

**TEKSTİL KUMAŞLARINA UYGULANAN
SU, YAĞ VE KİR İTİCİ APRELERİN
ANTİMİKROBİYAL ETKİNLİKLERİNİN
MİKROBİYOLOJİK OLARAK ARAŞTIRILMASI**

Ümit Yılmaz YILDIZ

Yüksek Lisans Tezi

İleri Teknolojiler Anabilim Dalı
Biyoteknoloji Bilim Dalı

Ocak - 2012

JÜRİ VE ENSTİTÜ ONAYI

Ümit Yılmaz YILDIZ'ın “**Tekstil Kumaşlarına Uygulanan Su, Yağ Ve Kir İtici Aprelerin, Antimikrobiyal Etkinliklerinin Mikrobiyolojik Olarak Araştırılması**” başlıklı İleri Teknolojiler Anabilim Dalı, Biyoteknoloji Bilim Dalındaki, Yüksek Lisans Tezi 16/12/2011 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Anadolu Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca değerlendirilerek kabul edilmiştir.

	Adı-Soyadı	İmza
Üye (Tez Danışmanı):	Prof. Dr. A. SAVAŞ KOPARAL	
Üye	: Prof. Dr. AYDIN DOĞAN	
Üye	: Doç. Dr. M. ERDEM ÜREYEN	

Anadolu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun
..... tarih ve sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Enstitü Müdürü

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

TEKSTİL KUMAŞLARINA UYGULANAN SU, YAĞ VE KİR İTİCİ APRELERİN, ANTİMİKROBİYAL ETKİNLİKLERİNİN MİKROBİYOLOJİK OLARAK ARAŞTIRILMASI

Ümit Yılmaz YILDIZ

Anadolu Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
İleri Teknolojiler Anabilim Dalı
Biyoteknoloji Bilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Ali Savaş KOPARAL
2012, 72 sayfa

Bu çalışmada, antibakteriyel madde ile su, yağ, kir itici aprelerin ayrı ayrı ve birlikte antibakteriyel etkinliklerinin yıkanma sayılarına bağlı olarak değişimi mikrobiyolojik olarak incelenmiştir. Çalışmalarda deney mikroorganizması olarak tekstil endüstrisinde önemli bir parametre olan ve fekal kontaminasyon etmeni olan *Escherichia coli* kullanılmıştır. Kumaş çeşitleri polyester ve pamuk olup , 10 ve 20 kez yıkama işlemine tabi tutulmuştur. Sonuçlar yıkama işlemi uygulanmayan kumaşlar ile karşılaştırılmıştır. Antibakteriyel ajan olarak, ana maddesi hidroksi apetit olan ve gümüş iyonları içeren inorganik esaslı toz kullanılmıştır. Etkinliğin sağlanması amacıyla kumaş örnekleri, bakterisid etkisi bilinen gümüş (Ag^+) iyonları ile belirli metotlar uygulanarak muamele edilmiştir. Bunun yanında su, yağ ve kir itici özelliğin sağlanması amacıyla Nuva2110 kullanılmıştır. Su itici özellikte olan örneklerin yalnızca pasif koruma sağladığı ve her iki kumaş türünün de etkinliğinin yıkanma sayısı ile orantılı olarak azaldığı görülmüştür. Sonuçlar birlikte değerlendirilmeye alınmış ve çalışmada kullanılan 0,10 ve 20 yıkama uygulanan örneklerin antibakteriyel özellikte olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Tekstil, Antibakteriyel, Su itici, Yağ itici, Gümüş İyonları, *Escherichia coli*

ABSTRACT
Master of Science Thesis

**INVESTIGATING THE ANTIBACTERIAL ACTIVITY OF WATER, OIL
AND SOIL REPELLENT TEXTILE FINISHES ON TEXTILE FABRICS**

Ümit Yılmaz YILDIZ

**Anadolu University
Graduate School of Sciences
Department of Advanced Technologies
Biotechnology Program**

Supervisor: Prof. Dr.A. Savaş KOPARAL
2012, 72 pages

ABSTRACT

In this study, The changes in antibacterial activity with the use of antimicrobial compounds were investigated in water repellent, soil repellent and oil repellent textile finishes; together and seperately. *E.coli* microorganism which is a fecal contamination factor were used in the experiments. Polyester and coton fabrics were used and they were washed 10 and 20 times. The results were compared with the unwashed fabrics. Inorganic based dust that contains mainly hydroxyapatite (HA) and silver ions (Ag^+) were used as an antibacterial agent. Fabric samples were treated with the silver ions (Ag^+) which is known for its bactericidal effect by using specific methods. With the aim of having these water repellent, oil repellent and soil repellent properties; Nuva2110 were used. It was observed that hydrophobic samples provided passive protection and the antimicrobial activity correlated with the number of washes in water repellent and antibacterial fabrics. The results were evaluated. It was found that the samples which were washed 0, 10 and 20 times were antibacterial.

Key Words: Textile, Antibacterial, Water repellent, Oil repellent, Silver ions,
Escherichia coli

TEŞEKKÜR

Akademik kariyerimin başlangıcından itibaren her konuda desteğini, hoşgörüsünü ve yardımlarını esirgemeyen ve bundan sonra da esirgemeyeceğine emin olduğum değerli danışman hocam Prof. Dr. A.Savaş KOPARAL'a,

Öneri ve destekleri ile çalışmama katkıda bulunan hocalarım Prof. Dr. Aydın DOĞAN, Doç. Dr. Mustafa Erdem ÜREYEN, Öğr. Gör. Dr. Filiz BAYRAKCI KAREL ve Öğr. Gör. E. Esra GEREK'e

Hiçbir yardım çağrımı cevapsız bırakmayan sevgili arkadaşlarım, Gülşah ALBAYRAK, Seda HERGÜNDARIM ve Çağdaş ASLAN'a,

Bugüne kadar her durumda sevgileri ve her türlü destekleri ile yanımda olan sevgili aileme

en içten teşekkürlerimi sunarım.

Ümit Yılmaz YILDIZ

Ocak 2012

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖZET.....	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iii
İÇİNDEKİLER	iv
ŞEKİLLER DİZİNİ	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ	ix
1. GİRİŞ	1
2. TEKNİK TEKSTİLLER	5
2.1. Antibakteriyel Tekstil Ürünleri	11
2.2. Su, Yağ ve Kir İticilik Bitim İşlemleri ve Analiz Yöntemleri	14
2.2.1. Bitim işlemleri.....	14
2.2.2. Su geçirmezlik bitim işlemi	15
2.2.3. Su, yağ ve kir iticilik bitim işlemleri.....	15
2.3. Tekstilde Renk Ölçümünün Kullanımı ve Uygulama Alanları.....	16
2.4. Su, Yağ ve Kir İticilik Analizleri	17
2.4.1. Su iticilik testi	17
2.4.2. Yağ İticilik testi.....	19
2.4.3. Dual etki	24
2.5. Nano Yapılar ve Nanoteknolojik Metotlarla Tekstil Yüzeylerine Su İticilik Özelliğinin Kazandırılması	25
2.6. Tekstilde Renk Ölçümünün Kullanımı ve Uygulama Alanları.....	27
3. ANTİBAKTERİYEL SİSTEMLER	29
3.1 Antibakteriyel Sistemlerin Hücreleri Etkileme Şekilleri	29
3.1.1. Protein pıhtılaşması	29
3.1.2. Hücre zarının veya çeperinin bozulması	29
3.1.3. Serbest sülfidril grupların giderilmesi.....	30
3.1.4. Kimyasal zıt etki	30

3.2 Antibakteriyel Ajanlar.....	31
3.2.1. Metal iyonlarını antibakteriyel etkisi	31
4. MİKROBİYOLOJİK SİSTEMLER	38
4.1. Mikroorganizmalar.....	33
4.1.1. Escherichia coli	35
5. MİKROBİYOLOJİK ÇALIŞMALAR	38
5.1. Mikrobiyolojik Örnek Alma ve Kültür Yapma.....	38
5.1.1. Örnek alma ve alınan örneğin inokülasyona hazırlanması	38
5.1.2. Aktarma teknikleri ve inokülasyon	40
5.1.3. İnkübasyon	41
5.2. Mikrobiyolojik Sayım Yöntemleri.....	41
5.2.1. Kültürel sayım yöntemleri.....	44
6. DENEYSEL ÇALIŞMALAR	47
6.1. Kullanılan Antimikrobiyal Seramik Tozun Özellikleri.....	47
6.1.1 Kullanılan antimikrobiyal seramik tozun karakterizasyonu	48
6.1.2. Kullanılan gümüş katkılı seramik tozun antimikrobiyal etkinliği.....	49
6.1.3. Dağıtıcı ilavesi ile tane boyut ve zeta potansiyel değişimi	49
6.2. Apre Kimyasallarının Kumaşlara Uygulanması	50
6.2.1 Su, yağ ve kir itici ve antibakteriyel apre kimyasalının kumaşlara uygulanması.....	51
6.3. Aplikasyon Yapılan Kumaşlara Uygulanan Testler.....	52
6.3.1. Kumaşların yıkama deneyleri	53
6.3.2. Kumaşların renk ölçüm analizleri	53
6.3.3. Su, yağ ve kir itici apre kimyasalı uygulanan kumaşların temas açısı analizleri	58
6.3.4. Kumaşların antibakteriyel etkinliğinin belirleme analizleri.....	60
7. BULGULARIN TARTIŞILMASI	66
7.1. Spektrofotometrik Renk Ölçüm Analiz Sonuçları	66
7.2. Pes-Vis ve Pamuklu Kumaş Örneklerinin Temas Açısı Ölçümleri	66
7.2.1. Pes-Vis kumaş örneklerinin temas açısı ölçüm sonuçları	66
7.2.1. Pamuklu kumaş örneklerinin temas açısı ölçüm sonuçları	67
7.3. Kumaşların Antibakteriyel Etkinlik Analiz Sonuçları	67

7.3.1. Pamuklu kumaş örneklerinin mikrobiyolojik analiz sonuçları	67
7.3.2. Pes-Vis kumaş örneklerinin mikrobiyolojik analiz sonuçları	68
8. SONUÇLAR ve ÖNERİLER	69
9. KAYNAKLAR	70

ŞEKİLLER DİZİNİ

2.1. Su damlacığının kumaş ile yaptığı temas açısı	17
2.2. Florokarbonların kumaş yüzeyine bağlanmaları	21
2.3. CF ₃ 'ün pamuklu kumaş üzerindeki yerleşimi	22
2.4. Renk Ölçüm Cihazı (Minolta 3600d).....	28
4.1. E. Coli	37
6.1. Antimikrobiyal seramik tozun sentezlenmesi	48
6.2. Yüzeylerin su damlacıkları ile oluşturdukları temas açılarına göre adlandırılması	50
6.3. Referans PES-Vis kumaş numunesinin renk ölçüm sonuçları	54
6.4. Antibakteriyel apre kimyasalı uygulanan PES-Vis kumaş numunesinin renk ölçüm sonuçları	54
6.5. Su, yağ ve kir itici apre kimyasalı uygulanan PES-Vis kumaş numunesinin renk ölçüm sonuçları	55
6.6. Antibakteriyel ve itici kimyasalların aynı banyoda uygulandığı PES-Vis kumaş numunesinin renk ölçüm sonuçları	55
6.7. Antibakteriyel ve itici kimyasalların farklı banyolarda uygulandığı PES-Vis kumaş numunesinin renk ölçüm sonuçları	56
6.8. Antibakteriyel apre kimyasalı uygulanan pamuk kumaş numunesinin renk ölçüm sonuçları	57
6.9. Su, yağ ve kir itici apre kimyasalı uygulanan pamuk kumaş numunesinin renk ölçüm sonuçları	57
6.10. Antibakteriyel ve itici kimyasalların aynı banyoda uygulandığı pamuk kumaş numunesinin renk ölçüm sonuçları	58
6.11. Antibakteriyel ve itici kimyasalların farklı banyolarda uygulandığı pamuk kumaş numunesinin renk ölçüm sonuçları	58
6.12. Krüss Dsa-100 temas açısı ölçüm cihazı	59
6.13. Antibakteriyel apre kimyasalı uygulanmış Pes-Vis kumaş örneğinin su itcilik temas ölçümü.....	60

6.14. Apre kimyasalı uygulanmış Pes-Vis kumaş örneğinin su iticilik temas ölçümü (30sn)	60
6.15. Pamuklu kumaşların referans, su itici ve antibakteriyel apre kimyasalı içeren sonuçlarının karşılaştırılması	62
6.16. Antibakteriyel pamuklu kumaşların referansı ve apre kimyasal içeren sonuçlarının karşılaştırılması. Referans (1), 0 yıkama antibakteriyel pamuklu kumaş (2), 10 yıkama pamuklu antibakteriyel kumaş(3), 20 yıkama antibakteriyel pamuklu kumaş(4).	63
6.17. Pes-Vis kumaşların referans, su itici ve antibakteriyel apre kimyasalı içeren sonuçlarının karşılaştırılması	64
6.18. Antibakteriyel PES-Vis kumaşların referansı ve apre kimyasal içeren sonuçlarının karşılaştırılması. Referans (1), 0 yıkama antibakteriyel Pes-vis kumaş (2), 10 yıkama antibakteriyel Pes-vis kumaş(3), 20 yıkama antibakteriyel Pes-vis kumaş(4).....	65

ÇİZELGELER DİZİNİ

2.1. Tekstilde kullanılan malzemelerin serbest yüzey enerjileri	20
2.2. Yüzey yapısının yüzey enerjisine etkisi	21
2.3. Çapraz bağlayıcıların su iticiliğine etkisi	23
2.4. ESCA analiz raporu.....	24
6.1. Pamuklu kumaş örneklerine uygulanan apre kimyasallarının miktarları ve uygulama sıcaklıkları	52
6.2. PES kumaş örneklerine uygulanan apre kimyasallarının miktarları ve uygulama sıcaklıkları	52
6.3. Yağ iticilik test sıvıları ve özellikleri	53
6.4. Pamuklu kumaşlar için farklı yıkama sayıları ve apre uygulamalarında antibakteriyel etkinlik	62
6.5. Pes-Vis kumaşlar için farklı yıkama sayıları ve apre uygulamalarında antibakteriyel etkinlik	64

1. GİRİŞ

Mikroorganizmalar soluduğumuz havada, vücudumuzda, toprakta ve temas ettiğimiz bütün yüzeylerde bulunmaktadır. Özellikle bakteriler enfeksiyon, hastalık, koku gibi sağlıkla ilgili problemlerin yanında tekstil ürünlerinin bozunmasına ve lekelenmesine de sebep olabilirler. Pamuk gibi doğal lifler gözenekli, hidrofilik yapıları nedeniyle sentetik liflere göre mikroorganizma kökenli problemlere daha duyarlıdır. Öte yandan insan vücudu kendisine doğrudan temas eden giysilerdeki bakterilere ısı, nem ve besin sağlar. Yani bakteri gelişimi için mükemmel bir çevre ve uygun şartları sunar. Tekstil ürünlerinde mikroorganizmaların zararları çok eskiden beri bilindiği için bu alandaki uygulamalar da eskidir. Mısırlıların mumyaları sardıkları kumaşları korumak amacıyla kullandıkları inorganik tuzlar, baharat ve bitkiler bu konudaki en eski uygulamalardandır (Seong ve ark. 1999). Eski Çinlilerin de benzer uygulamaları yaptıkları bilinmektedir. 1970'li yıllarda Çin'in başkenti Şangay'da yapılan arkeolojik keşifler, ipekten yapılmış tekstil materyallerinin binlerce yıldır çok iyi korunduğunu açığa çıkarmıştır (Leonas ve ark. 1997). Endüstriyel olarak ise antibakteriyel maddelerin ilk tekstil uygulamalarına 1940'lı yıllarda rastlanmaktadır. İkinci Dünya Savaşı sırasında tentelik ve araç örtüsü olarak kullanılan pamuklu kumaşlarda mikropların sebep olduğu çürümeleri engellemek ihtiyacı ortaya çıkmıştır. Amerikan Ordusunun yaptığı çalışmalar sonucunda kumaşlar klorinlenmiş balmumu, bakır ve antimon tuzlarının karışımı ile işleme sokularak korunmaya çalışılmıştır (Ramachandran ve ark. 2004). Bu tür uygulamalar pahalı olmaları ve kumaşta mukavemet kaybı yaratmaları nedeniyle endüstride sınırlı kabul görmüştür. Ayrıca mikrobiyal bozunmaya karşı dirençli olan naylon, akrilik ve PES gibi sentetik liflerin geliştirilmesi endüstriyel kumaşlarda pamuk yerine bu liflerin kullanımının yaygınlaşmasına sebep olmuştur. Görüldüğü gibi bu konudaki uygulamalar çok eskiye dayanıyor olmasına rağmen her türlü tekstil ürününe, özellikle giysilere, uygulanabilen ve yukarıdaki beklentileri tam olarak karşılayabilen antimikrobiyal kimyasal veya liflerin geliştirilmesi ancak son yıllarda olmuştur. Tekstil sektöründe kullanılan

antimikrobiyal malzemeler genellikle gıda, kozmetik ve tıpta uzun yıllardan beri yaygın olarak kullanılan etken maddelerin tekstil uygulamalarına adapte edilmeleri ile geliştirilmektedirler. Son yıllarda tüketicilerdeki hijyen beklentilerinin artması antimikrobiyal tekstil ürünlerinin geliştirilmesine yönelik artan bir Pazar talebi yaratmıştır. Bu talep nedeniyle de son on yılda ticari olarak çok sayıda yeni lif ve kimyasal geliştirilmiştir. Günümüzde neredeyse tüm tekstil kimyasalları üreticilerinin ve kimyasal lif firmalarının ürün gamında antimikrobiyal malzemeler bulunmaktadır.

Antimikrobiyal ya da biyoaktif tekstiller konusunu anlayabilmek için bazı temel kavramların bilinmesinde fayda vardır. Özel olarak sadece bakterilere karşı etkili olan malzemeler, mantarlara karşı etkili olan malzemeler ise ya da olarak isimlendirilir. Çalışma biçimine göre mikroorganizmaları öldürebilen antimikrobiyal malzemeler (biocidal), mikroorganizmaların üremelerini engelleyen ya da gelişimini durduran malzemeler de (biostatic) olarak isimlendirilmektedir. Yukarıda da belirtildiği gibi son yıllarda tekstil sektöründe kullanılabilecek pek çok antimikrobiyal malzeme geliştirilmiştir. Bu malzemeler kimyasal yapılarına, çalışma mekanizmalarına, insan ve çevreye etkilerine, uygulandıkları ürüne tutunma karakteristiklerine, çeşitli dış etkilere dayanıklılıklarına, fiyatlarına ve mikroorganizmalarla etkileşimlerine göre çok farklılık göstermektedirler. Antimikrobiyal uygulamalarda kullanılan en yaygın etken maddeler triklosan, kuaterner amonyum tuzları ve metallerdir (gümüş, bakır, çinko vb). Bunlar dışında halamin türevleri, kitosan gibi pek çok etken maddenin kullanımı ile ilgili çalışmalar da yürütülmektedir. Triklosan halojenlenmiş difenil eterdir (2,4,4-trichloro-2-hydroxydiphenylether) ve esas olarak pestisit olarak kullanılmasının yanında sabun ve diş macunlarında da kullanılmaktadır. Triklosanın kullanımı, sadece pestisit olarak uygulanıyor olmasından değil aynı zamanda ürünleri açısından da tartışmalıdır. Triklosanın sentezinde dioksin ve dibenzofuranlar gibi kanserojen bileşikler görülmektedir. İnsan ve çevre sağlığı, proses ile ilgili kaygılar özellikle gümüş katkı antimikrobiyal malzemelere ilgiyi arttırmıştır. Pek çok metalin antimikrobiyal etkiye sahip olduğu bilinmesine rağmen gümüş diğer metallere tercih edilmektedir. Bunun başlıca nedenleri bakterilere karşı en dirençli metal olması,

kontrollü kullanımında vücuda karşı zararlı etkilerinin bulunmadığının eskiden beri bilinmesi, çoğu malzemeye göre son ürün haline getirilmesinin daha ucuz olması ve kolay üretim işlemidir. Antimikrobiyal tekstiller, etken maddenin life katılmasıyla (lif çekimi sırasında polimer çözeltisine katılarak ya da lif çekiminden sonra applike edilerek) veya tekstil ürününe doğrudan uygulanmasıyla üretilmektedir. Konvansiyonel çektirme ve emdirme yöntemleri doğal ve sentetik liflerden yapılmış kumaşlara antimikrobiyal kimyasalların bitim işlemi ile verilmesinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Spreyleme ve kaplama yöntemleri de antimikrobiyal kimyasalların aplikasyonunda kullanılabilir. Antimikrobiyal liflerden yapılan tekstil malzemelerinin mikroorganizmalara karşı daha uzun süreli dayanım gösterdiği pek çok araştırmada gösterilmiştir. Bununla beraber bitmiş ürüne apre kimyasalı ile yapılan uygulamalarında çeşitli avantajları bulunmaktadır. Öncelikle uygulanması kolaydır ve bu amaçla geliştirilen hemen her kimyasal başka apre kimyasalları ile de uyum gösterdiğinden tek banyoda diğer işlemlerle birlikte uygulanabilmektedir. İstenilen antimikrobiyal özelliği sağlayacak miktarı ayarlamak daha kolay olmaktadır.

Ticari olarak pazarda bulunabilen liflerle ilgili çok sayıda çalışma yapılmıştır. Örneğin Zikeli (2002), SeaCell Activeliflerinin antibakteriyel ve antimikotik özelliklerini test etmiştir. Bu çalışmada %15 ve %25 SeaCell Active lifi karıştırılmış kumaşların 60 yıkama sonunda antibakteriyel etkilerini korudukları gözlenmiştir. Antimikotik etkisi de *Aspergillus niger* mantarına karşı test edilmiş ve sekiz gün sonunda mantar sayısında önemli azalma olduğu belirlenmiştir. Jackovski ve arkadaşları, Acordis firması tarafından üretilen ve esas olarak sporcu giysileri, iç giyim ürünleri ve çoraplar için tasarlanmış olan Amicor ticari adı ile satılan antimikrobiyal poliakrilnitril (PAC) lifleri ile farklı oranlarda pamuk lifini karıştırarak üretilen ipliklerin eğrilebilirlikleri ile antimikrobiyal özelliklerini araştırmışlardır. Wilk ve Dziworska, Trevira firması tarafından üretilen T140 ve T350 tip antimikrobiyal lifleri ve X-Static lifinin antibakteriyel özelliklerini araştırmışlardır. Bu üç tip lif de gümüş iyonu içermektedir. Çalışma kapsamında üretilen ve test edilen tüm gümüş içerikli kumaşların *Staphylococcus aureus* bakterisine karşı yüksek dayanıma sahip olduğu görülmüştür. Üreyen (Wilk ve ark. 2005) farklı oranlarda SeaCell Active

lifi ile pamuk lifini karıştırarak open end rotor iplik makinesinde eğrilebilirliklerini ve iplik özelliklerini incelemiştir. Ayrıca farklı oranlarda SeaCell Active lifi içeren örme kumaşların antibakteriyel aktivitelerini ve 60 yıkamaya kadar yıkama dayanımlarını test etmiştir. Sonuç olarak %3 SeaCell Active lifi içeren kumaşlarda dahi antibakteriyel aktivite olduğunu belirlemiştir.

2. TEKNİK TEKSTİLLER

Teknik tekstil terimi 1980’li yıllarda görünüş ve estetik karakteristiklerindense teknik özellikleri ve performansları için geliştirilen ve çeşitliliği her geçen gün artan ürünler ve üretim tekniklerini tarif etmek üzere ortaya konmuş bir terimdir. Zira, bu hızla büyüyen sahanın zenginliğini, kompleksliğini ifade etmekte “endüstriyel tekstil” terimi kifayetsiz kalınca, onun yerine “teknik tekstil” terimi geçmiştir. Ancak ABD’de halen “endüstriyel tekstil” terimi geniş ölçüde kullanılmaktadır.

