

Proje No: 106M338

**Bazı Antimikrobiyal Maddelerin
% 100 Pamuklu Kumaşlar Üzerindeki Mikrobiyolojik Etkinliği
ve
Kumaş Parametreleri Üzerindeki Etkilerinin Araştırılması**

Yrd. Doç.Dr. Sema Palamutcu
Yrd. Doç.Dr. Mustafa Şengül
Öğr. Gör. Nalan Devrent
Arş. Gör. Reyhan Keskin
Arş. Gör. Barış Haşcelik

NİSAN 2008
DENİZLİ

ÖNSÖZ

Antimikrobiyal tekstiller fonksiyonel tekstil ürünleri olarak tüketici tarafından kabul görmüş, geniş kullanım alanları olan tekstil ürün guruplarıdır. Başlangıçta sadece tıbbi amaçlı kullanımlarda cerrahi giysiler, yatak takımları, üniformalar, bandajlar gibi hastane ortamında kullanılan antimikrobiyal tekstil ürünleri; iyileşen hayat standartları, toplumsal bilinç ve artan müşteri talepleri ile beraber günlük hayat içinde aranan ürünler haline gelmiştir. Çorap, iç çamaşırı, mutfak kurulama bezleri, gıda sektöründe kullanılan bezler ve otel tekstillerinden çarşaf ve havlularda antimikrobiyal özellik; aranan nitelikler arasında yer almaktadır.

Sektörde kullanılmakta olan çeşitli antimikrobiyal maddelerin etkinlikleri ve doğal bir antimikrobiyal olan kitosanın etkinliğinin araştırılması ve sektörün bilgilendirilmesi amacıyla Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Tekstil Mühendisliği ve Tıp Fakültesi Mikrobiyoloji Bölümlerinde çalışan bir gurup araştırmacı tarafından gerçekleştirilen bu çalışma TÜBİTAK tarafından desteklenmiştir.

TÜBİTAK Mühendislik Araştırma Grubu tarafından 1002-B hızlı destek programında desteklenmiş olan çalışma, sekiz ay gibi kısa bir sürede gerçekleştirilmiş olup, başlangıç çalışması olarak kabul görmelidir. Antimikrobiyal maddelerin tekstil sektöründe kullanımına yönelik alerjik ve dermatolojik çalışmaların yapılması için altyapı bilgileri ve deneyimlerinin elde edildiği bu çalışma sonucunda Pamukkale Üniversitesinde tıbbi ve hijyenik tekstillerin eldesi ve test yöntemleri konusunda tecrübeli çekirdek araştırmacı gurubu oluşmuştur. Bu adımın atılmasında araştırma gurubuna sürekli destek veren TÜBİTAK-MAG çalışanlarına teşekkür ederiz. Projenin planlanmasında ve gerçekleşmesinde desteği olan Tekstil Mühendisliği Bölümü elemanlarından Yrd. Doç.Dr. Yüksel İkiz'e; Kiraz Tekstil, Gökhan Tekstil, Evtteks firmalarına; antimikrobiyal yardımcı kimyasalların temininde desteklerini esirgemeyen Cognis Türkiye, Setaş Ultrafresh, Rudolph Duraner Türkiye Tekstil birimlerine, Gemsan Tekstil Yardımcı Kimyasalları Birimine, Aegis Devan Kimya Firmasına teşekkür ederiz.

Projenin yürütüldüğü Pamukkale Üniversitesi Birimleri'ne verdikleri destekler için ayrıca teşekkür eder, çalışmanın tüm ilgili taraflar için faydalı olmasını dileriz.

Yrd. Doç.Dr. Sema Palamutcu
Proje Grubu Adına

Ekim 2007, Denizli

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ	2
İÇİNDEKİLER	3
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	5
TABLolar DİZİNİ	7
ÖZET	9
ABSTRACT	10
1. GİRİŞ	11
1.1. GİRİŞ	11
1.2. RAPORUN ORGANİZASYONU	11
2. GENEL BİLGİLER	12
2.1 FONKSİYONEL TEKSTİLLER	12
2.2 ANTİMİKROBİYAL TEKSTİL ÜRÜNLERİ.....	12
2.2. ANTİMİKROBİYAL ETKEN MADDELER.....	14
2.2.1. ANTİMİKROBİYAL ETKEN MADDELERİN TEKSTİL LİFLERİNE AKTARILMASI	16
2.2.2. KİTOSAN.....	17
2.4. ANTİMİKROBİYAL AKTİVİTE BELİRLEME TESTLERİ.....	19
2.5. ANTİMİKROBİYAL TEKSTİLLER İLE İLGİLİ LİTERATÜR ÇALIŞMALARI	21
3. GEREÇ VE YÖNTEM	25
3.1. GİRİŞ	25
3.2 MATERYAL	26
3.2.1.KUMAŞLAR.....	26
3.2.2.ANTİMİKROBİYAL ETKEN MADDELER	26
3.3. YÖNTEM	28
3.3.1. NUMUNELERİN İSİMLENDİRİLMESİ.....	29
3.4. MİKROBİYOLOJİK İNCELEMELER	29
3.4.1. AGAR JEL DİFÜZYON YÖNTEMİ.....	29
3.4.2 AATCC 100.....	33
3.4.3 AATCC 147.....	38
3.5. NUMUNE KUMAŞLARIN TEKSTİL PERFORMANS ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ	39
3.5.1. KUMAŞ KOPMA MUKAVEMETİ	40
3.5.2. KUMAŞ YIRTIK MUKAVEMETİ	40
3.5.3. KUMAŞ KAT AÇILMA AÇISI ÖLÇÜMÜ	41
3.5.4 BEYAZLIK ÖLÇÜMÜ	41
3.5.5. TER HASLIĞI ÖLÇÜMÜ	41
3.6. GÖRSEL İNCELEME	42
3.7. İSTATİKSEL DEĞERLENDİRME	42
4. BULGULAR	43
4.1. MİKROBİYOLOJİK ÖLÇÜM BULGULARI	43
4.1.1 AATCC 100.....	43
4.1.2 AATCC 147.....	47

4.2. KUMAŞ PERFORMANS ÖZELLİKLERİ ÖLÇÜM BULGULARI	48
4.2.1 KUMAŞLARDA PERFORMANS ÖZELLİKLERİNİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER	48
4.2.1.1 Numune Sıklık Değişimleri	49
4.2.1.2 Numune Gramaj Değişimleri.....	49
4.2.1.3 Numune Nem İçeriklerindeki Değişimleri.....	51
4.2.1.4 Numune Üzerindeki Kalıntı Miktarındaki Değişimler	52
4.2.1.5 Numune Kumaşlarda Atkı Ve Çözgü İpliklerinin Mukavemet Değişimleri.....	53
4.2.2 KUMAŞ KOPMA MUKAVEMETİ ÖLÇÜM BULGULARI	54
4.2.2.1 Atkı Yönünde Kumaş Kopma Mukavemeti	55
4.2.2.2 Çözgü Yönünde Kumaş Kopma Mukavemeti	56
4.2.3 KUMAŞ KOPMA UZAMASI ÖLÇÜM BULGULARI	57
4.2.3.1 Atkı Yönünde Kumaş Kopma Uzaması.....	57
4.2.3.2 Çözgü Yönünde Kumaş Kopma Uzaması	59
4.2.4 KUMAŞ yırtılma mukavemeti ÖLÇÜM BULGULARI	60
4.2.4.1 Atkı Yönünde Kumaş Yırtılma Mukavemeti.....	60
4.2.4.2 Çözgü Yönünde Kumaş Yırtılma Mukavemeti	61
4.2.5 KUMAŞ KAT AÇILMA AÇISI ÖLÇÜM BULGULARI	62
4.2.6 KUMAŞ BEYAZLIK ÖLÇÜM BULGULARI.....	65
4.2.7 TER HASLIĞI ÖLÇÜM BULGULARI	65
4.2.8 SEM MİKROSKOBU GÖRÜNTÜLERİ	67
4.2.9 İSTATİKSEL DEĞERLENDİRME SONUÇLARI	67
4.2.9.1 Kopma mukavemeti bulgularının istatistiksel değerlendirmesi.....	67
4.2.9.2 Kopma uzaması bulgularının istatistiksel değerlendirmesi	69
4.2.9.3 Yırtılma mukavemeti bulgularının istatistiksel değerlendirmesi.....	71
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	74
5.1. SONUÇLAR	74
5.2. ÖNERİLER.....	79
6. REFERANSLAR.....	80
7. EKLER.....	82
7.1 ANTİMİKROBİYAL ETKEN MADDELER	82
7.1.1. Ek -1 KİTOSAN ANALİZ RAPORU	82
7.1.2. Ek -2 COGNİS FİRMA ÜRÜNLERİ (İKİ ADET)	83
7.1.3 Ek -3 SETAŞ ULTRA FRESH.....	85
7.1.4. Ek -4 GEMSAN AEM 5772.....	87
7.1.5. Ek -5 GÜMÜŞ.....	88
8. TÜBİTAK	89

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1 Antimikrobiyal tekstil ürünlerinin 2000 yılı itibarı ile Batı Avrupa'daki kullanımı ..	14
Şekil 2 Antimikrobiyal etkinlik.....	14
Şekil 3 Antimikrobiyal maddenin tekstil yapılarına aktarılma teknolojileri.....	16
Şekil 4 Kontrollü aktarma sistemleri.....	16
Şekil 5 Kitin, kitosan ve selülozun kimyasal yapıları	17
Şekil 6 Agar difüzyon test yöntemi (SNV 19590-1992).....	20
Şekil 7 AATCC 147 paralel hatlar metodu ile antimikrobiyal etkinlik belirlenmesi,.....	20
Şekil 8 Shake flask metodu (ASTM E2149-01).....	21
Şekil 9 Triklosan molekül yapısı.....	27
Şekil 10 Antimikrobiyal etkinlik deneylerinde kullanılan organizmalar	29
Şekil 11 Agar jel difüzyon yöntemi için yapılan ön çalışma	30
Şekil 12 Antimikrobiyal maddelerin etkinliğinin görsel değerlendirmesi	30
Şekil 13 AATCC 100 standart testi için hazırlanan numune kumaşlar.....	33
Şekil 14 Yıkanmamış numune kumaşların AATCC 100 testi ölçüm resimleri	36
Şekil 15 Temas süresine bağlı olarak organizma çoğalma sayılarında görülen değişim	37
Şekil 16 Yıkanmış numuneler için yapılan ölçümlere ait örnek resim	38
Şekil 17 AATCC 147 standardı ile yapılan test sonucunda elde edilen inhibisyon bölgesi	39
Şekil 18 Anti mikrobiyal işlem görmüş olan kumaşların yıkama işlemi için bölünmesi	39
Şekil 19 Numune kumaş üzerinden test numunelerinin kesilmesi.....	40
Şekil 20 Uzatma Hızı Sabit Çekme Cihazı	40
Şekil 21 Yırtılma mukavemeti deney cihazı	40
Şekil 22 Kumaş katlanma açılma açısı ölçüm aparatları.....	41
Şekil 23 Ter haslığı ölçüm düzeneği	41
Şekil 24 Yıkanmamış numuneler üzerindeki organizma sayılarının yıkama sayıları ve temas süresine bağlı değişimi	46
Şekil 25 Beş yıkama sonrasında numuneler üzerindeki organizma sayılarının yıkama sayıları ve temas süresine bağlı değişimi	46
Şekil 26 On yıkama sonrasında numuneler üzerindeki organizma sayılarının yıkama sayıları ve temas süresine bağlı değişimi	46
Şekil 27 AATCC 147 standardı ile yapılmış antimikrobiyal etkinlik test sonuçları, (yıkanmamış numuneler).....	48
Şekil 28 Kondisyon sonrası kumaş numunelerinin gramaj değişimleri.....	50
Şekil 29 Etüvde kurutma sonrası kumaş numunelerinin gramaj değişimleri.....	51
Şekil 30 Numune kumaşlarda bulunan nem miktarları, g/m^2	52
Şekil 31 Numune kumaşlarda bulunan residue miktarları, g/m^2	53
Şekil 32 Atkı ipliklerinin mukavemet değerleri, cN	53
Şekil 33 Çözümlü ipliklerinin mukavemet değerleri, cN.....	54
Şekil 34 Atkı yönünde ortalama kopma mukavemeti değerlerinin karşılaştırmalı görünümü, N	55
Şekil 35 Çözgü yönünde ortalama kopma mukavemeti değerlerinin karşılaştırmalı görünümü, N	57
Şekil 36 Atkı yönünde ortalama kopma uzaması değerlerinin karşılaştırmalı görünümü, % ..	58
Şekil 37 Çözgü yönünde ortalama kopma uzaması değerlerinin karşılaştırmalı görünümü, %4.2.4 KUMAŞ YIRTIKLIK MUKAVEMETİ ÖLÇÜM BULGULARI.....	59

Şekil 38 Atkı yönünde ortalama yırtılma mukavemeti değerlerinin karşılaştırmalı görünümü, N.....	60
Şekil 39 Çözü yönünde ortalama yırtılma mukavemeti değerlerinin karşılaştırmalı görünümü, N.....	62
Şekil 40 Atkı yönünde kat açılma açısı değerlerinin karşılaştırmalı görünümü, °.....	63
Şekil 41 Çözü yönünde kat açılma açısı değerlerinin karşılaştırmalı görünümü, °	64
Şekil 42 Beyazlık değişiminin karşılaştırmalı görünümü, Berger beyazlığı.....	65

TABLOLAR DİZİNİ

Tablo 1 Ticari antimikrobiyal ürün çeşitleri, (Anonim, 2005).....	13
Tablo 2 Antimikrobiyal Etken Maddeler	15
Tablo 3 Antimikrobiyal etkinlik test yöntemleri	19
Tablo 4 Projede kullanılan antimikrobiyal yardımcı maddeler.....	27
Tablo 5 Antimikrobiyal bitim işlemlerinde kullanılan yardımcı maddeler ve reçeteler	28
Tablo 6 Antimikrobiyal etken maddelerin etkin oldukları dilüsyonlar	32
Tablo 7 Antimikrobiyal maddelerin farklı dilüsyonlardaki etkinlikleri.....	34
Tablo 8 Antimikrobiyal etkinliğin belirlenmesinde kullanılan başlangıç organizma sayıları .	43
Tablo 9 Numune kumaşların organizma sayılarındaki azaltma oranları, %	44
Tablo 10 Numune kumaşların atkı ve çözgü yönündeki sıklık değerleri,.....	49
Tablo 11 Kumaş numunelerinin gramaj değişimleri.....	50
Tablo 12 Numune kumaşlarda bulunan nem miktarları, g/m ²	51
Tablo 13 Numune kumaşlarda biriken residue miktarları, g/m ²	52
Tablo 14 Atkı yönünde ortalama kopma mukavemeti değerleri, N.....	55
Tablo 15 Çözgü yönünde ortalama kopma mukavemeti değerleri, N.....	56
Tablo 16 Atkı yönünde ortalama kopma uzaması değerleri, %	57
Tablo 17 Çözgü yönünde ortalama kopma uzaması değerleri, %	59
Tablo 18 Atkı yönünde ortalama yırtılma mukavemeti değerleri, N.....	60
Tablo 19 Çözgü yönünde ortalama yırtılma mukavemeti değerleri, N.....	61
Tablo 20 Atkı yönünde ortalama kat açılma açısı değerleri, °	63
Tablo 21 Çözgü yönünde ortalama kat açılma açısı değerleri, °	64
Tablo 22 Renk değişimi bulguları, Berger beyazlığı	65
Tablo 23 Ter haslığı sonuçları.....	66
Tablo 24 Kopma mukavemeti değerlerine ait varyans analizi tablosu, (atkı).....	67
Tablo 25 Kopma mukavemeti değerlerinin antimikrobiyal madde çeşidine bağlı olarak farklılığı, (atkı)	68
Tablo 26 Kopma mukavemeti değerlerinin yıkama sayısına bağlı olarak farklılığı, (atkı)	68
Tablo 27 Kopma mukavemeti değerlerine ait varyans analizi tablosu, (çözgü)	68
Tablo 28 Kopma mukavemeti değerlerinin antimikrobiyal madde çeşidine bağlı olarak farklılığı, (çözgü).....	69
Tablo 30 Kopma uzaması değerlerine ait varyans analizi tablosu, (atkı)	69
Tablo 31 Kopma uzaması değerlerinin antimikrobiyal madde çeşidine bağlı olarak farklılığı, (atkı)	70
Tablo 32 Kopma uzaması değerlerinin yıkama sayısına bağlı olarak farklılığı, (atkı).....	70
Tablo 33 Kopma uzaması değerlerine ait varyans analizi tablosu, (çözgü).....	70
Tablo 34 Kopma uzaması değerlerinin antimikrobiyal madde çeşidine bağlı olarak farklılığı, (çözgü).....	71
Tablo 35 Kopma uzaması değerlerinin yıkama sayısına bağlı olarak farklılığı, (çözgü)	71
Tablo 36 Yırtılma mukavemeti değerlerine ait varyans analizi tablosu, (atkı).....	71
Tablo 37 Yırtılma mukavemeti değerlerinin antimikrobiyal madde çeşidine bağlı olarak farklılığı, (atkı)	72
Tablo 38 Yırtılma mukavemeti değerlerinin yıkama sayısına bağlı olarak farklılığı, (atkı)....	72
Tablo 39 Yırtılma mukavemeti değerlerine ait varyans analizi tablosu, (çözgü)	72

Tablo 40 Yırtılma mukavemeti değerlerinin antimikrobiyal madde çeşidine bağlı olarak farklılığı, (çözgü).....	73
Tablo 41 Yırtılma mukavemeti değerlerinin yıkama sayısına bağlı olarak farklılığı, (çözgü)	73

ÖZET

Tekstil ürünlerinin kullanımları sırasında karşılaştıkları ısı ve nem ortamı, mikro organizmaların tekstil lifleri arasında çoğalmaları için gerekli ortam şartlarını iyileştirmektedir. Bu mikro organizmalar sağlık üzerinde neden oldukları olumsuz etkilerin yanında tekstil yapılarında istenmeyen koku oluşumuna, renk bozulmasına, lekelenmelere ve kumaş mukavemetinde azalmalara neden olmaktadır. Fonksiyonel tekstil ürünleri arasında yer alan antimikrobiyal tekstil ürünleri ikinci dünya savaşından bu yana kullanılmakta olup; günümüzde artan hijyenik ürün talebi ve toplumsal duyarlılığa bağlı olarak yoğun ilgi görmektedir.

Bu çalışmada, sentetik esaslı beş antimikrobiyal yardımcı madde ve doğal bir madde olan kitosan (chitosan) kullanılarak % 100 pamuklu kumaşlara antimikrobiyal bitim işlemi uygulanmıştır. % 100 pamuklu dokuma kumaş kullanılarak hazırlanmış olan numuneler antimikrobiyal özellik açısından mikrobiyoloji laboratuvarında ve tekstil performans özellikleri açısından da tekstil laboratuvarlarında incelenmiştir.

Kumaş üzerine uygulanmış olan antimikrobiyal maddelerin her birisinin *E.coli*, *Staff aureus* ve *Candida albicans* karşısındaki etkinliği ve birbirleri arasındaki farklılıklar araştırılmıştır. Testler yıkanmamış kumaş, 1.yıkama, 5.yıkama, 10.yıkama, 20.yıkama ve 40.yıkama olmak üzere ayrı numune kumaşlar üzerinde tekrarlanmıştır.

Numune kumaşlar ayrıca yıkama sayısı ve antimikrobiyal bitim işlemlerinde kullanılan yardımcı maddelerin kumaş kopma ve yırtılma mukavemetleri, kumaş rengi (beyazlık), kumaş kat açılma açısı ve ter haslığı üzerindeki etkileri açısından da değerlendirilmiştir.

Ölçümler sonucunda farklı antimikrobiyal maddelerin etkinliklerinin birbirinden farklı olduğu ve yıkama sayısı arttıkça kumaşların antimikrobiyal etkinliğinin genel olarak azaldığı görülmüştür. Antimikrobiyal kumaş numunelerinin *S. aureus*, *E. coli* ve *C. albicans* karşısında etkinliklerinin birbirinden farklı olduğu görülmüştür. Kumaş performans özelliklerinin tekrarlı yıkama sayıları ve farklı antimikrobiyal bitim işlemlerine bağlı olarak değiştiği görülmüştür. Doğal bir antimikrobiyal olan kitosanın sentetik antimikrobiyal maddelere göre daha düşük performans gösterdiği yönünde bulgular elde edilmiştir. Antimikrobiyal etken maddelerin *C.albicans* dışında diğer iki organizma karşısında 10 yıkamaya kadar etkinliklerini devam ettirdikleri belirlenmiştir.

Anahtar Sözcükler: Antimikrobiyal tekstiller, kitosan (chitosan), antimikrobiyal etkinlik

ABSTRACT

During the daily usage of textile products, humid and warm environment aggravate appropriate living conditions for the microorganisms. Infestation by microbes cause cross infection by pathogens and development odor where the fabric is worn next to skin. In addition, the staining and loss of the performance properties of textile substrates are the results of microbial attack. Basically, with a view to protect the wearer and the textile substrate itself antimicrobial finish is applied to textile materials. Antimicrobial textile products as one sub division of functional textiles have shown extreme growth since World War II, as result of the increasing hygiene demand of the society.

In this work silver, triclosan, dichloro phenol, quarternary amonyum and chitosan based six different antimicrobial additives have been used for the antimicrobial treatment of 100% cotton fabric. Antimicrobial bioactivity of the treated and washed fabric specimens in vitro was tested for different groups of bacteria and a fungus (*Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, and *Candida albicans*). Fabric performance tests of breaking strength, tear strength, Berger whiteness, sweat fastness and crease recovery has been completed on the specimen fabrics.

Six different antimicrobially finished fabrics and control fabrics are washed at different number of cycles. Specimens are tested as; unwashed, after 1.washing, 5.washing, 10.washing, 20.washing, and 40.washing.

Results has shown that antimicrobial efficiency of each antimicrobial agent differ from each other and their efficiency is affected by the number of washing cycle. It has been seen efficiency of fabric performance parameters are affected at different levels by the different antimicrobial additives and number of washing cycle of the sample fabrics. The investigated woven fabric specimens have satisfied the requirements of suitability for antimicrobial efficiency up to 10washing cycles, except *C.albicans*.

Keywords : Antimicrobial textiles, chitosan, antimicrobial efficiency

1. GİRİŞ

1.1. GİRİŞ

Projede antimikrobiyal tekstil üretimi için kullanılan sentetik ve doğal yardımcı kimyasal maddelerin % 100 pamuklu tekstil yüzeyleri üzerindeki etkinliği mikrobiyolojik olarak araştırılmış ve elde edilen antimikrobiyal tekstil yüzeylerinin kullanıma yönelik performans özelliklerinden bazıları incelenmiştir. Fonksiyonel tekstil ürünleri arasında önemli bir yeri olan antimikrobiyal tekstil yapılarının incelendiği bu çalışma Denizli tekstil sektöründe üretimi yapılmakta olan antimikrobiyal pamuklu tekstil ürünlerinin daha yakından incelenmesine olanak sağlamıştır.

Antimikrobiyal tekstil ürünleri fonksiyonel özellikleri itibarı ile giyim, ev tekstilleri ve teknik tekstil uygulamalarının tamamında özel kullanım alanları bulmaktadır. Antimikrobiyal tekstil ürünlerinin kullanımındaki artış nedenleri incelendiğinde, kişisel hijyen, tıbbi amaçlar ve müşteri tercihlerine ek olarak, küresel ısınmanın sonucu olarak alınması gerekli tedbirler arasında olan su tüketiminin azaltılması hedefi dikkate alınmalıdır. Yakın gelecekte su kaynaklarının idareli kullanımına yönelik olarak alınacak tedbirler arasında daha az yıkama gerektirecek tekstil ürünlerinin kullanımı önem kazanacaktır. 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 artacaktır.

Pamukkale Üniversitesi Tıp Fakültesi Mikrobiyoloji ve Mühendislik Fakültesi Tekstil Mühendisliği Bölümlerinin işbirliği ile yürütülen bu çalışma elde edilen bilimsel sonuçların yanı sıra disiplinler arası proje tecrübesi açısından önemli bir çalışmadır.

Proje konusu proje çalışanları dışında; lisans öğrencileri, gelişmeleri izleyen Tıp Fakültesi ve Mühendislik Fakültesi çalışanları, projeye katkı veren tekstil üretim ve kimyasal firmaları ve bildiri başvurusu yapılan kongre değerlendirme komiteleri tarafından ilgiyle karşılanmıştır.

“Bazı antimikrobiyal Maddelerin % 100 Pamuklu Kumaşlar Üzerindeki Mikrobiyolojik Etkinliği ve Kumaş Parametreleri Üzerindeki Etkilerinin Araştırılması” konulu 1002-A hızlı destek araştırma projesi TÜBİTAK MAG tarafından 106M338 numaralı proje olarak onaylanmış ve sekiz aylık proje döneminde yapılacak çalışmalar 20 000YTL proje bütçesi ile desteklenmiştir.

1.2. RAPORUN ORGANİZASYONU

Rapor konuyla ilgili öğrenci, araştırmacı ve sektörel bilgi taleplerini cevaplandırabilme amacı göz önünde bulundurularak hazırlanmıştır.

Proje sonuç raporu, proje konusunda genel bilgi, yapılan çalışmanın metodolojisi ile ilgili detaylı bilgi, test ve ölçme yöntemleri ile ilgili bilgiler, ölçüm ve test sonuçları, sonuçların değerlendirilmesi ve yorumlanması ile ilgili bilgiler ve öneriler bölümünden oluşmaktadır. Ayrıca referanslar listesinde proje sırasında yararlanılmış olan konuyla ilgili yerli ve yabancı bildiri, makale ve kitap adları verilmiştir. Rapor sonunda yer alan ekler bölümünde proje sırasında kullanılan kimyasallara ait kimyasal madde içerikleri “Malzeme Güvenlik Bilgi Formları” verilmiştir.

2. GENEL BİLGİLER

2.1 FONKSİYONEL TEKSTİLLER

Fonksiyonel tekstiller geleneksel kullanım amaçlı tekstil ürünlerinden farklı olarak örtünme, örtme ve koruma amaçlarının yanında farklı işlevleri de yerine getiren bariyer özelliği olan esnek yapılar olarak tanımlanmaktadır. Bu esnek bariyer yapıları alev ve ısı karşısında tutuşma dayanımları olan, ses ve ısı yalıtım yapabilen, elektro statik veya elektromanyetizma fenomenlerine karşı izolasyon özelliği olan, toz, böcek ve haşerelere karşı filtrasyon yapabilen, çeşitli mikro organizmaların yerleşmesine ve gelişmesine engel olabilen özel tekstil malzemeleridir.

Ekonomik ve sosyal refah açılarından gelişmiş toplumlarda binaların, ulaşım sistemleri ve araçlarının emniyet ve güvenlik seviyelerinin artırılması, insan sağlığının tehdit eden mikro organizmaların çoğalmasının engellenmesi insanların temel ihtiyaçları arasında yer almaktadır. Bu tür ihtiyaç ve taleplerin karşılanması için esnek bariyer malzemeleri olan tekstil ürünlerinin yeni bir bakış açısı ile yeniden tasarlanması ile fonksiyonel tekstiller elde edilebilmektedir.

Gelişmiş ülkelerde refah düzeyinin artması, alım gücünün yükselmesi ve insan ömrünün uzaması sonucunda fonksiyonel tekstillere olan taleplerde de artış görülmektedir. Tekstil sektörünün bu taleplere cevap verecek şekilde yeni ürün çeşitlilikleri yaratması ve geleneksel tekstil üretim yöntemleri ve ürünlerinin yanında fonksiyonel tekstillerin teknolojik ve işlevsel tasarımı, üretimi ve geliştirilmesi konularında çalışmalara ağırlık vermesi beklenmektedir. Özellikle klasik tekstil üretimindeki zorlu rekabet koşulları gelişmiş ülkelerin ucuz, basit ve ileri teknoloji gerektirmeyen ürünlerin üretiminden uzaklaşp bilgi, teknoloji ve tasarım yoğun olan fonksiyonel tekstillerin üretimi konusunda yoğunlaşmaları gerekmektedir. Bu tespit son on beş yıllık süreçte Almanya başta olmak üzere gelişmiş ülkelerdeki tekstil stratejileri ve ürün çeşitliliğindeki değişim ile örtüşmektedir.

2.2 ANTİMİKROBİYAL TEKSTİL ÜRÜNLERİ

Antimikrobiyal tekstiller fonksiyonel tekstil ürün gruplarından bir tanesi olup, son yıllarda artan hijyen bilinci ve hassasiyetlere bağlı olarak tüm dünyada talep gören tekstil ürünleridir.

