık sonuçlar verdiğini ve konvansiyonel emdirme yöntemindeki ön kurutma adımının, köpük aplikasyonu uygulayarak ortadan kaldırılabilirliğini, enerji açısından tasarruf edileceğini belirtmişlerdir.

Brown ve Bryant (1984), yaptıkları çalışmada FFT köpük aplikasyonu makinesinde, buruşmazlık kimyasal madde miktarı ile eklenen su miktarının, pamuklu kumaşlarda buruşmazlık açıları ve yırtılmaya karşı olan dirençleri üzerindeki etkilerini incelemişlerdir. Daha önceki çalışmalarda stabil köpük kaplama veya stabil köpükleri silindirler arasından geçirerek verdikleri için, pamuklu liflerin su absorbe etme kapasite limiti olan %30 alınan flotte oranlarının aşağısına inilememiştir. Fakat FFT yönteminde yarı-stabil köpük kullanıldığı için, bu çalışmada alınan flotte oranları %30'un aşağısına düşürülmüştür. Yapılan çalışma sonucunda, düşük alınan flotte oranında yani lifin su absorbe etme kapasitesinin altında çalışılan köpük aplikasyonlarında, kurutma sonrası buruşmazlık reçinesinin lif içinde radyal bir dağılım gösterdiği için, buruşmazlık açılarının yüksek çıktığı buna karşılık; yüksek alınan flotte oranlarında çalışıldığında,

ortamda serbest halde bulunan su miktarı nedeniyle reçinenin kurutma esnasında lifin dış yüzeyine doğru migrasyonu sonucu, buruşmazlık açılarının düşük çıktığı tespit edilmiştir. Eklenen su miktarından bağımsız olarak, reçine miktarında yapılan artış buruşmazlık açılarında artışa neden olurken, yırtılma dirençlerinde düşüşe sebep olmuştur.

Namoodri (1986), Reed-Chatwood köpük aplikatörü kullanarak yani hazırlanan köpüğü yatay-fulardda ipliklere applike ederek, poliester ipliklerinde haşılama işlemini köpük aplikasyonu yöntemi ile yapmıştır. Bu çalışma sonucunda, konvansiyonel haşılama işleminde yapılan yüksek sıcaklıklarda iplikleri muamele işlemi ortadan kaldırılmış olup, düşük alınan flotte oranlarında çalışılabilmiş ve haşılanan ipliklerin kurutulması sırasında enerji tasarrufu sağlanmıştır. Bunun yanı sıra köpük aplikasyonu ile haşılanan ipliklerde daha az tüylenme ve boyama sonrası daha az renk akması tespit edilmiştir. Alınan görüntülerde, köpük aplikasyonu ile haşılanan poliester ipliklere daha homojen bir kimyasal madde aktarımı yapıldığı ve aşırı penetrasyonun oluşmadığı görülmüştür.

Wadsworth and Wey (1988), köpük aplikasyonu ile buruşmazlık işleminin ve su-yağ itici bitim işleminin pamuklu kumaşlar üzerine etkisini incelemişlerdir. Bu çalışmada, sadece ağartılmış pamuklu kumaş ve ağartma sonrası katyonik mercerizasyon ve sıvı amonyak işleminden geçmiş kumaş olmak üzere iki farklı pamuklu kumaş kullanılmıştır. Farklı oranlarda florokarbon ve buruşmazlık apre maddesi köpük aplikasyonu ile pamuklu kumaşlara tek bir yüzü veya iki yüzü birden işlem görecektir şekilde aktarılmıştır. Bu çalışma sonucunda, tek yüzü florokarbon ve buruşmazlık reçinesi ile işlem gören pamuklu kumaşların su ve yağ iticilik değerleri daha yüksek çıkarken, buruşmazlık açıları arasında önemli farklılık görülmemiştir. Bunun yanında ağartılmış, mercerizasyon ve sıvı amonyak ile işlem görmüş pamuklu kumaşın su-yağ iticilik değerleri, sadece ağartılmış pamuklu kumaşın su-yağ iticilik değerlerinden daha yüksek çıkmıştır. Bu durum kostik ile yapılan mercerizasyon işlemi sonrası pamuklu kumaşın kimyasal madde alım oranının arttırmasına bağlanmıştır.

Camp (1990), Gaston County Dyeing Machine firmasının dokusuz yüzeyler için köpük aplikasyonu teknolojisinde yaptığı yeniliklerden ve köpük aplikasyonun sağladığı avantajlardan bahsetmiştir. Köpük formunu oluşturarak, kimyasal sistemlerin yüzey

alanlarını genişlettiğini, lif, iplik, kumaş veya kullanılan mamülün yüzeyi ile köpüğün daha iyi birleştiğini ve dolayısıyla mamül üzerinde uniform bir aplikasyon sağlandığı için daha efektif işlemler gerçekleştirdiğini belirtmiştir. Kullanılan su oranının azalmasıyla, işlem sonrası buharlaştırılması gereken su miktarının da azalması nedeniyle enerji tasarrufu sağlayan bir yöntem olduğunu vurgulamıştır. Kimyasal köpük sistemlerinde sıvı dağıtımı, hava dağıtımı ve köpük mikserinin hızı olmak üzere üç parametrenin köpük oluşumu açısından önemli olduğunu belirtmiştir. Yüksek üfleme oranının, sistem içinde yüksek basınca neden olduğunu bunun da aplikasyon noktasında yüksek basınç ile işleme tabi olacağını belirtmiştir. Geliştirdikleri köpük aplikasyonu sistemlerinde üfleme oranının penetrasyon üzerindeki etkisinin, köpüğün vizkozitesi, kumaşın gözenekliliği veya mamülün ıslanabilirliğinden daha belirleyici olduğunu açıklamıştır. Kuru serim yöntemine göre üretilen dokusuz yüzeyler için, köpük uygularken içindeki havayı ortamdaki uzaklaştırmak için mamül silindir altından sıkıştırılarak geçirilmiştir. Bu sistemde yüksek üfleme oranı ve yüksek basınç kullanılmıştır. Yaş serim yöntemine göre üretilen dokusuz yüzeyler için ise, düşük basınçta bir kaplama başlığı tarafından köpük yüzey üzerine uygulanırken, mamülün hemen altında bulunan vakum sistemi yardımıyla, köpük mamüle nüfuz ettirilmiştir.

Löbig (1997), genel olarak köpük aplikasyon sistemlerinden ve Clariant firmasının deri malzeme üzerine yaptığı çalışmaların parametrelerinden bahsetmiştir. Köpük formunun oluşturulması için sıvı, hava ve yüzey aktif maddeden oluşan bu üç temel maddenin ortamda bulunması gerektiğini vurgulamıştır. Yüzey aktif maddenin sıvı ve hava arasında kalması, köpüğün stabilizasyonunu sağladığını belirtmiş, genel olarak köpük oluşum sistemlerini, mekanik ve kimyasal olmak üzere iki ana gruba ayırmıştır. Kimyasal köpük oluşumunda kimyasal reaksiyonlar oluşarak köpük oluşturulurken, mekanik köpük sistemlerinde hava ve sıvı rakle vb gibi bir engelden geçirildiğini belirtmiştir. Deri malzeme üzerine Melio Foam denilen bir karıştırıcı kullanılmış ve kimyasal madde olarak binder seçilmiştir. Sistemde çalışılan basıncın 1 barın üstünde olmaması gerektiğini, çok yoğun köpük ile çalışıldığında, deri malzeme üzerinde çatlamların oluştuğunu, bu nedenle belli aralıkların optimal değerler olarak alınması gerektiğini belirtmiştir. Köpük aplikasyonunu, deri malzeme üzerine, hava içermeyen tabancalar ile spreyleyerek veya silindir kaplama yaparak verilebileceğinden

bahsetmiştir. Kurutma sıcaklıklarında, döşemelik deri malzemeler için, 65 C'nin üstü deri üzerinde çatlamlar olmasından dolayı tavsiye edilmemiştir.

Clariant ve Cotton Incorporated firmaları (<http://www.clariant.com>, 2011) Foam Eco Care isimli yeni bir buruşmazlık prosesini Gaston Systems tarafından üretilen CFS köpük aplikasyonu makinesinde geliştirmiş ve ITMA 2011'de Barcelona'da sunmuştur. Bu geliştirilen proseste, 130 g/m² ağırlığındaki pamuklu kumaşa buruşmazlık maddesi köpük aplikasyonu yöntemi ile uygulanmış ve daha az su kullanıldığı için kurutmada daha az enerji harcanarak, yüksek derecede buruşmazlık açıları elde edilmiştir. Yırtılma dayanım değerleri konvansiyonel emdirme yöntemi ile aynı değerde olmasına karşılık, daha az formaldehit kullanıldığı için ard-yıkamaya gerek duyulmamıştır.

Li ve ark. (2013), AutoFoam Systems firmasının köpük jeneratörünü ve aplikatörünü kullanarak, pamuklu kumaşlar üzerine, dimetildihidroksietilen üre kimyasalını çapraz bağlayıcı olarak uygulamış, buruşmazlık açılarındaki, yırtılma ve kopma mukavemetindeki kayıpları incelemiştir. Köpük aplikasyonu ve konvansiyonel emdirme yöntemleri performans sonuçları bakımından birbiri ile karşılaştırılmıştır. Buruşmazlık kimyasalının miktarındaki artış, buruşmazlık açılarında bir artışa sebep olurken, mukavemet kaybını beraberinde getirmiştir. Buruşmazlık işlemi sırasında oluşan çapraz bağlar, selüloz molekülerinin hareketini kısıtladığından dolayı, liflere çekme kuvveti uygulandığında, yük belli noktalarda toplandığından ve moleküller arası oluşan çapraz bağlar gerilimin lif boyunca eşit dağılmasını önlediğinden, mukavemet kaybı görülmüştür. Konvansiyonel emdirme ile köpük aplikasyonu birçok performans değeri bakımından karşılaştırılmış ve sonuç olarak köpük aplikasyonunun buruşmazlık açıları bakımından daha yüksek değerler verdiği ortaya çıkarılmıştır. Buna karşılık, konvansiyonel emdirme sonrası mukavemet kayıplarının daha fazla olduğu belirtilmiştir. Bunun sebebinin, köpük aplikasyonunda daha az oranda su kullanıldığı için, kurutma esnasında buruşmazlık maddesi migrasyona uğramaması ve lif yüzeyini eşit ve homojen bir şekilde kapladığı için köpük aplikasyonunun daha efektif bir işlem olmasından kaynaklandığını belirtmişlerdir. Üfleme oranı arttıkça, yırtılma ve kopma mukavemetlerinde düşüş görülmüştür.

Yu ve ark. (2013), atık su konusunun tekstil materyallerinin boyanmasındaki en büyük problemlerinden biri olduğunu, bu nedenle tekstil endüstrisinin daha az su sarfiyatı

yapan sistemler için arayış içinde olduğunu belirtmişlerdir. Bu nedenle, düz dokuma pamuklu kumaşlar üzerinde, Neovi-foam sistemini kullanarak, reaktif boyarmaddeler ile boyama yapılmıştır. Köpük uygulaması sırasında, çevre dostu olması, iyi bir köpük oluşturma maddesi olması ve düşük maliyetli bir ürün olması sebebiyle yüzey aktif madde olarak sodyum dodesil sülfat (SDS) seçilmiştir. SDS'nin iyi bir köpük oluşturma yeteneği olması nedeniyle, çok az miktarda kullanılması yeterli olmuştur fakat tek başına banyo içinde kullanılması halinde yeterli stabilite sağlayamadığından, banyo içine köpük stabilizatörleri eklenmiştir. Stabilizatör olarak, arap zıncı ve dodekanol karışımı tercih edilmiştir. Sonuç olarak, stabilizatörler K/S değerlerini arttırmış fakat boyarmadde fiksasyon miktarını düşürmüştür. Köpük uygulaması sisteminde optimum alınan flotte miktarı %40 olarak bulunmuş, bunun üzerindeki oranların boyarmadde fiksasyonunu değiştirmedikleri fakat K/S değerlerini, boyarmadde difüzyonu sebebiyle düşürdüğü ortaya çıkmıştır. Konvansiyonel boyama prosesi ile karşılaştırıldığında, K/S değerleri köpük uygulamasında daha yüksek çıkmıştır. Bu durum, konvansiyonel boyama prosesinde, fiksasyon sırasında yüksek fikse sıcaklığı ve yüksek alınan flotte oranından dolayı, fazlaca kullanılan su miktarının, boyarmaddenin daha fazla hidrolize olmasına ve bu nedenle kovalent bağ miktarının düşmesine neden olması şeklinde açıklanmıştır.

Shen ve ark. (2014), ipek kumaşları modifiye etmek için, tek yüzüne EBODAC kimyasalı ile (etilenoktadekildimetil amonyum klorid) köpük formunda katyonik ön işlem uygulayıp daha sonra inkjet baskı yapmışlardır. Öncelikle köpük formunu oluşturabilmek için, uygun bir yüzey aktif madde seçimi yapılmış ve anyonik yapıdaki sodyum dodesil sülfat SDS ve noniyonik yapıda Tween 80 birbiri ile kıyaslanmıştır. Ön işlem uygulanmış ve uygulanmamış ipek kumaşları netlik bakımından birbiri ile kıyaslanmıştır. EBODAC konsantrasyonu 100 g/L'ye çıktığı zaman SDS'nin üfleme oranı düştüğü için, Tween 80 ile köpük oluşturma işlemine devam edilmiştir. K/S değerleri EBODAC madde miktarı arttıkça iyileşmiş ve ön işlem yapılmayan numunedan daha yüksek çıkmıştır. K/S değerleri EBODAC 100 g/L iken, köpük oluşturularak yapılan katyonizasyon işlemi sayesinde %40.58 artmıştır. Tutum açısından konvansiyonel emdirme ve köpük ön işlemi birbiri ile karşılaştırıldığında, köpüğün tutumu daha az etkilediği ortaya çıkmıştır. Köpük formunda yapmanın hem

enerji ve su tasarruflu bir sistem oluşturduğu hem de inkjet baskı için uygun bir ön işlem basamağı oluşturduğu belirtilmiştir.

Mao ve ark. (2014), pamuklu kumaşları konvansiyonel boyama prosesi ve köpük uygulaması yöntemiyle boyamışlar ve renk değerlerini farklı alınan flotte oranlarında birbirleri ile kıyaslamışlardır. Köpük uygulaması sistemi olarak Neovi-Foam sistemlerini, boyarmadde olarak CI reaktif kırmızı boyarmaddesini kullanmışlardır. Köpük oluşturma maddesi olarak sodyum dodecil sülfat SDS, stabilizatör olarak 3:4 oranında dodekanol ve arap zıncı karışımını kullanmışlardır. Konvansiyonel boyama prosesinde %80 ve %100 alınan flotte oranları ile çalışılırken, köpük uygulaması sisteminde %30 ve %40 alınan flotte oranları denenmiştir. Sonuç olarak, K/S değerleri köpük uygulamasında %30 alınan flotte ile çalışıldığında en yükseğe ulaşırken, konvansiyonel boyama prosesinde %100 alınan flotte oranında çalışıldığında en düşük çıkmıştır. Boyarmadde fiksasyon miktarı ise en yüksek %40 alınan flotte ile köpük uygulamasında çalışması sonucu elde edilmiştir. Köpük uygulaması sonrası renk sonuçlarının, konvansiyonel boyamaya göre daha yüksek çıkmasının sebebi; köpük uygulaması ile homojen bir uygulama yapılmasına ve kimyasal maddenin daha efektif kullanılarak lif yüzeyi doğrultusunda düzgün bir boyama elde edilmiştir. Alınan flotte oranı %80 ve üstüne çıktığında ise, renk değerlerinin oldukça düştüğü tespit edilmiş ve bu durumun, boyarmaddenin gözenek içine toplanması ve fazla su artığının lifler arasında, iplikler arasında veya lif yüzeyinde kalması reaktif boyarmaddenin hidrolizine sebep olmasından kaynaklandığı belirtilmiştir. Köpük uygulaması ile boyama prosenin, konvansiyonel boyama prosesine nazaran %50-70 arasında enerji tasarrufu sağladığı belirtilmiştir.

2.6.2. Multifonksiyonellik konusu ile ilgili yapılan çalışmalar

Gupta ve ark. (2006), kitosan maddesinin tekstil boyamacılığı ve bitim işlemlerinde sıkça kullanıldığını ve bu maddeyi pamuklu kumaşlar üzerinde multifonksiyonellik elde etme çalışmalarında yer verildiğini belirtmişlerdir. Kitosan maddesinin pek çok alanda kullanılmasına karşılık, çok zayıf bir çözünürlüğü olduğu ve kumaş üzerinde kalıcılık konusunda problemler yaşandığı belirtilmiştir. Bu nedenle, yaptıkları çalışmada kitosanın bir türevi olan, suda çözünür karboksimetil kitosanı üretip daha sonra pamuklu kumaşlar kitosan ve karboksimetil kitosan çözeltileri içinde emdirilmiştir.

Pamuklu kumaşların, boyanabilirlikleri ve antibakteriyel özellikleri test edilmiştir. Sonuç olarak, 5 yıkamaya kadar antibakteriyel özelliklerinde ve boyanabilirliklerinde iyileşme olduğu görülmüştür.

Varesano ve ark. (2009), oda sıcaklığında, in situ oksidatif kimyasal polimerizasyon yöntemi ile içinde oksidatif ve elektriksel aditif madde bulunan polipirol çözeltisi içinde pamuklu kumaşları muamele etmişlerdir. Çalışmanın sonucu olarak, polipirol film tabakasının pamuklu kumaş yüzeyinde bulunmasının, nem alma özelliğini arttırdığı, iyi derecede elektriksel iletkenlik özelliği kazandırdığı ve aynı zamanda gram-negatif bakteriler için antibakteriyel özellik taşıdığı ortaya çıkmıştır.

Davis ve ark. (2011), pamuk/poliester karışımları üzerinde kalıcı antibakteriyel ve su iticilik özelliği kazandırmak için atmosferik plazma işlemi uygulamışlardır. Kumaşlara 1,1,2,2-tetrahidroperfloradekil akrilat ile 1,1,2,2-tetrahidroperfloradodekil akrilat monomerleri ile plazma polimerizasyonu yapılmış ve ardından kuaterner amonyum tuzu olan dialildimetilamonyum klorit (DADMAC) ile emdirilmiştir. Flor bazlı monomerler ile plazma işlemi gören kumaşların yıkama öncesi iyi bir su iticilik özelliği gösterdiği fakat yıkama sonrası dayanımlarının kalıcı olmadığı görülmüş ve temas açılarında düşüş meydana geldiği gözlemlenmiştir. Flor bazlı monomerler ile plazma polimerizasyonu yapılan kumaşlara daha sonra antibakteriyel işlem uygulanması sonucu, antibakteriyel maddenin konsantrasyonu arttıkça antibakteriyel özelliklerinde iyileşme görülmüş ve DADMAC konsantrasyonu 20 g/L ye ulaştığında antibakteriyel özelliğin düştüğü tespit edilmiştir. Antibakteriyel işlemin daha önce uygulanan su iticilik özelliğini olumsuz yönde etkilediği ortaya çıkmıştır.

Teli ve ark. (2013), ekstrakte ettikleri kitosanı aynı banyo içinde farklı oranlarda dimetil dihidroksi etilen üre (DMDHEU) ve/veya diamonyum hidrojen fosfat (DAHP)ve/veya borik asidi kullanarak, pamuklu kumaşlar üzerinde multifonksiyonellik elde etmeye çalışmışlardır. Banyo içerisinde DAHP oranının artması güç tutuşurluk değerlerinde artış meydana getirirken, borik asitin kullanılması hem antibakteriyel hem de güç tutuşurluk değerlerinde artış meydana getirmiştir. Kitosan değerinin artması buruşmazlık açılarında azalma meydana getirmiş bu durum pamuklu kumaşın hidrofil gruplarına bağlanarak, bariyer görevi görmesine bağlanmıştır. Tüm kimyasalların belli oranlarda

bir arada bulunduğu numunelerde LOI değerleri maksimum 27'ye ulaşmış ve antibakteriyellik özelliklerinde gelişme sağlanmıştır.

Hu ve ark. (2015), yaptıkları çalışmada multifonksiyonellik eldesi için farklı oranlarda grafen ve anyonik alifatik poliüretan kompozitlerini hazırlayıp, emdirme-kurutma-fikse yöntemi ile dokunmuş pamuklu kumaşlara applike etmişlerdir. Kumaşlar FTIR (Fourier Transform Infrared Spektroskopi) ve SEM (Taramalı Elektron Mikroskobu) ile karakterize edilmiş ve performans testleri yapılmıştır. Bu çalışma sonucunda, pamuklu kumaşın elektriksel iletkenliğinde, UV koruma özelliğinde ve kızılötesi ışınları emisyon derecelerinde iyileşme meydana gelmiştir.

Ibrahim ve ark. (2015), yumuşak tutum, antibakteriyel ve/veya UV koruma özelliği gösteren multifonksiyonel pamuk/yün ve viskon/yün kumaşlar elde etmek için tek banyo içinde gerçekleşen bir çalışma yapmışlardır. Bunun için, reçine, silikon bazlı yumuşatıcılar, hidroksibenzen, triklosan gibi bitim kimyasalları ve pigment boyarmadde magnezyum klorit/sitrik asit katalizör banyosu içinde kullanılmış ve emdirme-kurutma adımlarından sonra mikrodalga kondenzasyonu gerçekleştirilmiştir. Yumuşatıcı, antibakteriyel maddenin ve reçinenin beraber kullanıldığı numunede, antibakteriyel maddenin litredeki gramajı arttıkça, buruşmazlık açılarında düşüş meydana geldiği görülmüştür. Banyo içerisinde, hidroksibenzen konsantrasyonunun artması ise, antibakteriyel ve UV koruma özelliğinde iyileşme meydana getirirken, buruşmazlık açılarında düşüşe sebep olmuştur.

Przybylak ve ark. (2016), güç tutuşurluk ajanları ve silikon bileşiklerini kullanarak, pamuklu kumaşları iki adımlı işleme modifiye edip, hidrofobik ve güç tutuşur özellikte pamuklu kumaşlar elde etmişlerdir. İlk adımda, sol jel yöntemi ile guadin karbonat ve/veya amonyum dihidrojen fosfatı aminopropiltrioksilan içerisinde immobilize etmişlerdir. İkinci adımda ise, hidrofobik özellik elde etmek için, modifiye olmuş pamuklu kumaşları flor bazlı veya polisiloksan bileşiklerini içeren banyo içinde emdirmişlerdir. Kumaşların güç tutuşurluk özelliklerini, ısı salım oranlarını mikrokaloremetre cihazında ölçerek, LOI (Sınır Oksijen İndeksi) cihazı ve dikey yakma mekanizması kullanarak belirlemişlerdir. Çalışma sonucunda guadin karbonat, amonyum dihidrojen fosfat, melaminin kullanıldığı proseste güç tutuşurluk değerlerinin daha yüksek çıktığı gözlemlenmiştir. Polisiloksanların applike edilmesi sonucu modifiye

edilen pamuklu kumaşların, florasilan bileşiklerine oranla daha yüksek bir temas açısı oluşturduğu gözlemlenmiştir.

Naggar ve ark. (2016), pamuklu kumaşlar üzerine titanyum oksit nano parçacıkların in situ sentezini gerçekleştirmişlerdir. Sentezde; titanyum isopropoksit, titanyum kaynağı olarak kullanılırken, üre nitrat titanyum hidroksit nano parçacıklara dönüşmesini sağlayan madde olarak kullanılmıştır. Sentezlenen titanyum oksit nano parçacık çözeltisi pamuklu kumaşlar üzerine kaplama yöntemi ile aktarılmıştır. Kaplanan kumaşlar, önemli oranda UV koruma sağlarken, %95 oranında bakteriyel azalma meydana getirmiştir. Kaplanan kumaşların 20 yıkamaya kadar dayanıklı olduğu belirtilmiştir.

Xue ve ark. (2016), pamuklu kumaşlarda süper hidrofobiklik ve güç tutuşurluk özellikleri kazandırmak amacıyla, kumaşlar sentetik poliakrilat, lateks ve amonyum polifosfat karışımı içinde emdirilip, kurtulmuş ve daha sonra kondenzasyon işlemi gerçekleştirilmiştir. Su itici özellik kazandırmak amacıyla kullanılan dodekafloroheptil metakrilat bileşiğinin belli oranlarda konsantrasyonunun artışı su iticiliği artırırken, çok yüksek konsantrasyonu temas açısı değerlerini düşürdüğü görülmüştür. Dodekafloroheptil metakrilat ve amonyum polifosfat karışımı içinde işlem görmüş kumaşın temas açısı değerinin ise sadece su iticilik işlemi görmüş kumaşa oranla daha düşük çıktığı tespit edilmiştir. İşlem görmemiş pamuklu kumaşın LOI değeri %19 çıkarken, dodekafloroheptil metakrilat ve amonyum polifosfat karışımı ile işlem gören kumaşın LOI değeri %24 çıkmış ve dikey yakma sonucu ortaya çıkan kömürleşme uzunluğu 10,5 cm olarak ölçülmüştür.

Wang ve ark. (2016), düşük sıcaklıkta plazma işlemini ön işlem olarak pamuklu kumaşlara uygulayıp, ardından hazırlamış oldukları ZnO/karboksimetil kitosan banyosu içinde modifiye edilmiş pamuklu kumaşları emdirip, daha sonra kurutma-fikse adımlarını gerçekleştirerek pamuklu kumaşlarda UV direnci ve antibakteriyel özellik elde etmeye çalışmışlardır. Plazma işlemi oksijen gazı ile düşük sıcaklıkta, 2 dakika boyunca 200 W güçte gerçekleştirilmiştir. UV dirençlerinde ve antibakteriyel özelliklerinde gelişme görülmüş ve plazma işleminin daha sonra uygulanan ZnO/karboksimetil kitosan çözeltisinin pamuklu kumaşa nüfuziyetini arttırdığı tespit edilmiştir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Bu tez çalışmasında materyal olarak, 249 g/m² ağırlığındaki 3x1 dimi dokuma yapısında haki renginde %100 pamuklu dokuma kumaşlar (Cotton Incorporated, Cary, NC, USA) kullanılmıştır. Kimyasallar olarak antibakteriyel fonksiyonelliği için; gümüş içeren Silpure FBR-5 kimyasalı (Huntsman Textile Effects, Charlotte, NC, USA) ve %56'lık asetik asit kullanılmıştır. Güç tutuşurluk fonksiyonelliği için; dialkil fosfonokarboksilik asit amid yapıda Pyrovatex CP New (Huntsman Textile Effects, Charlotte, NC, USA), melamin-formaldehit yapıdaki Astro-Mel NW-3A (Momentive Performance Materials, NY, USA), polialkilen emülsiyonu içeren Turpex ACN NEW (Huntsman Textile Effects, Charlotte, NC, USA), %85'lik fosforik asit ve anyonik yüzey aktif madde olan Invadine PBN (Huntsman International, TX, USA) kullanılmıştır. Ard yıkama için, H₂O₂ ve kostik soda (Cotton Incorporated, Cary, USA) kullanılmıştır. Su-yağ iticilik fonksiyonelliği için ise floroalkil akrilat kopolimeri ve az miktarda polioksietilenalkileter ve tripropilen glikol içeren Unidyne TG-5601 (Daikin America, NY, USA), parafin yağların ve modifiye edilmiş melamin reçinenin dispersiyonundan oluşan Phobotex JVA (Huntsman Textile Effects, Charlotte, NC, USA), polidimetilsiloksan ve yağ asitlerinden oluşan Megasoft LUX (Huntsman International, TX, USA) kullanılmıştır. Genel olarak yöntemde bazı reçetelere aminoksit bazlı Cinwet AMO (Bozetto Inc, Greensboro, NC, USA) ve etoksi yağ asidi alkolü ve alifatik eter alkol içeren Invadine PBN (Huntsman International, TX, USA) eklenmiştir.

3.2. Yöntem

3.2.1. Yöntemi uygulama

Yöntem olarak bu tez çalışmasında, Gaston Systems Chemical Finishing System CFS köpük aplikasyonu makinesi (Cotton Incorporated, Cary, USA) ve dikey tip fulard makinesi Mathis Padder HUF 81712 (Cotton Incorporated, Cary, USA) kullanılmıştır. Her fonksiyonellik için ayrı ayrı olmak üzere hem yöntem hem parametre hem de kimyasal madde ve miktar optimizasyonu yapılmıştır. Yöntemler köpük aplikasyonu ve emdirme olmak üzere iki ayrı yöntem olarak tüm fonksiyonelliklerde ayrı ayrı uygulanıp, öncelikle fonksiyonelliklerin bu yöntemlerde verdiği test sonuçlarına

bakılarak birbiri ile karşılaştırma yapılmıştır. Yöntemleri ayrı ayrı fonksiyonellikler üzerinde deneyerek, reçete ve kimyasal madde miktarı optimizasyonu yapılarak, optimum test sonuçları için yapılması gereken değişiklikler ve olması gereken parametreler belirlenmiştir. Reçete ve kimyasal madde miktarı optimizasyonu yapıldıktan sonra, multifonksiyonellik için fonksiyonelliklerin aktarılma önceliği belirlenmiş ve ardından yöntem optimizasyonu yapılmış ve dolayısıyla tüm bu parametreler göz önüne alındığında çok sayıda kombinasyon oluşturulmuştur. Yöntem optimizasyonu yapılırken, bazı kombinasyonlarda bazı fonksiyonellikler için sadece emdirme yöntemi kullanılırken, bazılarında sadece köpük uygulaması, bazılarında ise emdirme ve köpük uygulaması kombine edilerek kullanılmıştır. Kimyasalların kumaşa uygulaması sonrası, ard yıkama işlemleri Benz marka laboratuvar tipi sürekli yıkama makinesinde (Cotton Incorporated, Cary, USA), tüm kurutma ve kondenzasyon işlemleri Mathis KTF-500 marka etüv içerisinde (Cotton Incorporated, Cary, USA) gerçekleştirilmiştir. Oluşturan kombinasyonların birbiri ile karşılaştırılması ve optimum değerlerde multifonksiyonellik elde için, kombinasyonlar tekli fonksiyonellikler (tek fonksiyon içeren kombinasyon), ikili fonksiyonellikler (herhangi iki fonksiyonelliği içeren kombinasyonlar) ve üçlü fonksiyonellikler (üç fonksiyonelliği içeren kombinasyonlar) olmak üzere üçe ayrılmıştır. Tüm bu kombinasyonlar oluşturulurken, kumaşın kullanılmak istendiği alan göz önünde bulundurularak, fonksiyonelliklerin aktarılma ve yöntemlerin uygulanma sırası belirlenmiştir. Bu belirlemeye göre kumaşın ön yüzü veya arka yüzü veya ön ve arka yüzü ayrı ayrı ya da kumaşın tamamı gibi uygulama yerleri seçilmiş, kullanım alanına en uygun olan kombinasyonlar oluşturulmuştur. Oluşturulan kombinasyonların, tekrarlı yıkama ve kurutma işlemleri Whirlpool marka ev tipi yıkama ve kurutma makinesinde (Cotton Incorporated, Cary, USA) yapılarak yıkama-kurutma dayanımları test edilmiştir.

3.2.2. Deneyler sırasında oluşturulan kumaş numuneleri ve numunelere verilen kodlar ve deney planı

Bu tez çalışmasında çok sayıda deneme yapıldığı ve oluşturulan kombinasyon ve numune sayısı çok sayıda olduğu için, deney planına geçmeden önce kodlama yapılması gerekmiştir. Kodların ifade ettikleri ve kumaşların nasıl kodlandığı aşağıda açıkça belirtilmiştir. Numunelere verilen kodlar aşağıdaki gibidir:

F: Köpük aplikasyonu

P: Emdirme işlemi

AF: Alınan flotte oranı

WR: Su iticilik

AM: Antibakteriyellik

FR: Güç tutuşurluk

W: Yıkama ve kurutma

5, 10, 20, 30, 40, 50: Yıkama ve kurutma sayısı

5 W: 5 yıkama ve kurutma yapılmış kumaş

20 W: 20 yıkama ve 20 kurutma işleminden geçmiş kumaş

30 W: 30 yıkama ve 30 kurutma işleminden geçmiş kumaş

40 W: 40 yıkama ve 40 kurutma işleminden geçmiş kumaş

50 W: 50 yıkama ve 50 kurutma işleminden geçmiş kumaş

PFR: Emdirme yöntemi ile FR uygulanan kumaş

CPF1: Karşılaştırmalı denemeler için AF'si %35 olan, kumaşın ön yüzeyine köpük aplikasyonu ile verilen FR işlemi

CPF2: Karşılaştırmalı denemeler için AF'si %30 olan, kumaşın ön yüzeyine köpük aplikasyonu ile verilen FR işlemi

CPF3: Karşılaştırmalı denemeler AF'si her iki yüzeyde de ayrı ayrı %17,5 olan, kumaşın önce ön yüzeyine daha sonra arka yüzeyine köpük aplikasyonu ile verilen FR işlemi

CPF4: Karşılaştırmalı denemeler AF'si her iki yüzeyde de ayrı ayrı %15 olan, kumaşın önce ön yüzeyine daha sonra arka yüzeyine köpük aplikasyonu ile verilen FR işlemi

PAM: Emdirme yöntemi ile AM uygulanan kumaş

AMF: Bir yüzeyine köpük aplikasyonu ile AM uygulanan kumaş

PWR: Emdirme yöntemi ile WR uygulanan kumaş

WR1F: Kumaşın bir yüzüne su iticilik işlemi köpük aplikasyonunda aktarılırken alınan flotte (AF) oranı %X olan kumaş (Alınan flotte WR1: %X)

WR2F: Kumaşın bir yüzüne su iticilik işlemi köpük aplikasyonunda aktarılırken alınan flotte (AF) oranı % Y olan kumaş (Alınan flotte WR2:%Y<%X, WR2F'in alınan flotte oranı WR1F kombinasyonundaki alınan flotte oranından küçüktür.)

PFRAMF: Önce emdirme yöntemi ile kumaşın tamamına FR uygulanan, daha sonra köpük aplikasyonu ile kumaşın arka yüzeyine AM uygulanan kumaş

PFRWR1F:Önce emdirme yöntemi ile kumaşın tamamına FR uygulanan, daha sonra köpük aplikasyonu ile ön yüzeye WR uygulanan kumaş (AF oranı: %X)

PFRWR2F: Önce emdirme yöntemi ile kumaşın tamamına FR uygulanan, daha sonra köpük aplikasyonu ile ön yüzeye WR uygulanan kumaş (AF oranı: WR2F; %Y<% X)

AMFWR1F: Önce kumaşın ön yüzeyine köpük aplikasyonu ile AM, daha sonra aynı yüzeyine WR uygulanan kumaş (Alınan flotte WR1: %X)

AMFWR2F: Önce kumaşın ön yüzeyine köpük aplikasyonu ile AM, daha sonra WR uygulanan kumaş (Alınan flotte WR2: %Y < % X)

PWRAMF: Önce emdirme yöntemi ile kumaşın tamamına WR uygulanan, daha sonra köpük aplikasyonu ile kumaşın arka yüzeyine AM uygulanan kumaş

PAMWR1F: Kumaşın tamamına önce emdirme yöntemi ile AM uygulanan, daha sonra ön yüzeyine köpük aplikasyonu ile WR uygulanan kumaş (Alınan flotte WR1: %X)

PAMWR2F: Kumaşın tamamına önce emdirme yöntemi ile AM uygulanan, daha sonra köpük aplikasyonu ile WR uygulanan kumaş (Alınan flotte WR2: %Y < % X)

PFRAMFWR1F: Önce emdirme yöntemi ile kumaşın tamamına FR uygulanan, daha sonra köpük aplikasyonu ile arka yüzeyine AM ve daha sonra ön yüzeyine WR uygulanan kumaş (AF= %X)

PFRAMFWR2F: Önce kumaşın tamamına emdirme yöntemi ile FR uygulanan, daha sonra köpük aplikasyonu ile arka yüzeyine AM ve sonrasında ön yüzeyine WR uygulanan kumaş (Alınan flotte WR2F: %Y < % X)

CPF6BF: Multifonksiyonel kombinasyonlar için, AF'si her iki yüzeyde de ayrı ayrı %17,5 olan, kumaşın önce ön yüzeyine daha sonra arka yüzeyine köpük aplikasyonu ile verilen FR işlemi

1N: Önce kumaşın ön yüzeyine köpük aplikasyonu ile belirtilen oranda FR uygulanan, daha sonra arka yüzeyine köpük aplikasyonu ile AM uygulanan kumaş

2N: Önce kumaşın arka yüzeyine köpük aplikasyonu ile belirtilen oranda FR uygulanan, daha sonra ön yüzeyine köpük aplikasyonu ile WR uygulanan kumaş

3N: Önce kumaşın ön yüzeyine köpük aplikasyonu ile belirtilen oranda FR uygulanan, daha sonra arka yüzeyine köpük aplikasyonu ile AM uygulanan kumaş, daha sonra köpük aplikasyonu ile kumaşın ön yüzüne WR uygulanan kumaş

4N: Önce kumaşın arka yüzeyine köpük aplikasyonu ile belirtilen oranda FR uygulanan, daha sonra arka yüzeyine köpük aplikasyonu ile AM uygulanan kumaş, daha sonra köpük aplikasyonu ile kumaşın ön yüzüne WR uygulanan kumaş

5N: Önce kumaşın ön yüzeyine köpük aplikasyonu ile belirtilen oranda FR uygulanan, daha sonra kumaşın arka yüzeyine köpük aplikasyonu ile belirtilen oranda FR uygulanan, daha sonra arka yüzeyine köpük aplikasyonu ile AM uygulanan ve daha sonra köpük aplikasyonu ile kumaşın ön yüzüne WR uygulanan kumaş

Öncelik sırasında kodlama mevcuttur. Örneğin; PFRAMF kombinasyonunda P, F den önce yazıldığı için öncelikli olarak FR işleminin emdirme yöntemiyle aktarıldığı, daha sonra AM işleminin ise köpük aplikasyonu ile aktarıldığı anlaşılmaktadır.

Bu tez çalışmasında oluşturulan kombinasyonlar ve yıkama ve kurutma işlemleriyle birlikte toplam kombinasyon sayısı aşağıda verilmiştir.