Teknik tekstil deyince “estetik ve dekoratif özelliklerinden ziyade, öncelikle teknik performansları ve fonksiyonel özellikleri için üretilen tekstil malzemeleri ve ürünleri” anlaşılmaktadır. Özel olarak tasarlanan, herhangi bir üründe veya proses dahilinde veya yalnız başına belirli bir özelliği yerine getirmek amacıyla kullanılan malzemelere “teknik tekstil” denmektedir.

Teknik tekstiller pahalı, katma değeri yüksek ürünlerdir. Kimyasallara, hava şartlarına, mikro organizmalara dayanıklı, yüksek mukavemet, yanmazlık gibi üstün performans özelliklerine sahip ürünlerdir. Bu ürünler tekstil dışındaki alanlarda da kullanılırlar; ancak alıcı bizzat teknik tekstil ürününü kullanmaz, herhangi bir malzemenin parçası olarak kullanılır.

Teknik Tekstillerin Kullanım Alanları :

Teknik tekstillerin zamanımızda çok çeşitli kullanım alanları bulunmaktadır. Bunlar on iki başlık altında toplanmaktadır.

1) Zirai tekstiller (agrotech)

Tarım, bahçivanlık, ormancılık ve su ürünlerinde kullanılan tekstiller

2) İnşaat tekstilleri (buildtech)

Bina ve inşaatlarda kullanılan tekstiller

3) Teknik giysiler (clothtech)

Giysi ve ayakkabıların astar ve benzeri teknik bileşenleri

4) Jeolojik tekstiller (geotech)

Jeolojik tekstiller ile inşaat mühendisliği malzemeleri

5) Ev tekstilleri (hometech)

Mobilya, ev tekstili ve yer kaplamalarının teknik bileşenleri

6) Endüstriyel tekstiller (indutech)

Filtrasyon, nakil, temizleme vb. sanayi tipi uygulamalar için tekstiller

7) Tıbbi tekstiller (medtech)

Hijyenik ve tıbbi ürünler için tekstiller

8) Taşıt araçları için tekstiller (mobiltech)

Otomotiv, gemi, tren ve hava taşıtları için tekstiller

9) Ekolojik tekstiller (oekotech)

Çevre koruma amaçlı tekstiller

10) Ambalaj tekstilleri (packtech)

Ambalaj malzemeleri

11) Koruyucu tekstiller (protech)

Kişisel ve mülki koruma için tekstiller

12) Sportif tekstiller (sportech)

Spor ve serbest (gündelik) giysiler için tekstiller.

Bu gruplar altında yüzlerce ürün ve uygulama yer almaktadır. Ürün ve uygulama alanlarının bazıları geleneksel, bazıları köklü malzeme ve tekniklerle yer değiştirerek, bazıları ise başlı başına özellikleri için yeniden yaratılan malzemelerdir. Konveyör (taşıyıcı) bantlar, tıbbi eldivenler, balistik (kurşun geçirmez) kumaşlar, akustik izolasyon malzemeleri, roketler, otomobillerdeki hava yastıkları, antistatik tekstiller, suni çimen, tentelik kumaşlar, bandaj malzemeleri, aleve dayanıklı battaniye ve yastıklar, filtreler, yanmaz yapı malzemeleri, kimyasal koruyucu giysiler, tek kullanımlık koruyucu giysiler, kanalizasyon ve sulama sistemleri, güç tutuşur dekorasyon mateyalleri ve perdeler teknik tekstillerin kullanıldığı 150 kadar nihai ürünün arasında yer almaktadır.

Otomotiv sanayii teknik tekstiller için sadece en geniş değil, aynı zamanda en fazla ürün çeşitliliği olan pazar durumundadır. Otomotiv sanayiindeki teknik tekstil uygulamaları otomobil lastiklerinin içerisindeki kord bezinden, emniyet kemerlerine, ısı ve ses yalıtımından hava yastıklarına kadar değişen bir çeşitlilik

arzmetmektedir. Teknik tekstiller yüksek teknoloji ürünü oldukları için yüksek mukavemetleri, özel elastiklikleri veya kaplamaları ile öne çıkarlar.

Teknik tekstil ürünlerinden bazı örnekler aşağıda verilmektedir:

- Akustik izolasyon malzemeleri (otomobil kontrüksiyonu, gemi inşa ve roket üretiminde kullanılan)
- Aktif spor giysileri
- Yapışkan bantlar (dar dokuma kumaşlardan mamül endüstriyel tekstiller)
- Reklam amaçlı flamalar, pankartlar
- Roketler
- Hava yastıkları (otomobiller, roketler vb.)
- Antistatik tekstiller
- Suni çimen
- Tentelik kumaşlar (ev ve bahçe için tekstil materyalleri)
- Kaplama, laminasyon veya yapıştırma için zemin materyali
- Ambalajlar
- Balistik (kurşun geçirmez) giysiler, koruyucu giysiler ve iş giysileri
- Bandaj malzemeleri
- Biyolojik olarak çözünebilir malzemeler
- Aleve dayanıklı battaniye ve yastıklar
- Astarlı ve astarsız filtreler
- Yanmaz yapı malzemeleri
- Aleve dayanıklı halılar
- Güç tutuşur dekorasyon malzemeleri ve perdelik kumaşlar
- Tek kullanımlık koruyucu giysiler
- Doktor ve hemşire kıyafetleri
- Kanalizasyon ve sulama sistemleri
- Elektrik izolasyon.

Teknik tekstillerin üretildiği malzemeler:

Teknik tekstiller esas itibariyle polyester, polipropilen, naylon, viskos, pamuk, cam ve aramidden üretilirler.

Teknik tekstillerin üretim alanları içerisinde en hızlı gelişen alan dokusuz yüzeylerdir (nonwoven).

Teknik tekstillerin bulunduğu formlar:

Teknik tekstiller şu formlarda bulunabilirler:

- eğrilmemiş elyaf,
- geniş ve dar dokumalar,
- dokusuz yüzeyler (nonwoven),
- örgülü örme,
- atkılı örme,
- halat.

Teknik tekstillerden beklenen özellikler:

Teknik tekstillerin çok çeşitli özellikleri bulunmaktadır. Bunlar dört ana grup altında toplanabilir:

- 1) Mekaniksel özellikler
- 2) Değiştirme özellikleri
- 3) İnsan sağlığı ile ilgili özellikler
- 4) Koruma özelliği

1) Mekaniksel özellikler

Mekaniksel özellikler üç başlık altında toplanır:

- Mukavemet

Emniyet kemeri, hava yastığı, balistik yelek gibi ürünlerde kullanılan

teknik tekstillerin yüksek mukavemetli olması gerekmektedir.

- Takviyelendirme

Helikopter pervaneleri, kayak, uçak kanadı gibi malzemelerde teknik tekstillerin kuvvetlendirme işlevi görmesi beklenir.

- Elastikiyet

Otomotiv sanayiinden paketleme sanayiine kadar geniş bir yelpazede kullanım alanı bulunmasını elastikiyet (esneklik) sağlar.

2) Değiştirme zellikleri

Teknik tekstiller gözenekli malzemeler olmaları, ısı ve elektrik iletim ve yalıtımı gibi özellikleri sayesinde bir malzemenin durumunda değişiklik yapabilme özelliğine sahiptirler. Değiştirme zellikleri řu başlıklar altında toplanabilir:

- Filtrasyon

Katı-gaz, sıvı-sıvı ve katı-sıvı ayırımında kullanılan filtrelerde teknik tekstil kullanımı yaygındır.

- İzolasyon ve iletkenlik

Uygun lif ve doku yapısı ile elektrik iletimi ve yalıtımı, ısı ve ses yalıtımı teknik tekstiller ile sağlanabilir.

- Drenaj

Yoğun ve yüksek gözenekli tekstil yüzeyleri ile filtrasyon ve erozyon kontrolü yapılabilir.

- Su geçirmezlik

Spor malzemeler, ayakkabılar için gerekli su geçirmezlik özelliği teknik tekstiller ile saęlanabilir.

- Emicilik

Hijyen, tıp ve ambalaj sektörlerinde gereken bir özelliktir.

3) İnsan sağlığı ile ilgili zellikler

- Mikro organizmalara karşı koruma

- Anti-bakteriyel zellik

- Vücuda uyumlu ve biyolojik olarak bozunabilme

- Ateře karşı koruma

4) Koruma zellięi

Teknik tekstiller sayesinde ısı, mekaniksel, kimyasal, elektriksel ve radyasyon gibi etkilere korunmak mümkün olabiliyor.

- Mekanik koruma (bıçak kesmesi, metal eriyik sıçramaları gibi tehlikelere karşı vücudun korunması)

- Kimyasallara karşı koruma (mikro gözenekli kaplamalar ile koruma)

- Kirlenmeme (partikül tutmama özelliği)

- Elektrik yalıtımı
- UV koruması
- Nükleer, biyolojik, kimyasal koruma
- Elektro-manyetik alanlardan koruma

Dünyada Teknik Tekstiller :

Dünyada tüketilen tekstil ürünlerinin ağırlık itibariyle dörtte birinden fazlası teknik tekstil ürünleridir. Bazı gelişmiş ülkelerde elyaf olarak fabrika tüketiminin %40'dan fazlası teknik tekstil olabilmektedir.

Kuzey Amerika teknik tekstil üretiminde dünyada en önde gelen bölgedir ki; bu bölgedeki sanayi kabaca tüm teknik tekstil pazarının %30'una sahiptir.

Dünya çapında teknik tekstil tüketiminin 2000-2005 yılları arasındaki büyüme tahminleri hacimsel olarak %3,9, değer olarak %3,7 olarak verilmektedir. Belli ülke grupları itibariyle teknik tekstil tüketiminin büyüme tahminleri ise aşağıdaki tablodan görülebilir. Oransal olarak Doğu Avrupa ülkelerinde ve Asya ülkelerindeki büyüme tahminleri diğer ülke gruplarından nisbeten daha yüksek görünmektedir.

Tüm dünyada tekstil sanayii, teknik tekstil olarak bilinen ve bütün tekstil uygulamaları içerisinde en hızlı büyüyen segment olan tekstillere doğru esaslı bir yönelim halindedir. Teknik tekstillerin konfeksiyon için üretilen tekstillerden kabaca iki kat hızlı büyüdüğü tahmin edilmektedir.

Türkiye'de Teknik Tekstiller :

Türkiye'de teknik tekstil yatırımları nisbeten yenidir ve henüz bir bilgi birikimi yoktur. Teknik tekstil alanında faaliyet gösteren irili ufaklı bir kaç firmanın varlığı bilinmektedir. Bunların arasında Kordsa, Vateks, Flokser gibi uluslararası üreticiler de yer almaktadır.

1 Ocak 2005'te tüm dünyada miktar kısıtlamalarının (kotaların) kaldırılması ile tekstil ve hazır giyim ticareti dünya çapında değişikliklere yelken açmıştır. Dünya ölçeğinde Çin ve diğer ucuz maliyetle üretim yapan ülkelere

yapılacak ithalat ile rekabet etmek gerekecektir. Bu çerçevede hazırlanan OECD, WTO gibi kuruluşların raporlarında teknik tekstil üretiminin artacağına işaret edilmektedir. Bilindiği gibi teknik tekstiller halen gelişmiş ülkelerde üretilmekte olup; yüksek teknoloji ve vasıflı işgücü gerektirmektedir.

Teknik tekstiller aynı zamanda geleneksel tekstillerin yıkıcı fiyat rekabetinden kaçabilmek için de avantajlar sunmaktadır. Bu itibarla, Türkiye'nin teknik tekstil konusunda güncel durumunun tesbiti, ihtiyaçlarının, hedeflerinin belirlenmesi ve bir program dahilinde hızla hedeflere yönelmesi önem arz etmektedir (Anonim 2005).

2.1. Antibakteriyel Tekstil Ürünleri

Yaşadığımız çevrede ve vücudumuzda bol miktarda bulunan mikro organizmalar için tekstil yüzeyleri son derece uygun yaşam alanları oluşturmaktadır. Bu organizmaların tekstil yüzeyinin kendisine ve kullanıcıya verebileceği zararların ortadan kaldırılması amacıyla antimikrobiyal tekstiller geliştirilmiştir. Antimikrobiyal özellikte tekstiller klasik tekstil yapılarının antimikrobiyal etken maddeler ile bir araya getirilerek tekstil yapılarına antimikrobiyal özellik kazandırılması ile elde edilmektedir. Antimikrobiyal maddelerin tekstil yapıları ile bir arada kullanımı çok eski olmayıp, ilk uygulamalara II. Dünya Savaşı yıllarında rastlanmaktadır. II. Dünya Savaşı sırasında kullanılan pamuklu tente, çadır ve kaput bezlerinde görünen nem ve ısıya bağlı mikro organizma oluşumunun önlenmesi, ortaya çıkan çürüme ve bozulmaya çözüm bulmak amacı ile antimikrobiyal tekstil kullanımı ilk olarak bu yıllarda geliştirilmeye başlanmıştır (Gao ve ark. 2008).

Günümüzde mikro organizmaların enfekte olmalarının önüne geçilmesi, enfeksiyonların kontrol altında tutulması, mikro organizmalardan kaynaklanan koku oluşumunun engellenmesi, tekstil yüzeylerinde, mikro organizmalardan kaynaklanan lekelenme, renk değişimi ve kalite kaybının engellenmesi gibi fonksiyonların yerine getirilmesi için antimikrobiyal tekstil ürünleri kullanılmaktadır.

Yaygın olarak hastaneler, çocuk yuvaları, oteller gibi kalabalık ve topluma açık yerlerde kullanılmakta olan antimikrobiyal tekstillerin kullanım alanları her geçen gün artmaktadır. Hastane tekstillerinin yanı sıra gelişmiş ülkelerde günlük hayatta önemli oranlarda antimikrobiyal tekstil ürünleri kullanılmaktadır.

Genellikle yer kaplamaları, yatak materyalleri, havlular, çarşaflar, önlük ve üniformalar gibi ortak kullanıma açık yerlerde genel hijyen amaçlı kullanım; çorap, iç çamaşır ve el havlusu gibi ürünlerde kişisel hijyene yönelik kullanım yaygınlaşmaktadır. Pavlidou antimikrobiyal tekstil ürünlerinin dünyadaki üretim miktarının 2000 yılında 100.000 ton civarında olduğunu, bu üretimin % 30 kadarının Batı Avrupa ülkeleri tarafından kullanıldığını belirtmektedir. Antimikrobiyal tekstil ürünleri pazarının özellikle spor giysileri, çoraplar, ayakkabı astarları ve iç giyim alanında önemli gelişmeler göstermesi beklenmektedir. Ayrıca dış ortam tekstilleri, hava filtreleri, otomotiv tekstilleri, ev tekstilleri ve medikal tekstiller pazarında önemli artışlar beklenmektedir.

Tekstil yüzeylerinin bitim işlemi ile antimikrobiyal özellik kazandırılması antimikrobiyal elyaf kullanımına göre daha yaygın bir uygulamadır. Antimikrobiyal tekstil ürünlerinin kullanımındaki artış nedenleri arasında, kişisel hijyen, tıbbi amaçlar ve müşteri tercihlerine ek olarak, küresel ısınmanın sonucu olarak alınması gerekli tedbirler arasında olan su tüketiminin azaltılması hedefi de dikkate alınmalıdır. Yakın gelecekte su kaynaklarının idareli kullanımına yönelik olarak alınacak tedbirler arasında daha az yıkama gerektirecek tekstil ürünlerinin kullanımının önem kazanması beklenmektedir.

Bu amaca uygun olarak mikro organizmaların neden olduğu kirlenmeyi azaltan veya tamamen ortadan kaldıran tekstil ürünlerinin geliştirilmesi gerekecek ve antimikrobiyal özellikte tekstil yapılarının üretimi ve tüketimi daha da artacaktır.

Mikroorganizma, gözle görülemeyecek kadar küçük mikro yapıdaki canlılara verilen genel isimdir. Bu canlılara halk arasında “mikrop” adı da verilmektedir; ancak halk arasında mikrop tanımı; zarar veren, hastalık yapıcı anlamında da kullanılır. Bilimsel olarak ise bu doğru değildir. Yeryüzünde bulunan mikro organizmaların % 99’u sağlık açısından zararsız ve çevreye

faaydası bulunan canlılardır. Sadece % 1' lik kısmı patojenik, hastalık yapıcı mikro organizmalardır (Kılıçturgay ve ark. 1992).

Mikro organizmalar “sellüler” ve “asellüler” olarak ikiye ayrılırlar. Bunlardan sellüler olanlar yapılarında protein sentezi yapabilecek RNA ve DNA' yı bulunduranlardır. Sellüler mikro organizmalar ise “ökaryotlar” ve prokaryotlar” olarak ikiye ayrılırlar. Ökaryotlar yapılarında hücre çekirdegi zarı bulunduran mikro organizmalardır. Bu guruba algler, mantarlar, protozonlar gibi mikro organizmalar dâhildir. Prokaryot mikro organizmalar ise yapılarında hücre zarı çekirdegi bulunmayanlardır. Bakteriler prokaryot mikro organizmalar grubuna girmektedir. Mikrobiyoloji biliminde bakteri denince ilk akla gelen yapı hücre içerisinde zarlı bir yapı bulunmamasıdır. Bu yapılarda hücre çekirdegi de diğer mikro organeller gibi hücre zarı içerisinde yayılmış bir halde bulunur (Kılıçturgay ve ark. 1992).

Bu bilgiler ışığında; mikroorganizmanın yaşam faaliyetlerine olumsuz bir müdahale olursa, buna antimikrobiyel aktivite adı verilmektedir. Bu müdahale mantarla ilgili olursa antimantar ya da antifungi aktivite, bakteriler ile ilgili olursa antibakteriyel aktivite olarak adlandırılmaktadır. Tekstil yüzeylerine antibakteriyel özellik, kumaş veya liflere özel bitim işlemleri uygulanarak ya da kendi doğal kimyasında antibakteriyel özelliğe sahip olan liflerin kullanılması ile kazandırılmaktadır.

Antibakteriyel bitim işlemlerinde, tekstil yüzeylerinin antibakteriyel ajanlarla muamele edilmesi gerekir. Kullanılan iki tip antibakteriyel ajan vardır. Bunlar “-static” ve “-cidal” olarak adlandırılır. Bunlardan “-cidal” olarak adlandırılan ajanlar uzun yıllardır kullanılmaktadır. Yakın zamanda geliştirilen sistem ise “-static” ajanlardır. Cidal ajanlar hem çevrecidir hem de “-static” ajanlara göre daha sağlıklıdır (Altınok 2008).

Bununla birlikte antibakteriyel özellik dört farklı faktörle birlikte belirlenmektedir.

- Antibakteriyel aktivitenin kalıcılığı
- İstenmeyen mikro organizmalara karşı seçici aktivite
- Kumaşlarda kabul edilebilir düzeyde nem geçirgenliği
- Bitim işlemleri ile uyumluluk göstermesi (Rahel 1996)

Antibakteriyel Tekstil Yüzeylerini Oluşturma Yöntemleri:

Antibakteriyel tekstil yapıları iki şekilde oluşturulmaktadır.

- a-) Kendi doğal kimyalarında antibakteriyel özellik bulunan liflerden yapılan tekstil yüzeyleri
- b-) Antibakteriyel bitim işlemleriyle oluşturulan tekstil yüzeyleri

2.2. Su, Yağ ve Kir İticilik Bitim İşlemleri ve Analiz Yöntemleri

2.2.1. Bitim işlemleri

Tekstil mamullerinin kullanım özelliklerini, tutumunu ve görünümünü geliştirmek için yapılan terbiye işlemlerinin tümüne bitim işlemleri denir. Kumaşlara farklı fonksiyonel özellikler taşıyan bitim işlemleri uygulanmaktadır. Bu işlemlerin asıl amacı uygulanırken kumaşın konfor özelliklerini değiştirmemesi ve kazandırılan özelliklerin dayanıklı ve kalıcı olmasını sağlamaktır.

Bitim işlemli uygulama yöntemleri

- Emdirme
- Çektirme
- Kaplama
- Püskürtme
- Aktarma

Bitim işlemleri ile tekstil yüzeylerine kazandırılan bazı özellikler

- Su geçirmezlik
- Su iticilik
- Güç tutuşurluk
- Kir ve yağ iticilik
- Antimikrobiyal
- Çekmezlik gibi bitim işlemleri örnek gösterilebilir.

2.2.2. Su geçirmezlik bitim işlemi

Malzemenin gözenekleri dahil tüm yüzeyi kaplanmaktadır ve kumaşın hava geçirgenliği sıfıra yakındır. Üretilen su geçirmez kumaşlar hem giyim hem de laboratuvar testlerine tabi tutulurlar.

Bunlar;

- Hidrostatik Basınç Testi
- Yağmur Odası

İlk olarak hidrostatik basınç uygulanarak yapılan testte, sürekli artan bir su basıncına karşın gösterebildiği direnç ölçülmektedir. Giyim testi ise kullanıcının dururken, yürürken ve koştuğu zaman ki kumaşın su geçirmezlik performansına bakılmaktadır.

2.2.3. Su, yağ ve kir iticilik bitim işlemleri

Su, yağ ve kir iticilik bitim işlemlerinin amacı; tekstil yüzeylerinin çok fonksiyonlu, koruyucu ve konfor özellikleri kazandırmaktır.

Su iticilik bitim işlemleri:

Temelde amaç liflerin yüzeyinde ince hidrofob bir zar oluşturmaktır. Bu sayede malzeme üzerinde düşük enerji yüzeyi oluşturarak su moleküllerine karşı direnç sağlanabilmektedir. Su geçirmezliğin bitim özelliğinin aksine kumaş gözenekleri kapanmadığı için deri solunumu ve ter nakli olumsuz yönde etkilenmemektedir.

Buna karşın; mekanik kuvvetler ile kumaşa bağlanan su itici kimyasallar yıkama ve kuru temizleme işlemleri sırasında zarar görmekte ve etkinlikleri kolayca azalmaktadır. Kumaşın sahip olduğu hidrojen bağları mukavemet, ısı direnç veya kuru temizlemeye karşı direnç sağlarken liflerin kolayca su almasına sebep olmaktadır. Kalıcı bir su itici etkisi sağlamak için lifler ile su itici kimyasallar arasında kovalent bağlar oluşturmak gerekmektedir. Tekstil yüzeyinin su iticilik özellik göstermesi için temas açısının 90^0 'den fazla olması gerekmektedir.

2.3. Tekstilde Renk Ölçümünün Kullanımı ve Uygulama Alanları

Bir tekstil ürününün alıcıda satın alma isteği uyandırmasında en önemli etkenlerin başında renk ve desen gelmektedir. Renkler modaya bağlı olarak sık sık değişmekte, boyacılar müşteri tarafından getirilen bir rengin veya daha önce boyanan bir rengin aynısının tutturulması için yoğun çabalar sarfetmekte ve bazen günlerce, haftalarca uğraşabilmektedirler.

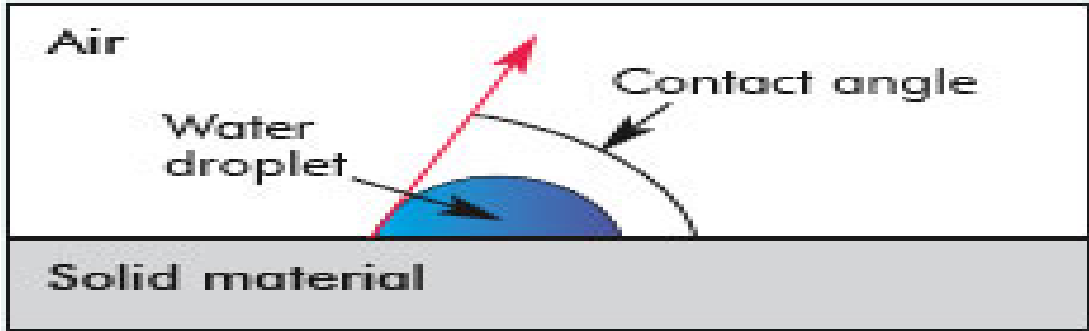
Tekstil uygulamalarında renk ve reçete eldesi ile ilgili her türlü problem bugün artık “Bilgisayar Destekli Entegre Renk Ölçüm Sistemleri” ile çözülmektedir. Renk ölçüm aletlerinin tekstil endüstrisinde kullanımı ile birlikte boyacılar için çalışmalarını bilimsel bir şekilde yapabilme ve objektif değerlendirme imkanları doğmuştur. Renk subjektif bir kavram olduğuna göre, her zaman aynı görülmemekte ve kişiden kişiye farklı olarak değerlendirilmektedir. Renk ölçüm aletlerinde yapılan renk ölçümlerinde ise bütün koşullar sabit ve tekrar edilebilir karakterdedir. Bu nedenle ölçüm ile elde edilen değerlerin başka zaman ve yerlerde tekrar ölçülmesi ile aynaların eldesi mümkündür. Bu özellik sayesinde hem sipariş almada firma ile müşterinin birbirini anlayabilmesi daha da kolaylaşmakta, hem de siparişin müşteriye teslimi sırasında objektif bir değerlendirme yapılabilmektedir.