İnsan sağlığını tehdit etmekte olan mikroorganizmaların ortadan kaldırılması veya azaltılması ve hastalıkların tedavisi amacı ile yüzyıllardır kullanılan doğal veya yapay çok çeşitli antimikrobiyal maddeler mevcuttur. Antimikrobiyal maddelerin tekstil yapıları ile bir arada kullanımı ise çok eski olmayıp, ilk uygulamalara II. dünya savaşı yıllarında rastlanmaktadır. II.Dünya savaşı sırasında kullanılan pamuklu tente, çadır ve kaput bezlerinde görülen 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. (Ramachandran ,2004)

Yaşadığımız çevrede 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 geliştirilen antimikrobiyal tekstillerin kullanım amaçları şu şekilde sıralanmaktadır.

- 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.

Yaygın olarak hastaneler, çocuk yuvaları, oteller gibi kalabalık ve topluma açık yerlerde kullanılmakta olan tekstil materyalleri mikro organizmaların bir kişiden başkasına iletilmesi ve organizmaların çoğalması için son derece elverişli malzemelerdir. Bu tür mikro organizma üreme ve iletim riskinin yüksek olduğu kullanım ve uygulama alanlarında antimikrobiyal özellikte tekstil materyalleri kullanımı riskin azaltılması açısından son derece önemlidir.

Antimikrobiyal tekstil yapıları temelde iki grupta toplanmaktadır:

- Polimer içine antimikrobiyal etken maddenin eklenmesi (lif çekiminden önce).
- Elyaf veya kumaşın bitim işlemi ile antimikrobiyal özellik kazanması.

Ticari olarak çeşitli firmalar tarafından satışı yapılmakta olan çok çeşitli antimikrobiyal ürün bulunmaktadır. Antimikrobiyal özellikte elyaf çeşitleri, yüzey bitim kimyasalları ve lif bitim kimyasalları olarak satışı yapılmakta olan ticari markaların bazıları Tablo 1’de görülmektedir.

Tablo 1 Ticari antimikrobiyal ürün çeşitleri, (Anonim, 2005)

ANTİMİKROBİYAL LİF ÇEŞİTLERİ	
Ticari Marka	Firma Adı
RHOVILAS ®	RHOVLY
AMICOR ®	COURTAULDS
AMICOR PLUS ®	COURTAULDS
SILFRESH ®	NOVACETA
MICROSAFE AM ®	HOECHST CELANESE
BACTEKILLER ®	KANEBO
LIVERFRESH N ®	KANEBO
LIVERFRESH A ®	KANEBO
LUFNEN VA®	KANEBO
SA 30 ®	KURARAY
BOLFUR ®	UNITIKA
FV 4303 ®	AZOTA LENZING
CHITOPOLY ®	FUJI SPINNING
THUNDERON ®	NIHO SANMO DYING

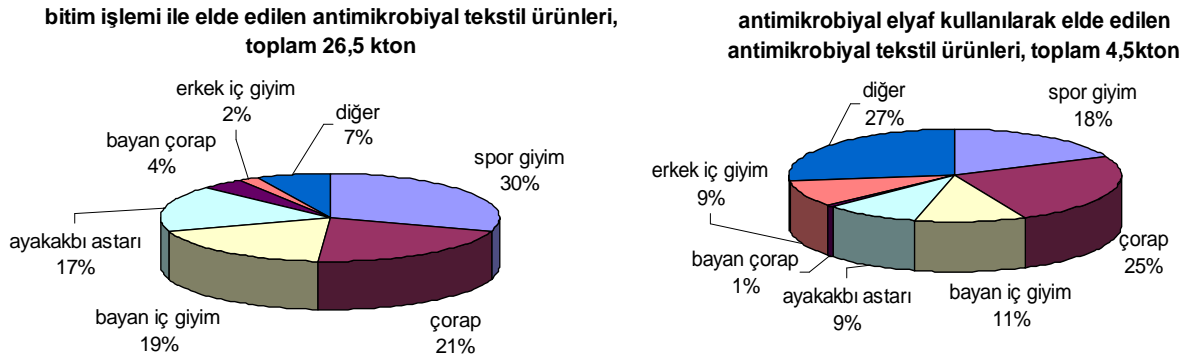
ANTİMİKROBİYAL BİTİM KİMYASALLARI

Ticari Marka	Firma Adı
VANTOCIL IB ®	ZENECA
ACTIDE ®	THEOR
KATHON ®	ROHM ET HAAS
PREVENTOL ®	BAYER
BIO-PRUF ®	MORTON
SANIGARD ®	SANDOZ-SANITIZED

ANTİMİKROBİYAL ELYAF BİTİM MADDELERİ

Ticari Marka	Firma Adı
EOSY ®	UNITIKA
EASOF ®	UNITIKA
UNIFRESHER ®	UNITIKA
BIOSIL B 89 ®	TOYOBA
BIOCHITON ®	ASAHI CHEM.
BIO-PRUF®	MORTON

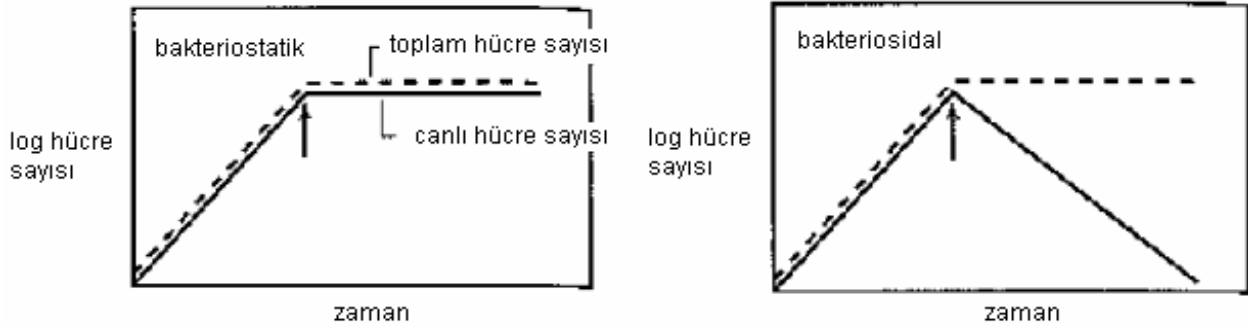
Gelişmiş ülkelerde önemli oranlarda kullanılan antimikrobiyal tekstil ürünleri genellikle yer kaplamaları, yatak materyalleri, havlular, çarşaf, önlük ve üniformalar gibi ortak kullanıma açık yerlerde genel hijyen; çorap, iç çamaşır ve el havlusu gibi ürünlerde kişisel hijyene yönelik olarak kullanılmaktadır. Bu ürünlerin kullanımı toplum ve birey sağlığı açısından risk azaltma yönünden fayda sağlamaktadır. Batı Avrupa’da 2000 yılı itibarı ile kullanılmakta olan antimikrobiyal tekstil ürün çeşitleri Şekil 1’de görülmektedir. Tekstil yüzeylerinin bitim işlemi ile antimikrobiyal özellik kazandırılması antimikrobiyal elyaf kullanımına göre daha yaygın bir uygulamadır.



Şekil 1 Antimikrobiyal tekstil ürünlerinin 2000 yılı itibarı ile Batı Avrupa'daki kullanımı

2.2. ANTİMİKROBİYAL ETKEN MADDELER

Antimikrobiyal maddeler mikro organizmaları öldüren veya gelişmelerini engelleyen özelliktedir. Bakterostatik veya bakterosidal olarak tanımlanan bu etken maddelerin organizmalar üzerindeki etkileri **Şekil 2**'de verilen grafiklerde görülmektedir. Bakterostatik maddeler ortamda bulunan organizma sayısının artmasını engellemekte, bakteriosidal maddeler ise ortamda bulunan canlı organizmaların sayılarının azalmasını sağlamaktadır.



Antimikrobiyal maddelerin mikro organizmaları öldürmek veya çoğalmalarını engelleme mekanizmaları çeşitlidir. Bu mekanizmalar ,

- mikro organizmaların hücre duvarlarına zarar vermek,
- hücre duvarı sentezine engel olmak
- hücre duvarının kalıcı olarak tahrip edilmesi
- protein ve nükleik asit sentezlerinin engellenmesi
- enzim hareketlerinin engellenmesi

Antimikrobiyal etken maddeler arasında protein moleküllerinin deaktivasyonuna neden olan metal ve metal tuzları, hücre zarına zarar veren quarternar amonyum tuzları, oksidatif etkisi olan N-halaminler, triclosan gibi organik bileşikler ve kitosan gibi doğal maddeler bulunmaktadır.

Antimikrobiyal özellikte tekstil yapılarının elde edilmesi için çeşitli özel lifler kullanılabilirdiği gibi özel yardımcı kimyasallar kullanılarak bitim işlemi yapılmakta ve antimikrobiyal özellikte tekstil yüzeyleri elde edilebilmektedir.

Antimikrobiyal lif üretim yönteminde etken madde lif çekimi esnasında eklenerek lif polimer yapısı içerisine hapsedilmektedir. Bu yöntemle elde edilen lifler kalıcı olarak antimikrobiyal özellik kazanmaktadır. Bu amaçla kullanılan maddeler arasında triclosan, kitosan ve başta gümüş olmak üzere çeşitli metal iyonları bulunmaktadır. (Tablo 2)

Tablo 2 Antimikrobiyal Etken Maddeler

Organik Bileşikler	Halojenlenmiş Difenil Eterler (örn. Triclosan) Fenol Bileşikleri Halofenolikler ve Bisfenolik Bileşikler Rezorsinol veTürevleri Benzoik Esterler Kuaterner Amonyum Bileşikler
Metaller	Gümüş, Çinko, Bakır
Diğer Anorganik Bileşikler	Zeolitler NaAl-Silikat

Antimikrobiyal bitim işlemleri için kullanılan etken maddeler aşağıda sayılan özellikleri sağlamalıdır;

- bakteri, mantar ve küflere karşı etkin kontrol,
- istenmeyen mikroorganizmalara karşı seçici davranış,
- kullanım ve üretim sırasında toksik etki oluşturmama,
- yıkama, kuru temizleme ve sürtünmeye karşı dayanıklılık,
- kumaşlara zarar vermeden uygulanabilme,
- kabul edilebilir nem geçirme özelliği,
- diğer bitim işlemleri ile uyumlu davranış,
- kolay aplikasyon.

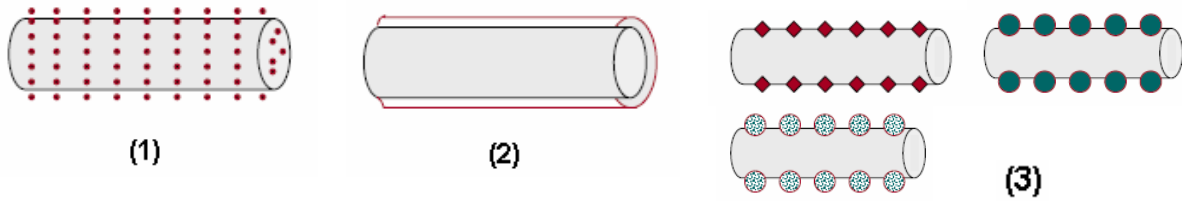
Antimikrobiyal bitim işlemleri ile antimikrobiyal tekstil üretimi, lif üretim yöntemi ile elde edilen tekstil yüzeylerine göre daha yaygın kullanılmaktadır. Ancak bitim işlemi ile elde edilen antimikrobiyal özellik liflerden elde edilen antimikrobiyal etkinliğe göre daha az kalıcı olmaktadır. Bitim işlemi sırasında tekstil yüzeyine aktarılan ve burada bağ yaparak tutunması beklenen antimikrobiyal etken maddeler zamanla yüzeyden uzaklaşmakta ve tekstil yapısının antimikrobiyal etkinliğinin azalması durumu ortaya çıkmaktadır. Etkinlik azalması durumunda ortamda bulunan mikro organizmalar bu antimikrobiyal maddelere karşı direnç kazanmakta ve sağlık açısından daha riskli durumlar ortaya çıkabilmektedir. Bu durumda zararlı bir bakteri türünün gelişimi engellenirken organizmalar arası doğal denge bozulabilmekte ve diğer bir organizma türünün gelişimine yol açılacak koşullar yaratılmaktadır. Antimikrobiyal maddelerin sürekli kullanımı vücudun geliştirdiği doğal savunma sisteminin zayıflamasına neden olabilmektedir. Antimikrobiyal bitim işlemlerinin, stabilite gereksinimlerine uyum sağlamaları ve tüketici sağlığına karşı bir risk oluşturmamalarına dikkat edilmeli ve tercih edilecek antimikrobiyal etken madde konusunda özenli davranılmalıdır.

Tekstil ürünlerinde kullanılacak antimikrobiyal maddelerin sağlık üzerinde risk yaratmaması, yıkamaya, kuru temizlemeye ve ütüye karşı dayanımlı olması istenmektedir. Antimikrobiyal yardımcı kimyasallar tüketiciler ve çevre üzerinde doğrudan veya dolaylı olarak toksik etki yaratmamalı, ayrıca kumaş kalitesini olumsuz yönde etkilemeksizin kumaşa kolayca uygulanabilmeli, vücut sıvılarına karşı haslığı yüksek olmalı ve dezenfeksiyon ve sterilizasyon işlemlerinden etkilenmemelidir.

2.2.1. ANTİMİKROBİYAL ETKEN MADDELERİN TEKSTİL LİFLERİNE AKTARILMASI

Antimikrobiyal etken maddelerin tekstil liflerine nüfuz ettirilmesinde üç temel mekanizma kullanılmaktadır. (Şekil 3)

- 1- Antimikrobiyal etken moleküllerin malzeme içine salıverilmesi: Sentetik liflere antimikrobiyal özellik kazandırma işleminde yaygın olarak tercih edilen bir yöntem olup, etken moleküllerin lif çekiminden önce eriyik içine karıştırılması ile elde edilmektedir.
- 2- Yüzeysel aplikasyonu: Tüm lif çeşitleri için uygun bir yöntem olup, yıkama dayanımı maddenin afinite özelliğine bağlı olarak değişmektedir. Yüzeysel aplikasyonu tekstil malzemesinin tutum özelliklerini etkileyebilmektedir.
- 3- Kimyasal bağ : Dayanım ve süreklilik açısından en iyi yöntem olan kimyasal bağlama yöntemi için tekstil maddesi ile etken maddenin bağ yapabilecek moleküllere sahip olmaları gereklidir.



Şekil 3 Antimikrobiyal maddenin tekstil yapılarına aktarılma teknolojileri

Tekstil materyaline aktarılan antimikrobiyal etken maddelerin mikro organizmalar üzerinde etkili olabilmesi için organizma ile temas etmesi veya organizmaya doğru yayılarak organizmanın çoğalmasını engellemesi gerekmektedir.

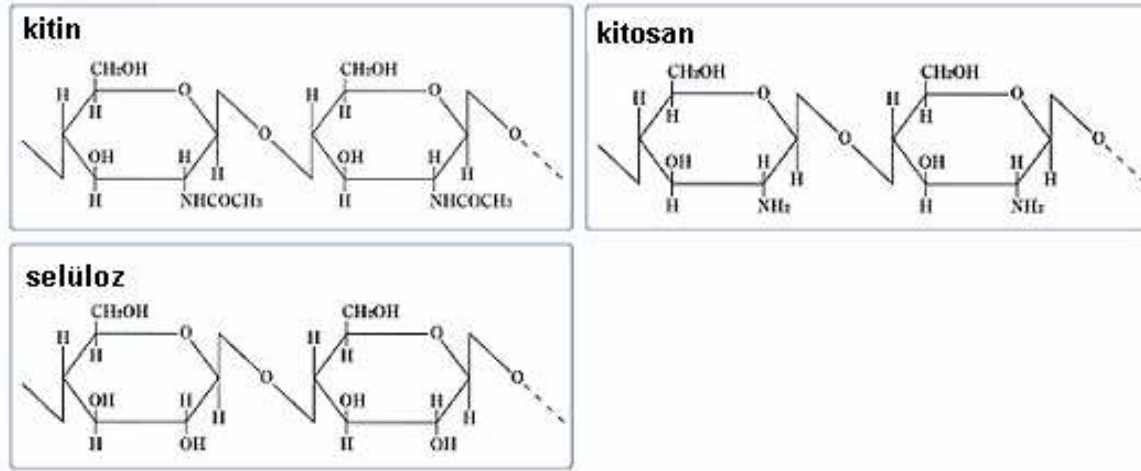
Antimikrobiyal maddelerin tekstil yüzeylerine aktarılmasında kontrollü aktarma sistemleri olarak bilinen yapılar da kullanılmaktadır. (Şekil 4) Mikro kapsüller hareketsiz difüzyon bariyeri içinde tutulmakta olan aktif etken maddelerden; mikro küreler hareketsiz polimer içinde çözülmüş olan aktif etken maddelerden ve halka molekülleri ise bir halka zincirinin içine hapsolmüş olan aktif etken maddelerden oluşmaktadır.



Şekil 4 Kontrollü aktarma sistemleri

2.2.2. KİTOSAN

Antimikrobiyal etkinliği dikkate alınarak tekstil, gıda gibi çeşitli sektörlerde etken madde olarak kullanılmakta olan kitosan doğal bir polimer olan kitinin (chitin) deasetilasyonu ile elde edilmektedir. Kitin doğada bulunan omurgasız deniz kabukluları, mantarlar, planktonlar ve çeşitli böcek kabuklarından elde edilmektedir. Kabuklar kurutulup öğütüldükten sonra, seyreltik NaOH ile işleme sokularak proteini uzaklaştırılmakta, ardından da derişik HCl ile muamele edilerek mineraller uzaklaştırılmaktadır. Oldukça iyi antimikrobiyal performans göstermekte olan kitin, selülozun ardından doğada en yaygın olarak bulunan ikinci polimer olup, nasetil-D-glukozamin gruplarının β -D bağları ile birbirlerine bağlanması sonucunda oluşan bir polisakarittir. (Şekil 5)



Şekil 5 Kitin, kitosan ve selülozun kimyasal yapıları

Ham kitinin kullanımı zor olduğundan, kitin bazik ortamda modifiye edilerek kitosan elde edilir. Poli-1,4-2 aminodioksi- β -D-glukopiranoz olarak bilinen kitosanın yapısı selüloza benzemektedir, ancak aralarındaki fark, selülozun hidroksil grubu yerine amino grubunun bulunmasıdır. Amino grubunun varlığı, kitosana selülozdan farklı olarak, antimikrobiyal etki kazandırmaktadır. (+) yüklü amino grupları (-) yüklü mikroorganizma iyonlarını tutarak gelişmelerini engellemektedir. (internet-1)

Kitosan pamuklu kumaşların buruşma ve mikrobiyal etkilere karşı dayanımını geliştirmek amacıyla kullanılan bir yardımcı kimyasaldır. Çevre sağlığı açısından önemli bir uygulama olan bu işlem diğer sentetik maddelerle uygulanan bitim işlemlerine göre daha avantajlı kabul edilmektedir. Kitosan mikrobiyal dayanım dışında biyolojik olarak parçalanabilmesi, toksik olmayışı ve metal iyon absorblayabilmesi açısından da ilgi gören bir ürün haline gelmiştir.

Kitosanın kumaşlara aplikasyonu genellikle seyreltik asit çözeltisi ile çözülerek yapılmaktadır. Tekrarlanan yıkamalara karşı fazla dayanıklı olmayan bu yöntem esterifikasyon reaksiyonu yalnızca asit ve selüloz arasında olmamakta, aynı zamanda asit ve kitosanın hidroksil grupları arasında da olmaktadır. Serbest karboksilat grupları kitosanın amino gruplarıyla reaksiyona girerek asit ve kitosan arasında tuz bağları oluşturmaktadır. Kitosanın amino grupları, seyreltik asit çözeltisi içerisinde amonyum tuzlarına dönüşmekte, bu tuzlar daha sonra mikroorganizmaların negatif yüklü protonları ile hücre duvarını yok etmektedir.

2.3. MİKRO ORGANİZMALAR VE TEKSTİL MAMULLERİNE ETKİLERİ

Mikroorganizmalar çıplak gözle görülemeyecek kadar küçük olup ancak mikroskop ile görülebilen organizmaların genel adıdır. Buzullardan kaynar sulara kadar çok farklı ortamlarda yaşayabilen farklı özelliklerde çok çeşitli mikroorganizmalar vardır. Mikrobiyoloji bilim dalı tarafından incelenen bu küçük canlılar tekstil ürünleri üzerinde çok çeşitli etkilere sebep olmaktadır.

İnsan vücudunun farklı bölgelerinde çok çeşitli mikro organizmalar vücut ile uyum içinde yaşamaktadırlar. Vücudumuza giydiğimiz tekstil malzemeleri ve derimiz de bu organizmaların yaşaması için son derece elverişli ortamlar yaratmaktadır. Tekstil yüzeyleri, geniş yüzey alanı ve nem tutma özellikleri ile mikrobiyal çoğalma için son derece uygun ortam oluşturmaktadırlar. Bu şartlar, mikroorganizmaların biyofilm oluşturmaya ve hızla gelişmesine olanak sağlamaktadır. Hızla gelişen mikroorganizmalar, kötü kokulara, görüntü ve renk bozukluklarına, lekelenmelere ve kumaş mukavemet kaybına neden olabilmektedir. Bu durum tekstil ürününün hijyenik ve estetik bakımlardan kullanılamaz hale gelmesine neden olabilmektedir. Mikrobiyolojik gelişim ayrıca sağlık açısından da potansiyel tehdit oluşturmaktadır.

Tekstil ürününün özelliğini etkilemesi açısından kritik olan organizmalar özellikle bakteri ve mantarlardır. Genel olarak bakteriler kötü kokuya; mantarlar biyolojik olarak parçalanmaya ve lekelenmeye sebep olmaktadır. Genelde mantarların üremesi için uygun sınır değerler 28°C, pH 2,5-8, bakterilerin üremesi için 37°C, pH 5-6 olmaktadır. Aktif faaliyet halinde vücutta görülen bölgesel sıcaklık değişimleri bu bakterilerin çoğalmasında tetikleyici bir unsur oluşturmaktadır. Tekstil ürünlerinin üzerinde besin kaynağı (çeşitli gıda kirlilikleri, yağ, protein, şeker ve deri kalıntıları) bulunması tekstil materyalleri üzerinde mikrobiyal üremeyi hızlandıran bir başka etken olarak ortaya çıkmaktadır.

Mikroorganizmalar tekstillerde, giysilerde ve ayakkabılarda aşağıdaki zararlara neden olmaktadır:

- Elyaf bozulması (küflenme) neticesinde kumaşta mukavemet kaybı; sentetik kumaşlar ve çadır kumaşlar, ağlar, branda bezleri, ipler...
- Koku oluşumu ve lekelenme izleri; çoraplarda, iç çamaşırlarda ve duş perdelerinde...
- Hijyenik problemler; hastanelerde kullanılan tekstillerdeki patojenik enfeksiyonlar.

Mikroorganizmaların yüzeye tutunması, taşınması ve bunların neden olduğu hastalıkları iletmesi nedeni ile antimikrobiyal tıbbi ve hijyenik alanda kullanılan tekstiller için aranan bir özelliktir. Ancak bazı antimikrobiyal etken maddelerin faydalı bakterileri de yok etme tehlikesi nedeniyle günlük kıyafetlerimizde antimikrobiyal özellikte giysiler kullanmamız önerilmemektedir. Antimikrobiyal ürünler, etkinlik alanları çok iyi anlaşıldıktan sonra belli kullanım alanları için uygun olan özel pazarlara hizmet vermelidir.

Mikroorganizmaların, kumaş yüzeyleri üzerine tutunması (adhezyon) sonucunda, tekstil materyalleri taşıyıcı olabilmektedir. Bu sonuçlardan dolayı, tıbbi amaçlı kullanılan malzemeler, cerrahi elbiseler, hastane perdeleri, hemşire elbiseleri, yer kaplama ve yatak malzemeleri, havlular ve işçi uniformaları gibi giysilerin antimikrobiyal özellikte olmaları son derece faydalıdır.

2.4. ANTİMİKROBİYAL AKTİVİTE BELİRLEME TESTLERİ

Tekstil ürünlerinin antimikrobiyal etkinliğinin belirlenmesi için çok çeşitli test standartları kullanılmaktadır. Tablo 3'te çeşitli ülkelerin tekstil ürünlerinde antimikrobiyal etkinlik özelliğini belirlemek için kullandıkları standartlar listelenmektedir. Tekstil ürünlerinde antimikrobiyal etkinliğin belirlenmesi için genel olarak difüzyon agar yöntemi (yarı kantitatif), kantitatif yöntem ve bozulma yöntemi kullanılmaktadır.

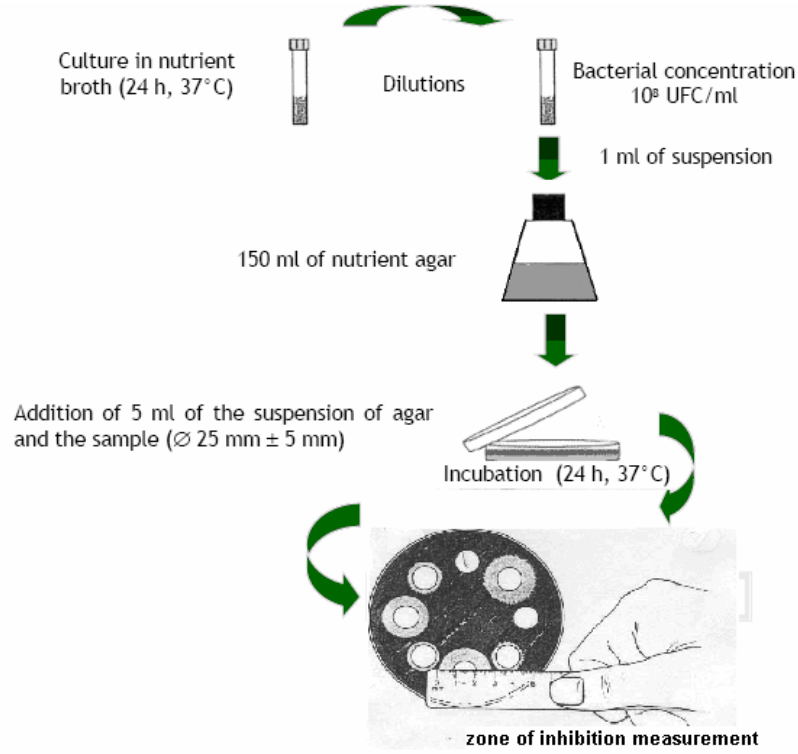
Tablo 3 Antimikrobiyal etkinlik test yöntemleri

Standart no	Standardın Adı (Orijinal İngilizce)	yöntem
SN 195920-1992	Textile fabrics: Determination of the antibacterial activity: Agar diffusion plate test	DİFÜZYON AGAR METODU, (yarı kantitatif yöntem)
SN 195921-1992	Textile fabrics: Determination of the antimycotic activity: Agar diffusion plate test	
AATCC 30-1993	Antifungal activity, assessment of textile materials: Mildew and rot resistance of textile materials	
AATCC 147-1993	Antibacterial assessment of textile materials: Paralel streak methods	
AATCC 90-1982	Antibacterial activity of fabrics, detection of: Agar plate method	
AATCC 174-1993	Antimicrobial activity assessment of carpets	
JIS L 1902-1998	Testing method for antibacterial of textiles	
AATCC 100-1993	Antibacterial finishes on textile materials: assessment of textile materials: parallel streak method	Kuantitatif yöntem- (Challenge test)
SN 195924-1983	Textile fabrics: Determination of the antibacterial activity: Germ count method	
XP G39-010-2000	Properties of textiles-Textiles and polymeric surfaces having antibacterial properties. Characterization and measurement of antibacterial activity	
JIS Z 2911-1992	Methods of test for fungus resistance	Bozulma testi, (toprağa gömme testi)
ISO 846-1997	Plastics –Evaluation of the action of microorganisms	
ISO 11721-1-2001	Textiles –Determination of resistance of cellulose containing	
ASTM E2149-01	Standard Test Method for Determining the Antimicrobial Activity of Immobilized Antimicrobial Agents Under Dynamic Contact Conditions	
New Methods	ISO TC38 WG23: “Testing for antibacterial activity”, CEN TC248 WG 13: “Textiles –Determination of the antibacterial activity –Agar plate diffusion test”	

Yaygın olarak kullanılan yöntemler AATCC 147 difüzyon agar yöntemi ve AATCC 100 kantitatif analiz yöntemidir. Uluslararası alanda tekstil ürünlerinde antimikrobiyal etkinliğin belirlenmesi için kabul görmüş olan standart yine difüzyon agar prensibinin kullanıldığı ISO TC38 WG23 standardıdır. Bu standart mevcut kullanılmakta olan yöntem ve standartların yetersiz kaldığı durumlarda teknolojik, ekolojik ve dermatolojik beklentilerin değerlendirildiği bir standarttır. (Ramachandran, 2004)

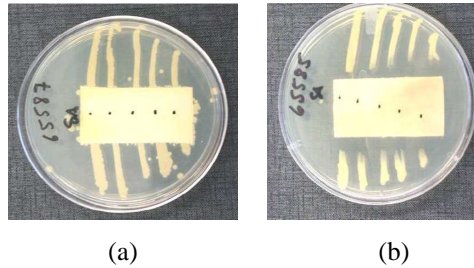
Agar difüzyon test yönteminde, besi yeri içine önceden hazırlanmış olan bakteri konsantrasyonları dökülür ve daha sonra 25mm çapında numune kumaşlar yerleştirilir. (Şekil 6) Numune kumaşlar 37°C sıcaklıkta 24 saat bekletildikten sonra kumaş etrafında

oluşan çap ölçülerek (inhibisyon zone çapı) numune kumaşın etkinliği mm cinsinden belirlenir.