1. İşlem görmemiş kumaş
2. PFR (5W, 10W,20W,30W,40W,50W)
3. CPF1(5W, 10W,20W,30W,40W,50W)
4. CPF2(5W, 10W,20W,30W,40W,50W)
5. CPF3(5W, 10W,20W,30W,40W,50W)
6. CPF4(5W, 10W,20W,30W,40W,50W)
7. PAM (5W, 10W,20W,30W)
8. AMF(5W, 10W,20W,30W)
9. PWR(5W, 10W,20W,30W,40W,50W)
10. WR1F(5W, 10W,20W,30W,40W,50W)
11. WR2F(5W, 10W,20W,30W,40W,50W)
12. PFRAMF(5W, 10W,20W,30W,40W,50W)
13. PFRWR1F(5W, 10W,20W,30W,40W,50W)
14. PFRWR2F(5W, 10W,20W,30W,40W,50W)
15. AMFWR1F(5W, 10W,20W,30W,40W,50W)
16. AMFWR2F(5W, 10W,20W,30W,40W,50W)
17. PWRAMF(5W, 10W,20W,30W,40W,50W)
18. PAMWR1F(5W, 10W,20W,30W,40W,50W)
19. PAMWR2F(5W, 10W,20W,30W,40W,50W)
20. PFRAMFWR1F(5W, 10W,20W,30W,40W,50W)
21. 1N(5W, 10W,20W,30W,40W,50W)
22. 2N(5W, 10W,20W,30W,40W,50W)
23. 3N(5W, 10W,20W,30W,40W,50W)
24. 4N(5W, 10W,20W,30W,40W,50W)
25. 5N(5W, 10W,20W,30W,40W,50W)
26. CPF6BF(5W, 10W,20W,30W,40W,50W)

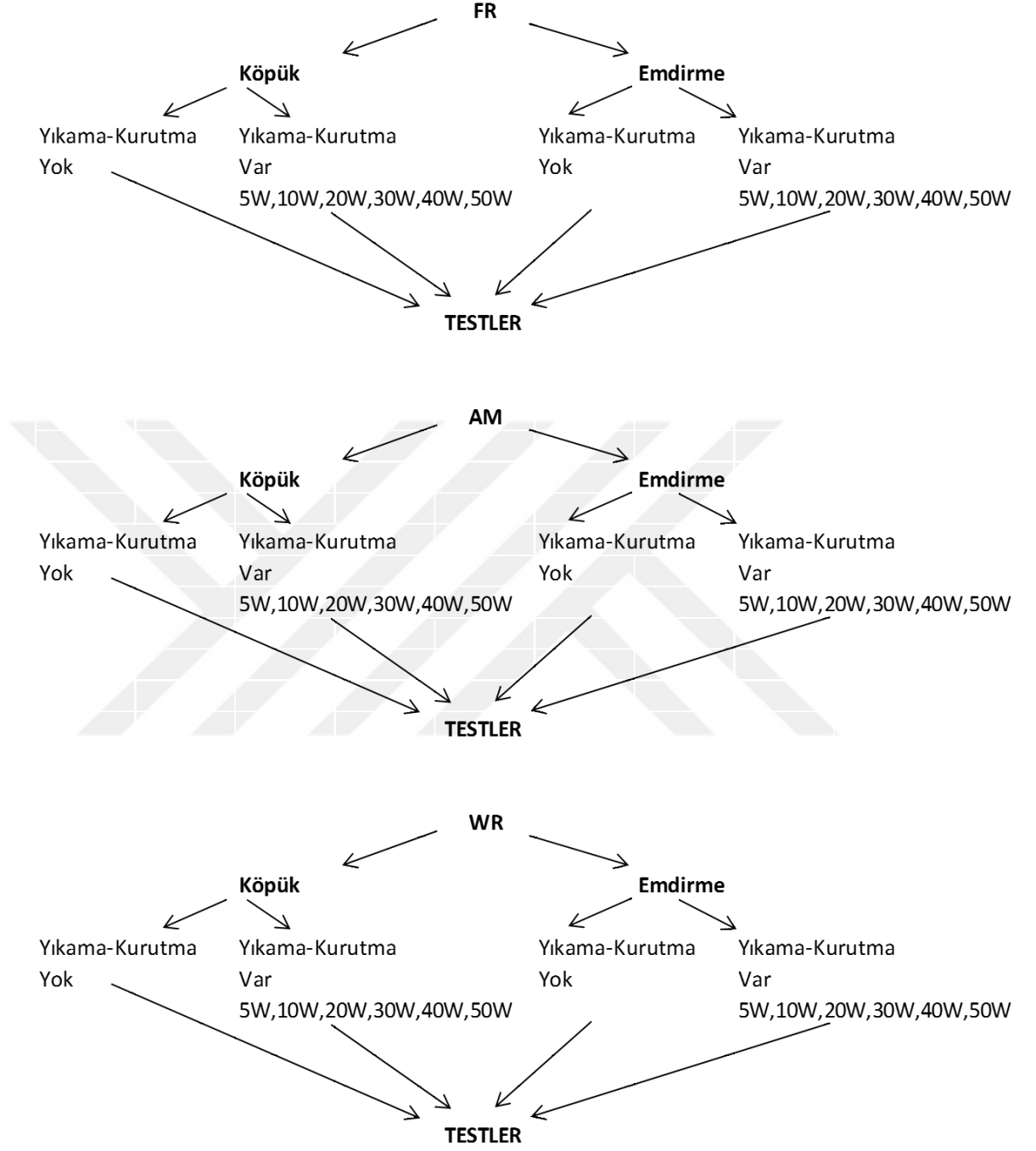
Parametrelerin optimize edilmesi sırasında yapılan denemeler hariç toplamda 147 adet kombinasyon oluşturulmuş ve her bir kumaş numunesi farklı performans testlerinden geçmiştir. Kumaşların yıkama ve kurutma dayanımlarını ölçmek için her 5 ve 10 yıkamada bir kumaş numuneleri test edilmiştir. Kumaşlar yıkama ve kurutma işlemleri sonrası aldıkları kod aşağıdaki örneklerle açıklanmıştır:

5WPFRAMF: Önce emdirme yöntemi ile kumaşın tamamına FR uygulanan, daha sonra köpük aplikasyonu ile kumaşın arka yüzeyine AM uygulanıp, ardından her yıkama işlemini kurutma işlemi takip edecek şekilde 5 defa ev tipi yıkama ve 5 defa kurutma işlemi yapılan kumaş.

10WPFRAMF: Önce emdirme yöntemi ile kumaşın tamamına FR uygulanan, daha sonra köpük aplikasyonu ile kumaşın arka yüzeyine AM uygulanıp, ardından her yıkama işlemini kurutma işlemi takip edecek şekilde 10 defa ev tipi yıkama ve 10 defa kurutma işlemi yapılan kumaş.

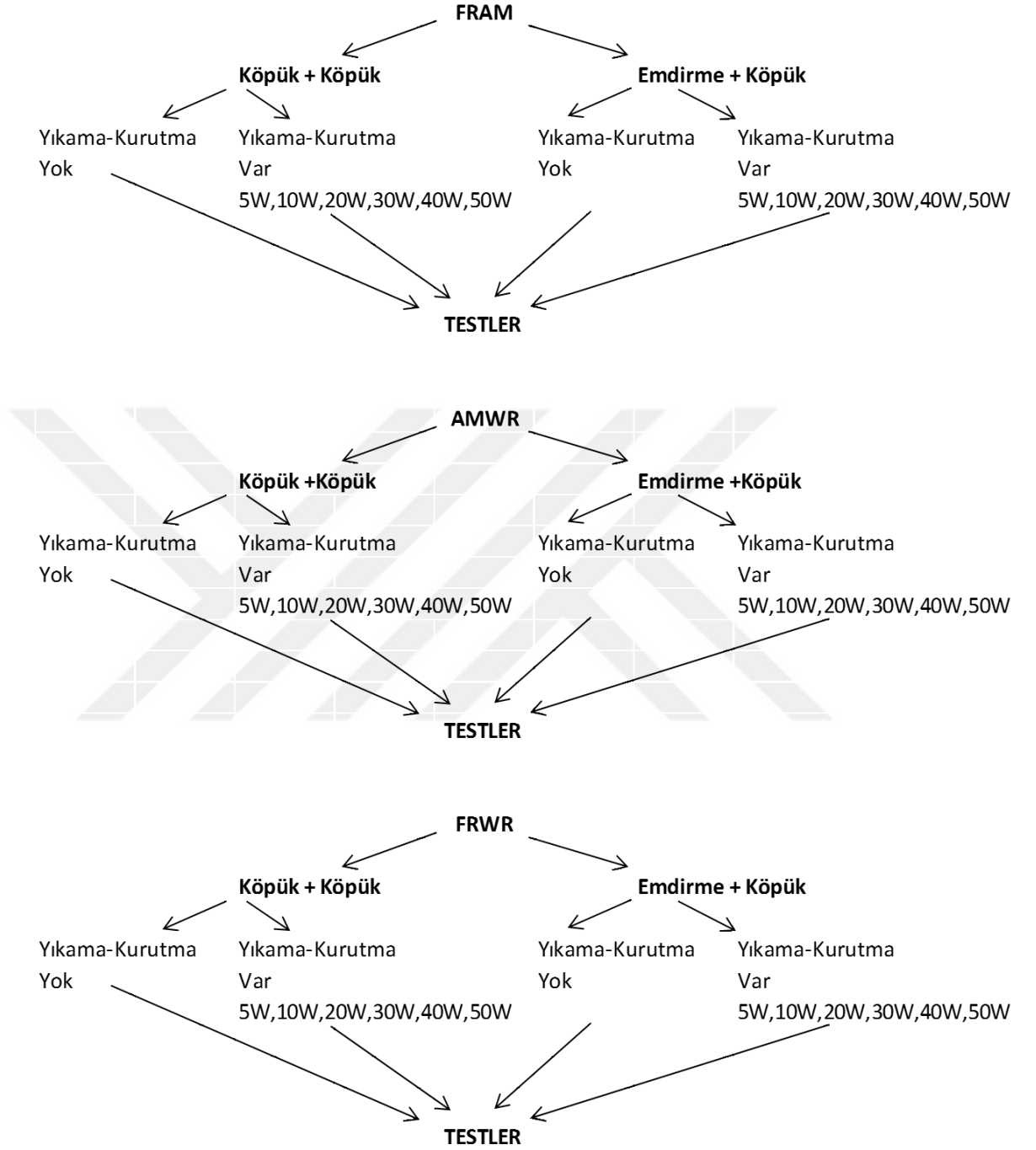
Deney planı aşağıdaki gibidir. Tekli fonksiyonellik Şekil 3.1’de, multifonksiyonelliklerin içinde yer alan ikili fonksiyonellik Şekil 3.2’de ve yine multifonksiyonelliklerin içerisinde olan üçlü fonksiyonellik Şekil 3.3’te gösterilmiştir.

TEKLİ FONKSİYONELLİK



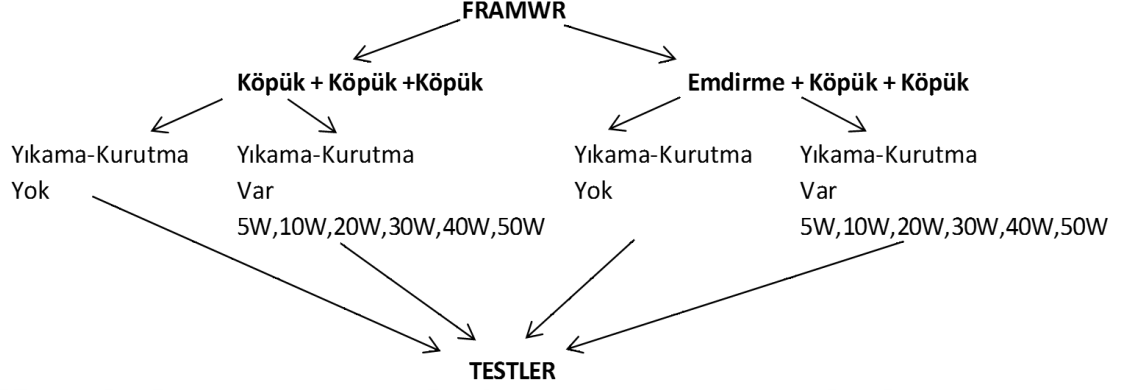
Şekil 3.1. Tekli fonksiyonellik için deney planı

İKİLİ FONKSİYONELLİK



Şekil 3.2. İkili fonksiyonellik için deney planı

ÜÇLÜ FONKSİYONELLİK



Şekil 3.3. Üçlü fonksiyonellik için deney planı

Bu tez çalışmasında, deneylere başlamadan önce yukarıda belirtilen deney planı esas alınmıştır. Fakat bu plan izlenirken, yöntemlerin ve kimyasalların kullanım sırasını belirlemek ve optimize etmek için sırasıyla takip edilmesi gereken bazı işlem adımları söz konusu olmuştur. Bu işlem adımları sırası ile şu şekildedir:

1. Kullanım alanının ve bu alan için kumaş üzerindeki gereksinimlerinin belirlenmesi
2. Kullanım alanına ve fonksiyonelliğin kumaş üzerinde istenen etki oranına göre, fonksiyonelliklerin, kumaş üzerinde uygulanacağı yüzeyin belirlenmesi
3. Fonksiyonelliklerin, kumaşa verilme sıralamasının belirlenmesi
 - i. Pamuklu kumaşa uygulama aşamasında tekrarlı ard yıkama işlemi içeren fonksiyonelliğin ilk sırada verilmesi
 - ii. Ard yıkama işlemi içermeyen fonksiyonelliklerde, pamuklu kumaşın hidrofilliğini olumsuz yönde etkilemeyen veya iyileştiren şekilde etki eden fonksiyonelliğin, öncelikli olarak, pamuklu kumaşın hidrofilliğini arttırma oranının yüksekliğine göre belirlenen sıralamada pamuklu kumaşa verilmesi
4. Uygulama sıralaması belirlenen fonksiyonelliklerin, pamuklu kumaş üzerine aktarımını sağlayan metodun emdirme ve köpük aplikasyonu metotları arasından seçilerek belirlenmesi

5. Verilecek olan fonksiyonelliğe uygun olarak bu iki metodun birbirine uygun bir öncelik sırası ile kombine edilmesi
6. Uygulanacak fonksiyonelliklere göre kombinasyonların oluşturulması
7. Oluşturulan kombinasyonlara göre yöntemleri kombine ederek veya sadece köpük aplikasyonu ile birkaç adımda ayrı ayrı fonksiyonellikleri vermek üzere uygulamaya başlanması
8. Bahsedilen fonksiyonelliklere ait kimyasal maddelerin belirlenmesi ve reçetelerin oluşturulması
9. Reçetelerin oluşturulmasına yönelik olarak aplikasyon metotlarına göre ayrı ayrı olacak şekilde her fonksiyonellik için kimyasal madde miktarı optimizasyonunun yapılması,
10. Elde edilmesi istenen kombinasyona göre, seçilen cihaz veya cihazlarda işlem parametrelerinin belirlenmesi
11. Belirlenen reçete ve cihaz parametreleri doğrultusunda bahsedilen fonksiyonelliklerin elde edilmesi amacıyla tek katmanlı pamuklu kumaşa aplikasyonun yapılması işlem adımlarını içermektedir.

Yukarıda belirtilen bu sıralamaya göre, deney planında test edilmeden direkt olarak elenen bazı kombinasyonlar oluşmuştur. Örneğin; ikili fonksiyonelliklerde, sıralama AMFR olabileceği halde deney planında yer almamıştır çünkü FR işlem için hem emdirme hem de köpük aplikasyonu için, kimyasal aplikasyonu sonrası ard yıkama mevcuttur. Kumaşın bir yüzüne applike edilen AM işlemi, kumaşın diğer yüzüne verilen FR işlemi sonrası yapılan ard yıkama ile birlikte kumaş üzerindeki etkisini kaybedeceğinden veya olumsuz etkileneceğinden dolayı, bu kombinasyon direkt olarak elenmiştir. Aynı husus, WRFR için de mevcuttur fakat WR işlemi için söz konusu olan başka bir husus mevcuttur. WR işlemi kumaşın hidrofob özelliğini artırıcı, su itici bir işlem olduğundan üzerine veya applike edilen yüzün tersi yönüne verilecek olan başka bir kimyasalın kumaş içine olan nüfuziyetini engelleyeceğinden veya olumsuz yönde etkileyeceğinden dolayı, WR işlemi ile başlayan ikili veya üçlü kombinasyonlar direkt olarak elenmiştir. (Deney planında istisnai olarak sadece PWR kombinasyonu, diğer numunelerle karşılaştırma yapma amaçlı olarak denenmiştir). Bu nedenle verilecek olan diğer fonksiyonelliklerde, kumaşın hidrofilitesini etkilemeyen ya da olumlu yönde etkisi olan fonksiyonellik öncelikli olarak verilmelidir. Belirtilen gerekçeler nedeniyle,

AMWRFR, WRAMFR, AMFR, WRFR, WRAM gibi kombinasyonlar deney planında yer almamaktadır.

3.2.3. Yöntem, kimyasal madde ve miktarı ile ilgili optimizasyon çalışmaları

3.2.3.1. Uygulanan reçeteler

Güç tutuşurluk aplikasyonları için, uygulanan reçete şu şekildedir: 400 g/L Pyrovatex CP New, 55 g/L Astro Mel NW-3A, 25-30 g/L Turpex ACN NEW, 12 g/L fosforik asit, (% 85) , 1-2 g/L Invadine PBN kullanılmıştır. 110 C’de 2-3 dak kurutma ve 170 C’de 60 s kondenzasyon işlemi gerçekleştirildikten sonra ard yıkama işlemi gerçekleştirilmiştir. Ard yıkama işlemi şu şekildedir:

- 1.yıkama: 35 g/L kostik soda (% 50’lik) 60 C’de 2 dak
2. yıkama: 12 g/L kostik soda (% 50’lik) 60 C’de 2 dak
3. yıkama: Sadece su ile 60 C’de 2 dak
4. yıkama: Sadece su ile 60 C’de 2 dak
5. yıkama: 2 g/L hidrojen peroksit (%35’lik H₂O₂) 45 C’de 2 dak yıkama, ardından 110 C’de 2-3 dak kurutma yapılmıştır.

Su iticilik aplikasyonu için, reçete şu şekildedir: 60 g/L Unidyne TG-5601, 50 g/L Phobotex JVA, 15 g/L Megasoft Lux kullanılmıştır. 177 C’de 90 s kurutma ve kondenzasyon işlemi uygulanmıştır.

Antibakteriyel aplikasyon için, reçete şu şekildedir: 30 g/L Silpure FBR-5, 1 ml/L % 60’lık asetik asit kullanılmıştır. 120 C’de 2 dak kurutmanın ardından, 170 C’de 45 s kondenzasyon işlemi uygulanmıştır.

Yukarıda bahsedilen fonksiyonellikler, tek başlarına sadece emdirme yöntemine göre veya köpük aplikasyonu yöntemine göre ya da ön yüz ve arka yüz farklı fonksiyonellikler içerecek şekilde emdirme ve köpük aplikasyonu yöntemlerinin kombine edilmesiyle pamuklu kumaşlara applike edilmiştir. Emdirme yöntemine göre uygulanan tüm reçetelerde AF oranı % 60 alınmıştır. Köpük aplikasyonu yöntemi için de yukarıda verilen reçeteler kullanılmış ve fonksiyonelliklerin uygulanmasından sonra

gerekli ard yıkama-kurutma ve kondenzasyon işlemleri aynen uygulanmıştır. Fakat köpük aplikasyonu yöntemine göre yapılan uygulamalarda, köpük oluşumunun sağlanması için tüm reçetelerde, yüzey aktif madde olan amin oksit yapıdaki Cinwet Amo kimyasalından 5-10 g/L eklenmiştir. Güç tutuşurluk aplikasyonları için, köpük aplikasyonu yöntemine göre uygulanan reçetelerde AF oranı kumaşın tek yüzüne yapılan uygulamalarda % 30 ve % 35, çift yüze yapılan uygulamalarda % 15 ve %17,5 alınmış ve üfleme oranları 3:1-5:1 aralığında seçilmiştir. Su iticilik fonksiyonelliği içeren köpük aplikasyonlarında ise deneyler arasında su iticiliğin etkisini belirleyebilmek ve kombinasyonlar arası karşılaştırma yapabilmek için %20 ve %30 olacak şekilde iki farklı AF oranı belirlenmiş ve üfleme oranı 10:1 olacak şekilde ayarlanmıştır. Antibakteriyellik fonksiyonellikleri için yapılan köpük aplikasyonlarında ise AF oranı %20 olacak şekilde sabit tutulmuş ve üfleme oranı 10:1 olacak şekilde uygulamalar yapılmıştır. Köpük aplikasyonu ile yapılan tüm deneylerde mikser hızı %30 olacak şekilde ayarlanmış ve tüm uygulamalarda sabit tutulmuştur.

3.2.4. Uygulanan testler

3.2.4.1. Güç tutuşurluk testi

İşlem görmemiş ve uygulama yapılan tüm kumaşlar, atkı ve çözgü yönünde 5'er test numunesi kesilerek, ASTM D6413/D6413M-12 standardına göre dikey yakma testine tabi tutulmuştur. Test sonucu, alevli ve alevsiz yanma süreleri ve kömürleşen kısımların uzunlukları tespit edilmiştir.

3.2.4.2. Su iticilik için uygulanan testler

Öncelikle işlem görmemiş ve su iticilik işlemi uygulanan tüm numuneler AATCC 22-2005 sprey testine ve AATCC 193-2007 testine tabi tutulmuş fakat bu testler numune sonuçları açısından detaylı bir cevap veremediğinden, 3M metodu ile belirlenmiş oranlarda su ve alkol veya su-alkol karışımları damlatılarak, hem alkole hem de suya dayanıklılıkları tespit edilmiştir. Ayrıca numunelerin, Optik Temas Açısı Goniometer CCD kameralı (Prosilica GC, NAVITAR 463734) temas açısı ölçüm cihazı ile temas açıları ölçülmüştür.

3.2.4.3. Antibakteriyellik için uygulanan testler

İşlem görmemiş ve antibakteriyellik işlemi uygulanan tüm numuneler mikrobiyoloji laboratuvarına bakteri sayımı için gönderilmeden önce, tarafımızdan geliştirilen alternatif bir antibakteriyel teste tabi tutulmuştur. Bu test sonrası gerekli ön fikir ve örneklem elde edildikten sonra, üzerinde olumlu değerlendirilme yapılmış olan numuneler AATCC 100 test metoduna göre bakteri sayımı yapılmak üzere Wuxi App Tech, GA, USA Mikrobiyoloji Laboratuvarına gönderilmiş ve test sonuçları değerlendirilmiştir.

3.2.4.3.1. Tarafımızdan geliştirilen alternatif antibakteriyel testin uygulama yöntemi

Bilindiği üzere tekstil materyallerinin antibakteriyel etkisinin ölçülmesinde literatürde standardize edilmiş pek çok yöntem mevcuttur. Bu testlerin yapılışı emek yoğun bir procesten geçmekte, (gram pozitif, gram negatif) uygun bakteriler ekilmekte, üremeleri sağlanmakta ardından kalitatif ya da kantitatif olarak aktarılan maddenin ne derece antibakteriyel etkisinin olduğu ortaya çıkmaktadır. Bu testler genellikle mikrobiyoloji laboratuvarlarında yapılmakta ve sonucun elde edilmesi zaman almaktadır. Üstelik bu testin yapılışı genel performans testleri kadar kolay olmadığından, sadece cihazın alınımının yeterli olmadığı aynı zamanda bakteri ekiminin güvenli ve bilinçli bir şekilde yapılması gerektiğinden, genellikle tekstil üreticileri ve bu alanla ilgili çalışma yapan araştırmacılar mikrobiyoloji laboratuvarlarına numunelerini pahalı bir ücret karşılığında göndermekte, sonuçları almak üzere belli bir zaman sonuna kadar beklemekte ve ancak bu masraf ve zamanın sonunda gerekli numunenin ölçüm sonucuna ulaşabilmektedir. Bunlardan tekstil endüstrisinde sıkça kullanılan AATCC 100 antibakteriyellik testi de kumaş üzerinde bakteri sayımına dayanmaktadır.

Günümüzde, tüm bu pahalı masrafları önleyecek, kullanıcıya veya araştırmacıya zaman kazandıracak ve en önemlisi standartlaştırılmış antibakteriyel testlere numune göndermeden önce, numunenin antibakteriyel olup olmaması ile ilgili veya antibakteriyel özelliğın ne derece etkili olduğu ile ilgili “ön fikir” verebilecek ve antibakteriyel testi yapılacak çok sayıda numune varsa, aralarından eleme yapmakta yardımcı olacak, objektif veya subjektif herhangi bir test bulunmamaktır. Tüm bu

nedenlerden ötürü antibakteriyel test sahalarının yeni, basit, kolay, alternatif, fazla zaman almayan, en azından kantitatif bakteri sayımından önce ürününün antibakteriyel olup olmadığı konusunda fikir verecek ve test edilecek çok sayıdaki numune arasından eleme yapmaya yardımcı olacak test metoduna ihtiyaç vardır. Bu yöntem, tüm bu ihtiyaçları karşılayacak düzeyde, teknik ve pratik anlamda kullanıcıya yardımcı olmakta ve standartlaştırılması halinde evrensel bir değer kazanılacağı düşünülmektedir. Endüstriyellemeye oldukça açık, tüm araştırma-geliştirme merkezlerinde basitçe uygulanabilecek bir yöntemdir.

Geliştirilen bu test yöntemi, test standartları ve kullanım kılavuzlarında/kitaplarında henüz yer almayan, subjektif bir ölçüme dayanan, selülozik esaslı tekstil materyalleri için alternatif olan ve standardize edilmiş kantitatif antibakteriyel testler için örneklem oluşturmayı sağlayan subjektif bir antibakteriyel test yöntemidir.

Genel olarak bu test metodunun uygulama yöntemi şu şekildedir;

Cam şeffaf renkli kavanozların içerisine belirli ölçülerde kesilen kumaş yerleştirilip, üzerine yeterli miktarda ham süt ilave edildikten sonra, kavanoz kapağı kapatılır ve etüv içerisinde 2 gün süre ile bekletilir. Kavanozlar 2 gün süre sonunda etüvden çıkartılır ve kavanoz kapakları üstünde rastgele bir numaralandırılma yapılır. Daha sonra kavanoz kapakları göz hizasında yarı-yarıya gelecek şekilde (45 derece) açılır ve en az 3 farklı kişiye subjektif bir ölçüm için koklatılır. Koklama işlemini yapan kişiler, her numuneyi kokladıktan sonra, koku ve yoğunluk- keskinlik bakımından olmak üzere, 2 kategoride ayrı ayrı olacak şekilde, 1 (koku yok), 2 (koku belirsiz), 3 (koku var), 4 (koku yoğun) ve 5 (çok yoğun koku-ağır koku) olacak şekilde; 1'den 5' e kadar bir değerlendirme yaparlar. Bu değerlendirmenin sonucunda her numune için 2 ayrı kategoride değerler Çizelgeye yazılır ve her kategori içinde, her numune için ayrı ayrı olmak üzere verilen değerlerin aritmetik ortalaması alınır. Koku kategorisinde verilen değerlerin aritmetik ortalaması X_n ve keskinlik-yoğunluk kategorisinde verilen değerlerin aritmetik ortalaması Y_n olarak kabul edilirse, aşağıdaki önermeler ile değerlendirme yapılmaktadır:

“Eğer $1 \leq X_n \leq 2$ ve $1 \leq Y_n \leq 2$ ise numune antibakteriyel etki göstermektedir” veya
“Eğer $X_n > 2$ ve $Y_n > 2$ ise numune antibakteriyel etki göstermemektedir” önermesine

göre test numunesinin antibakteriyel olup olmadığına dair bir değerlendirme yapılmaktadır. Bu önermelere göre antibakteriyel özellik göstermeyen numuneler elenmektedir. Kantitatif bir analiz yaptırılmak istenirse, yukarıdaki önermeye göre “antibakteriyel etki gösteriyor” sonucunu veren numuneler, Mikrobiyoloji Laboratuvarına bakteri sayımı için gönderilebilir. Bu yöntem sayesinde mikrobiyoloji bölümünde harcanacak olan zamandan ve yapılacak olan büyük masraftan tasarruf edilmektedir. Aynı zamanda yapılan işlemlerin antibakteriyel olup olmadığına dair bir ön fikir elde edilmektedir.

Bu test için, öngörülen optimum materyal ve uygulama parametreleri aşağıdaki gibi sıralanmaktadır:

-Materyalin içine konulduğu kaplar, şeffaf renkli cam kavanozdur. Cam kavanoz kapasitesi 493.52 ml, ağırlığı 255.25 gram, çapı 79.17 mm, yüksekliği ise 126.34 mm'dir.

-Etüvde test numunelerinin bekletildiği sıcaklık 37 C'dir.

-Bekletilen süre ise 48 saattir.

-Test numunelerinin her biri yarıçapı 3.25'er cm olacak şekilde dairesel boyutta kesilmiştir.

-Tekstil materyali üzerine eklenen süt miktarı, materyalin cinsine ve metrekaresindeki gramajına göre farklılık göstermekle birlikte, kumaşın maksimum emebileceği fakat yüzeye veya kavanoz içine dağılmayacak miktarda olmalıdır. Örneğin; bu eklenen süt miktarı, yarıçapı 3.25 cm olan yüzeyi hidrofil yaklaşık 250 g/m² ağırlığında olan selülozik esaslı tekstil kumaşı için 1 gram olarak belirlenmiştir.

- Aynı kişi tarafından koklanan numune sayısı 12'yi geçmemelidir.

- Test numunesinin tamamının hidrofob özelliğe sahip olması durumunda; hazırlanan bir adet test numunesi test kavanozu içine yerleştirilir ve test kavanozu içine ham süt damlatılması işleminin ardından, aynı test numunesinden bir adet daha test kavanozu içine yerleştirilmektedir. Test numunesinin sadece bir yüzeyi hidrofob özelliğe sahip ise; hazırlanan bir adet test numunesi test kavanozu içine yerleştirilir ve test kavanozu

içine ham süt damlatılması işleminin ardından, aynı test numunesinden bir adet daha alınıp, hidrofob yüzeyi altta kalacak şekilde yerleştirilmektedir.

Kantitatif bir ölçüm öncesi, bu tez çalışmasında kullanılan pek çok numune, yukarıda geliştirilen alternatif koku testine tabi tutulmuş, yapılan değerlendirmenin ardından, belirlenen numuneler kantitatif antibakteriyel test için mikrobiyoloji laboratuvarına gönderilmiştir.

3.2.4.3.2. Kantitatif antibakteriyellik testi

Belirlenen numunelerin AATCC 100 metoduna göre antibakteriyellik testleri yapılmıştır.

3.2.4.4. Yırtılma mukavemeti testi

Numunelerin yırtılma dayanımları Elmendorf ASTM D1424 standardına göre, hem atkı hem çözüğü yönünde test edilmiştir. Kumaşların yırtılma dayanımlarını ölçmek için 64 N ağırlığındaki D tipi sarkaç kullanılmıştır.

3.2.4.5. Renk değeri ölçümü testi

Numunelerin uygulama sonrası renk değerleri Spectraflash SF 600X Datacolor Reflectance Spectrophotometer ile ölçülmüştür.

3.2.4.6. Yıkama dayanımı testi

Numunelerin hepsi AATCC Test Metodu 193-2007 standardına göre yıkanmış AATCC standart deterjan ile Whirlpool marka ev tipi çamaşır makinesinde yıkanmış ve her yıkama sonrası Whirlpool marka ev tipi kurutma makinesinde 45 dakika kurutma işlemine tabi tutulmuştur. Her 5, 10, 20, 30, 40 ve 50 yıkama ve kurutma sonrası numunelerin yıkama ve kurutma dayanımları test edilmiştir.

3.2.4.7. SEM taramalı elektron mikroskobu görüntüleri

Numuneler SEM ve SEM-EDX ölçümleri Hitachi S-3200N cihazı ile karakterizasyon testlerine tabi tutulmuşlardır.

3.2.4.8. FTIR-ATR fourier transformer infrared spektroskopi analizi

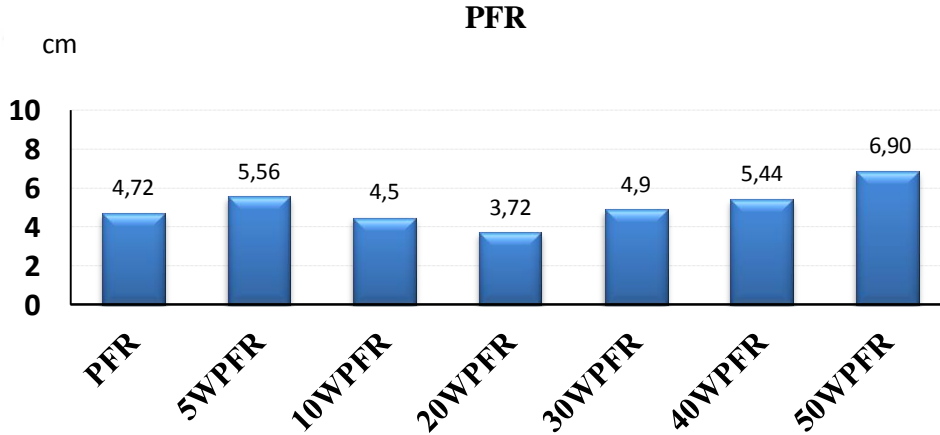
Numuneler Nicolet 510P FTIR-ATR spektroskopi cihazında, 4000–700 cm^{-1} aralığında test edilmiştir.



4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. Güç Tutuşurluk Testi Sonuçları

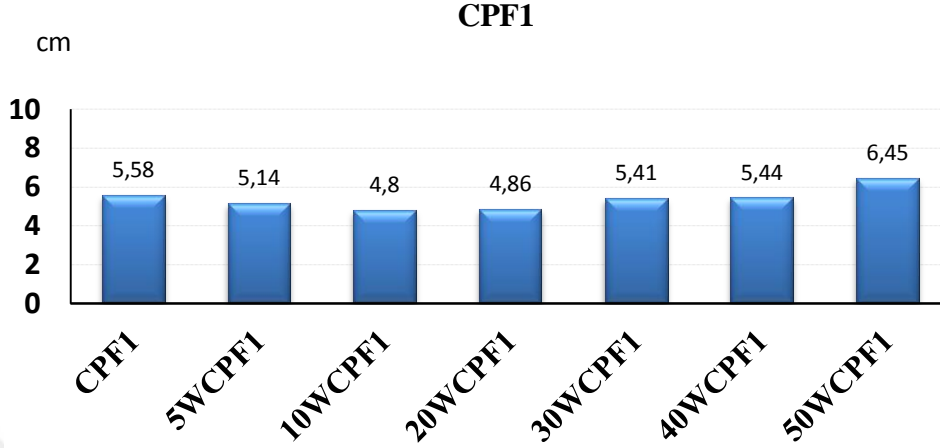
ASTM D6413/D6413M-12 standardına göre yapılan dikey yakma testi sonuçları aşağıdaki grafiklerde verilmiştir. Yöntem fark etmeksizin sadece antibakteriyel, sadece su iticilik veya kombine halde uygulanmış su iticilik ve antibakteriyel fonksiyonelliği uygulanmış kumaşlar tamamen yanmıştır. Bu nedenle ölçülebilecek herhangi bir kömürleşme uzunluğu oluşmamıştır. Köpük aplikasyonu veya emdirme metodu ile güç tutuşurluk uygulanan kombinasyonların dikey yakma sonuçları aşağıdaki grafiklerde belirtilmiştir. Güç tutuşurluk uygulaması yapılan kombinasyonların dikey yakma testlerinde alevli ve alevsiz yanma görülmemiştir. Bununla birlikte işlem görmemiş pamuklu kumaş, yöntem fark etmeksizin antibakteriyel, su itici veya antibakteriyel-su itici kombinasyonları da dikey yakma testine tabi tutulmuş ve kumaşın bütünüyle alevli yandığı gözlemlenmiştir.



Şekil 4.1. Yıkanmamış PFR ve yıkanmış-kurutulmuş PFR kumaşı için dikey yakma sonrası meydana gelen kömürleşme uzunluğu

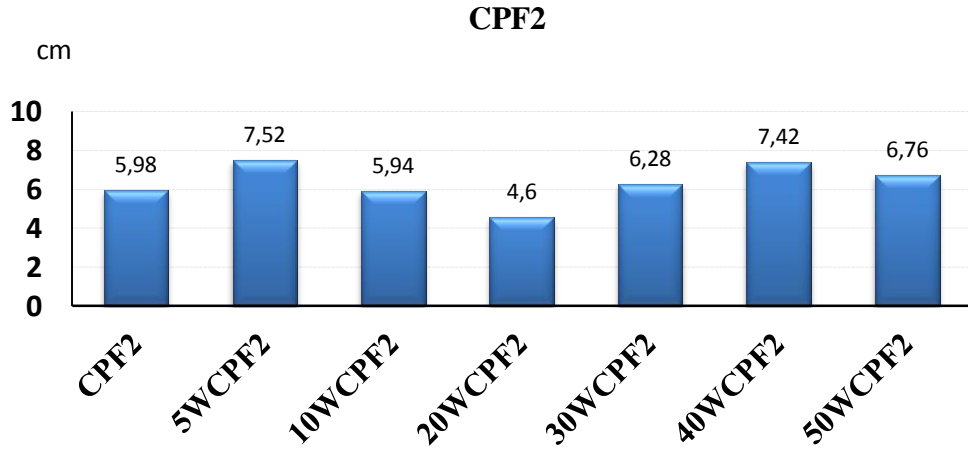
Şekil 4.1'de görüldüğü gibi, güç tutuşurluk fonksiyonelliği emdirme-kurutma-fikse yöntemine göre applike edildiğinde, dikey yakma testine göre 4.72 cm kömürleşme uzunluğu oluşmuştur. Bu uzunluk, 5 yıkama 5 kurutma sonrası küçük bir artış göstermiş fakat yıkama ve kurutma devam ettikçe kömürleşme uzunlukları gittikçe azalmıştır. 30 yıkama 30 kurutma işleminden sonra düşük bir oranda artış göstererek, 50 yıkama 50

kurutma sonrası kömürleşme uzunluğu 6.90 cm'yi bularak, sınır değerlerin altında kalmıştır.