Renk ölçme aletlerinin sağladığı büyük avantajların anlaşılmasıyla, piyasaya çeşitli firmalar tarafından son yıllarda birçok Bilgisayarlı Renk Yönetim Sistemleri çıkarılmış bulunmaktadır. Durumun önemini anlamış olan tekstil firmaları süratle renk ölçüm laboratuvarlarını ve renk yönetim sistemlerini kurmaktadır. Renk ölçüm yöntemlerinin birkaç kullanım alanında başarı elde etmesinden sonra, son yıllarda büyük gelişmelerin kaydedildiği görülmektedir. Günümüzde çok sayıda ve çeşitte renk ölçüm aletleri piyasaya çıkarılmıştır. Renklerin objektif olarak tanınmasında, müşteri ile firmaların anlaşmasında ve doğacak anlaşmazlıklarda hakemlik görevi yapmada, tekstil uygulamalarında, özellikle boyacılık ve basmacılıkta renk ölçümün yararları büyüktür. Renk ölçümünün günlük yaşamımızdaki kullanımına en canlı örnek trafik lambalarıdır. Bu renkler yıllar önce kolorimetrik olarak ölçülmüş ve dünyanın her yerinde yıllardır aynı şekilde kullanılmışlardır.

2.4. Su, Yağ ve Kir İticilik Analizleri

2.4.1. Su iticilik testi

Bu çalışmada tekstil numunelerine uygulanan antibakteriyel ve su itici kimyasalların örnekler üzerinde renk değişikliğine neden olup olmadığının anlaşılması için renk ölçümü analizleri yapılmıştır. Analizlerde Minolta spektrofotometresi kullanılmıştır (Duran 2008).



Şekil 2.1. Su damlacığının kumaş ile yaptığı temas açısı

Deng ve ark. (2010) Suyun 150° 'den büyük olan temas açısı süper hidrofobik yüzey davranışı gösterdiğini ve evde veya ticari alanda 250° 'den fazla olan yıkamalarda bile dayanıklılık gösterdiğini ileri sürmüşlerdir. Pamuklu kumaşlar günlük yaşamda çok fazla kullanım alanına sahiptir, çok sayıda gözeneğe sahip pamuk içeren hidrofilik dokuma kumaşların daha konforlu olmasını sağlamaktadır. Süper hidrofobik dokuma kumaşlar (SCF), su iticilik özelliğinin yanında hava geçirgenlik özelliğini de taşımaktadırlar. Bu da su geçirmez kumaşların konforu için çok önemli bir özellik olduğunu ve pek çok yayıncı süper hidrofobik pamuklu dokuma kumaşlar üzerine yapılan çalışmalardan düşük yüzey enerjisine sahip nano parçacıklar uygulanarak yapılanları rapor etmektedirler. Pamuklu kumaş ile düşük yüzey enerjisine sahip bileşiklerin arasında kovalent bağlar oluşturmak süper hidrofobik pamuklu dokuma kumaşların kararlı kritik noktasının artırılması ile olur ve sonuç olarak bu durum yıkamaya dayanıklılığın iyileştirilmesi için bir yöntemdir. Kumaş ile nano parçacıklar arasındaki bu bağın gücü zayıf olduğunda yıkamaya karşı dayanıklılık da zayıf olduğunu vurgulamışlardır (Deng ve ark. 2010).

Yüzey gerilim kuvvetlerinin denge durumu:

- 2 farklı formülle ifade edilebilmektedir;

$$P_c = 2\sigma \cos(\Theta) / r \quad (2.1)$$

$$\cos(\alpha) = (\gamma_{SV} - \gamma_{SL}) / \gamma_{LV} \quad (2.2)$$

Young Denklemi:

$$\cos(\alpha) = (\gamma_{SV} - \gamma_{SL}) / \gamma_{LV} \quad (2.3)$$

- γ_{SV} : Kumaşın havaya karşı üst yüzey gerilimi
- γ_{SL} : Suyun havaya karşı üst yüzey gerilimi
- γ_{LV} : Kumaşın suya karşı üst yüzey gerilimi

Laplace Denklemi

$$P_c = 2\sigma \cos(\Theta) / r \quad (2.4)$$

- Θ : Kumaştaki liflerin sıvı tarafından ıslanma açısı
- P_c : Kapiler basınç
- r : Kapillerlerin yarıçapı
- σ : Sıvının yüzey gerilimi

$P_c < 0$ ise su itici özellik gösterir.

Temas açısı 90° 'den büyük olduğu takdirde malzeme su itici özellik göstermektedir ve bu iki farklı formülün temeli de buna dayanmaktadır. Malzemenin serbest yüzey enerjisi, ıslatıcı maddenin serbest yüzey enerjisinden düşük olmalıdır.

Su iticilik sadece kullandığımız kimyasala bağlı değildir. Ortam koşullarına ve kumaşın karakteristik özellikleri de su iticilik özelliğini etkilemektedir.

- Kumaş yapısının düzgün yüzeyli ve sıkı dokulu olması
- Liflerin şişme özelliğinin düşük olması
- Ortamdan geçebilecek hidrofil veya yüzey gerilimini artırıcı madde artıklarının olmaması gerekmektedir.

Su iticilik test yöntemi

- Sprey Testi

Su itici özellik gösteren bazı maddeler

- Alüminyum ve zirkonyum bileşikler
- Parafin iticiler
- Metal sabunları
- Silikon su iticiler
- Florin içeren su iticiler

Kir ve Yağ iticilik bitim işlemleri:

Kir itici bitim işlemleri de diğer fonksiyonel bitim işlemleri gibi amacı hayatımızı kolaylaştırmaktır. Temelde iki özellik beklenmektedir ilki kir itici olması diğeri ise kirlenme sonrasında yıkamada kirlerin kolayca çıkabilmesidir. Yağ, is ve süspansiyon karışımlarından oluşan kir tipleri bulunmaktadır. Kir iricilik bitim işlemlerinde titan dioksit, silisyum dioksit ve alüminyum dioksit gibi renksiz pigmentler aktarılmaktadır.

2.4.2. Yağ İticilik testi

Yüzey gerilim değeri en yüksek olan test sıvısından başlanarak kumaşın farklı bölgelerine damlatılır ve kumaş yağa emmiyorsa bir üst numaralı sıvıya geçilir. Test sıvıları 1’den 8’e kadar numaralandırılmıştır ve iyi bir yağ itici etkisi gösterebilmesi için kumaşın en az 5 değerini alması gerekmektedir.

Kumaşın su itici özellik göstermesi için serbest yüzey enerjisinin 24 mN/m’den daha düşük olması gerekmektedir (saf suyun serbest yüzey enerjisi 72 mN/m’dir). Yağ iticilik özellik gösterebilmesi için ise serbest yüzey enerjinin 13 mN/m ‘den daha düşük olması gerekmektedir. Kumaşa uyguladığımız kimyasalın hem su itici hemde yağ itici olması kumaşı farklı işlem basamaklarından geçirmeden ve daha ucuz bir şekilde iki özelliğide kazandırmış oluruz.

Florokarbon esaslı su itici malzemeler çok düşük yüzey enerjisine sahip oldukları için en yaygın kullanılan su, yağ ve kir itici kimyasallardır.

Florokarbonlar:

Florokarbonlar; karbon-flor bağları içeren kimyasal bileşiklerdir (Gunaseelan 2011). C-F bağlarının sahip olduğu reaksiyona girmeme isteği ve yüksek polarizasyon gibi özellikleri florokarbonların karakteristik yapısını da belirlemektedir. Yapıdaki F miktarını artması dayanıklılığın ve yanmazlığın artmasını sağlamaktadır. Yapı zincirinin uzun olması su, yağ ve kir iticilik özelliğini arttırmaktadır.

Florokarbon kısımlarının üniform dağılımı, uygun oryantasyonu, yapısı ve uzunluğu, liflere uygulanan miktarı ve kumaş yapısı etkiyi belirleyen özelliklerdir. Alkil grubundaki bütün hidrojenlerin yerine flor atomu geçmiş olmalıdır (perflorlanmış), eğer hidrojenlerin bir tanesi bile kalsa, elde edilen yağ iticilik etkisi yetersiz olmaktadır. Örneğin C₈F₁₇- grubu 125 değerinde bir yağ iticilik etkisi sağlarken (100'ün üzerindeki değerler iyidir), HCF₂(CF₂)₇-grubu sadece 50 değerinde bir yağ iticilik sağlamaktadır(Namlıgöz 2007). Florokarbonların yüzey enerjileri yaklaşık olarak 10 dyne/cm'dir. Uygulandığı tekstil yüzeyine yüksek derecede su iticilik özelliği kazandırmaktadır. Çapraz bağlayıcılarla beraber kullanıldığı zaman florokarbonların su ve yağ iticilik etkisinin ve su iticilik özelliklerinin dayanımlarının arttığı görülmektedir.

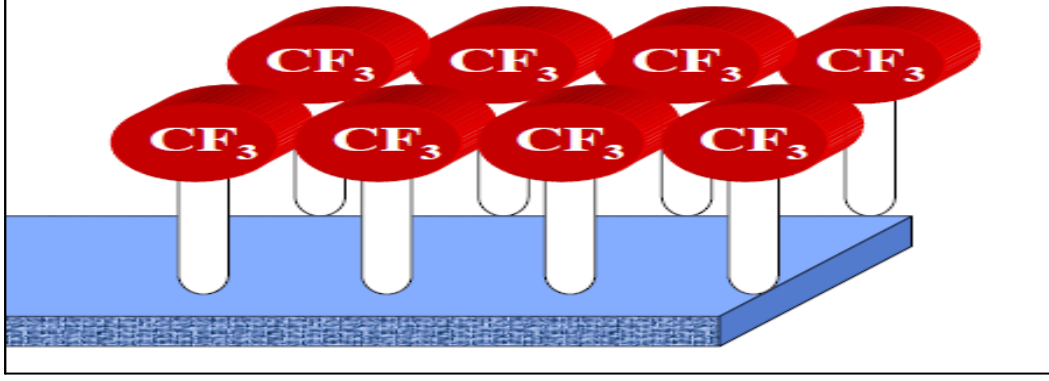
Çizelge 2.1. Tekstilde kullanılan malzemelerin serbest yüzey enerjileri

Malzeme	Serbest Yüzey Enerjisi mN/m
Poliamid	46
Pamuk	44
Polyester	43
PVC	39
Polietilen	31
Polisiloksan	23-24
PTFE	18

Yüzey yapısı	Serbest Yüzey Enerjisi mN/m
-CF ₃	6
-CF ₂ H	15
-CF ₂ -	18
-CH ₃	22
-CH ₂ -	31
-CH ₂ CHCl-	39
Polyester	43

$$\begin{array}{ccccc} \text{CF}_3 & & \text{CF}_3 & & \text{CF}_3 \\ (\text{CF}_2)_n & & (\text{CF}_2)_n & & (\text{CF}_2)_n \\ (\text{CH}_2)_2 & & (\text{CH}_2)_2 & & (\text{CH}_2)_2 \\ | & & | & & | \\ \text{O} & & \text{O} & & \text{O} \\ | & & | & & | \\ \text{C=O} & & \text{C=O} & & \text{C=O} \\ - \text{CH}_2 - \text{CH} - \text{CH}_2 - & & \text{CH} - \text{CH}_2 - & & \text{CH} - \text{CH}_2 - \\ \hline // // // // & \text{FIBER SURFACE} & \backslash \backslash \backslash \backslash \backslash \backslash \end{array}$$

21



Şekil 2.3. CF_3 'ün pamuklu kumaş üzerindeki yerleşimi

Florokarbonların avantajları; Hidrofobik ve silikonlu su iticilerden daha düşük olan yüzey enerjileri sayesinde su ve yağ iticilik özelliklerini birlikte sağlamaktadırlar. Florokarbonların bu özelliği C-C bağlarından daha kısa olan CF bağlarına sahip olmalarıdır. Buna karşın bazı dezavantajları da vardır bunlar;

- Sıcak suya karşı direnci düşüktür.
- Perfloro alkil gruplarında karbon uzunlukları 6 ile 12 arasında ise bu yapı su ve yağ itici etki göstermektedir. Fakat 8 karbon yapısına sahip olan perfloro alkil grupları ise PFOA yani perflorooctanoic asite dönüştüğü için çevreye zarar verdiği bilinmektedir. PFOA yapısı hem insan vücudun da bulunabilme hem de doğada yok olmama gibi bazı özellikleri vardır. Çalışmalar 6 karbonlu yapılar üzerinde yoğunlaşmaktadır.

Kullanım miktarları %1'den daha düşük olacak şekilde ayarlanmaktadır. Bunun başlıca sebebi pahalı olmasıdır.

Isıl işlem uygulanması ile C-F bağlarının yapısı kristalize ve oryante ederek en yüksek seviyede iticilik özellik göstermektedirler. Yıkama sonrasında bu oryantasyon bozulacağı için iticilik özelliğini tekrar kazanabilmesi için ısıya maruz bırakılması gerekmektedir. Bu eksikliği gidermek için LAD florokarbon uygulaması yani laundring air dry yöntemi kullanılmaktadır.

Florinin elektronları arasındaki sıkı bağ yapısından ($1.47 \text{ \AA}$ olan van der Waals açısı) yani atomik polarizasyonunun az olmasından dolayı elektronegatifliği yüksek olan bir element olduğunu ve bunun nedeninin C-F bağlarının üst seviyede polar olmasından kaynaklandığını vurgulamıştır (Lemal 2004).

Sato ve ark. (1994) florokarbon reçinelerini çapraz bağlayıcı ve bağlayıcısız olarak selülozik filmlere ve pamuklu kumaşlara uygulamış, yıkamış ve ısıl işleme tabi tutmuşlardır. Amaç; yıkamayla azalan su iticilik etkisinin çapraz bağlayıcı reçineler ile kontrol edilmeye çalışılması, yıkanmış ve ardından ısıl işleme tabi tutulmuş kumaşların yüzey gerilimlerinin ölçülmesi, suyun temas açılarının belirlenmesi ve kumaşların ESCA analizlerinin yapılması üzerine yoğunlaşmışlardır. Su iticilik özelliğinin yıkama ile azalma nedeni her zaman bilinmemesine rağmen, yıkama sırasındaki hidrofillikten kaçınmak için hidroforbik floroalkil gruplarının polimer maddelere çevrilmesi önerilir. Çizelge 2.3.'te görüldüğü gibi çapraz bağlayıcıların su iticilik özelliğine nasıl etki yaptıklarını açıklamışlardır (*a Meikanate MF isosiyanat esaslı kopolimer çapraz bağlayıcı *b SU 125 F azidirin çapraz bağlayıcı) (Sato ve ark. 1994).

Çizelge 2.3. Çapraz bağlayıcıların su iticiliğine etkisi

İşlemler \ Çapraz bağlayıcılar	Florokarbon reçine	Florokarbon reçine ve çapraz bağlayıcı *a	Florokarbon reçine ve çapraz bağlayıcı *b
Reçine uygulaması	100	100	100
Reçine uygulamasının ardından yıkama işlemi	50–70	90–100	90
Yıkama işlemi ardından ısıl işlem	70–80	100	100

Lif yüzeyindeki floroalkil grupları su iticilik özelliğinin geliştirilmesinde önemli bir rol oynamaktadır. Florokarbon reçine ile işlem görmüş pamuk lifinin selüloz molekül zinciri yüzeyden lifin içerisine doğru hareket etme eğilimindedir, böylelikle yıkamada hidrofilik durum oluşur ve bu da su iticilikte kayda değer azalmalara neden olur. Bir yandan da, çapraz bağlı maddeli florokarbon reçineleri ile işlem görmüş kumaşların su iticilik özellikleri daha iyidir çünkü selüloz veya selüloz molekülleri ve florokarbon reçinesi arasındaki çapraz bağlar yıkama sırasında floroalkil gruplarının lifin içerisine dönmesini engellemektedir. Lif içerisindeki oksijen yüzey gerilimini arttırmakta ve ıslanabilirliğin artmasına neden olmaktadır. Bu nedenle, florokarbon reçine ile işlem görmüş pamuklu kumaşların su iticiliğinin değişmesi ile ilgili araştırma olması için, yıkama ve sonrasındaki ısıl işlem sırasında kumaş yüzeyinde bulunan florin ve oksijen içeriklerinin araştırılmıştır.

Yapmış oldukları ESCA analizi ile kimyasal bileşenlerin yoğunluğunu tayin etmişlerdir. Yıkama ve ısıtma işlem sonrasında kumaş yapılarındaki değişimleri açıklamışlardır (Çizelge 2.4.).

Çizelge 2.4. ESCA analiz raporu

ESCA analiz raporu		Florokarbon Reçine	Florokarbon Reçine ve çapraz bağlayıcı *a	Florokarbon Reçine ve çapraz bağlayıcı *b
Reçine uygulaması	C	44,6	44,4	48,0
	O	8,3	7,4	7,1
	N	1,9	1,9	1,5
	F	45,2	46,3	43,4
Reçine uygulamasının ardından yıkama işlemi	C	60,3	59,4	59,2
	O	16,9	10,4	9,6
	N	1,8	3,1	3,0
	F	21,0	27,1	28,2
Yıkama işleminin ardından ısıtma işlemi	C	48,0	46,8	46,9
	O	15,6	8,0	7,3
	N	3,7	2,0	1,0
	F	32,7	43,2	44,8

2.4.3. Dual etki

Elizabeth ve ark. (2005) dual-etki teknolojisi ile lekeye karşı koruma konusunda çalışmalar yapmışlardır. Bu çalışmada 10–15 dyn/cm arasında yüzey enerjisiyle florokarbonlar liflerin yüzeyine aplat edilmiştir. Amaç; hem kahve, kola, kan, sos gibi değişik sıvıların kumaş üzerine döküldüğünde silinerek lekelerin kolaylıkla çıkması, hem de çimen, hardal ve motor yağları gibi lekelerin kumaşın içine işleminin engellenmesidir (Elizabeth 2005).

Dual etki sağlayan ürünlerin molekülleri birbiri ardınca gelen hidrofob ve hidrofil kısımlardan oluşmaktadır. Bu tip ürünlerle işlem gören kumaşlar kullanım sırasında, yani havayla temas halindeyken en az enerjiye sahip duruma geçebilmek için moleküllerdeki hidrofil kısımlar büzülür, hidrofob kısımlar ise yayılır. Böylece liflerin etrafını saran film tabakası hidrofob bir karakter gösterdiğinden lifleri sulu kirlere karşı koruyacaktır. Moleküllerin hidrofob kısımlarında perfloralkil grupları bulunduğundan mamul yağ itici özellik de kazanmış olacaktır. Aynı mamul yıkanırken ise, suya sokulduğunda hidrofil

ortamda yine en az enerjiyi gerektiren duruma geçebilmek için bu sefer de moleküllerdeki hidrofob kısımlar büzülecek hidrofil kısımlar yayılacaktır. Böylece liflerin etrafını saran film tabakası hidrofil bir karakter gösterdiğinden mamuldeki kirin uzaklaştırılması kolaylaşacaktır. Dual-action özelliğindeki ürünlerle hem kir iticilik, hem de kirin kolay çözülmesi etkileri iyi bir şekilde sağlanabilmektedir (Namlıgöz 2007).

2.5. Nano Yapılar ve Nanoteknolojik Metotlarla Tekstil Yüzeylerine Su İticilik Özelliğinin Kazandırılması

Pipatchanchai ve Srikulkit (2007); Pamuklu dokuma kumaşların su iticilik özelliği, organosilan (HDTMS) ve köpük silisyum dioksit sulu ortamda çözülmüş ve kumaşa uygulanarak kazandırılmıştır. Bu etken maddeler emdirme metodu ile uygulanmış ve 24 saat boyunca HDTMS ile köpük haldeki silisyum dioksitler arasında reaksiyon oluşması ve silisyum nanopartiküllerin hidrofobik etkisini oluşturmak için bekletme yapılmıştır. %1'lik HDTMS uygulaması ile su iticilik etkisi artmış, yani temas açısı 110° 'den fazla çıkmıştır. Köpük silisyum eklenmesi ile yüzey pürüzlülüğü ve temas açısı artmaktadır. SEM fotoğraflarında da görüldüğü gibi silika parçacıkları tercihen lif üzerinde doğal yollardan oluşan küçük çatlaklarda bulunmaktadır. Bu da pamuklu kumaş üzerine kaplamalarda bağlanma için iyi bir özellik olduğunu vurgulamışlardır. Sonuç olarak, kaplamaların yıkamalara karşı dayanımları 10 yıkamaya kadar mükemmeldir. Dahası, yıkamaya devam edilse bile kaplamaların yıkamaya karşı sağlamlıkları devam etmektedir, bu da hidrofobik HDTMS/ silika kaplamaların kullanılması sonucu oluşan bir durum olduğunu ileri sürmüşlerdir (Pipatchanchai ve Srikulkit 2007).

Güneşoğlu ve ark. (2010) çok düşük yüzey enerjisine sahip olduğu bilinen florokarbonlar ile elde edilen florokarbon reçineleri kumaşın hava geçirgenliğine zarar vermeyen su iticilik bitim işlemleri için en etkili madde olduğunu vurgulamışlardır. Su geçirmezliğin yıkamalara karşı dayanımını arttırmak için, DMDHEU (dimetiloldihidroksiletilenüre) veya polikarboksilik içeren N-metilol gibi çapraz bağlı maddeler bitim aşamasında kullanılan diğer itici maddeler ile

beraber kullanıldığını ve tekstil yüzeyindeki iyi etkileşimler kimyasal bitim işlemlerinde daha fazla kontrol edebilme olanağına yardımcı olduğunu ifade etmişlerdir. Küçük parçacık boyutuna sahip bitim kimyasalları daha az renk farklılığı vermiş olduğunu ve nano parçacıklarla çalışılırken ki en büyük sorunlardan birisi, nano parçacıkların istenmeyen topaklanmaları sonucu büyük boyutta parçalara dönüşmeleri ve daha yüksek yüzey enerjileri oluşturmaları olduğunu ifade etmişlerdir. Topaklanmaların engellenmesi için, ligand değişim maddeleri ve polimerik taşıyıcılar kullanılmalıdır. Tekstil yüzeyindeki nano parçacık tortularının elektro sprey prosesi ile uygulanması bir başka yaklaşımdır. Bu çalışma için iki tip florokarbon reçinesi ve geçirmezlik bitim işlemlerinde kullanılan farklı boyutlarda DMDHEU reaktifi kullanılmıştır. Farklı banyolarda konvansiyonel fularda pamuklu kumaşlara bu maddeler uygulanmıştır ve daha sonra farklı uygulamalarda pamuklu kumaş üzerine elektrospinning ile küçük parçacık boyutundaki florokarbon reçinesi ve belirgin özellikteki nano bitim işlemi reçetesi uygulanmıştır. Elektrostatik güç ile elektrospinning işlemi içerisinde yığılmaya sebep olan kimyasalları engellemeye çalışılmıştır. Yığılma yapan kimyasalların SEM fotoğraflarını değerlendirilmiş ve ayrıca kumaşların yıkama ve renk haslıkları, su ve yağ geçirmezlik özellikleri de değerlendirilmiştir. Elektrospinning işlemi ile elde edilmiş kumaşlarda daha düşük değerlerde kabul edilemez su geçirmezlik özelliğinin yanında kabul edilebilir değerlerde yağ geçirmezlik özelliğini ileri sürmüşlerdir. Elektrospinning ile elde edilmiş yüzeylerin elektrik özellikleri önemli bir faktördür ve düşük elektrik voltaj koşulları içerisinde işlemi kolaylaştırmak amaçlı önceden elektriklenmiş pamuklu kumaşlar kullanılmalıdır. Boyama haslığı, yıkama haslığı özelliklerine bakıldığında ise elektrospinning ile fulard işlemi karşılaştırıldığında benzer sonuçlar görülmüştür ve bu işlem alternatif bir yöntem olarak gösterilebildiğini vurgulamışlardır (Güneşoğlu ve ark. 2010).