Şekil 6 Agar difüzyon test yöntemi (SNV 19590-1992)

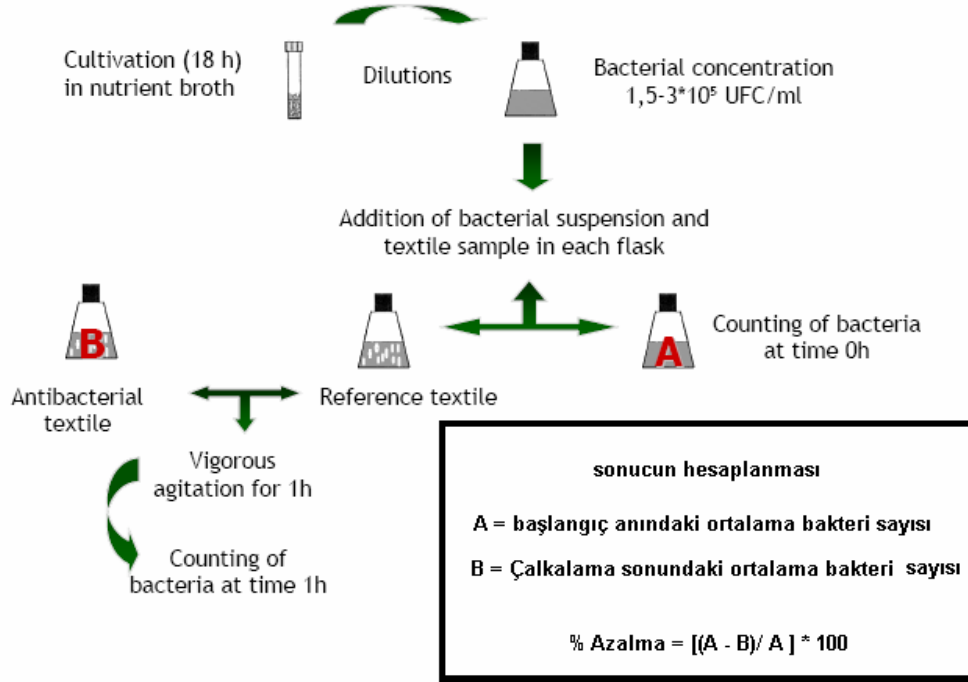
Bir nicelik metodu olan Agar Difüzyon Metodunda antimikrobiyal işlem görmüş kumaşların anti bakteriyel aktivitesi gözlemlenmekte ve etkinlik hakkında yorum yapılabilmektedir. Şekil 7’de AATCC 147 metoduna göre değerlendirilmekte olan numuneler görülmektedir. İlk resimde paralel çizgilerin devam ettiği, dolayısıyla antimikrobiyal etkinliğin olmadığı bir kumaş numunesi görülmektedir. İkinci resimde ise paralel çizgilerin kumaş antimikrobiyal etkinlik alanı içinde kesintiye uğradığı, ilgili numune kumaşın organizmaların sayısında azalmaya neden olduğu görülmektedir.



Şekil 7 AATCC 147 paralel hatlar metodu ile antimikrobiyal etkinlik belirlenmesi, (Filteu, 2005)

ASTM E2149-01’ e göre yapılan shake flask metodu (dinamik çalkalama şişesi) (Şekil 8) nitel sonuç veren bir test yöntemidir. Bu test yöntemi, migrasyona uğramayan antimikrobiyal ürünlerle işlem görmüş kumaşın, dinamik koşullar altında mikropların büyümesine karşı gösterdikleri dirençleri ölçmek için dizayn edilmiştir. Bu testte içinde numune kumaş bulunan solüsyonda başlangıç anındaki bakteri sayısı ile bir saatlik çalkalama sonucundaki bakteri sayıları oranlanmaktadır. Elde edilen oranın azalma

yönünde olması numune kumaş ile yapılan çalkalama işleminin solüsyon içindeki ortalama bakteri sayısında azalmaya neden olduğunu göstermektedir.



Şekil 8 Shake flask metodu (ASTM E2149-01)

2.5. ANTİMİKROBİYAL TEKSTİLLER İLE İLGİLİ LİTERATÜR ÇALIŞMALARI

Lee (1999) ve arkadaşları tarafından yürütülen çalışmada, kitosan ve floropolimerlerin % 100 pamuk kumaşlar ve % 45-55 selüloz/polyester dokusuz yüzeylerin kan geçirgenliği hakkında bir çalışma yapılmıştır. Emdirme yöntemi ile Chitosan ile muamele edilmiş kumaşlarda Staphylococcus aureus bakteri kolonilerinin çoğalmasının engellendiği, KES–FB kullanılarak yapılan kumaş tutum özelliklerinde ise hafif bir bozulma olduğu gözlemlenmiştir.

Zhang (2003) ve arkadaşları tarafından yürütülen çalışmada farklı konsantrasyon, molekül ağırlığı ve deasetilasyon derecesindeki kitosan numunelerinin % 100 pamuklu kumaş üzerindeki antimikrobiyal etkinliği araştırılmıştır. Modifiye edilmiş Quinn yöntemi ile yapılan mikrobiyolojik ölçümlerde 0,3 g/l konsantrasyonundaki kitosan aplikasyonu ile kumaş üzerindeki bakteri sayısında azalma elde edilmiştir. Ayrıca kitosan ile pamuklu kumaş arasındaki bağların daha sağlam oluşması için glutarik dealdehid kullanılmıştır. Chitosan ile işlem görmüş kumaşların tamamında bakteri oluşumu önemli ölçüde engellenmiştir. Glutarik dealdehid kullanımı kumaşların antimikrobiyal özelliğinin daha uzun süre kalıcı olmasının sağlamıştır.

Qi (2004) ve arkadaşları tarafından yapılan çalışmada kitosanın nano partikül haline getirilmesi ve antibakteriyal etkinliği araştırılmıştır. Nano ölçekli kitosanın fizikokimyasal özellikleri atomik force mikroskobu (AFM), FTIR ve XRD paternleri ile incelenmiştir. Kitosan nano partikülleri ve bakır yüklü nano partiküllerin E. coli, S. choleraesuis, S. typhimurium, ve S. aureus organizmalarına karşı minimum inhibisyon konsantrasyonlarını (MIC) ve minimum baktericidal konsantrasyonlarını (MBC) belirlenmiştir. Sonuçta bakır

yüklü nano partiküllerin ve kitosan nano partiküllerinin test edilen organizmalar karşısında etkin oldukları belirlenmiştir. MIC değerinin 0.25 µg/mL'nin altında olduğu ve MBC değerinin de 1µg/mL'ye ulaştığı belirlenmiştir.

Lim ve Hudson (2004) tarafından yapılan çalışmada O-acrylamidomethyl-N-[(2-hidroksi-3 trimetil amonyum) propil] kitosan klorid (NMAHTCC), alkali katalist ile soğuk emdirme yöntemine göre pamuklu kumaş üzerine applike edilmiştir. antimikrobiyal özelliğin kumaş üzerindeki kalıcılığının test edildiği çalışma sonucunda %1 konsantrasyonunda uygulanan chitosanın kumaş üzerinde bakteri oluşumunu %100 oranında azalttığı görülmüştür. Bu özelliğin 50 yıkama sonunda % 99 etkinlikle devam ettiği görülmüştür.

Aly (2004) ve arkadaşları tarafından yapılan çalışmada pamuklu kumaşların kitosan citrate ile muamele edilerek buruşmazlık ve antimikrobiyal özellik kazanmaları amacı ile araştırma yapılmıştır. Kitosan citrate molekülünde bulunan karboksil grupları pamuklu kumaşın buruşmazlık fiksajı için kullanılmıştır. Fiske işlemi kumaşın kitosan citrate solüsyonuna daldırılması ve kurutulması şeklinde uygulanmış olup, fikse işlemini etkileyen parametreler sistematik olarak değerlendirilmiştir. Kumaş numuneleri antimikrobiyal etkinlik, mukavemet, buruşma, yıkama haslığı ve beyazlık indeksi açısından test edilmiştir. Fikse işleminden geçen kumaş numunelerinin işlem görmemiş numunelere göre buruşmazlık, renk, mukavemet ve antimikrobiyal özellik açısından iti sonuçlar verdiği görülmüştür.

Takai (2002) ve arkadaşları tarafından yapılan çalışmada beş ayrı antimikrobiyal özellikteki tekstil ürününün *S.Aureous*, MRSA, ve *Pseudomonas aeruginosa*'ya karşı ıslak ve kuru durumdaki etkinlikleri araştırılmıştır. Ag, Zn, amonyum zeolit ve kitosan içeren antimikrobiyal tekstil ürünlerinin metisilin sensitiv *S.aureous* (MSSA)'ya karşı ıslak ve kuru inkübasyonda 6 saate kadar etkin olduğu, ve 24 saate kadar da ıslak kondisyondaki MRSA'ya karşı etkin olduğu belirlenmiştir. Kuru şartlarda ise MRSA'ya karşı etkinlik elde edilememiştir. Organik maddelerin inkübasyon ortamına ilave edilmesi durumunda Ag, Zn, amonyum zeolit ve kitosanın etkinliğinin devam ettiği ancak etkinlikte azalma olduğu görülmüştür. Çalışma sonucunda elde edilen bulgular şu şekilde özetlenmiştir. 1- Ticari olarak satılmakta olan antimikrobiyal tekstil ürünlerinin etkinlikleri birbirinden farklıdır, 2-Etkinliğin belirlenmesi en az altı-yedi saatlik inkübasyon süresinden sonra kesinleştirilmelidir.; 3- Etkinlik ölçümü sırasında ortamda bulunan su miktarı sonuç üzerinde etkilidir.; 4- Bazı organizmalar antimikrobiyal tekstil ürünlerine karşı dayanıklıdır.

Balcı ve Babaarslan (2005) tarafından yapılan çalışmada ise ön terbiyesi ve boyası işletme şartlarında, antimikrobiyal apresi laboratuvar ortamında yapılmış olan % 100 pamuklu kumaş kullanılarak çeşitli sentetik antimikrobiyal apre maddeleri karşılaştırılmıştır. antimikrobiyal aprenin kumaş verilmesinde emdirme ve çektirme yöntemleri kullanılarak karşılaştırılmıştır. Daha sonra elde edilen kumaş numunelerine çeşitli fiziksel tekstil muayeneleri yapılarak, kumaşların performansları araştırılmıştır. Kumaşın mukavemet özelliklerinin kullanılan kimyasalın cinsi ve derişimine bağlı olarak anlamlı bir değişim gösterdiği, boncuklanma gibi yüzey özelliklerinde ise anlamlı bir değişim olmadığı görülmüştür. Kumaş buruşmazlık özelliğinde ise kimyasalın cinsine bağlı olarak farklılık ortaya çıktığı görülmüştür. Kumaşın haslık özelliklerinde ise tüm numuneler için geçerli olmak üzere düşme olduğu gözlemlenmiştir. Kullanılan kumaşın cinsi, derişimi ve uygulama yöntemine bağlı olarak genellikle emdirme yöntemi ve yüksek derişimde uygulama yapılan numunelerde daha iyi haslık sonuçlarının alındığı görülmüştür.

Mihailovic (2007) ve arkadaşları yaptıkları çalışmada antimikrobiyal özellik kazandırılmış olan polyamid elastan karışımı örme kumaşların mukavemet özelliklerindeki değişimleri incelemiştir. Kumaşlar gentamicin sulfate ve doğal picea ağabeyes esans yağı kullanılarak antimikrobiyal özellik kazandırılmıştır. Antimikrobiyal etkinliğin belirlenmesi için laboratuvar şartlarında *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Klasiella*, and *Candida albicans*'a karşı testler yapılmış ve numune kumaşların bu organizmalara karşı etkin oldukları belirlenmiştir. Numune kumaşların kopma mukavemeti ve uzaması, yırtılma mukavemeti ve uzaması, sertlik ve elastikiyet özellikleri test edilmiş ve antimikrobiyal bitim işleminin kumaşların bu özellikleri üzerinde etkili oldukları belirlenmiştir. Bitim işlemi sonucunda yırtılma ve kopma mukavemetlerinin %14 arttığı belirlenmiştir. Örme kumaşın insan vücudu üzerindeki baskı derecesi ile ilgili bir ölçüm yapılmış ve bu ölçüm sonucunda bacak üzerine yapılan basıncın bacak çapı ile ters orantılı olarak arttığı belirlenmiştir. Örme kumaşın kompres malzemesi olarak kullanılabilmesi öngörülmüştür.

Orhan (2007) ve arkadaşları tarafından yapılan çalışmada triclosanın pamuklu kumaşlar üzerindeki antibakteriyel etkinliği ve yıkama dayanımı incelenmiştir. Kullanım sırasındaki ortam şartlarının antibakteriyel etkinlik üzerindeki etkilerini araştırmak amacı ile asidik, bazik ve sentetik ürün solüsyonları etkisindeki numunelerin *S. aureus* ve *E. coli* karşısındaki antimikrobiyal etkinlikleri incelenmiştir. İşlem görmeyen kumaş en kötü antibakteriyel özellik gösterirken, ağartma işlemi görmüş kumaşın daha iyi antimikrobiyal özellik gösterdiği belirlenmiştir. Triklosan ile işlem görmüş numune kumaş ise özellikle *S.aureus* karşısında son derece etkin olduğu görülmüştür. Yıkama sayısı, asidik, bazik ve ürün ortamlarının antibakteriyel etkinliği azalttığı belirlenmiştir.

Huang (2000) ve arkadaşları tarafından yapılan çalışmada dokusuz yüzey ameliyat giysilik tekstil yüzeylerine antimikrobiyal ve su iticilik özelliklerinin tek banyoda aktarılması işlemi araştırılmıştır. Kullanılan dokusuz yüzey çeşitleri polipropilen spunbond/meltblown/spunbond yüzey ve selüloz pulp-polyester karışımı spunlaced yüzeylerdir. Dört ayrı seviyede pick up oranı ile çalışılan araştırmada toplam onaltı ayrı karakterde numune elde edilmiştir. Numunelerde elde edilen sonuçlara göre antimikrobiyal ve su iticilik bitim işlemleri aynı banyoda verilebilmektedir. Su iticilik apresinin varlığı yüzeylerin antimikrobiyal özelliğini etkilememekte ancak su iticilik özelliği kumaş üzerindeki antimikrobiyal madde seviyesine göre değişmektedir.

Jeong (2002) ve arkadaşları kitosan ile işlem görmüş olan yünlü kumaşlarda antimikrobiyal-deodorant özelliklerini ve bu bitim işlemlerinden kaynaklanan mekanik özelliklerindeki değişimleri incelemiştir. Yünlü kumaş üzerine aktarılan kitosanın kumaşın eğilme rijitliğini artırdığı, bu artışın kitosanın molekül ağırlığına ve dekatizasyon şartlarına bağlı olarak değiştiği belirlenmiştir. Ayrıca yünlü kumaşların kayma-esneme (shear) özelliğinin kitosan ile işleme bağlı olarak arttığı gözlemlenmiştir. Kumaş mukavemet özellikleri ve sürtünme katsayısında ise düşüş olduğu görülmüştür.

Jiang (2006) ve arkadaşları polyester - pamuk karışımı kumaş üzerine kimyasal yöntemle gümüş kaplama çalışması yapmıştır. Çalışma tekstil yüzeylerin fonksiyonel ve görsel katkı sağlamak açısından özel bir çalışma olup, gümüş kaplama ile elde edilen antimikrobiyal özellik ve kumaşın UV dayanımındaki değişim, elektriksel özelliklerindeki değişim, mekanik özelliklerindeki değişim ve renk değişimi ölçülmüştür.

Nakashima (2001) ve arkadaşları tarafından yapılan çalışmada selülozik kumaşların metal tuzları ile muamele edilerek antimikrobiyal özellik kazanmaları ve *S.Aureus*, *K. Pneumoniae* ve MRSA'ya karşı dayanımları araştırılmıştır. Çalışmada iki çeşit selüloz

esaslı kumaş CuSO_4 and ZnSO_4 tuzları ile işleme tabi tutulmuştur. Kumaşlar succinic asit anhidridi ile ön işlemden geçirilmiş ve kumaşların metal iyonlarına karşı adsorbsiyon özelliği arttırılmıştır. Cu tuzu ile işlem görmüş olan numunelerin *S.aureus*'a karşı gösterdiği antimikrobiyal etkinlik kumaş yüzeyindeki artan Cu iyon adsorbsiyonu ile artmaktadır. Benzer bir durumun Zn iyonları ile de elde edildiği gözlemlenmiştir. MRSA'ya karşı elde edilen etkinliğin ise Cu iyon sayısı veya Zn iyon sayısından bağımsız olduğu gözlemlenmiştir. On yıkama sonucunda antimikrobiyal etkinliğin devam ettiği görülmüştür.

Lee (2003) ve arkadaşları pamuk ve sentetik kumaşlarda nano ölçekli gümüş solüsyonu kullanarak antimikrobiyal bitim işlemi araştırması yapmışlardır. Gram negatif ve gram pozitif iki çeşit bakteri ile denemeler yapılmış olup, bakteriler TEM mikroskobu ile görsel olarak incelenmiştir. SEM ile yapılan çalışmalarda ise nano partikülleri yüzey üzerine düzgün olarak yayıldıkları görülmüştür. Pad yöntemi ile kumaş yüzeyine aktarılan nano ölçekli gümüş partiküllerinin antimikrobiyal etkinliklerinin yıkamalar sonrasında da devam ettiği görülmüştür.

Jantas ve Gorna (2006) tarafından yapılan çalışmada iki kademeli bir kimyasal modifikasyon işlemi ile pamuklu kumaşa antibakteriyal özellik kazandırılması ile ilgili araştırma yapılmıştır. Öncelikle kumaş kloroasetil ile - katalizör olarak kullanılan piridin-işlem görmüştür. Daha sonra ise kloroasetil ile işlem görmüş pamuklu kumaş naftalasetik asitin potasyum tuzları ile reaksiyona sokulmuştur. FTIR, ATR spektra sonuçlarına göre selüloz ile naftalasetik asit arasında kimyasal bağlar oluştuğu görülmüştür. Bu modifikasyon sonucunda pamuklu kumaş hidrofob özellik kazanmış ve ayrıca termal stabilitesi azalmıştır. Ayrıca modifiye tekstil yüzeyinin E.Coli karşısında antibakteriyal özellik gösterdiği belirlenmiştir.

Konu ile ilgili çok çeşitli araştırma ve geliştirme çalışmaları halen tüm dünyada devam etmektedir. Avrupa çapında ortak araştırma platformları oluşturarak bilimsel çalışmalar yürüten bir organizasyon olan Centexbel tarafından yürütülen bir çalışmada kitosanın kullanımının yaygınlaştırılması hedeflenmektedir. Söz konusu proje, deneysel kısmı daha önce tamamlanmış olan araştırma projesinin, endüstriye uyarlanmasını amaçlamaktadır. (internet-2)

Önerilen bu projede kitosan ve sentetik esaslı antimikrobiyal maddelerin pamuklu kumaş üzerindeki antimikrobiyal etkinlikleri ve kumaş performansındaki değişikliklerin araştırılması ve sonuçların karşılaştırılması hedeflenmektedir.

Antimikrobiyal tekstiller başta hijyen amaçlı olmak üzere, koku giderme, medikal amaçlı uygulamalar ve tekstil ürünlerinin özelliklerinin korunması gibi amaçlar için kullanılmaktadır. Antimikrobiyal tekstillere olan ilgi de başta Avrupa, Kuzey Amerika ve Japonya olmak üzere gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde artan bir pazar payı potansiyeli mevcuttur.

3. GEREÇ VE YÖNTEM

3.1. GİRİŞ

Bu çalışma deneysel bir karşılaştırma çalışması olarak planlanmıştır. Fonksiyonel tekstiller pazarında önemli bir yeri olan antimikrobiyal tekstiller, çalışmanın yapıldığı Denizli ilinde bulunan tekstil sektörü için güncel ve ihracat açısından önemli bir ürün kalemi olarak araştırılmaya değer bulunmuştur.

Proje deneysel çalışmasında proje önerisinde öngörülen plandan farklı olarak numune ve deneysel ölçüm sayılarında değişiklik yapılmıştır.

Proje deneysel planı temelde beş parametre üzerine kurulmuştur:

İlk parametre, kullanılan ticari **antimikrobiyal madde sayısıdır**. Çalışma, başlangıçta piyasada kullanılmakta olan iki adet sentetik esaslı antimikrobiyal bitim maddesi ile doğal bir ürün olan kitosanın antimikrobiyal etkinlik performanslarının pamuk tekstil yüzeylerinde kullanımı ve karşılaştırılması amacı ile tasarlanmıştır. Ancak çalışma başladığında sektörde kullanılmakta olan antimikrobiyal kimyasal madde çeşidinin çokluğu görülmüş ve çalışma planında belirtilen toplam olarak üç ayrı antimikrobiyal madde yerine **toplam altı antimikrobiyal madde** ile çalışılmıştır.

İkinci parametre **kumaş çeşididir**. Proje önerisinde pamuklu kumaş olarak iki çeşit kumaş kullanımı (bez ayağı dokuma kumaş ve penye örme kumaş) öngörülmüştür. Çalışma başlangıcındaki antimikrobiyal bitim işlemleri sırasında dokuma ve penye örme kumaşlar ayrı ayrı antimikrobiyal bitim işlemine tabi tutulmuştur. Dokuma ve örme numuneler deneylerde kullanılacak uygun şekil, ölçü ve sayılarda kesilerek hazırlanmıştır. Başlangıçta dokuma ve örme numuneler birbirine paralel olacak şekilde test edilmeye başlanmış ancak ilk kademe ölçümlerdeki zaman ve işgücü dikkate alındığında örgü numunelere ait ölçümlere devam edilememesine karar verilmiştir. Çalışmada **sadece dokuma kumaşlara** ait tekstil performans ölçüm sonuçları tamamlanmış ve proje sonuçları bu doğrultuda hazırlanmıştır.

Üçüncü parametre, hazırlanan numunelerin yıkama sonrası performans değişikliklerinin inceleneceği **yıkama sayısıdır**. Proje önerisinde dört ayrı seviye olarak planlanmış olan yıkama seviye sayısı (çalışma sırasında, yıkamasız, 1. yıkama, 5. yıkama, 10. yıkama, 20. yıkama ve 40. yıkama olmak üzere) **yedi ayrı seviyede** gerçekleştirilmiştir.

Dördüncü parametre antimikrobiyal etkinliğin belirleneceği **organizma sayısıdır**. Bu parametre proje önerisinde belirtildiği gibi kalmıştır. Hazırlanan numuneler *E.coli*, *Staff aureous* ve *Candida Albicans* organizmalarına karşı antimikrobiyal etkinlik açısından test edilmiştir.

Beşinci parametre kumaşların organizmalarla **temas süresidir**. Proje önerisinde 1 dak., 5 dak., 1. saat ve 10. saatlik süreler sonunda kumaşın antimikrobiyal etkinlik derecesinin ölçülmesi öngörülmüş olmasına rağmen, yapılan çalışmada iki ayrı süre sonunda ölçüm yapılmıştır. Organizmaların kumaşlar ile temas sürelerinin **1. ve 24. saatlerinde** antimikrobiyal etkinlikleri ölçülmüştür.

Proje önerisinde (üç ayrı antimikrobiyal madde, iki çeşit kumaş, ve dört ayrı yıkama seviyesinde çalışılarak) toplam $3 \times 2 \times 4 = 24$ farklı karakterdeki numune kumaş

üzerinden yapılması planlanan tekstil performans deneylerinin sayısı; proje yürütülmeye başlandığında (kontrol kumaşı ve altı ayrı antimikrobiyal madde, iki ayrı kumaş çeşidi ve yıkamasız, 1. yıkama, 5. yıkama, 10. yıkama, 20. yıkama ve 40. yıkama) $7 \times 2 \times 6 = 84$ 'e çıkmıştır. Planlanan 24 farklı numune yerine 84 numune üzerinden ölçüm yapılacak olması projenin toplam sekiz aylık süre içerisinde yetiştirilmesini imkansız hale getirmiştir. Bu durumda projede kullanılması öngörülmüş olan ve antimikrobiyal bitim işlemleri tamamlanmış olan penye örme kumaşlara ait tekstil performans ölçümleri yapılmamış, kumaşların bir başka çalışma için hazırda bekletilmesine karar verilmiştir. Böylece projede üzerinde tekstil performans ölçümlerinin yapıldığı **toplam 42 ayrı numune çeşidi** üzerinde çalışılmıştır.

Antimikrobiyal etkinlik ölçümlerinin yapıldığı mikrobiyolojik ölçümlerde ise (42 farklı karakterde kumaş numunesi, 3 ayrı organizma ve 2 ayrı temas süresi sonucunda) toplam $42 \times 3 \times 2 = 252$ **ayrı antimikrobiyal etkinlik ölçüm işlemi** yapılmıştır.

Deney planında proje önerisinden farklı olarak yapılan değişiklikler özetlenecek olursa;

- 1. parametre antimikrobiyal madde sayısı 3 yerine 6'ya çıkarılmıştır.
- 2. parametre kumaş çeşidi sayısı 2 yerine 1'e indirilmiştir.
- 3. parametre yıkama seviye sayısı 4 yerine 7'ye çıkarılmıştır.
- 4. parametre deney yapılacak mikro organizma sayısı 3 olarak sabit tutulmuştur.
- 5. parametre temas süresi sayısı 4 yerine 2'ye indirilmiştir.

Örme kumaşlarla ilgili deneylerin yapılmamış olması antimikrobiyal ölçüm deneyi sayısının 504 yerine 252 olmasını sağlamış bu değişiklik gerek zaman ve gerekse sarf malzemesi açısından proje takvimine uyumu kolaylaştırmıştır.

3.2 MATERYAL

Çalışmada materyal olarak pamuklu dokuma kumaş ve altı ayrı antimikrobiyal etken madde kullanılmıştır. Bu materyallere ait detaylı bilgiler raporun ekler bölümünde verilmektedir.

3.2.1.KUMAŞLAR

Çalışmada gramajı 153g/m^2 , 24 atk/cm, 25 tel/cm sıklıkta olan % 100 pamuklu bez ayağı dokuma kumaş ve 160g/m^2 olan süprem örme (penye) kumaş kullanılmıştır. Enleri yaklaşık 170 cm olan bu kumaşlardan toplam 30'ar metre tedarik edilmiştir. (kumaşlar Kiraz Tekstil tarafından hibe edilmiştir.) Kumaşlar ön terbiye işleminden geçmiş, ağartılmış kumaş olup beyazlatma işleminde optik beyazlatma yapılmamıştır. Ayrıca kumaşa başka herhangi bir bitim işlemi uygulanmamıştır.

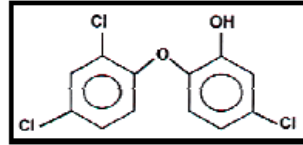
3.2.2.ANTİMİKROBİYAL ETKEN MADDELER

Çalışmada toplam olarak altı çeşit antimikrobiyal madde kullanılmıştır. (Tablo 4) Antimikrobiyal etken tekstil yardımcı kimyasallarından beş tanesi Türkiye'de ticari olarak satılmakta ve tekstil firmaları tarafından kullanılmakta olan sentetik esaslı antimikrobiyal maddelerdir. Altıncı antimikrobiyal yardımcı madde olarak doğal bir antimikrobiyal etken madde olarak bilinen kitosan kullanılmıştır.