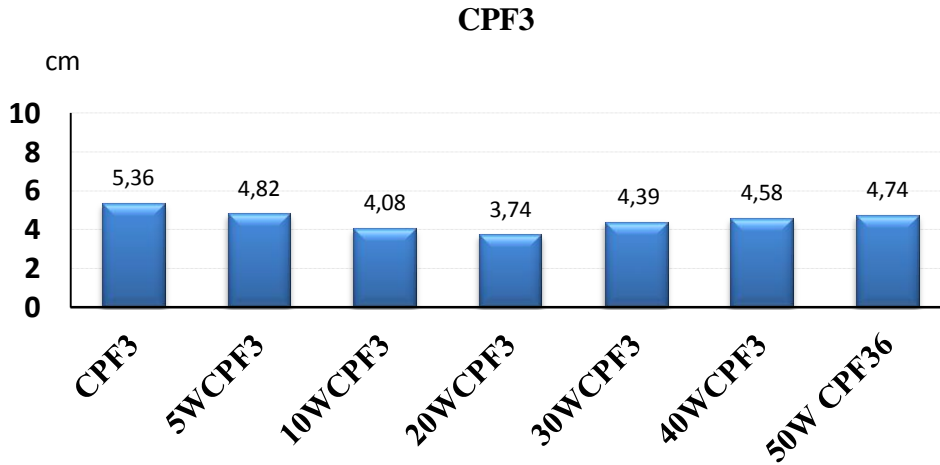
Şekil 4.2. Yıkamamış CPF1 ve yıkamış-kurutulmuş CPF1 kumaşı için dikey yakma sonrası meydana gelen kömürleşme uzunluğu

Güç tutuşurluk işleminin sadece ön yüzüne köpük aplikasyonu ile AF %35 olacak şekilde verilmiş olan CPF1 kumaşının kömürleşme uzunluğu Şekil 4.2'de gösterilmektedir. Bu grafiğe göre, yıkama ve kurutma işlemi yapılmamış kumaşın kömürleşme uzunluğu 5,58 cm ile başlayıp, 30 yıkama ve 30 kurutma işlemine kadar azalma göstermiş ve 50 yıkama 50 kurutma işlemlerine kadar az miktarda artış göstermiş ve 6,45 cm kömürleşme uzunluğu ölçülmüştür. Bu grafikte köpük aplikasyonu ile kumaşın sadece tek bir yüzüne yapılan güç tutuşurluk işleminin başarılı olduğu, alınan flotte oranlarının çok daha düşük olmasına karşın hemen hemen aynı oranlarda kömürleşme uzunluklarına ulaşıldığı sonuçlarına varılmıştır.



Şekil 4.3 Yıkanmamış CPF2 ve yıkanmış-kurutulmuş CPF2 kumaşı için dikey yakma sonrası meydana gelen kömürleşme uzunluğu

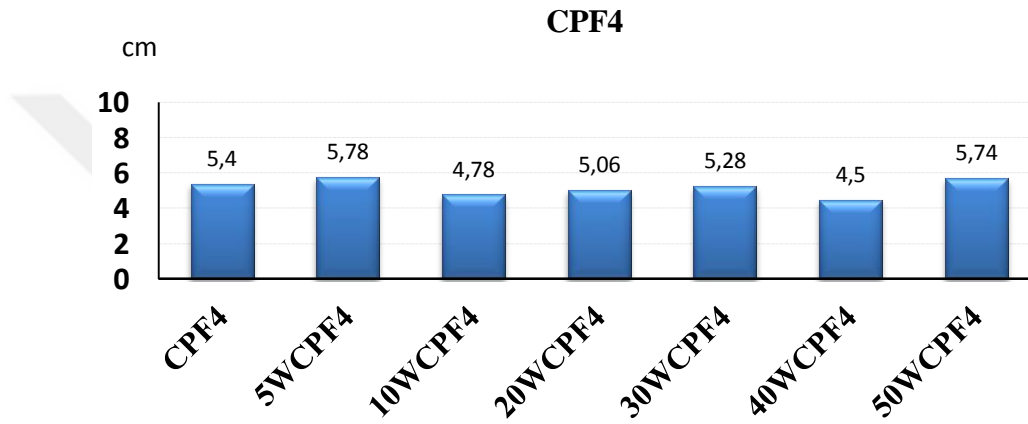
Şekil 4.3'te, güç tutuşurluk işleminin sadece ön yüzüne köpük aplikasyonu ile AF %30 olacak şekilde verilmiş olan CPF2 kumaşı için dikey yakma sonrası meydana gelen kömürleşme uzunluğu görülmektedir. Bu grafiğe göre, Şekil 4.2'de yapılan değerlendirmeler bu kumaş içinde geçerlidir. Buradaki bazı uzunlukların CPF1 kumaşına göre daha yüksek bir değere sahip olması, CPF2'de kullanılan AF oranının CPF1'e göre daha düşük olmasından kaynaklanmaktadır.



Şekil 4.4. Yıkanmamış CPF3 ve yıkanmış-kurutulmuş CPF3 kumaşı için dikey yakma sonrası meydana gelen kömürleşme uzunluğu

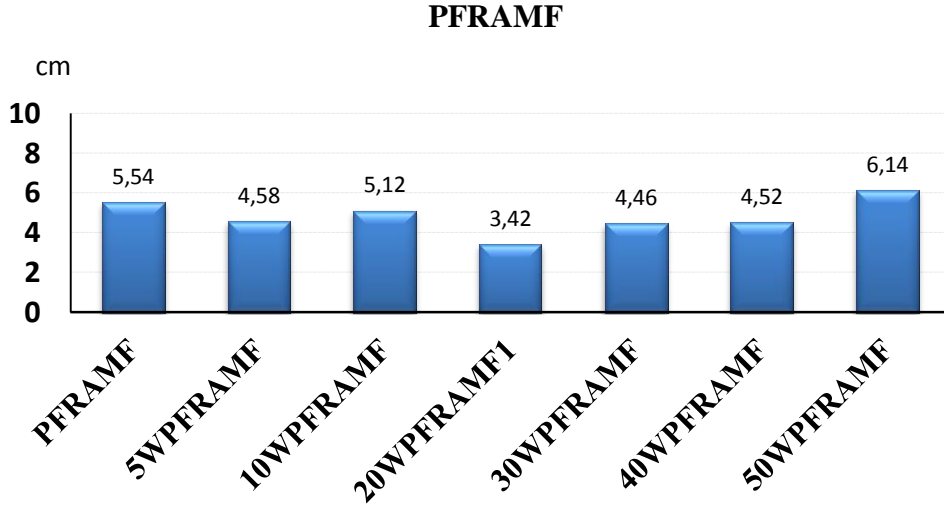
Şekil 4.4'te ön ve arka yüzeyine köpük aplikasyonu ile güç tutuşurluk işlemi uygulanmış ve her bir yüzeyde AF %17,5 olacak şekilde işlem yapılmış CPF3 kumaşına

ait kömürleşme uzunlukları görülmektedir. Yukarıdaki grafiklere benzer şekilde 30 yıkama 30 kurutmaya kadar kömürleşme uzunluklarında azalma, daha sonrasında ise çok az oranda bir artış görülmüştür. Yukarıdaki grafiklerle kıyaslanacak olursa, PFR, CPF1 ve CPF2 kumaşlarına göre genel olarak daha az kömürleşme uzunluklarına sahip olduğu görülmüştür. Dolayısıyla çift yüzeye köpük aplikasyonu ile uygulanan FR işleminin, emdirme aplikasyonuna kıyasla daha iyi sonuçlar verdiği görülmüştür. Bunun yanı sıra çift yüzeye yapılan köpük aplikasyonunun FR işlemi açısından, tek yüzeye yapılan köpük aplikasyonundan daha etkin olduğu sonucuna varılmıştır.



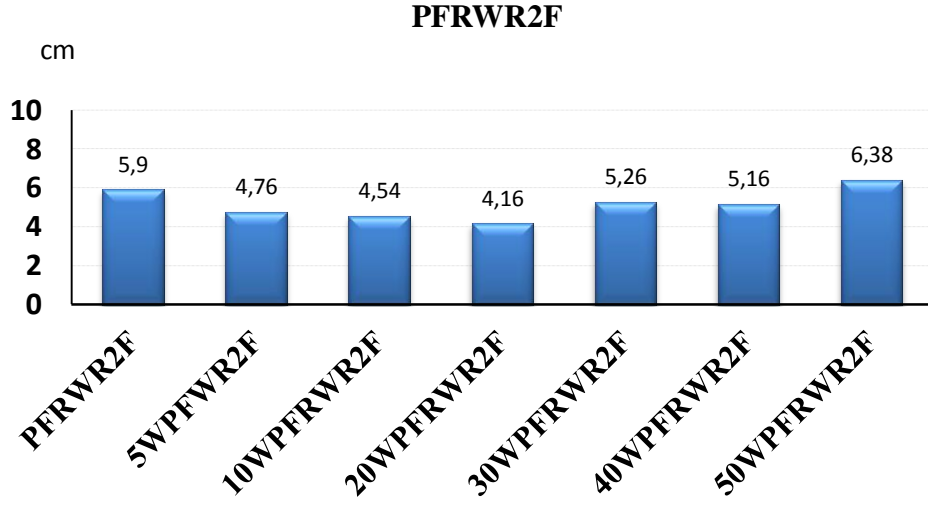
Şekil 4.5. Yıkanmamış CPF4 ve yıkanmış-kurutulmuş CPF4 kumaşı için dikey yakma sonrası meydana gelen kömürleşme uzunluğu

Şekil 4.5'te, ön ve arka yüzeyine köpük aplikasyonu ile güç tutuşurluk işlemi uygulanmış ve her bir yüzeyde AF %15 olacak şekilde işlem yapılmış CPF4 kumaşına ait kömürleşme uzunlukları görülmektedir. CPF3 kumaşına yapılan genel değerlendirmelerde olduğu gibi, köpük aplikasyonu ile yapılan güç tutuşurluk işleminin oldukça etkin olduğu ve 50 yıkama sonrası dahi kömürleşme uzunluğunun 5.74 cm olduğu gözlemlenmiştir. CPF3 kumaşının kömürleşme uzunluklarının CPF4 kumaşına göre bir miktar daha az olması, işlem sırasında esas alınan AF oranının daha yüksek olmasından kaynaklanmaktadır.



Şekil 4.6. Yıkanmamış PFRAMF ve yıkanmış-kurutulmuş PFRAMF kumaşı için dikey yakma sonrası meydana gelen kömürleşme uzunluğu

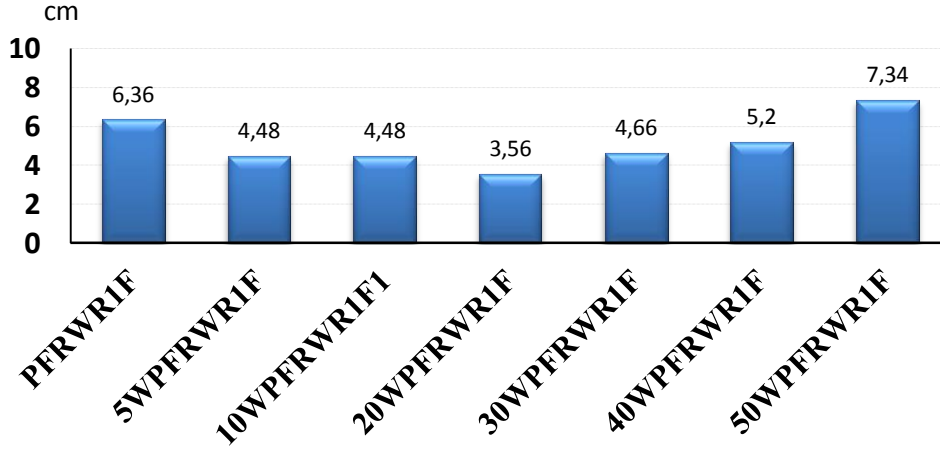
Şekil 4.6’da emdirme metoduna göre önce güç tutuşurluk işlemi, ardından arka yüzüne köpük aplikasyonu ile antibakteriyellik fonksiyonelliği uygulanmış PFRAMF kumaşına ait kömürleşme uzunlukları verilmiştir. Antibakteriyellik işlemi tek başına kumaşa uygulanıp, dikey yakma testine tabi tutulduğunda kumaşın tamamı yanmasına rağmen, bu fonksiyonelliğin güç tutuşurluk işleminin ardından köpük aplikasyonu ile kumaşın tek yüzeyine verilmesi FR işlemini olumsuz etkilememiştir. Yıkanmamış kumaş numunesi, 5,54 cm kömürleşme uzunluğuna sahipken, 50 yıkama 50 kurutma yapılmış numunenin kömürleşme uzunluğu 6,14 cm’dir.



Şekil 4.7 Yıkanmamış PFRWR2F ve yıkanmış-kurutulmuş PFRWR2F kumaşı için dikey yakma sonrası meydana gelen kömürleşme uzunluğu

Şekil 4.7’de önce emdirme yöntemi ile güç tutuşurluk işlemi, daha sonra köpük uygulaması ile ön yüzeyine su iticilik işlemi AF %20 olacak şekilde uygulanmış PFRWR2F kumaşına ait kömürleşme uzunlukları görülmektedir. Su iticilik işlemi yöntem fark etmeksizin tek başına kumaşa uygulanıp, dikey yakma testine tabi tutulduğunda kumaşın tamamı yanmasına rağmen, bu kombinasyonda güç tutuşurluk performansına olumsuz etki etmediği ve kömürleşme uzunluklarının 50 yıkama 50 kurutma sonrası bile hemen hemen aynı seviyede kaldığı görülmüş ve etkin bir kombinasyon ortaya çıktığı sonucuna varılmıştır.

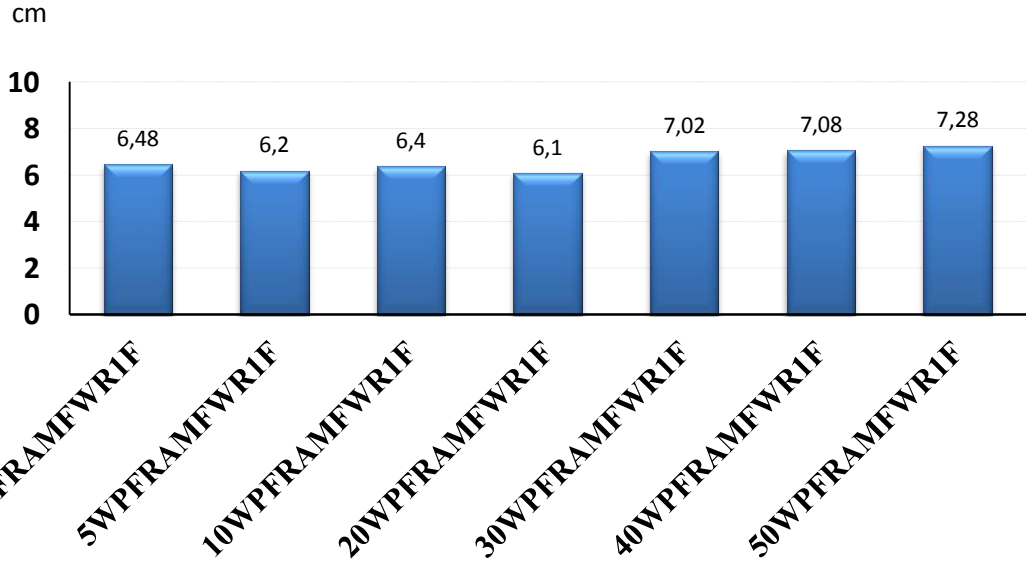
PFRWR1F



Şekil 4.8 Yıkamamış PFRWR1F ve yıkamış-kurutulmuş PFRWR1F kumaşı için dikey yakma sonrası meydana gelen kömürleşme uzunluğu

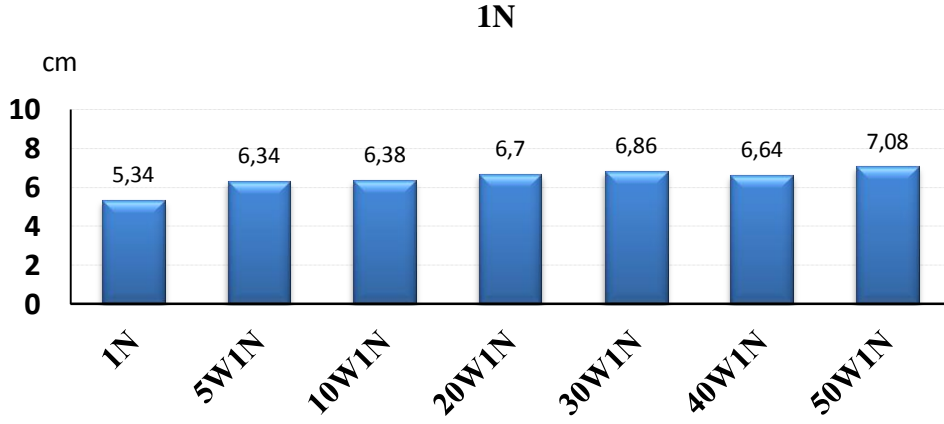
Şekil 4.8’de önce emdirme yöntemi ile güç tutuşurluk işlemi, daha sonra köpük uygulaması ile ön yüzeyine su iticilik işlemi AF %30 olacak şekilde uygulanmış PFRWR1F kumaşına ait kömürleşme uzunlukları görülmektedir. Yukarıda PFRWR2F kumaşına yapılan genel değerlendirmeler PFRWR1F kumaşı için de söz konusudur. Fakat özellikle yıkama ve kurutma işlemi yapılmamış PFRWR1F kumaşının kömürleşme uzunluğunun PFRWR2F kumaşına göre daha fazla olmasının sebebi, AF oranının su iticilik fonksiyonelliği için bu kombinasyonda daha yüksek olmasıdır. Kumaşın güç tutuşurluk performansındaki değişikliği tespit etmek için, bu kombinasyonda su iticilik işlemi köpük uygulaması yöntemine göre verilirken AF oranı %10 arttırılmıştır. Dikey yakma testi sonrası, su iticilik işleminin AF oranı arttıkça kömürleşen kısmın uzunluğunun arttığı ve dolayısıyla güç tutuşurluk performansını bir miktar azalttığı görülmüştür. 30 yıkama 30 kurutmaya kadar kömürleşme uzunluğunun giderek azaldığı, yıkama ve kurutma sayısı daha da arttıkça, kömürleşme uzunluklarının arttığı tespit edilmiştir.

PFRAMFWR1F



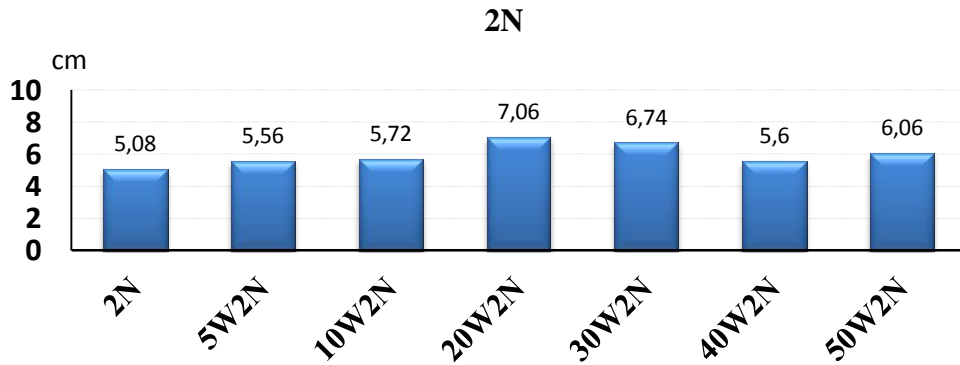
Şekil 4.9.Yıkanmamış PFRAMFWR1F ve yıkanmış-kurutulmuş PFRAMFWR1F kumaşı için dikey yakma sonrası meydana gelen kömürleşme uzunluğu

Şekil 4.9’da önce emdirme metoduyla güç tutuşurluk işlemi ardından, arka yüzeyine köpük aplikasyonu ile antibakteriyellik işlemi, daha sonra ön yüzeyine köpük aplikasyonu ile su iticilik işlemi uygulanmış PFRAMFWR1F kumaşına ait kömürleşme uzunlukları görülmektedir. Şekil 4.9’a göre üç fonksiyonellik aynı kumaş üzerine uygulanmasına rağmen kumaşta alevli veya alevsiz yanma görülmemiş ve güç tutuşurluk değerlerinde etkin bir performans saptanmıştır. Su iticilik ve antibakteriyellik fonksiyonellikleri kumaşa tek başına yöntem farketmeksizin uygulandığında, dikey yakma testinde kumaşın tamamen yanmasına rağmen, bu kombinasyonda kömürleşme uzunlukları belirli sınırlar içinde kalmıştır. 30 yıkama ve 30 kurutma işlemine kadar kömürleşme uzunlukları 6 cm civarında kalmıştır. Bu kombinasyonun da diğer kombinasyonlara benzer şekilde 50 yıkama ve 50 kurutmaya dayanıklı olduğu ve etkin bir uygulama yapıldığı görülmüştür.



Şekil 4.10. Yıkamamış 1N ve yıkanmış-kurutulmuş 1N kumaşı için dikey yakma sonrası meydana gelen kömürleşme uzunluğu

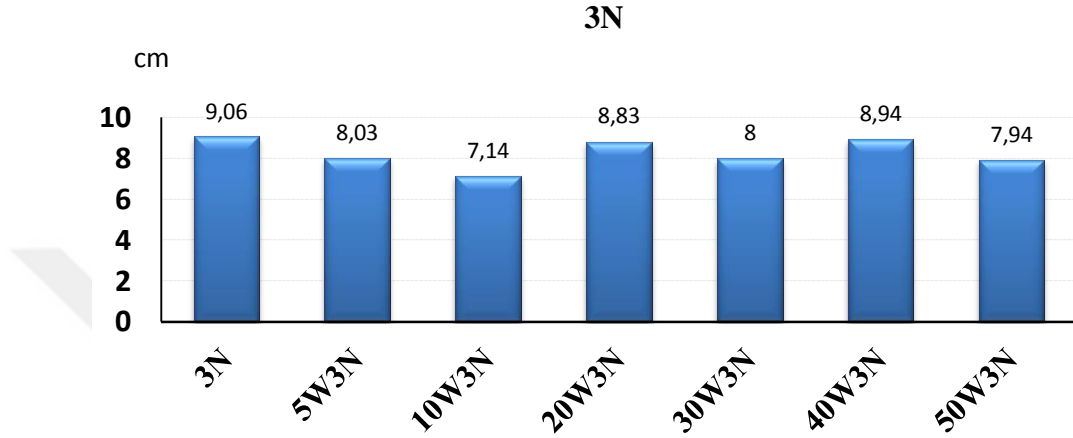
Şekil 4.10’da ön yüzüne köpük aplikasyonu ile yapılan güç tutuşurluk işleminin ardından arka yüzüne köpük aplikasyonu ile antibakteriyellik işlemi yapılan 1N kumaşının kömürleşme uzunluğu görülmektedir. Yıkama-kurutma sayısı arttıkça, kömürleşme uzunluklarında az da olsa bir artış görülmektedir. Aynı fonksiyonellikleri içeren PFRAMF kumaşına göre daha yüksek değerlere sahip olmasının sebebinin, 1N kumaşına verilen güç tutuşurluk işleminin kumaşın tek bir yüzüne verilmesinden dolayı kaynaklandığı düşünülmektedir.



Şekil 4.11. Yıkamamış 2N ve yıkanmış-kurutulmuş 2N kumaşı için dikey yakma sonrası meydana gelen kömürleşme uzunluğu

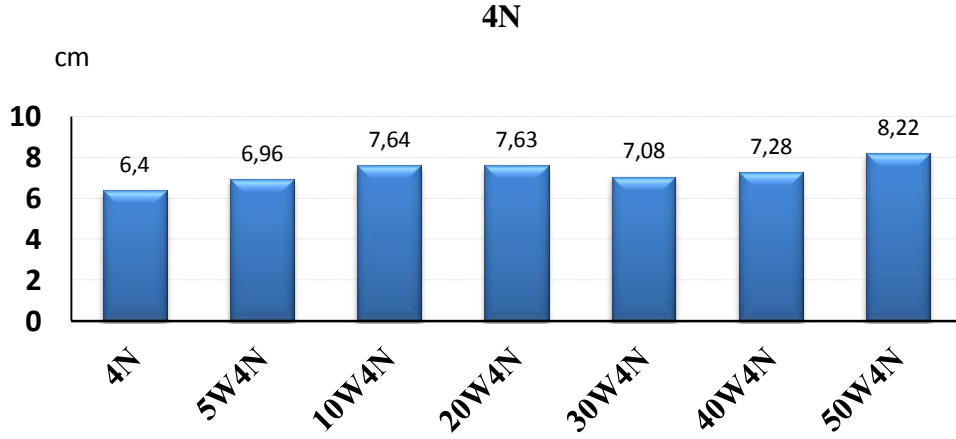
Şekil 4.11’de arka yüzüne köpük aplikasyonu ile güç tutuşurluk işleminin ardından, ön yüzüne köpük aplikasyonu ile su iticilik işlemi uygulanan 2N kumaşının kömürleşme

uzunlukları görülmektedir. 2N kumaşının kömürleşme uzunlukları aynı fonksiyonellikleri içeren PFRWR2F ile kıyaslandığında, genel olarak daha yüksek değerlere ulaşıldığı görülmüştür. Bunun nedeninin tıpkı 1N kumaşında olduğu gibi, güç tutuşurluk işleminin kumaşın tamamına değil, yalnızca tek bir yüzeye verilmesinden dolayı kaynaklandığı düşünülmektedir.



Şekil 4.12.Yıkılmamış 3N ve yıkanmış-kurutulmuş 3N kumaşı için dikey yakma sonrası meydana gelen kömürleşme uzunluğu

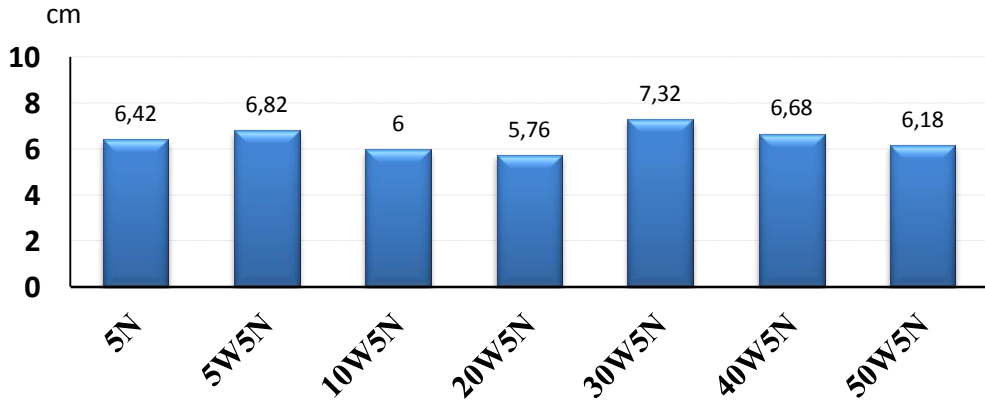
Şekil 4.12’de önce ön yüzüne köpük aplikasyonu ile güç tutuşurluk işlemi, sonra arka yüzüne köpük aplikasyonu ile antibakteriyellik işlemi, daha sonra ön yüzüne köpük aplikasyonu ile su iticilik işlemi uygulanan 3N kumaşına ait kömürleşme uzunlukları görülmektedir. Bu grafiğe göre aynı fonksiyonelliklere sahip olan fakat emdirme yöntemine göre güç tutuşurluk işlemi yapılmış olan PFRAMFWR1F kumaşı ile kıyaslama yapıldığında, kömürleşme uzunluklarında artış olduğu görülmektedir. Genel olarak bu artışın sebebi, FR işleminin kumaşın tamamına veya her iki yüzüne verilmeyip, tek bir yüzüne uygulanıp, aynı yüzüne su iticilik işleminin uygulanmış olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.



Şekil 4.13 Yıkanmamış 4N ve yıkanmış-kurutulmuş 4N kumaşı için dikey yakma sonrası meydana gelen kömürleşme uzunluğu

Şekil 4.13'te ise önce arka yüzüne köpük aplikasyonu ile güç tutuşurluk işlemi, sonra arka yüzüne köpük aplikasyonu ile antibakteriyellik işlemi, daha sonra ön yüzüne köpük aplikasyonu ile su iticilik işlemi uygulanan 4N kumaşına ait kömürleşme uzunlukları görülmektedir. 3N kumaşı ile kıyaslandığında, 4N kumaşına ait kömürleşme uzunluklarının daha düşük değerlere sahip olduğu görülmüştür. Bu durumun, 4N kumaşında, güç tutuşurluk işleminin kumaşın ön yüzüne uygulanırken, su iticilik işleminin kumaşın diğer yüzüne applike edilmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

5N



Şekil 4.14. Yıkamamış 5N ve yıkanmış-kurutulmuş 5N kumaşı için dikey yakma sonrası meydana gelen kömürleşme uzunluğu

Şekil 4.14'te önce kumaşın ön yüzüne, sonra arka yüzüne köpük aplikasyonu ile güç tutuşurluk işlemi uygulanan, daha sonra arka yüzeyine köpük aplikasyonu ile antibakteriyellik uygulanan ve daha sonra köpük aplikasyonu ile kumaşın ön yüzüne su iticilik uygulanan 5N kumaşının kömürleşme uzunlukları görülmektedir. 5N kumaşının FR sonuçları, 3N ve 4N ile kıyaslandığında daha düşük kömürleşme uzunluklarına sahip olduğu görülmüştür. Bu durumun, güç tutuşurluk işleminin kumaşın her iki yüzüne de applike edilmesinden dolayı daha etkili bir performans göstermesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Aynı fonksiyonellikleri içeren PFRAMFWR1F kumaşı ile mukayese edildiğinde, bu kombinasyonda FR sonuçlarında özellikle yıkama ve kurutma sayısı arttıkça bir miktar daha iyileşme olduğu gözlemlenmiştir. Emdirme yöntemine göre yapılan uygulamalarda AF oranı daha yüksektir. Dolayısı ile kurutma işlemi sırasında kumaş üzerindeki su yüzeye taşınıp uzaklaştırılırken bir miktar kimyasal maddeyi de beraberinde yüzeye taşımakta kumaşın iç kısmında istenen oranda güç tutuşurluk maddesi kalmayabilmektedir. Oysa köpük aplikasyonunda daha düşük AF oranları ile çalışıldığından kurutma sırasında uzaklaştırılması gereken su miktarı daha azdır. Bu nedenle bu aplikasyon yönteminde migrasyon meydana gelme tehlikesi de daha az olmaktadır. Sadece köpük aplikasyonu yöntemine göre uygulanan bu kombinasyonun da 50 yıkama ve 50 kurutma işlemine dayanıklı olduğu görülmüştür.

Genel olarak, tüm yıkama ve kurutma sayıları da göz önünde bulundurularak dikey yakma testi sonuçları incelenecek olursa, su iticilik, antibakteriyellik ve güç tutuşurluk fonksiyonelliklerinin de üçünü birden içeren multifonksiyonel kombinasyonların arasından en iyi güç tutuşurluk performansının, tüm fonksiyonelliklerin köpük uygulaması ile uygulandığı 5N kumaşına ait olduğu görülmüştür. Değerlerin birbirine yakın olmasına karşın, güç tutuşurluk işleminin emdirme yöntemine göre uygulandığı PFRAMFWR1F kumaşının güç tutuşurluk performansının 5N kumaşına göre daha az olduğu görülmüştür. Bu farkın, köpük uygulamasının daha homojen bir yöntem olmasından ve daha az AF oranı kullandığı için migrasyonun daha az olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Bunun yanı sıra, güç tutuşurluk fonksiyonelliğinin tek bir yüze verildiği kombinasyonlarda ise kömürleşme uzunluklarının, çift yüze veya kumaşın tamamına uygulanan kombinasyonlara nazaran daha yüksek çıktığı belirlenmiştir. Bu durumun, yanma işleminin kumaş yüzünü ayırt etmeksizin kumaşın tamamında görülmesinden ve güç tutuşurluk işlemi uygulanmış kumaş yüzünün güç tutuşurluk performansını olumsuz yönde etkilemesinden dolayı ortaya çıktığı düşünülmektedir.

4.2. Temas Açısı Ölçüm Sonuçları

Çizelge 4.1’de emdirme veya köpük uygulaması kullanarak su iticilik işlemi uygulanan kombinasyonların ön yüz ve arka yüz olmak üzere her iki yüzeyde de test edilmiş temas açısı ölçüm sonuçları yer almaktadır.

Çizelge 4.1.WR işlemi uygulanmış kombinasyonların temas açısı ölçüm sonuçları

Numuneler	Ön yüz temas açısı	Arka yüz temas açısı
WR1F	128,38	114,47
WR2F	119,69	106,58
PWR	127,82	125,46
AMFWR2F	121,5	116,6
PAMWR2F	128,96	116,9
PAMWR1F	134,71	125,9
AMFWR1F	134,63	131
PFRWR1F	127,19	122,3
PFRWR2F	127,39	125,71
PWRAMF	131,27	117,00
2N	126,7	126,44
3N	128,74	125,41
4N	125,19	121,9
5N	126,06	117,32
PFRAMFWR1F	127,33	116,69

Çizelge 4.1'e göre köpük aplikasyonu ile sadece su iticilik işlemlerinin uygulandığı WR1F kumaşının, hem arka hem de ön yüzde WR2F kumaşına kıyasla daha yüksek temas açısına sahip olduğu görülmüştür. Bu durum, WR1F kumaşının köpük aplikasyonu sırasında uygulanan AF oranının WR2F kumaşına kıyasla daha yüksek olmasından kaynaklanmaktadır. Bu iki kumaşta da su iticilik işlemi köpük aplikasyonu ile kumaşın ön yüzüne verildiğinden, ön yüzey temas açıları, arka yüzeylerden daha fazladır. Emdirme ile su iticilik işlemi uygulanan PWR kumaşında ise hem ön, hem arka yüzeyde birbirine çok yakın değerler olmakla birlikte, daha yüksek temas açılarının oluştuğu görülmüştür. Su iticilik işlemi yüzey fark etmeksizin, kumaşın tamamına uygulandığı için, bu değerler daha yüksek çıkmıştır. Kumaşın arka yüzüne köpük aplikasyonu ile antibakteriyellik işlemi uygulanan, sonra ön yüzüne köpük aplikasyonu ile su iticilik işlemi uygulanan AMFWR2F kumaşında ise, sadece ön yüzüne su iticilik verilen WR2F kumaşına kıyasla, daha yüksek temas açıları oluşmuştur. Bu durumun, AM işlemi sırasında arka yüzeye applike edilen, kimyasal birleşim içerisinde yer alan çapraz bağlayıcı maddelerin, kumaşın ön yüzüne yakın yerlere yerleşmesinden ötürü kaynaklandığı ve daha sonra kumaşın ön yüzüne uygulanan WR işlemine olumlu

sinerjistik etki göstererek yüzeydeki temas açılarını daha da yükselttiği düşünülmektedir. Bu durum emdirme ile antibakteriyellik işlemi uygulanan PAMWR2F kombinasyonunda, antibakteriyellik fonksiyonelliği kumaşın tamamına uygulandığından daha da yüksek temas açılara ulaşmıştır. Aynı değerlendirme, WR1F-AMFWR1F ve WR1F-PAMWR1F kıyaslaması içinde geçerlidir. FR-WR kombinasyonlarını yani güç tutuşurluk ve su iticilik fonksiyonelliklerini içeren kombinasyonları değerlendirilecek olursa, PFRWR1F ve PFRWR2F temas açılarının tek başına uygulanan WR köpük aplikasyonu işlemlerine göre daha yüksek temas açılara sahip olduğu görülmüştür. Bu durumun, güç tutuşurluk fonksiyonelliğinin, uygulama sonrası kumaşın hidrofilitesini olumlu yönde etkilemesinden dolayı, daha sonra uygulanan su iticilik işleminin kumaşa daha fazla nüfuz etmesinden ötürü kaynaklandığı ve FR işleminin WR kombinasyonlarına olumlu sinerjistik etki yaptığı düşünülmektedir. PWRAMF kumaşında ise su iticilik işlemi kumaşın tamamına verildiği için yüksek temas açıları görülmüştür. 3N, 4N, 5N gibi üçlü fonksiyonelliklerde ise yukarıdaki değerlendirmelere benzer şekilde, güç tutuşurluk ve antibakteriyellik işlemlerinin, su iticilik kombinasyonlarına olumlu sinerjistik etki göstererek, temas açısı değerlerinde artış olduğu görülmüştür.

Çizelge 4.2. 50 yıkama 50 kurutma yapılmış WR kombinasyonlarının temas açısı ölçüm sonuçları

Numuneler	Ön yüz temas açısı	Arka yüz temas açısı
50WWR1F	92,38	66,63
50WWR2F	110,04	0
50WPWR	102,74	106,26
50WAMFWR2F	91,63	0
50WPAMWR2F	102,73	0
50WPAMWR1F	97,91	61,97
50WAMFWR1F	71,30	0
50WPFRWR2F	105,63	0
50WPFRWR1F	108,85	78,77
50WPWRAMF	117,88	116,59
50W2N	106,31	93,39
50W3N	111,92	93,78
50W4N	105,64	94,06
50W5N	113,99	98,04
50WPFRAMFWR1F	110,99	102,42

Çizelge 4.2'ye göre 50 yıkama 50 kurutma sonunda dahi su iticilik işleminin kumaştan tamamen uzaklaştığı görülmemiş, aksine yıkama ve kurutmaya dayanıklı olduğu için, kumaş üzerindeki nüfuziyetini devam ettirmiştir. Buna göre, su iticilik işlemi köpük uygulaması ile kumaşın ön yüzüne uygulandığı için, yukarıdaki kombinasyonlarda 50 yıkama 50 kurutma sonrası dahi ön yüzdeki temas açıları arka yüze kıyasla daha yüksek değerlere sahip olmuştur. Bu durum PWR kombinasyonunda kumaşın tamamına uygulandığı için, hem ön hem arka yüzde devam ederken, WR2F kombinasyonlarında kumaşın arka yüzüne su iticilik uygulaması yapılmadığından, arka yüzeyde temas açısı değerleri sıfırlanmıştır. Diğer ikili ve üçlü kombinasyonlarda ise, 50 yıkama 50 kurutma sonrası dahi su iticilik işleminin etkisinin sürdüğü sonucuna varılmıştır.

4.3. 3M Metodu Ölçüm Sonuçları

3M test metoduna göre su iticilik kombinasyonlarının test sonuçları aşağıdaki çizelgelerde gösterilmektedir. Bu çizelgelerde * ile gösterilen değerler %100 alkol içeren çözelti ile test edilmesine rağmen kumaşın bu çözeltiyi emmediği durumları ifade etmektedir. 3M metoduna göre 10 değerinden daha yüksek bir rakamla değerlendirme yapılmadığı için, bu tip durumlarda * işareti konularak, test değerlendirmesi yapılmıştır. W suyu ifade ederken, A alkolü ifade etmektedir. Su/Alkol yüzde oranları 100/0 ile başlayıp, giderek artarak, 0/100 ile son bulmuştur. B kumaşın arka yüzünü ifade ederken, F kumaşın ön yüzünü tanımlamaktadır. Her iki yüzeye de farklı işlemler yapıldığından, çizelgede ayrı ayrı değerlendirmeye tabi tutulmuştur. Yüzeyle farklı su/alkol oranları içeren çözeltiler damlatılmış ve emme görüldüğü anda yüzeyi ifade eden simge çizelgeye yerleştirilmiştir.