Bezzi ve ark. (2005), sulu sistemlerin endüstriye uyarlamada büyük sorun yaşandığını ileri sürmüşlerdir. Bu yüzden çalışmalarını sulu sistemlerin kolay uygulanabilirliği üzerine yoğunlaştırmışlardır ve su ve kir itici gibi özellik taşıyan malzemelerin üzerinde durmuşlardır. Sol jel tekniği kullanılarak yapılan bu araştırmada plazma polimerizasyon yöntemin tekstil için en iyi sonuç verdiğini

ileri sürmüşlerdir. Pamuk, polyester ve pamuk/modal karışım kumaşlara seramik nanotozlar solüsyon halinde hazırlanarak dip-coating yöntemiyle uygulanmıştır. 150 °C’de 7 dakika boyunca işleme tabi tutulmuşlardır. Nano yapıların dağılımları hakkındaki karakterizasyon işlemini ise SEM ile görüntülemişlerdir (Bezzi ve ark. 2005).

2.6. Tekstilde Renk Ölçümünün Kullanımı ve Uygulama Alanları

Bir tekstil ürününün alıcıda satın alma isteği uyandırmasında en önemli etkenlerin başında renk ve desen gelmektedir. Renkler moda ya bağlı olarak sık sık değişmekte, boyacılar müşteri tarafından getirilen bir rengin veya daha önce boyanan bir rengin aynısının tutturulması için yoğun çabalar sarfetmekte ve bazen günlerce, haftalarca uğraşabilmektedirler.

Tekstil uygulamalarında renk ve reçete eldesi ile ilgili her türlü problem bugün artık “Bilgisayar Destekli Entegre Renk Ölçüm Sistemleri” ile çözülmektedir. Renk ölçüm aletlerinin tekstil endüstrisinde kullanımı ile birlikte boyacılar için çalışmalarını bilimsel bir şekilde yapabilme ve objektif değerlendirme imkanları doğmuştur. Renk subjektif bir kavram olduğuna göre, her zaman aynı görülmemekte ve kişiden kişiye farklı olarak değerlendirilmektedir. Renk ölçüm aletlerinde yapılan renk ölçümlerinde ise bütün koşullar sabit ve tekrar edilebilir karakterdedir. Bu nedenle ölçüm ile elde edilen değerlerin başka zaman ve yerlerde tekrar ölçülmesi ile aynaların eldesi mümkündür. Bu özellik sayesinde hem sipariş almada firma ile müşterinin birbirini anlayabilmesi daha da kolaylaşmakta, hem de siparişin müşteriye teslimi sırasında objektif bir değerlendirme yapılabilmektedir.

Renk ölçme aletlerinin sağladığı büyük avantajların anlaşılmasıyla, piyasaya çeşitli firmalar tarafından son yıllarda birçok Bilgisayarlı Renk Yönetim Sistemleri çıkarılmış bulunmaktadır. Durumun önemini anlamış olan tekstil firmaları süratle renk ölçüm laboratuvarlarını ve renk yönetim sistemlerini kurmaktadır. Renk ölçüm yöntemlerinin birkaç kullanım alanında başarı elde etmesinden sonra, son yıllarda büyük gelişmelerin kaydedildiği görülmektedir. Günümüzde çok sayıda ve çeşitte renk ölçüm aletleri piyasaya çıkarılmıştır. Renklerin objektif olarak tanınmasında, müşteri ile firmaların anlaşmasında ve

doğacak anlaşmazlıklarda hakemlik görevi yapmada, tekstil uygulamalarında, özellikle boyacılık ve basmacılıkta renk ölçümün yararları büyüktür. Renk ölçümünün günlük yaşamımızdaki kullanımına en canlı örnek trafik lambalarıdır. Bu renkler yıllar önce kolorimetrik olarak ölçülmüş ve dünyanın her yerinde yıllardır aynı şekilde kullanılmışlardır.

Bu çalışmada tekstil numunelerine uygulanan antibakteriyel ve su itici kimyasalların örnekler üzerinde renk değişikliğine neden olup olmadığının anlaşılması için renk ölçümü analizleri yapılmıştır. Analizlerde Minolta spektrofotometresi kullanılmıştır (Duran 2008).



Şekil 2.4. Renk Ölçüm Cihazı (Minolta 3600d).

3. ANTİBAKTERİYEL SİSTEMLER

3.1 Antibakteriyel Sistemlerin Hücreleri Etkileme Şekilleri

Antibakteriyel etkenler bakterilere çeşitli şekillerde etki yapabilirler. Bu yollardan birçoğu hakkında bilgiler yetersizdir. Bununla beraber, bazı genelleştirmeler yapılabilir. Yüksek konsantrasyonları halinde birçok etken, hücre proteinlerinin kolloidal durumlarını bozarak bunları pıhtılaştırır. Bazı etkenler, belirli şartlar altında hücre zarını parçalarlar. Hücrelerin temel enzimlerinin birçoğu sülfidril (-SH) grupları taşırlar ve bu gruplar ancak serbest ve redüklenmiş halde bulunurlarsa iş görebilirler. Bunun için, sülfidril gruplarını oksitleyen veya bunlarla birleşen etkenler, kuvvetli önleyici etki yaparlar. Birçok etkenin zıt kimyasal etkileriyle bir veya birkaç özgül enzimatik reaksiyonu bozmak suretiyle etkili olabildikleri belirtilmektedir.

3.1.1. Protein pıhtılaşması

Çoğu veya hepsi enzimatik yapıda olan hücre proteinleri normalde çok ince şekilde dağılmış kolloidal durumdadırlar. Eğer proteinlerin özellikleri bir antibakteriyel etken tarafından önemli derecede değiştirilirse, bunlar pıhtılaşarak iş göremez hale gelirler. Yumurtanın beyazı ısıtılınca veya süt ekşiyince oluşan değişiklikler protein pıhtılaşmasına örnek olarak verilebilir, fakat bu olaylardan önce veya bu olaylara paralel olarak ilerleyen kimyasal değişiklikler hakkında pek az şey bilinmektedir (Akman ve Gülmezoğlu 1976).

3.1.2. Hücre zarının veya çeperinin bozulması

Hücre zarı seçici bir baraj olarak iş görür, bazı maddelerin hücre içine girişine izin verdiği halde bazılarının girişini önler. Bazı bileşikler, zardan aktif olarak geçirilerek hücre içinde yoğun hale gelirler. Halen burada rol oynayan mekanizmalar tamamen anlaşılmamıştır, bu olay için bozulmamış sağlam bir hücre zarının bulunması gerekmektedir. Bu nedenle hücrenin yüzeyinde biriken maddeler, zarın fiziksel ve kimyasal özelliklerini değiştirip, normal fonksiyonlarını bozarak ya hücreyi öldürür ya da üremesini önleyebilir (Akman ve Gülmezoğlu 1976).

3.1.3. Serbest sülfidril grupların giderilmesi

Sistein taşıyan enzim proteinlerinin, sülfidril grupları ile biten yan zincirleri vardır. Bunlardan başka, anahtar enzimlerden en az birinin bir serbest sülfidril grubu vardır. Bu gibi enzimler sülfidril grupları serbest ve redüklenmiş durumda olmadıkça iş göremezler. Oksitleyen etkenler, birbirine komşu olan sülfidril gruplarını ‘disülfid’ bağları haline çevirmek sureti ile metabolizmayı bozar.

Hücrede birçok sülfidril enzimleri bulunduğu için, oksitleyici etkenler ve ağır metaller zarara sebep olurlar. Enzimin iş görmesi için neden serbest sülfidril gruplarının gerektiği bilinmemektedir (Akman ve Gülmezoğlu 1976).

3.1.4. Kimyasal zıt etki

Özel bir enzim ile buna ait substrat arasındaki normal reaksiyona kimyasal bir etkenin karışmasına zıt etki denir. Böyle maddeler holoenzimin bir parçası ile birleşmek suretiyle, normal substratın holoenzimle birleşmesini önler.

Zıt etki yapan madde, enzimin bir esas bölgesine özel kimyasal ilgisi bulunduğu için enzim ile birleşir. Enzimler katalitik fonksiyonlarını kendi doğal substratlarına ilgileri dolayısıyla yaparlar, bu yüzden yapısı bakımından bir substrata çok benzeyen herhangi bir bileşik de aynı şekilde enzimin ilgisini çeker. Eğer bu ilgi yeterli derecede yüksek ise, yapıcı benzer olan bu madde normal substratın yerini alarak uygun reaksiyonun meydana gelmesini önlemiş olur.

Birçok holoenzimde, ya enzim ile koenzim ya da enzim ile substrat arasında köprü olarak bir mineral iyonu vardır. Bu minerallerle çabucak birleşebilen kimyasal etkenler, koenzim veya substratın birleşmesini önler. Örneğin, karbonmonoksit ve siyanür, porfirin enzimindeki demir atomuna bağlanarak bu enzimin solunumda görev almasını engeller.

Zıt etki yapan kimyasal maddeler kolaylık olması için, enerji oluşturan işlemlerin zıt etkileri ve biyosentetik işlemlerin zıt etkileri olacak şekilde iki grup halinde incelenebilirler. Bu gruplardan ilkinde, karbonmonoksit ve siyanür gibi solunum enzimlerinin zehirleri ve dinitrofenol gibi oksidatif fosforilasyonun

zehirleri vardır. İkinci grupta ise aminositler gibi proteinlerin ve nükleotidler gibi nükleik asitlerin yapı taşlarına yapıca benzer maddeler bulunmaktadır. Bazı durumlarda zıt etkili madde, sadece normal metabolitin birleşmesini önler. Diğer hallerde ise zıt etkili madde büyük molekülün yapısındaki normal metabolitin yerine geçerek bunun iş göremez hale gelmesine sebep olur (Akman ve Gülmezoğlu 1976).

3.2 Antibakteriyel Ajanlar

3.2.1. Metal iyonlarını antibakteriyel etkisi

Ağır metallerin çoğu yalnız başına veya bileşikler halinde bazı yerlerde mikroorganizmaların kontrol edilmesinde kullanılabilir. Bu ağır metallerin, antibakteriyel etkileri birbirlerinden farklıdır, fakat antibakteriyel etkilerine göre bir sıraya sokarsak Hg^{++} ve Ag^+ bu sıranın en başında yer alırlar. Bunlar 1 ppm'den daha az yoğunlukta uygulandıklarında bakterileri öldürecek etkiye sahiptirler. Buna oligodinamik etki de denmektedir. Yani yukarıda belirtildiği gibi metallerin özellikle gümüşün çok az miktarlarının mikroorganizmalar üzerine etki yapmasına mikrobiyoloji literatüründe oligodinamik etki denmektedir. Bir metalin oligodinamik etkisini laboratuarda görmek çok kolaydır. Üzerine herhangi bir mikroorganizma türünün aşılandığı katı bir ortam üzerine temiz ufak bir gümüş ya da bakır metal konduğunda, belirli bir süre sonra ortama bırakılan metalin etrafında herhangi bir büyümenin olmadığı görülür. Burada ortamın sahip olduğu metal iyonu miktarı ppm olarak ifade edilecek kadar azdır. Bu ortamdaki metal iyonu miktarının çok az olmasına rağmen hücreler tarafından bu iyonlar çok miktarda çekilmektedir. Örneğin bu metalin gümüş olması halinde maya veya bakteri hücreleri tarafından Ag^+ iyonları 10^5 - 10^7 adet iyon yoğunluğunda çekildiklerinde ölüm gerçekleşmektedir. Bu nedenle metal iyonlarının etkinliği ortamdaki hücre sayısı ile de ilgilidir. Eğer çok sayıda hücre ortamda bulunacak olursa hücrelerin içinde yukarıdaki öldürücü yoğunluğa ulaşılmayabilir. Gümüş, oligodinamik etkiye sahip olduğundan, sargı bezleri ve merhem gibi antiseptik sıhhi malzemelerin hazırlanmasında da kullanılabilir.

Hg^{++} 'nin antibakteriyel etkisi hücre içinde yer alan enzimlerin $-\text{SH}$ (sülfidril grupları) grupları tarafından ortadan kaldırılabilir. Bu ağır metal iyonları hücre içine girdiklerinde $-\text{SH}$ grupları ile birleşerek merkaptidleri oluşturur. Daha önce belirtildiği gibi bu metallerin iyon formları öldürücüdür. Merkaptidlerin oluşması ile hücre içinde bu iyonlar ortadan kalmaktadır. Hücre içine alınan bu tür metal iyonlarının bazıları merkaptidlerin oluşmasına neden olduklarından hücre içinde pasif duruma geçmektedir. Ancak pasif duruma geçirilemeyen metal iyonları öldürücü etkiye sahip olabilmektedir. Bu yüzden hücreler ancak 10^5 - 10^7 Ag^+ iyonuna maruz kalmaları durumunda ölmektedir(Öner 1986).

4. MİKROBİYOLOJİK SİSTEMLER

4.1. Mikroorganizmalar

İnsanların veya hayvanların vücudunda istenmeyen etki oluşturan (hastalık yapan) mikroorganizmalara “patojen mikroorganizmalar” adı verilir. Patojen mikroorganizmalara örnek olarak *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Cl perfringens*, *Listeria monocytogenes*, *Salmonella*, *Aeromonas spp.*, *Vibrio*, *Bacillus cereus*, *Leptospira* ve *Clostridium spp.* verilebilir. Hastalık, dolaylı veya doğrudan temas ile bulaşabilir. Bağırsaklarda bulunabilen patojen mikro-organizmalar doğrudan doğruya ya da dolaylı olarak gıda maddelerine bulaşabilirler ve bu patojenler ağız yolu ile vücuda girdiklerinde hastalık yapabilirler. Bu hastalıkların başlıcaları; ülser, kolera, tifo, gastroenterits, yersiniosis, lejyoner hastalığı giardiasis ve dizanteri ve sinir sistemi etkileyen akut enfeksiyonlardır.

Su kaynaklarının hijyenik açıdan emniyetli olabilmesi için suyun fekal kirlenmeye maruz kalıp kalmadığının belirlenmesi gereklidir. Patojenik bakteri ve virüsler ile protozoan parazit kistlerinin doğrudan tespiti yüksek maliyetli ve zaman alıcı bir prosedürdür. Ayrıca eğitimli eleman gerektirir. Bu şartlar fekal kirliliğin belirlenmesinde indikatör mikroorganizmalara ihtiyacı gerektirmiştir. Ortamda çok az sayıda bulunan patojen bakteriler için dahi tatmin edici kantitatif yöntemler geliştirilmiştir. Söz konusu indikatör organizmalar, belli bir hastalık etmenini direk olarak kanıtlamamakla beraber, patojenlerle birlikte bulundukları için bunların rutin olarak belirlenmesi, patojen varlığını göstermede kolay bir yol olarak benimsenmiştir. İndikatör mikroorganizmalar, hijyen açısından patojen olan bakterilerle birinci derecede yakın ve onlarla birlikte yaşayan refakat bakterileridir. İndikatör mikroorganizmalara örnek olarak; *Escherichia coli*, *Termotoleran* (Fekal) Koliform Bakteri, Koliform Organizmalar (Toplam Koliformlar), Fekal *Streptokoklar*, Sülfid İndirgeyen *Clostridiumlar*, *Aeromonas* türleri ve *Pseudomonas aeruginosa*’lar verilebilir. Mikrobiyolojik analizlerde indikatörlerden yararlanmanın temel amacı; suyun hijyen açısından uygunluğuna bakılmasıdır. İndikatör mikroorganizmalar, fekal bulaşıklığın bir göstergesi olarak kullanılmaktadır. Test edilecek materyalde

bunların bulunması, o materyale herhangi bir yolla dışkının bulaştığını, dolayısıyla orada bağırsak kökenli patojen mikroorganizmaların bulunabileceğini gösterir.

Fekal bulaşıklığın belirlenmesinde kullanılacak indikatör mikroorganizmaların seçiminde aşağıdaki etmenlerin dikkate alınması gerekmektedir:

-İndikatör organizma bağırsak kökenli olmalıdır,

-İndikatör mikroorganizma gıdalarda doğal olarak bulunmamalıdır,

-Patojen mikroorganizmalar ile kıyaslandığında indikatör mikroorganizmalar basit, çabuk ve doğruluğuna güvenilir yöntemler ile belirlenmelidir.

En yaygın olarak kullanılan indikatör mikroorganizma, *Enterobacteriaceae* familyasının koliform grubu içinde yer alan *Escherichia coli*’dir. Bunun nedeni lağım sularının çok seyreltik olarak bulaştığı ortamlarda dahi basit çabuk ve doğruluğuna güvenilir yöntemler ile belirlenebilmesi ve bağırsak kökenli olmasından dolayıdır.

Geçmişte mikroorganizmalar bitkiler ve hayvanlar olarak iki temel grupta toplanmıştı. Taksonomik güçlüklerden dolayı son eğilim mikroorganizmaları üç grupta toplamaktır, bunlar protista, bitkiler ve hayvanlardır.

Mikroorganizmalar, doğada organik ve anorganik maddeler arasındaki geçişi sağlarlar. Bu biyosferde yaşamın sürdürülebilmesi için gereklidir. C, O, N, S ve P gibi maddelerin biyojeokimyasal çevrimleri mikroorganizma faaliyetleri ile oluşur. Mikroorganizmalar aynı zamanda, bazı atıkların arıtılması ve yeniden kullanılabilir hale gelebilmesi açısından da büyük önem taşırlar.

%0.12 den az, çok az sayıda bazı mikroplar insan, hayvan ve bitkilerde hastalık yapmakta ve patojen olarak adlandırılmaktadır. Patojen olmayan mikroplara genellikle saprofitler denilmektedir.

İnsan ve hayvanlardan çok sayıda patojen atıldığından ham atıksu ve araziden süzülen sular patojen içermektedir. Sonuç olarak her su kütlesinde bir miktar patojen bulunur. Bu nedenle içme suyu kaynaklarının patojenler yönünden sürekli denetlenmesi ve patojenlerin belli bir derişimin altında tutulması gerekir.

Dünya'nın pek çok yerinde içme suları patojenlerden arındırılabilmesi için arıtıma tabi tutulmaktadır.

Patojenler, hastalık yapan organizma tarafından enfekte edilmiş insanlardan idrar ve dışkı yoluyla atılmaktadır. Patojeni almış kişilerin hastalık belirtisi göstermesi şart değildir.

Su kaynaklarının hijyenik açıdan emniyetli olabilmesi için suyun fekal kirlenmeye maruz kalıp kalmadığının belirlenmesi gereklidir. Bu amaçla bazı prosedürler geliştirilmiş olup, bunların çoğu indikatör organizmanın varlığının belirlenmesine dayanır. İndikatörler, normal olarak hastalık yapmayan, dışkıda çok sayıda bulunan ve patojenlere oranla çok daha kolay tayin edilebilen mikroorganizmalardır. Yüzeysel sularda patojenlerin indikatör organizmalardan daha hızlı öldüğü varsayıldığından, indikatör organizmaların belli bir sayının altında oluşu, çoğu durumda patojenlerin olmadığını garanti eder.

En çok kullanılan indikatör organizmalar, koliform bakteri olup, tanım olarak, aerob ve fakültatif aerob, gram negatif, spor yapmayan, 35°C'de 48 saatte laktozu gaz oluşumuyla fermente eden çubuk şeklindeki bakterilerin tümünü içermektedir. Bu grupta *Escherichia coli* ile normal olarak bağırsakta bulunmayan *Enterobakter aerogenes* sayılabilir. Tez kapsamında bakteriyolojik kirlenmeyi temsil için *E.coli* kullanılmıştır.

4.1.1. Escherichia coli

İlk defa 1885'te Dr. Theodor Escheric tarafından tanımlanan *Escherichia coli*, 1950 yılına kadar insan ve hayvanların bağırsak sisteminde normal florada bulunan, patojen olmayan bir mikroorganizma olarak kabul edilmiştir. Gıda hijyeninde indikatör mikroorganizma olarak kabul edilen ve fekal kontaminasyonun bir göstergesi olarak değerlendirilen *Escherichia coli*; bazı serotiplerinin hastalıklara neden olduğunun ortaya çıkmasıyla potansiyel bir patojen olarak tanımlanmıştır. Su arıtım sahasında *Escherichia coli* yeni teknolojilerin gelişiminin en başından itibaren su kirliliğinin bir "göstergesi" olarak kullanılmıştır (Doyle ve ark. 1990)

Escherichia genusu içinde 6 tür olduğu kabul edilmektedir. Bunlardan en önemlisi olan *Escherichia coli*, Enterobacteriaceae familyasına ait, çubuk

şeklinde, fakültatif anaerob, spor oluşturmeyen bir bakteri olup insan ve çoğu sıcakkanlı hayvanların doğal bağırsak florasında bulunmaktadır. Ortalama 1.1-1.5 µm eninde ve 2-6.0 µm boyunda, peritratik flegellası ile hareketli olmakla beraber yavaş hareket eden, hatta hareketsiz bile görülebilen mikroorganizmalardır (Ünlütürk ve Turantaş 1998).

Bakteriyolojik boyalarla kolay boyanırlar ve gram negatiftirler. Etraflarında kapsül maddeleri bulunur ve organizmada bağırsak dışındaki yerlerden soyutlanan kökenlerin çoğunda kapsül ya da mikrokapsül bulunur ve laktozu fermente ederler.

Bazı kültürlerde koka benzer küçük ve kısa bazı kültürlerde de normalden uzun ve hatta Y harfi şeklinde dallanan filamanlı şekiller bulunabilir. Her iki şeklin birlikte bulunması olasıdır (Şekil 4.1.).

Escherichia coli, buyyon ve jeloz gibi genel besiyerlerinde kolayca ürerler. Optimum üreme sıcaklığı 37°C olup, 7-46 °C'ler arasında üreme görülür. Özellikle 44 °C'de üreyebilmeleri benzer bazı bakterilerden ayırt edici bir özelliktir. 7.2 pH değerinde optimum ürerken, 4.4 ile 9.0 pH değerinde canlılığını koruyabilmektedir (Adams ve ark. 1995).

Escherichia coli, oldukça dirençli bir bakteridir. Düşük pH (pH 3.6'nın altında) değerindeki ortamlarda gelişim gösterebilmektedir. Ayrıca aside maruz kalma durumunda, asit toleransının arttığı kaydedilmiştir. 60 °C ısıda 30 dakika, oda ısısında uygun ortamda olmak koşulu ile uzun süre canlı kalabilirler. Soğuğa dirençlidir (Bilgehan 2000).

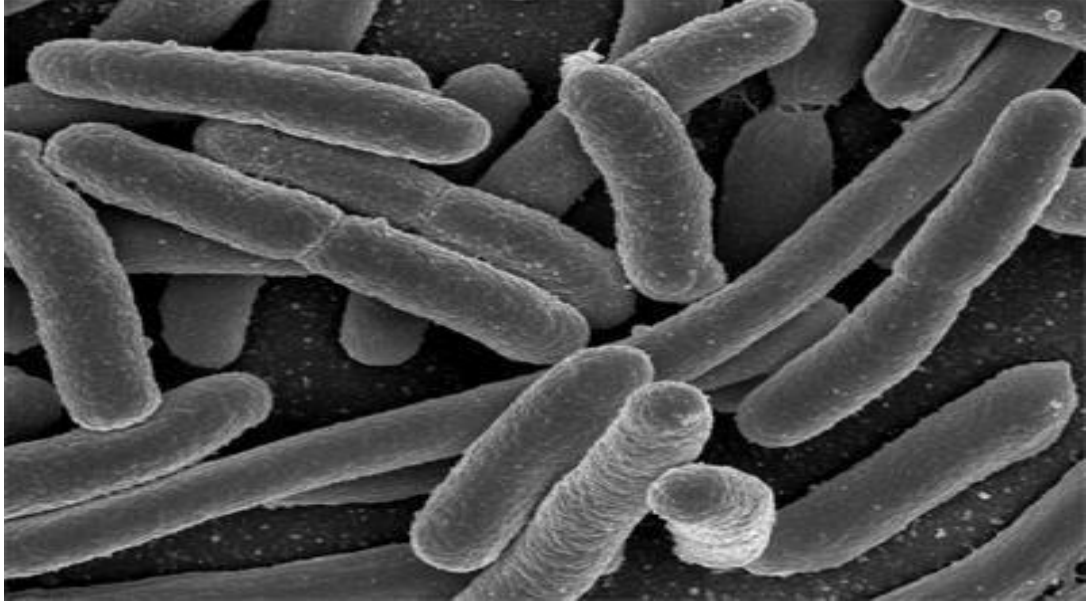
Escherichia genusu içinde 6 tür olduğu kabul edilmektedir. Bunlardan *E. coli* yaklaşık olarak 2-6 µm boyunda ve 1.0-1.5 µm eninde, düz, uçları yuvarlak çomakçık şeklinde bakterilerdir.