Tablo 4 Projede kullanılan antimikrobiyal yardımcı maddeler

kod	Üretici firma	Ürün Adı	Etken kimyasal madde
1	Cognis	Microban 9200-200	Triklosan
2	Cognis	Microban 9026-040	Kuaterner Amonyum Tuzları + Triklosan
3	Setaş	Ultra-Fresh NM-V2	Diklorofenol
4	Rudolf Duraner	Ruco-BAC-AGP	Gümüş
5	Gemsan	Bioshield ANM 500	Kuaterner Amonyum Tuzları
6	Seafresh	Kitosan	Kitosan

Triklosan (triclosan) ve fenol : Antibakteriyal liflerde yaygın olarak kullanılan triklosan bileşiği, klorlanmış bisfenileter yapısındadır ve pek çok antibakteriyal lifte aktif madde olarak kullanılmaktadır. Triklosanın sentezinde dioksin ve dibenzofuran gibi kanserojen yan ürünler ortaya çıkabilmektedir. Triklosan: *Staphylococcus aureus*, MRSA, *E. Coli* ve *Klebsilla* gibi birçok bakteri alanına karşı etkilidir. *Pseudomonas* gibi bakterilere karşı az etkilidir ve mantarlara karşı sadece marjinal olarak etkilidir. Triklosan'ın, *Trichophyton mentagrophytes* (atletlerin ayaklarında görülen), *Aspergillus repens* ve *Aspergillus niger*'i içeren çeşitli mantarlara karşı etkili olduğu bazı çalışmalarda doğrulanmıştır.

**Şekil 9** Triklosan molekül yapısı

Triklosan kozmetikte, sabunlarda, deodorantlarda, diş macunlarında ve ağız temizleyicilerinde kullanımı için belgelendirilmiştir. Bu nedenle tekstil malzemesinde kullanımı güvenlidir ve kullanılan konsantrasyonlarda alerjik reaksiyona neden olmadığı da belirtilmektedir. Triklosan bakterinin hücre zarından içeriye girerek bakterinin büyümesi, ya da üremesi gibi fonksiyonlarına engel olmaktadır. Fakat kalın hücre zarlarından geçememekte ve böylece kırmızı kan hücresine zarar verememektedir. Bu nedenle insan ve hayvanlarda kullanımı zararlı değildir. Triklosan genellikle lif çekimi esnasında lif çekim çözeltisi içerisine ilave edilmekte, böylece antibakteriyal etkinin kalıcılığı sağlanmaktadır. Triklosan içeren endüstriyel lifler akrilik esaslı Biofresh ve Amicor lifleri, asetat esaslı Silfresh ve Microsafe lifleridir. Microban ise triclosan içeren bir antibakteriyal yardımcı maddedir ve lif çekim çözeltilerine ilave edilerek kullanılmaktadır. (Shoukens, 2002)

Kuaterner Amonyum Tuzları : Bu sınıfa giren maddeler mikrop öldürücü özelliğe sahip ancak toksik etkileri olmayan maddelerdir. Ancak trimetil oktadesil amonyum pentalorfenat bu kategoriye uygun olmayan özellikler göstermektedir. Kuaterner amonyum bileşikler mamule kurutmadan sonra aplane edilebileceği gibi boya banyosunda da verilebilir. Ancak bu maddeler ile elde edilen antimikrobiyal aktivitenin kalıcılığı düşüktür. Bir başka dezavantaj ise bu maddelerin tekstil yüzeylerinde kullanılan boyar maddelerin ışık haslığını düşürmesidir.

Gümüş: Gümüş iyonları tekstil yüzeylerinin üzerine burada sabit kalacak şekilde aktarılır. Gümüşün mikro organizmalar üzerinde etkili olabilmesi için mikroorganizmaların kumaş ile temas halinde olması gereklidir. Gümüşün antimikrobiyal madde olarak 2000 seneden beri kullanılmakta olduğu bilinmektedir. Romalıların ve Arapların içme sularını temiz ve taze tutabilmek için, su kaplarında gümüş paralar kullandıkları bilinmektedir.

Gümüş partikülleri nano boyutlu olarak (25-75 nm büyüklüğünde) kullanılmaktadır. Nano ölçüdeki gümüş partiküllerinin çapraz bağ yaratan maddeler, tozlar, metal değiştiren zeolitlerde ve bazı kumaşlarda kullanıldığı bilinmektedir. Nano gümüşün, gümüş iyonları yaratarak mikroorganizmaların içine girdikleri ve ribonükleik asit tekrarlamasını önleyip, mikroorganizmaların üremelerini durdurdukları bilinmektedir. Pozitif yüklü, nano gümüşteki gümüş iyonları, negatif yüklü mikrop hücresinin duvarına gelip, ölmelerine sebep olmaktadır.

Kitosan : Doğada selülozdan sonra en yaygın olarak bulunan bir biopolimer olan kitin yengeç kabuk ve karides kabuk artıklarından, mantarların hücre duvarlarından ve planktonlardan üretilmektedir. Ham halde kullanımı zor olan kitin bazik koşullar altında deasetillenme ile modifiye edilerek kitosan haline getirilmektedir. Kitosan doğal, zehirli olmayan, mikroplara dayanıklı ve aynı zamanda doğada biyolojik olarak yok olabilen bir maddedir. Antimikrobiyal özellik kitosanın polikasyonik vasıflarından gelmektedir. Bu madde proteinlerde anyonik bölgelerle birleşmekte ve neticede, bakteri ve mantarlara karşı seçici antimikrobiyal hareket sergilemektedir. Kitosan, polikarboksilik çapraz bağlayıcılar, mesela sitrik asit kullanılarak selüloz ile daimi şekilde bağlanabilmektedir.

3.3. YÖNTEM

Her biri 30 metre olan kumaşlar öncelikle yedi eşit parçaya bölünmüştür. Birinci parçalar kontrol numuneleri olarak ayrıldıktan sonra geri kalan altı ayrı parça altı ayrı antimikrobiyal etken madde ile ayrı ayrı işlem görmüştür. Bitim işlemleri Kiraz tekstil terbiye işletmesinde emdirme ve ramözde pad dry kurutma yapılmıştır. Kumaşların önüne ve arkasına ek bezler dikilerek numune kumaşlar hazırlanmış, böylece flotte alım oranındaki olası sapmaların ve kurutma sırasındaki olumsuzlukların azaltılması hedeflenmiştir.

Tablo 5 Antimikrobiyal bitim işlemlerinde kullanılan yardımcı maddeler ve reçeteler

antimikrobiyal madde	reçete
COGNİS (Microban 9200-200)54911	7gr/Lt. Microban Likit 9200-200, 1 gr/Lt Cottochlorin F (Islatıcı), pH=5-6 (Asetik Asit ile) Ön Kurutma→Fiksaj (130°C, 3 dk.)
COGNİS (Microban 9026-040) 54912	15 gr/Lt Microban 9026-040, 1 gr/Lt Cottochlorin F (Islatıcı) pH=5-6 (Asetik Asit ile), Ön Kurutma→Fiksaj (130°C, 3 dk.)
SETAŞ (Ultra-Fresh NM-V2)	30 gr/Lt Ultra-Fresh NM-V2, 1 gr/Lt Cottochlorin F (Islatıcı) pH=7, Ön Kurutma→Fiksaj (130°C, 3 dk.)
RUDOLF KİMYA (Ruco-bac AGP)	3 gr/Lt Ruco-bac AGP 1 gr/Lt Cottochlorin F (Islatıcı) pH=7, Ön Kurutma→Fiksaj (130°C, 3 dk.)
GEMSAN (Bioshield ANM 500)	30gr/Lt Bioshield ANM 500 1 gr/Lt Cottochlorin F (Islatıcı) pH=7, Ön Kurutma→Fiksaj (130°C, 3 dk.)
KİTOSAN	%5 Asetik asit çözeltisinde %1 Kitosan çözülür. Ön Kurutma→Fiksaj (150°C, 3 dk.)

Altı ayrı antimikrobiyal maddeye ait reçeteler ilgili firmalar tarafından önerildiği şekilde hazırlanmış ve Tablo 5'te belirtildiği şekilde bitim işlemi yapılmıştır. Bitim işlemlerinde pick up oranları % 70 olarak belirlenmiştir.

Çalışmada kullanılan antimikrobiyal madde çeşidi toplam altı çeşittir. Ayrıca karşılaştırma yapılabilmesi için kontrol numunesi de kullanılmıştır. Böylece antimikrobiyal madde çeşidi ile ilgili parametre olarak toplam yedi ayrı numuneden bahsedilmektedir (altı adet antimikrobiyal madde ve bir adet boş kumaş toplam yedi ayrı çeşit numune).

3.3.1. NUMUNELERİN İSİMLENDİRİLMESİ

Çalışmada farklı antimikrobiyal işlem görmüş olan yedi ayrı (bir kontrol numunesi ve altı ayrı antimikrobiyal işlem görmüş kumaş) dokuma kumaş numunesi altı ayrı seviyede (yıkamasız, 1., 5., 10., 20., ve 40. yıkama seviyeleri) yıkama işlemine tabi tutulmuştur. Böylece toplam olarak $7 \times 6 = 42$ ayrı karakterde numune kumaş elde edilmiştir. Bu kumaşların tanımlanması için özel kodlama sistemi kullanılmıştır. Numune kodları numunenin dokuma veya örme olduğunu (D, T); üzerindeki antimikrobiyal bitim işlemi çeşidini (0, 1, 2, 3, 4, 5, 6), yıkama sayısını (0, 1, 2, 3, 4, 5) ve ilgili deneye ait kaçınıcı numune olduğu sayısını belirleyecek şekilde hazırlanmıştır. Örneğin; D03-E dokuma kumaş, antimikrobiyal işlem görmemiş, 10. yıkama numunesi olup E.coli ile muamele edilecek bir numune olarak tanımlanmıştır.

3.4. MİKROBİYOLOJİK İNCELEMELER

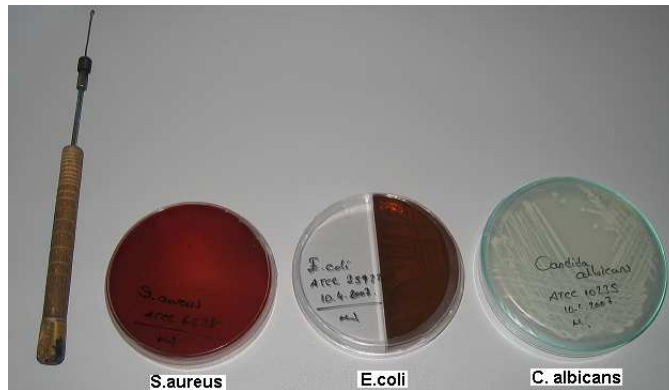
Çalışmada mikrobiyolojik incelemeler üç ayrı aşamada gerçekleştirilmiştir. Her üç aşamada da *S.aureus*, *E.coli* ve *C.albicans* organizmalarına karşı antimikrobiyal etkinlik araştırılmıştır.

İlk aşamada sadece antimikrobiyal etken maddeler kullanılarak, numune kumaşlar hazırlanmadan önce, ilgili maddelerin mikro organizmalar karşısında etkin olup olmadıkları araştırılmıştır. Bu işlem agar jel difüzyon metodu ile gerçekleştirilmiştir.

İkinci ve üçüncü aşamalarda antimikrobiyal bitim işlemi görmüş olan numune kumaşların antimikrobiyal etkinlikleri araştırılmıştır. Bu amaçla AATCC 100 ve AATCC 147 standartları kullanılmıştır.

3.4.1. AGAR JEL DİFÜZYON YÖNTEMİ

Bu yöntemde antimikrobiyal etken maddelerin *S.aureus*, *E.coli* ve *C.albicans* karşısındaki etkinlikleri araştırılmıştır. Şekil 10'da antimikrobiyal etkinlik deneylerinde kullanılan mikro organizmalar görülmektedir.



Şekil 10 Antimikrobiyal etkinlik deneylerinde kullanılan organizmalar

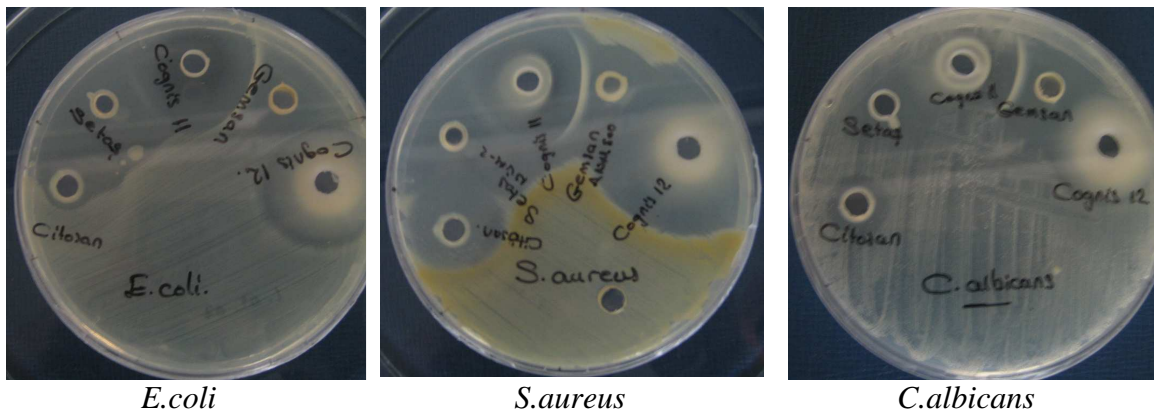
Etken antimikrobiyal maddeler 1/1 konsantrasyondan başlanarak seyreltilmiş ve her bir seyreltme işleminden sonra, ilgili konsantrasyonun *S.aureus*, *E.coli* ve *C.albicans* için etkin olup olmadığı araştırılmıştır.

Şekil 11’de mikro organizmaların farklı konsantrasyonlardaki antimikrobiyal madde karşısında üremelerini gösteren örnek bir fotoğraf bulunmaktadır. Farklı antimikrobiyal maddelerin, farklı dilüsyonlarının mikro organizmalar karşısındaki üreme sayılarını belirlemek için kullanılan bu yöntemde koloni sayıları sayılarak ilgili dilüsyon oranı ile çarpma işlemi yapılmış ve Tablo 6 ‘da görülen veriler elde edilmiştir. (Bu çalışmanın yapıldığı sırada 4 numaralı antimikrobiyal madde mevcut olmadığından, çalışmada beş ayrı antimikrobiyal madde incelenmiştir.)



Şekil 11 Agar jel difüzyon yöntemi için yapılan ön çalışma

Tabloda belirtilmiş olan organizma canlılık kontrolünde (3.sütun) tüm organizmaların canlı oldukları teyit edilmiştir. Antimikrobiyal maddelerin etkinliğini belirlemek için görsel veri elde edilen inhibisyon bölgesi oluşumu yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntem için çapı 6 mm olan beş ayrı kuyucuğun olduğu petri ile çalışılmıştır.



Şekil 12 Antimikrobiyal maddelerin etkinliğinin görsel değerlendirilmesi

Şekil 12’te görülen resimlerde her bir kuyucukta farklı antimikrobiyal maddenin ilgili organizma karşısındaki davranışı görülmektedir. Bu işlem sonucunda elde edilen inhibisyon bölgelerinin genişliği Tablo 6, 4. sütunda verilmektedir.

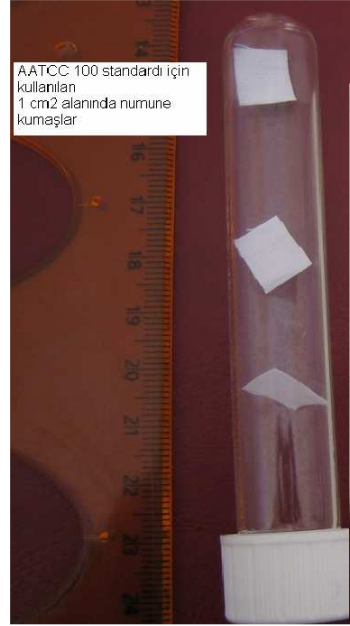
Antimikrobiyal etken maddelerin organizmalar karşısındaki etkinlik eşik dilüsyonlarını belirlemek amacı ile antimikrobiyal maddeler $\frac{1}{2}$ dilüsyondan başlayarak 1/1.048.576 dilüsyona kadar seyreltilmiştir. Tablo 6'da dilüsyonlar olarak gösterilmiş olan sütunlarda antimikrobiyal maddelerin mikro organizmalar karşısında üreme gösterdikleri dilüsyonlar -/+ veya + işareti ile gösterilmiştir.

Tablo 6 Antimikrobiyal etken maddelerin etkin oldukları dilüsyonlar

		kontrol		Dilüsyonlar																				
		Organizma canlılık kontrolü	Etken madde etkinlik kontrolü	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
Etken madde kodu	Mikro organizmalar	Kontrol SF+Org	1/1 Pozitif kontrol Well 6 mm	1/2	1/4	1/8	1/16	1/32	1/64	1/128	1/256	1/512	1/1024	1/2048	1/4096	1/8192	1/16384	1/32768	1/65536	1/131072	1/262144	1/524288	1/1048576	
1	<i>E.coli</i>	+	(-)32mm																				+	+
	<i>S.aureus</i>	+	(-)42mm																				+	+
	<i>C.albicans</i>	+	(-)8mm	-/+	-/+	-/+	-/+	-/+	-/+	-/+	-/+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
2	<i>E.coli</i>	+	(-)30mm														+	+	+	+	+	+	+	+
	<i>S.aureus</i>	+	(-)40mm																	-/+	-	+	+	+
	<i>C.albicans</i>	+	(-)28mm													+	+	+	+	+	+	+	+	+
3	<i>E.coli</i>	+	(-)34mm														+	+	+	+	+	+	+	+
	<i>S.aureus</i>	+	(-)42mm																				+	+
	<i>C.albicans</i>	+	(-)8mm	-/+	-/+	-/+	-/+	-/+	-/+	-/+	-/+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
4	<i>Bu etken madde için agar jel difüzyon yöntemi ile çalışma yapılmamıştır.</i>																							
5	<i>E.coli</i>	+	(-)12mm									-/+	-/+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	<i>S.aureus</i>	+	(-)24mm											-/+	-/+	-	-/+	+	+	+	+	+	+	+
	<i>C.albicans</i>	+	(-)28mm											+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
6	<i>E.coli</i>	+	(-)10mm					-/+	-/+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	<i>S.aureus</i>	+	(-)18mm			-/+	-/+	-/+	-/+	-/+	-/+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	<i>C.albicans</i>	+	(-)14mm			-/+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

3.4.2 AATCC 100

Bu test metodu tekstil numunelerinde bulunan antibakteriyal maddenin aktivite derecesini kantitatif olarak tayin etmek için uygulanmaktadır. (Razaq, 2003) Kantitatif değerlendirme tekstil ürünlerinde kullanılan antibakteriyal maddenin, bakteriler üzerinde etkili olup olmadığı hakkında önemli bilgiler vermektedir. Bu standartta numuneler yaklaşık alanı 1cm² olacak şekilde kare olarak hazırlanır. (Şekil 13) Aynı büyüklükte kesilen numuneler 121 °C sıcaklık ve 1,5atm basınçta 15 dakika süre bekletilerek steril hale getirilir. Test numunesi ile beraber, işlem görmemiş numune ve antimikrobiyal aktivitesinden emin olunan bir kontrol numunesi beraber çalışılmalıdır. Ekimi yapılan numuneler 37 °C 'de 48 saat bekletilir.



Şekil 13 AATCC 100 standart testi için hazırlanan numune kumaşlar

Numune içeriğinde 10⁵ /ml yoğunlukta mikroorganizma bulunan 1 ml çözelti ile ıslatılır. Vida kapaklı tüpler içinde gerçekleştirilen kumaş-organizma temas süresi deney planında belirlenen süre kadar devam ettirilir. (bu çalışmada 1 saat ve 24 saatlik temas sürelerinde çalışılmıştır.) Vida kapaklı tüpten çıkarılan kumaş numunesi daha sonra nötralizasyon çözeltisi içine atılır, iyice karıştırılır. Nötralizasyon çözeltisi belli dilüsyonlara seyreltilerek katı besi yeri üzerine ekim yapılır. Bu işlemin amacı bakteri sayısını sayılabilecek düzeye indirmektir. Ekim yapılan tüm petriyeler 37 °C 'de 48 saat etüvde bekletilir. 48 saat sonra sayım yapılır ve değerlendirilir.

İlgili dilüsyonlardaki üreme miktarları üreyen koloni sayısının dilüsyon oranı ile çarpılması sonucu elde edilmiştir. İlgili antimikrobiyal maddenin etkinlik değerini % olarak hesaplamak için aşağıdaki formül kullanılmaktadır.

Antibakteriyal işlemdeki % azalma aşağıdaki formüle göre hesaplanır. (AATCC 100)

$$R(\%) = 100 (B-A)/B ,$$

Burada,

R = oransal azalma,

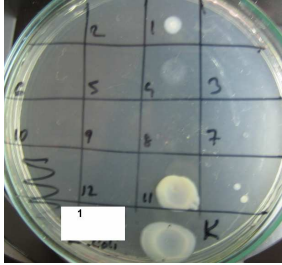
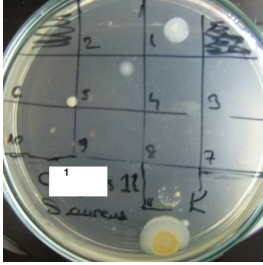

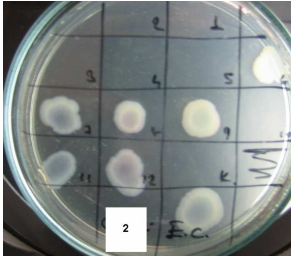
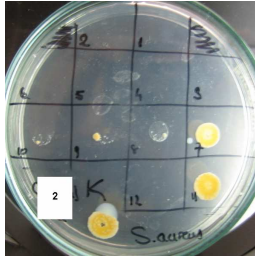
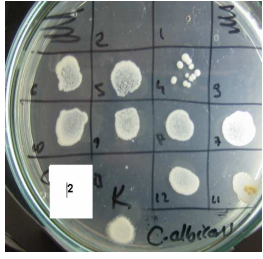
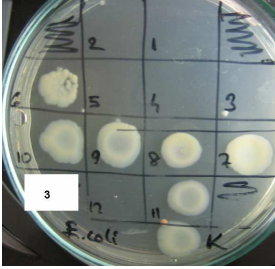
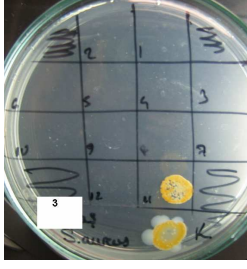
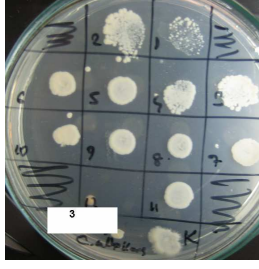
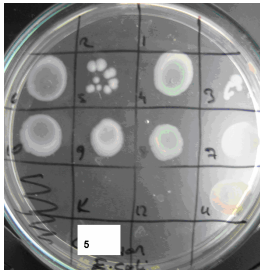
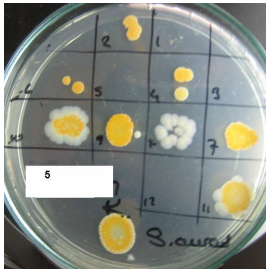
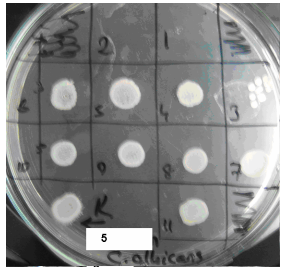
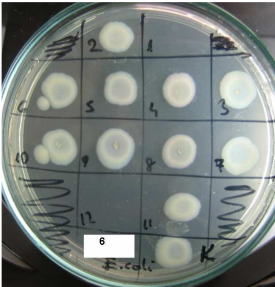
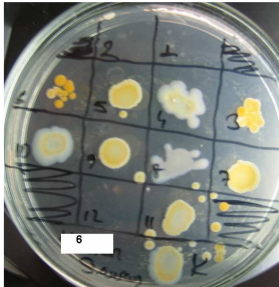
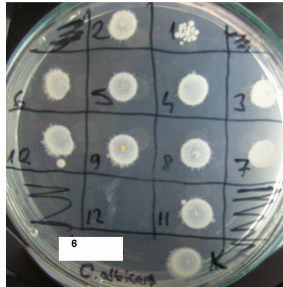
B = başlangıç anında numune ile temas etmiş olan çözeltideki organizma sayısı

A = numune ile temas etmiş olan nötralizasyon çözeltisi içinde bulunan organizma sayısı

Tablo 7'de antimikrobiyal maddelerin kumaşa aktarılmadan önce antimikrobiyal etkinliklerinin belirlenmesi için yapılmıştır. Tabloda 1, 2, 3, 5 ve 6 numaralı antimikrobiyal maddelerin *S.aureus*, *E.coli* ve *C.albicans* karşısındaki etkinlikleri görülmektedir. Çalışmada seçilen dilüsyonlar Tablo 6'daki bilgiler ve antimikrobiyal maddelerin kumaş birim alanında bulunabilecekleri oranlar hesaplanarak belirlenmiştir.

Her petri kabı 12 ayrı alana bölünerek azalan dilüsyonlardaki antimikrobiyal maddenin ilgili organizma üzerindeki etkinliği, üreyen koloni sayıları sayılarak hesaplanmıştır.

Tablo 7 Antimikrobiyal maddelerin farklı dilüsyonlardaki etkinlikleri

etken madde kodu	<i>E.coli</i>	<i>S.aureus</i>	<i>C.albicans</i>
1			
2			
3			
4	bu çalışma 4 numaralı antimikrobiyal madde için yapılmamıştır.		
5			
6			

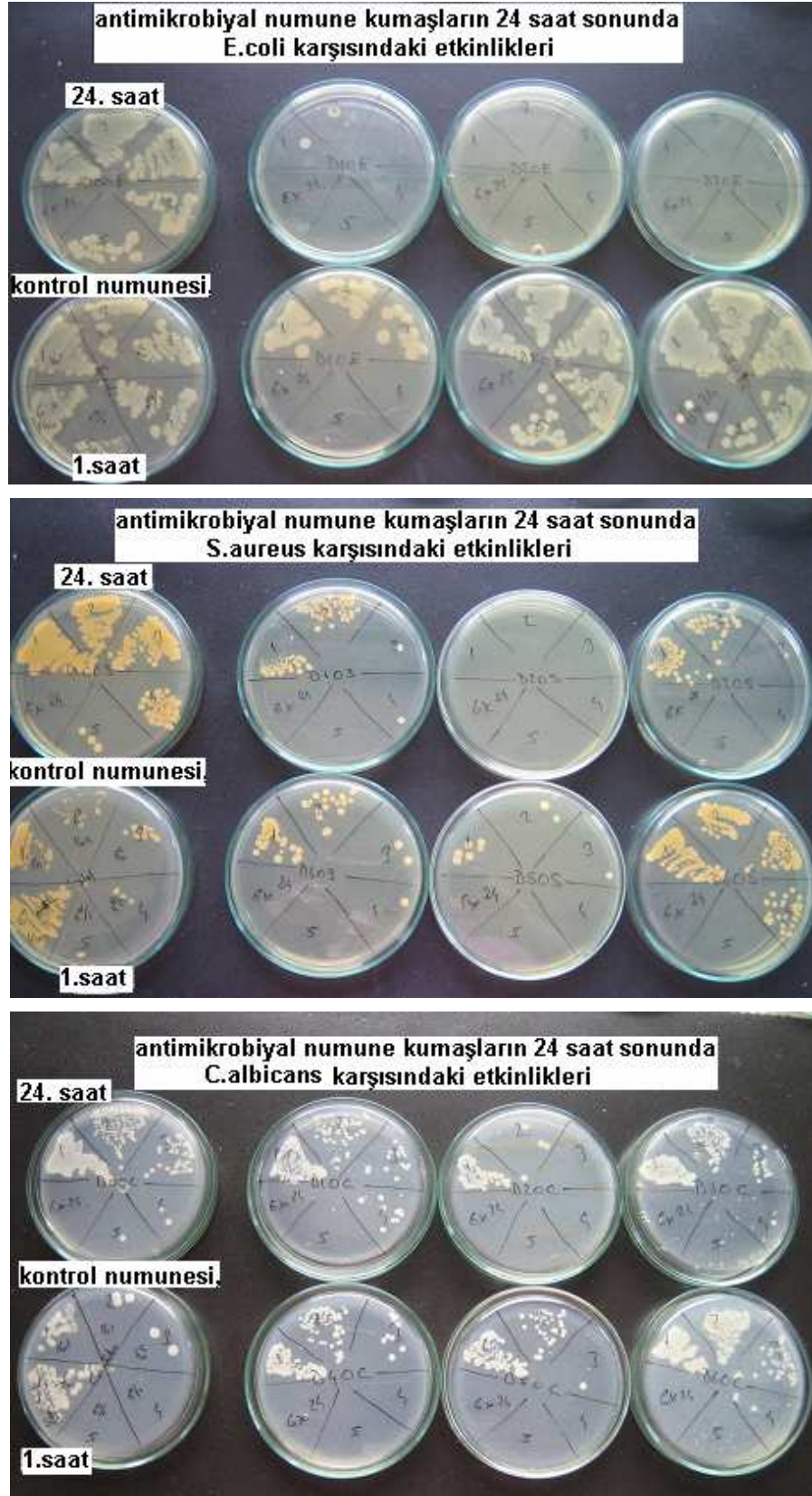
Yıkama sayısı : Çalışmada antimikrobiyal işlem görmüş olan numune kumaşların yıkama sonrası etkinliklerinin belirlenmesi için, yıkamasız, 5. ve 10.yıkama sonrasındaki antimikrobiyal etkinlikleri test edilmiştir.