Çizelge 4.3. Yıkanmamış WR kombinasyonlarının 3M test metodu sonuçları

Numune	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
3M TEST	100W	90/ 10	80/ 20	70/ 30	60/ 40	50/ 50	40/ 60	30/ 70	20/ 80	10/ 90	100A
WR1F (%30)					B					F	
WR2F (%20)					B				F		
AMFWR1F					B						F
AMFWR2F					B					F	
PAMWR1F										B	F*
PAMWR2F					B						F
PWRAMF											F/B*
PWR											F*/B*
2N											F*/B*
3N											F*/B
4N											F*/B
5N											F*/B
PFRWR1F											F*/B
PFRWR2F							B				F*
PFRAMFWR1F											F*/B*

Çizelge 4.3'te yıkanmamış numunelerin su iticilik kombinasyonlarının 3M test metodu sonuçları verilmiştir. Çizelge 4.3'e göre, PAMWR1F, PWR, 2N, 3N, 4N, 5N, PFRWR1F, PFRWR2F kombinasyonlarının ön yüzü 10'un üzerinde değerler alırken,

PWRAMF, PWR, 2N, PFRAMFWR1F kumaşlarının arka yüzü 10'un üstünde değerler almış, kumaşlar %100 alkolü emmemiştir. Bu durum, yukarıda da açıklandığı gibi güç tutuşurluk ve antibakteriyellik işlemlerinin su iticilik fonksiyonelliğine olan olumlu sinerjistik etkilerinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Köpük aplikasyonuna göre sadece ön yüzüne su iticilik verilen WR2F kumaşında AF oranı daha düşük olduğu için, kumaşın ön yüzündeki alınan değerler, WR1F kumaşına göre, 1 kademe aşağıdaki değerleri almıştır.

Çizelge 4.4. 5 yıkama 5 kurutma yapılmış WR kombinasyonlarının 3M test metodu sonuçları

Numune	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
3M TEST	100W	90/10	80/20	70/30	60/40	50/50	40/60	30/70	20/80	10/90	100A
5WWR1F					B					F	
5WWR2F				B					F		
5WAMFWR1F						B			F		
5WAMFWR2F				B				F			
5WPAMWR1F								B			F
5WPAMWR2F					B					F	
5WPWRAMF											F/B
5WPWR											F/B
5W2N						B					F
5W3N											F/B
5W4N											F/B
5W5N										B	F
5WPFRWR1F					B						F
5WPFRWR2F					B						F
5WPFRAMFWR1F											F*/B*

Çizelge 4.4'te 5 yıkama 5 kurutma yapılmış WR kombinasyonlarının 3M test metodu sonuçları verilmiştir. 5 yıkama 5 kurutma yapılmış PFRAMFWR1F kumaşı için, ön ve arka yüzeyinde 10'un üstündeki değerlendirme devam etmiş, kumaş %100 alkolü emmemiştir. Diğer kombinasyonlarda ise 5 yıkama ve 5 kurutma sonucunda, değerlerde genel olarak birer kademe düşüş gözlenmiştir. WR2F kombinasyonlarının AF oranı düşük olduğu için, 5 yıkama 5 kurutma sonunda bu düşüş kumaşın arka yüzeylerinde de görülmüştür.

Çizelge 4.5. 10 yıkama 10 kurutma yapılmış WR kombinasyonlarının 3M test metodu sonuçları

Numune	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
3M TEST	100W	90/ 10	80/ 20	70/ 30	60/ 40	50/ 50	40/ 60	30/ 70	20/ 80	10/ 90	100A
10WWR1F					B					F	
10WWR2F				B					F		
10WAMFWR1F					B					F	
10WAMFWR2F			B						F		
10WPAMWR1F					B				F		
10WPAMWR2F				B					F		
10WPWRAMF										F/B	
10WPWR										F/B	
10W2N						B					F
10W3N									B		F
10W4N										B	F
10W5N									B		F
10WPFRWR1F							B		F		
10WPFRWR2F					B				F		
10WPFRAMFWR1F											F*/B*

Çizelge 4.5'te 10 yıkama 10 kurutma yapılmış WR kombinasyonlarının 3M test metodu sonuçları verilmiştir. Buna göre, 10 yıkama 10 kurutma yapılmış PFRAMFWR1F kumaşı için, ön ve arka yüzeyinde 10'un üstündeki değerlendirme devam etmiş, kumaş %100 alkolü emmemiştir. Diğer kombinasyonlarda ise 10 yıkama ve 10 kurutma sonucunda, değerlerde genel olarak düşüş gözlenmiştir. 2N, 3N, 4N ve 5N kombinasyonları ise 10 yıkama ve 10 kurutma sonunda kumaşın ön yüzü %100 alkolü emmiş ve 10 değerini almıştır.

Çizelge 4.6. 20 yıkama 20 kurutma yapılmış WR kombinasyonlarının 3M test metodu sonuçları

Numune	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
3M TEST	100W	90/ 10	80/ 20	70/ 30	60/ 40	50/ 50	40/ 60	30/ 70	20/ 80	10/ 90	100A
20WWR1F					B				F		
20WWR2F			B						F		
20WAMFWR1F				B				F			
20WAMFWR2F	B						F				
20WPAMWR1F					B				F		
20WPAMWR2F				B						F	
20WPWRAMF									F/B		
20WPWR									F/B		
20W2N					B			F			
20W3N							B			F	
20W4N				B			F				
20W5N						B				F	
20WPFRWR1F					B	F					
20WPFRWR2F					B	F					
20WPFRAMFWR1F											F/B

Çizelge 4.7. 30 yıkama 30 kurutma yapılmış WR kombinasyonlarının 3M test metodu sonuçları

Numune	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
3M TEST	100W	90/ 10	80/ 20	70/ 30	60/ 40	50/ 50	40/ 60	30/ 70	20/ 80	10/ 90	100A
30WWR1F					B		F				
30WWR2F	B						F				
30WAMFWR1F			B				F				
30WAMFWR2F	B						F				
30WPAMWR1F				B					F		
30WPAMWR2F	B							F			
30WPWRAMF								F/B			
30WPWR							F/B				
30W2N					B			F			
30W3N						B		F			
30W4N					B		F				
30W5N						B			F		
30WPFRWR1F					B				F		
30WPFRWR2F				B			F				
30WPFRAMFWR1F								B	F		

Çizelge 4.8. 40 yıkama 40 kurutma yapılmış WR kombinasyonlarının 3M test metodu sonuçları

Numune	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
3M TEST	100W	90/ 10	80/ 20	70/ 30	60/ 40	50/ 50	40/ 60	30/ 70	20/ 80	10/ 90	100A
40WWR1F			B		F						
40WWR2F	B				F						
40WAMFWR1F		B					F				
40WAMFWR2F	B				F						
40WPAMWR1F			B			F					
40WPAMWR2F	B			F							
40WPWRAMF							F/B				
40WPWR					F/B						
40W2N					B	F					
40W3N					B		F				
40W4N				B	F						
40W5N					B		F				
40WPFRWR1F					B			F			
40WPFRWR2F			B		B						
40WPFRAMFWR1F						B		F			

Çizelge 4.9. 50 yıkama 50 kurutma yapılmış WR kombinasyonlarının 3M test metodu sonuçları

Numune	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
3M TEST	100W	90/ 10	80/ 20	70/ 30	60/ 40	50/ 50	40/ 60	30/ 70	20/ 80	10/ 90	100A
50WWR1F			B		F						
50WWR2F	B				F						
50WAMFWR1F	B			F							
50WAMFWR2F	B				F						
50WPAMWR1F				B		F					
50WPAMWR2F	B			F							
50WPWRAMF							F/B				
50WPWR											
50W2N					F/B						
50W3N				B		F					
50W4N					F/B						
50W5N					B	F					
50WPFRWR1F				B		F					
50WPFRWR2F	B				F						
50WPFRAMFWR1F						B	F				

Çizelge 4.6, Çizelge 4.7, Çizelge 4.8 ve Çizelge 4.9’da sırasıyla 20, 30, 40, 50 yıkama-kurutma sonrası su iticilik fonksiyonelliği içeren kombinasyonların 3M test metodu sonuçları verilmiştir. Bu çizelgelere göre yıkama ve kurutma sayısı arttıkça, kumaşın

su-alkol içeren çözeltileri emmesi gerçekleşmiş ve 3M test metoduna göre alınan değerlerde düşüş gözlemlenmiştir. Çizelge 4.9'a göre 50 yıkama 50 kurutma sonrası dahi, WR2F, AMFWR1F, AMFWR2F, PAMWR2F ve PFRWR2F haricinde, kumaşın arka yüzlerinde dahi halen su iticilik işleminin etkili olduğu, kumaştan tamamen uzaklaşmadığı görülmüştür.

4.4. Geliştirilen Alternatif Antibakteriyellik Test Sonuçları

Geliştirilen alternatif subjektif antibakteriyellik testine göre, konu ile ilgisiz kişilerle, farklı günlerde, numune sayısı 12'yi geçmemek şartıyla koku ve yoğunluk tayini yapılmıştır. Bununla ilgili test sonuçları sırası ile; Çizelge 4.10, Çizelge 4.11, Çizelge 4.12, Çizelge 4.13, Çizelge 4.14, Çizelge 4.15, Çizelge 4.16, Çizelge 4.17, Çizelge 4.18, Çizelge 4.19, Çizelge 4.20, Çizelge 4.21 ve 4.22'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.10. Farklı günlerde rastgele seçilen numuneler arasında yapılan subjektif koku testi

Numune	X1		X2		X3		Ort.	
	Koku	Yoğunluk	Koku	Yoğunluk	Koku	Yoğunluk	Koku	Yoğunluk
20WPAM	2	2	2	2	1	2	1,6	2
5WPFR	2	1	3	3	1	1	2	1,6
30WPFR	2	1	2	2	2	2	2	1,6
20WAMF	1	1	2	2	2	2	1,6	1,6
50WAMF	4	4	5	4	5	5	4,6	4,3
50WPFRAMF	1	2	2	2	1	1	1,3	1,6
20WPFR	2	2	2	2	2	2	2	2
30WAMF	2	3	3	2	2	4	2,3	3
50WPFR	3	2	2	1	2	3	2,3	2
30WPFRAMF	1	1	1	1	1	1	1	1

Çizelge 4.11. Farklı günlerde rastgele seçilen numuneler arasında yapılan subjektif koku testi

Numune	X1		X2		X3		Ort.	
	Koku	Yoğunluk	Koku	Yoğunluk	Koku	Yoğunluk	Koku	Yoğunluk
30WPAM	1	2	1	1	3	3	1,3	2
20WPFRAMF	2	2	2	2	1	2	1,3	2
10WPFRAMF	2	2	3	3	1	2	2	2,3
30WAMFWR1F	1	1	2	3	2	3	1,3	2,3
30WAMFWR2F	1	2	2	2	2	3	1,3	2,3
20WAMFWR1F	2	3	3	3	1	2	2	2,6
20WAMFWR2F	1	1	3	2	2	2	2	1,3

Çizelge 4.12. Farklı günlerde rastgele seçilen numuneler arasında yapılan subjektif koku testi

Numune	X1		X2		X3		Ort.	
	Koku	Yoğunluk	Koku	Yoğunluk	Koku	Yoğunluk	Koku	Yoğunluk
50WCPF3	2	1	3	2	2	2	2,3	1,3
30WCPF1	3	1	3	2	2	1	2,6	1,3
5WCPF3	3	1	2	2	2	2	2,3	1,3
PWR	5	4	4	5	5	5	4,6	4,6
20WCPF3	1	2	1	1	2	1	1,3	1,3
5WCPF1	3	1	2	2	2	1	2,3	1,3
30WCPF4	1	1	1	1	1	1	1	1
50WPFR	1	2	3	2	2	2	2	2

Çizelge 4.13. Farklı günlerde rastgele seçilen numuneler arasında yapılan subjektif koku testi

Numune	X1		X2		X3		Ort.	
	Koku	Yoğunluk	Koku	Yoğunluk	Koku	Yoğunluk	Koku	Yoğunluk
50WCPF1	2	2	1	1	2	3	1,6	2
50WCPF4	1	2	1	1	2	1	1,3	1,3
30WCPF3	3	2	2	2	2	2	2,3	2
20WCPF1	2	2	2	1	2	1	2	1,3
50WCPF2	2	3	2	1	2	1	2	1,3
5WCPF2	2	2	2	1	1	2	1,6	1,3
İşlemsiz numune	4	5	5	5	4	5	4,3	5

Çizelge 4.14. Farklı günlerde rastgele seçilen numuneler arasında yapılan subjektif koku testi

Numune	X1		X2		X3		Ort.	
	Koku	Yoğunluk	Koku	Yoğunluk	Koku	Yoğunluk	Koku	Yoğunluk
CPF1	2	2	2	1	4	3	2,6	2
PAMWR2F	2	2	1	1	2	3	1,6	2
CPF2	2	2	1	1	3	3	2	2
PFR	1	1	1	2	2	1	1,3	1,3
CPF4	1	1	1	1	1	1	1	1
PAMWR1F	3	3	1	1	3	3	2,3	2,3
PFRWR2F	1	3	4	3	3	2	2,6	2,6
20WCPF4	1	2	3	2	3	4	2,3	2,6
5WCPF4	1	2	2	1	3	2	2	1,3
10PWR	4	3	3	2	3	3	3,3	2,6
CPF3	1	1	3	2	2	2	2	1,3

Çizelge 4.15. Farklı günlerde rastgele seçilen numuneler arasında yapılan subjektif koku testi

Numune	X1		X2		X3		Ort.	
	Koku	Yoğunluk	Koku	Yoğunluk	Koku	Yoğunluk	Koku	Yoğunluk
5WPAMWR1F	3	2	2	2	2	3	2,3	2,3
20W3N	1.5	1	2	1.5	2	2	1,8	1,5
30W1N	2.5	2	2	1	2	1	2,1	1,3
30WPFRWR1F	2	3	1	1	2	2	1,6	2
30WPFRWR2F	2.5	2	2	2	2	2	2,1	2
5W2N	2	3	2	1.5	2	2	2	2,1
10W5N	2	1	1.5	1	2	1	1,8	1
20WCPF6BF	2.5	3	1	1	2	2	1,8	2
20W1N	2	2	1	1	2	1	1,6	1,3
10W3N	1	1	1	1	2	2	1,3	1,3
5W5N	1	1.5	1	1	2	2	1,3	1,5

Çizelge 4.16. Farklı günlerde rastgele seçilen numuneler arasında yapılan subjektif koku testi

Numune	X1		X2		X3		Ort.	
	Koku	Yoğunluk	Koku	Yoğunluk	Koku	Yoğunluk	Koku	Yoğunluk
10W1N	2	2	1	1	2	2	1,6	1,6
20W5N	1	1	1	1	2	2	1,3	1,3
10WPFRAMFWR1F	1	1	1.5	1	2	1	1,5	1
30W3N	3	2	1	1	3	2	2,3	1,6
10W2N	2	1	1	1	1	2	1,3	1,3
10W4N	2	1	2.5	2	2	2	2,1	1,6
40W3N	2	1	1	1	1	2	1,3	1,3
10WPAMWR2F	1	1	2.5	2	3	2	2,1	1,6
40W1N	3	2	1	1	2	1	2	1,3
30W5N	2	2	1	1	2	1	1,6	1,3
40W5N	1	1	1	1	2	1	1,3	1
20W2N	1	2	1	1	2	1	1,3	1,3

Çizelge 4.17. Farklı günlerde rastgele seçilen numuneler arasında yapılan subjektif koku testi

Numune	X1		X2		X3		Ort.	
	Koku	Yoğunluk	Koku	Yoğunluk	Koku	Yoğunluk	Koku	Yoğunluk
5W4N	4	3	1	1	1	2	2	2
2N	2	3	1.5	1.5	1	3	1,5	2,5
5W5N	3	2	1	1	3	2	2,3	1,6
1N	1	2	1	1	2	2	1,3	1,8
5WPAM	2	1	1	1	1.5	3	1,5	1,8
PFRAMFWR1F	1	1	1	1	1	3	1	1,6
5WAMF	1	1	2	2	1	3	1,3	2
5W1N	1	2	1	1	2	2	1,3	1,8
10WPAMWR1F	4	3	3	4	5	5	4	4
AMFWR1F	3	2	3	4	1	3	2,3	3
5N	3	2	2	2	2	4	2,3	2,6
3N	3	2	1.5	1.5	2	4	2,1	2,5

Çizelge 4.18. Farklı günlerde rastgele seçilen numuneler arasında yapılan subjektif koku testi

Numune	X1		X2		X3		Ort.	
	Koku	Yoğunluk	Koku	Yoğunluk	Koku	Yoğunluk	Koku	Yoğunluk
5WAMFWR1F	3	4	1.5	1	1	2	1,8	2,3
PAMWR1F	3	4	2	3	2	4	2,3	3,6
5WPFRAMFWR1F	1	2	1	1	1	2	1	1,8
AMFWR2F	4	3	2.5	2	2	4	2,8	3
PAMWR1F	4	4	2	1	1	3	2,3	2,6
4N	4	5	2	1	3	2	3	2,6
5W3N	2	3	0.5	0.5	1	2	1,1	1,8
5WPWRAMF	5	4	3	3.5	4	5	4	4,1
PWRAMF	3	4	2	3	2	3	2,3	3,3
5WAMFWR2F	4	2	1	1	2	3	2,3	2
CPF6FB	1	2	1.5	2	2	2	1,5	2
5WPAMWR2F	1	2	1	1.5	2	3	1,3	2,5

Çizelge 4.19. Farklı günlerde rastgele seçilen numuneler arasında yapılan subjektif koku testi

Numune	X1		X2		X3		Ort.	
	Koku	Yoğunluk	Koku	Yoğunluk	Koku	Yoğunluk	Koku	Yoğunluk
50WPFRAMFWR1F	2	2	1	2	1	1	1,3	1,6
50W4N	1	1	1	2	1	1	1	1,3
20W4N	1	1	3	2	1	2	1,8	1,8
40W4N	2	1	2	2	2	2	2	1,8
40WPFRAMFWR1F	1	2	2	2	2	1	1,8	1,8
30WPFRAMFWR1F	2	3	1	2	1	2	1,3	2,3
30W4N	1	2	2	2	2	2	1,8	2

Çizelge 4.20. Farklı günlerde rastgele seçilen numuneler arasında yapılan subjektif koku testi

Numune	X1		X2		X3		Ort.	
	Koku	Yoğunluk	Koku	Yoğunluk	Koku	Yoğunluk	Koku	Yoğunluk
40W2N	1	1	2	2	1	2	1,3	1,6
50W2N	1	2	2	2	1	2	1,3	2
50W3N	3	2	2	2	2	2	2,3	2
40WCPF6FB	2	1	3	2	1	1	2	1,3
50WCPF6FB	2	3	3	2	2	1	2,3	2
50W1N	1	1	2	2	2	1	1,8	1,3
50W5N	1	1	1	1	1	1	1	1

Çizelge 4.21. Farklı günlerde rastgele seçilen numuneler arasında yapılan subjektif koku testi

Numune	X1		X2		X3		Ort.	
	Koku	Yoğunluk	Koku	Yoğunluk	Koku	Yoğunluk	Koku	Yoğunluk
5WPAM	2	2	2	1	2	2	2	1,6
PAM	2	1	1	1	2	2	1,6	1,3
AMF	2	2	1	2	2	1	1,6	1,6
PFRAMF	2	2	1	2	1	2	1,3	2
PFR	1	1	1	2	1	1	1	1,3
5WPFR	1	2	1	1	1	2	1	1,6

Çizelge 4.22. Farklı günlerde rastgele seçilen numuneler arasında yapılan subjektif koku testi

Numune	X1		X2		X3		X4		Ort.	
	Koku	Yoğ.	Koku	Yoğ.	Koku	Yoğ.	Koku	Yoğ.	Koku	Yoğunluk
30WPAMWR2F	1	2	3	2	3	3	2	3	2,2	2,5
10WWR2F	2	2	4	3	2	3	2	2	2,5	2,5
30WPWRAMF	4	3	3	3	3	2	3	2	3,2	2,5
20WWR1F	3	2	3	3	3	2	3	2	3	2,2
40WAMFWR1F	1	2	2	2	3	3	3	3	2,2	2,5
50WPFRWR2F	1	2	3	2	3	4	2	2	2,2	2,5
10WPWRAMF	3	4	2	3	2	2	2	2	2,2	2,7
30WPAMWR1F	2	2	3	3	2	2	2	2	3	3
20WPWRAMF	5	4	5	5	4	4	5	5	4,7	4,5
40WAMFWR2F	3	2	2	1	2	1	2	3	2,2	1,7
50WPFRWR1F	3	4	3	2	2	2	3	2	2,7	2,5

Yukarıdaki çizelgelere göre, su iticilik işlemleri kumaşa tek başına uygulandığında değerlendirmeden yüksek değerler almış, fakat diğer kombinasyonlar içerisinde yer aldığı, bu değerlerin düştüğü yani kokunun yoğun/keskin olarak algılanmadığı tespit edilmiştir. Testlerin güvenilirliğini kontrol etmek amaçlı, test numuneleri içerisine işlemsiz numune konulmuş ve bu kumaşa teste tabi tutulmuştur. Test sonucunda, tek başına su iticilik uygulanmış kombinasyonlarda da olduğu gibi, işlemsiz numunede de yüksek derecede koku ve yoğunluk algısı oluşmuş, dolayısıyla bakterilerin üreyebildiği bir ortam olduğu sonucuna varılmıştır. Uygulanan koku testlerinde, güç tutuşurluk işleminin tekli veya multi kombinasyonlarında yöntem şekli fark etmeksizin, kokunun ve yoğunluğun çok az değerler aldığı, bu değerlerin genellikle 1 veya 2'ye yakın olduğu görülmüş, antibakteriyellik söz konusu olduğu görülmüştür. Bunun yanı sıra antibakteriyellik işlemleri yöntem fark etmeksizin, testlere tabi tutulmuş ve yıkama kurutma sonrası değerlendirmeleri yapılmıştır. Bunun sonucu olarak, antibakteriyellik

işlemi uygulanan kombinasyonların koku ve yoğunluk değerlendirmeleri genel olarak düşük değerler almış ve etkin bir antibakteriyellik etkisi olduğu sonucuna varılmıştır. Bu geliştirilen koku testi, oldukça pahalı olan AATCC 100 antibakteriyelik testi için ön eleme sağlamış ve düşük değerlendirmeli olan numunelerin yanı sıra, koku testinin güvenilirliğinin ölçmek için, işlem görmemiş numune ve yalnızca su iticilik işlemi görmüş numune teste gönderilmek üzere hazırlanmıştır.

4.5. AATCC 100 Antibakteriyel Testi Sonuçları

Yukarıda bahsedilen, geliştirilen alternatif subjektif antibakteriyellik testi sonuçlarına göre, tüm kombinasyonlar arasından, birçok denemeye göre düşük değerli yani antibakteriyelliğin söz konusu olabileceği numuneler AATCC 100 metoduna göre test edilmiştir. Bunun yanı sıra, hem koku testinin güvenilirliğinin tayini için, hem de işlemsiz numune veya içinde antibakteriyel etki oluşturması söz konusu olmayan numunelerde bu teste tabi tutulmuştur. Gram pozitif ve gram negatif olarak, 2 ayrı bakteri kullanılmıştır.

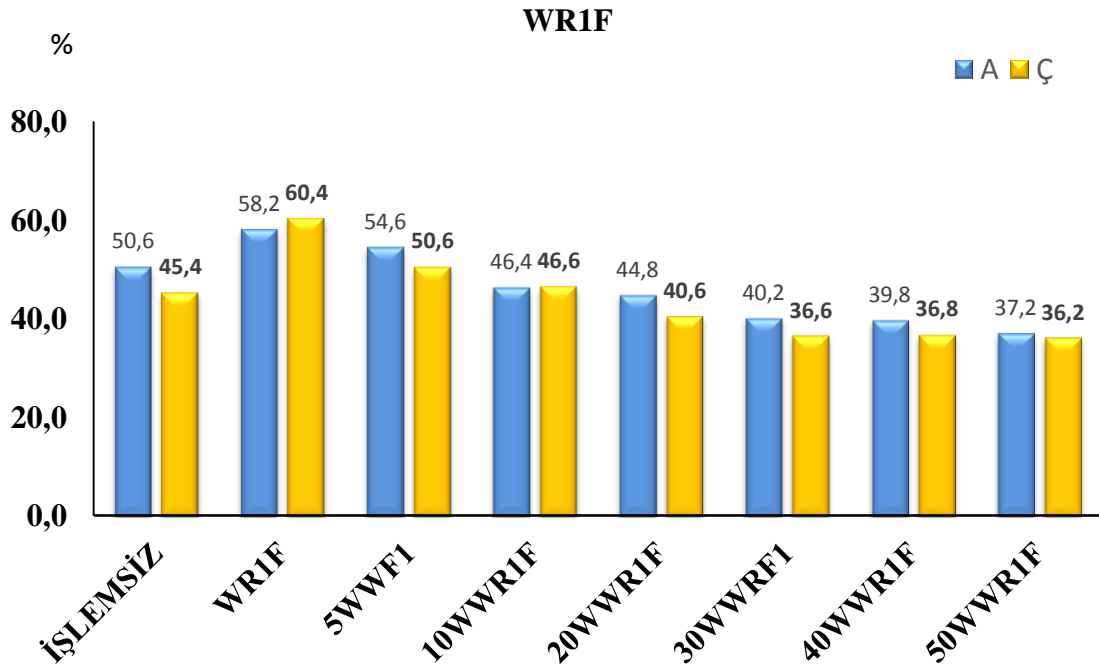
Çizelge 4.23. Seçilen numunelerin AATCC 100 antibakteriyel testi sonuçları

Konsantrasyon (CFU/ 0,5 mL)	Klebsiella pneumoniae 5.5×10^5	Staphylococcus aureus 7.4×10^5
	% Azalma	% Azalma
İşlem görmemiş	-	-
WR2F	-	-
1N	> %99,98	> %99,98
3N	> %99,98	> %99,98
4N	> %99,98	> %99,98
5N	> %99,98	> %99,98
CPF4	> %99,98	> %99,98
30WCPF4	> %99,98	> %99,97
50WCPF4	> %99,97	> %99,98
AMF	> %99,98	> %99,98
PCPAMF	> %99,97	> %99,97
30WPCPAMF	> %99,98	> %99,98
50WPCPAMF	> %99,98	> %99,98
PCPAMFWR1F	> %99,99	> %99,98
50WPCPAMFWR1F	> %99,98	> %99,98
50W5N	> %99,98	> %99,98

Çizelge 4.23'te seçilen numunelerin AATCC 100 antibakteriyel testi sonuçları görülmektedir. Bu çizelgeye göre, sonuçlar koku testi ile paralel sonuçları vermiş, işlem görmemiş numunenin ön veya arka yüzeyinde bakteri azalmasına rastlanmamıştır. Aynı şekilde köpük aplikasyonu ile su iticilik işlemi uygulanan kumaşta da bakteri azalması söz konusu olmamıştır. Bunun yanı sıra, köpük aplikasyonu ile kumaşın çift yüzüne güç tutuşurluk işlemi yapılmış ve bu kombinasyonun 30 yıkama 30 kurutma veya 50 yıkama 50 kurutma yapılmış kombinasyonu da her iki bakteri için de %99 azalma göstermiştir. Antibakteriyellik işleminin tek başına uygulanmış tekli veya multi kombinasyonlarında da % 99'a varan bakteri azalmaları görülmüştür. Dolayısı ile bu çalışmada, üçlü kombinasyonlar dahil pek çok tekli, ikili veya multifonksiyonellik içeren kombinasyonda etkin bir antibakteriyellik etkisi elde edildiği sonucuna varılmıştır.

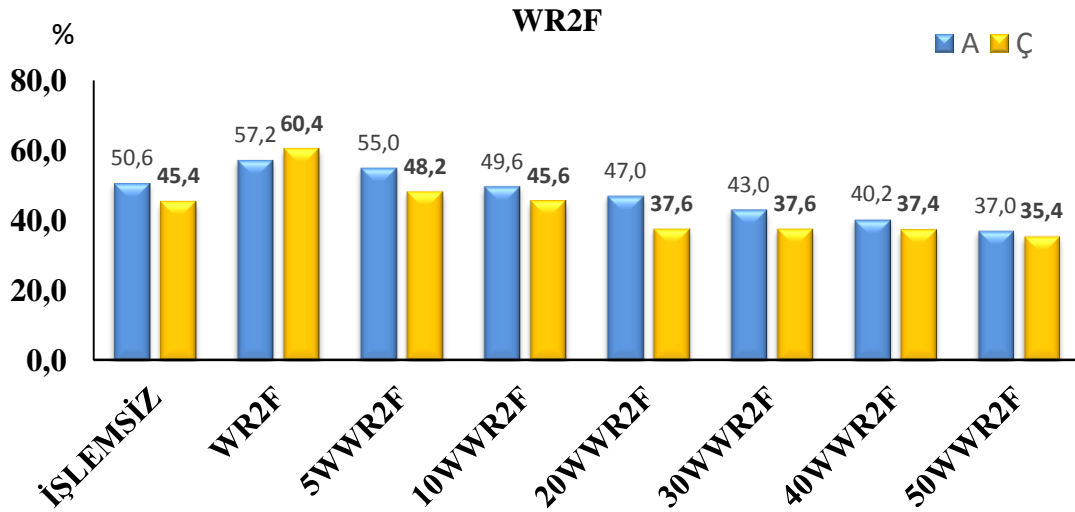
4.6. Yırılma Mukavemeti Testi Sonuçları

Şekil 4.15'ten 4.39'a kadar kumaşların atkı ve çözgü yönünde yırtılma mukavemeti testi sonuçları bulunmaktadır. İşlem görmemiş numunenin atkı ve çözgü yönündeki yırtılma dayanımı sonucu diğer kombinasyonlarla karşılaştırma yapma amaçlı her grafikte yer almıştır.



Şekil 4.15. Yıkanmamış WR1F ve yıkanmış-kurutulmuş WR1F kumaşı için atkı ve çözgü yönünde yırtılma mukavemeti sonuçları

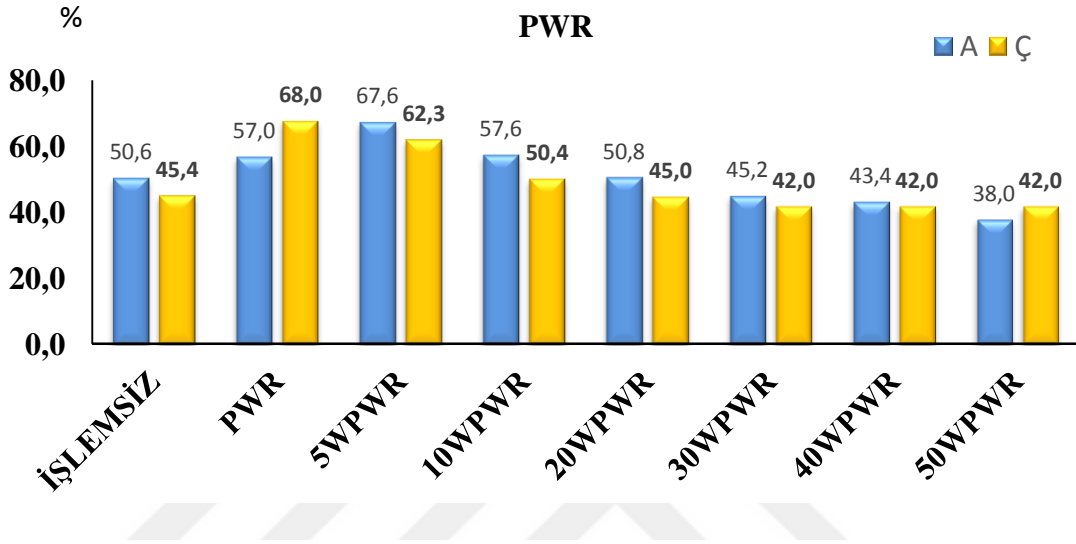
Şekil 4.15'e göre işlem görmemiş numunenin, atkı ve çözgü yönündeki mukavemeti sırasıyla 50,6 ve 45,4 iken, köpük aplikasyonu ile kumaşın ön yüzüne su itici işlem uygulanmış kumaşın atkı ve çözgü yönündeki dayanımı oldukça artış göstermiş ve sırasıyla 58,2 ve 60,4'e ulaşmıştır. Bu durumun, su iticilik uygulama reçetesi içerisine eklenen parafin yağlarından oluştuğu, liflerin birbiri içinde hareket kabiliyetinin artmasından kaynaklandığı ve dolayısıyla su iticilik işleminin yırtılma dayanımına olumlu sinerjistik etki gösterdiği sonucuna varılmıştır. Bu artışta, yıkama ve kurutma sayısı arttıkça, düşüş gözlemlenmiştir. 50 yıkama 50 kurutma sonrası WR1F kumaşının atkı yönündeki yırtılma dayanımı 37,2'ye, çözgü yönündeki yırtılma dayanımı 36,2'ye düşmüştür. Su iticilik testlerine göre, WR işlemi kimyasalları 50 yıkama 50 kurutma sonrası kumaş üzerinden tamamen uzaklaşmasa da, azalma gösterdiği için, yıkama ve kurutma yapıldıkça, yırtılma dayanımında da azalma olduğu sonucuna varılmıştır.



Şekil 4.16. Yıkanmamış WR2F ve yıkanmış-kurutulmuş WR2F kumaşı için atkı ve çözgü yönünde yırtılma mukavemeti sonuçları

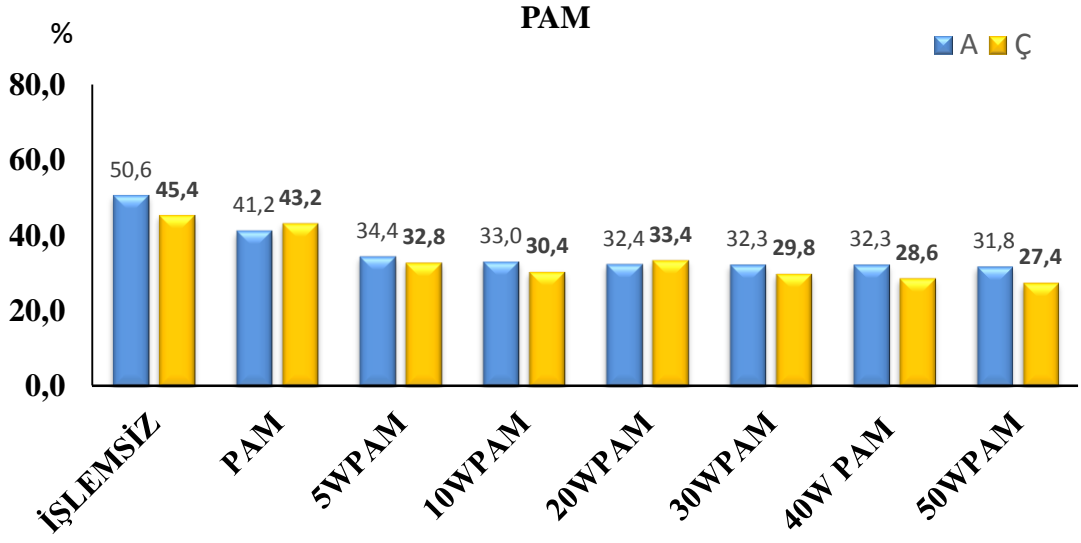
Şekil 4.16'da yıkanmamış WR2F ve yıkanmış-kurutulmuş WR2F kumaşı için atkı ve çözgü yönünde yırtılma mukavemeti sonuçları verilmiştir. İşlemsiz kumaşa göre kıyaslama yapıldığında, WR1F kumaşında olduğu gibi, WR2F kumaşının hem atkı hem de çözgü yönündeki yırtılma dayanımlarının oldukça arttığı görülmüştür. WR1F için yapılan değerlendirme burada da geçerlidir fakat WR2F kumaşının işlem sırasındaki AF oranı WR1F kumaşından daha az olduğu için, yırtılma dayanımlarındaki artış WR1F

kumaşına göre bir miktar daha az gerçekleşmiştir fakat aradaki bu farklar dikkate alınmayacak kadar azdır. WR1F kumaşında da görüldüğü gibi, yıkama ve kurutma sayısı arttıkça yırtılma dayanımları azalmış, 50 yıkama 50 kurutma sonrası WR2F kumaşının atkı yönündeki yırtılma dayanımı 37'ye, çözgü yönündeki yırtılma dayanımı 35,4'e düşmüştür.



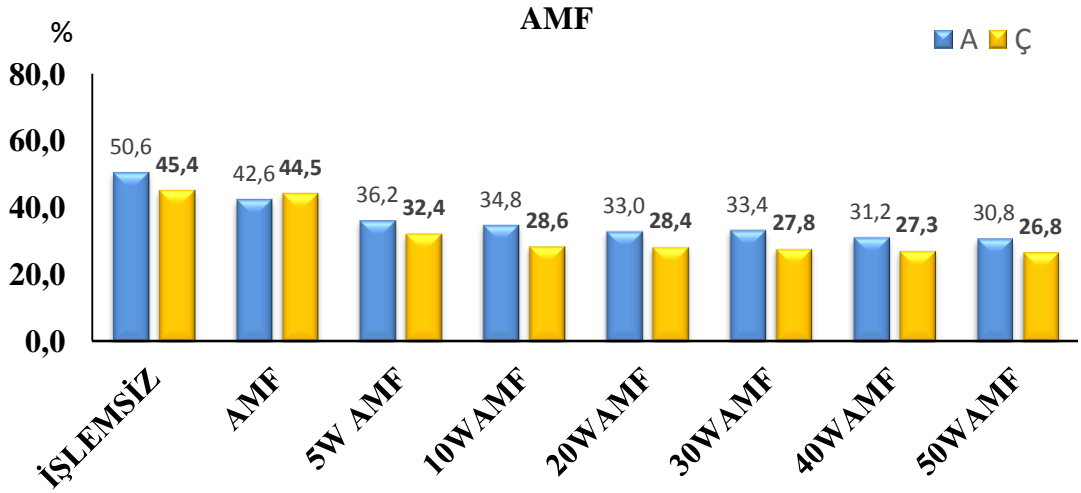
Şekil 4.17. Yıkanmamış PWR ve yıkanmış-kurutulmuş PWR kumaşı için atkı ve çözgü yönünde yırtılma mukavemeti sonuçları

Şekil 4.17'de emdirme yöntemine göre su iticilik işlemi uygulanan kumaşın atkı ve çözgü yönündeki yırtılma dayanımları gösterilmektedir. Bu grafiğe göre, işlem görmemiş kumaşa kıyasla, PWR kumaşının yırtılma dayanımı oldukça artmıştır. Su iticilik işlemi kumaşın tamamına verildiğinden ve AF oranı köpük aplikasyonuna göre daha fazla olduğu için, yırtılma dayanımındaki bu artış WR1F ve WR2F kumaşlarına oranla daha fazladır.