Bazı kültürlerde koka benzer küçük ve kısa bazı kültürlerde de normalden uzun hatta Y harfi şeklinde dallanan filamanlı şekiller bulunabilir. Her iki şeklin birlikte bulunması olasıdır. Genellikle etraflarında bulunan kirpikleri aracılığı ile hareketli olmakla birlikte hareketleri yavaştır. Hatta hareketsiz görünebilirler.

Bakteriyolojik boyalarla kolay boyanırlar ve gram negatiftirler. Etraflarında kapsül maddeleri bulunur ve organizmada bağırsak dışındaki yerlerden soyutlanan kökenlerin çoğunda kapsül yada mikrokapsül bulunur.

E. coli buyyon ve jeloz gibi genel besiyerlerinde kolayca ürerler. Fakültatif anaerobturlar ve en iyi üreme ısısı 37°C'dir. 15–45 °C'de de üreyebilirler. pH 7,2'de iyi ürerler (Bilgehan 1993).

Mikroorganizmaların yukarıda bahsedilen olumsuz etkilerini önlemek için dezenfeksiyon işlemi yapılmaktadır. Dezenfeksiyon hastalığa neden olan organizmaların seçimli bir şekilde yok edilmesi işlemidir. Bu konu ile ilgili son yüzyılda yoğunlaşan ve farklı metodların kullanıldığı pek çok uygulama ve bilimsel çalışmaların gerçekleştirildiği görülmektedir.



Şekil 4.1. *E. coli*

5. MİKROBİYOLOJİK ÇALIŞMALAR

5.1. Mikrobiyolojik Örnek Alma ve Kültür Yapma

Üzerinde veya içinde mikroorganizma üretilmiş (ya da üremiş) besiyerlerine kültür denir. Besiyerinde yalnızca tek bir mikroorganizma türü üretilmiş kültürler saf kültür olarak adlandırılır.

Kültür yapma (kültivasyon); mikroorganizmaların bulundukları ortamdan belirli tekniklerle alınarak, uygun bir besiyerine aktarılması ve burada gelişmelerinin sağlanması aşamalarını içerir.

Kültür Elde Etme Aşamaları:

1. Örnek alma ve alınan örneğin inokülasyona hazırlanması

İnokülasyon (Ekim, Aşılama)

2. İnkübasyon
3. Kültür

Ancak kültür yapmadaki bu aşamalardan daha önce bir takım ön hazırlıkların gerçekleştirilmesi gereklidir. Bu amaçla yapılacak ilk işlem steril besiyerinin hazırlanmasıdır. Bunun için önce kültürü yapılacak örneğe veya incelenecek mikroorganizma ya da mikroorganizma grubuna uygun bir besiyerinin seçimi yapılır. Daha sonraki aşamada ise, bu besiyeri usulüne uygun olarak hazırlanır ve sterilize edilerek kullanıma hazır hale getirilir.

5.1.1. Örnek alma ve alınan örneğin inokülasyona hazırlanması

Örnek alma ve alınan örneğin inokülasyona hazırlanması kültür yapmadaki en önemli aşamalardan birisidir. Her zaman olduğu gibi, bu aşamada da aseptik koşullara tümüyle uyulmalıdır. Bu amaçla, örneğin alınmasında kullanılan araç-gereç ile örneğin aktarılacağı örnek kapları daha önceden sterilize edilmelidir. Örneğin alınması ve örnek kabına aktarılması anında “bunzen beki” alevi altında çalışılmalıdır.

Alınan örnek, çoğunlukla bir takım ön işlemlerden geçirilerek inokülasyona hazır hale getirilir. Özellikle mikrobiyolojik sayımlarda,

incelenecek örneğin dilüsyonları yapılır. Dilüsyon yapma, gerçekte bir seyreltme işlemidir ve bu amaçla uygun dilüsyon sıvılarından yararlanılır.

Dilüsyon hazırlama:

Kültürel sayım yapılacak bir örneğin mL'sinde binlerce hatta milyonlarca sayılamayacak kadar çok mikroorganizma bulunabilir. Bu durum dikkate alınarak, genellikle incelenecek sıvı örneğin uygun seri dilüsyonları hazırlanır. Dilüsyon hazırlama, mikrobiyolojik yönden incelemeye alınan orijinal örnek içindeki mikroorganizma sayısının belli oranlarda sulandırılarak daha aza indirilmesini amaçlayan bir işlemdir. Bu amaçla kullanılan sıvılara dilüsyon sıvısı denir.

Damıtık su, serum fizyolojik, $\frac{1}{4}$ kuvvetindeki Ringer çözeltisi, tamponlu fosfat dilüsyon sıvısı ile Nütrient Broth gibi bazı sıvı besiyerleri en sık kullanılan dilüsyon sıvılarıdır. Dilüsyon sıvıları ekimler öncesinde hazırlanarak sterilize edilir.

Dilüsyon sıvılarının incelenen örneğe veya mikroorganizma kültürünün özelliğine göre seçilip kullanılması çok önemlidir. Aksi takdirde, seri dilüsyonların hazırlanması esnasında hücreler canlılık özelliklerini yitirebilirler. Dilüsyon sıvılarının seçiminde, incelenecek örnekteki osmatik basınç ile, bu örneğin dilüte edileceği dilüsyon sıvısındaki osmatik basıncın birbirine çok yakın olmasına dikkat edilmelidir. Dikkat edilecek bir diğer konu ise, dilüsyon işlemleri ve ekimler arasında geçen sürenin olabildiğince kısa tutulması gerektirir.

Dilüsyon serileri, ondalıklı (desimal), iki katlı ve dört katlı dilüsyon serileri şeklinde hazırlanabilir ancak bu amaçla en çok kullanılan ondalıklı dilüsyon serileridir.

Ondalıklı dilüsyon serileri hazırlanırken, dilüsyon sıvısından her bir deney tüpüne 9 ml konulur. Dilüsyon yapılırken her bir deney tüpünden 1 ml örnek alınarak bir sonraki deney tüpüne aktarılır. Böylece her bir aktarmada örnek on kat seyreltilmiş olur.

Dilüsyon hazırlarken dikkat edilecek en önemli konu, her aktarmada ayrı bir steril pipetin kullanılması ve aktarılabacak örneğin, aktarmadan hemen önce kuvvetlice çalkalanarak homojen bir karışımın sağlanmasıdır.

5.1.2. Aktarma teknikleri ve inokülasyon

Inokülasyon, ekim ve aşılama isimleriyle de anılmaktadır. İnokülasyon, incelenen örnek için steril bir besiyerinin üstüne yada içine, aktarma tekniklerinden yararlanılarak, uygun bir şekilde aktarılması olayıdır.

Aktarma esnasında kullanılacak olan öze ve pipet gibi gereçler mutlaka steril olmalıdır. Hiç bir şekilde, incelenen örnek veya aktarma yapılacak olan steril besiyerine sterilize edilmemiş öze veya pipet daldırılmamalıdır. Pipet kutusu içinde veya kağıda sarılı vaziyette sterilize edilmiş olan pipetler, Bunzen beki alevi altında usulüne uygun olarak çıkarılır ve bek alevinden seri bir şekilde geçirilerek aktarma işleminde kullanılır. Aktarma işlemi tamamlandıktan sonra, pipetler tekrar alevden geçirilmez; doğrudan içinde dezenfektan çözeltisi bulunan uygun bir kaba konur. Öze ise işlem bittikten sonra tekrar alevde tutularak sterilize edilir. Böylece de çalışılan bölgenin kontaminasyon riski ortadan kaldırılmış olur.

Aktarma işlemleri gerçekleştirilirken, gerek aktarılabacak örneği ve gerekse aktarma yapılacak steril besiyerini içeren tüp veya balon gibi cam kapların ağız kısımları, işlemler öncesi ve sonrasında ayrı ayrı olmak üzere mutlaka Bunzen beki alevinden geçirilmelidir. Bu işlem ile kapların ağız kısmındaki boşluklarda konveksiyon akımları yaratılmakta ve böylece de kapların ağız kısımlarından hava yoluyla girebilecek mikroorganizmalar uzaklaştırılabilmektedir. Aktarma tamamlandıktan sonraki alevden geçirme işlemiyle, aktarma anında kapların ağız kısımlarına herhangi bir şekilde kontamine olabilecek mikroorganizmaların yakılarak öldürülmesi de amaçlanmaktadır.

Alevden geçirme anında, tüp, balon veya Erlenmayer gibi kapların ağızlarındaki pamuk tıkaç usulüne uygun olarak çıkarılır. Bu esnada, pamuk tıkaç hiçbir şekilde, kontaminasyon kaynağı olabilecek yüzeylere temas

ettirilmemelidir. Aktarma işlemi seri bir şekilde gerçekleştirilir. Aktarma ve inokülasyon işlemleri biter bitmez, kabın ağız kısmı alevden geçirilir ve pamuk tıkaç kabın ağzına tekrar yerleştirilir.

5.1.3. İnkübasyon

Kültür elde etmedeki son aşamadır. İnkübasyon, ekim yapılmış besiyerini içeren kabın, uygun bir inkübatörde, belli bir sıcaklık derecesinde ve belli bir süre tutulması işlemidir. İnkübasyon için genellikle etüv veya su banyosu gibi inkübatörlerden yararlanılır. Petri kutularının inkübasyonu için sadece etüvden yararlanılır. Petri kutuları, inokülasyonları takiben, belli bir süre beklendikten sonra ters çevrilerek inkübatöre yerleştirilir. Bu durumda, petri kutusu içinde oluşabilecek su buharının kapakta kondense olup besiyerine damlama, böylece de kültürün kontaminasyonu ile olduğundan fazla sayıda veya büyük koloni oluşumu risklerinin önüne geçilmiş olur.

İnkübasyon sıcaklığı ve süresi, ekim yapılan örnek veya çalışılan mikroorganizmanın özelliği ya da çalışmanın amacına göre belirlenir.

5.2. Mikrobiyolojik Sayım Yöntemleri

Bir örnekte hangi tip mikroorganizmaların bulunduğu bilinmesi (çeşit, grup, cins, tür v.b.) yani mikroorganizmaların örnekten izole edilmesi ve tanımlanması çoğu zaman önemli olmaktadır. Bunun yanı sıra, örneğe ait bazı mikrobiyolojik problemlerin çözümünde, örnekteki mikroorganizma sayısı da önemli olup, sayım sonuçları, incelenen örneğin mikrobiyolojik kalite yönünden değerlendirilmesinde önemli ipuçları vermektedir.

Bugüne kadar birçok mikrobiyolojik sayım yöntemi geliştirilmiştir. Amaca, incelenen örneğin özelliğine ve eldeki olanaklara göre bu yöntemlerden birisi seçilerek uygulanabilmektedir. Ancak şu anda kullanılan sayım yöntemlerinden hiçbirisi, bir örnekteki mikroorganizma sayısını tam ve kesin olarak belirlemeye olanak sağlamamaktadır. Bazı yöntemler belirli yönleriyle diğer bazılarına üstünlük sağlamasına karşılık, her yöntemin uygulanması veya verdiği sonuçlar yönünden sakıncalı tarafları bulunabilmektedir.

Sayım sonuçları, incelenen örneğin sıvı, katı veya yüzey olmasına göre genel olarak sayı/ml, sayı/g veya sayı/cm² olarak verilmektedir. Katı besiyerlerinde koloni sayımına dönük sayım yöntemlerinde ise, sonuçlar çoğunlukla sayı yerine cfu/ml, cfu/g, cfu/cm² şeklinde belirtilmektedir (cfu: colony forming unit). Sayım sonuçları mevcut standart, tüzük, yönetmelik, vb. kaynaklarda belirtilen limitlerle karşılaştırılarak, incelenen örneğin mikrobiyolojik kalitesi hakkında karara varılabilir.

Mikrobiyolojik sayım yöntemleri aşağıdaki gibi sınıflandırılabilir:

1. Direkt Sayım Yöntemleri

Direkt olarak mikroorganizma kolonileri veya hücrelerinin sayıldığı yöntemlerdir.

a) Kültürel Sayım Yöntemleri (canlı sayım) (koloni sayımı)

- Dökme plak yöntemi
- Çift tabakalı dökme plak yöntemi
- Agar yüzeyine yayma yöntemi
- Agar damlatma yöntemi (damla kültür yöntemi)
- Dönen tüp yöntemi (roll-tüp yöntemi)
- Lam üzerinde mikroskopik sayım yöntemi (Frost'un lam yöntemi)
- Membran filtre sayım yöntemi
- Petrifilm sayım yöntemi

b) Direkt Mikroskopik Sayım Yöntemleri (canlı ve ölü hücrelerin toplam sayımı)

- Thoma lamı ile sayım yöntemi
- Petroff-Hausser lamı ile sayım yöntemi
- Howard lamı ile küflü saha sayımı
- Breed'in yayma yöntemi (Froti yöntemi)

- Membran filtre yöntemi
 - Flouessant mikroskopi yöntemleri
- c) Flow Sitometri (canlı ve ölü hücrelerin toplam sayımı)

2. İndirekt Sayım Yöntemleri

Mikroorganizmaların belirli bazı hücresel özellikleri, metabolik faaliyetleri, besiyerinde oluşturduğu değişiklikler gibi durumlar dikkate alınarak dolaylı bir şekilde mikroorganizma sayılarının belirlenmesi ya da tahmin edilmesine yönelik yöntemlerdir. Bu yöntemlere çoğunlukla ilk aşamada standartlar oluşturulmakta, daha sonra da alınan sonuçlar bu standartlarla karşılaştırılarak sayının belirlenmesi yoluna gidilmektedir.

1. EMS (En Muhtemel Sayı) yöntemi
2. Tüp dilisyon yöntemi
3. Türbidimetrik sayım yöntemi
4. Hücre içeriğindeki belirli bazı maddeleri belirleme prensibine dayalı sayım yöntemleri
 - ATP (adenozin trifosfat) ölçümüne dayalı sayım yöntemi
 - Diğerleri (azot, karbon, fosfor, DNA, RNA, thermostable DNase ve diğer bazı enzimler)
5. Kuru madde tayini prensibine dayalı sayım yöntemi
6. Toplam sediment miktarı tayini prensibine dayalı sayım yöntemi
7. McFarland yöntemi
8. Metabolik aktiviteye dayalı sayım yöntemleri
 - Renk maddeleri indirgenmesine dayalı sayım yöntemleri (renk maddeleri indirgenme testleri)
 - Empedans ölçümüne dayalı sayım yöntemi
 - Mikrok calorimetre

Bu yöntemlerden en sık kullanılanları: Dökme plak yöntemi, direkt mikroskopik sayım yöntemleri, EMS yöntemi, renk maddeleri indirgenme testleri, türbidimetrik yöntemlerdir.

5.2.1. Kültürel sayım yöntemleri

Bu yöntemlerde katı besiyerleri kullanılmakta ve inkübasyonu takiben, besiyerinde gelişen mikroorganizma kolonileri sayılarak sonuca gidilmektedir. Bu nedenle kültürel sayım yöntemleri koloni sayımı olarak da anılabilmektedir. Diğer taraftan incelenen örnekte yalnızca canlı mikroorganizmalar sayıldığı için, bu sayımlar canlı sayım olarak da isimlendirilebilmektedir.

Kültürel sayım yöntemlerinde, genel olarak ilk aşamada sayım yapılacak örneğin ekimlere hazırlanması gerekmektedir. Daha sonra örneğin uygun seri dilüsyonları hazırlanarak uygun agarlı bir besiyerine ekimleri gerçekleştirilir. En son aşamada ise inkübasyon işlemine geçilir. İnkübasyon sonrası, canlı bir bakteri, maya veya küf hücresi katı bir besiyerinde bir koloniye eşdeğerdir varsayımından hareketle koloniler sayılır. Toplam sayının dilüsyon faktörü ile çarpılmasıyla elde edilen sonuç; incelenen örneğin özelliğine göre genellikle cfu/ml, cfu/g, cfu/cm² olarak verilir.

Bu yöntemlerde sonuçlar uzun sürede alınır. Mikroorganizma sayısı, kullanılan besiyerine, inkübasyon sıcaklığı ve süresine göre değişiklik gösterebilmektedir.

Dökme plak yöntemiyle kültürel sayım:

İncelemeye alınan örnekteki canlı mikroorganizmaları veya bunların sporlarını saymayı amaçlayan bir yöntemdir. Kültür yaparak gerçekleştirilen bu sayımda, inkübasyon aerobik koşullarda yapılmışsa; canlı aerobik mikroorganizma sayısından, anaerobik koşullarda gerçekleştirilmişse; canlı anaerobik mikroorganizma sayısından söz edilir. Dökme plak yöntemiyle bakteri, maya ve küfler ile sporlarını saymak mümkündür.

Dökme plak yöntemi, petri kutuları ve katı besiyerleri kullanılarak gerçekleştirilir. İncelenecek örnek homojen hale getirilerek ve seri dilüsyonları hazırlanır. Ekimi yapılacak dilüsyonlar belirlendikten sonra steril

edilmiş petri kutularına steril pipetle birer ml örnek konulur. Her bir dilüsyon için çalışmalar üç paralel olacak şekilde yapılmalıdır. Örnek petri kutusuna aktarıldıktan sonra vakit geçirmeden her bir petriye eritilmiş ve 44-48 °C'ye soğutulmuş uygun steril katı bir besiyerinden 15-20 ml dökülür. Besiyeri katılaşmadan hemen, petri kutularına düz bir yüzey üzerinde sekiz hareketi çizdirilerek örnek ile besiyerinin homojen karışımı sağlanır ve besiyerinin katılaşması beklenir. Aynı besiyerinden steril iki tane boş petri kutusuna dökülerek sterilit kontrolü yapılır. Petri kutuları ters çevrilerek sıcaklığı ayarlanmış ve istenilen sıcaklığa erişmiş bir inkübatöre yerleştirilir. İnkübasyon sonunda 30–300 koloni içeren petri kutuları sayıma alınır. Sayım sonucu aşağıdaki şekilde hesaplanabilir.

$$\text{Direkt sayım sonucu} \times \text{dilüsyon faktörü} = \text{sayı/ml veya cfu/ml}$$

Yüzeye yayma yöntemiyle kültürel sayım:

Yüzeye yayma yönteminin dökme plak yöntemine göre bazı üstünlükleri ve sakıncalı tarafları bulunmaktadır. Her şeyden önce bu yöntemin uygulanışı kolay ve çabuktur. Petri kutularına besiyeri dökülürken oluşabilecek hava kabarcıkları ekim öncesi steril bir iğne öze ile ortadan kaldırılabilir. Dökme plak yönteminde sıcaklığa duyarlı mikroorganizmalar besiyeri sıcaklığı yüksek olursa zarar görebilirler. Buna karşılık yayma yönteminde kullanılan Drigalski özesinde bir miktar mikroorganizma özede kalabilir.

Yüzeye yayma yönteminde, yaklaşık 50°C'deki, erimiş agarlı besiyeri, aseptik koşullarda steril petri kutularına 15–20 ml miktarlarda dökülür. Agarın katılaşmasından sonra petri kutuları etüvde kurutulur. Bu yöntemde agar yüzeyinin kuru olması çok önemlidir.

Dilüsyondan veya sıvı örnekten belirli bir miktar alınarak kuru agar yüzeyine aktarılır ve steril Drigalski özesi ile yayılır. Drigalski özesi her kullanımdan önce alkole daldırılır ve daha sonra Bunzen beki alevinden geçirilir ve alkolün yanıp uzaklaşması sağlanır. Öze ekim öncesinde besiyerinin boş bir kısmına değdirilerek soğutulur. Bu yöntemde de ekimler üç paralel olacak şekilde yapılmalıdır. Ekim yapılan petri kutuları 10–15

dakika bekletilerek besiyerinin inokulunu absorblaması sağlandıktan sonra inkübasyona alınırlar (Temiz 1986).

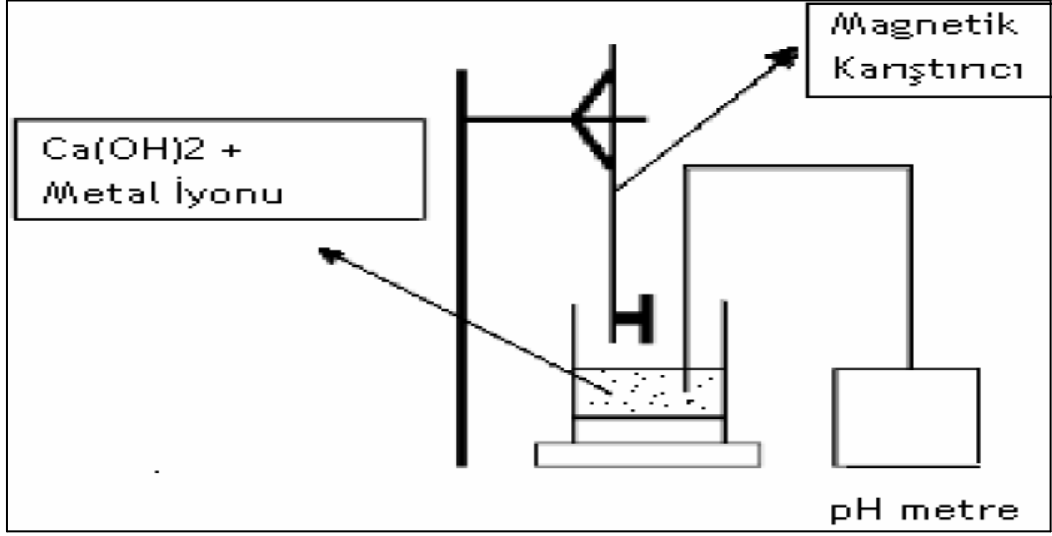
6. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

Bu çalışmada tekstil ürünlerine yönelik geliştirilen yıkamaya dayanıklı, nano gümüş katkılı antimikrobiyal apre kimyasalının yağ itici, su itici ve kir itici özelliklerle birlikte kumaşlara uygulanması ve çeşitli kumaş tiplerinde antimikrobiyal etkinliğinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu kapsamda ilk olarak kullanılan antimikrobiyal tozun ve uygun bağlayıcının kumaşa aplikasyonu yapılmıştır. Son olarak, kullanılan antimikrobiyal kimyasalın tekstil ürünlerine aplikasyonu ve kalıcılığı ile ilgili çalışma ve antibakteriyel özelliğini belirleme amacıyla mikrobiyolojik analizler yapılmıştır.

6.1. Kullanılan Antimikrobiyal Seramik Tozun Özellikleri

Yüksek lisans çalışmasında Malzeme Bilimi ve Mühendisliği Bölümü ile birlikte geliştirilmiş olan ve sentetik olarak laboratuarda üretilen antibakteriyel malzeme ile reaktörde kullanılacak dolgu malzemesi antibakteriyel hale getirilmiştir. Kalsiyum fosfat temelli olan bu malzeme dezenfekte edilecek suya doğal malzemedan gelecek etkileri engellemek için tercih edilmiştir.