Temas süresi : Çalışmada ayrıca antimikrobiyal işlem görmüş kumaşların mikro organizmalarla temas sürelerinin antimikrobiyal etkinlik üzerindeki etkisi de incelenmiştir. Bu amaçla numune kumaşlar *S.aureus*, *E.coli* ve *C.albicans* ile 1 saat ve 24 saat süre ile temas ettirilmiştir. Şekil 14’de görülen resimlerde antimikrobiyal işlem görmüş altı numune kumaş ve kontrol numunesinin AATCC 100 antimikrobiyal etkinlik belirleme testine göre yapılmış olan test sonuçları görsel olarak verilmektedir.

Bu çalışmada 1cm² alanında kesilerek sterile edilip daha sonra içeriğindeki mikro organizma sayısı bilinen ıslatıcı çözelti ile 1 saat ve 24 saat sürelerle temas ettirilen numune kumaşlar nötralizasyon çözeltisi içine atılmıştır. Kumaşların içinde çalkalanarak bekletildiği nötralizasyon çözeltisi daha sonra seyreltilerek katı besi yerine ekim yapılmıştır. Şekil 14’te görüldüğü gibi her bir petri kabı altı eşit bölüme ayrılmış, 1’den 6’ya kadar numaralandırılan bu bölümlerde farklı oranlarda seyreltilmiş olan nötralizasyon çözeltisinden ekim yapılmıştır. 1 numaralı bölüm en yüksek, beş numaralı bölüm ise en düşük konsantrasyonlu çözelti ekimi için kullanılmıştır. Bu işlemin yapılmasındaki amaç çözelti içinde canlı kalmış olan organizma miktarının sayılabilir büyüklüğe indirilmesidir. (Bu işlemde çalışılacak olan konsantrasyon aralığı Tablo 6 ve Tablo 7’de gösterilen çalışmalar sonucunda elde edilen veriler kullanılarak belirlenmiştir.) Ekim yapılan petri kapları daha sonra 37 °C ‘de 48 saat etüvde bekletilmiştir. 48 saat sonra bölünmüş petri kaplarındaki sayılabilir organizma sayıları belirlenip ilgili konsantrasyon ile çarpma işlemi yapılarak başlangıçtaki nötralizasyon çözeltisi içinde bulunan canlı organizma sayısı elde edilmiştir.

Şekil 14’de verilen resimlerde kontrol numunesinin *E.coli*, *S.aureus* ve *C.albicans* mikroorganizmaları ile temasının 1. ve 24. saat sonrasındaki test resimleri ve işlem görmüş numune kumaşların 24. saat sonrasındaki test resimleri görülmektedir.

E.coli için yapılan testlere ait resim incelendiğinde kontrol numunesinin 1 saatlik ve 24 saatlik temas sonucunda ortamda mikro organizma çoğalmasının devam ettiği, düşük konsantrasyondaki çözeltilerde bile (petri kabının 5 numaralı) sayılamayacak kadar çok sayıda organizma ürettiği görülmüştür. Antimikrobiyal işlem görmüş olan kumaş numunelerine ait ölçüm resimleri D10E, D20E, D30E, D50E ve D60E (sırasıyla 1, 2, 3, 4, 5 ve 6 numaralı antimikrobiyal maddelerle işlem görmüş numune kumaşlar) olarak isimlendirilmiştir. D10E isimli petride 1. ve 2. dilüsyonlarda 1’er adet organizma kolonisi oluşmuştur. Daha düşük konsantrasyonlarda ortamda mikro organizmaya rastlanmamıştır. D02E ve D03E petrilinde hiçbir konsantrasyonda mikro organizma çoğalmadığı görülmüştür. D04E petrisinde 2. ve 3. dilüsyon bölgelerinde sayılabilir çoklukta koloni oluşumu gözlenmiştir. D05E ve D06E petrilinde 5. dilüsyon bölümünde sayılabilir koloni sayısına ulaşılmıştır.



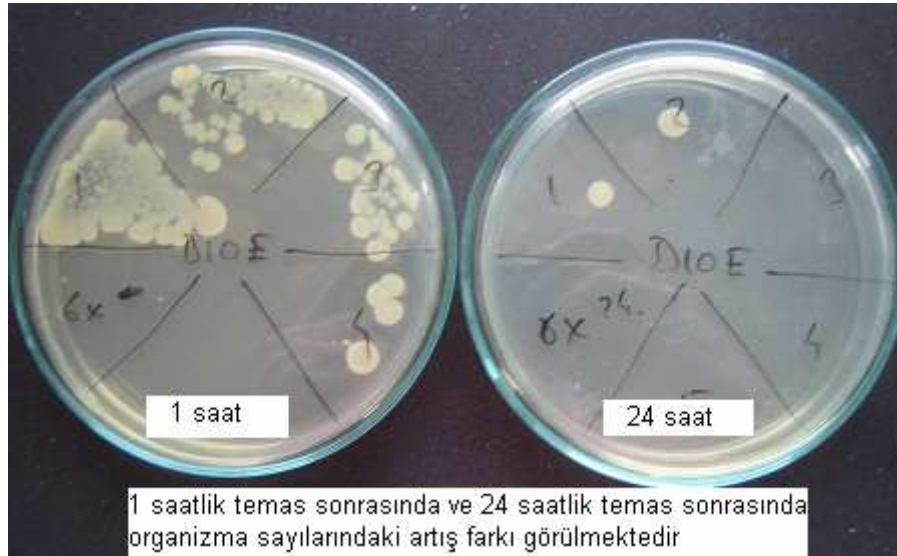
Şekil 14 Yıkanmamış numune kumaşların AATCC 100 testi ölçüm resimleri

S.aureus ile yapılan test resimlerinde 1 saat temas süresi ile 24 saat temas süreleri arasında önemli farklılık olduğu, organizma ile işlem görmemiş kumaşın temas süresi arttıkça ortamda çoğalan organizma sayısının arttığı görülmüştür. 24 saatlik temas süresi sonunda

yapılan ölçümlere ait resimler incelendiğinde altı numune kumaş içinde sayılabilen koloni sayısına ulaşılmış D20S numunesinde hiçbir dilüsyonda organizma çoğalmadığı görülmüştür.

C.albicans ile yapılan test resimlerinde 24 saatlik temas süresinin kontrol numunesi üzerinde organizma sayısının çoğalmasına neden olduğu görülmektedir. D10C, D20C, D30C, D40C, D50C ve D60C numunelerinin hepsinde organizma çoğalmasının olduğu görülmüştür.

Yukarıda mikro organizmalar ile antimikrobiyal işlem görmüş numune kumaşların 24 saatlik temas sonrasındaki ölçüm resimleri ve açıklamaları verilmektedir. Aynı ölçümler mikro organizmalar ile antimikrobiyal işlem görmüş numune kumaşların 1 saatlik temas sonrasında da elde edilmiştir. Şekil 15'te 1 saatlik temas süresi ile 24 saatlik temas süresi sonunda organizma sayılarındaki çoğalma farkını gösteren bir resim bulunmaktadır. Resimde 1 saatlik temas sonrasında *E.coli* çoğalmasının büyük ölçüde azaldığı görülmektedir. 1 saatlik temas sonrasında 4.dilüsyonda 4 adet koloni çoğaldığı yani, 24 saatlik temas sonrasında ise 2.dilüsyonda sadece 1 adet koloni oluştuğu görülmektedir. Buradan 24 saat süre içinde 400 kat bir iyileşme elde edildiği hesaplanmakta yani antimikrobiyal işlem görmüş, yıkanmamış 1 numaralı kumaş numunesinin *E.coli* ile 24 saat teması sonunda ortamda çoğalacak olan organizma sayısını 1 saatlik temas süresindeki organizma sayısına göre 400 kat azaltabildiği belirlenmiştir.



Şekil 15 Temas süresine bağlı olarak organizma çoğalma sayılarında görülen değişim

Yukarıdaki paragraflarda yıkanmamış numunelere ait 1 saatlik ve 24 saatlik temas süreleri sonundaki ölçümler yıkanmış numuneler için de yapılmıştır. Şekil 16'da 10. yıkama sonrasında 3 numaralı numunenin *E.coli* karşısındaki antimikrobiyal etkinliğinin ölçümü ile ilgili elde edilen veriler resimlenmektedir. Burada numune kumaşın antimikrobiyal etkinliğinde azalma olduğu, bu nedenle temas süresi arttıkça ortamda çoğalan organizma sayısında artış olduğu görülmüştür. Yıkama ile antimikrobiyal etkinliği azalmaya başlamış numune kumaş kontrol numunesine benzer bir antimikrobiyal davranış göstermiştir.



Şekil 16 Yıkanmış numuneler için yapılan ölçümlere ait örnek resim

AATCC 100 testi pahalı ve zaman alan bir test yöntemidir. 10. yıkamaya kadar yıkamamız, 5 yıkama ve 10 yıkama sonrasındaki numunelerin tamamı için yapılan testler 10. yıkamadan sonra görülen antimikrobiyal performans kayıpları dikkate alınarak daha fazla yapılmamıştır.

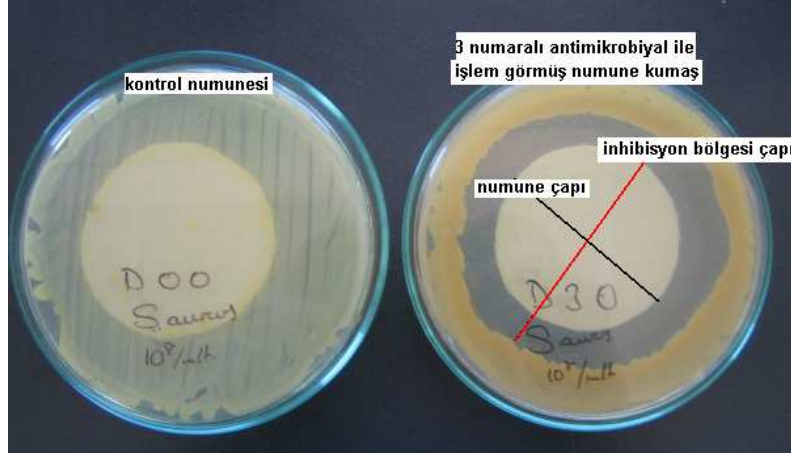
3.4.3 AATCC 147

AATCC 147 standardı diğer antimikrobiyal etkinlik belirleme testlerine göre daha kolay ve hızlı uygulanabilen, nitel bir yöntemdir. Bu test metodunda tekstil numuneleri ile **kimyasal bağ yapmayan** antimikrobiyal ajanın varlığı araştırılmaktadır. Bu metotla ayrıca kumaşlara uygulanan antibakteriyel maddenin yıkama işlemi ile uzaklaşp uzaklaşmayacağı da belirlenebilmektedir.

Bu yöntemde numuneler 50 mm çapında daireler halinde kesildikten sonra inkube edilmiş petriler içinde organizma ile 37 °C sıcaklıkta 24 saat süre ile temas ettirilmektedir. Numune kumaşın altında ve etrafında oluşan inhibisyon bölgesinin genişliği antimikrobiyal etkinliğin büyüklüğünü göstermektedir. Antimikrobiyal özellik kazandırılmış numune kumaş çevresinde ve altında bakteri kolonilerinin gözlemlenmemesi beklenir. Fakat antimikrobiyal ajan numune kumaş ile **kimyasal bağ yapmışsa** numunenin sadece altında organizma gelişmesi gözlenmez. Numune kumaşa bağlı olarak etkinlik gösterebilen antimikrobiyal ajanlar kumaş etrafına yayılamayacağı için numunenin etrafında mikro organizmaların çoğalmaya devam etmesi beklenir.

Şekil 17'de antimikrobiyal işlem görmüş numune ile işlem görmemiş kontrol numunesinin inhibisyon bölgesi oluşumu açısından karşılaştırması görülmektedir. D00 kodlu resimde görülen kontrol numunesi ve D30 kodlu 3 numaralı antimikrobiyal madde ile işlem görmüş olan antimikrobiyal özellikteki kumaş numunesi *S.aureus* ile inkube edilmiş petriler içine yerleştirilmiştir. D30 kodlu numune etrafında bir inhibisyon bölgesi oluşmuş, kumaşın altında ve bu inhibisyon bölgesinde organizmaların yaşayamadığı görülmüştür. Kumaşın etrafında organizmaların yaşamadığı bölge oluşması kumaşın üzerindeki antimikrobiyal maddenin kumaşa tam olarak bağlanmayan bir kısmının

olduğunu ve bu maddelerin organizmaların gelişimine engel olduğu veya mevcut olanları imha ettiğini göstermektedir.



Şekil 17 AATCC 147 standardı ile yapılan test sonucunda elde edilen inhibisyon bölgesi

3.5. NUMUNE KUMAŞLARIN TEKSTİL PERFORMANS ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ

Antimikrobiyal bitim işlemi tamamlanmış olan kumaşlar yıkanmamış numune ve beş ayrı seviyede yıkanmış numuneleri oluşturacak şekilde altı eşit uzunlukta işaretlenmiştir. (Şekil 18) İşlem görmüş olan numune kumaşların 1. bölümleri yıkanmamış numune olarak ayrılmış ve daha sonra tüm kumaş bir sefer yıkanmıştır. Altı ayrı antimikrobiyal işlem görmüş olan numuneler ve üzerinde hiçbir antimikrobiyal bitim işlemi olmayan kontrol numunesi TS 5720 EN ISO 6330 standardına göre ayrı ayrı yıkanmış ve askılı kurutma yöntemi ile yine birbiri ile temas ettirilmeden kurutulmuştur.

İlk yıkama olarak yapılan 1.yıkamayı takiben numune kumaşların 1.yıkama bölümü de kesilerek kumaşın geri kalanından ayrılmıştır. Benzer şekilde numune kumaşların geri kalan miktarı beş yıkama, 10 yıkama, 20 yıkama ve 40 yıkama olacak şekilde yıkanmış, kurutulmuş ve her bir gurup birbiri ile temas etmeyecek şekilde saklanmıştır.

Yıkanmamış numune	1. yıkama	5. yıkama	10. yıkama	20. yıkama	40. yıkama
-------------------	-----------	-----------	------------	------------	------------

Şekil 18 Anti mikrobiyal işlem görmüş olan kumaşların yıkama işlemi için bölünmesi

Yıkama işleminden sonra numune kumaşlar ilgili standartlara uygun olarak hazırlanan şablon kullanılarak kesilmiştir. (Şekil 19) Şablonda kopma ve yırtılma mukavemet numuneleri, kat açılma açısı ölçümü numuneleri, ter haslığı ölçüm numuneleri ve anti mikrobiyalite belirleme numuneleri ayrı ayrı kesilerek hazırlanmıştır.



Şekil 19 Numune kumaş üzerinden test numunelerinin kesilmesi

3.5.1. KUMAŞ KOPMA MUKAVEMETİ

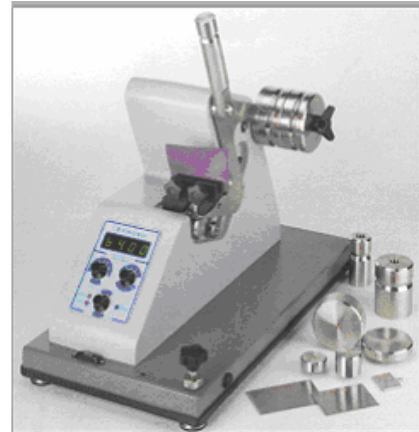
Numune kumaşların kopma mukavemeti testleri atkı ve çözgü yönleri için ayrı ayrı olarak Gökhan Tekstil kalite kontrol laboratuvarlarında TS EN ISO 13934-2 standardına uygun olarak yapılmıştır. Şekil 20'de mukavemet testi için kullanılan cihaz görülmektedir. Cihaz sabit uzatma hızı ile çekme yaparak numune kumaşların kopma mukavemetini N olarak belirlemiştir. Kumaşların kopma mukavemeti değerlerinin yanı sıra kopma uzama değerleri de bu ölçümler sırasında elde edilmiştir.



Şekil 20 Uzatma Hızı Sabit Çekme Cihazı

3.5.2. KUMAŞ YIRTIлма MUKAVEMETİ

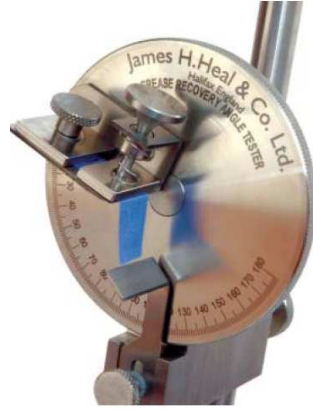
Kumaş yırtılma mukavemet testleri TS EN ISO 13937-1 standardına uygun olarak bölüm fiziksel tekstil muayeneleri laboratuvarında yapılmıştır. Numune kumaşlarının yırtılma kuvvetinin tayini için Şekil 21'de görülen balistik sarkaç cihazı kullanılarak ölçüm yapılmıştır. Yırtılma kuvveti N olarak ölçülmektedir.



Şekil 21 Yırtılma mukavemeti deney cihazı

3.5.3. KUMAŞ KAT AÇILMA AÇISI ÖLÇÜMÜ

Kumaş kat açılma açısı ölçümü (crease recovery angle) AATCC 66 standardına uygun olarak yapılmıştır. Standarda göre ebadı 40 x 25 mm olan numune kumaş 5 dakika süreyle 1N'luk ağırlık altında bırakıldıktan sonra, ağırlık kaldırılmakta ve kumaşın uçları arasındaki açılma açısı değeri belirlenmektedir. Şekil 22'de numunelerin katlanma açılma açısı ölçümü için kullanılan aparatların resimleri görülmektedir.



a- Açılma açısı ölçüm skalası



b- Kumaş katlama ağırlığı

Şekil 22 Kumaş katlanma açılma açısı ölçüm aparatları

3.5.4 BEYAZLIK ÖLÇÜMÜ

Numune kumaşların beyazlık değişiminin ölçülmesinde TS 12552 standardına uygun olarak bölümümüz fiziksel tekstil malzeme muayeneleri laboratuvarında yapılmıştır.

3.5.5. TER HASLIĞI ÖLÇÜMÜ

Ter haslığı testi TS EN – ISO 105-D01 standardına uygun olarak bölümümüz fiziksel tekstil malzeme muayeneleri laboratuvarında yapılmıştır. Şekil 23'de çalışmada kullanılan ter haslığı aparatı görülmektedir. Çalışmada numune dokuma kumaşların ter haslığı dayanımları asidik ve bazik ter haslıkları için ayrı ayrı ölçülmüştür.



Şekil 23 Ter haslığı ölçüm düzeneği

3.6. GÖRSEL İNCELEME

Antimikrobiyal bitim işlemlerinin kumaş yüzeyinde neden olduğu değişimlerin ve mikro organizmaların kumaş yüzeyindeki görünümünün elde edilmesi amacı ile numunelerin SEM mikroskobu ile incelenmesi planlanmıştır.

Antimikrobiyal işlem görmüş, yıkanmış ve farklı organizmalarla temas ettirilerek kumaş yüzeyinde organizma yerleşmesi sağlanmış olan numuneler SEM görüntüleme işlemi için hazırlanmıştır.

Numune kumaşlar 5mm x 5mm ebadında kareler halinde kesilerek mikro organizmalarla temas ettirilmiştir. Mikro organizmaların kumaş üzerindeki etkinlikleri 24, 48 ve 72 saat süre boyunca devam ettirilmiştir. Her bir zaman dilimini takiben numune kumaşlar üzerinde gelişmiş olan organizmaların kumaş üzerinde sabitlenmeleri sağlanmıştır. Bu numuneler daha sonra birbirinden ayrı olarak küçük taşıma kaplarına yerleştirilmiştir.

Antimikrobiyal işlem görmüş, organizmalarla farklı sürelerde temas ettirilmiş ve daha sonra organizmaların etkinliği sona erdirilmiş olan kumaş numuneleri daha sonra Ege Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi'ne gönderilmiştir. Burada SEM mikroskobu için gerekli ön hazırlıklar yapılmış, numuneler vakumlu ortamda altın ile kaplanarak SEM mikroskobunda görüntü alınmak üzere hazırlanmıştır.

3.7. İSTATİKSEL DEĞERLENDİRME

Numune kumaşların atkı ve çözgü yönlerindeki kopma mukavemeti, kopma uzaması ve yırtılma mukavemet değerlerinin yıkama sayısı ve antimikrobiyal bitim işlemlerine bağlı olarak değişimlerinin istatistiksel olarak analiz edilmesi planlanmıştır. İstatistiksel çalışmada varyans analizi yapılarak antimikrobiyal bitim işlemleri ve yıkama sayısının kumaş üzerindeki etkileri $\alpha=0,05$ anlamlılık seviyesinde değerlendirilecektir. İstatistiksel analiz SPSS istatistik programı kullanılarak yapılacaktır.

4. BULGULAR

4.1. MİKROBİYOLOJİK ÖLÇÜM BULGULARI

4.1.1 AATCC 100

Kumaş numunelerinin antimikrobiyal etkinliklerinin kantitatif olarak belirlenmesinde AATCC 100 standardı kullanılmıştır. İlgili standartta aşağıda verilen formül üzerinden hesaplama yapılması istenmektedir.

$$R(\%) = 100 (B-A)/B ,$$

Burada,

R = oransal azalma,

B = başlangıç anında numune ile temas etmiş olan çözeltildeki organizma sayısı

A = numune ile temas etmiş olan nötralizasyon çözeltili içinde bulunan organizma sayısı

Bu yöntemle elde edilen R değerlerinin büyüklüğü antimikrobiyal etkinlik

$R \geq 99.99$ ise “mükemmel”,

$99 < R < 99.99$ ise “ iyi ”,

$0 < R < 99$ ise “ kabul edilebilir ”

olarak ölçeklendirilmektedir. [26]

Formülde B ile ifade edilen başlangıç anındaki antimikrobiyal numune ile temas etmiş olan çözeltildeki organizma sayıları her mikro organizma çeşidi ve farklı üç yıkama seviyesi için Tablo 8’de verilmektedir. Yıkamamış numuneler için K0, 5. yıkama numuneleri için K5 ve 10. yıkama numuneleri için K10 değerleri kullanılmıştır. (çalışma 20. ve 40. yıkama sonrası için yapılmamıştır.)

Tablo 8 Antimikrobiyal etkinliğin belirlenmesinde kullanılan başlangıç organizma sayıları

	K0	K5	K10
<i>E.coli</i>	12.000.000	60.000.000	13.000.000
<i>S.aureus</i>	30.000.000	40.000.000	20.000.000
<i>C.albicans</i>	200.000	400.000	4.000.000

Tablo 9’da numune kumaşların (yıkamasız, 5. yıkama ve 10. yıkama sonrasında) *E.coli*, *S.aureus*, ve *C.albicans* karşısında 1 saat ve 24 saatlik temas süresi sonrasında organizma sayılarındaki azaltma oranları verilmektedir. Tabloda görülen negatif sayılar ilgili numune kumaşın antimikrobiyal etkinliğinin hiç olmadığını, aksine kumaş çeşitleri üzerinde mikro organizmaların artmakta olduğunu ifade etmektedir. Tabloda yer alan italik ve silik olarak yazılmış veriler beklenen sonuçlara uygun bulunmayan, ölçüm hatası yapılma ihtimali olan verilerdir. Örneğin bir numune kumaşın mikro organizma ile 1 saatlik temas sonrasında ortamdaki mikro organizma sayısını azaltıyor iken, 24 saatlik temas sonrasında ortamdaki mikro organizma sayısının artması genel olarak beklenmeyen sonuçlardır. Benzer olarak antimikrobiyal kumaşların ortamdaki mikro organizmalarla temas sürelerinin uzun olması organizma sayısının azalmasına neden olmalıdır. Örneğin 1 saatlik temas sonrasında ortamda canlı kalan organizma sayısının 24 saatlik temas sonrasında ortamda canlı kalan organizma sayısından çok olması beklenir. Ayrıca daha az

sayıda yıkanmış numune kumaşların çok sayıda yıkanmış numunelere göre antimikrobiyal açıdan daha etkin olmaları beklenmektedir.

Tablo 9 Numune kumaşların organizma sayılarındaki azaltma oranları, %
(1 saat ve 24 saatlik temas sonrasında)

		yıkamasız		5 yıkama sonrası		10.yıkama sonrası	
		1 saat	24 saat	1 saat	24 saat	1 saat	24 saat
<i>E. coli</i>	kontrol	-650,00	-2400,00	90,00	-16,67	23,08	-4515,38
	1	66,67	99,92	100,00	98,83	97,69	-207,69
	2	99,94	100,00	99,33	98,33	-23,08	23,08
	3	58,33	100,00	99,72	50,00	99,23	53,85
	4	33,33	99,17	98,33	90,00	93,85	-207,69
	5	41,67	-150,00	99,50	0,00	95,38	38,46
	6	-483,33	-650,00	98,33	-566,67	99,23	-4515,38
<i>S. aureus</i>	kontrol	66,67	-900,00	0,00	-1400,00	97,50	90,00
	1	50,00	99,00	99,98	100,00	98,00	99,95
	2	100,00	100,00	99,95	100,00	99,50	99,95
	3	99,67	99,97	99,75	87,50	95,00	-1900,00
	4	66,67	96,67	99,75	99,93	98,00	95,00
	5	76,67	99,67	99,00	99,50	95,00	100,00
	6	76,67	90,67	99,75	99,98	95,00	98,00
<i>C. albicans</i>	kontrol	-50,00	-4900,00	99,75	0,00	99,75	
	1	80,00	-4900,00	99,75	-4900,00	99,50	
	2	95,50	90,00	98,75	-150,00	99,75	
	3	50,00	-900,00	99,50	-1650,00	99,50	
	4	95,00	-350,00	99,75	50,00	99,00	
	5	60,00	50,00	99,25	-2400,00	99,75	
	6	-50,00	-900,00	99,00	-400,00	99,00	

Not : -Negatif değerler organizma sayılarında artma olduğunu göstermektedir.

-Tabloda silik ve italik yazılmış olan rakamlar ölçme hatası yapılmış olan rakamlardır.

- Tabloda koyu yazılan rakamlar “mükemmel antimikrobiyal etkinliğin elde edildiği ölçümlerdir.

Genel olarak değerlendirildiğinde;

E. coli karşısında 6 numaralı antimikrobiyal madde (kitosan) hariç diğer antimikrobiyal maddelerin etkin olduğu, yıkama sayısı arttıkça etkinlik oranında azalma olduğu gözlemlenmiştir. Yıkamamış numune kumaşlarla yapılan ölçümlerde organizmanın antimikrobiyal kumaş ile temas süresinin artmasının da ortamdaki organizma sayısının azalmasına katkı sağladığı görülmüştür. Yıkama sayısı arttıkça bu durum ortadan kalkmıştır. *E. coli* karşısında 2 ve 3 numaralı antimikrobiyal maddeler yıkamamış numune kumaşlarda “mükemmel” etkinlik göstermiştir. Altı numaralı antimikrobiyal madde hariç diğer antimikrobiyal madde çeşitlerinin tüm numune çeşitleri arasında antimikrobiyal etkinlik derecesi “iyi” ve “kabul edilebilir” seviyelerinde kalmıştır.

S. aureus karşısında tüm antimikrobiyal maddelerin etkin olduğu, yıkama sayısı arttıkça etkinlik oranında azalma olduğu gözlemlenmiştir. Organizmanın antimikrobiyal kumaş ile temas süresinin artmasının ortamdaki organizma sayısının azalmasına katkı sağladığı görülmüştür. Elde edilen antimikrobiyal etkinlik oranı (organizma azaltma oranı) genel olarak üst seviyeler (mükemmel, iyi) civarındadır. 10 yıkama sonrasındaki numune kumaşlarda elde edilen R azaltma oranları oldukça yüksektir. Daha yüksek yıkama sayılarında da kumaşların antimikrobiyal etkinliğinin devam edeceği beklenmelidir.