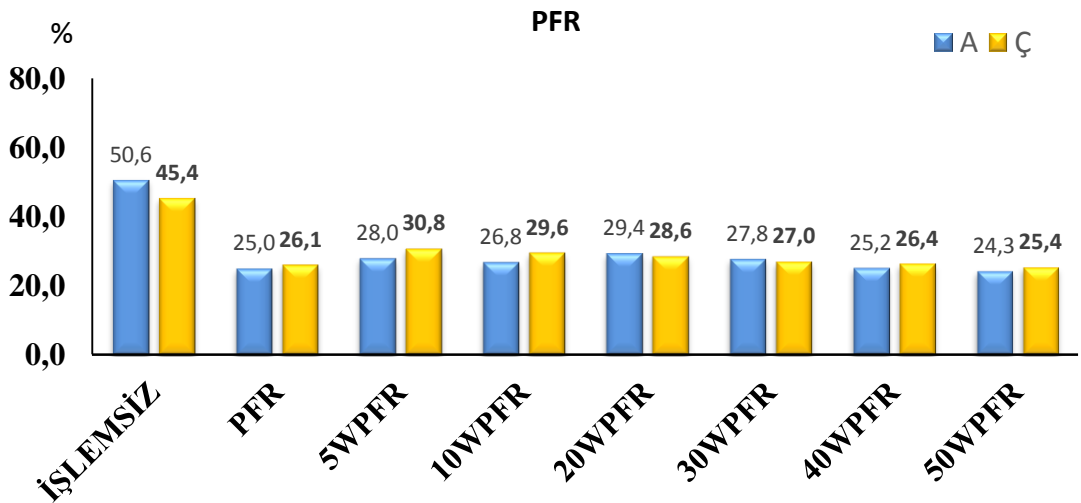
Şekil 4.18. Yıkanmamış PAM ve yıkanmış-kurutulmuş PAM kumaşı için atkı ve çözgü yönünde yırtılma mukavemeti sonuçları

Şekil 4.18’de emdirme yöntemi ile antibakteriyellik işlemi uygulanan yıkanmamış PAM ve yıkanmış-kurutulmuş PAM kumaşı için atkı ve çözgü yönünde yırtılma mukavemeti sonuçları verilmektedir. Bu grafiğe göre, PAM kumaşının yırtılma dayanımı atkı ve çözgü yönünde azalma göstermiştir. Bu azalış, yıkama ve kurutma işlemleri yapıldıkça devam etmiş ve 50 yıkama 50 kurutma sonrasında çözgü yönünde dayanım 27,4’e düşerken, atkı yönünde 31,8’e kadar düşmüştür. Bu azalışın sebebi, antibakteriyellik işlemi sırasında reçete içerisindeki karışım içinde yer alan çapraz bağlayıcı maddelerin, liflerin hareket kabiliyetini kısıtlamasına bağlanmıştır. Hareket kabiliyeti kısıtlanan lifler daha kolay yırtılmış dolayısıyla dayanımları hem atkı hem de çözgü yönünde düşmüştür.



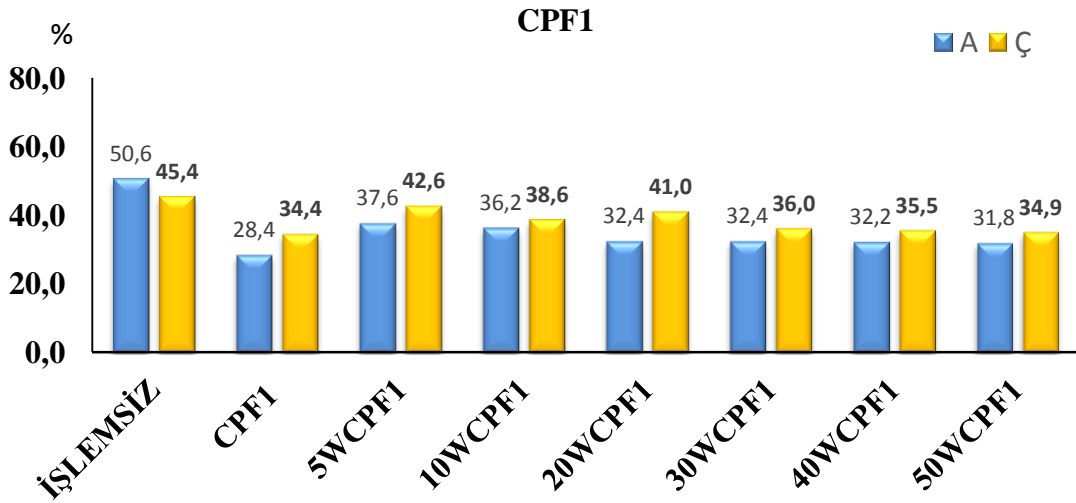
Şekil 4.19. Yıkanmamış AMF ve yıkanmış-kurutulmuş AMF kumaşı için atkı ve çözgü yönünde yırtılma mukavemeti sonuçları

Şekil 4.19’da köpük aplikasyonu ile arka yüzüne antibakteriyellik uygulanan yıkanmamış AMF ve yıkanmış-kurutulmuş AMF kumaşı için atkı ve çözgü yönünde yırtılma mukavemeti sonuçları gösterilmektedir. Bu grafiğe göre, PAM kumaşında da olduğu gibi, yırtılma dayanımlarında azalma meydana gelmiştir. Bu düşüşün, yukarıdaki değerlendirmeye paralel şekilde kullanılan çapraz bağlayıcılardan kaynaklandığı düşünülmektedir. Fakat bu azalma PAM kumaşına kıyasla daha az olmuştur. Bunun sebebi, aynı etkinlikteki antibakteriyellik işleminin daha az AF oranında tek bir yüzeye köpük aplikasyonu ile verilebilmesidir.



Şekil 4.20. Yıkanmamış PFR ve yıkanmış-kurutulmuş PFR kumaşı için atkı ve çözgü yönünde yırtılma mukavemeti sonuçları

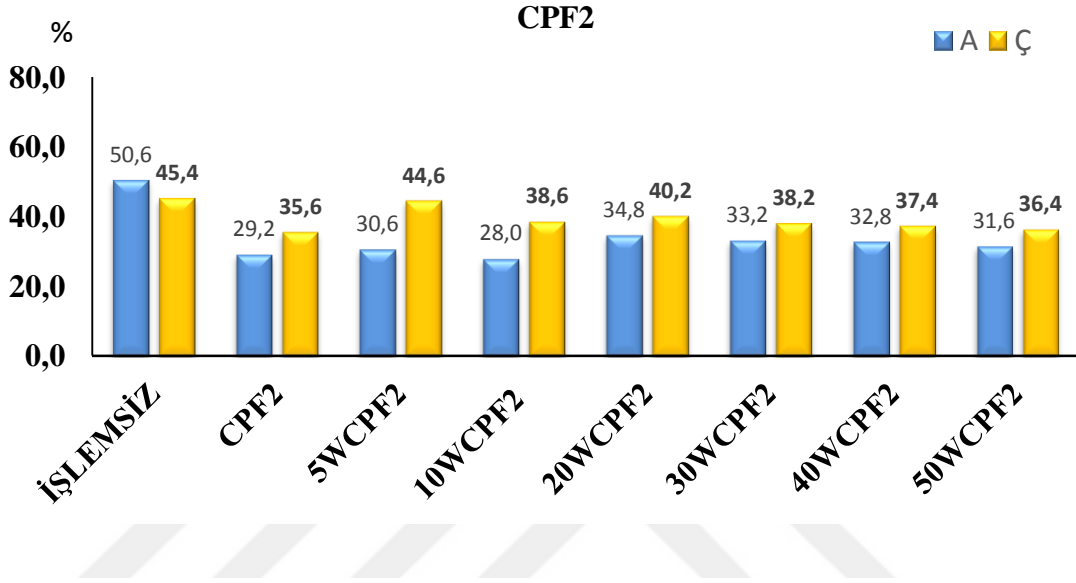
Şekil 4.20’de emdirme yöntemine göre güç tutuşurluk işlemi uygulanan yıkanmamış PFR ve yıkanmış-kurutulmuş PFR kumaşı için atkı ve çözgü yönünde yırtılma mukavemeti sonuçları gösterilmektedir. Bu grafiğe göre, yapılan güç tutuşurluk işleminin ardından, yırtılma dayanımlarında önemli oranda düşüş gözlemlenmiştir. Yaklaşık olarak çözgü yönünde %15, atkı yönünde %22’lik bir düşüş meydana gelmiştir. Bu düşüşün sebebi, FR işlemi sırasında verilen güçlü çapraz bağlayıcılardan biri olan melamin-formaldehit kimyasalının kullanımına bağlı olarak liflerin hareket kabiliyetlerinin kısıtlanmasına bağlanılmıştır. Aynı zamanda reçete içerisinde katalizör görevi yapan fosforik asidin de bu düşüşe etki eden faktörler arasında olduğu düşünülmektedir. Uygulanan güç tutuşurluk işlemi sonrasında kumaş tuşesinin daha sert ve diri bir yapı kazanmasının da yırtılma dayanımını olumsuz yönde etkilediği düşünülmektedir.



Şekil 4.21. Yıkanmamış CPF1 ve yıkanmış-kurutulmuş CPF1 kumaşı için atkı ve çözgü yönünde yırtılma mukavemeti sonuçları

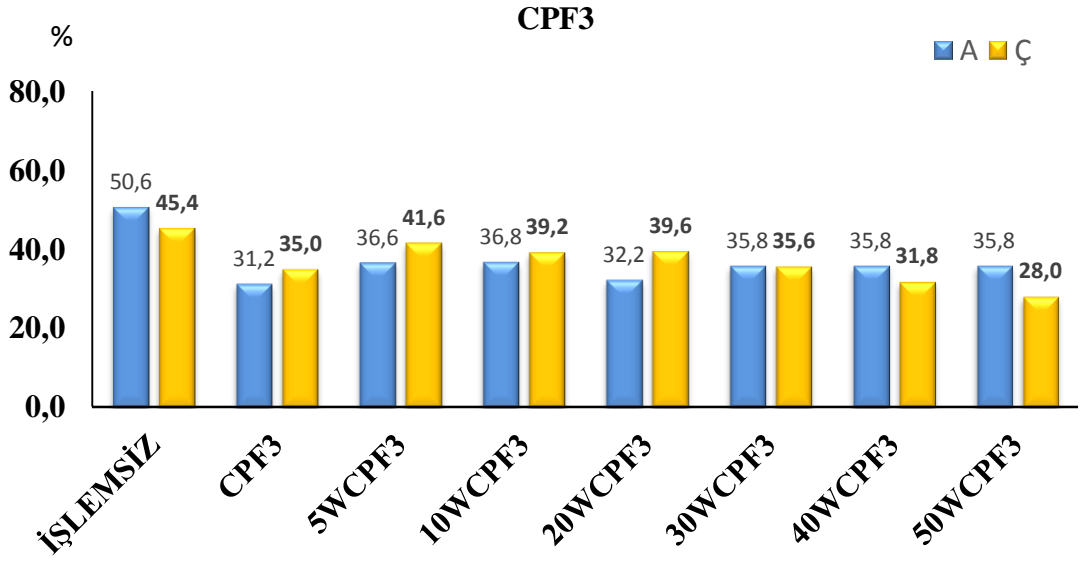
Şekil 4.21’de köpük aplikasyonu ile sadece ön yüzüne güç tutuşurluk işlemi uygulanmış yıkanmamış CPF1 ve yıkanmış-kurutulmuş CPF1 kumaşı için atkı ve çözgü yönünde yırtılma mukavemeti sonuçları yer almaktadır. Bu grafiğe göre, CPF1 kumaşının yırtılma mukavemetlerinde düşüş gözlemlenmiş fakat CPF1 kumaşının yırtılma dayanımları, emdirme yöntemine göre güç tutuşurluk işlemi yapılan PFR kumaşına kıyasla daha yüksek çıkmıştır. Bu durumun, güç tutuşurluk işleminin kumaşın tek bir

yüzüne verilmesinden kaynaklandığı, dolayısıyla reçete içerisinde kullanılan çapraz bağlayıcı kimyasalın tek bir yüzeyde kaldığı için, hareket kabiliyetini PFR kumaşında olduğu kadar kısıtlayamadığı düşünülmektedir. İlk yapılan yıkama ve kurutma işlemleri sonrasında dayanımlarda bir miktar artış olsa da yıkama ve kurutma sayısı arttıkça, dayanımların kısmen aynı seviyelerde kaldığı görülmüştür.

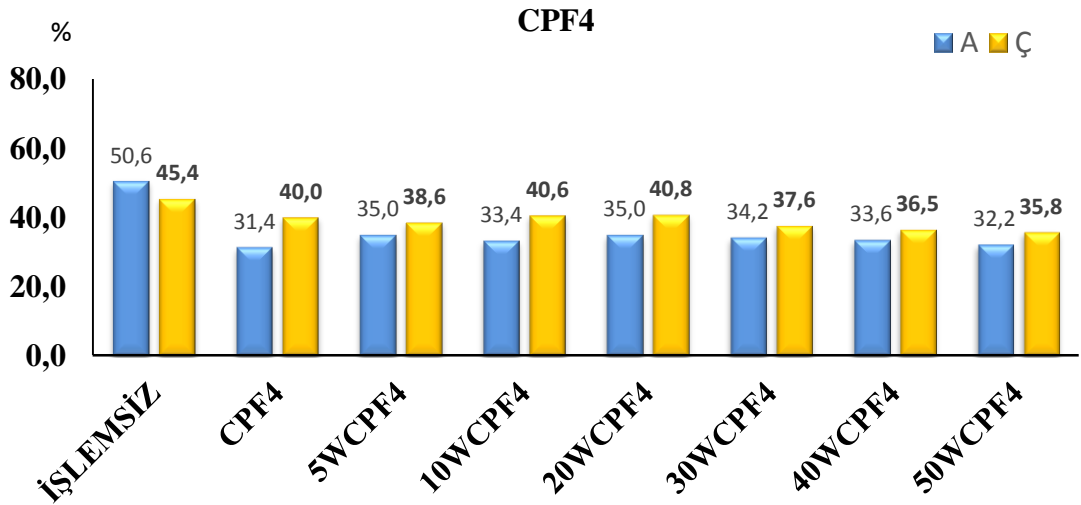


Şekil 4.22. Yıkanmamış CPF2 ve yıkanmış-kurutulmuş CPF2 kumaşı için atkı ve çözgü yönünde yırtılma mukavemeti sonuçları

Şekil 4.22’de yıkanmamış CPF2 ve yıkanmış-kurutulmuş CPF2 kumaşı için atkı ve çözgü yönünde yırtılma mukavemeti sonuçları görülmektedir. Bu grafiğe göre, tek yüzüne köpük aplikasyonu ile güç tutuşurluk işlemi uygulanmış CPF2 kumaşının yırtılma mukavemetlerinde düşüş gözlenmiştir. Yukarıda güç tutuşurluk işlemi ve yırtılma dayanımı arasındaki ilişkiyi açıklayan değerlendirme bu kumaş için de geçerlidir. CPF1 kumaşına kıyasla bir miktar daha değerlerin yüksek olması, uygulanan AF oranının CPF2 kumaşında daha az olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.



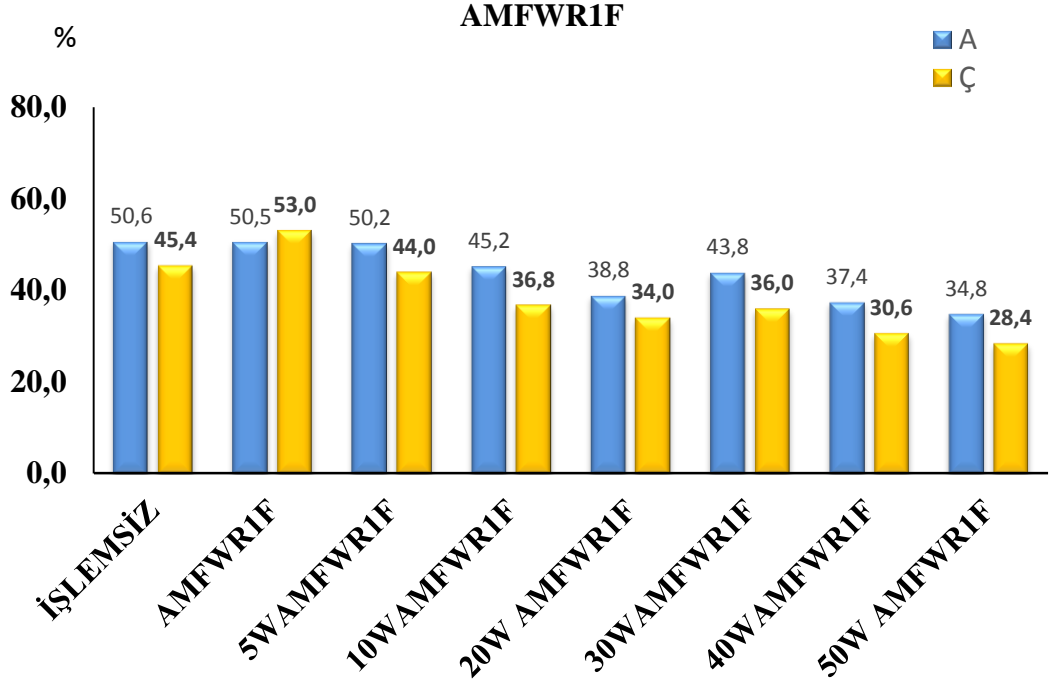
Şekil 4.23. Yıkanmamış CPF3 ve yıkanmış-kurutulmuş CPF3 kumaşı için atkı ve çözgü yönünde yırtılma mukavemeti sonuçları



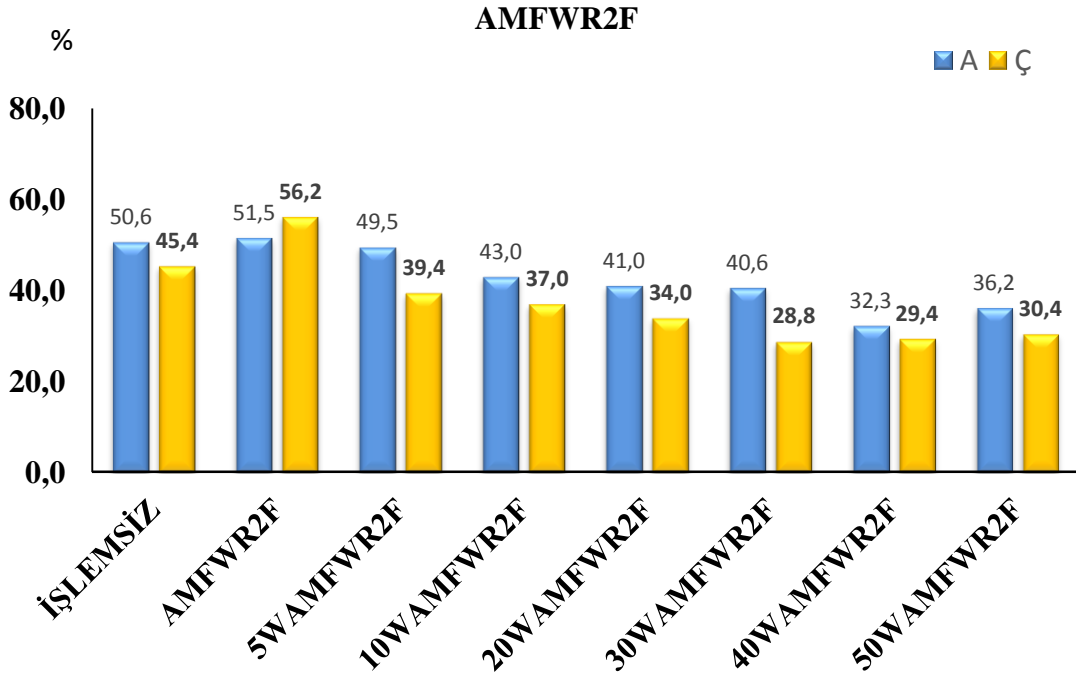
Şekil 4.24. Yıkanmamış CPF4 ve yıkanmış-kurutulmuş CPF4 kumaşı için atkı ve çözgü yönünde yırtılma mukavemeti sonuçları

Şekil 4.23'te ve Şekil 4.24'te sırasıyla CPF3 ve CPF4 kumaşlarının yıkanmamış ve yıkanmış-kurutulmuş kombinasyonları için atkı ve çözgü yönünde yırtılma mukavemeti sonuçları görülmektedir. Bu grafiklere göre, ön ve arka yüzeye eşit AF oranlarında

köpük aplikasyonu ile yapılan güç tutuşurluk işlemlerinin, kumaşların yırtılma dayanımlarını daha az düşürdüğü sonucuna varılmıştır.

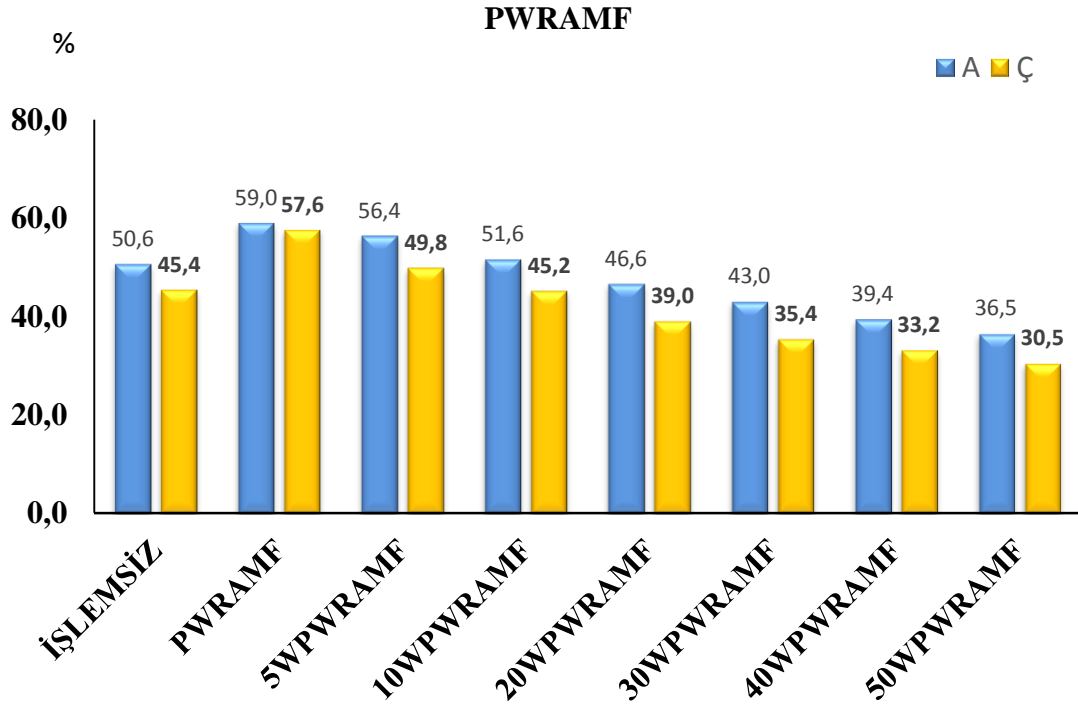


Şekil 4.25. Yıkanmamış AMFWR1F ve yıkanmış-kurutulmuş AMFWR1F kumaşı için atkı ve çözgü yönünde yırtılma mukavemeti sonuçları



Şekil 4.26. Yıkanmamış AMFWR2F ve yıkanmış-kurutulmuş AMFWR2F kumaşı için atkı ve çözgü yönünde yırtılma mukavemeti sonuçları

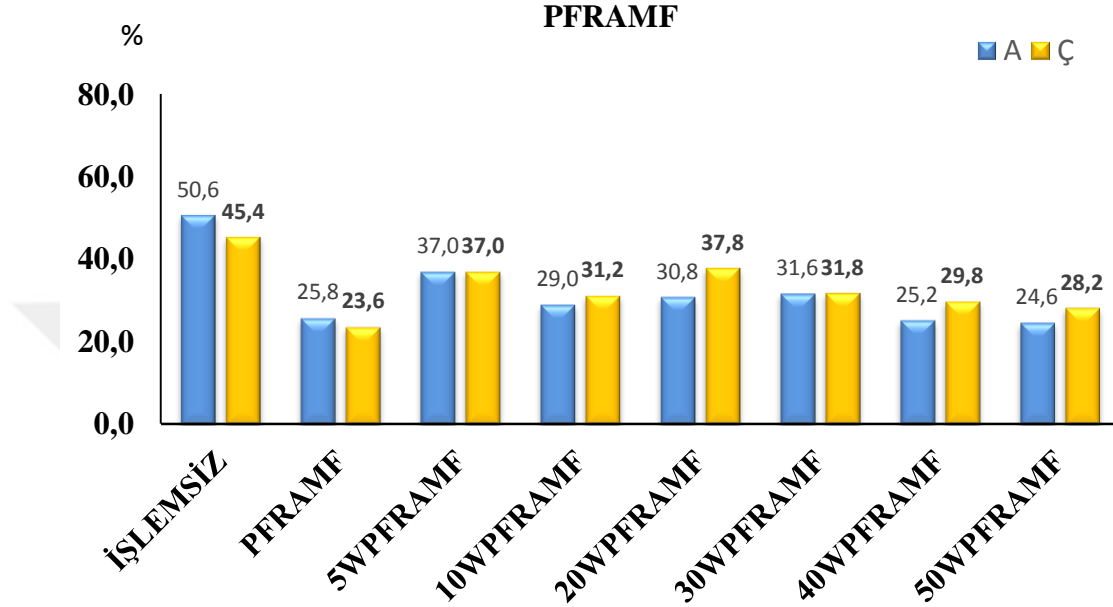
Şekil 4.25 ve Şekil 4.26'da sırasıyla sadece köpük aplikasyonu yöntemi ile önce antibakteriyellik daha sonra su iticilik aktarılan AMFWR1F ve AMFWR2F kumaşlarının yıkanmamış ve yıkanmış-kurutulmuş kombinasyonları için atkı ve çözgü yönünde yırtılma mukavemeti sonuçları görülmektedir. Bu grafiklere göre, yapılan köpük aplikasyonu işlemleri sonucu, yırtılma dayanımlarında artış meydana gelmiş ve bu artışta yıkama ve kurutma sayısı arttıkça azalma görülmüştür. Sadece köpük aplikasyonu ile antibakteriyellik uygulaması yapılan AMF kumaşının yırtılma dayanımı düşerken, daha sonra ön yüze köpük aplikasyonu ile su iticilik işlemi eklenen AMFWR1F veya AMFWR2F kumaşlarında, su iticilik işleminde kullanılan parafin yağlardan dolayı, hareket kabiliyeti arttığından, bu kombinasyonda WR işleminin multifonksiyonellikte olumlu sinerjistik etkisi görülmüştür.



Şekil 4.27. Yıkanmamış PWRAMF ve yıkanmış-kurutulmuş PWRAMF kumaşı için atkı ve çözgü yönünde yırtılma mukavemeti sonuçları

Şekil 4.27'de yıkanmamış PWRAMF ve yıkanmış-kurutulmuş PWRAMF kumaşı için atkı ve çözgü yönünde yırtılma mukavemeti sonuçları görülmektedir. Bu grafiğe göre, önce emdirme işlemi ile su iticilik işlemine tabi tutulup, daha sonra arka yüzeyine köpük aplikasyonu ile antibakteriyellik işlemi uygulanan kumaşın yırtılma dayanımı değerlerinde artış meydana gelmiştir. Bu artışın sebebi, WR kombinasyonlarında

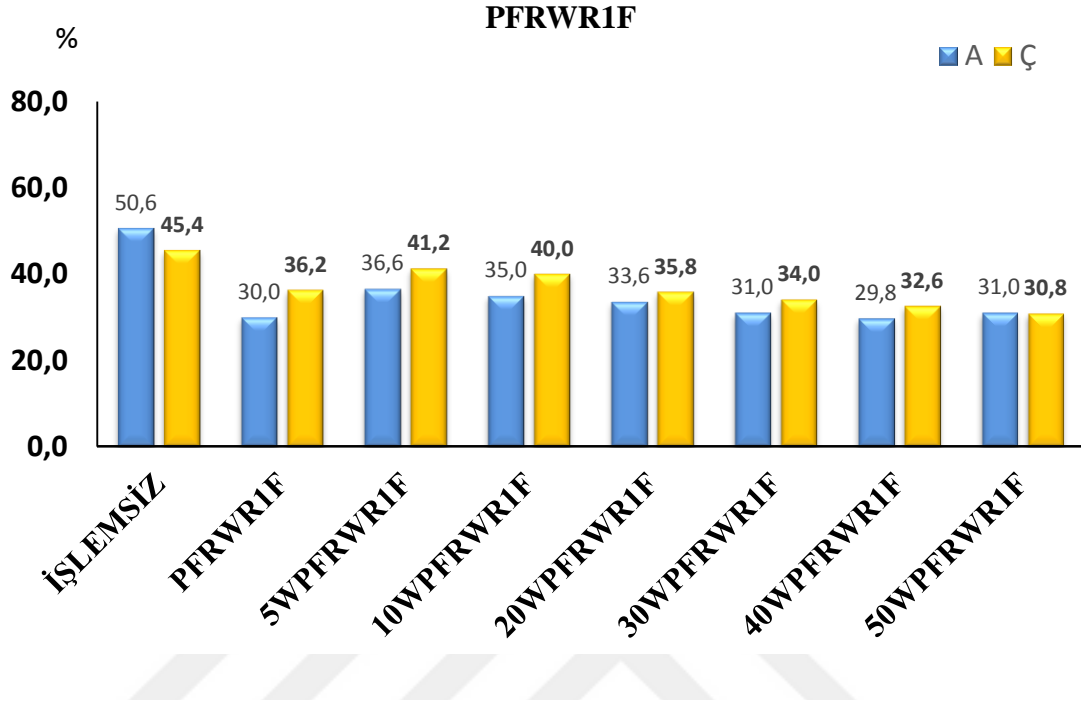
kullanılan parafin yağlardan kaynaklandığı düşünülmektedir. Bu artışın yüksek derecede olması, emdirme işleminde kullanılan AF oranlarının yüksek olmasından kaynaklanmaktadır. Yıkama ve kurutma sayısı arttıkça, yırtılma dayanımlarında azalma meydana gelmiştir.



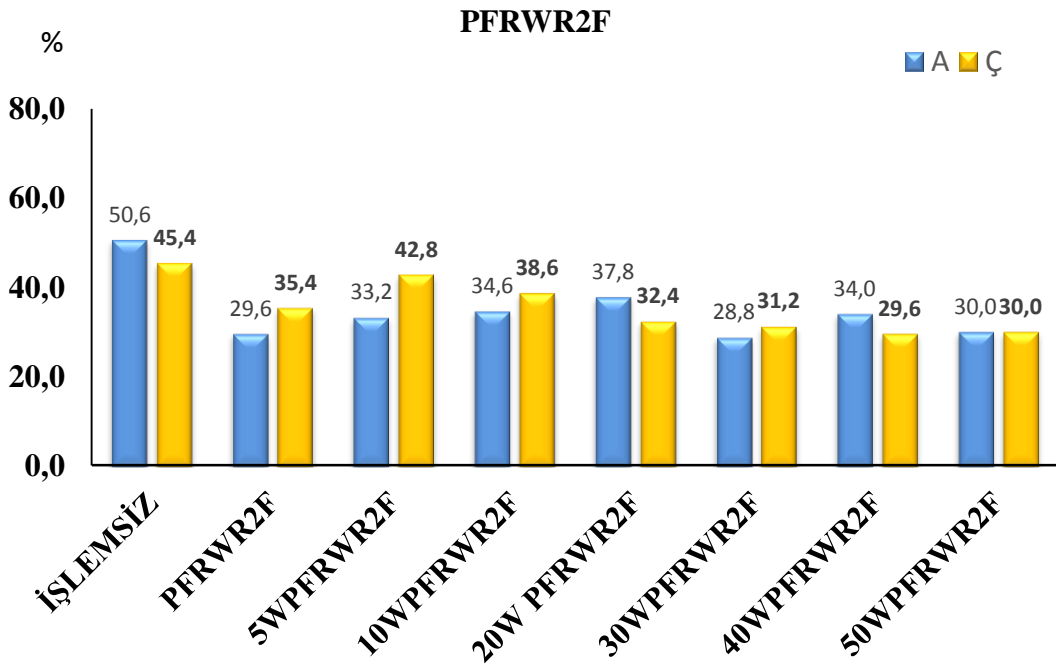
Şekil 4.28. Yıkanmamış PFRAMF ve yıkanmış-kurutulmuş PFRAMF kumaşı için atkı ve çözgü yönünde yırtılma mukavemeti sonuçları

Şekil 4.28’de yıkanmamış PFRAMF ve yıkanmış-kurutulmuş PFRAMF kumaşı için atkı ve çözgü yönünde yırtılma mukavemeti sonuçları verilmiştir. Şekil 4.20’de daha önce belirtildiği üzere, emdirme yöntemine göre verilen güç tutuşurluk işleminin kumaşa diri ve sert bir tuşe kazandırmasından ve çapraz bağlayıcı maddeden dolayı pamuklu kumaşın yırtılma dayanımlarında büyük oranda azalma meydana getirdiği belirtilmiştir. Bu grafiğe göre, emdirme yöntemi ile güç tutuşurluk işlemi uygulanmış, ardından köpük aplikasyonu ile antibakteriyellik işlemi uygulanmış PFRAMF kumaşının yırtılma dayanımında önemli oranda düşüş meydana gelmiştir. Bu düşüşün yüksek derecede olmasının sebebi, hem güç tutuşurluk işleminde kullanılan çapraz bağlayıcı maddeye hem de antibakteriyel kimyasalının içinde yer alan çapraz bağlayıcı maddelere bağlanmıştır. Güç tutuşurluk işlemi sonrası köpük aplikasyonu ile yapılan antibakteriyel işlemin ardından yırtılma mukavemetleri daha da olumsuz etkilenmiştir. Yapılan ilk yıkama ve kurutmalarda kumaş tuşesindeki sert ve diri yapı azaldığından, yırtılma dayanımlarında bir miktar artış görülürken, 40 ve 50 yıkama-kurutma sayılarına

ulaşıldığında, yıkama ve kurutma işlemleri sırasında kumaş mekanik etkilere fazlasıyla maruz kaldığı için yırtılma dayanımlarında düşüş gözlenmiştir.

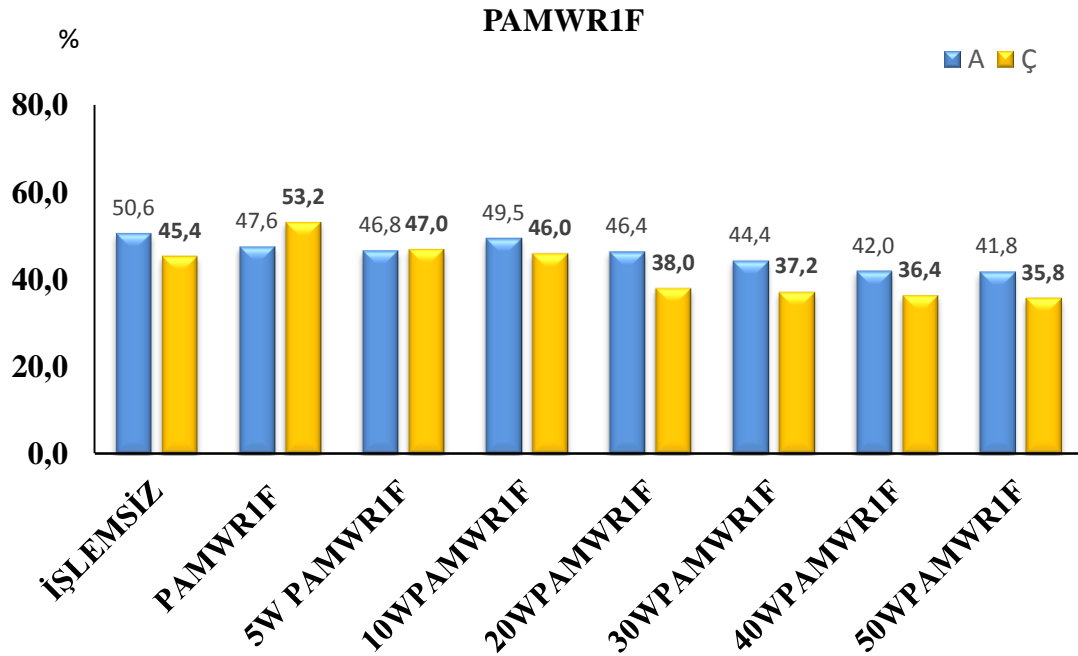


Şekil 4.29. Yıkanmamış PFRWR1F ve yıkanmış-kurutulmuş PFRWR1F kumaşı için atkı ve çözgü yönünde yırtılma mukavemeti sonuçları

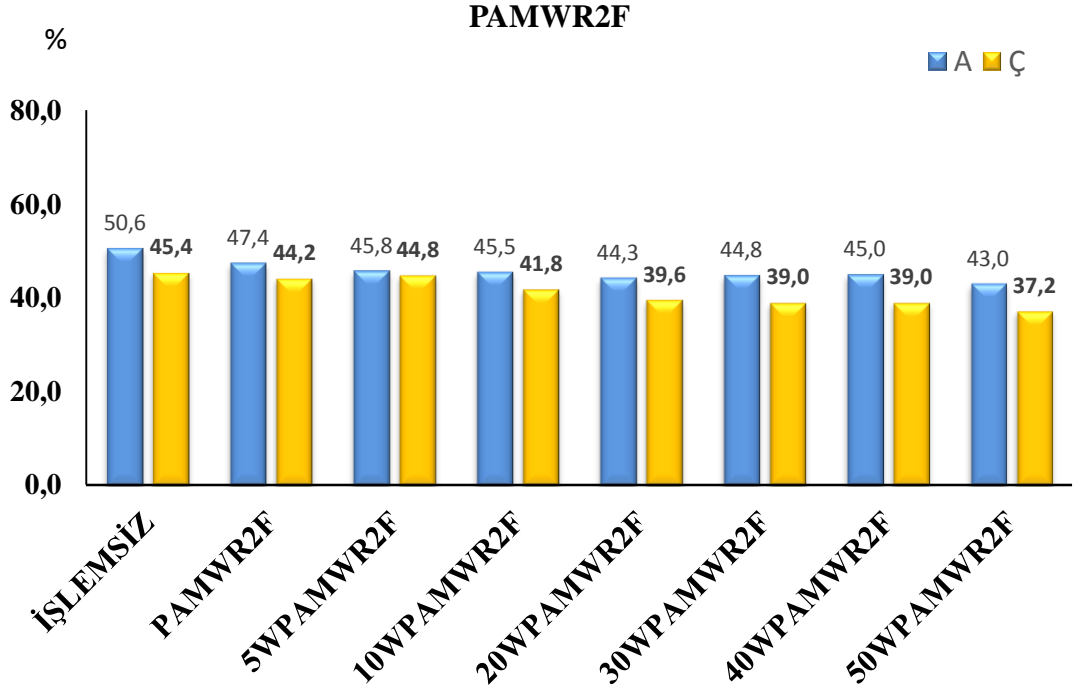


Şekil 4.30. Yıkanmamış PFRWR2F ve yıkanmış-kurutulmuş PFRWR2F kumaşı için atkı ve çözgü yönünde yırtılma mukavemeti

Şekil 4.29 ve Şekil 4.30'da sırasıyla, PFRWR1F ve PFRWR2F kumaşlarının yıkanmamış ve yıkanmış-kurutulmuş kombinasyonları için atkı ve çözgü yönünde yırtılma mukavemeti sonuçları yer almaktadır. Bu grafiğe göre, emdirme işlemi ile güç tutuşurluk işlemi uygulanan ardından köpük aplikasyonu ile su iticilik işlemi uygulanan PFRWR1F ve PFRWR2F kumaşları, işlem görmemiş numuneye kıyasla, daha az yırtılma dayanımına sahip olduğu görülmüştür. Fakat sadece emdirme yöntemine göre FR işlemi uygulanmış PFR kumaşına göre, yırtılma dayanımlarının çok daha yüksek olduğu görülmüştür. Bu durum su iticilik işleminin multifonksiyonellikte oluşturduğu olumlu sinerjistik etkilerden kaynaklanmaktadır.