Kullanılan antibakteriyel seramik toz Anadolu Üniversitesi Malzeme ve Bilimi ve Mühendisliği Bölümü ile birlikte geliştirilmiştir. Çalışmada kullanılan metal iyon katkılı antimikrobiyal seramik tozun hazırlanması sırasında yas kimyasal yöntem kullanılmıştır. Yaş kimyasal yöntemde önce metal iyonları (%5 Ag^+ ve %14 Zn^{+2}) saf suda mikser yardımıyla tamamen çözülmüştür. Çözeltinin içerisine kalsiyum hidroksit eklenerek süspansiyon hazırlanmıştır (Sekil 6.1.). Daha sonra asit yavaş yavaş ilave edilerek devamlı karıştırma işlemi ile kimyasal reaksiyona girmesi sağlanmıştır. Kalsiyum fosfat yapısına yakın bir yapı oluşturmak için pH belirli bir değerde sabitlenmiştir. Oluşan çözelti filtreden geçirilip 80°C'de etüvde kurutulmuştur. Daha sonra sırasıyla kuru öğütme ve atritor değirmende yapılan öğütme işlemleri ile sentezlenen ZAG 1455 kodlu antimikrobiyal toz istenilen tane boyutuna indirilmiştir.



Şekil 6.1. Antimikrobiyal seramik tozun sentezlenmesi

6.1.1 Kullanılan antimikrobiyal seramik tozun karakterizasyonu

Kullanılan antibakteriyel tozun karakterizasyonu malzeme bilimi ve mühendisliği tarafından gerçekleştirilmiştir (Çavdar 2009).

XRD analizi:

X-ışınları difraktometresi (XRD, Rigaku-Rint 2200) kullanılarak üretilen antimikrobiyal tozun faz analizi gerçekleştirilmiştir. XRD analizleri $10-50^\circ$ açıları arasında $2^\circ/\text{dk}$ hız ile yapılmıştır.

Tane boyut analizi:

Malvern NanoZS 2000 cihazı kullanılarak üretilen toz numunenin tane boyut ölçümleri yapılmıştır.

Taramalı elektron mikroskobu analizi:

Sentezlenen antimikrobiyal tozun yüzey morfolojisi ve tane boyut dağılımı, taramalı elektron mikroskobu (SEM, Zeiss Evo 50EP) kullanılarak belirlenmiştir.

6.1.2. Kullanılan gümüş katkılı seramik tozun antimikrobiyal etkinliği

Çalışmalarda kullanılan metal iyon katkılı kalsiyum fosfat esaslı tozun antimikrobiyal etkinliğinin belirlenmesi amacı ile Halo test methodu kullanılmıştır. Metal iyon katkılı kalsiyum fosfat esaslı tozun (ZAG 1455) antimikrobiyal etkinliğini belirlemek amacı ile Halo test metodu kullanılmıştır. Halo test metodunda; petri kapları ve toz numuneler 200°C’de 2 saat süre ile steril edilmiştir. Katı besiyerinde bulunan saf E. coli kültüründen öze ucu ile bir miktar alınarak sıvı besiyerine (nutrient broth) aktarılmış ve sıvı besiyeri 37 °C’de 24 saat inkube edilerek kültür hazırlanmıştır. Öze ucunun ve deney tüpünün ağız kısmı ateşten geçirilerek steril edilmiştir. Bu bakteri kültüründen 10–3, 10–4, 10–5 oranlarında dilüsyon hazırlanmıştır. Her bir deney tüpünden diğerine aktarım yapılırken vorteks tüp karıştırıcı kullanılarak sıvı besiyerinin (nutrient agar) homojen hale gelmesi sağlanmıştır. Besiyerleri malzemeler üzerinde ince bir film tabakası oluşturacak şekilde dökülüp, hazırlanan dilüsyonlardan 200 µl lik bakteri ekimi yapılmıştır. Ekim steril dragalski özesi kullanılarak yüzeye yayma yöntemi ile yapılmıştır. Petriler ters çevirilerek 37°C’de, sıcak hava sirkülasyonu engellenmeyecek şekilde yerleştirilmiş ve 24 saat süre ile inkube edilmiştir. 24 saat sonunda numunelerin fotoğrafları çekilerek antimikrobiyal etkinlikleri belirlenmiştir (Çavdar 2009).

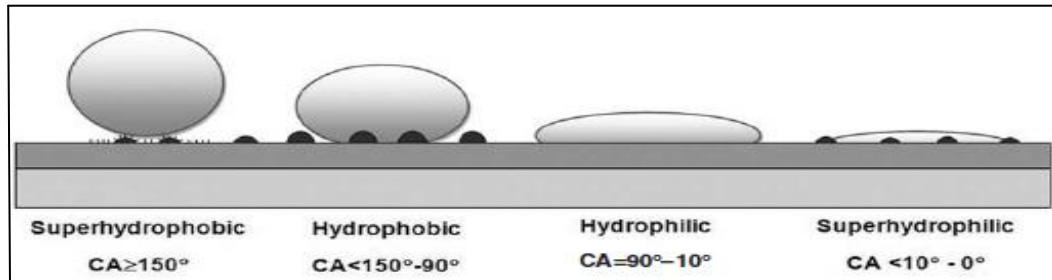
6.1.3. Dağıtıcı ilavesi ile tane boyut ve zeta potansiyel değişimi

Kararlı bir apre kimyasalı geliştirmek amacıyla antimikrobiyal tozun sulu karışımlarına dağıtıcı ilavesi yapılmıştır. Dağıtıcının tozun solüsyon içerisindeki tane boyut ve zeta potansiyel değişimleri gözlemlenmiştir. Çalışmada dağıtıcı olarak tri-sodyum sidrat kullanılmıştır. %20 katı konsantrasyonuna sahip solüsyonlara, 1,75 gram trisodyum sidrat ilave edilerek attritor değirmende 1 saat öğütülmüştür.

6.2. Apre Kimyasallarının Kumaşlara Uygulanması

Tekstil mamullerinin kullanım özelliklerini, tutumunu ve görünümünü geliştirmek için yapılan terbiye işlemlerinin tümüne bitim işlemleri denir. Tekstil sektöründe özellikle giyim, ev ve akıllı tekstillerde; su, yağ ve kir iticilik bitim işlemleri yaygın olarak kullanılmaktadır. Su iticilik bitim işlemi; insanların yağmur ve kar gibi çevresel etkenlerden korunmak için muhtemelen, tekstil yüzeylerine ilk uyguladıkları bitim işlemlerindendir. Bu ürünlerin kullanım alanların yaygınlaşması için tekstil yüzeylerine yağ ve kir iticilik özellikleri kazandırılmıştır. Bu bitim işlemlerinde tekstil materyalinin yüzey enerjisini istenilen seviyelere düşürmek, konfor özelliklerini etkilemeden iticilik özelliği kazandırmak amaçlanmaktadır (Textor ve ark. 2008; Schindler ve ark. 2004).

Temas açısı 90° 'den büyük olduğu takdirde malzeme su itici özellik göstermektedir. Malzemenin serbest yüzey enerjisi, ıslatıcı maddenin serbest yüzey enerjisinden düşük olmalıdır. Şekilde su damlacığı ile yüzeyin yaptığı açıya bağlı olarak malzemenin kazandığı özellik görülmektedir. Yüzey ile su damlacığının yaptığı açı 150° 'den fazla ise bu yüzeylere süperhidrofobik yüzeyler denilmektedir (Şekil 6.2.).



Şekil 6.2. Yüzeylerin su damlacıkları ile oluşturdukları temas açlarına göre adlandırılması (Karthnick ve ark. 2008)

Florin içeren su itici kimyasalların diğer maddelere göre daha düşük yüzey enerji kazandırmalarından ve su iticilik etkisinin yanında kir ve yağ iticilik gibi etkilerinin olmasından dolayı bu bileşikler daha yaygın kullanım alanına sahiptir. Florokarbonların yüzey enerjileri yaklaşık olarak 10 dyne/cm'dir. Uygulandığı tekstil yüzeyine yüksek derecede su iticilik özelliği kazandırmaktadır. Çapraz

bağlayıcılarla beraber kullanıldığı zaman florokarbonların kir ve yağ iticilik etkisinin ve su iticilik özelliklerinin dayanımlarının arttığı görülmektedir.

6.2.1 Su, yağ ve kir itici ve antibakteriyel apre kimyasalının kumaşlara uygulanması

Geliştirilen antimikrobiyal apre kimyasalı ve su, yağ ve kir itici bitim %100 pamuk dokuma, %100 PES-Viskon dokuma kumaşlara aplikasyon yapılmıştır. Su, yağ ve kir itici kimyasalı olarak Clariant firmasından Nuva 2110 kullanılmıştır. Apre işlemleri sırasında pamuklu ve pes-viskon kumaşlara farklı oranlarda uygulama yapılmıştır. Nuva 2110 apre kimyasalı florin esaslı olup birçok bağlayıcı ile uyumlu bir şekilde çalışabilmektedir. Apre kimyasallarının kumaşlara daha iyi tutunabilmesi için kullanılan bağlayıcı CHT firmasından temin edilmiştir.

Antimikrobiyal ve iticilik apre kimyasallarının ATAC F350 laboratuvar tipi fulard makinesinde kumaşlara aplike edilmiştir. Pamuklu ve PES-viskon kumaşlara sadece antibakteriyel kimyasalı A, sadece su, yağ ve kir itici kimyasalı S, antibakteriyel ve itici kimyasallarını (A+S)1 aynı banyoda ve son olarak da antibakteriyel ve iticilik kimyasalları A1+S2 ayrı banyolarda uygulanmıştır. Dört farklı şekilde uygulanan apre kimyasalları belirlenen oranlarda karıştırılmıştır (Çizelge 6.1.). Solüsyonun pH'ı asetik asit ile 5'e ayarlanmıştır. Pamuklu kumaşlar için alınan flotte oranı de %80, Polyester-viskon kumşalar için ise %70'dir. Aplikasyon yapılırken kullanılan fulard basınçları pamuklu kumaşlar için 2,3 bar iken PES-Viskon kumşalar için 2'dir. Antimikrobiyal ve iticilik apre kimyasallarının aplike edilmesinin ardından kumaşlar RAPIDMINI DRYER QC A1708 laboratuvar tipi mini ramoz makinesinde kurutma ve fiksaj işleminden geçirilmiştir.

Pamuk kumaşlara yapılan apre uygulamaları:

Pamuk özellikle olan kumaş örneklerine uygulanan Antibakteriyel malzeme miktarları, itici kimyasal miktarları, bağlayıcı miktarları, pH, kurutma sıcaklığı ve fiksasyon sıcaklığı Çizelge 6.1 de gösterilmiştir.

Çizelge 6.5. Pamuklu kumaş örneklerine uygulanan apre kimyasallarının miktarları ve uygulama sıcaklıkları

Pamuk	Antibakteriyel Malzeme Miktarı ZAG 1455	İtici Kimyasalının Miktarı Nuva 2110	Bağlayıcı Miktarı CHT-30	ph	Kurutma Sıcaklığı	Fiksaj Sıcaklığı
A	7 gr/lit	-	9 gr/lit	5	-	160°C / 2 '
S	-	35 gr/lit	9 gr/lit	5	120°C / 1,5 '	170°C/ 40"
(A+S) ₁	7 gr/lit	35 gr/lit	9 gr/lit	5	120°C / 1,5 '	170°C/ 40"
A ₁ +S ₂	7 gr/lit	35 gr/lit	9 gr/lit	5	120°C / 1,5 '	170°C/ 40"

PES-Vis kumaşlara yapılan apre uygulamaları:

PES-Vis kumaş örneklerine uygulanan Antibakteriyel malzeme miktarları, itici kimyasal miktarları, bağlayıcı miktarları, pH, kurutma sıcaklığı ve fiksasyon sıcaklığı Çizelge 6.2 de gösterilmiştir.

Çizelge 6.6. PES kumaş örneklerine uygulanan apre kimyasallarının miktarları ve uygulama sıcaklıkları

Pes-Viskon	Antibakteriyel Malzeme Miktarı ZAG 1455	İtici Kimyasalının Miktarı Nuva 2110	Bağlayıcı Miktarı CHT-30	ph	Kurutma Sıcaklığı	Fiksaj Sıcaklığı
A	7 gr/lit	-	9 gr/lit	5	-	160C / 2 '
S	-	30 gr/lit	9 gr/lit	5	120C / 1,5 '	170C/ 40"
(A+S) ₁	7 gr/lit	30 gr/lit	9 gr/lit	5	120C / 1,5 '	170C/ 40"
A ₁ +S ₂	7 gr/lit	30 gr/lit	9 gr/lit	5	120C / 1,5 '	170C/ 40"

6.3. Aplikasyon Yapılan Kumaşlara Uygulanan Testler

Apre kimyasalı yapılan kumaşlar için yıkama dayanımı deneyleri ve su,yağ ve kir iticilik ve antibakteriyel etki belirleme analizleri gerçekleştirilmiştir. Su iticilik testi AATCC TN 22 standartına göre yapılmıştır. Bu standarta göre test şu şekilde yapılmaktadır. 45⁰ gergin tutulan kumaş üzerine 250 ml su belirli bir mesafeden püskürtülür. Kumaş hafifçe silkelenir ve standart fotoğraflar ile karşılaştırılarak derecelendirme yapılır. Yağ iticilik testinde 8 farklı yüzey enerjisine sahip test sıvıları kullanılmaktadır. Yüzey gerilimi en yüksek olan test sıvısından başlanarak kumaşın farklı bölgelerine damlatılır ve kumaş yağ

emmiyorsa bir sonraki sıvıya geçilir. 5 numaralı yağa iticilik özellik gösterebilen kumaşlara yağ itici kumaşlar denilmektedir (Çizelge 6.3.).

Çizelge 6.7. Yağ iticilik test sıvıları ve özellikleri

Bileşim	Yağ test sıvı numarası	Yoğunluk kg/l	Yüzey gerilimi N/m 25°C
Yok	0	-	-
Beyaz mineral yağ	1	0,84–0,87	0,0315
65:35 beyaz mineral yağ: n-hexadecane (hacimsel yüzde)	2	0,82	0,0296
n-hexadecane	3	0,77	0,0273
n-tetradecane	4	0,76	0,0264
n-dodecane	5	0,75	0,0247
n-decane	6	0,73	0,0235
n-octane	7	0,7	0,0214
n-heptane	8	0,69	0,0148

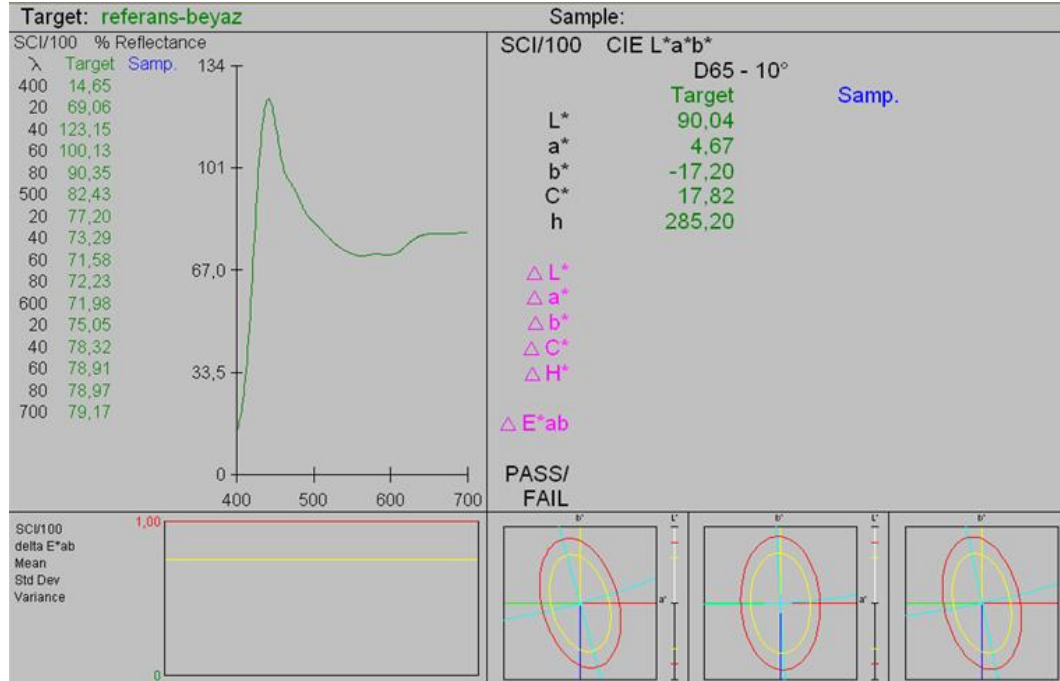
6.3.1. Kumaşların yıkama deneyleri

Antimikrobiyal işlem görmüş kumaşların, antimikrobiyal aktivitelerinin ve fiziksel özelliklerinin yıkamaya karşı dayanımlarının belirlenebilmesi amacıyla, Electrolux Wascator FOM71 CLS marka yıkama makinesinde, BS EN ISO 26330: 1994 Procedure 5A standardına göre yıkamalar gerçekleştirilmiştir. Makineye 2 gr/lit olacak şekilde deterjan koyulmuştur. Toplam 20 kez yıkama yapılmış, yıkama öncesinde ve her 10 yıkama sonunda kumaşlardan numuneler alınmıştır.

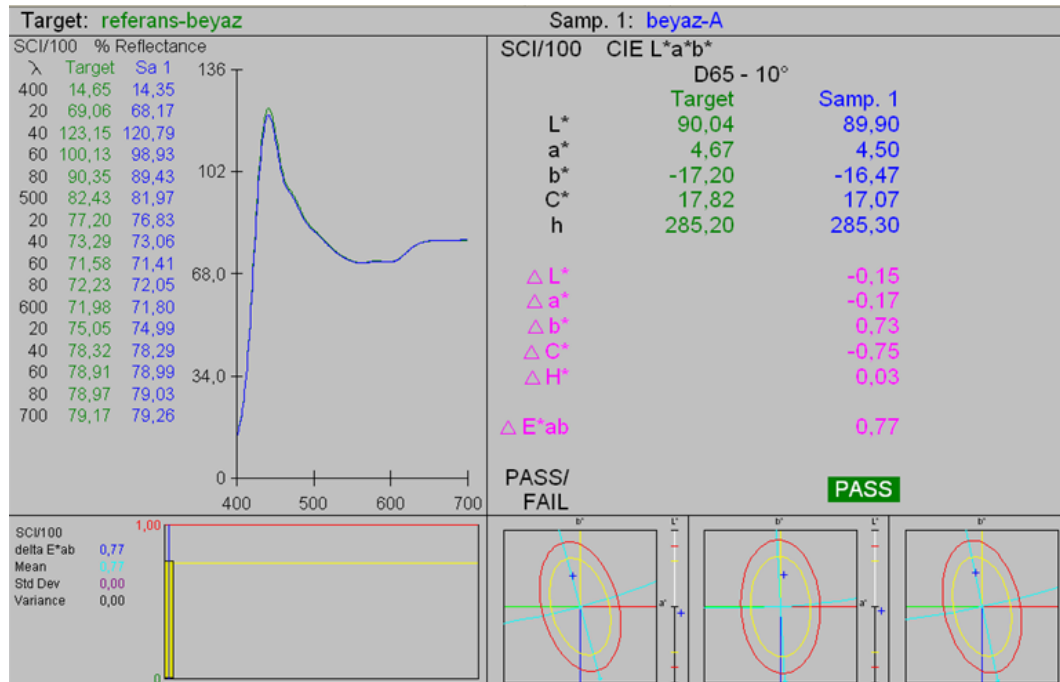
6.3.2. Kumaşların renk ölçüm analizleri

Apres kimyasalları uygulanan kumaş örneklerinde renk değişikliği olup olmadığının anlaşılması için renk ölçüm analizleri minolta spektrofotometre ile gerçekleştirilmiştir. PES-Vis örnekler için referans kumaş renk analiz sonuçları Şekil 6.3.'te, antibakteriyel apres kimyasalı uygulanan kumaşlar için Şekil 6.4.'te, su, yağ ve kir itici apres kimyasalı uygulanan kumaşlar için Şekil 6.5.'te, Antibakteriyel ve itici kimyasalların aynı banyoda uygulandığı PES-Vis kumaşlar için Şekil 6.6.'da, Antibakteriyel ve itici kimyasalların farklı banyolarda

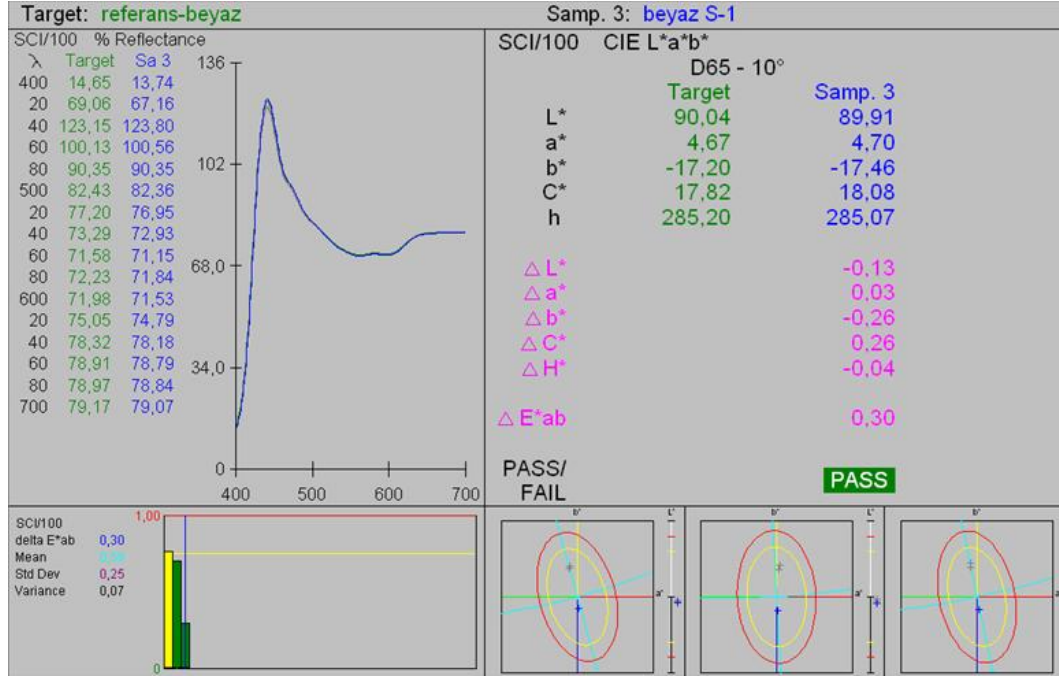
uygulandığı PES-Vis kumaş örnekleri için ise renk analiz sonuçları Şekil 6.7.'de gösterilmiştir.