C.albicans karşısında temas süresi 1 saatten 24 saate çıktığında ortamdaki organizma sayısının arttığı görülmektedir. Kvarter amonyum esaslı antimikrobiyal maddeler olan 2 ve 5 numaralı antimikrobiyal maddelerin etkinliği yıkanmamış numunelerde görülmekle beraber, yıkanmış numunelerde 24 saatlik temas sonrasında etkinliğin kaybolduğu görülmüştür.

Şekil 24, Şekil 25 ve Şekil 26'da yıkanmamış numunelerin temas süresine bağlı olarak gösterdikleri antimikrobiyal etkinlik değişimi logaritmik skala kullanılarak hazırlanmış olan grafiklerle gösterilmektedir. Grafiklerde yatay eksen numune kumaş çeşitleri, dikey eksen ortamda bulunan canlı organizma sayıları gösterilmektedir. Farklı organizmalar karşısında; yıkanmamış, 5 yıkama ve 10 yıkama sonrasında test edilmiş olan numunelerin ortak özelliği, **kontrol numunelerinin** organizma ile temas süresi arttıkça kumaş üzerinde bulunan mikroorganizma sayılarının arttığıdır. Temas süresinin 1 saatten 24 saate çıkmış olması kontrol numuneleri üzerindeki organizma sayılarının en az yirmi kat artmasına neden olmuştur.

Antimikrobiyal işlem gördükten sonra hiç yıkama yapılmadan antimikrobiyal etkinlik testi uygulanmış olan numune kumaşlarda temas süresinin önemli olduğu görülmüştür.

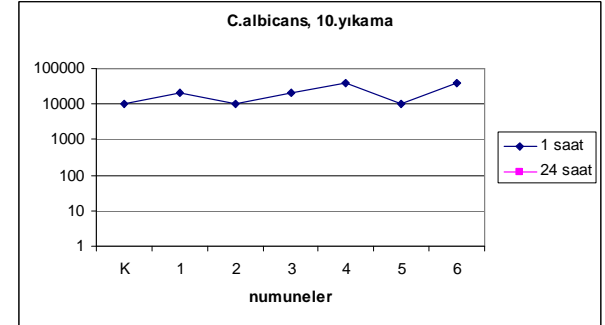
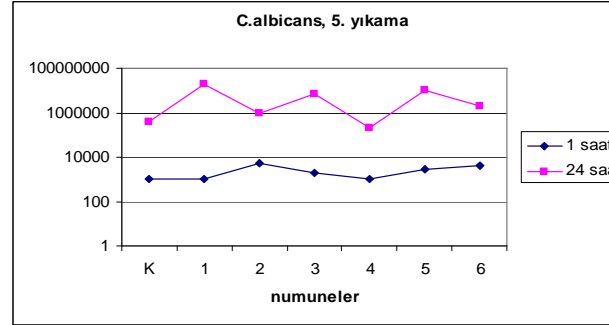
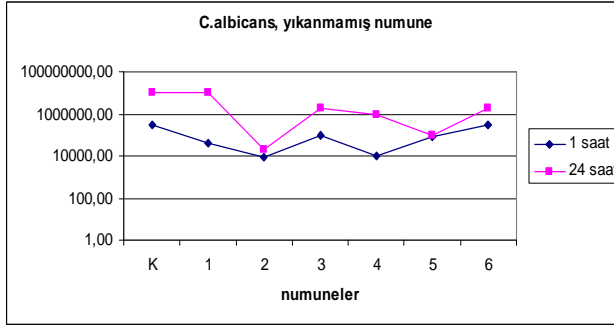
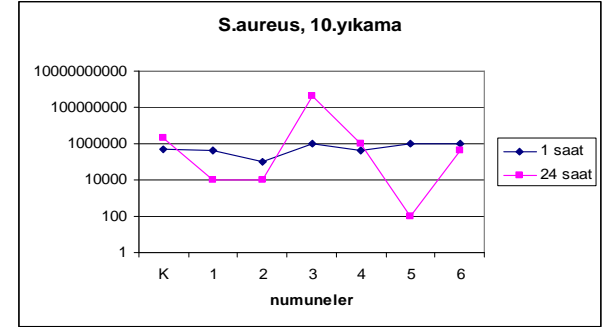
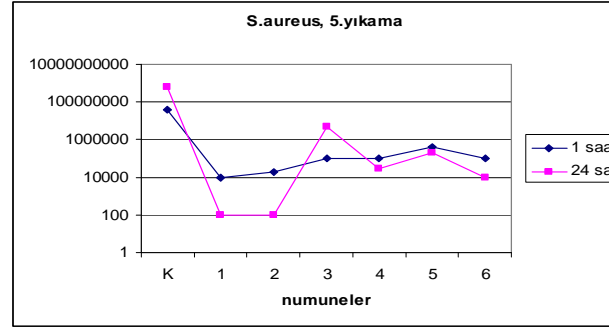
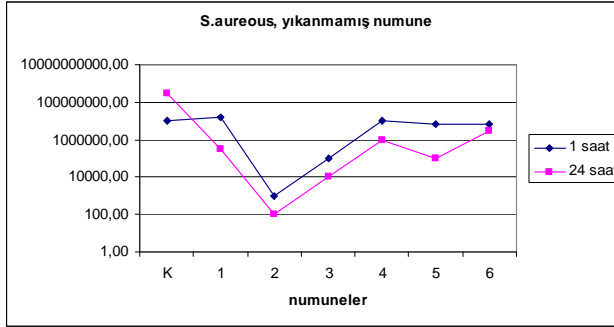
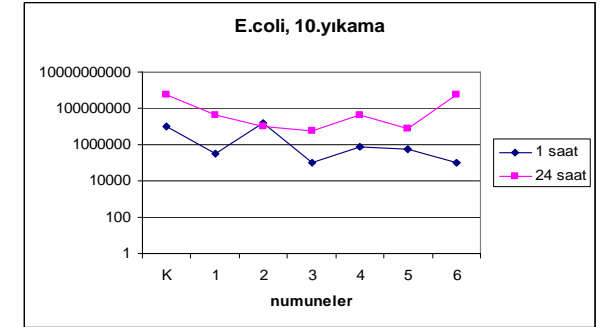
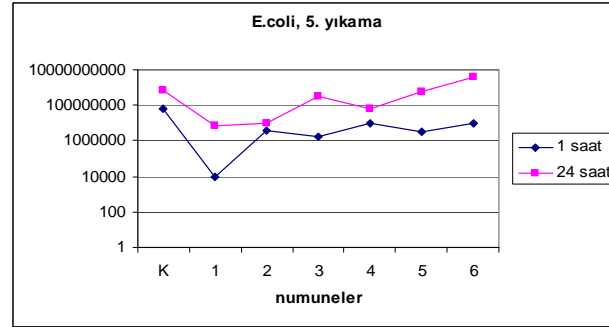
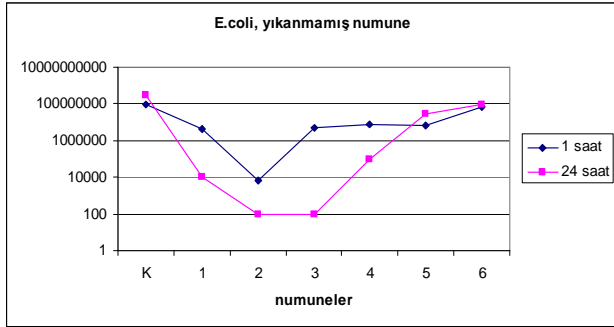
E.coli karşısında tüm numunelerin kontrol numunesi üzerindeki organizma sayılarından daha düşük seviyede kaldıkları, yani organizma sayılarının azalmasını sağladıkları görülmüştür. 5 numaralı numuneye ait ölçümde 24 saatlik temas süresi sonunda ortamdaki organizma sayısının 1 saatlik temas süresindeki sayıdan fazla olduğu görülmektedir. Aynı numunenin yıkandıktan sonraki performansı dikkate alındığında bu ölçümde bir hata yapıldığı kabul edilmiştir. (ancak ölçüm grafikten çıkarılmamıştır.) 6 numaralı antimikrobiyal madde ile işlem görmüş numune kumaşın da *E.coli* karşısındaki etkinliğinin zamanla değişmediği görülmüştür. En etkin antimikrobiyal madde çeşidinin 2 numaralı antimikrobiyal madde olduğu belirlenmiştir.

S.aureus karşısında tüm numunelerin kontrol numunesi üzerindeki organizma sayılarından daha düşük seviyede kaldıkları görülmüştür. 6 numaralı antimikrobiyal madde ile işlem görmüş numune kumaşın organizma karşısındaki etkinlik seviyesi 1 saatlik temas süresi ve 24 saatlik temas süresi için yaklaşık aynı kalmıştır. En etkin antimikrobiyal madde çeşidinin 2 numaralı antimikrobiyal madde olduğu belirlenmiştir.

C.albicans karşısında tüm numunelerin kontrol numunesi üzerindeki organizma sayılarından daha düşük seviyede kaldıkları görülmüştür. Ancak bu organizmada diğerlerinden farklı olarak kumaş ile temas süresi arttığında ortamdaki organizma sayısının da arttığı görülmüştür. 24 saatlik temas süresinde en iyi sonuçların kvarter amonyum esaslı antimikrobiyal maddeler olan 2 ve 5 numaralı antimikrobiyal maddelerle işlem görmüş numuneler ile elde edildiği görülmüştür.

Antimikrobiyal işlem gördükten sonra beş yıkama yapılmış olan numune kumaşların üç mikro organizma karşısında temas sürelerine bağlı antimikrobiyal etkinlikleri Şekil 25'de görülen üç grafikte verilmiştir.

E.coli karşısında tüm numune kumaşlar benzer antimikrobiyal davranış sergilemiştir. Kontrol numunesi dahil tüm numunelerde temas süresi arttığında ortamdaki organizma sayısında azalma yerine artış görülmüştür. Genel olarak antimikrobiyal etkinlik devam etmesine rağmen azaltma oranı düşmüştür. Burada en etkili numunenin 1 numaralı numune olduğu görülmüştür.



Şekil 24 Yıkanmamış numuneler üzerindeki organizma sayılarının yıkama sayıları ve temas süresine bağlı değişimi

Şekil 25 Beş yıkama sonrasında numuneler üzerindeki organizma sayılarının yıkama sayıları ve temas süresine bağlı değişimi

Şekil 26 On yıkama sonrasında numuneler üzerindeki organizma sayılarının yıkama sayıları ve temas süresine bağlı değişimi

S.aureus karşısında kontrol numunesi ve 3 numaralı numune hariç diğer beş numune kumaş temas süresi arttığında antimikrobiyal etkinliğini arttırmaya devam etmiştir. Özellikle 1 ve 2 numaralı numunelerde antimikrobiyal etkinlik önemli seviyede artmıştır.

C.albicans karşısında tüm numunelerde organizmanın kumaş ile temas süresi arttığında ortamdaki organizma sayısının da arttığı görülmüştür.

Antimikrobiyal işlem gördükten sonra on yıkama yapılmış olan numune kumaşların üç mikro organizma karşısında temas sürelerine bağlı antimikrobiyal etkinlikleri Şekil 26'da görülen üç grafikte verilmiştir.

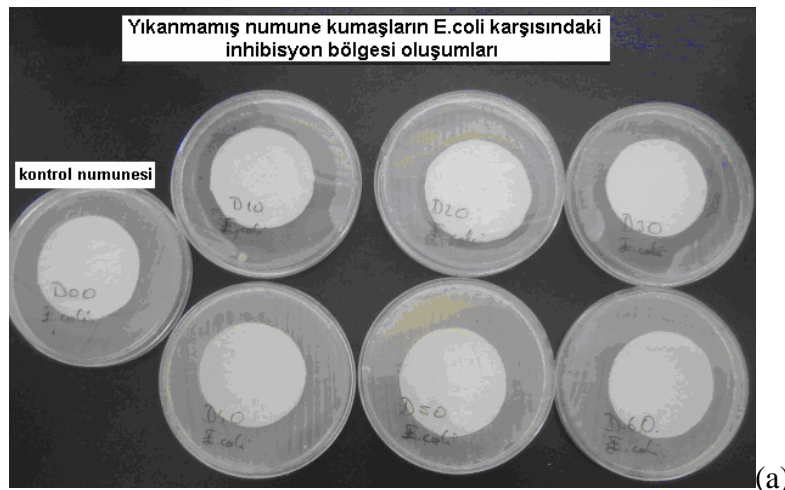
E.coli karşısında tüm numune kumaşlar benzer antimikrobiyal davranış sergilemiştir. Kontrol numunesi dahil tüm numunelerde temas süresi arttığında ortamdaki organizma sayısında azalma yerine artış görülmüştür. 5. yıkama sonrasındaki antimikrobiyal durum ile benzer bir durum oluşmuştur. Genel olarak antimikrobiyal etkinlik devam etmesine rağmen R azaltma oranı düşmüştür.

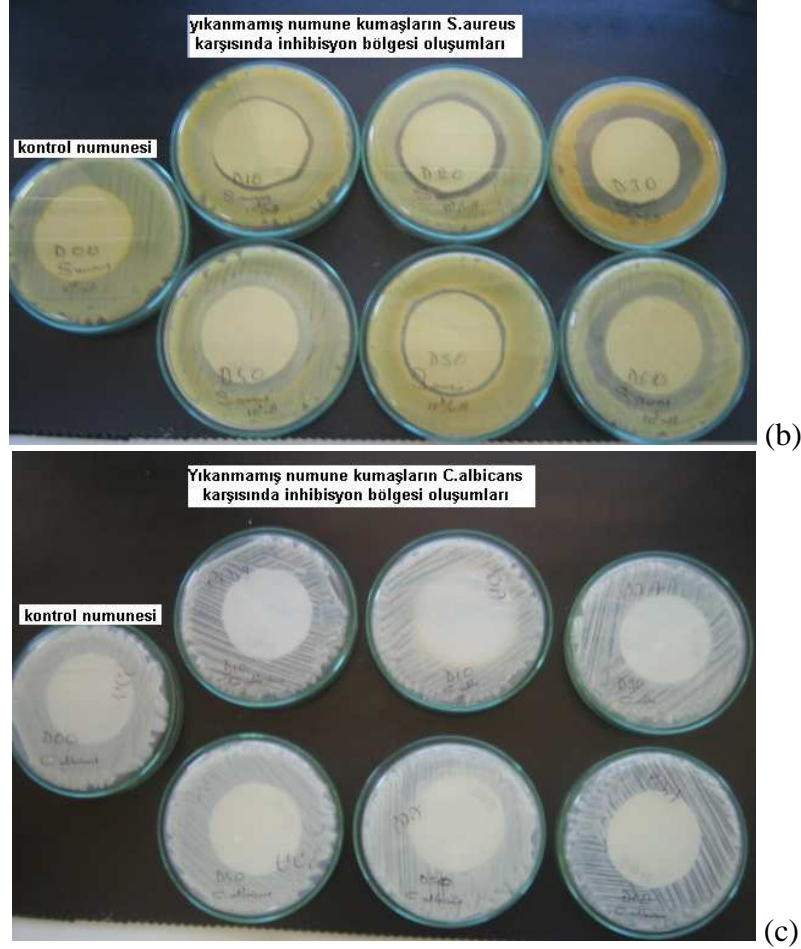
S.aureus karşısında kontrol numunesi, 3 ve 4 numaralı numuneler hariç diğer dört numune kumaş temas süresi arttığında antimikrobiyal etkinliğini arttırmaya devam etmiştir. 10. yıkama sonrasında numune kumaşların antimikrobiyal etkinlik davranışının 5. yıkama sonrasında elde edilen davranışa benzer olduğu görülmüştür.

C.albicans karşısında 10 .yıkama numuneleri için yapılan antimikrobiyal testlerde sadece 1 saatlik temas sonrasındaki antimikrobiyal etkinlik ölçümü yapılmıştır. 5. yıkan sonrasında yapılan testlerde 24 saatlik temas sonrasında tüm numune kumaşların antimikrobiyal etkinliklerinin kötüleştiği görüldüğünden 10. yıkama sonrasındaki numune kumaşlar içinde benzer bir durum oluşacağı öngörülmüş ve 24 saatlik temas testleri yapılmamıştır. 1 saatlik temas sonrasında elde edilen antimikrobiyal etkinlik incelendiğinde kontrol numunesi ile antimikrobiyal işlem görmüş olan numune kumaşlar arasında antimikrobiyal etkinlik açısından olumlu bir sonuç elde edilememiştir.

4.1.2 AATCC 147

AATCC 147 standardına uygun olarak yapılan ölçümlerde numune kumaşlar etrafında oluşan inhibisyon bölgesinin genişliği antimikrobiyal etkinliğin büyüklüğünü göstermektedir. Şekil 27'de yıkanmamış numune kumaşların üç ayrı organizma ile etkileşimi görsel olarak verilmektedir.





Şekil 27 AATCC 147 standardı ile yapılmış antimikrobiyal etkinlik test sonuçları, (yıkamamış numuneler)

Burada Şekil 27 (a) ve (b)'de *E.coli* ve *S.aureus* karşısında numune kumaşlar etrafında inhibisyon bölgesi oluştuğu, ancak *C.albicans*. karşısında numune kumaşların inhibisyon bölgesi oluşturamadıkları görülmüştür. Kumaşlar etrafında herhangi bir boşluk oluşmamasına rağmen kumaşların alt kısımlarında organizma mevcudiyetinin azalma yönünde etkilendiği görülmüştür.

AATCC 147 yöntemi sadece yıkanmamış kumaş numuneleri için yapılmış olup yıkanmış numuneler için bu testin yapılmamasına karar verilmiştir.

AATCC 147 test yöntemi ile elde edilen sonuçların AATCC 100 yönteminde elde edilen veriler ile kabaca örtüştüğü söylenebilir. Her iki test yönteminde de numune kumaşların *E.coli* ve *S.aureus* için antimikrobiyal olarak etkin olabildikleri, *C.albicans* için ise etkinliğin sınırlı kaldığı görülmüştür.

4.2. KUMAŞ PERFORMANS ÖZELLİKLERİ ÖLÇÜM BULGULARI

4.2.1 KUMAŞLARDA PERFORMANS ÖZELLİKLERİNİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER

Kumaşlarda fiziksel performans özelliklerini etkileyen parametreler arasında numune kumaşların önceden görmüş oldukları işlemlerin oldukça önemli olduğu bilinmektedir. Özellikle kumaşın işlem gördüğü kimyasallar, yıkama sonrası kumaş atkı ve çözgü sıklıklarının değişimi, kumaş üzerindeki nem içeriği kumaş mukavemet değerlerini etkilemektedir.

Yürütülen bu çalışmada kullanılan test numunelerini birbirinden ayıran temel özellikler antimikrobiyal işlem ve yıkama sayısının farklı olması olduğundan %100 pamuk kumaş numunelerinin fiziksel performans özellikleri açısından bu durumdan etkilenmesi beklenilmektedir. Ayrıca yaş işlemlerden geçen pamuklu kumaşta çok düşük miktarlarda da olsa çekme görüleceği ve buna bağlı mukavemet değişimleri gibi sonuçlar ortaya çıkabileceği beklenmektedir. Yıkamalar sonrası kumaş üzerinde tutulan kalıcı nem miktarları kumaş mukavemet değerleri üzerinde etkili olması, ayrıca tekrarlı yıkamaların kumaş gramajında değişime neden olması beklenilmektedir. Yıkamalar sonucunda kumaş aşınması ve kumaş üzerinde kalan residual maddeler kumaş performans özellikleri üzerinde olumsuz etkilere neden olması öngörülmüştür.

Numune kumaşlara ait mukavemet test sonuçlarından önce, bitim işlemleri ve yıkamalara bağlı olarak kumaş sıklığı, kumaş nem içeriği ve kumaş gramajındaki değişimler ve ayrıca numunelerden alınmış olan ipliklerin mukavemet değerleri incelenmiştir.

4.2.1.1 Numune Sıklık Değişimleri

Tablo 10'da numune kumaşların ortalama sıklık değerleri verilmektedir. Sıklık değerleri incelendiğinde genel olarak yıkama sayısı arttıkça kumaş sıklıklarının arttığı ancak bu artışların çok düşük seviyelerde olduğu görülmüştür. Kontrol numunesinde çözgü sıklığı 25 tel/cm, atkı sıklığı ise 24 tel/cm olarak belirlenmiştir. Antimikrobiyal işlem görmüş numune kumaşlarda sıklık değerinin değişmediği görülmüştür. (4 ve 5 numaralı numune kumaşların çözgü sıklık verilerinde sıklığın çok az miktarda azaldığı yani kumaşın genişlediği görülmüştür. Ancak bu durum ihmal edilmiştir.)Yıkama sayısı arttıkça kumaş sıklık değerleri artmış ve çözgü sıklığı en yüksek 26,3333 tel/cm; atkı sıklığı ise en yüksek 24,625 atkı/cm değerine kadar yükselmiştir.

Tablo 10 Numune kumaşların atkı ve çözgü yönündeki ortalama sıklık değerleri,

numune		yıkamasız	1. yıkama	5. yıkama	10. yıkama	20. yıkama	40. yıkama
Kontrol	Çözgü	25	26	—	26	26,1667	26,3333
	Atkı	24	24	—	24,125	24	24,5
1	Çözgü	25	25,5	25,5	25,5	25,5	26
	Atkı	24	24	24,1667	24	24,5	24,3
2	Çözgü	25	25,125	24,5	25,5	25,5	26
	Atkı	24	24	24,3	24,4	24,5	24,625
3	Çözgü	25	25,333	25,5	25,5	25,8	26
	Atkı	24	24	24	24	24,125	24,5
4	Çözgü	24,75	25,4	25,643	25,9	25,125	26,167
	Atkı	24	24	24,5	23,875	24	24,167
5	Çözgü	24,875	25,75	25,5	24,5	—	26,25
	Atkı	24	24	24,125	24,25	—	24,5
6	Çözgü	25	25	25,875	25	26	26,125
	Atkı	24	24	24	24,5	24	24,125

4.2.1.2 Numune Gramaj Değişimleri

Tablo 11'de numune kumaşların kondisyon edildikten sonraki ve 4 saat süreyle 105°C sıcaklıkta etüvde kurutulduktan sonraki gramaj değerleri ayrı ayrı verilmektedir. Gramaj değerleri incelendiğinde kontrol numunesi ağırlıklarının başlangıçta kondisyonlanmış numune için 153g/m² ve etüvde kurutulmuş numune için 148,62 g/m² olduğu belirlenmiştir. Bu gramaj değerlerinin her ikisinin de antimikrobiyal işlemler ve yıkama

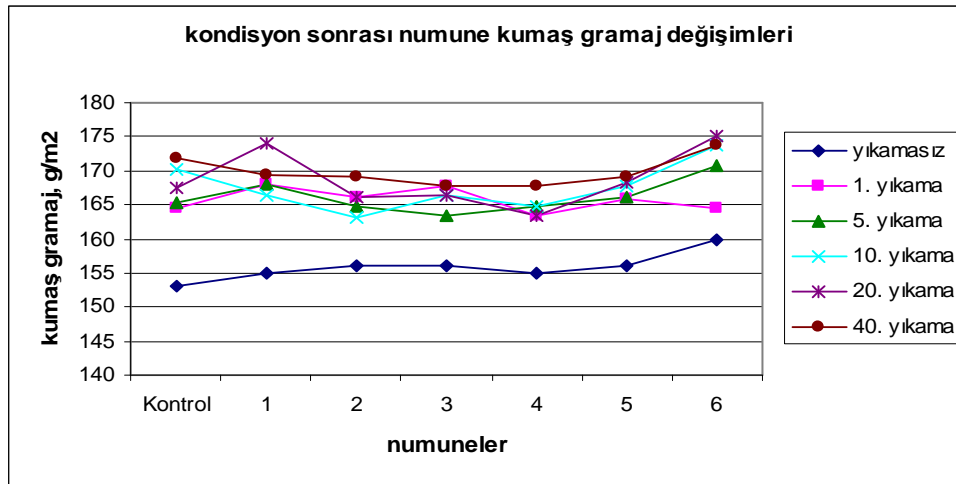
sayılarına bağlı olarak arttığı görülmektedir. Bu artışlar bitim işlemleri sırasında kumaş yüzeyine aktarılan yardımcı kimyasallardan kaynaklanmıştır. Yıkama sonrasında yapılan ölçümlerde de yıkama sayısının kumaş gramajında artışa neden olduğu görülmüştür. Yıkama sayılarındaki artışın kumaş aşınmasına ve gramajda azalmaya neden olacağı beklenen bir bulgu olmakla beraber aşınmaya bağlı olası gramaj azalmalarının kumaş yüzeyinde biriken kalıntılar ve nem artışı ile kompanse edildiği kabul edilmiştir.

Tablo 11 Kumaş numunelerinin gramaj değişimleri

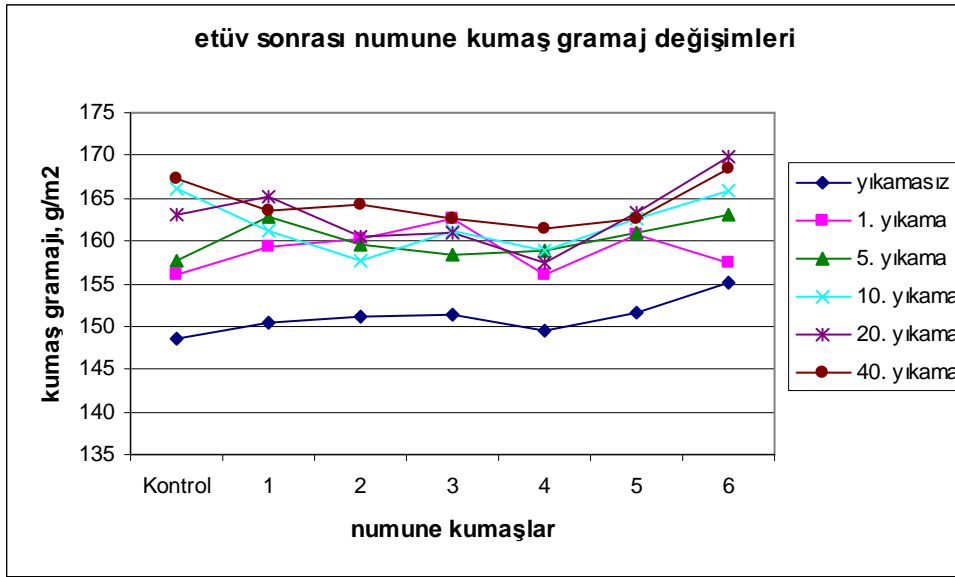
numune		yıkamasız	1. yıkama	5. yıkama	10. yıkama	20. yıkama	40. yıkama
Kontrol	Kondisyon sonrası	153,00	164,55	165,20	170,32	167,43	171,77
	Etüv sonrası	148,62	156,13	157,78	166,00	163,07	167,26
1	Kondisyon sonrası	155,00	168,00	168,00	166,50	174,00	169,50
	Etüv sonrası	150,48	159,32	162,77	161,24	165,18	163,45
2	Kondisyon sonrası	156,00	166,16	164,71	163,24	166,16	169,07
	Etüv sonrası	151,14	160,32	159,54	157,60	160,39	164,34
3	Kondisyon sonrası	156,00	167,77	163,36	166,31	166,31	167,77
	Etüv sonrası	151,31	162,54	158,40	161,11	160,99	162,65
4	Kondisyon sonrası	155,00	163,36	164,83	164,83	163,36	167,77
	Etüv sonrası	149,53	156,07	158,88	158,94	157,40	161,38
5	Kondisyon sonrası	156,00	165,80	166,24	167,77	168,35	169,25
	Etüv sonrası	151,59	160,80	160,99	162,69	163,24	162,49
6	Kondisyon sonrası	160,00	164,58	170,62	173,64	175,15	173,64
	Etüv sonrası	155,02	157,46	163,12	165,96	169,75	168,35

Kumaş gramajındaki artışlar Şekil 28 ve Şekil 29’da görsel olarak verilmektedir. Grafiklerin her ikisinde de en düşük nem içeriğinin kontrol numunesinde olduğu görülmüştür. Kumaş yaş işlemleri, kumaşın geçirmiş olduğu yaş işlem sayısı kumaş üzerindeki nem miktarını arttırmaktadır. Kontrol numunesinin yıkanmamış ve yıkanmış durumlardaki nem içerikleri sürekli artmaktadır. Yıkanmamış kumaş numunelerinde gramaj yıkama işlemi görmüş olan numunelere göre oldukça düşük kalmıştır. Özellikle 6 numaralı antimikrobiyal işlem sonrasında kumaş gramaj değerlerinin en yüksek oranda arttığı görülmektedir.

Yıkamalar sonrasında kumaş gramajlarındaki artışların; kumaş sıklığı, kumaş içerisinde tutulan higroskopik nem, ve yıkamalar sonunda kumaş yüzeyine tutunarak kalan residual artıklardan kaynaklandığı düşünülmektedir.