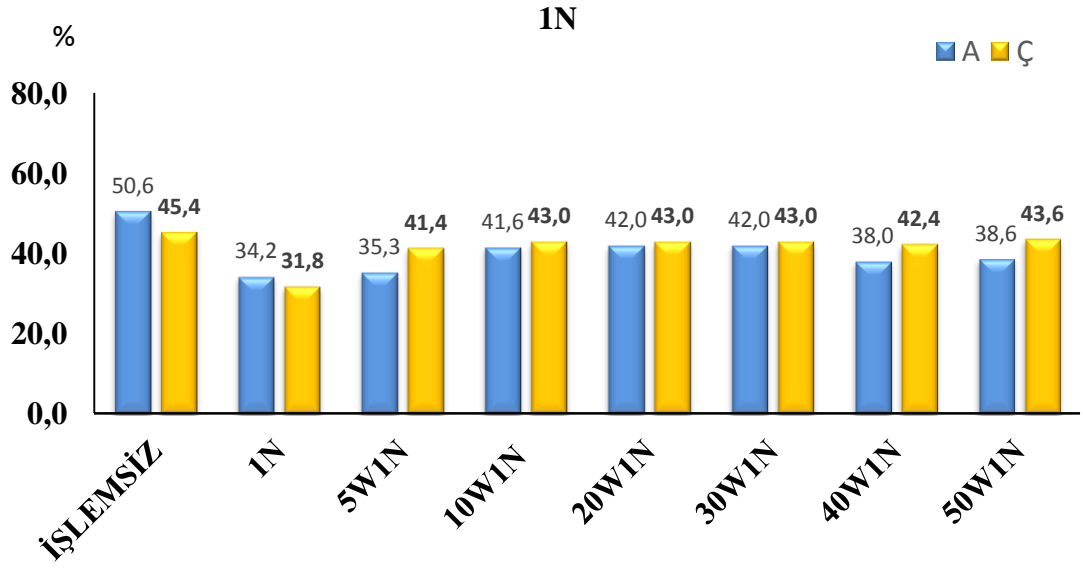


Şekil 4.31. Yıkanmamış PAMWR1F ve yıkanmış-kurutulmuş PAMWR1F kumaşı için atkı ve çözgü yönünde yırtılma mukavemeti sonuçları

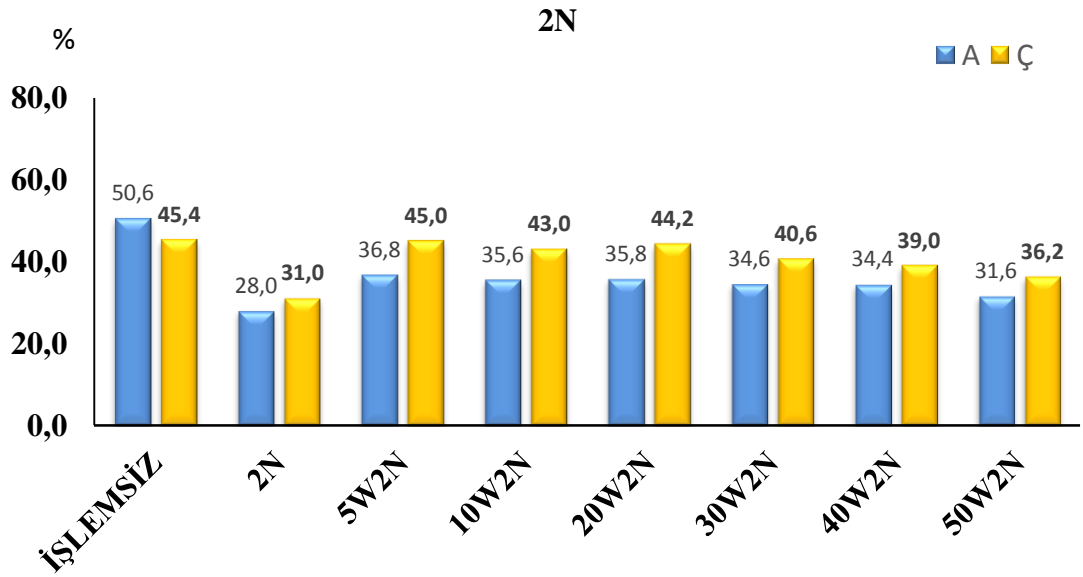


Şekil 4.32. Yıkanmamış PAMWR2F ve yıkanmış-kurutulmuş PAMWR2F kumaşı için atkı ve çözgü yönünde yırtılma mukavemeti sonuçları

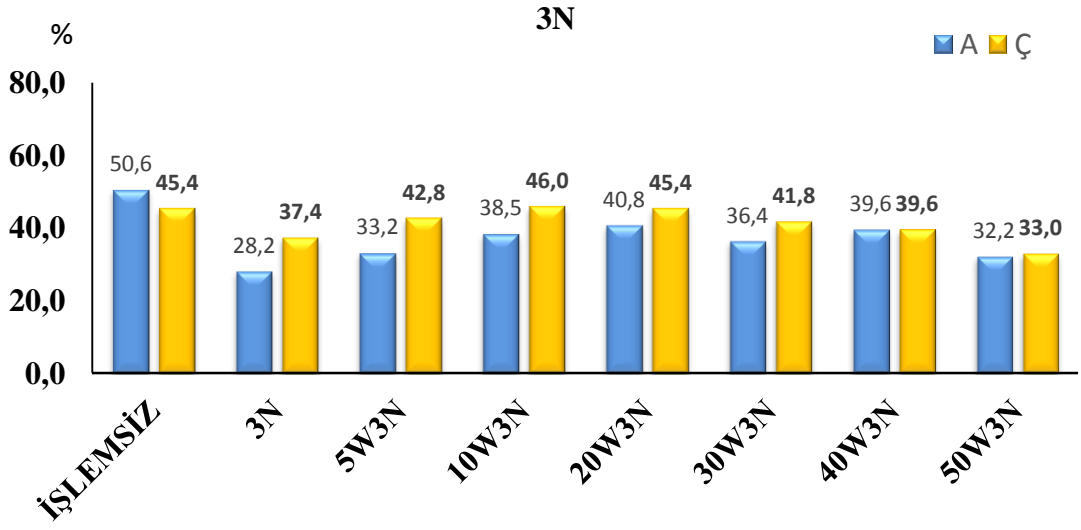
Şekil 4.31 ve Şekil 4.32’de sırasıyla PAMWR2F ve PAMWR1F kumaşlarının yıkanmamış ve yıkanmış-kurutulmuş kombinasyonları için atkı ve çözgü yönünde yırtılma mukavemeti sonuçları yer almaktadır. Bu grafiğe göre emdirme yöntemine göre antibakteriyellik işlemi uygulamasından sonra köpük aplikasyonu ile su iticilik işlemi uygulanmış, PAMWR1F ve PAMWR2F kumaşlarındaki yırtılma dayanımlarındaki azalış oldukça azdır. Sadece antibakteriyel fonksiyonelliğin emdirme yöntemine göre uygulandığı PAM kumaşında yırtılma dayanımında meydana gelen azalışı göz önünde bulundurulsa, köpük aplikasyonu ile uygulanan WR işleminin yırtılma dayanımını arttırmada etkili olduğu sonucuna varılabilmektedir. 50 yıkama 50 kurutma sonrasında dahi yırtılma dayanımları atkı yönünde % 41 ve % 43 civarında kalmıştır.



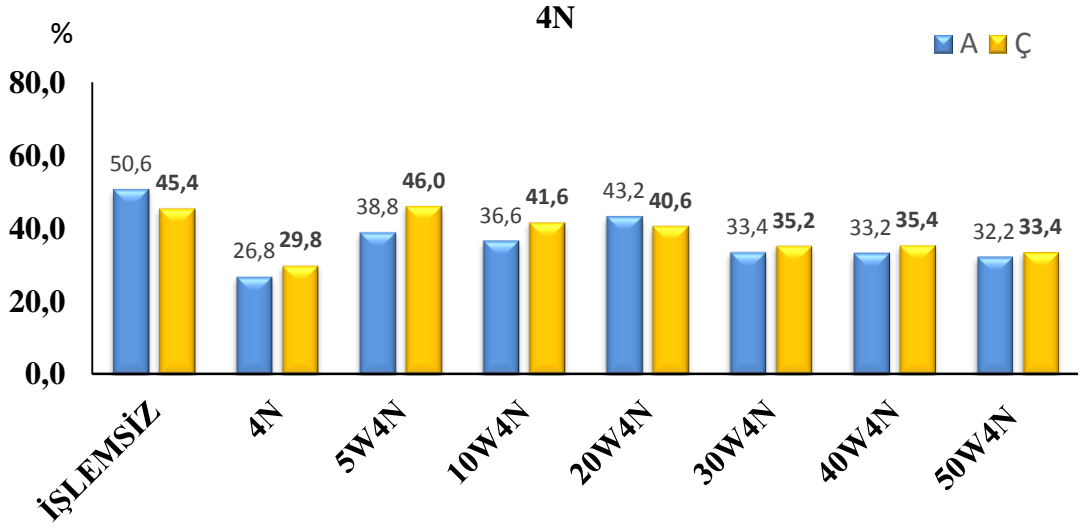
Şekil 4.33. Yıkanmamış 1N ve yıkanmış-kurutulmuş 1N kumaşı için atkı ve çözgü yönünde yırtılma mukavemeti sonuçları



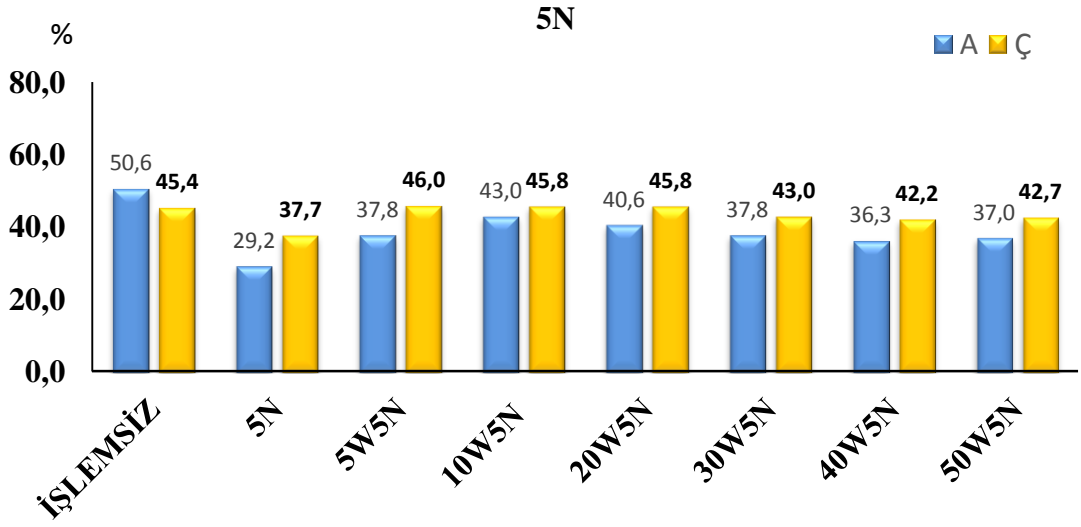
Şekil 4.34. Yıkanmamış 2N ve yıkanmış-kurutulmuş 2N kumaşı için atkı ve çözgü yönünde yırtılma mukavemeti sonuçları



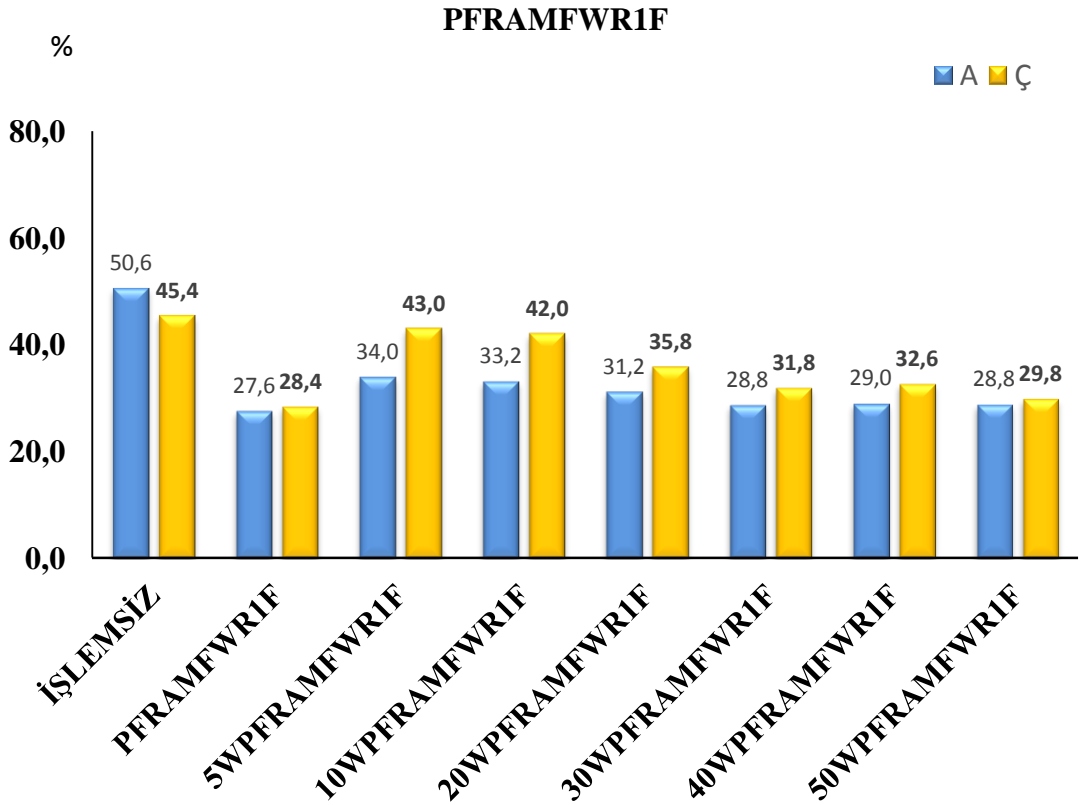
Şekil 4.35. Yıkanmamış 3N ve yıkanmış-kurutulmuş 3N kumaşı için atkı ve çözgü yönünde yırtılma mukavemeti sonuçları



Şekil 4.36. Yıkanmamış 4N ve yıkanmış-kurutulmuş 4N kumaşı için atkı ve çözgü yönünde yırtılma mukavemeti sonuçları



Şekil 4.37. Yıkanmamış 5N ve yıkanmış-kurutulmuş 5N kumaşı için atkı ve çözgü yönünde yırtılma mukavemeti sonuçları



Şekil 4.38. Yıkanmamış PFRAMFWR1F ve yıkanmış-kurutulmuş PFRAMFWR1F kumaşı için atkı ve çözgü yönünde yırtılma mukavemeti sonuçları

Şekil 4.33'ten Şekil 4.38'e kadar olan grafiklerde sırasıyla 1N, 2N, 3N, 4N, 5N ve PFRAMFWR1F kumaşların yıkanmamış ve yıkanmış-kurutulmuş kombinasyonları için atkı ve çözgü yönünde yırtılma dayanımları verilmiştir. Yırtılma dayanımları genel olarak yıkanmamış kombinasyonların hepsinde düşüş göstermiştir. Bu düşüşün nedeni, FR ve AM işlemleri sırasında kullanılan çapraz bağlayıcı maddelere bağlamıştır. Yıkama ve kurutma sayısı arttıkça, yırtılma dayanımlarında önce iyileşme meydana gelmiş daha sonra 40 veya 50 yıkamaya yaklaştıkça yırtılma dayanımlarında giderek düşüş gözlemlenmiştir. Fakat üçlü fonksiyonellikleri içeren multifonksiyonel kombinasyonların içinde 50 yıkama ve 50 kurutma sonrasında en düşük değere sahip olan kombinasyon PFRAMFWR1F kumaşı olurken, en yüksek değeri 5N kumaşı göstermiştir. Bu durumun, emdirme işlemi ile kimyasal madde aktarımı sonrası lifler arasında kimyasal artıkların birikmesinden dolayı, kimyasalın etkin biçimde kullanılmamasından, buna karşılık köpük aplikasyonu ile uygulanan kimyasalların kumaşın her yerine düzgün bir şekilde nüfuz etmesinden ve homojen etkin bir aplikasyon yöntemi olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

4.7. Renk Ölçümü Sonuçları

Çizelge 23'ten Çizelge 71'e kadar işlem görmemiş, işlem görmüş, yıkanmış-kurutulmuş kombinasyonların ön ve arka yüzleri için ayrı ayrı olmak üzere CIELAB değerleri, sarılık indeksleri ve ΔE değerleri yer almaktadır.

Çizelge 4.24. İşlem görmemiş kumaşın ön ve arka yüzünün CIELAB değerleri, sarılık indeksleri ve ΔE değerleri

Numune	L*	a*	b*	SARILIK İNDEKSİ YI-1925D	ΔE
İşlemsiz arka yüz	58,82	3,82	15,22	43,16	
İşlemsiz ön yüz	56,89	3,91	15,19	44,22	1,93

Çizelge 4.25. PFR kumaşın arka yüzünün CIELAB değerleri, sarılık indeksleri ve ΔE değerleri

Numune ARKA YÜZ	L*	a*	b*	SARILIK İNDEKSİ YI-1925D	ΔE
PFR	59,55	3,04	14,38	40,00	1,35
5WPFR	60,68	3,02	13,76	38,06	2,49
10WPFR	61,09	2,97	13,54	37,34	2,94
20WPFR	61,62	2,94	13,20	36,29	3,56
30WPFR	61,88	2,73	13,27	36,11	3,78
40WPFR	61,99	2,80	13,11	35,67	3,94
50WPFR	62,80	2,83	12,87	34,95	4,72

Çizelge 4.26. PFR kumaşın ön yüzünün CIELAB değerleri, sarılık indeksleri ve ΔE değerleri

Numune ÖN YÜZ	L*	a*	b*	SARILIK İNDEKSİ YI-1925D	ΔE
PFR	60,96	2,93	14,22	38,85	4,29
5WPFR	61,58	2,96	13,97	38,07	4,93
10WPFR	62,07	2,94	13,74	37,33	5,46
20WPFR	62,41	2,73	13,70	36,85	5,83
30WPFR	62,90	2,88	13,30	35,92	6,38
40WPFR	63,38	2,82	13,02	35,03	6,92
50WPFR	64,03	2,77	12,87	34,40	7,59

Çizelge 4.27. CPF1 kumaşın ön yüzünün CIELAB değerleri, sarılık indeksleri ve ΔE değerleri

Numune ÖN YÜZ	L*	a*	b*	SARILIK İNDEKSİ YI-1925D	ΔE
CPF1	59,09	2,98	15,22	42,03	2,38
5WCPF1	59,45	3,00	14,66	40,62	2,76
10WCPF1	59,93	3,06	14,63	40,42	3,20
20WCPF1	60,54	2,99	14,10	38,86	3,91
30WCPF1	61,24	2,93	13,90	38,03	4,64
40WCPF1	61,42	2,92	13,74	37,58	4,85
50WCPF1	61,78	2,85	13,82	37,52	5,18

Çizelge 4.28. CPF1 kumaşın arka yüzünün CIELAB değerleri, sarılık indeksleri ve ΔE değerleri

Numune ARKA YÜZ	L*	a*	b*	SARILIK İNDEKSİ YI-1925D	ΔE
CPF1	57,43	3,14	15,32	43,30	1,55
5WCPF1	58,01	3,02	14,60	41,24	1,29
10WCPF1	58,18	3,13	14,62	41,30	1,11
20WCPF1	59,19	3,00	14,10	39,51	1,43
30WCPF1	59,77	2,92	13,87	38,61	1,88
40WCPF1	59,85	2,92	13,66	38,09	2,07
50WCPF1	60,35	2,87	13,73	37,98	2,33

Çizelge 4.29. CPF2 kumaşın ön yüzünün CIELAB değerleri, sarılık indeksleri ve ΔE değerleri

Numune ÖN YÜZ	L*	a*	b*	SARILIK İNDEKSİ YI-1925D	ΔE
CPF2	58,92	2,98	15,29	42,28	2,23
5WCPF2	59,35	2,99	14,8	40,99	2,65
10WCPF2	59,56	3,10	14,69	40,78	2,83
20WCPF2	59,71	3,04	14,69	40,62	2,99
30WCPF2	60,92	2,97	14,08	38,62	4,28
40WCPF2	60,92	3,01	14,11	38,74	4,26
50WCPF2	61,41	2,94	13,85	37,86	4,81

Çizelge 4.30. CPF2 kumaşın arka yüzünün CIELAB değerleri, sarılık indeksleri ve ΔE değerleri

Numune ARKA YÜZ	L*	a*	b*	SARILIK İNDEKSİ YI-1925D	ΔE
CPF2	57,18	3,27	15,52	44,04	1,75
5WCPF2	58,00	3,09	14,72	41,58	1,20
10WCPF2	57,97	3,16	14,61	41,43	1,23
20WCPF2	58,53	3,13	14,57	41,03	0,99
30WCPF2	59,34	3,00	13,99	39,18	1,56
40WCPF2	59,56	3,03	13,97	39,08	1,65
50WCPF2	60,11	2,96	13,77	38,29	2,12

Çizelge 4.31. CPF3 kumaşın ön yüzünün CIELAB değerleri, sarılık indeksleri ve ΔE değerleri

Numune ÖN YÜZ	L*	a*	b*	SARILIK İNDEKSİ YI-1925D	ΔE
CPF3	59,00	2,97	14,69	40,88	2,36
5WCPF3	60,08	3,00	14,29	39,52	3,43
10WCPF3	60,20	3,03	14,28	39,45	3,54
20WCPF3	60,86	2,97	13,91	38,26	4,27
30WCPF3	61,53	2,93	13,62	37,28	4,99
40WCPF3	61,50	2,89	13,52	37,01	5,00
50WCPF3	62,21	2,83	13,35	36,28	5,73

Çizelge 4.32. CPF3 kumaşın arka yüzünün CIELAB değerleri, sarılık indeksleri ve ΔE değerleri

Numune ARKA YÜZ	L*	a*	b*	SARILIK İNDEKSİ YI-1925D	ΔE
CPF3	57,91	3,07	14,69	41,54	1,29
5WCPF3	58,64	3,02	14,06	39,69	1,43
10WCPF3	59,12	3,04	14,09	39,56	1,40
20WCPF3	59,54	2,98	13,73	38,47	1,85
30WCPF3	60,28	2,95	13,49	37,56	2,42
40WCPF3	60,50	2,91	13,36	37,11	2,66
50WCPF3	60,87	2,89	13,26	36,72	2,98

Çizelge 4.33. CPF4 kumaşın ön yüzünün CIELAB değerleri, sarılık indeksleri ve ΔE değerleri

Numune ÖN YÜZ	L*	a*	b*	SARILIK İNDEKSİ YI-1925D	ΔE
CPF4	59,13	2,94	15,16	41,84	2,44
5WCPF4	59,72	2,98	14,72	40,62	3,01
10WCPF4	60,05	3,00	14,56	40,13	3,34
20WCPF4	60,54	3,00	14,34	39,40	3,85
30WCPF4	60,90	2,93	14,04	38,50	4,28
40WCPF4	61,20	2,96	13,99	38,28	4,57
50WCPF4	61,78	2,90	13,68	37,26	5,21

Çizelge 4.34. CPF4 kumaşın arka yüzünün CIELAB değerleri, sarılık indeksleri ve ΔE değerleri

Numune ARKA YÜZ	L*	a*	b*	SARILIK İNDEKSİ YI-1925D	ΔE
CPF4	57,77	3,04	15,06	42,41	1,31
5WCPF4	58,54	2,99	14,53	40,77	1,11
10WCPF4	58,66	3,06	14,41	40,52	1,12
20WCPF4	59,25	2,99	14,15	39,57	1,42
30WCPF4	59,99	2,92	13,85	38,46	2,01
40WCPF4	59,99	2,96	13,85	38,52	1,99
50WCPF4	60,48	2,93	13,53	37,53	2,53

Güç tutuşurluk (FR) işlemi içeren PFR, CPF1, CPF2, CPF3 ve CPF4 kumaş renk değerlerini içeren çizelgeler (Çizelge 4.24-Çizelge 4.34) incelendiğinde, yıkama ve kurutma sayısı arttıkça, hepsinin ΔE değerlerinde artış ve sarılık indekslerinde düşüş görülmüştür. Buna karşılık en yüksek ΔE değerinin emdirme yöntemiyle güç tutuşurluk işlemi yapılan kumaşın 50 yıkama 50 kurutma işleminden geçmiş kombinasyonuna ait olduğu görülmüştür. Köpük aplikasyonu ile FR uygulaması yapılan CPF1, CPF2, CPF3 ve CPF4 kumaşların ise ΔE değerleri daha düşük kalmıştır. En düşük ΔE değerinin ise köpük aplikasyonu ile tek yüze güç tutuşurluk uygulaması yapılan ve 50 yıkama 50 kurutma işleminden geçen 50WCPF2 kumaşına ait olduğu görülmüştür. CPF2 kumaşının arka yüzüne herhangi kimyasal aktarımı olmadığından, renk farklılığı belirgin olarak ortaya çıkmamıştır. Çift yüzeye köpük aplikasyonu ile FR uygulaması yapılan kumaşların hem yıkanmamış kombinasyonları hem de yıkanmış-kurutulmuş kombinasyonlarının ΔE değerlerinin emdirme yöntemine göre güç tutuşurluk uygulaması yapılan kumaştan çok daha az olduğu görülmüştür. Bunun sebebi, köpük aplikasyonu ile homojen ve düzgün bir kimyasal madde aktarımı olurken, emdirme işleminde liflerin birleştiği bazı noktalarda kimyasal maddelerin topaklanıp, birikmesinden kaynaklandığı ve bu nedenle emdirme yöntemine göre uygulaması yapılan kumaşlarda oluşan renk farklılıklarının daha fazla olduğu düşünülmektedir.

Çizelge 4.35. PAM kumaşın ön yüzünün CIELAB değerleri, sarılık indeksleri ve ΔE değerleri

Numune ÖN YÜZ	L*	a*	b*	SARILIK İNDEKSİ YI-1925D	ΔE
PAM	57,92	4,02	15,27	43,98	1,03
5WPAM	57,48	3,80	14,69	42,63	0,78
10WPAM	59,83	3,31	14,10	39,56	3,19
20WPAM	60,57	3,23	13,58	37,95	4,07
30WPAM	60,94	3,24	13,35	37,28	4,49
40WPAM	61,10	3,25	13,20	36,99	4,70
50WPAM	61,89	3,33	13,15	36,63	5,43

Çizelge 4.36. PAM kumaşın arka yüzünün CIELAB değerleri, sarılık indeksleri ve ΔE değerleri

Numune ARKA YÜZ	L*	a*	b*	SARILIK İNDEKSİ YI-1925D	ΔE
PAM	56,57	4,11	15,17	44,57	2,26
5WPAM	56,55	3,79	14,58	42,84	2,35
10WPAM	58,79	3,28	13,91	39,58	1,41
20WPAM	59,50	3,23	13,44	38,11	1,99
30WPAM	59,90	3,27	13,32	37,69	2,25
40WPAM	60,03	3,28	13,21	37,28	2,40
50WPAM	60,69	3,32	13,13	36,99	2,84

Çizelge 4.37. AMF kumaşın ön yüzünün CIELAB değerleri, sarılık indeksleri ve ΔE değerleri

Numune ÖN YÜZ	L*	a*	b*	SARILIK İNDEKSİ YI-1925D	ΔE
AMF	57,91	4,25	15,23	44,18	1,07
5WAMF	57,95	3,76	14,61	42,17	1,21
10WAMF	58,36	3,52	14,23	41,54	1,79
20WAMF	59,73	3,46	14,08	39,59	3,08
30WAMF	60,35	3,38	13,93	38,56	3,72
40WAMF	61,03	3,30	13,67	37,59	4,45
50WAMF	61,34	3,27	13,03	36,17	4,98

Çizelge 4.38. AMF kumaşın arka yüzünün CIELAB değerleri, sarılık indeksleri ve ΔE değerleri

Numune ARKA YÜZ	L*	a*	b*	SARILIK İNDEKSİ YI-1925D	ΔE
AMF	55,80	4,17	15,22	45,21	3,04
5WP AMF	56,11	3,78	14,57	43,05	1,00
10W AMF	58,14	3,40	14,02	40,29	1,44
20W AMF	58,43	3,39	13,89	39,99	1,45
30W AMF	58,88	3,38	13,67	38,76	1,61
40W AMF	59,45	3,37	13,35	37,54	2,02
50W AMF	59,95	3,36	13,15	37,41	2,40

Antibakteriyellik (AM) işlemi içeren, PAM ve AMF kumaş renk değerlerini içeren çizelgeler (Çizelge 4.35-Çizelge 4.38) incelendiğinde, en yüksek ΔE değerinin emdirme yöntemine göre antibakteriyellik işlemi uygulanan PAM kumaşına ait olduğu görülmüştür. Yıkama ve kurutma sayısı arttıkça sarılık indekslerinde azalma meydana gelmiştir. Yıkanmamış AMF kumaşının arka yüzü ise PAM kumaşının arka yüzüne oranla ΔE değeri daha fazla çıkmıştır. Yıkama ve kurutma sayısı arttıkça, ΔE değerlerinde düşüş gözlemlenmiştir. AMF kumaşında antibakteriyellik işlemi için gerekli kimyasallar kumaşın sadece arka yüzüne verilmesinden dolayı AMF kumaşının ΔE değerinin fazla çıktığı ve yıkama-kurutma sayısı arttıkça, sadece tek bir yüzeyde bulunan kimyasallar az da olsa kumaştan uzaklaştığı için, böyle bir sonucun ortaya çıktığı düşünülmektedir.

Çizelge 4.39. PWR kumaşın ön yüzünün CIELAB değerleri, sarılık indeksleri ve ΔE değerleri

Numune ÖN YÜZ	L*	a*	b*	SARILIK İNDEKSİ YI-1925D	ΔE
PWR	56,14	3,93	16,17	46,87	1,23
5WPWR	55,77	3,79	15,58	45,57	1,98
10WPWR	55,72	3,86	15,46	45,42	1,20
20WPWR	56,64	3,68	14,87	43,33	0,46
30WPWR	57,60	3,61	14,45	41,79	1,06
40WPWR	57,81	3,61	14,30	41,35	1,31
50WPWR	57,93	3,62	14,38	40,13	1,34

Çizelge 4.40. PWR kumaşın arka yüzünün CIELAB değerleri, sarılık indeksleri ve ΔE değerleri

Numune ARKA YÜZ	L*	a*	b*	SARILIK İNDEKSİ YI-1925D	ΔE
PWR	54,76	4,03	16,03	47,47	4,14
5WPPWR	54,75	3,78	15,44	45,81	4,07
10WPWR	54,83	3,77	15,14	45,06	3,99
20WPWR	55,67	3,62	14,61	43,17	3,21
30WPWR	56,60	3,56	14,28	41,87	2,42
40WPWR	56,87	3,53	14,10	41,26	2,26
50WPWR	56,99	3,48	13,99	40,26	2,23

Çizelge 4.41. WR1F kumaşın ön yüzünün CIELAB değerleri, sarılık indeksleri ve ΔE değerleri

Numune ÖN YÜZ	L*	a*	b*	SARILIK İNDEKSİ YI-1925D	ΔE
WR1F	57,57	3,81	15,41	44,23	0,72
5WWR1F	57,90	3,67	15,08	43,14	1,04
10WWR1F	57,75	3,73	14,90	42,88	0,92
20WWR1F	58,89	3,60	14,33	40,86	2,19
30WWR1F	59,35	3,55	14,12	40,10	2,70
40WWR1F	59,83	3,50	13,86	39,24	3,25
50WWR1F	60,10	3,46	13,01	37,65	3,90

Çizelge 4.42. WR1F kumaşın arka yüzünün CIELAB değerleri, sarılık indeksleri ve ΔE değerleri

Numune ARKA YÜZ	L*	a*	b*	SARILIK İNDEKSİ YI-1925D	ΔE
WR1F	57, 28	3,52	14,60	42,84	1,68
5WWR1F	57,49	3,55	14,50	41,89	1,53
10WWR1F	57,57	3,57	14,40	41,64	1,51
20WWR1F	58,30	3,48	14,00	40,26	1,36
30WWR1F	58,93	3,40	13,73	39,25	1,55
40WWR1F	59,41	3,38	13,51	38,49	1,86
50WWR1F	59,85	3,36	13,31	37,50	2,21

Çizelge 4.43. WR2F kumaşın ön yüzünün CIELAB değerleri, sarılık indeksleri ve ΔE değerleri

Numune ÖN YÜZ	L*	a*	b*	SARILIK İNDEKSİ YI-1925D	ΔE
WR2F	57,35	3,78	14,93	43,21	0,54
5WWR2F	57,09	3,58	14,56	42,28	0,73
10WWR2F	57,60	3,57	14,50	41,86	1,04
20WWR2F	58,34	3,64	14,43	41,40	1,65
30WWR2F	58,85	3,78	14,21	40,86	1,96
40WWR2F	59,10	3,87	14,03	39,51	2,49
50WWR2F	59,54	3,96	13,89	39,16	2,95

Çizelge 4.44. WR2F kumaşın arka yüzünün CIELAB değerleri, sarılık indeksleri ve ΔE değerleri

Numune ARKA YÜZ	L*	a*	b*	SARILIK İNDEKSİ YI-1925D	ΔE
WR2F	57,81	3,59	14,50	41,26	1,33
5WPWR2F	57,99	3,52	14,29	40,75	1,28
10WWR2F	58,12	3,45	14,01	40,69	1,44
20WWR2F	58,32	3,43	13,79	39,71	1,56
30WWR2F	59,15	3,41	13,62	38,89	1,68
40WWR2F	59,79	3,38	13,48	37,78	2,04
50WWR2F	59,99	3,35	13,29	37,20	2,30

Su iticilik (WR) işlemi içeren PWR, WR1F ve WR2F kumaşlarının renk ölçüm sonuçları incelendiğinde (Çizelge 4.39- Çizelge 4.44) en yüksek sarılık indeksine ve en yüksek ΔE değerine emdirmeye yöntemine göre WR işlemi yapılmış PWR kumaşına ait olduğu görülmüştür. Yıkama ve kurutma sayısı arttıkça PWR kumaşında ilk ΔE farkı fazla olduğu için, giderek azalma meydana gelmiştir. WR1F ve WR2F kumaşlarında ise köpük uygulaması düzgün ve homojen bir kimyasal madde aktarımı yapıldığından ΔE farkları PWR kumaşında olduğu kadar belirgin olmamıştır.