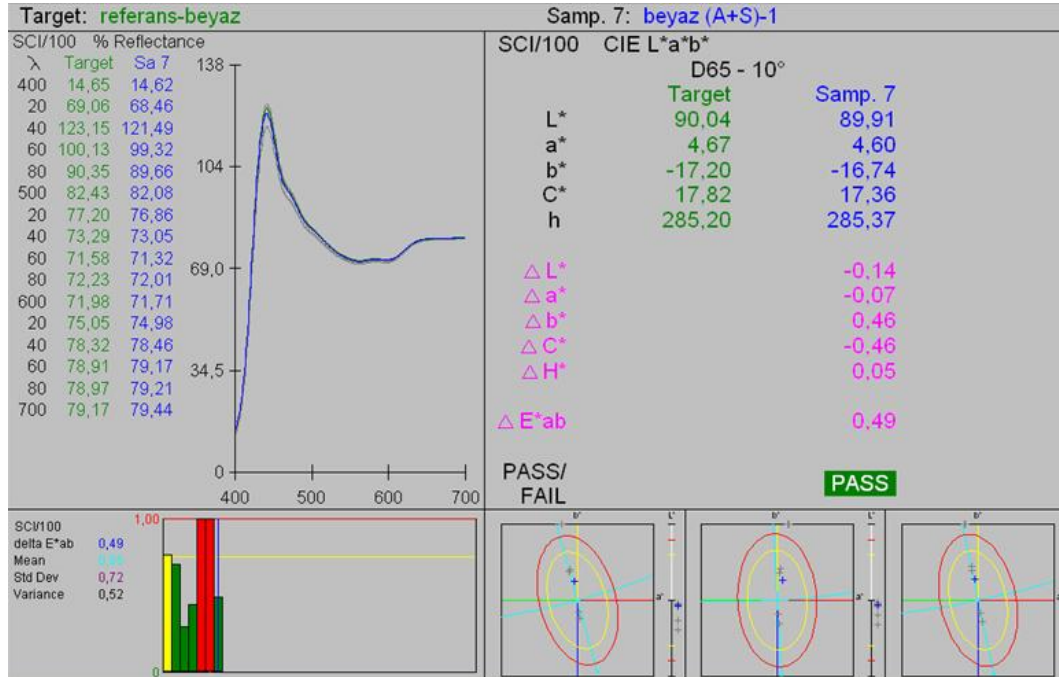
Şekil 6.3. Referans PES-Vis kumaş numunesinin renk ölçüm sonuçları



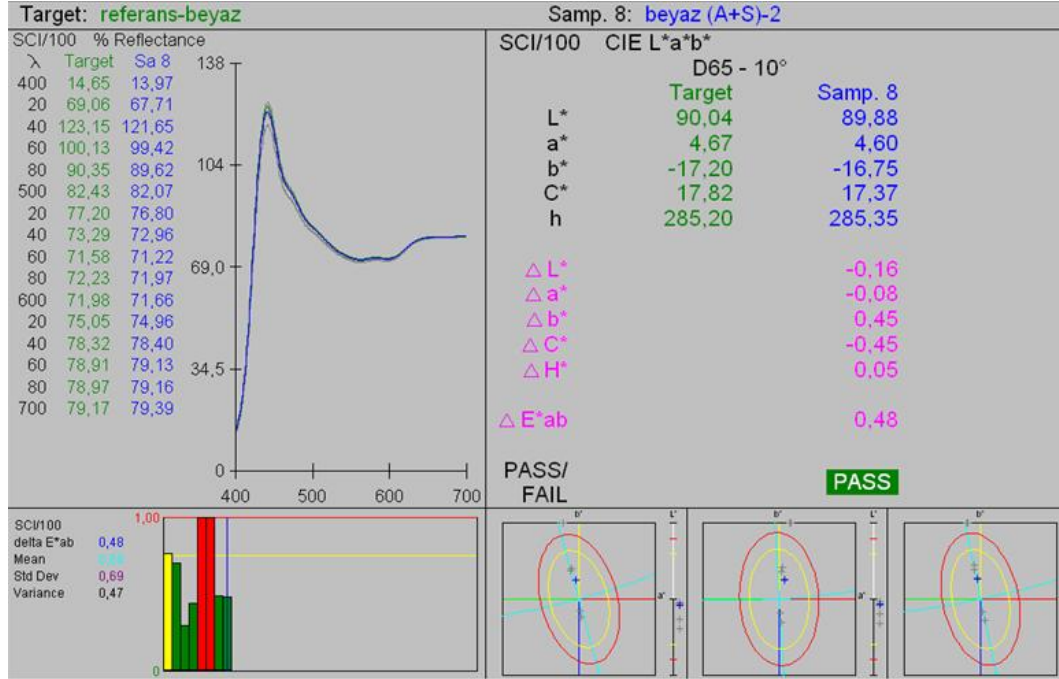
Şekil 6.4. Antibakteriyel apre kimyasalı uygulanan PES-Vis kumaş numunesinin renk ölçüm sonuçları



Şekil 6.5. Su, yağ ve kir itici apre kimyasalı uygulanan PES-Vis kumaş numunesinin renk ölçüm sonuçları



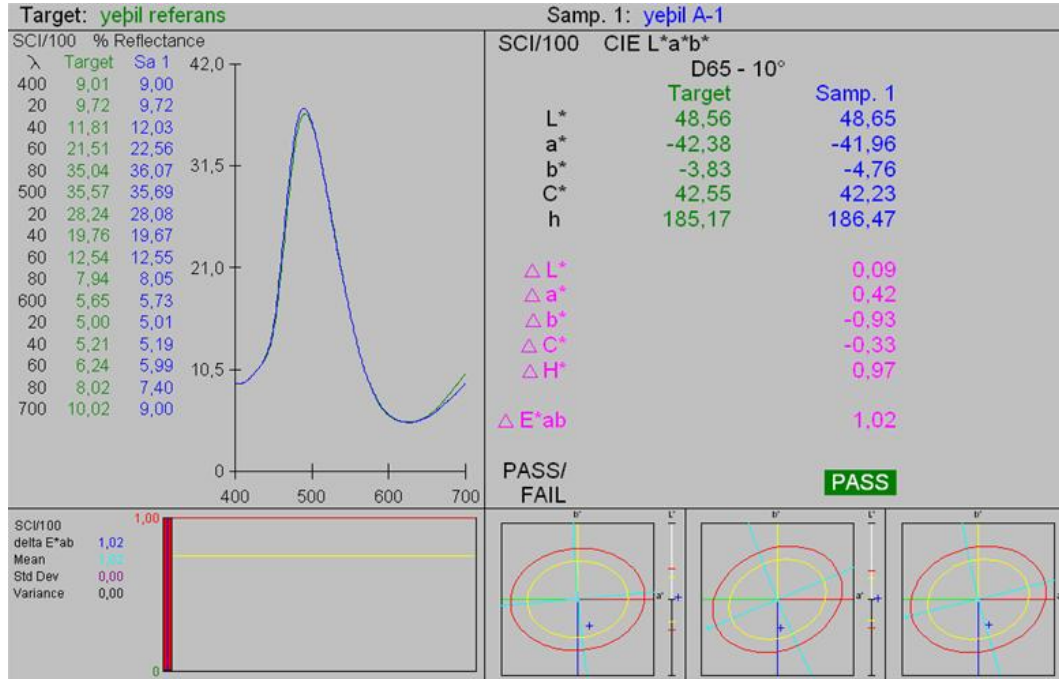
Şekil 6.6. Antibakteriyel ve itici kimyasalların aynı banyoda uygulandığı PES-Vis kumaş numunesinin renk ölçüm sonuçları



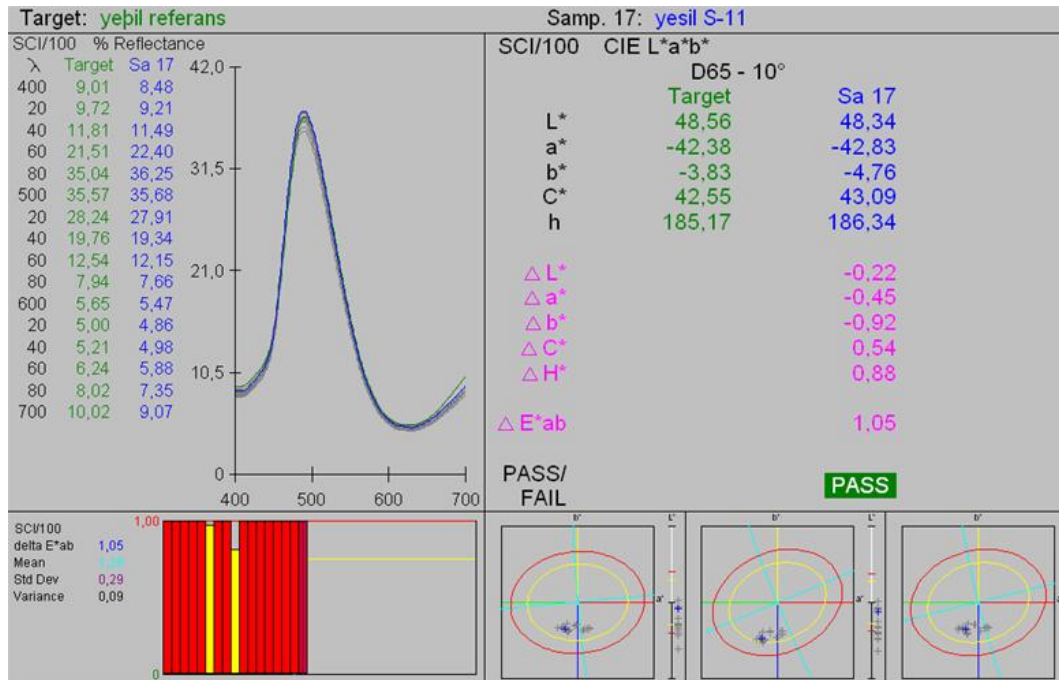
Şekil 6.7. Antibakteriyel ve itici kimyasalların farklı banyolarda uygulandığı PES-Vis kumaş numunesinin renk ölçüm sonuçları

PES-Vis kumaş örneklerine uygulanan renk analizleri benzer şekilde pamuklu kumaşlara da uygulanmıştır. Buna göre;

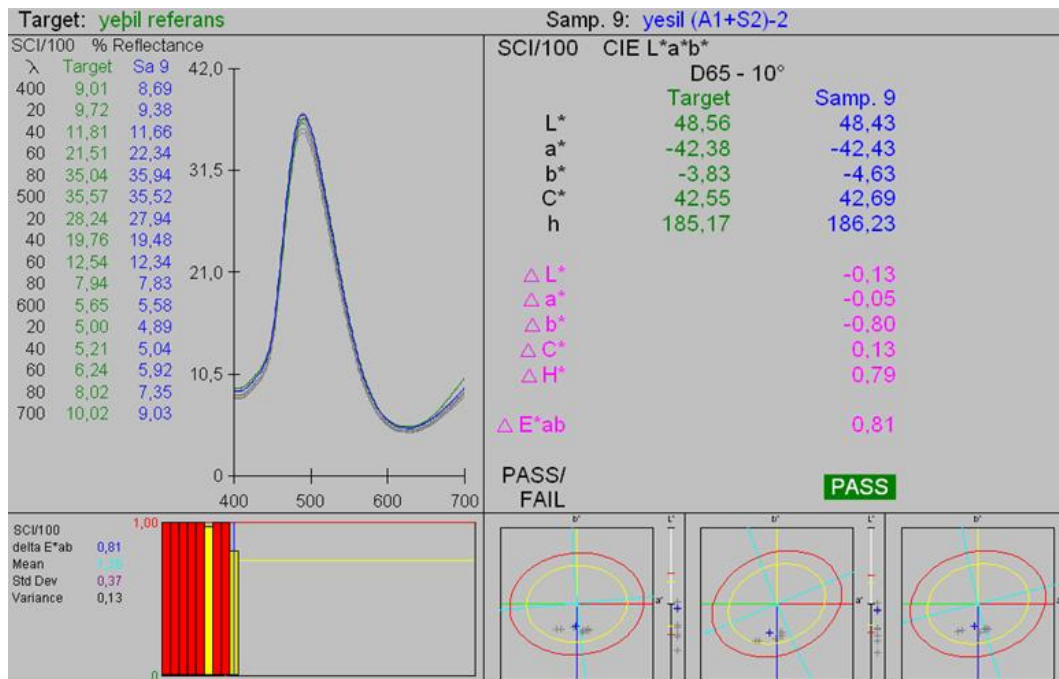
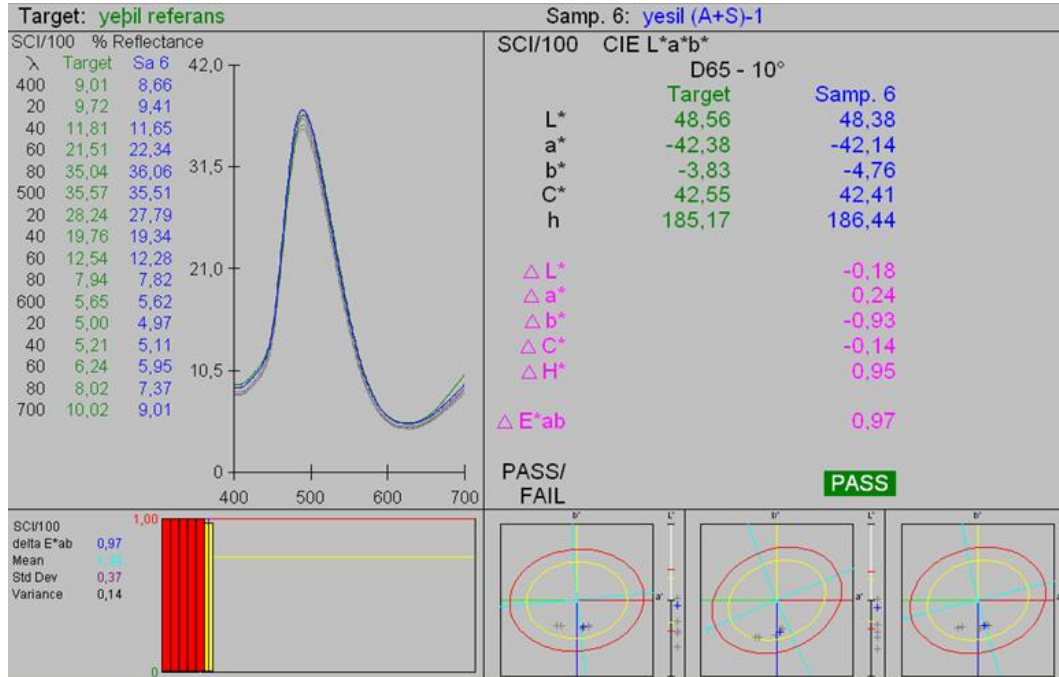
Antibakteriyel apre kimyasalı uygulanan Pamuklu kumaşlar için renk analiz sonuçları Şekil 6.8.'te, su, yağ ve kir itici apre kimyasalı uygulanan kumaşlar için Şekil 6.9.'da, Antibakteriyel ve itici kimyasalların aynı banyoda uygulandığı pamuklu kumaşlar için Şekil 6.10.'da, Antibakteriyel ve itici kimyasalların farklı banyolarda uygulandığı pamuklu kumaş örnekleri için ise renk analiz sonuçları Şekil 6.11.'de gösterilmiştir.



Şekil 6.8. Antibakteriyel apre kimyasalı uygulanan pamuk kumaş numunesinin renk ölçüm sonuçları



Şekil 6.9. Su, yağ ve kir itici apre kimyasalı uygulanan pamuk kumaş numunesinin renk ölçüm sonuçları



6.3.3. Su, yağ ve kir itici apre kimyasalı uygulanan kumaşların temas açısı analizleri

Antibakteriyel, su, yağ ve kir itici özellik kazandırılan kumaş türlerine Krüss marka dsa100 model cihaz kullanılarak temas açısı ölçümleri yapılmıştır

(Şekil 6.12.). Literatüre göre hidrofob özellikteki yüzeylerde su damlasının yüzeyle yapacağı temas açısının 90° 'den büyük olması gerekmektedir. Eğer yüzeyle yapılan temas açısı 150° 'den daha büyük bir değerde meydana gelirse bu örnek süper hidrofobik kabul edilmektedir. Bu amaçla örneklerin su iticilik özelliğini ölçmek için saf su, yağ ve kir itici özelliklerini ölçmek için de n-dodekan test sıvısı olarak kullanılmıştır.

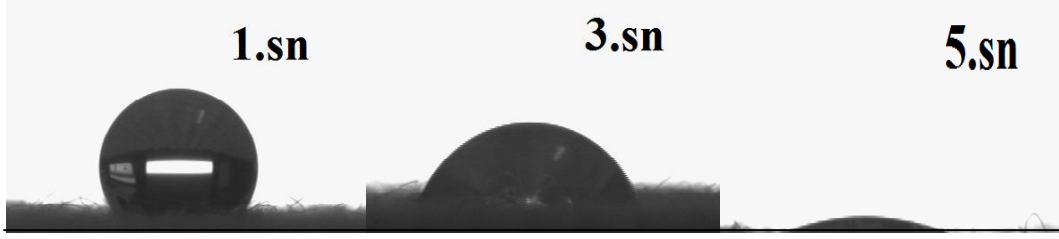


Şekil 6.12. Krüss Dsa–100 temas açısı ölçüm cihazı

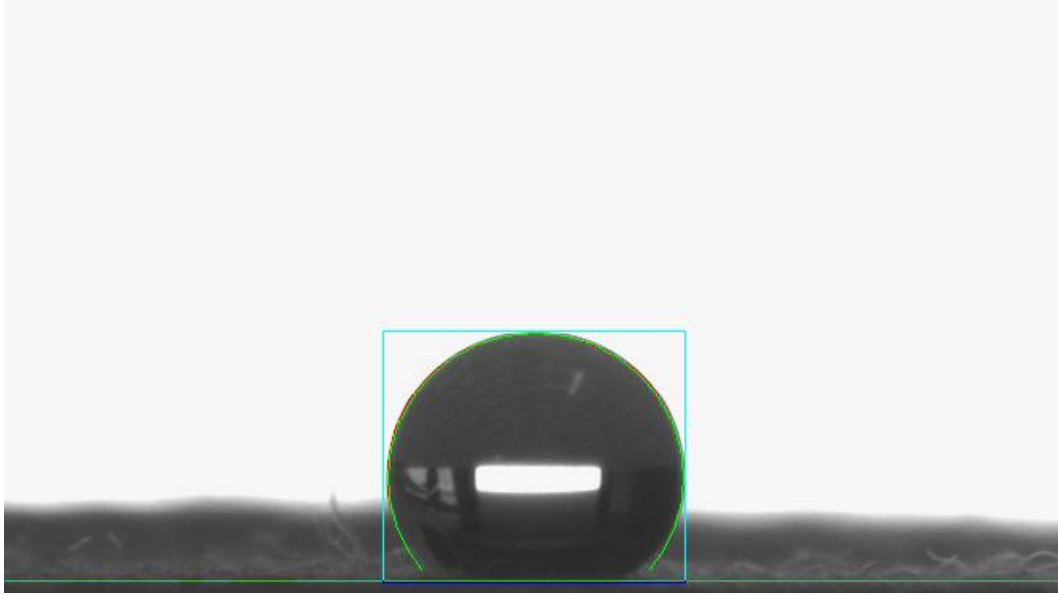
Kumaş örneklerinin temas açısı ölçümleri:

Pamuk ve Pes-Vis özellikteki kumaşların temas açısı ölçümleri, su itici, antibakteriyel ve her iki özellikteki numunelere ayrı ayrı yapılmıştır.

Antibakteriyel apre kimyasalı uygulanmış kumaş örneğinin temas açısı ölçüm görüntüsü Şekil 6.13' de, su itici apre kimyasalı uygulanmış kumaş örneğinin temas açısı ölçüm görüntüsü Şekil 6.14'de gösterilmiştir.



Şekil 6.13. Antibakteriyel apre kimyasalı uygulanmış Pes-Vis kumaş örneğinin su iticilik temas ölçümü



Şekil 6.14. Apre kimyasalı uygulanmış Pes-Vis kumaş örneğinin su iticilik temas ölçümü (30sn)

6.3.4. Kumaşların antibakteriyel etkinliğinin belirleme analizleri

Hazırlanan Antibakteriyel özellikli ve su, yağ, kir itici kumaşların mikrobiyolojik analizleri AATCC 147 metoduna göre yapılmıştır. Çalışma öncesinde kullanılacak cam malzemeler, dilüsyon tüpleri, pipet uçları steril edilmiştir.

Kültür hazırlamada Merck marka nütrient broth kullanılmıştır. 4 gram tartılıp 500ml suda çözülmüş ve otoklavlandıktan sonra soğumaya bırakılmıştır. Oda sıcaklığına geldiğinde Stok *E. coli*, broth içerisine steril ortamda ilave edilip 18 saat, çalkalamalı inkübatörde 37°C ve 80 rpm de inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sürecinin ardından santrifüj işlemiyle bakteri izolasyonu gerçekleştirilmiştir.

Bakteri konsantrasyonu türbidimetrik olarak saptanmış ve çalışmada 2×10^5 cfu/ml *E. coli* olacak şekilde 0,3mM KH_2PO_4 çözeltisi hazırlanmıştır.

Hazırlanan kültür steril edilmiş olan kapaklı cam şişelere 50 şer ml olacak şekilde konulmuştur.

Kumaş numuneleri aynı gramajda olacak şekilde kesilmiş ve 50ml (2×10^5 cfu/ml) bakteri kültürü içeren şişelere tamamı solüsyon içinde kalacak şekilde konulup çalkalamalı inkübatörde 18 saat, 25°C de 80 rpm de muamele edilmiştir. Bu süreç sonunda bakteri kültürünün ekimi için Merck marka plate count agar 750 ml saf su için 17 gr tartılıp otoklavlanıp çözündürülmüş ve steril petri kaplarına dökülmüştür.

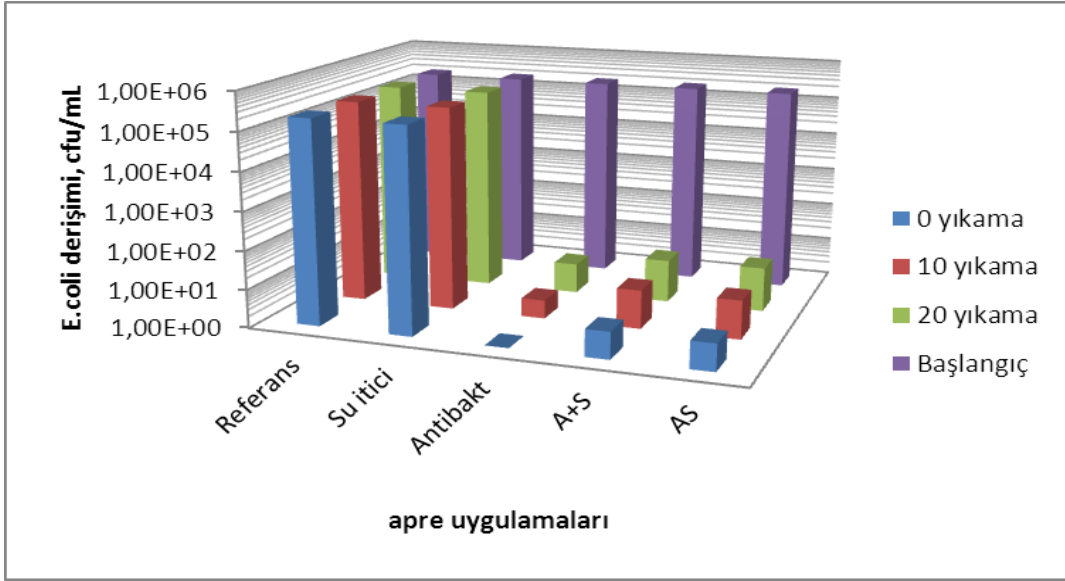
Çalışma sonucunda 18 saat çalkalamalı inkübatörde 80 rpm ve 25°C de bekletilen şişelerin içinden Plate Count Agar içeren petri kaplarına 200µl bakteri kültürü alınıp yayma spatülüyle ekim yapılmıştır. Ekim yapılan petrilere ters çevirilip 37°C de inkübasyona bırakılmıştır. Bunun yanında yine her şişeden 1ml kültür alınıp 9ml steril saf su içeren dilüsyon tüplerine eklenmiştir. Her örnek için toplam 3 dilüsyon olacak şekilde hazırlanan tüplerden besi yeri dökülmüş petrilere 200'er µl ekim yapılmıştır. Kültür ekim işlemleri tamamlandığında tüm ekim yapılan petri kapları ters çevirilip 37°C de inkübasyona bırakılmıştır. 18-24 saat inkübasyon süresinin ardından sonuçlar fotoğrafları çekildikten sonra bilgisayarda sayılmıştır.

Pamuk örneklerinin antibakteriyel analiz sonuçları:

Pamuk kumaş örneklerine uygulanan antibakteriyel etkinliğin kullanılan apre kimyasalı ve yıkanma sayılarına göre değişimi Çizelge 6.4.'de Su itici, antibakteriyel, antibakteriyel ve su itici özellik ayrı banyoda kazandırılmış (A+S), antibakteriyel ve su itici özellik aynı banyoda kazandırılmış (AS) numunelerdeki antibakteriyel etkinlik Şekil 6.15'te gösterilmiştir.