Şekil 28 Kondisyon sonrası kumaş numunelerinin gramaj değişimleri



Şekil 29 Etüvde kurutma sonrası kumaş numunelerinin gramaj değişimleri

4.2.1.3 Numune Nem İçeriklerindeki Değişimleri

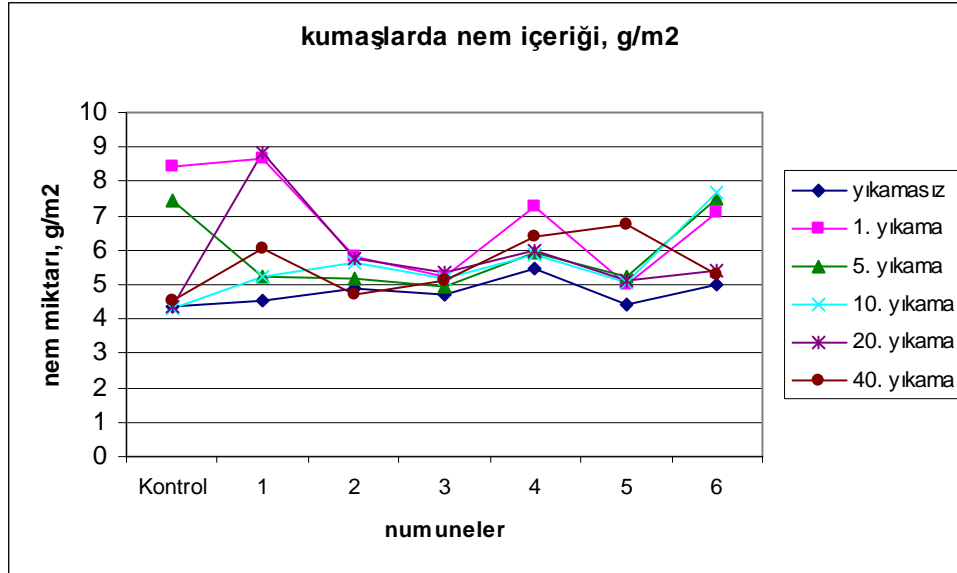
Tablo 11’de verilen kumaş nem içerikleri incelendiğinde kondisyone edilmiş kumaş gramajları ile etüvde kurutulmuş içeriğindeki nem alınmış olan kumaş gramajları arasındaki farklar Tablo 12’de verilmektedir. Burada verilen rakamlar g/m^2 olarak kumaşlarda bulunan nem içeriklerini göstermektedir. Şekil 30’da numune kumaşlardaki nem miktarları grafik olarak gösterilmiştir. Yıkamamış kontrol numunesinin nem miktarı en düşük olup, yıkamamış numunelerin tamamındaki nem miktarı da düşük seyretmektedir. Antimikrobiyal bitim işlemi görmüş olan kumaşlar ile hiçbir işlem görmemiş olan yıkamasız kontrol kumaşının nem içerikleri birbirine yakın değerde olmasına rağmen bitim işleminin kumaş nem içeriğinde artışa neden olduğu söylenmelidir. Kumaşlara uygulanan antimikrobiyal bitim işleminde kumaşlar çok kısa süreli de olsa yaş işlem görmüş (emdirme metodu) ve arkasından yüksek sıcaklıkta kurutma işlemine (ramözde $130^{\circ}C - 150^{\circ}C$ sıcaklık, 3 dak.) maruz kalmışlardır. (Tablo 5)

Tablo 12 Numune kumaşlarda bulunan nem miktarları, g/m^2

Numune	yıkamasız	1. yıkama	5. yıkama	10. yıkama	20. yıkama	40. yıkama
Kontrol	4,38	8,42	7,42	4,32	4,36	4,51
1	4,52	8,68	5,23	5,26	8,82	6,05
2	4,86	5,84	5,17	5,64	5,77	4,73
3	4,69	5,23	4,96	5,20	5,32	5,12
4	5,47	7,29	5,95	5,89	5,96	6,39
5	4,41	5,00	5,25	5,08	5,11	6,76
6	4,98	7,12	7,50	7,68	5,40	5,29

Numune kumaşlar yıkama işlemine tabi tutulduktan sonra üzerlerindeki nem miktarları artmıştır. Yıkama işlemindeki uzun süreli sıcak ve yaş ortam ile muamele ve laboratuvar ortamında asarak yapılan kurutma sonrasında numune kumaş üzerindeki nem içeriği artmıştır. Bu artış 1. ve 5. yıkamalar sonrasındaki numunelerde belirgin olarak görülmektedir. Daha sonraki yıkamalar sonrasındaki numunelerdeki nem içeriklerinde ise düşüşler görülmüştür. Ancak nihai nem içerikleri (40.yıkama) incelendiğinde numune

nem içeriklerinin hepsinin yıkamasız numunelere göre yüksek oldukları görülmüştür. 1. yıkama sonrasındaki yıkamalar sonrasında yapılan nem ölçümlerinde görülen azalma kumaş üzerinde birikmeye başlayan residue (kalıntı) ile açıklanabilecektir. Bu durumu açıklamak için kumaş üzerinde biriken residue (deterjan, yıkama sularındaki mineraller ve diğer atıklar) miktarları araştırılmıştır.



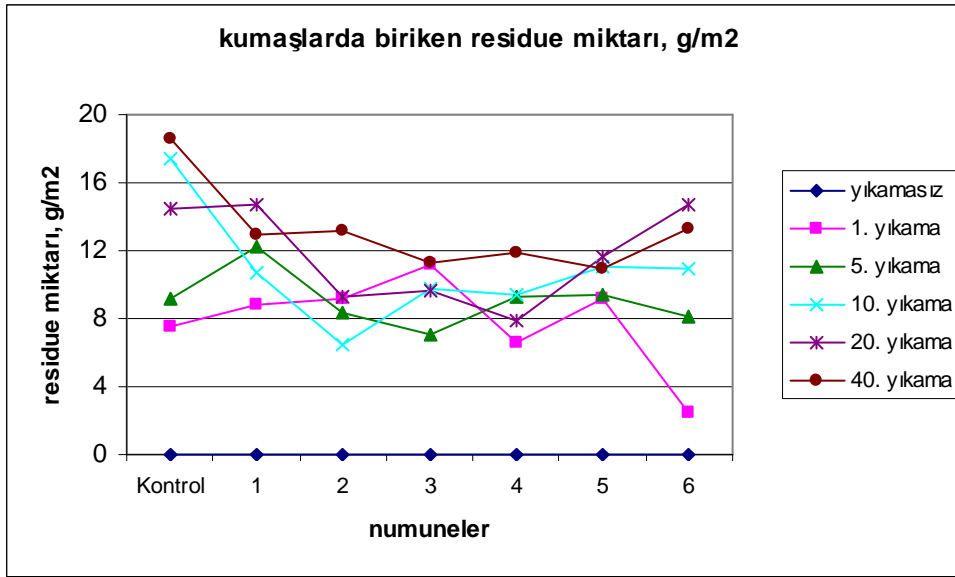
Şekil 30 Numune kumaşlarda bulunan nem miktarları, g/m²

4.2.1.4 Numune Üzerindeki Kalıntı Miktarındaki Değişimler

Tablo 13 ve Şekil 31’de numune kumaşlar üzerinde bulunan residue miktarları verilmektedir. Başlangıçta kullanılan yıkanmamış numunelerin tamamı için “0” kabul edilen residue miktarı yıkama sayısı arttıkça yükselmiştir. 40. yıkama sonunda numuneler üzerindeki residue miktarı genel olarak en yüksek değere ulaşmıştır. Numune kumaşlar arasında yapılan değerlendirmede en fazla residue birikiminin kontrol kumaşı olan üzerinde herhangi bir antimikrobiyal bitim kimyasalının bulunmadığı kumaş üzerinde biriktiği belirlenmiştir. Numune kumaşlarda biriken residue miktarının kumaş üzerinde tutulabilen nem miktarını azalttığı gözlemlenmiştir. Bu durum kumaşın sertleşmesi ve buna bağlı olarak nem tutuculuğunun azalması ile açıklanabilecektir.

Tablo 13 Numune kumaşlarda biriken residue miktarları, g/m²

Numune	yıkamasız	1. yıkama	5. yıkama	10. yıkama	20. yıkama	40. yıkama
Kontrol	0,00	7,51	9,16	17,38	14,45	18,64
1	0,00	8,84	12,29	10,76	14,70	12,97
2	0,00	9,18	8,40	6,46	9,25	13,20
3	0,00	11,23	7,09	9,80	9,68	11,34
4	0,00	6,54	9,35	9,41	7,87	11,85
5	0,00	9,21	9,40	11,10	11,65	10,90
6	0,00	2,44	8,10	10,94	14,73	13,33

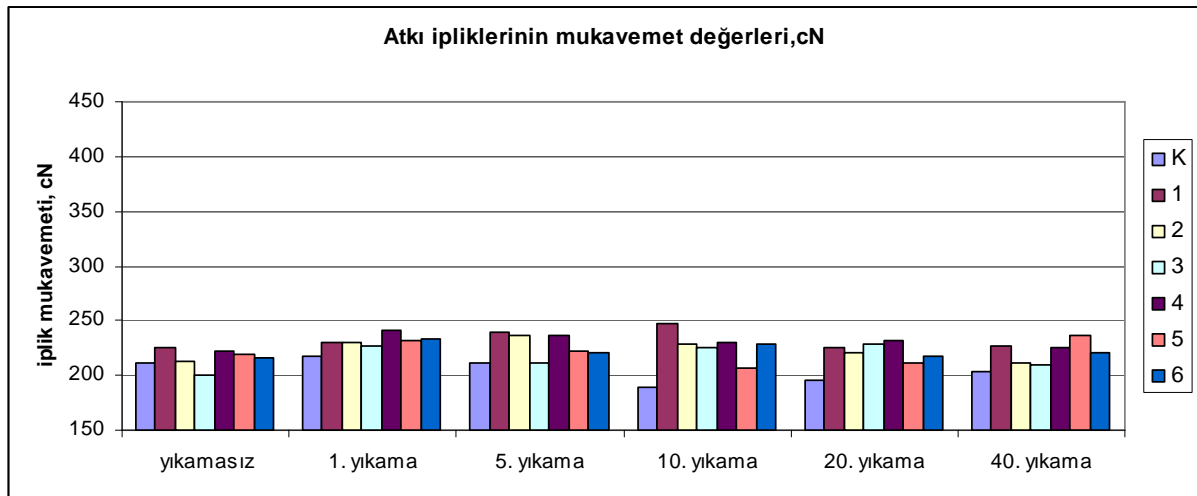


Şekil 31 Numune kumaşlarda bulunan residue miktarları, g/m²

100% pamuklu kumaş olan numune kumaşlar üzerindeki nem miktarının artmasının mukavemet değerlerini olumlu yönde etkilemesi beklenmektedir. Ancak mukavemet ölçümlerinde nem miktarının yanında yukarıda bahsedilmiş olan diğer parametrelerinde önemli olduğu unutulmamalıdır.

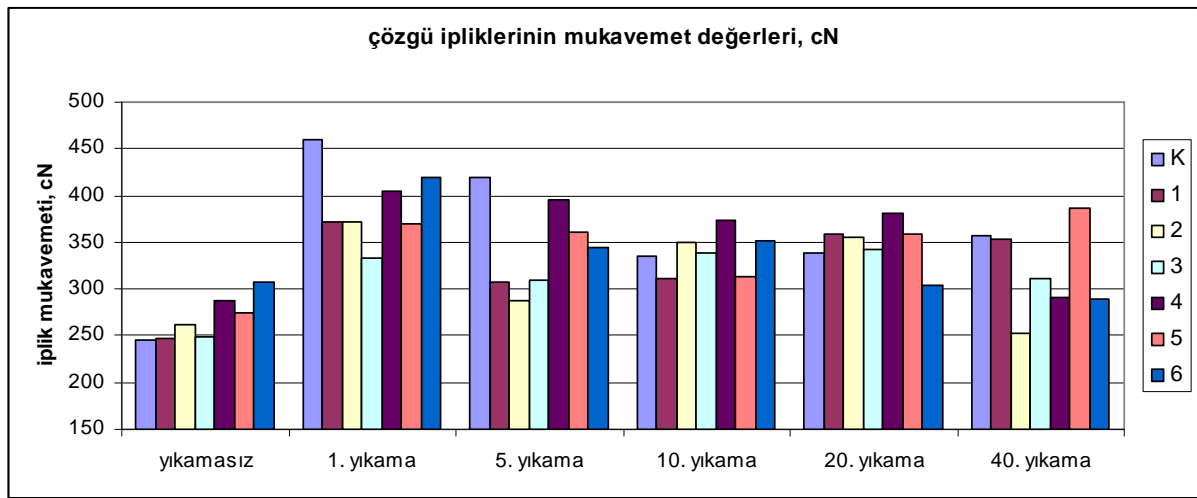
4.2.1.5 Numune Kumaşlarda Atkı Ve Çözümlü İpliklerinin Mukavemet Değişimleri

Numune kumaşların mukavemet değerlerini incelemeye başlamadan önce kumaşı oluşturan atkı ve çözgü ipliklerinin mukavemetlerinin belirlenmesi önemlidir. Şekil 32'de numune kumaşlardan alınan atkı ipliklerinin ve Şekil 33'te de çözgü ipliklerinin tek iplik mukavemet değerleri görsel olarak verilmiştir. Burada dikkat çekici noktalardan bir tanesi yıkanmamış numuneler ile 1. yıkama sonrasındaki numunelerin mukavemet değerlerindeki artıştır. Tüm numune çeşitleri için geçerli olan bu durum özellikle çözgü ipliklerinde daha da belirgindir.



Şekil 32 Atkı ipliklerinin mukavemet değerleri, cN

Antimikrobiyal bitim işleminde çok kısa süre yaş ortamda tutulduktan sonra ramözde yüksek sıcaklıkta (130°C -150°C) kurutulan numuneler üzerindeki nem miktarı 1. yıkamadan sonra test edilen numune kumaşlar üzerindeki nem miktarlarına göre düşük seviyededir. (Şekil 30) 1. yıkama işlemi sonrasındaki mukavemet artışı kumaşlardaki nem miktarının artışı ile paralellik göstermektedir. Şekil 30'da verilen kumaş nem içeriklerine ait grafikte görüldüğü gibi 1. yıkama sonrasında kumaşlar üzerindeki nem miktarında önemli artış görülmüştür. Yıkama sayıları arttıkça kumaş nem içeriğindeki artış oranı azalmakla beraber, tüm durumlar için numunelerdeki nem miktarı yıkanmamış numunelerin nem içeriğinden fazla olup bu durum iplik mukavemet değerleri için de genel olarak aynıdır. Bilindiği üzere pamuk elyafının mukavemet değeri nem arttıkça artmaktadır. Elyaf mukavemetinde beklenen bu artış %100 pamuklu kumaş olan numunelerden çıkarılmış olan atkı ve çözgü ipliklerinde de görülmektedir.



Şekil 33 Çözgü ipliklerinin mukavemet değerleri, cN

4.2.2 KUMAŞ KOPMA MUKAVEMETİ ÖLÇÜM BULGULARI

Mukavemet değeri üzerinde etkili olan kumaş yapısal parametrelerinden sıklık ve kumaş nem içeriği kumaşların tabii tutuldukları fiziksel ve kimyasal işlemlere bağlı olarak değişmektedir. Numune kumaşlara uygulanan antimikrobiyal işlemler sırasında kullanılan kimyasal maddelerin pamuk elyafı üzerinde yapacağı kimyasal ve fiziksel etki, yaş işlemler nedeni ile kumaş sıklığındaki değişimler, pamuk elyafının nem içeriğindeki değişim, pamuk üzerinde biriken kalıntıların kumaş emiciliği üzerindeki etkileri kumaş mukavemet değerlerinde değişimlere neden olmaktadır. Bu değişimler herhangi bir antimikrobiyal işlem görmemiş kontrol numunesi ile işlem görmüş olan numune kumaşlar kullanılarak yapılan testlerde ortaya konmuştur. Ayrıca kumaş performansını etkileyecek mekanik ve ısıl etkileri olan bir yaş işlem olan evsel yıkama süreci kumaş mukavemet değerlerini etkilemektedir.

Bu aşamada elde edilen verilerin yorumlanmasında bitim işlemlerinde kullanılan kimyasal maddelerin kumaş yapısal parametreleri üzerindeki etkilerinin derinlemesine incelenmesinden çok; farklı ticari antimikrobiyal tekstil yardımcı kimyasallarının %100 pamuklu kumaş özellikleri üzerindeki etkilerinin karşılaştırılması yapılmıştır. Bu amaca yönelik olarak kumaş performans ölçümlerinde de karşılaştırma yapılmaktadır.

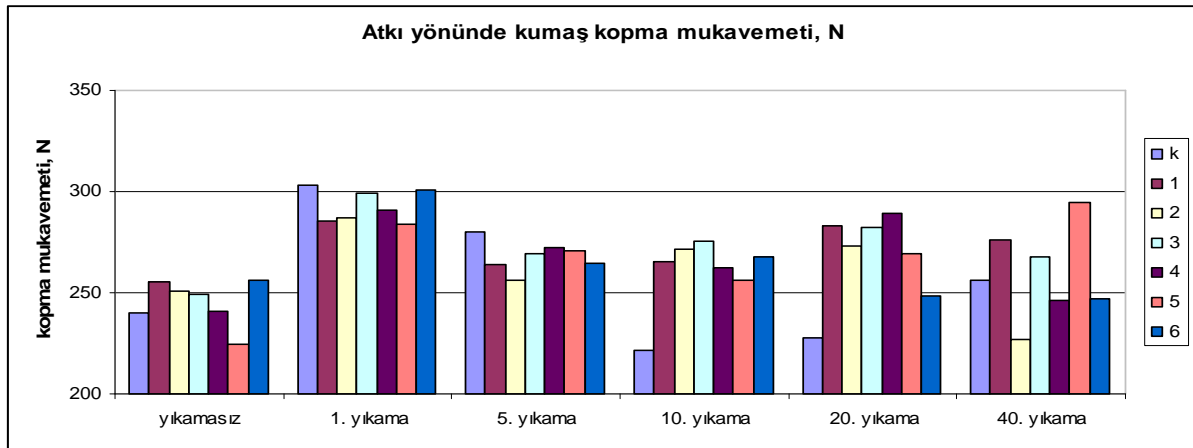
4.2.2.1 Atkı Yönünde Kumaş Kopma Mukavemeti

Atkı yönündeki kopma dayanımı verileri Tablo 14 ve Şekil 34’de verilmektedir.

Tablo 14 Atkı yönünde ortalama kopma mukavemeti değerleri, N

Antimikrobiyal kumaş çeşitleri	yıkamasız	1. yıkama	5. yıkama	10. yıkama	20. yıkama	40. yıkama
kontrol	240,19	303,07	280,00	221,66	227,93	256,44
1	255,40	285,04	263,68	265,49	282,73	276,04
2	250,82	286,60	256,44	271,56	272,81	226,90
3	249,18	299,20	269,54	275,05	282,07	267,79
4	240,64	290,85	272,40	262,08	288,92	245,98
5	224,52	283,47	270,54	256,47	268,91	294,47
6	255,99	300,54	264,58	268,00	248,29	246,85

Yıkama işlemlerinin mukavemet değerleri üzerindeki etkisi incelendiğinde atkı yönündeki kopma mukavemet değerlerinin 1. yıkama işlemi sonunda arttığı görülmüştür. 5. yıkama işleminden sonra ise kumaş atkı mukavemet değerlerinde tekrar bir azalma eğilimi olduğu görülmüştür. Ancak azalmalar sonunda ulaşılan seviye genel olarak yıkanmamış numunelerin mukavemet seviyelerinden daha yüksekte kalmaktadır. Atkı yönündeki kumaş mukavemet değişim grafiği atkı ipliklerinin mukavemet değişim grafiği (Şekil 32) ile benzer bir profil sergilemektedir. Kumaşlarda 1. yıkamalar sonrası görülen mukavemet artışları ipliklerdeki artışlara göre daha belirgindir. 1. yıkamalar sonunda kumaş nem içerik değerlerindeki (Şekil 30) artış göz önünde bulundurulduğunda kumaş atkı mukavemet değerlerinin kumaşın nem içeriğinden etkilendiği görülmektedir. Ayrıca yıkamalara bağlı olarak kumaş atkı sıklık değerinde ortaya çıkan artışta (Tablo 10) kumaş mukavemetindeki artışa katkı sağlamaktadır. Yıkamaya bağlı aşınmalardan kaynaklanabilecek muhtemel mukavemet azalmaları, nem içeriğindeki artış ve kumaş sıklık değerlerindeki artış ile kompanze edilmektedir.



Şekil 34 Atkı yönünde ortalama kopma mukavemeti değerlerinin karşılaştırmalı görünümü, N

Kontrol numunesinin mukavemet değerinin 1. ve 5. yıkama sonrasında diğer kumaşlara göre daha yüksek olduğu, sonraki 10. ve 20. yıkamalarda kontrol numunesinin mukavemet değerinin azaldığı ve 40. yıkama sonrasında kontrol numunesinin mukavemet değerinin yeniden arttığı görülmüştür. Burada görülen azalmalar numune kumaşın aşınması ve içeriğindeki nem miktarının azalması ile açıklanabilecektir. 40. yıkama

sonrasındaki mukavemet artışı ise atkı sıklığındaki artış (Tablo 10) ve kumaş yüzeyinde biriken kalıntı miktarındaki artışın sağladığı (Şekil 31) olası kalınlaşma ile açıklanabilecektir.

Numune kumaş çeşitlerinin hazırlanmasında kullanılan antimikrobiyal bitim kimyasallarının da kumaş mukavemeti üzerinde etkili olduğu görülmektedir. Yıkamasız numunelere ait kumaş atkı mukavemet verileri incelendiğinde hiçbir antimikrobiyal işlem görmemiş olan kontrol numunesine ait mukavemet değerinin işlem görmüş numunelere ait değerlerden farklı olduğu görülmektedir. Farklı antimikrobiyal işlem görmüş olan numunelerin yıkanmadan önceki mukavemet değerleri yıkama işlemlerine bağlı olarak değişmiştir. Tekrarlı yıkamalar sonrası yapılan mukavemet ölçümlerinde elde edilen veriler incelendiğinde mukavemet değişimlerinin tekrarlı yıkamalara bağlı değişimlerinin olası nedenleri açıklanamamıştır.

4.2.2.2 Çözgü Yönünde Kumaş Kopma Mukavemeti

Çözgü yönündeki kopma dayanımı verileri Tablo 15 ve Şekil 35’de verilmektedir.

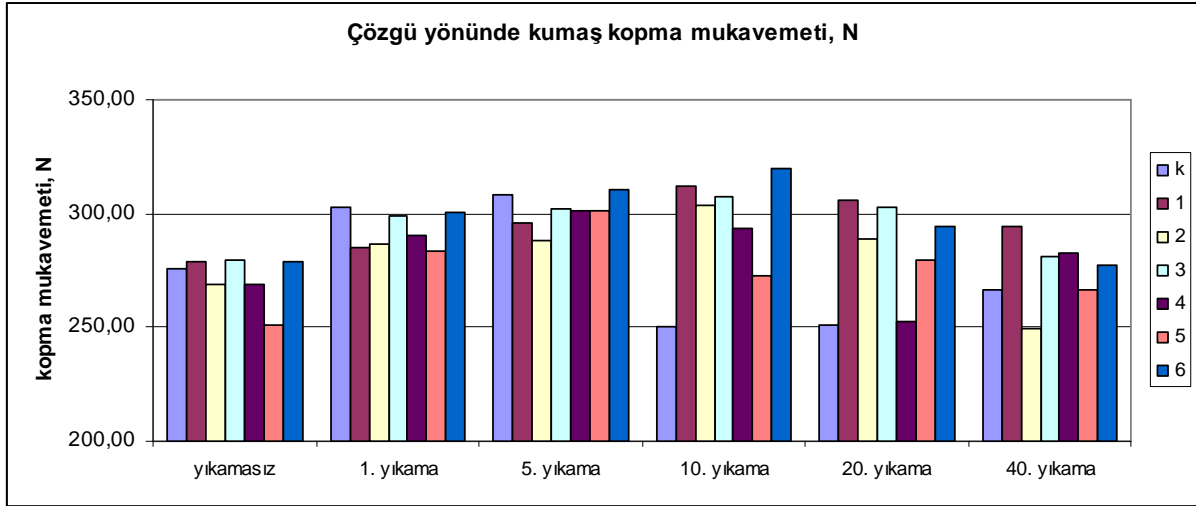
Tablo 15 Çözgü yönünde ortalama kopma mukavemeti değerleri, N

Antimikrobiyal kumaş çeşitleri	yıkamasız	1. yıkama	5. yıkama	10. yıkama	20. yıkama	40. yıkama
kontrol	275,64	303,07	308,00	249,94	251,19	266,82
1	278,50	285,04	295,72	312,24	305,59	294,18
2	268,82	286,60	287,92	303,98	288,68	249,52
3	279,94	299,20	302,14	307,34	302,78	281,22
4	269,00	290,85	301,26	293,26	252,51	282,76
5	251,31	283,47	301,62	272,71	279,59	266,20
6	278,57	300,54	310,55	320,08	294,05	277,49

Numune kumaşların çözgü yönünde gösterdikleri kopma dayanımları incelendiğinde atkı kopma dayanım değerlerine benzer veriler elde edildiği görülmektedir. Özellikle kontrol numunesinin yıkama sayısına bağlı olarak gösterdiği atkı ve çözgü yönündeki mukavemet değişimlerinin birbiri ile oldukça benzer olduğu dikkat çekmektedir. Referans değer olarak kabul edilen kontrol numunesi değerlerine göre karşılaştırma yapıldığında 1, 2, 3 ve 5 numaralı numune kumaşların atkı ve çözgü yönündeki mukavemet verilerinin birbiri ile paralel olarak değiştikleri görülmüştür.

Kontrol numunelerine ait kumaş çözgü mukavemet değerlerinin 1. yıkama işlemi sonunda arttığı, artışın 5. yıkama sonrasında yapılan ölçümlerde de devam ettiği görülmüştür. 10. yıkama işleminden sonra ise 2, 3, 4, ve 6 numaralı numuneler için artışın devam ettiği; kontrol numunesi, 4 ve 5 numaralı numunelerde ise kumaş çözgü mukavemet değerlerinde azalma görülmüştür. Çözgü yönündeki kumaş mukavemet değişim grafiği çözgü ipliklerinin mukavemet değişim grafiği (Şekil 33) ile benzer bir profil sergilemektedir. Kumaşlarda 1. yıkamalar sonrası görülen mukavemet artışları ipliklerdeki artışlara göre daha az belirgindir. Burada görülen artışlar 1. yıkamalar sonunda kumaş nem içerik değerlerindeki (Şekil 30) artışlar göz önünde bulundurularak açıklanabilmektedir. Kumaş nem içeriği arttığında çözgü mukavemet değerlerinde de artış görülmüştür. Ayrıca yıkamalara bağlı olarak kumaş çözgü sıklık değerinde ortaya çıkan artışta (Tablo 10) kumaş mukavemetindeki artışa katkı sağlamaktadır. Yıkamaya bağlı aşınmalardan kaynaklanabilecek muhtemel mukavemet azalmaları, nem içeriğindeki artış ve kumaş sıklık değerlerindeki artış ile kompanze edilmektedir.

Kontrol numunesinin mukavemet değerinin 1. ve 5. yıkama sonrasında diğer kumaşlara göre daha yüksek olduğu, sonraki 10. ve 20. yıkamalarda kontrol numunesinin çözgü mukavemet değerinin azaldığı ve 40. yıkama sonrasında kontrol numunesinin mukavemet değerinin yeniden arttığı görülmüştür. Burada görülen azalmalar numune kumaşın aşınması ve içeriğindeki nem miktarının azalması ile açıklanabilecektir. 40. yıkama sonrasındaki mukavemet artışı ise çözgü sıklığındaki artış (Tablo 10) ve kumaş yüzeyinde biriken kalıntı miktarındaki artışın (Şekil 31) sağladığı olası kalınlaşma ile açıklanabilecektir.



Şekil 35 Çözgü yönünde ortalama kopma mukavemeti değerlerinin karşılaştırmalı görünümü, N

Numune kumaş çeşitlerinin hazırlanmasında kullanılan antimikrobiyal bitim kimyasallarının da kumaş çözgü mukavemeti üzerinde etkili olduğu görülmektedir. Antimikrobiyal bitim işlemleri görmüş olan yıkanmamış numunelerde çözgü yönünde mukavemet artışı olduğu görülmüştür. Farklı antimikrobiyal işlem görmüş olan numunelerin yıkanmadan önceki mukavemet değerleri yıkama işlemlerine bağlı olarak değişmiştir. Tekrarlı yıkamalar sonrası yapılan mukavemet ölçümlerinde elde edilen veriler incelendiğinde mukavemet değişmelerinin tekrarlı yıkamalara bağlı değişimlerinin olası nedenleri açıklanamamıştır.