Çizelge 4.45. PFRAMF kumaşın arka yüzünün CIELAB değerleri, sarılık indeksleri ve ΔE değerleri

Numune ARKA YÜZ	L*	a*	b*	SARILIK İNDEKSİ YI-1925D	ΔE
PFRAMF	60,07	3,02	14,42	39,83	3,39
5WPFRAMF	61,51	3,04	13,91	38,07	4,87
10WPFRAMF	62,01	3,00	13,56	37,02	5,44
20WPFRAMF	62,52	2,94	13,32	36,21	6,01
30WPFRAMF	63,07	2,86	13,13	35,46	6,59
40WPFRAMF	63,42	2,82	13,10	35,22	6,94
50WPFRAMF	64,08	2,74	12,88	34,36	7,64

Çizelge 4.46. PFRAMF kumaşın ön yüzünün CIELAB değerleri, sarılık indeksleri ve ΔE değerleri

Numune ÖN YÜZ	L*	a*	b*	SARILIK İNDEKSİ YI-1925D	ΔE
PFRAMF	59,04	3,12	14,42	40,43	1,08
5WPFRAMF	60,76	3,08	13,59	37,72	2,63
10WPFRAMF	61,12	3,02	13,36	37,22	3,06
20WPFRAMF	61,42	2,96	13,27	36,57	3,36
30WPFRAMF	61,76	2,91	13,19	36,18	3,68
40WPFRAMF	62,56	2,89	12,91	35,20	4,49
50WPFRAMF	62,77	2,81	12,86	34,92	4,71

Çizelge 4.47. PFRWR1F kumaşın ön yüzünün CIELAB değerleri, sarılık indeksleri ve ΔE değerleri

Numune ÖN YÜZ	L*	a*	b*	SARILIK İNDEKSİ YI-1925D	ΔE
PFRWR1F	59,41	3,06	15,15	41,81	2,65
5WPFRWR1F	60,56	3,09	14,68	40,24	3,79
10WPFRWR1F	61,00	2,93	14,12	38,62	4,35
20WPFRWR1F	62,43	2,92	13,69	37,02	5,82
30WPFRWR1F	62,30	2,81	13,68	36,94	5,72
40WPFRWR1F	62,36	2,67	13,45	36,25	5,87
50WPFRWR1F	63,13	2,45	13,23	35,96	6,70

Çizelge 4.48. PFRWR1F kumaşın arka yüzünün CIELAB değerleri, sarılık indeksleri ve ΔE değerleri

Numune ARKA YÜZ	L*	a*	b*	SARILIK İNDEKSİ YI-1925D	ΔE
PFRWR1F	58,76	3,14	14,62	41,04	0,90
5WPFRWR1F	60,37	3,07	14,05	38,92	2,08
10WPFRWR1F	61,01	2,88	13,65	37,52	2,85
20WPFRWR1F	61,75	2,79	13,25	36,19	3,67
30WPFRWR1F	61,70	2,65	12,94	36,29	3,85
40WPFRWR1F	61,61	2,81	13,34	36,49	3,51
50WPFRWR1F	61,38	2,56	12,89	35,30	3,68

Çizelge 4.49. PFRWR2F kumaşın ön yüzünün CIELAB değerleri, sarılık indeksleri ve ΔE değerleri

Numune ÖN YÜZ	L*	a*	b*	SARILIK İNDEKSİ YI-1925D	ΔE
PFRWR2F	59,11	3,07	14,25	39,94	2,55
5WPFRWR2F	60,53	3,00	14,18	39,05	3,88
10WPFRWR2F	61,05	2,93	13,94	38,21	4,45
20WPFRWR2F	61,73	2,78	13,41	36,56	5,27
30WPFRWR2F	62,58	2,66	13,04	35,23	6,20
40WPFRWR2F	62,76	2,62	12,87	34,74	6,44
50WPFRWR2F	62,92	2,58	12,53	34,65	6,72

Çizelge 4.50. PFRWR2F kumaşın arka yüzünün CIELAB değerleri, sarılık indeksleri ve ΔE değerleri

Numune ARKA YÜZ	L*	a*	b*	SARILIK İNDEKSİ YI-1925D	ΔE
PFRWR2F	59,60	2,99	14,62	40,45	1,28
5WPFRWR2F	60,21	2,95	13,75	38,17	2,20
10WPFRWR2F	60,59	2,89	13,53	37,43	2,61
20WPFRWR2F	61,49	2,75	12,95	35,58	3,66
30WPFRWR2F	62,12	2,62	12,74	34,71	4,29
40WPFRWR2F	62,25	2,53	12,67	34,39	4,46
50WPFRWR2F	62,58	2,26	12,52	33,02	4,88

İkili fonksiyonellikleri içeren PFRAMF, PFRWR1F ve PFRWR2F kumaşlarının renk ölçüm sonuçları incelendiğinde (Çizelge 4.45- Çizelge 4.50), yıkanmamış ve çift

fonksiyonellik aktarılan yüzeydeki ΔE değerlerinin daha fazla olduğu görülmüştür. Emdirme yöntemine göre kumaşın tamamına uygulanan güç tutuşurluk işlemi ardından, kumaşın arka yüzüne antibakteriyellik uygulaması yapılan PFRAMF kumaşının arka yüzü veya emdirme ile güç tutuşurluk işlemi ardından ön yüzüne su iticilik uygulaması yapılan PFRWR1F kumaşının ön yüzünde ΔE değerleri kendi içindeki diğer kombinasyonlara göre daha fazla çıkmıştır. Bu durumun, aynı yüzeye farklı fonksiyonelliklere ait birden fazla kimyasalın aktarılmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Çizelge 4.51. AMFWR1F kumaşın ön yüzünün CIELAB değerleri, sarılık indeksleri ve ΔE değerleri

Numune ÖN YÜZ	L*	a*	b*	SARILIK İNDEKSİ YI-1925D	ΔE
AMFWR1F	56,77	3,96	15,60	45,27	0,43
5WAMFWR1F	57,09	3,72	14,98	43,54	0,34
10WAMFWR1F	58,40	3,53	14,63	41,69	1,65
20WAMFWR1F	59,12	3,42	14,17	39,23	2,50
30WAMFWR1F	59,98	3,38	13,73	38,73	3,45
40WAMFWR1F	60,03	3,30	13,36	37,56	3,68
50WAMFWR1F	61,40	3,23	13,14	36,58	5,00

Çizelge 4.52. AMFWR1F kumaşın arka yüzünün CIELAB değerleri, sarılık indeksleri ve ΔE değerleri

Numune ARKA YÜZ	L*	a*	b*	SARILIK İNDEKSİ YI-1925D	ΔE
AMFWR1F	55,29	4,01	15,19	45,21	3,53
5WAMFWR1F	56,98	3,68	14,78	43,12	1,89
10WAMFWR1F	57,52	3,34	14,11	40,73	1,77
20WAMFWR1F	58,11	3,29	13,89	39,45	1,59
30WAMFWR1F	58,80	3,21	13,28	38,04	2,03
40WAMFWR1F	59,56	3,20	13,12	37,76	2,31
50WAMFWR1F	60,08	3,19	13,01	36,84	2,62

Çizelge 4.53. AMFWR2F kumaşın ön yüzünün CIELAB değerleri, sarılık indeksleri ve ΔE değerleri

Numune ÖN YÜZ	L*	a*	b*	SARILIK İNDEKSİ YI-1925D	ΔE
AMFWR2F	57,33	3,98	15,49	44,74	0,53
5WAMFWR2F	57,31	3,83	15,08	43,63	0,44
10WAMFWR2F	58,73	3,45	14,51	41,18	2,01
20WAMFWR2F	59,69	3,38	13,86	39,17	3,14
30WAMFWR2F	59,93	3,38	13,67	38,43	3,43
40WAMFWR2F	60,01	3,39	13,43	38,01	3,61
50WAMFWR2F	60,32	3,39	13,35	37,72	3,92

Çizelge 4.54. AMFWR2F kumaşın arka yüzünün CIELAB değerleri, sarılık indeksleri ve ΔE değerleri

Numune ARKA YÜZ	L*	a*	b*	SARILIK İNDEKSİ YI-1925D	ΔE
AMFWR2F	55,85	4,05	15,00	44,50	2,98
5WAMFWR2F	56,37	3,68	14,56	42,75	2,54
10WAMFWR2F	58,46	3,26	13,96	39,81	1,42
20WAMFWR2F	58,99	3,24	13,54	38,58	1,78
30WAMFWR2F	59,23	3,25	13,48	38,12	1,87
40WAMFWR2F	59,51	3,26	13,21	37,56	2,19
50WAMFWR2F	59,74	3,28	13,05	37,18	2,41

Çizelge 4.55. PWRAMF kumaşın ön yüzünün CIELAB değerleri, sarılık indeksleri ve ΔE değerleri

Numune ÖN YÜZ	L*	a*	b*	SARILIK İNDEKSİ YI-1925D	ΔE
PWRAMF	54,91	4,13	16,19	47,89	2,22
5WPWRAMF	54,78	3,93	15,70	46,58	2,17
10WPWRAMF	55,54	3,80	15,49	45,52	1,38
20WPWRAMF	56,10	3,66	15,13	44,19	0,83
30WPWRAMF	56,65	3,47	14,89	43,14	0,88
40WPWRAMF	56,99	3,28	14,57	42,76	0,58
50WPWRAMF	57,67	3,08	14,34	41,89	1,42

Çizelge 4.56. PWRAMF kumaşın arka yüzünün CIELAB değerleri, sarılık indeksleri ve ΔE değerleri

Numune ARKA YÜZ	L*	a*	b*	SARILIK İNDEKSİ YI-1925D	ΔE
PWRAMF	53,27	4,08	16,31	49,09	5,66
5WPWRAMF	53,83	3,82	15,79	47,23	5,02
10WPWRAMF	54,54	3,67	15,44	45,78	4,28
20WPWRAMF	55,26	3,52	15,05	44,31	3,57
30WPWRAMF	55,98	3,39	14,78	43,56	2,90
40WPWRAMF	56,45	3,19	14,15	42,98	2,67
50WPWRAMF	56,97	3,01	13,58	41,88	2,60

Çizelge 4.57. PAMWR1F kumaşın ön yüzünün CIELAB değerleri, sarılık indeksleri ve ΔE değerleri

Numune ÖN YÜZ	L*	a*	b*	SARILIK İNDEKSİ YI-1925D	ΔE
PAMWR1F	57,19	3,97	15,54	44,92	0,46
5WPAMWR1F	56,64	3,85	15,20	44,30	0,25
10WPAMWR1F	57,10	3,83	14,98	43,51	0,30
20WPAMWR1F	58,01	3,69	14,50	41,78	1,33
30WPAMWR1F	58,89	3,38	14,13	40,89	2,32
40WPAMWR1F	59,67	3,12	13,54	39,78	3,32
50WPAMWR1F	59,99	3,01	13,16	38,86	3,81

Çizelge 4.58. PAMWR1F kumaşın arka yüzünün CIELAB değerleri, sarılık indeksleri ve ΔE değerleri

Numune ARKA YÜZ	L*	a*	b*	SARILIK İNDEKSİ YI-1925D	ΔE
PAMWR1F	55,97	4,04	15,12	44,72	2,86
5WPAMWR1F	56,13	3,79	14,74	43,45	2,73
10WPAMWR1F	56,33	3,73	14,51	42,74	2,59
20WPAMWR1F	57,38	3,54	14,01	40,81	1,90
30WPAMWR1F	57,99	3,34	13,69	39,34	1,80
40WPAMWR1F	58,76	3,15	13,10	38,25	2,22
50WPAMWR1F	59,25	2,89	12,67	37,43	2,74

Çizelge 4.59. PAMWR2F kumaşın ön yüzünün CIELAB değerleri, sarılık indeksleri ve ΔE değerleri

Numune ÖN YÜZ	L*	a*	b*	SARILIK İNDEKSİ YI-1925D	ΔE
PAMWR2F	56,60	3,95	15,53	45,18	0,44
5WPAMWR2F	56,46	3,86	15,19	44,38	0,43
10WPAMWR2F	56,78	3,84	15,01	43,78	0,22
20WPAMWR2F	57,80	3,67	14,48	41,82	1,17
30WPAMWR2F	58,60	3,46	13,98	40,53	2,14
40WPAMWR2F	59,67	3,25	13,54	39,65	3,29
50WPAMWR2F	60,45	3,02	13,04	38,56	4,25

Çizelge 4.60. PAMWR2F kumaşın arka yüzünün CIELAB değerleri, sarılık indeksleri ve ΔE değerleri

Numune ARKA YÜZ	L*	a*	b*	SARILIK İNDEKSİ YI-1925D	ΔE
PAMWR2F	55,94	4,15	15,04	44,67	2,90
5WPAMWR2F	56,25	3,80	14,63	43,12	2,63
10WPAMWR2F	56,53	3,72	14,40	42,36	2,43
20WPAMWR2F	57,68	3,55	14,02	40,69	1,67
30WPAMWR2F	57,99	3,36	13,64	39,65	1,84
40WPAMWR2F	58,37	3,13	13,22	38,43	2,16
50WPAMWR2F	58,01	2,94	12,89	37,41	2,61

Su iticilik ve antibakteriyellik fonksiyonelliklerini içeren AMFWR1F, AMFWR2F, PWRAMF, PAMWR1F, PAMWR2F kumaşların yıkanmamış ve yıkanmış-kurutulmuş kombinasyonlarının renk ölçüm sonuçları incelendiğinde (Çizelge 4.51- Çizelge 4.60) özellikle yıkanmamış kombinasyonlarda ΔE değeri farkını belirgin şekilde ortaya çıkaran fonksiyonelliğin antibakteriyel işlemine ait kimyasallardan kaynaklandığı görülmüştür. Buna karşılık, bu kombinasyonlar içinde en yüksek sarılık indeksine sahip kumaşın PWRAMF kumaşının arka yüzüne ait olduğu görülmüştür.

Çizelge 4.61. PFRAMFWR1F kumaşın ön yüzünün CIELAB değerleri, sarılık indeksleri ve ΔE değerleri

Numune ÖN YÜZ	L*	a*	b*	SARILIK İNDEKSİ YI-1925D	ΔE
PFRAMFWR1F	58,98	2,98	14,82	41,20	2,31
5WPFRAMFWR1F	59,80	3,07	14,53	40,25	3,09
10WPFRAMFWR1F	59,99	3,04	14,34	39,71	3,33
20WPFRAMFWR1F	61,00	2,96	13,94	38,25	4,39
30WPFRAMFWR1F	63,03	3,16	14,95	39,43	4,27
40WPFRAMFWR1F	64,39	3,25	14,83	39,02	5,60
50WPFRAMFWR1F	65,05	3,37	14,58	38,17	6,27

Çizelge 4.62. PFRAMFWR1F kumaşın arka yüzünün CIELAB değerleri, sarılık indeksleri ve ΔE değerleri

Numune ARKA YÜZ	L*	a*	b*	SARILIK İNDEKSİ YI-1925D	ΔE
PFRAMFWR1F	57,72	3,06	14,60	41,41	1,47
5WPFRAMFWR1F	58,69	3,07	14,25	40,16	1,23
10WPFRAMFWR1F	59,06	3,02	14,07	39,51	1,42
20WPFRAMFWR1F	59,84	2,94	13,76	38,35	1,98
30WPFRAMFWR1F	60,02	2,58	13,19	39,25	2,66
40WPFRAMFWR1F	60,56	2,37	12,74	38,70	3,35
50WPFRAMFWR1F	61,78	2,18	12,54	38,11	4,31

Çizelge 4.63. 1N kumaşın ön yüzünün CIELAB değerleri, sarılık indeksleri ve ΔE değerleri

Numune ÖN YÜZ	L*	a*	b*	SARILIK İNDEKSİ YI-1925D	ΔE
1N	57,61	2,93	15,08	42,41	1,22
5W1N	59,06	3,09	14,83	41,30	2,34
10W1N	59,36	3,06	14,59	40,59	2,68
20W1N	59,94	2,96	14,13	39,16	3,36
30W1N	60,81	2,88	13,73	37,78	4,30
40W1N	60,76	2,86	13,80	37,94	4,24
50W1N	61,03	2,87	13,67	37,49	4,53

Çizelge 4.64. 1N kumaşın arka yüzünün CIELAB değerleri, sarılık indeksleri ve ΔE değerleri

Numune ARKA YÜZ	L*	a*	b*	SARILIK İNDEKSİ YI-1925D	ΔE
1N	56,50	3,08	15,20	43,45	2,43
5W1N	57,50	3,16	14,81	42,12	1,53
10W1N	57,80	3,12	14,55	41,33	1,40
20W1N	58,87	2,95	14,00	39,36	1,49
30W1N	59,23	2,96	13,78	38,71	1,72
40W1N	59,59	2,86	13,74	38,33	1,92
50W1N	59,96	2,64	13,56	38,07	2,33

Çizelge 4.65. 2N kumaşın ön yüzünün CIELAB değerleri, sarılık indeksleri ve ΔE değerleri

Numune ÖN YÜZ	L*	a*	b*	SARILIK İNDEKSİ YI-1925D	ΔE
2N	56,62	3,19	15,84	44,95	1,00
5W2N	58,93	3,23	15,13	42,21	2,15
10W2N	59,27	3,25	15,03	41,84	2,47
20W2N	59,64	3,13	14,84	41,08	2,87
30W2N	60,02	3,12	14,54	40,23	3,29
40W2N	60,57	3,19	14,74	40,47	3,77
50W2N	61,15	3,24	15,05	41,43	4,31

Çizelge 4.66. 2N kumaşın arka yüzünün CIELAB değerleri, sarılık indeksleri ve ΔE değerleri

Numune ARKA YÜZ	L*	a*	b*	SARILIK İNDEKSİ YI-1925D	ΔE
2N	56,14	3,19	15,45	44,33	2,76
5W2N	59,07	3,17	14,48	40,62	1,01
10W2N	59,31	3,19	14,41	40,37	1,13
20W2N	59,70	3,07	13,93	40,30	1,73
30W2N	58,94	3,06	14,37	39,82	1,14
40W2N	58,39	3,03	14,07	39,52	1,46
50W2N	57,67	3,01	13,93	38,90	1,90

Çizelge 4.67. 3N kumaşın ön yüzünün CIELAB değerleri, sarılık indeksleri ve ΔE değerleri

Numune ÖN YÜZ	L*	a*	b*	SARILIK İNDEKSİ YI-1925D	ΔE
3N	56,67	2,93	15,76	44,44	1,15
5W3N	57,83	3,20	15,63	43,86	1,25
10W3N	59,13	3,11	14,85	41,34	2,40
20W3N	59,04	3,06	15,01	41,68	2,31
30W3N	60,05	3,03	14,28	39,54	3,40
40W3N	59,85	2,95	14,65	40,36	3,15
50W3N	60,25	3,05	14,89	40,19	3,48

Çizelge 4.68. 3N kumaşın arka yüzünün CIELAB değerleri, sarılık indeksleri ve ΔE değerleri

Numune ARKA YÜZ	L*	a*	b*	SARILIK İNDEKSİ YI-1925D	ΔE
3N	55,83	3,13	15,53	44,62	3,08
5W3N	56,77	3,23	15,36	43,85	2,13
10W3N	58,09	3,05	14,39	40,75	1,34
20W3N	58,05	3,03	14,62	41,26	1,25
30W3N	59,47	2,96	13,82	38,69	1,76
40W3N	58,80	2,90	14,22	39,84	1,35
50W3N	60,18	3,02	14,75	39,46	1,64

Çizelge 4.69. 4N kumaşın ön yüzünün CIELAB değerleri, sarılık indeksleri ve ΔE değerleri

Numune ÖN YÜZ	L*	a*	b*	SARILIK İNDEKSİ YI-1925D	ΔE
4N	56,54	3,08	15,76	44,70	1,06
5W4N	58,91	3,11	14,78	41,30	2,21
10W4N	58,54	3,11	15,25	42,52	1,83
20W4N	59,21	2,93	14,69	40,74	2,56
30W4N	60,18	3,12	15,19	40,33	3,38
40W4N	61,45	3,17	15,15	40,00	4,61
50W4N	62,16	3,19	14,99	39,52	5,32

Çizelge 4.70. 4N kumaşın arka yüzünün CIELAB değerleri, sarılık indeksleri ve ΔE değerleri

Numune ARKA YÜZ	L*	a*	b*	SARILIK İNDEKSİ YI-1925D	ΔE
4N	55,93	3,14	15,48	44,46	2,98
5W4N	58,73	3,06	14,20	40,01	1,27
10W4N	57,76	3,06	14,65	41,51	1,42
20W4N	58,60	2,88	14,31	40,11	1,32
30W4N	59,25	3,07	14,75	39,57	0,98
40W4N	59,37	3,08	14,59	39,01	1,11
50W4N	60,48	3,10	14,66	39,22	1,89

Çizelge 4.71. 5N kumaşın ön yüzünün CIELAB değerleri, sarılık indeksleri ve ΔE değerleri

Numune ÖN YÜZ	L*	a*	b*	SARILIK İNDEKSİ YI-1925D	ΔE
5N	56,56	2,93	15,90	44,81	1,25
5W5N	57,50	3,10	15,48	43,56	1,05
10W5N	58,08	3,10	15,38	43,05	1,45
20W5N	58,04	3,08	15,26	42,79	1,42
30W5N	58,92	2,99	14,95	41,53	2,24
40W5N	59,29	2,94	14,85	41,06	2,61
50W5N	60,81	2,89	14,36	41,36	2,35

Çizelge 4.72. 5N kumaşın arka yüzünün CIELAB değerleri, sarılık indeksleri ve ΔE değerleri

Numune ARKA YÜZ	L*	a*	b*	SARILIK İNDEKSİ YI-1925D	ΔE
5N	55,78	3,02	15,54	44,54	3,15
5W5N	57,21	3,10	15,07	42,80	1,77
10W5N	58,08	3,10	15,38	43,05	1,45
20W5N	57,57	2,99	14,76	41,79	1,56
30W5N	58,20	2,91	14,43	40,62	1,35
40W5N	58,48	2,88	14,37	40,30	1,31
50W5N	58,91	2,87	14,36	40,16	1,28

Çizelge 4.61 - Çizelge 4.72 arasından güç tutuşurluk, antibakteriyellik ve su iticilik fonksiyonelliklerinin üçünü birden içeren PFRAMFWR1F, 4N ve 5N kumaşlarının renk

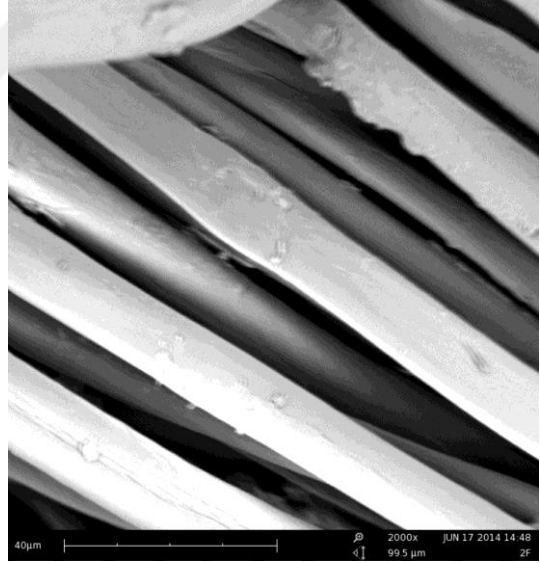
ölçüm sonuçları incelendiğinde; en yüksek ΔE değerinin, emdirme yöntemine göre güç tutuşurluk işlemi uygulanmış ardından köpük aplikasyonu ile antibakteriyellik işlemi daha sonra yine köpük aplikasyonu ile su iticilik uygulaması yapılmış ve 50 yıkama 50 kurutma yapılmış 50WPFRAMFWR1F kumaşına ait olduğu görülmüştür. Buna karşılık, köpük aplikasyonu ile çift yüzeye güç tutuşurluk işlemi uygulamasından sonra, köpük aplikasyonu ile antibakteriyellik ve su iticilik uygulaması yapılan 5N kumaşının renk sonuçları incelendiğinde, 50 yıkama 50 kurutma yapılmış kombinasyonunun arka yüzeyinin en düşük ΔE değerine sahip olduğu görülmüştür. Yukarıda yapılan değerlendirmelere paralel olarak, köpük aplikasyonu sayesinde homojen ve düzgün bir kimyasal aktarımı yapılabildiği için, ΔE farkları düşük seviyede kalmıştır.

4.8. SEM Karakterizasyon Görüntüleri

Şekil 4.39'dan Şekil 4.51'e kadar bazı deney kumaşlarının SEM görüntüleri gösterilmiştir. Tüm SEM mikrografları 2000x büyütme oranı ile çekilmiştir.



Şekil 4.39. İşlem görmemiş kumaşının ön yüzünün SEM görüntüsü



Şekil 4.40. PFR kumaşının ön yüzünün SEM görüntüsü

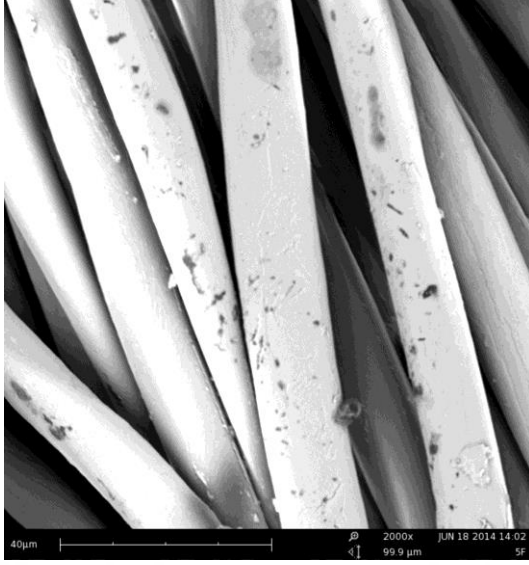


Şekil 4.41. CPF1 kumaşının ön yüzünün SEM görüntüsü

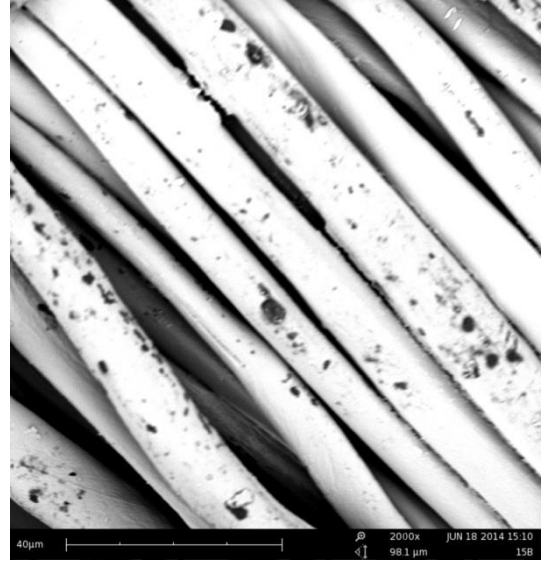


Şekil 4.42. CPF1 kumaşının arka yüzünün SEM görüntüsü

Şekil 4.39’da işlem görmemiş pamuklu kumaşın, Şekil 4.40’ta ise emdirme yöntemine göre tamamına güç tutuşurluk işlemi uygulanan kumaşın, Şekil 4.41’de köpük aplikasyonu yöntemine göre sadece ön yüzüne güç tutuşurluk uygulaması yapılmış kumaşın ön yüzünün, Şekil 4.42’de aynı kumaşın arka yüzünün kumaşın SEM görüntüsü bulunmaktadır. Bu mikrograflara göre, işlem yapılmamış kumaşın üzerinde herhangi bir kimyasal parçacık görülmezken, emdirme yöntemine göre tamamına güç tutuşurluk işlemi uygulanmış PFR kumaşında kimyasal kalıntılar görülmektedir. Buna karşılık CPF1 kumaşının sadece ön yüzüne güç tutuşurluk işlemi köpük aplikasyonu ile uygulandığından, güç tutuşurluk kimyasallarına ait parçacıklar liflerin yüzeyine tutunmuş vaziyette siyah noktalar şeklinde görülmektedir. Köpük aplikasyonu sırasında az miktarda su kullanıldığı için lifler şişmeyip, kapılar kanallar fazla genişlemediğinden aktarılan kimyasal madde kurutma sırasında su ile birlikte yüzeye taşınmayıp aktarıldığı yerde kalabilmekte ve bu şekilde migrasyonsuz uygulama gerçekleşmektedir. Bu nedenle köpük aplikasyonu yöntemine göre uygulanan güç tutuşurluk işlemi sonrası, kimyasalların liflere tutunduğu düşünülmektedir. CPF1 kumaşının arka yüzüne herhangi bir aplikasyon yapılmadığından, güç tutuşurluk işlemi sadece ön yüzüne aplik edildiğinden, CPF1 kumaşının arka yüzünde herhangi bir kimyasal madde görüntüsüne rastlanmamıştır.



Şekil 4.43. CPF3 kumaşının ön yüzünün SEM görüntüsü

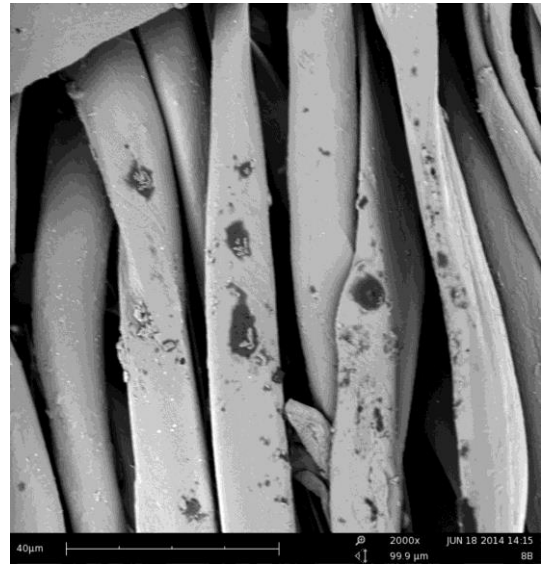


Şekil 4.44. CPF3 kumaşının arka yüzünün SEM görüntüsü

Şekil 4.43'te, köpük aplikasyonu ile ön ve arka yüzüne eşit AF oranında güç tutuşurluk uygulaması yapılmış kumaşın ön yüzünün SEM görüntüsü bulunurken, Şekil 4.44'te aynı kumaşın arka yüzünün SEM görüntüsü bulunmaktadır. Kumaşın her iki yüzüne de köpük aplikasyonu ile güç tutuşurluk kimyasalları aktarıldığı için, her iki SEM görüntüsünde de benzer görümlü parçacıkların liflere tutunduğu rahatlıkla görülmektedir.



Şekil 4.45. PAM kumaşının arka yüzünün SEM görüntüsü



Şekil 4.46. AMF kumaşının arka yüzünün SEM görüntüsü

Şekil 4.45'te emdirme yöntemine göre tamamına antibakteriyel uygulama yapılan kumaşın arka yüzünün SEM görüntüsü verilirken, Şekil 4.46'da köpük aplikasyonu ile sadece arka yüzeyine antibakteriyel uygulama yapılan kumaşın arka yüzünün SEM görüntüsü bulunmaktadır. Şekil 4.45'te emdirme yönteminde uygulama sırasında verilen kimyasallar kumaşın tüm fibrillerine eşit ve düzgün bir şekilde aktarılamadığından, liflerin arasında kalan kimyasal kalıntılar oldukça belirgin şekilde görülmekteyken, Şekil 4.46'da köpük aplikasyonu ile verilen antibakteriyel kimyasallarının liflere tutunduğu görülmektedir.

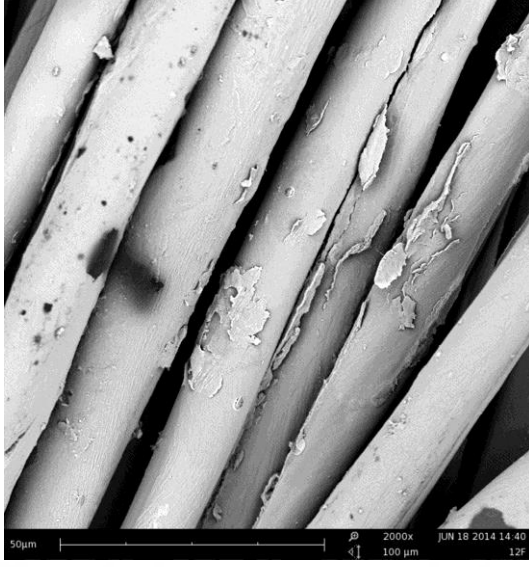


Şekil 4.47. PWR kumaşının ön yüzünün SEM görüntüsü



Şekil 4.48. WR1F kumaşının ön yüzünün SEM görüntüsü

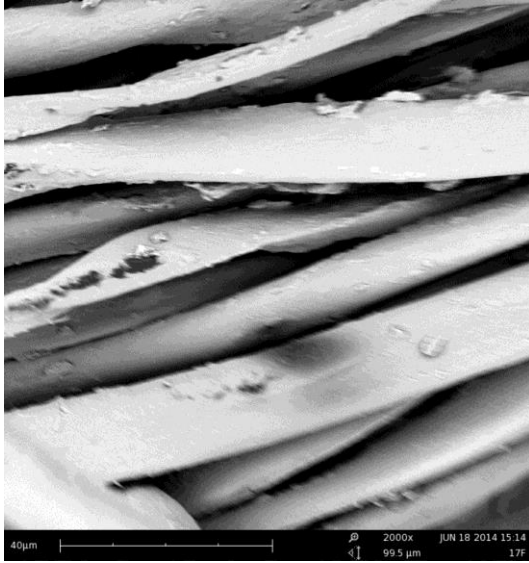
Şekil 4.47'de emdirme yöntemine göre tamamına su iticilik işlemi yapılan kumaşın ön yüzünün SEM görüntüsü bulunmaktayken, Şekil 4.48'de köpük aplikasyonuna göre sadece ön yüzüne su iticilik uygulaması yapılan kumaşın ön yüzünün SEM görüntüsü bulunmaktadır. Diğer kıyaslanan SEM görüntülerinde olduğu gibi, emdirme yöntemine göre uygulanan su iticilik işlemine ait kimyasalların, liflerin arasında biriktiği açıkça görülmektedir. Buna karşılık Şekil 4.48 incelendiğinde, köpük aplikasyonu ile sadece ön yüzüne su iticilik aktarılan WR1F kumaşının SEM görüntüsünde lifler arası kalıntılara rastlanmamakta ve küçük ince parçacıkların liflere yerleştiği görülmektedir.



Şekil 4.49. PFRAMF kumaşının arka yüzünün SEM görüntüsü



Şekil 4.50. PFRWR1F kumaşının ön yüzünün SEM görüntüsü

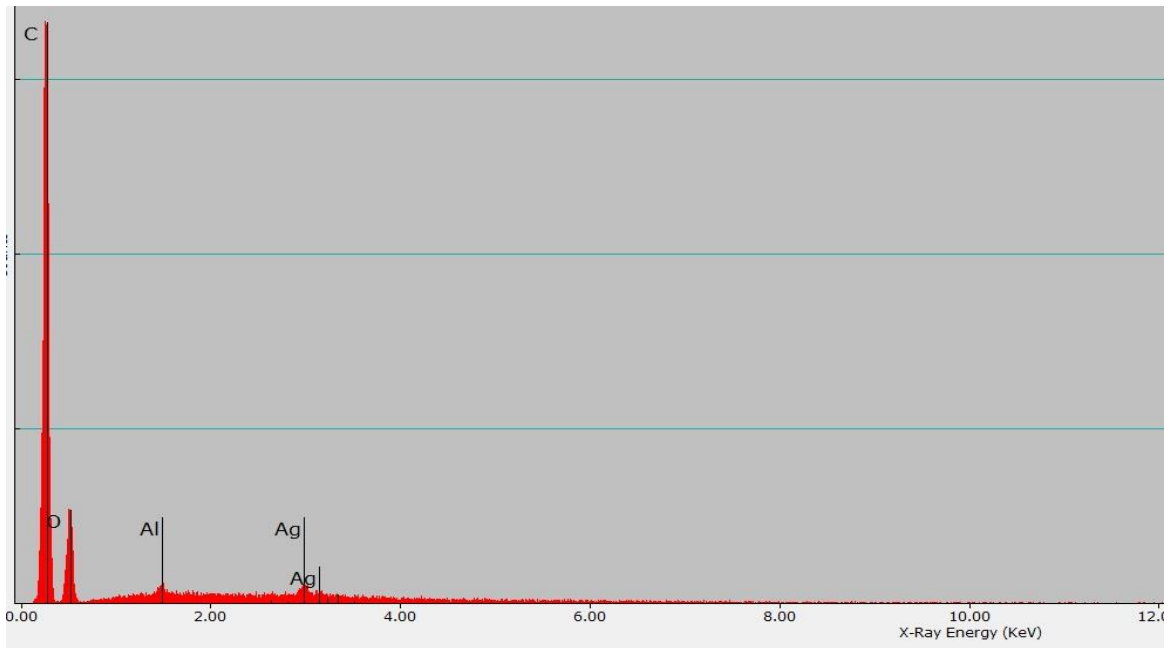


Şekil 4.51. PFRAMFWR1F kumaşının ön yüzünün SEM görüntüsü

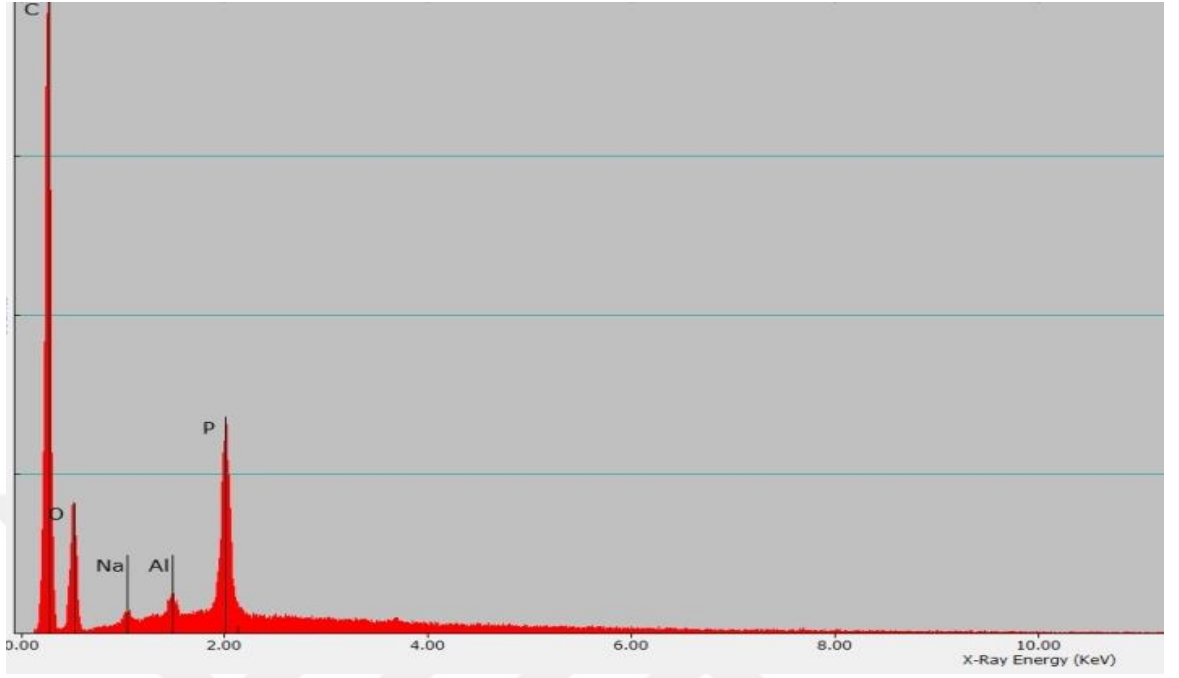
Şekil 4.49’da emdirme yöntemine göre tamamına güç tutuşurluk işlemi uygulanmış ardından köpük aplikasyonu ile kumaşın arka yüzüne antibakteriyellik uygulaması yapılmış PFRAMF kumaşının arka yüzünün SEM görüntüsü bulunmaktadır. Bu görüntüde emdirme yönteminden kaynaklanan kimyasal madde kalıntıları lifler arasında

görülmekteyken, aynı zamanda lif yüzeyine tutunmuş parçacıkların olduğu da görülmektedir. Şekil 4.50’de emdirme yöntemine göre önce tamamına uygulanan güç tutuşurluk işleminin ardından kumaşın ön yüzüne su iticilik işlemi uygulanan kumaşın ön yüzünün SEM görüntüsü bulunmaktadır. Şekil 4.49’da benzer şekilde lifler arası ve lif yüzeyine nüfuz etmiş parçacıkların olduğu görülmektedir. Şekil 4.51’de ise üç fonksiyonelliği bir arada bulunduran önce emdirme yöntemine göre güç tutuşurluk uygulaması yapılmış, sonra arka yüzüne köpük aplikasyonu ile antibakteriyellik uygulaması yapılan daha sonra ön yüzüne köpük aplikasyonu ile su iticilik fonksiyonelliği verilen kumaşın ön yüzünün SEM görüntüsü bulunmaktadır. Bu görüntüde aynı şekilde hem liflerin arasında bulunan hem de liflerin yüzeyine nüfuz etmiş parçacıkların bulunduğu görülmektedir. Bu SEM görüntülerine göre, emdirme yönteminde kimyasal madde aktarımı yapılırken, yöntemin uygulama şekli gereği, homojen bir aplikasyon sağlanamadığından, lifler arasında ve özellikle liflerin kesişim noktalarında biriken kimyasal kalıntılar görülmekteyken, köpük aplikasyonu ile homojen, düzgün ve tüm kumaş yüzeyi boyunca eşit bir aplikasyon sağlanabildiğinden, köpük aplikasyonu uygulanmış kumaşların liflerine tutunmuş ve lif içerisine nüfuz etmiş kimyasal parçacıklar görülmüştür.