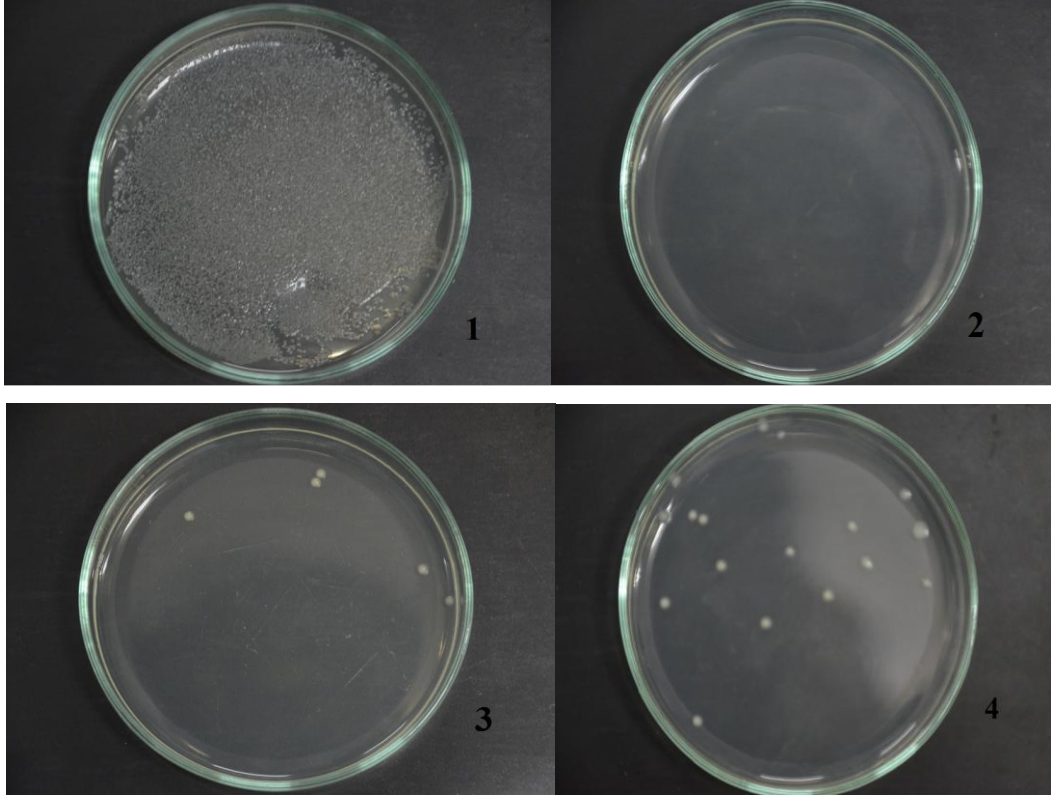
Çizelge 6.8. Pamuklu kumaşlar için farklı yıkama sayıları ve apre uygulamalarında antibakteriyel etkinlik

	Referans	Su itici	Antibakt	A+S	AS
0 yıkama	2,00E+05	2,00E+05	1	5	5
10 yıkama	2,00E+05	2,00E+05	3	10	10
20 yıkama	2,00E+05	2,00E+05	6	13	14
Başlangıç derişimi, cfu/mL	2,00E+05	2,00E+05	2,00E+05	2,00E+05	2,00E+05



Şekil 6.15. Pamuklu kumaşların referans, su itici ve antibakteriyel apre kimyasalı içeren sonuçlarının karşılaştırılması

Antibakteriyel apre kimyasalı uygulanan pamuk örneklerinin mikrobiyolojik analizleri yapılmış ve referans, 0, 10 ve 20 yıkama yapılmış örnekler için petri ekim sonuçları Şekil 6.16.' de gösterilmiştir.



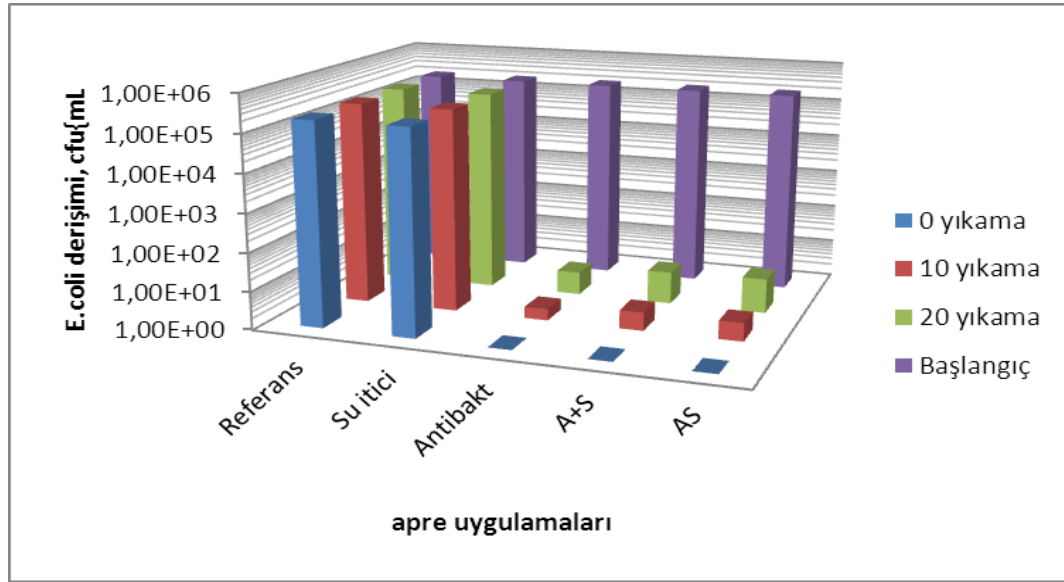
Şekil 6.16. Antibakteriyel pamuklu kumaşların referansı ve apre kimyasal içeren sonuçlarının karşılaştırılması. Referans (1), 0 yıkama antibakteriyel pamuklu kumaş (2), 10 yıkama pamuklu antibakteriyel kumaş(3), 20 yıkama antibakteriyel pamuklu kumaş(4).

PES Kumaş örneklerinin antibakteriyel analiz sonuçları:

PES-Vis kumaş örneklerine uygulanan antibakteriyel etkinliğin kullanılan apre kimyasalı ve yıkanma sayılarına göre değişimi Çizelge 6.5.'te Su itici, antibakteriyel, antibakteriyel ve su itici özellik ayrı banyoda kazandırılmış (A+S), antibakteriyel ve su itici özellik aynı banyoda kazandırılmış (AS) numuneler Şekil 6.17'de gösterilmiştir.

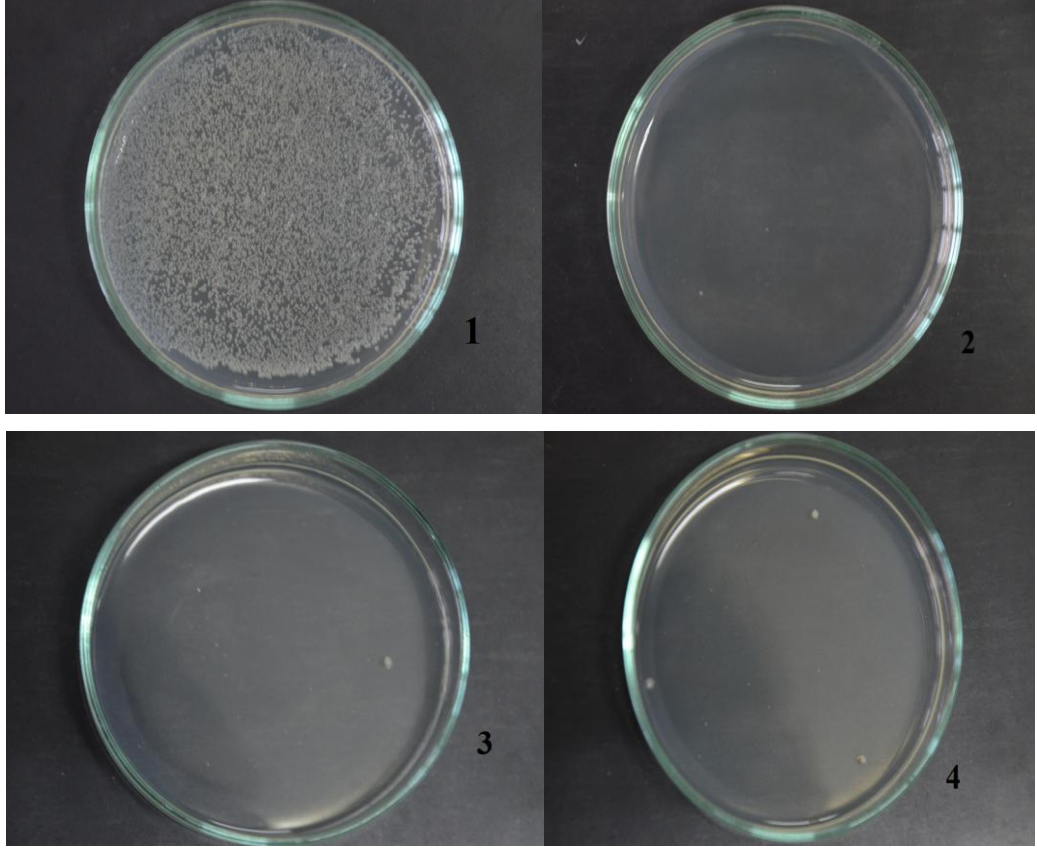
Çizelge 6.9. Pes-Vis kumaşlar için farklı yıkama sayıları ve apre uygulamalarında antibakteriyel etkinlik

	Referans	Su itici	Antibakteriyel	A+S	AS
0 yıkama	2,00E+05	2,00E+05	1	1	1
10 yıkama	2,00E+05	2,00E+05	2	3	3
20 yıkama	2,00E+05	2,00E+05	4	7	8
Başlangıç derişimi, cfu/mL	2,00E+05	2,00E+05	2,00E+05	2,00E+05	2,00E+05



Şekil 6.17. Pes-Vis kumaşların referans, su itici ve antibakteriyel apre kimyasalı içeren sonuçlarının karşılaştırılması

Antibakteriyel apre kimyasalı uygulanan PES-Vis örneklerinin mikrobiyolojik analizleri yapılmış ve referans, 0, 10 ve 20 yıkama yapılmış örnekler için sonuçlar Şekil 6.18.' de gösterilmiştir.



Şekil 6.18. Antibakteriyel PES-Vis kumaşların referansı ve apre kimyasal içeren sonuçlarının karşılaştırılması. Referans (1), 0 yıkama antibakteriyel Pes-vis kumaş (2), 10 yıkama antibakteriyel Pes-vis kumaş(3), 20 yıkama antibakteriyel Pes-vis kumaş(4).

7. BULGULARIN TARTIŞILMASI

7.1. Spektrofotometrik Renk Ölçüm Analiz Sonuçları

Kumaş örneklerine apre kimyasalı uygulanması sonucunda renk değişikliği olup olmadığının anlaşılması için tüm kumaş çeşitlerine ve referans numunelere spektrofotometrik renk ölçümü yapılmıştır. Ölçümler CIELab sistemine göre gerçekleştirilmiştir. Buna göre; pes-vis ve pamuklu kumaşların tüm çeşitleri incelenmiş hiçbirinde önemli bir renk değişikliği olmadı saptanmış ve renk örnekler renk analizinden başarıyla geçmiştir (Şekil 6.3. – Şekil 6.11.).

7.2. Pes-Vis ve Pamuklu Kumaş Örneklerinin Temas Açısı Ölçümleri

Kumaş örneklerinin literatürde belirtilen açısız değerleri (su ve yağ iticilik bitim işlemleri için) sağlayıp sağlamadığının anlaşılması için temas açısı ölçümü yapılmıştır (Şekil 6.13, Şekil 6.14.). Çalışma pamuklu ve pes-vis kumaş türlerinin yıkama işlemi yapılmayan örneklerini kapsamaktadır.

7.2.1. Pes-Vis kumaş örneklerinin temas açısı ölçüm sonuçları

Pes-Vis kumaş örneklerine krüss marka dsa-100 model temas ölçüm cihazı ile 0.3µl saf su damlatılmış ve 30 sn beklenip temas açısı hesaplanmıştır. Ölçüm sonucunda sadece su itici özellikteki kumaşlara damlatılan su damlasının kumaş yüzeyi ile yaptığı açının 142° ile 146° arasında olduğu tespit edilmiştir. Literatüre göre bu değer hidrofobik olarak kabul edilmektedir. Antibakteriyel ve su itici özellikteki kumaşların aynı banyolama ve farklı banyolama sonuçları birbirine yakın çıkmıştır ve yüzeyle yapılan temas açısının değerinin 132° ile 136° olduğu görülmüştür.

Yağ iticilik değeri için 0,2µl n-dodekan kullanılmış ve sadece itici apre kimyasalları uygulanan örneklerde temas açısı 110° hesaplanmıştır. Antibakteriyel ve su iticilik özellikteki kumaş numunelerinde ise temas açısının 102° ile 104° arasında olduğu gözlenmiştir.

Yalnızca antibakteriyel bitim işlemi uygulanan Pes-Vis kumaş numunelerinde ise su ve yağ iticilik özelliği görülmemiştir.

7.2.1. Pamuklu kumaş örneklerinin temas açısı ölçüm sonuçları

Pamuklu kumaş örneklerinde de temas açısı ölçümü için Pes-Vis kumaş örneklerine uygulanan metod kullanılmıştır. Ölçüm sonucunda sadece su itici özellikteki kumaşlara damlatılan su damlasının kumaş yüzeyi ile yaptığı açının 140° ile 145° arasında olduğu tesbit edilmiştir. Literatüre göre bu değer de benzer şekilde hidrofobik olarak kabul edilmektedir. Antibakteriyel ve su itici özellikteki kumaşların aynı banyolama ve farklı banyolama sonuçları arasında belirgin bir farklılık görülmemiştir ve su damlası ile yüzey arasındaki açı 130° ile 135° arasında ölçülmüştür.

Yağ iticilik değeri Pes-Vis numunelerinde olduğu gibi için 0.2µl n-dodekan kullanılmış ve sadece itici apre kimyasalları uygulanan örneklerde temas açısı 104°-105° hesaplanmıştır. Antibakteriyel ve su iticilik özellikteki kumaş numunelerinde ise temas açısının 98° ile 100° arasında olduğu gözlenmiştir.

Yalnızca antibakteriyel bitim işlemi uygulanan pamuklu kumaş numunelerinde ise su ve yağ iticilik özelliği görülmemiştir.

7.3. Kumaşların Antibakteriyel Etkinlik Analiz Sonuçları

Su, yağ ve kiritici apre kimyasalı ve antibakteriyel apre kimyasalı uygulanmış pamuklu kumaşların mikrobiyolojik çalışmaları yapılmıştır. Çalışmada pamuklu kumaşlar, Pes-Vis kumaşlar; antibakteriyel, antibakteriyel ve su itici (aynı banyoda), antibakteriyel ve su itici (ayrı banyoda), su itici özellik kazandırılarak, 0, 10 ve 20 yıkama parametreleri de değerlendirilerek analiz yapılmıştır.

7.3.1. Pamuklu kumaş örneklerinin mikrobiyolojik analiz sonuçları

Çalışmada kullanılan, antibakteriyel bitim işlemi ve antibakteriyel-su itici (aynı ve ayrı banyo) bitim işlemi uygulanmış pamuklu kumaş örnekleri yapılan analiz sonucunda 0, 10 ve 20 yıkama sonrasında başlangıç *E. Coli* derişimi 2×10^5 cfu/ml olan 50ml çözeltide yüksek antibakteriyel etki göstermiştir (Çizelge 6.4.), (Şekil 6.15.). Buna göre; en yüksek antibakteriyel etki sadece antibakteriyel bitim işlemi uygulanmış ve yıkama işlemi yapılmayan örneklerde görülmüştür. 10 ve 20

yıkama yapılmış örneklerde de $\log_2 5$ düzeyinde bakterimi giderimi sağlanmış ve örneklerin güçlü antibakteriyel olduğu saptanmıştır. Antibakteriyel ve su iticilik bitim işlemleri yapılan örnekler aynı banyo ve farklı banyo uygulamaları ile benzer etkinlik göstermişler ve 0, 10, 20 yıkama sonucunda $\log_2$ 'nin üzerinde giderim sağlamışlardır. Yalnızca su itici özellikteki pamuklu kumaşların mikroorganizma sayısında önemli bir değişikliğe neden olmadığı anlaşılmıştır.

7.3.2. Pes-Vis kumaş örneklerinin mikrobiyolojik analiz sonuçları

Çalışma kapsamında, antibakteriyel bitim işlemi ve antibakteriyel-su itici (aynı ve ayrı banyo) bitim işlemi uygulanmış Pes-Vis kumaş örnekleri yapılan analiz sonucunda pamuklu kumaşlar ile benzer şekilde 0, 10 ve 20 yıkama sonrasında yüksek antibakteriyel etki göstermiştir (Çizelge 6.5.), (Şekil 6.17.). Pes-Vis kumaş numunlerinde de en yüksek bakteri giderimi antibakteriyel bitim işlemi uygulanmış ve yıkama yapılmamış örneklerde gözlenmiştir. Antibakteriyel ve su itici bitim işlemleri aynı ve farklı banyolarda kazandırılan numuneler birbirleriyle orantılı sonuç vermiş ve 0, 10 yıkama yapılan örneklerde $\log_2 5$ düzeyinde bakteri giderimi meydana gelmiştir. Ayrıca yine pamuklu kumaşlarda olduğu gibi Pes-Vis kumaş örneklerinde de sadece su iticilik bitim işlemi uygulanan numuneler mikroorganizma sayısında bir değişikliğe neden olmamışlardır.

8. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

Bu tez kapsamında hastane tekstil kumaşlarının antibakteriyel hale getirilmesinin çeşitli enfeksiyonların engellenmesine yardımcı olacağı, buna bağlı olarak özellikle klinikler, yoğun bakım üniteleri ve onkoloji gibi tıbbi birimlerde daha temiz ortamlar sağlanarak tedavi ve ilaç giderlerinin azaltılması ile ekonomik yarar sağlayabileceği öngörülmektedir. Tekstildeki antibakteriyel bitim işlemlerinin yıkanma sayılarına bağlı olarak mikroorganizma giderim güçlerinin kıyaslanması ve su, yağ, kir iticilik uygulamalarının antibakteriyel sisteme ne gibi etkileri olduğu, bu etkilerin yıkanma sayılarına bağlı olarak dayanımı da çalışmalar kapsamında değerlendirilmiştir. Ayrıca bu tez kapsamındaki çalışmalar laboratuvar ölçekli gerçekleştirmiştir. Pilot ölçekli uygulamaların yararlı sonuçlar getireceği ve bunun gibi kumaşların kullanım alanlarını daha da genişleteceği düşünülmektedir.

9. KAYNAKLAR

- Adams, M.R., and Moss, M.O. (1995), *Food Microbiology*, University of Surrey, Guildford, The Royal Society of Chemistry, UK.
- Akman, M., Gülmezoğlu E. (1976), *Tıbbi Mikrobiyoloji*, Hacettepe Üniversitesi yayınları, Ankara.
- Altınok, U.B., (2008), *Tekstil Yüzeylerinin Antibakteriyel Özelliklerinin Araştırılması*, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.
- Anonim (2005), *Teknik Tekstiller Üzerine Genel ve Güncel Bilgiler*, İTKİP ARGE Mevzuat Şubesi Yayını.
- Bezzi, G., Mingazzini C., Pilloni L. (2005), ‘*Sol-Gel Production Of Super-Water-Repellent Coatings On Textile Fibres*’, 5 th World Textile Conference AUTEX, Portorož, Slovenia.
- Bilgehan, H. (1993), *Klinik Mikrobiyoloji*, Barış Yayınları, İzmir.
- Bilgehan, H. (2000), *Klinik Mikrobiyoloji Tanı*, Barış Yayınları, İzmir.
- Çavdar, A. (2009), *Tekstil Sektöründe Kullanılacak Gümüş İçerikli Nano Boyutlu Biyo Antibakteriyel Malzemelerin Geliştirilmesi*, Yüksek Lisans tezi, Anadolu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.
- Deng, B., Cai, R., Yu Y., Jiang, H., C.Wang, C., Li, J., Li, L., Yu, M., Fan, C. (2010), “*Laundrying Durability of Superhydrophobic Cotton Fabric*”, *Advanced Materials*, **22**, 5473–5477.
- Doyle, M.P., Cliver D.O. (1990), *Escherichia coli*, Chapter 13, “*Foodborne Diseases*”, (Ed: Cliver DO) ,209-215, Academic Press, Inc, San Diego, California 92101, USA.
- Duran, K. (2008), *Tekstilde Renk Ölçümü ve Reçete Çıkarma* (Yayınlanmamış ders notları), Ege Üniversitesi, İzmir.
- Elizabeth, P., Bruce, E. A. (2005), ‘*A Comparison of Soil Repellent vs. Dual Action Fluorocarbon Finishes On Cotton Blends*’, AATCC Review, USA.
- Gao, Y., Cranston, R. (2008), *Recent Advanced In Antimicrobial Treatment Of Textiles*, *Textile Research Journal*, **78**, 60.

- Güneşoğlu, C., Kut, D., Orhan, M. (2010), “*Performing the Electrospraying Process for the Application of Textile Nano Finishing Particles*”, Textile Research Journal, **80**, 106.
- Gunaseelan J. (2011), “*Fluoro Carbons in Textile Finishing*”,
<http://www.2fashion.com/industry-article/8/790/flouro-carbons-in-textile-finishing1.asp>
- Karthnick, B. (2008), Maheshwari, R., “*Lotus-inspired Nanotechnology Applications*” Resonance.
- Kılıçturgay, K., Gökırmak, F., Töre, O., Görel, G., Helvacı S. (1992), *Temel Mikrobiyoloji ve Parazitoloji*, Güneş ve Nobel Tıp Kitapçıları, 2. Basım, Bursa.
- Lemal, M.D. (2004), “*Perspective on Fluorocarbon Chemistry*”, J. Org. Chem. JOC Perspective, **69(1)**, 1-11.
- Leonas, K.K. and Jenkins, R.S. (1997), *The Relationship of Selected Fabric Characteristics and the Barrier Effectiveness of Surgical Gown Fabrics*. Am. J. Infect. Control, **25**, 16–25.
- Namlıgöz, S., Çoban, S., Tarakçıoğlu, I., Hoşaf, E. , Gülümser, T. (2007), “*Su, Yağ Ve Kir İticilik Bitim İşlemlerindeki Son Gelişmeler*” Tekstil ve Konfeksiyon, 17 Sy: 1.
- Pipatchanchai, T., Srikulkit, K. (2007), “*Hydrophobicity Modification Of Woven Cotton Fabric By Hydrophobic Fumed Silica Coating*”, Journal of Sol-Gel Science and Technology, **44**, 119–123.
- Rahel, M. (1996), *Modern Textile Characterization Methods*, Marcel Dekker Inc.,**47**, USA.
- Ramachandran, T., Rajendrakumar, K. and Rajendran, R. (2004), *Antimicrobial Textiles-An Overview*, IE(I) Journal-TX, **84**, 42-47.
- Sato Y., Wakida T., Mizushima H. (1994), “*Effects Of Crosslinking Agents On Water Repellency Of Cotton Fabrics Treated With Fluorocarbon Resin*” Textile Research Journal, **64**, 316.
- Seong, H.S., Kim, J. and Ko, S.W., (1999), *Preparing Chito-Oligosaccharides as Antimicrobial Agents for Cotton*, Text. Res. J.,**69(7)**, 483-488.

- Temiz, A. (2000), *Genel Mikrobiyoloji Uygulama Teknikleri*, 3.baskı, Hatipoğlu yayınları, Ankara.
- Textor, T., Mahltig, B. (2008), “*Nanosol and Textiles*” World Scientific Publishing, 66-89.
- Öner, M. (1986), *Genel Mikrobiyoloji*, Ege Üniversitesi Fen Fakültesi Kitaplar Serisi, İzmir.
- Ünlütürk, A., Turantaş F. (1998), *Gıda Mikrobiyolojisi*, 1. Basım Mengi Tan Basımevi, İzmir.
- Wilk, E., Dziworska, G. (2005), *Antimicrobial Properties Of Silver Content Textiles*, 5thWorldTextile Conference AUTEX, 267-272, Portorož, Slovenia.
- Zikeli, S. (2002), *Seacell® Active-A New Cellulosic Fiber With Antimicrobial Properties*, Avantex International Forum and Symposium for High tech Apparel Textiles Frankfurt, Germany.