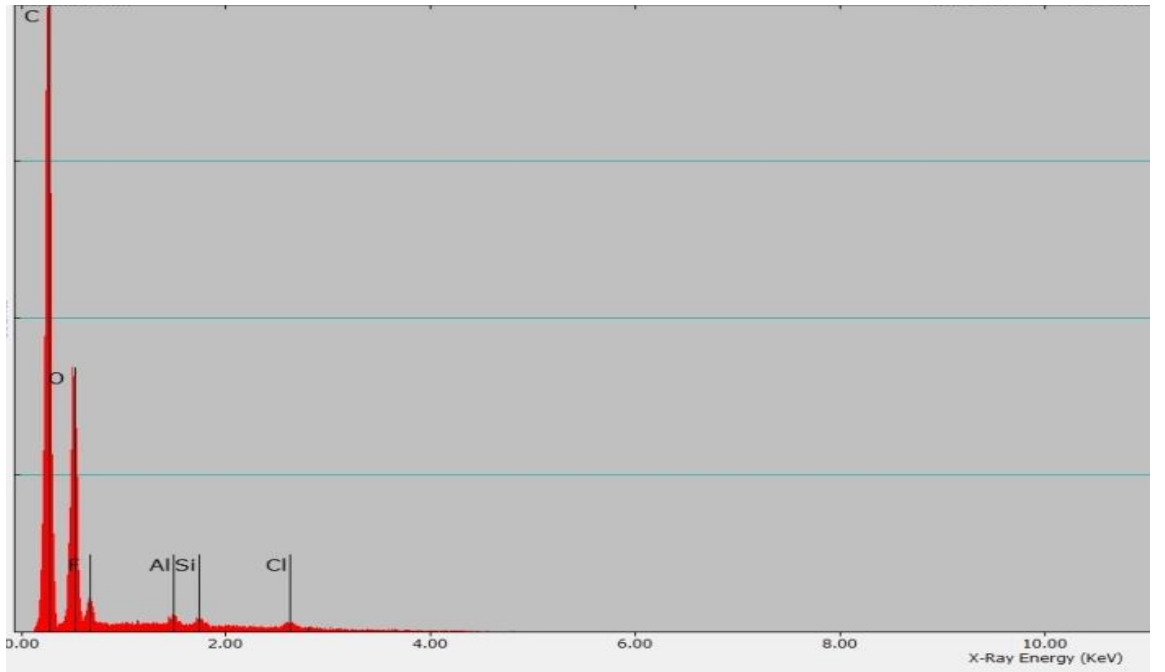
4.9. SEM-EDX Analizi (Enerji dağılımlı X-ray ışınları spektroskopisi)



Şekil 4.52. AMF kumaşının arka yüzünün SEM-EDX analizi



Şekil 4.53. CPF6BF kumaşının ön yüzünün SEM-EDX analizi



Şekil 4.54. WR1F kumaşının ön yüzünün SEM-EDX analizi

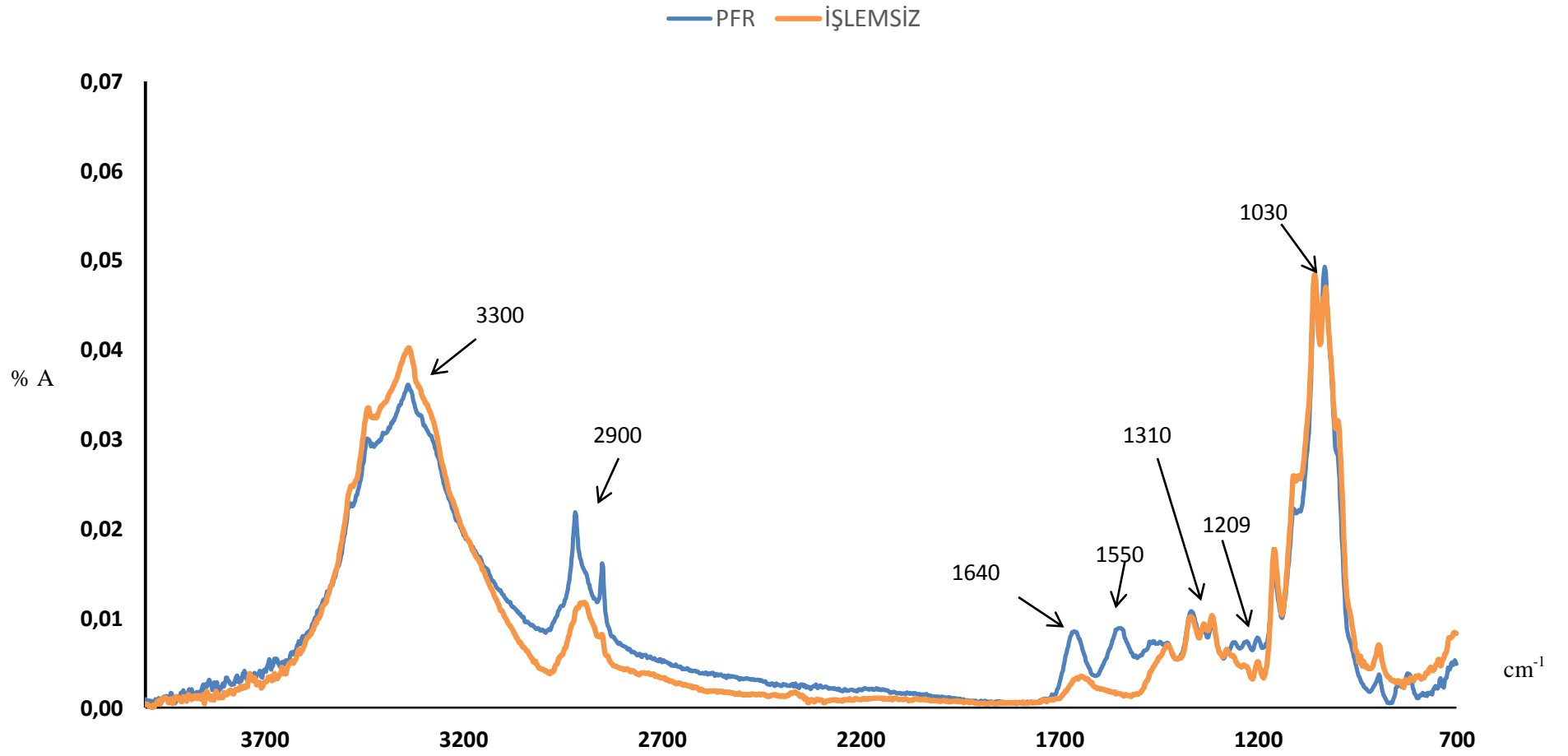
Şekil 4.52, Şekil 4.53 ve Şekil 4.54'te sırasıyla, köpük aplikasyonu ile çift yüzüne de eşit AF oranında güç tutuşurluk uygulaması yapılan CPF6BF kumaşın ön yüzünün, köpük aplikasyonu ile sadece arka yüzüne antibakteriyel uygulama yapılan AMF kumaşının arka yüzünün ve köpük aplikasyonu ile sadece ön yüzüne su iticilik uygulaması yapılan WR1F kumaşının ön yüzünün SEM-EDX analizleri bulunmaktadır. Şekil 4.52'de antibakteriyel uygulamasına ait gümüş içerikli kimyasalın (Ag) gümüş elementinin yükselen pikini, Şekil 4.53'te güç tutuşurluk aplikasyonunun temel kimyasalı olan organik fosfor bileşiğine ait fosfor (P) elementinin pikini, Şekil 4.54'te ise florokarbon bileşiklerinden oluşan su-yağ iticilik uygulamasına ait flor (F) elementine ait pik görülmektedir.

4.10. FTIR-ATR Karakterizasyonu

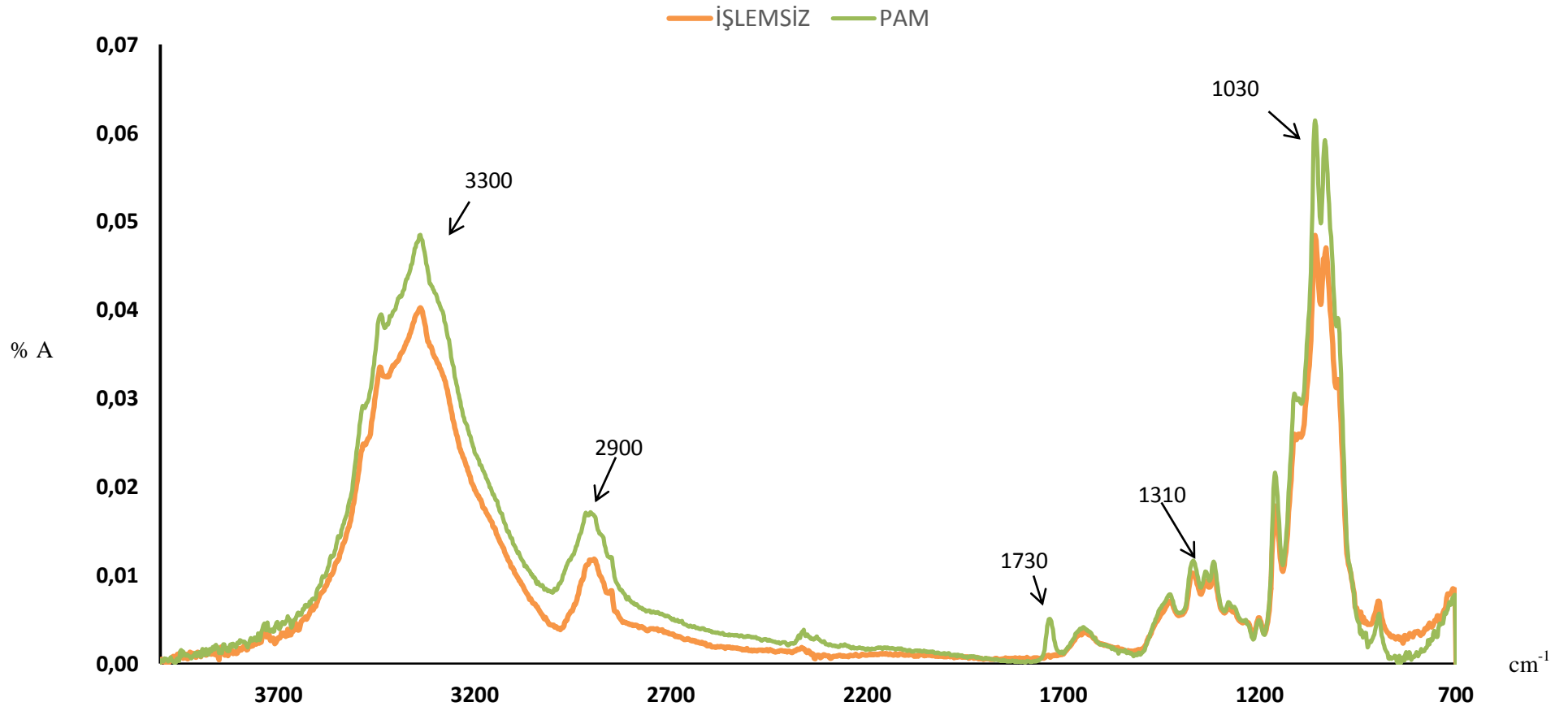
Şekil 4.55'te işlem görmemiş pamuklu kumaş ile emdirme yöntemine göre güç tutuşurluk uygulaması yapılmış pamuklu kumaşın FTIR-ATR analizleri 4000-700 cm^{-1} aralığında gösterilmiştir. İşlem görmemiş pamuklu kumaşın FTIR-ATR analizine bakıldığında, pamuk materyalinin karakteristik pikleri olan, 3300 cm^{-1} 'de OH gerilimi, 1030 cm^{-1} 'de CO gerilimi, 2900 cm^{-1} 'de CH gerilimi ve 1310 cm^{-1} 'de CH titreşimi görülmektedir. Emdirme yöntemine göre tamamına güç tutuşurluk işlemi yapılmış PFR pamuklu kumaşının FTIR-ATR spektrumuna bakıldığında ise, karbonil, CH_2 simetrik ve CH_3 asimetrik bantlar gibi yeni pikler görülmektedir. İşlem görmemiş pamuklu kumaşta 1640 cm^{-1} 'de var olan ve absorblanmış su moleküllerini ifade eden pik görülmekte iken, FR işlemi yapılmış pamuklu kumaşta genel olarak benzer bir eğri göstermesine rağmen, 1640 civarında amid bağlarının C=O titreşimine bağlı olarak, daha güçlü bir pik görülmüştür. Bu dominant pik sadece 1660 cm^{-1} 'de C=O titreşimi gerçekleştirmekle kalmamış aynı zamanda, ikincil amid grubu (O=C-NH-C) 1550 cm^{-1} bant aralığında C-N gerilimi göstermiştir. 820 cm^{-1} civarında oluşan pik P- CH_2 bağının titreşimini belirlerken, CH_2 gruplarına ait kuvvetli-orta titreşiminin güçlü P- CH_2 -R bağlarından kaynaklandığını göstermektedir. 1320–1140 cm^{-1} aralığında görülen P=O bağı bu eğride 1311-1362 cm^{-1} aralığında zorlukla seçilebilmektedir çünkü pamukta bulunan birincil ve ikincil OH deformasyonu piki ile üst üste çakışmaktadır. Fakat 1230 cm^{-1} ve 1209 cm^{-1} civarında P=O bandına rastlanmıştır (Lam ve ark. 2011, Poon ve ark. 2015, Nguyen ve ark 2013).

Şekil 4.56'da işlem görmemiş pamuklu kumaş ile emdirme yöntemine göre tamamına antibakteriyellik uygulaması yapılan pamuklu kumaşın FTIR-ATR analizleri 4000-700 cm^{-1} aralığında gösterilmiştir. Pamuklu kumaşa ait olan tüm karakteristik pikler bu analizde de görülmektedir. Antibakteriyellik fonksiyonelliği tamamına uygulanan kumaş ise, literatürde yer alan diğer çalışmalarda da belirtildiği gibi (Chen ve ark. 2008, Khalil-Abad ve ark. 2009, Yuranova ve ark.2006), genel olarak işlem görmemiş kumaş ile hemen hemen aynı pikleri göstermiştir. 1730 cm^{-1} 'de ester ve karboksilik asit gruplarında C=O bağı titreşimi görülmüştür. Gümüş iyonlarının FTIR-ATR cihazında yakalanması mümkün olmadığından, SEM-EDX analiz yapılmıştır.

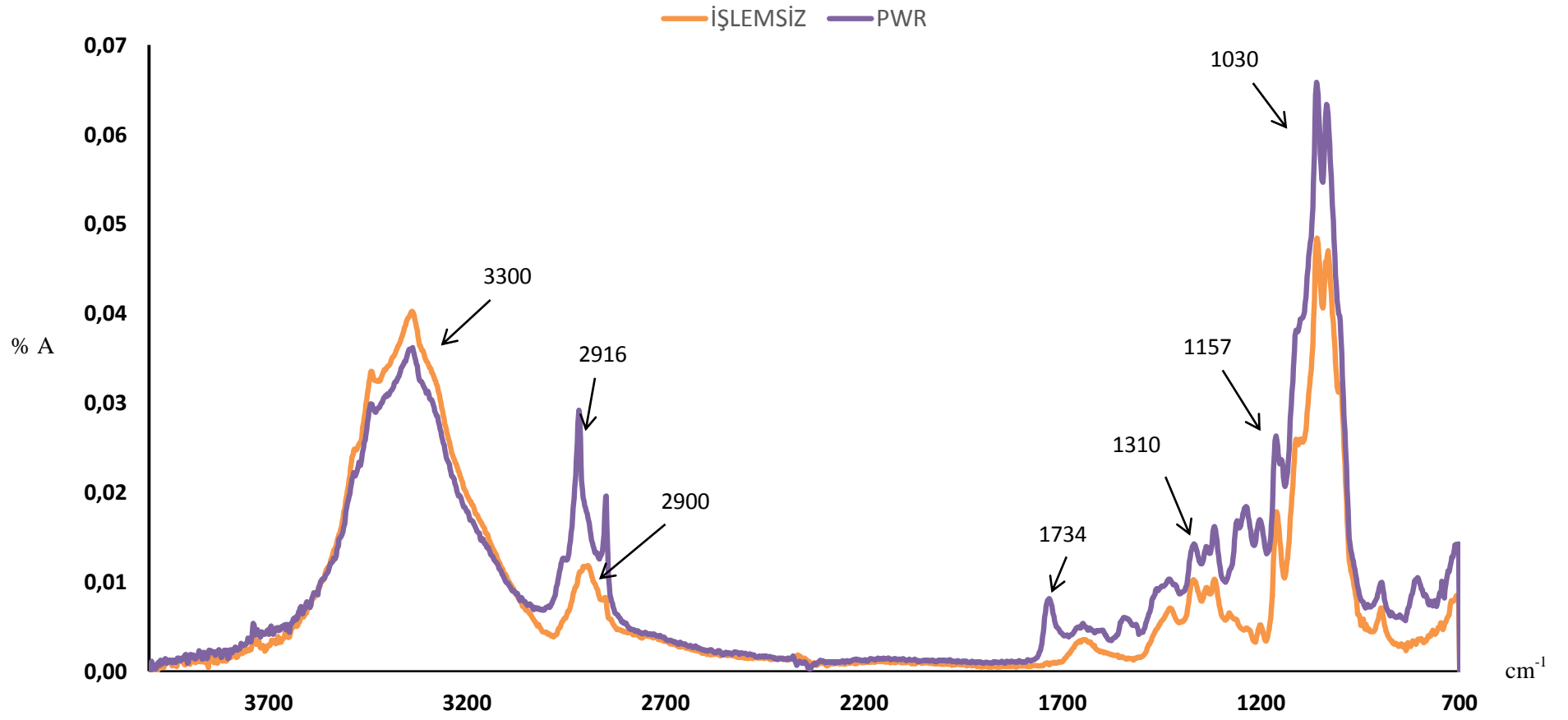
Şekil 4.57'de işlem görmemiş pamuklu kumaş ile emdirme yöntemine göre tamamına su iticilik uygulaması yapılmış pamuklu kumaşın FTIR-ATR analizleri 4000-700 cm^{-1} aralığında gösterilmiştir. Pamuklu kumaşa ait olan tüm karakteristik pikler işlem görmemiş kumaşın FTIR-ATR analizinde görülmektedir. Su iticilik fonksiyonelliği verilen kumaşın FTIR-ATR spektrumu incelenirse, 1157 cm^{-1} 'de ve 1132 cm^{-1} 'de C-F bağının karakteristik iki titreşimi görülmektedir. Bunun yanı sıra 1734 cm^{-1} 'de C=O yağ asitlerinden kaynaklanan gerilim görülmüştür. 3200-2500 cm^{-1} aralığı hidroksil grupları temsil ederken, 2916 cm^{-1} 'de CH_2 ve CH_3 gruplarının CH gerilimi görülmüştür (Vilnick ve ark. 2009).



Şekil 4.55. İşlem görmemiş kumaş ile PFR kumaşının ön yüzünün FTIR-ATR analizi grafiği



Şekil 4.56. İşlem görmemiş kumaş ile PAM kumaşının ön yüzünün FTIR-ATR analizi grafiği



Şekil 4.57. İşlem görmemiş kumaş ile PWR kumaşının ön yüzünün FTIR-ATR analizi grafiği

5. SONUÇ

Bu çalışma sonucunda tek katmanlı pamuklu kumaşta güç tutuşurluk, antibakteriyellik, su-yağ iticilik fonksiyonelliklerini hepsini veya farklı kombinasyonlarını içeren, tekrarlı yıkama ve kurutmalara dayanıklı multifonksiyonel kumaşlar elde edilmiştir. Sonuçlar aşağıdaki şekilde sıralanmıştır.

- Konvansiyonel emdirme yöntemi ile köpük aplikasyonları her fonksiyonellik için birbiri ile karşılaştırılmış, her birinin kumaş performansı üzerindeki etkileri ayrı ayrı belirlenmiştir.
- %60 alınan flotte oranları ile konvansiyonel emdirme yönteminde sağlanan bitim etkisi, %20 gibi çok daha düşük AF oranları ile aynı veya daha fazla etki sağlanabilmiştir.
- Konvansiyonel yöntemde kumaşın her iki yüzeyine de aynı kimyasal madde applike edilmek durumunda kalırken, köpük aplikasyonu ile kumaşın istenilen yüzüne aplikasyon sağlanarak, fonksiyonelliklerde esneklik ve çeşitlilik sağlanmıştır.
- Bir yüzü tamamen hidrofil, diğer yüzü hidrofob fonksiyonel pamuklu kumaş elde edilmiştir.
- Ön ve arka yüzleri farklı fonksiyonellikler içeren multifonksiyonel pamuklu kumaş elde edilmiştir.
- Konvansiyonel emdirme yöntemi ile kumaşa etkin bir şekilde aktarılamayan multifonksiyonellik, sadece köpük aplikasyonu kullanılarak verilmiştir.
- Konvansiyonel emdirmeye kıyasla köpük aplikasyonu ile bir veya birden fazla fonksiyonellik kumaşa düzgün ve homojen bir şekilde uygulanabilmiştir.
- Köpük aplikasyonu kullanılarak su tasarrufu sağlanmıştır.
- Köpük aplikasyonunda daha az su kullanılması, kurutmada ve kondenzasyonda enerji tasarrufu sağlamıştır.
- Konvansiyonel emdirme yöntemi ile köpük aplikasyonu pamuklu kumaşın kullanım alanı göz önüne alınarak etkin bir şekilde birbirine entegre edilebilmiştir.
- İki yöntem birbirine kombine edilirken, yöntem, kimyasal madde miktarı ve yöntem parametreleri açısından optimizasyon çalışmaları yapılmış ve kumaşın kullanım alanlarına bağlı olarak optimum çalışma şartları belirlenmiştir.
- Fonksiyonellik aktarılmış tüm numuneler tekrarlı yıkama ve kurutma işlemlerine tabi tutulmuş ve yıkama-kurutma dayanımları test edilmiştir. Bu testler sonunda fonksiyonel

veya multifonksiyonel kumaşların 50 yıkama 50 kurutma sonrası kumaş üzerinden tamamen uzaklaşmadığı görülmüş ve 50 yıkama 50 kurutmaya karşı kalıcı oldukları tespit edilmiştir.

- Askeri alan, spor alanında, otomotiv sanayi, hastane, ev tekstilleri ve oteller gibi pek çok endüstriyel alana hitap edebilecek multifonksiyonel bir ürün elde edilmiştir.

- Farklı fonksiyonelliklerin tek katmanlı pamuklu kumaşa uygulanması sonrası, fonksiyonelliklerin birbiri üzerinde olumlu sinerjistik etkileri oluşmuştur.

- Yıkama sonrası yapılan dikey yakma testlerinde, yıkama ve kurutma sayısı arttıkça güç tutuşurluk değerlerinde iyileşme görülmektedir.

- Sadece güç tutuşurluk fonksiyonelliği uygulanan pamuklu kumaşa yırtılma direncinde önemli oranda düşüş meydana gelirken, güç tutuşurluk işlemi ardından uygulanan su-yağ iticilik işlemi ile kumaşın yırtılma dayanımında önemli oranda artış görülmüştür.

- Bifonksiyonel kumaşlarda da pek çok olumlu sinerjistik etki görülmüştür. Arka yüzeye antibakteriyellik uygulanmış kumaşın ön yüzüne su iticilik uygulandığında, ön yüzüne sadece su-yağ iticilik uygulanmış kumaştan daha fazla su-yağ itici olduğu görülmüş, antibakteriyellik fonksiyonelliğinin su iticilik üzerinde olumlu sinerjistik etkisi görülmüştür. Aynı şekilde arka yüzeye verilen güç tutuşurluk işleminin ön yüzeyde bulunan su iticiliği olumlu etkilediği ve beklenenden daha yüksek su-yağ iticiliği olduğu tespit edilmiştir.

- Renk ölçüm sonuçları değerlendirilmiş, köpük aplikasyonu yöntemi ile uygulama yapılan kumaşların renk farklılıklarının emdirme yöntemine kıyasla daha az olduğu görülmüştür.

- Etkin güç tutuşurluk, antibakteriyellik, su-yağ iticilik sonuçları elde edilmiştir.

- SEM, SEM-EDX, FTIR-ATR gibi karakterizasyon testleri yapılmış ve bu testlere göre fonksiyonelliklere ait kimyasalların kumaşa aktarıldığı tespit edilmiştir.

- Antibakteriyellik testi geliştirilmiştir. Test bakteri sayımının esas alındığı antibakteriyel test yöntemi ile karşılaştırılmış, sonuçların birbiri ile örtüştüğü görülmüştür. Dolayısı ile geliştirilen subjektif yöntem, bakteri sayımı testlerine örnekleme sağlayacaktır.

KAYNAKLAR

- Anonim 2010.** Unsurpassed foam finishing & coating http://www.autofoam.co.uk/en/app_std.html.
- Anonim 2010.** Neowin's unique foam application concept, <http://www.neowinmixer.com/en/paomo.asp>.
- Anonim 2011.** Clariant and cotton incorporated develop new wrinkle-free technology <http://www.clariant.com>.
- Bafford, R. A., Namboodri, C. G. 1984.** Foam processing of textiles. *Sixth Annual Industrial Energy Technology Conference* Volume I, Houston, TX.
- Baker, K. L., Bryant, G. M., Camp, J. G., Kelsey, W. B. 1982.** Foam finishing technology. *Textile Research Journal*, 52(6):395-403.
- Borges, J., Mano, J. F. 2014.** Molecular interactions driving the layer-by-layer assembly of multilayers. *Chemical reviews*, 114(18), 8883-8942.
- Brown, R. L., Bryant, G. M. 1984.** Influence of Resin Add-on and Co-applied Water in Foam Finishing of Cotton Fabric. *Textile Research Journal*, 54(12): 807-812.
- Bulut, Y., Sular, V. 2008.** Kaplama veya laminasyon teknikleri ile üretilen kumaşların genel özellikleri ve performans testleri. *Tekstil ve Mühendis*, 15(71):5-16.
- Camp, J. G. 1990.** Recent developments in foam application systems for nonwoven substrates. *Journal of Industrial Textiles*, 19(4): 252-260.
- Chen, C. Y., Chiang, C. L. 2008.** Preparation of cotton fibers with antibacterial silver nanoparticles. *Materials Letters*, 62(21): 3607-3609.
- Creighton, J. R., Ho, P. 2001.** Introduction to chemical vapor deposition (CVD). *Chemical vapor deposition*, 2, s.1-22.
- Çoban S.1999.** Genel tekstil terbiyesi ve bitim işlemleri, *E.Ü. Tekstil Konfeksiyon Araştırma Merkezi*, İzmir, 314 s.
- Davis, R., El-Shafei, A., Hauser, P. 2011.** Use of atmospheric pressure plasma to confer durable water repellent functionality and antimicrobial functionality on cotton/polyester blend. *Surface and Coatings Technology*, 205(20): 4791-4797.
- Elbadawi, A. M., Pearson, J. S. 2003.** Foam technology in textile finishing. *Textile Progress*, 33(4):1-31.
- El-Naggar, M. E., Shaheen, T. I., Zaghloul, S., El-Rafie, M. H., Hebeish, A. 2016.** Antibacterial activities and uv protection of the in situ synthesized titanium oxide nanoparticles on cotton fabrics. *Industrial & Engineering Chemistry Research*, 55(10):2661-2668.
- Aurich, C. 2012.** Gaston Systems, sunum ve katalogları.

- Gregorian, R. S., Namboodri, C. G., Young, R. E., Baitinger, W. F. 1983.** Foam application of phosphonium salt flame retardants. *Textile Research Journal*, 53(3):148-152.
- Gupta, D., Haile, A. (2007).** Multifunctional properties of cotton fabric treated with chitosan and carboxymethyl chitosan. *Carbohydrate Polymers*, 69(1): 164-171.
- Hu, X., Tian, M., Qu, L., Zhu, S., Han, G. 2015.** Multifunctional cotton fabrics with graphene/polyurethane coatings with far-infrared emission, electrical conductivity, and ultraviolet-blocking properties. *Carbon*, 95:625-633.
- Ibrahim, N. A., El-Zairy, M. R., Eid, B. M., El-Zairy, E. M. R., Emam, E. M. 2015.** New finishing possibilities for producing durable multifunctional cotton/wool and viscose/wool blended fabrics. *Carbohydrate polymers*, 119:182-193.
- Khalil-Abad, M. S., Yazdanshenas, M. E., Nateghi, M. R. 2009.** Effect of cationization on adsorption of silver nanoparticles on cotton surfaces and its antibacterial activity. *Cellulose*, 16(6): 1147-1157.
- Lam, Y. L., Kan, C. W., Yuen, C. W. M. 2011.** Effect of titanium dioxide on the flame-retardant finishing of cotton fabric. *Journal of Applied Polymer Science*, 121(1):267-278.
- Li, K., Zhang, J., Gong, J. 2014.** Wrinkle-resistant finish of foam technology for cotton fabric. *Journal of Industrial Textiles*, 43(4): 525-535.
- Lobig, W. 1997.** Foam systems-A novel type of finishing technology. *Journal of the Society of Leather Technologists and Chemists*, 81(1): 1-4.
- Mao, Z., Yu, H., Wang, Y., Zhang, L., Zhong, Y., Xu, H. 2014.** States of Water and Pore Size Distribution of Cotton Fibers with Different Moisture Ratios. *Industrial & Engineering Chemistry Research*, 53(21): 8927-8934.
- Namboodri, C. G., Duke, M. W. 1979.** Foam finishing of cotton-containing textiles. *Textile Research Journal*, 49(3): 156-162.
- Namboodri, C. G. 1986.** Foam sizing of cotton and blend yarns: slashing trials. *Textile Research Journal*, 56(2):87-92.
- Nguyen, T. M., Chang, S., Condon, B., Slopek, R., Graves, E., Yoshioka-Tarver, M. 2013.** Structural effect of phosphoramidate derivatives on the thermal and flame retardant behaviors of treated cotton cellulose. *Industrial & Engineering Chemistry Research*, 52(13):4715-4724.
- Poon, C. K., Kan, C. W. 2015.** Effects of TiO₂ and curing temperatures on flame retardant finishing of cotton. *Carbohydrate polymers*, 121, 457-467.
- Przybylak, M., Maciejewski, H., Dutkiewicz, A., Wesolek, D., Władyska-Przybylak, M. 2016.** Multifunctional, strongly hydrophobic and flame-retarded cotton fabrics modified with flame retardant agents and silicon compounds. *Polymer Degradation and Stability*, 128: 55-64.

Shishoo, R. 2007. Low pressure cold plasma processing technology: Plasma technologies for textiles. Editör: P. Lippens. Elsevier, s. 64-82.

Shen, Q., Chen, S., Wang, C., Liu, C., Tian, A. 2014. A foam single-face pretreatment to modify silk fabric using EBODAC to improve inkjet printing performance. *The Journal of The Textile Institute*, 105(8):799-805.

Tarakçıoğlu I. 1984. Tekstil terbiye işletmelerinde enerji tüketimi ve tasarrufu. Uludağ Üniversitesi Basım evi, Bursa, 102 s.

Tarakçıoğlu I. 1998. Tekstil terbiyesinde aplikasyon yöntem ve makinaları, E.Ü. Basımevi, Bornova, İzmir, 97s.

Teli, M. D., Sheikh, J., Bhavsar, P. 2013. Multifunctional finishing of cotton using chitosan extracted from bio-waste. *International journal of biological macromolecules*, 54:125-130.

Toygun,Ş., Köneçoğlu, G., Kalpaklı, Y. 2013. General principles of sol-gel. *Journal of Engineering and Natural Sciences Sigma* 31: 456-476.

Varesano, A., Aluigi, A., Florio, L., Fabris, R. 2009. Multifunctional cotton fabrics. *Synthetic Metals*, 159(11): 1082-1089.

Vilcnik, A., Jerman, I., Šurca Vuk, A., Kozelj, M., Orel, B., Tomsic, B., Kovac, J. 2009. Structural properties and antibacterial effects of hydrophobic and oleophobic sol-gel coatings for cotton fabrics. *Langmuir*, 25(10):5869-5880.

Wadsworth, L. C., Wey, P. S. 1988. Effects of differential foam application of durable press and fluorochemical finishes to cotton fabric. *Journal of Industrial Textiles*, 17(3): 152-166.

Wang, C., Lv, J., Ren, Y., Zhou, Q., Chen, J., Zhi, T., Jin, L. 2016. Cotton fabric with plasma pretreatment and ZnO/Carboxymethyl chitosan composite finishing for durable UV resistance and antibacterial property. *Carbohydrate polymers*, 138:106-113.

Xue, C. H., Zhang, L., Wei, P., Jia, S. T. 2016. Fabrication of superhydrophobic cotton textiles with flame retardancy. *Cellulose*, 23(2): 1471-1480.

Yu, H., Wang, Y., Zhong, Y., Mao, Z., Tan, S. 2014. Foam properties and application in dyeing cotton fabrics with reactive dyes. *Coloration Technology*, 130(4): 266-272.

Yuranova, T., Rincon, A. G., Pulgarin, C., Laub, D., Xantopoulos, N., Mathieu, H. J., Kiwi, J. 2006. Performance and characterization of Ag-cotton and Ag/TiO₂ loaded textiles during the abatement of E. coli. *Journal of Photochemistry and Photobiology A: Chemistry*, 181(2): 363-369.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Zeynep ÖMEROĞULLARI BAŞYİĞİT
Doğum Yeri ve Tarihi : 02.04.1985
Yabancı Dili : İngilizce

Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl)

Lise : Bursa Anadolu Lisesi (1996-2003)
Lisans : Afyon Kocatepe Üniversitesi Tekstil Müh.(2004-2008)
Ön Lisans : Anadolu Üniversitesi Dış Ticaret Böl. (2005-2008)
Yüksek Lisans : Uludağ Üniversitesi Tekstil Müh. (2008-2010)

Çalıştığı Kurum/Kurumlar ve Yıl

: Uludağ Üniversitesi Tekstil Müh. (2009-

İletişim (e-posta) : zeynepomeroglu@uludag.edu.tr

Yayımları

Ömeroğulları Başyigit Z., Orhan M., Kut D., Polat H. 2016. Mekanik Bitim İşlemlerinde Kullanılan Makinalardaki Gelişmeler. *ITMA 2015 Uluslararası Tekstil Makineleri Fuarı Teknolojik Değerlendirme Raporu Kitabı*, ISBN No: 978-605-9193-14-6.

Orhan M., Ömeroğulları Başyigit Z., Kut D. 2016. Dokusuz Yüzeydeki Gelişmeler. *ITMA 2015 Uluslararası Tekstil Makineleri Fuarı Teknolojik Değerlendirme Raporu Kitabı*, ISBN No: 978-605-9193-14-6.

Ömeroğulları Başyığıt Z., Kut D., 2016. Multifonksiyonel Kumaş Üretimi. *V. ArGe Günleri*, Uludağ Üniversitesi, Mete Cengiz Kültür Merkezi Bursa.

Balcı N., Omerogulları Basyigit Z., Kut D., Eren H. A. 2015. Effects of Plasma and Ozone Treatments on the Physical Properties of Silk. *Uludağ Üniversitesi Müh. Fak. Dergisi*, V:20, N:2, pp:43-56, 2015.

Omerogulları Basyigit Z., Kut D. 2015. Effects of Different Gases on the Physical Properties of Silk Woven Fabric via Plasma Treatment. *15. Autex Textile World Conference*, Bükreş, ROMANYA.

Omerogulları Basyigit Z., Hocaoglu E., Kut D., Yenilmez E., Yazan Y. 2015. Improving Sleep Mask for Eye Contour Care. *Fiber&Society 2015 Fall Meeting*, North Carolina State University, Raleigh, North Carolina, USA.

Omeroğulları Z., Kut D. 2012. Application of Low-Frequency Oxygen Plasma Treatment to Polyester Fabric to Reduce the Amount of Flame Retardant Agent. *Textile Research Journal*, 82(6): 613-621.

Omeroğulları Z., Kut D. 2011. Investigation of Burning Behavior of Polyester Fabric with Using Natural Structured Flame Retardant Agent. *Tekstil ve Konfeksiyon*, 21(4):364-368.

Ömeroğulları Z., Kut D. 2012. Tekstilde Güç Tutuşurluk, *Uludağ Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 17(1).

Kut D., Omeroğulları Z. 2010. Protective Textiles. *IV. Uluslararası Teknik Tekstiller Kongresi*, 16-18 Mayıs, İstanbul.

Kut D., Güneşoğlu C., Ömeroğulları Z. 2012. Nonwoven Malzemeden Yapılan Taşıyıcı Tekstillerinin Güç Tutuşurluk Özelliği ve Termal Davranışının Araştırılması. *IV. Uluslararası Ar-Ge Proje Pazarı*, 02-03 Şubat, Bursa.

Kut D., Orhan M., Ömeroğulları Z. 2012. Antibakteriyel-Antifungal Etkinlik Sağlamak İçin Mikrokapsül Hazırlanması ve Hastanelerde Kullanılacak Pamuklu Kumaşlara Aktarılması. *IV. Uluslararası Ar-Ge Proje Pazarı*, 02-03 Şubat, Bursa.

Kut D., Ömeroğulları Z., Eren H. A. 2011. Oksijen Plazma ve Ozon Gazı Uygulaması Sonrası İpek Kumaşta Antibakteriyel-Antifungal Etkinin Sağlanmasında Gerekli Madde Miktarının Azaltılması. *I. Ulusal Ar-Ge Günleri*, Uludağ Üniversitesi, 16-17 Kasım, Bursa.

Omeroğulları Z., Kut D. 2012. Application of Different Types of Flame Retardant Agents on Cotton Fabrics. *V. Uluslararası Teknik Tekstiller Kongresi*, 7-9 Kasım, İzmir.