4.2.3 KUMAŞ KOPMA UZAMASI ÖLÇÜM BULGULARI

4.2.3.1 Atkı Yönünde Kumaş Kopma Uzaması

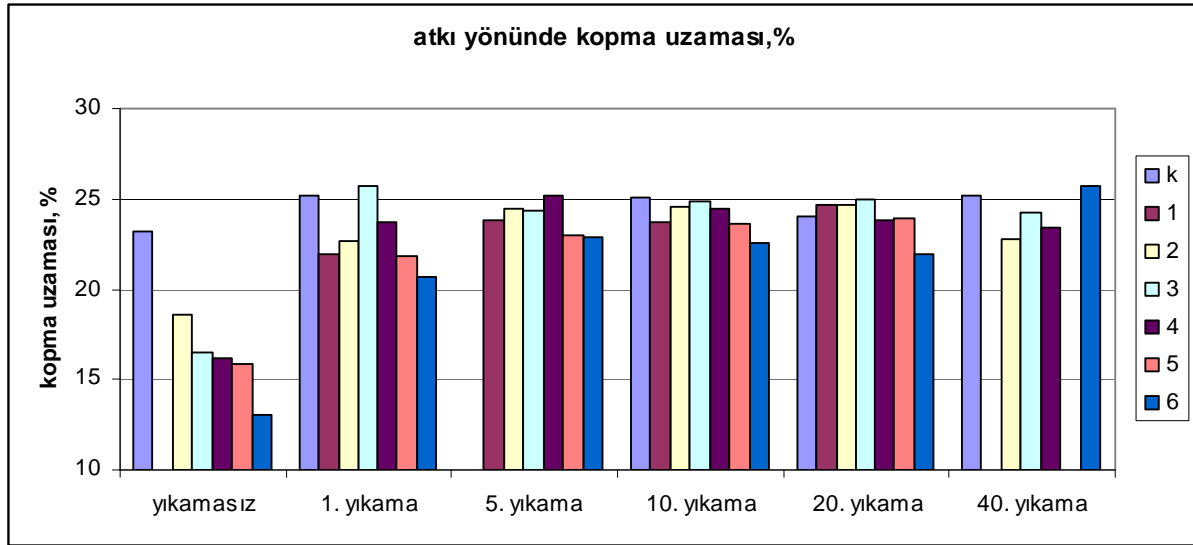
Numune kumaşların atkı yönündeki kopma uzaması verileri Tablo 16 ve Şekil 36'da, verilmektedir. Yıkama işlemlerinin kumaş kopma uzaması değerleri üzerinde etkili olduğu, yıkama sayısı arttıkça atkı yönündeki kumaş kopma uzama değerlerinin arttığı görülmektedir. Yıkanmamış numune kumaşların atkı yönündeki kopma uzaması değerleri 1. yıkamalar sonrası yapılan ölçümlerde elde edilen uzama değerlerine göre düşük bulunmuştur.

Tablo 16 Atkı yönünde ortalama kopma uzaması değerleri, %

Antimikrobiyal kumaş çeşitleri	yıkamasız	1. yıkama	5. yıkama	10. yıkama	20. yıkama	40. yıkama
kontrol	23,16	25,22		25,06	24,04	25,20
1		21,94	23,86	23,77	24,66	
2	18,54	22,67	24,44	24,60	24,64	22,79

3	16,45	25,68	24,39	24,89	24,95	24,25
4	16,15	23,76	25,16	24,41	23,87	23,41
5	15,84	21,85	23,01	23,57	23,90	
6	13,06	20,63	22,87	22,61	21,90	25,68

Yani numune kumaşların atkı yönündeki kopma uzama değerleri kumaş sıklığındaki (Tablo 10), dolayısıyla dokuma kumaş içindeki iplik kıvrımlarındaki artışlara, kumaş nem içeriğinin artmasına (Tablo 12) bağlı olarak görülen kopma mukavemetindeki artışlara ve iplik kıvrımlarının açılmasını zorlaştırabilecek olan kumaş yüzeyi üzerindeki kalıntı miktarındaki artışlara (Tablo 13) rağmen artmıştır.



Şekil 36 Atkı yönünde ortalama kopma uzaması değerlerinin karşılaştırmalı görünümü, %

Yıkamamış numunelerin atkı yönündeki kopma uzaması davranışları incelendiğinde hiçbir bitim işlemi (yaş işlem veya yüksek sıcaklıkta kurutma) görmemiş olan kontrol numunesinin kısa süreli yaş işlem ve yüksek sıcaklıkta kurutma-fiksaj işlem görmüş olan numune kumaşlara göre daha yüksek atkı kopma uzaması değerinde olduğu görülmektedir. Bitim işlemi görmüş kumaşlarda atkı mukavemetinin düşük olmasının nedeni kumaşa emdirme yöntemi ile aktarılmış olan kimyasal maddelerin ipliklerde kıvrım açılmasını zorlaştıracak sürtünme özellikleri oluşması ve böylece ipliklerin kıvrımları açılmadan doğrudan doğruya çekme yüküne maruz kalarak kopmasıdır. Bu durum kumaş yüzeyinde kaplama etkisine benzer bir etki yaratacak kadar kıvamlı olan 6 numaralı antimikrobiyal madde ile işlem görmüş ve sert tutum kazanmış olan numune belirgin olarak görülmektedir. 6 numaralı antimikrobiyal kumaş numunesinin kopma uzaması değeri 40. yıkama sonrasındaki değer hariç diğer numunelerin hepsinden düşük değerde bulunmuştur. 40. yıkamadan sonra numune üzerinde kaplama etkisi yaratacak antimikrobiyal madde kalmadığı -antimikrobiyal etkinlik ölçüm sonuçlarına (Şekil 26) göre bilinmekte- bu nedenle de kopma uzamasının artmış olabileceği görülmektedir. 1.yıkama sonrasındaki yıkamalardan sonra yapılan ölçümlerde kopma uzaması değerinde artış görülmüş ve bu artış daha sonraki yıkamalardan sonra yapılan ölçümlerde durmuş ve kopma uzaması değerleri birbirine yakın seviyelerde sabitlenmiştir. Kopma uzaması değerlerinde görülen artış genel sıklık artışlarına bağlı iplik kıvrımlarının artmış olması ve kumaş yüzeyinde iplik hareketlerini zorlaştıracak kaplama malzemesinin azalması nedeni ile açıklanabilir. Ancak bu aşamada kumaş yüzeyinde biriken deterjan artığı vs.

kalıntıların da iplik hareketlerini zorlaştırıcı iplik kopma uzama değerlerini azaltıcı etkisinin olacağı göz önünde bulundurulmalıdır.

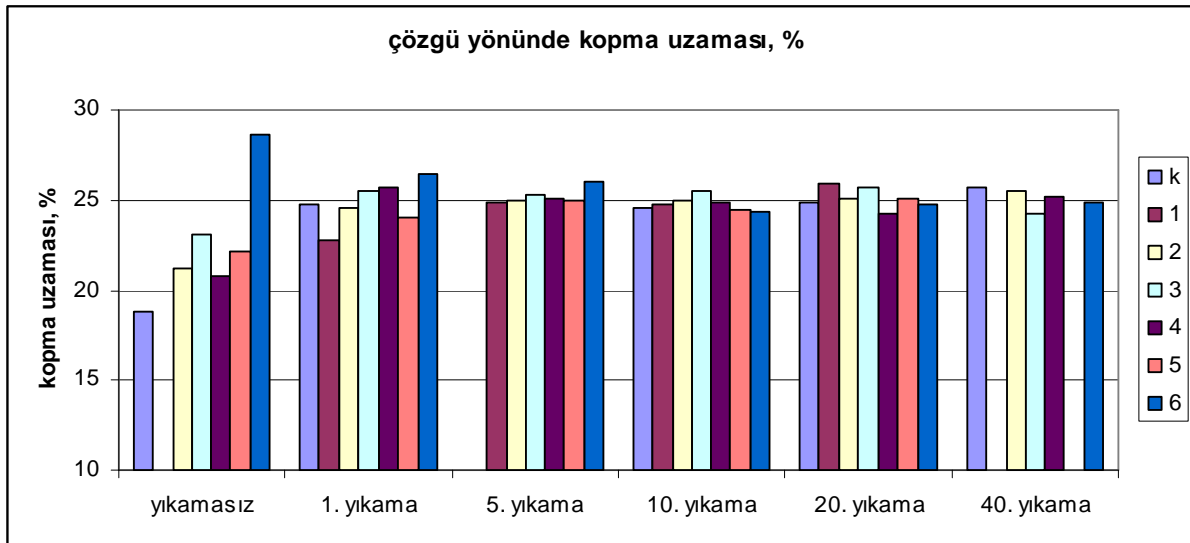
4.2.3.2 Çözgü Yönünde Kumaş Kopma Uzaması

Numune kumaşların çözgü yönündeki kopma uzaması verileri Tablo 17 ve Şekil 37'de verilmektedir. Numune kumaşların çözgü yönünde gösterdikleri kopma uzaması değerleri incelendiğinde yıkanmamış numuneler dışındaki diğer numunelerin benzer bir eğilimde oldukları görülmektedir. Yıkanmamış numune kumaşlarda atkı kopma mukavemetindeki eğilimin tam tersi yönde bir çözgü kopma uzaması değişimi görülmektedir. Atkı kopma uzama değeri en yüksek olan yıkanmamış kontrol numunesi, burada en düşük çözgü kopma uzaması değerine sahiptir. Benzer olarak atkı kopma uzaması en düşük olan yıkanmamış 6 numaralı numune kumaş, burada en yüksek çözgü kopma uzaması değerini vermektedir. Bu durumu açıklamak için kumaş atkı ve çözgü sıklıklarındaki (Tablo 10) farklılık göz önünde bulundurulmalıdır. Çözgü yönündeki sıklık değerinin yüksek olması çözgü kopma uzama değerlerinin yüksek olmasını desteklemektedir.

Tablo 17 Çözgü yönünde ortalama kopma uzaması değerleri, %

Antimikrobiyal kumaş çeşitleri	yıkamasız	1. yıkama	5. yıkama	10. yıkama	20. yıkama	40. yıkama
kontrol	18,82	24,77		24,55	24,86	25,71
1		22,74	24,86	24,75	25,93	
2	21,25	24,59	24,99	24,94	25,06	25,50
3	23,10	25,47	25,34	25,48	25,66	24,25
4	20,84	25,68	25,08	24,85	24,22	25,15
5	22,17	24,02	24,98	24,47	25,06	
6	28,59	26,44	26,02	24,33	24,81	24,89

İlk yıkama sonrasında kumaş üzerindeki antimikrobiyal etken maddelerin azalmaya başlaması çözgü ipliklerinin hareket serbestliğinin artmasını ve çözgü yönündeki kumaş kopma uzaması değerlerinin yükselmesini sağlamıştır. Belli yıkama sayısından sonra kumaşlar üzerindeki antimikrobiyal etkin maddelerin azalması ve bitmesine (Şekil 26) bağlı olarak kopma uzama değerleri artmış ve 10. yıkamadan sonra aynı seviyede sabitlenmiştir.



Şekil 37 Çözgü yönünde ortalama kopma uzaması değerlerinin karşılaştırmalı görünümü, %

4.2.4 KUMAŞ YIRTILMA MUKAVEMETİ ÖLÇÜM BULGULARI

Kumaşlarda yırtılma mukavemetini etkileyen faktörler arasında iplik tipi, iplik mukavemeti, iplik kopma uzaması, iplik bükümü, kumaş sıklığı, örgü tipi, terbiye işlemleri ve test hızı sayılmaktadır. (Okur, 2002) Burada yapılan çalışmada kumaşların yırtılma mukavemeti verilerinin değerlendirilmesinde numunelerin hazırlanması için aynı kumaş kullanıldığından iplik tipi, iplik bükümü, örgü tipi ve test hızı gibi parametreler dikkate alınmamıştır. Kumaş yırtılma mukavemet verileri iplik mukavemeti, kumaş sıklığı, terbiye işlemleri ve yıkama sayıları dikkate alınarak değerlendirilmiştir.

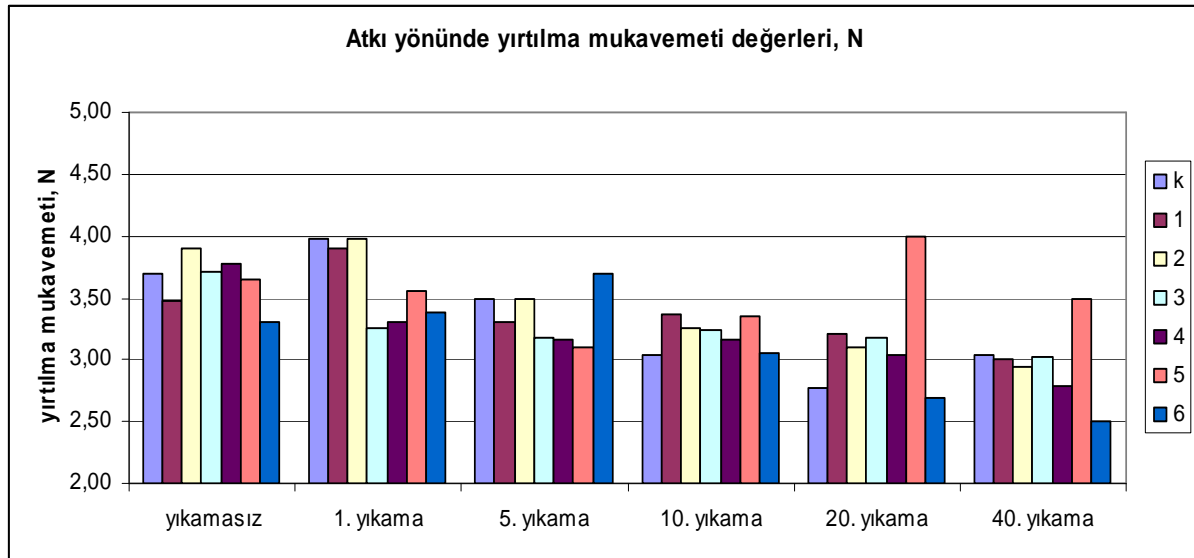
4.2.4.1 Atkı Yönünde Kumaş Yırtılma Mukavemeti

Numune kumaşların atkı yönündeki yırtılma dayanımı verileri Tablo 18 ve Şekil 38'da verilmektedir.

Tablo 18 Atkı yönünde ortalama yırtılma mukavemeti değerleri, N

Antimikrobiyal kumaş çeşitleri	yıkamasız	1. yıkama	5. yıkama	10. yıkama	20. yıkama	40. yıkama
kontrol	3,70	3,98	3,50	3,04	2,77	3,03
1	3,48	3,91	3,31	3,37	3,21	3,00
2	3,91	3,98	3,49	3,25	3,10	2,95
3	3,71	3,25	3,18	3,24	3,18	3,02
4	3,77	3,30	3,17	3,16	3,04	2,79
5	3,65	3,55	3,11	3,35	4,00	3,50
6	3,31	3,38	3,69	3,06	2,69	2,50

Numune kumaşların atkı yönündeki yırtılma mukavemet değişimlerinde yıkama sayısının önemli bir etken olduğu görülmektedir. Genel olarak yıkama sayısı arttıkça atkı yönündeki yırtılma mukavemetinin azaldığı görülmüştür. Yıkama işlemine bağlı olarak artan kumaş sıklıkları (Tablo 10) iplikler arasındaki sürtünme seviyelerini arttırmakta, ayrıca kumaş üzerinde biriken kalıntı miktarındaki artışlarda (Tablo 13) iplik hareket serbestisini azaltmakta ve yırtılma mukavemetinde düşümlere neden olmaktadır.



Şekil 38 Atkı yönünde ortalama yırtılma mukavemeti değerlerinin karşılaştırmalı görünümü, N

Yıkanmamış numune kumaşlara ait atkı yırtılma mukavemet verileri incelendiğinde bitim işlemi görmüş olan numunelerin bitim işlemi uygulanmamış kontrol numunesinin yırtılma mukavemet değerinden daha düşük yırtılma mukavemet değerinde olmaları beklenmektedir. Kaplama etkisi yaratabilecek olan emdirme ve iplikler arası sürtünmeyi arttırabilecek etkisi olan yüksek sıcaklıkta kurutma işlemlerine maruz kalmış olan numune kumaşlarda iplikler arası hareket serbestisi azalacak ve yırtılma mukavemet değeri düşecektir. Bu durum 1 ve 6 numaralı yıkanmamış numune kumaşlarda görülmektedir.

Numune kumaşların 1. yıkama işleminden sonraki atkı yırtılma mukavemet verileri incelendiğinde yıkama işlemine bağlı olarak kumaş sıklığındaki artış iplik hareket serbestliğini azaltmış ve 3, 4, 5 ve 6 numaralı numunelerde yırtılma mukavemet değerleri azalmıştır.

Numune kumaşların 5. yıkama sonrasındaki atkı yırtılma mukavemet verilerinde genel olarak azalma eğilimi devam etmiştir. Bu azalma kumaşlardaki nem artışının (Şekil 30) neden olduğu olası iplik çapı genişlemeleri, sıklık artışı (Tablo 10) ve kalıntı miktarındaki artma eğilimi (Tablo 13) ile açıklanabilecektir. Bu aşamada 6 numaralı numunenin yüksek yırtılma dayanımı göstermiş olması kumaş yüzeyinde kaplama etkisi yaratmış olan antimikrobiyal maddenin kaybolmuş olması (Şekil 26) ile ilişkilendirilebilir.

Numune kumaşların 10. yıkama sonrasındaki atkı yırtılma mukavemet verilerinde genel olarak sabit bir seviye elde edilmiştir. Daha sonraki yıkamalar sonrasında görülen yırtılma mukavemet azalmaları, sıklık artışı ve kumaş üzerinde birikmeye başlayan kalıntı miktarının artmasının yırtılma mukavemetini azaltıcı etkisi, ve kumaş yüzeyinde azalan veya bitmiş olan kaplama malzemesinin yırtılma mukavemetini artırıcı yöndeki etkilerine rağmen görülmektedir.

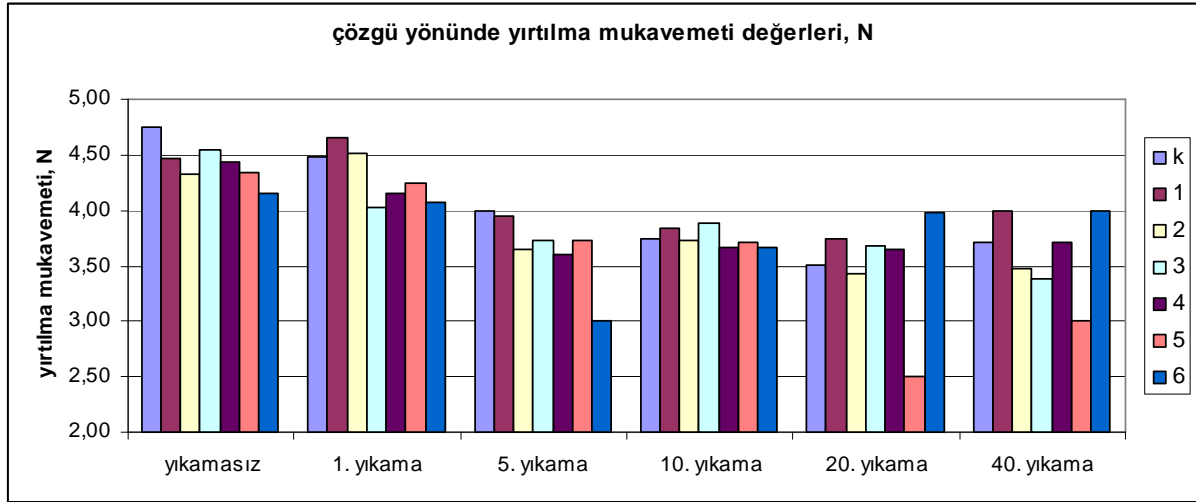
4.2.4.2 Çözgü Yönünde Kumaş Yırtılma Mukavemeti

Numune kumaşların çözgü yönündeki yırtılma dayanımı verileri ise Şekil 39 ve Tablo 19'da verilmektedir.

Tablo 19 Çözgü yönünde ortalama yırtılma mukavemeti değerleri, N

Antimikrobiyal kumaş çeşitleri	yıkamasız	1. yıkama	5. yıkama	10. yıkama	20. yıkama	40. yıkama
kontrol	4,76	4,48	4,00	3,75	3,51	3,71
1	4,47	4,65	3,94	3,83	3,75	4,00
2	4,33	4,52	3,65	3,73	3,43	3,48
3	4,55	4,02	3,73	3,88	3,68	3,39
4	4,44	4,15	3,60	3,66	3,65	3,71
5	4,34	4,24	3,72	3,71	2,50	3,00
6	4,15	4,08	3,00	3,66	3,98	4,00

Numune kumaşların çözgü yönündeki yırtılma mukavemet değişimlerinde yıkama sayısının önemli bir etken olduğu görülmektedir. Genel olarak yıkama sayısı arttıkça çözgü yönündeki yırtılma mukavemetinin azaldığı görülmüştür. Yıkama işlemine bağlı olarak artan kumaş sıklıkları (Tablo 10) iplikler arasındaki sürtünme seviyelerini arttırmakta, ayrıca kumaş üzerinde biriken kalıntı miktarındaki artışlarda (Tablo 13) iplik hareket serbestisini azaltmakta ve yırtılma mukavemetinde düşümlere neden olmaktadır.



Şekil 39 Çözgü yönünde ortalama yırtılma mukavemeti değerlerinin karşılaştırmalı görünümü, N

Yıkanmamış numune kumaşlara ait çözgü yırtılma mukavemet verileri incelendiğinde bitim işlemi görmüş olan numunelerin bitim işlemi uygulanmamış kontrol numunesinin yırtılma mukavemet değerinden daha düşük yırtılma mukavemet değerinde oldukları görülmektedir. Kaplama etkisi yaratabilecek olan emdirme ve iplikler arası sürtünmeyi arttırabilecek etkisi olan yüksek sıcaklıkta kurutma işlemlerine maruz kalmış olan numune kumaşlarda iplikler arası hareket serbestisi azalmakta ve çözgü yırtılma mukavemet değeri düşmektedir. Bu durum yıkanmamış numune kumaşlara ait yırtılma mukavemet verileri ile doğrulanmaktadır.

Numune kumaşların 1. yıkama işleminden sonraki çözgü yırtılma mukavemet verileri incelendiğinde yıkama işlemine bağlı olarak kumaş sıklığındaki artışın iplik hareket serbestliğini azalttığı, 3, 4, 5 ve 6 numaralı numunelerde yırtılma mukavemet değerlerinin azaldığı görülmektedir.

Numune kumaşların 5. yıkama sonrasındaki çözgü yırtılma mukavemet verilerinde azalma eğilimi devam etmektedir. Bu azalma kumaşlardaki nem artışının (Şekil 30) neden olduğu olası iplik çapı genişlemeleri, sıklık artışı (Tablo 10) ve kalıntı miktarındaki artma eğilimi (Tablo 13) ile açıklanabilecektir.

Numune kumaşların 10. yıkama sonrasındaki çözgü yırtılma mukavemet verilerinde sabit bir seviye elde edilmiştir. Daha sonraki yıkamalar sonrasında görülen yırtılma mukavemet azalmaları, sıklık artışı ve kumaş üzerinde birikmeye başlayan kalıntı miktarının artmasının yırtılma mukavemetini azaltıcı etkisi, ve kumaş yüzeyinde azalan veya bitmiş olan kaplama malzemesinin yırtılma mukavemetini arttırıcı yöndeki etkilerine rağmen görülmektedir. Bu aşamalarda 6 numaralı numunenin yüksek yırtılma dayanımı göstermiş olması kumaş yüzeyinde kaplama etkisi yaratmış olan antimikrobiyal maddenin kaybolmuş olması (Şekil 26) ile ilişkilendirilebilir.

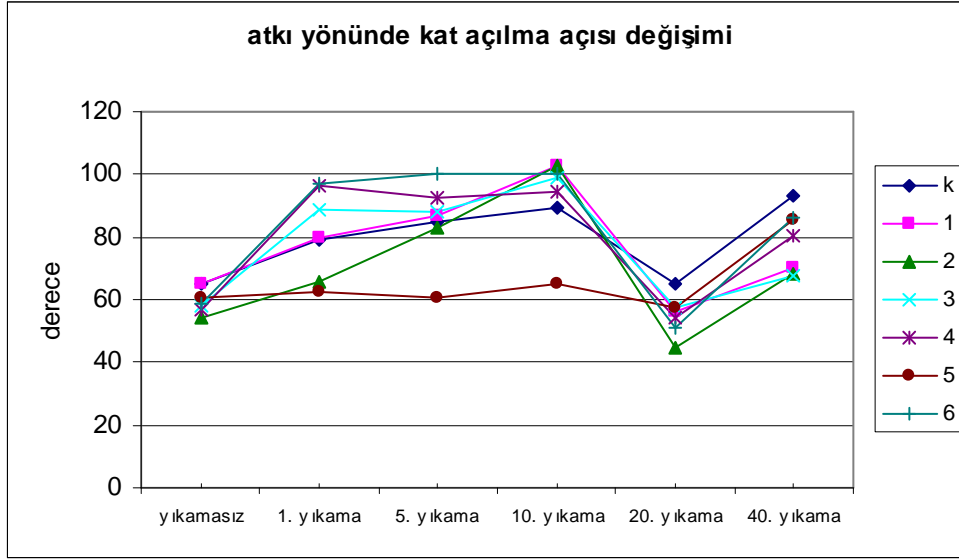
4.2.5 KUMAŞ KAT AÇILMA AÇISI ÖLÇÜM BULGULARI

Atkı yönünde kumaş kat açılma açısı ölçüm verileri Şekil 40 ve Tablo 20’te;çözgü yönünde kat açılma açısı ölçüm verileri ise Şekil 41 ve Tablo 21’de verilmektedir.

Kumaş kat açılma açısını etkileyen kumaş parametrelerinin belirlenmesi için bir korelasyon analizi yapılmış ve bu analiz sonucunda kumaşı oluşturan çözgü ipliklerinin

mukavemetinin, kumaş atkı kopma uzaması değerlerinin, çözgü ve atkı yönündeki kat açılma açısı değerlerinin bir diğeri üzerinde etkili oldukları belirlenmiştir.

Kumaşı oluşturan çözgü ipliklerinin kopma mukavemet değerleri (Şekil 33) arttığında kumaş kat açılma açısı değerlerinin de gerek atkı ve gerekse çözgü yönünde arttıkları görülmüştür.



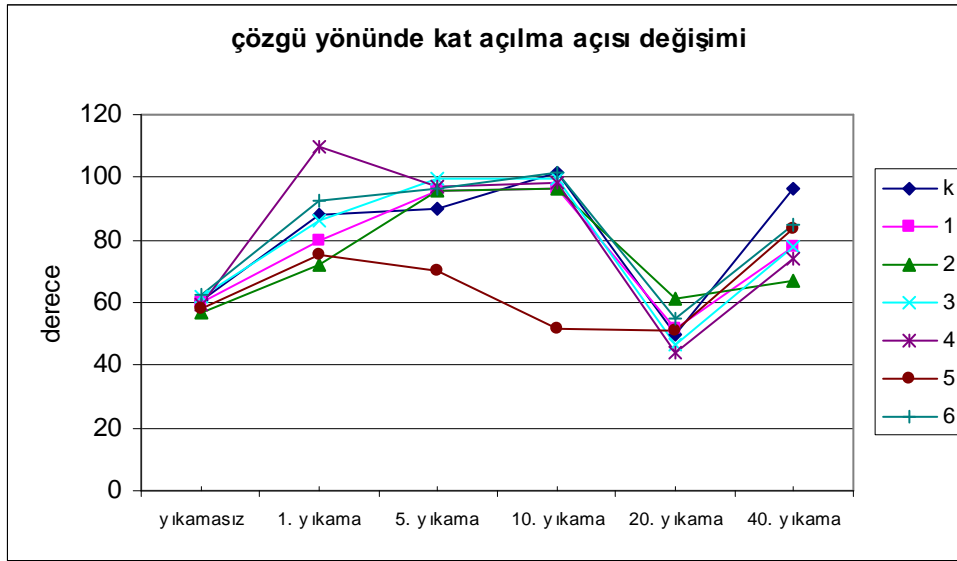
Şekil 40 Atkı yönünde kat açılma açısı değerlerinin karşılaştırmalı görünümü, °

Kumaşların çözgü ve atkı kopma mukavemet ve uzama değerlerinde görülen artışa neden olan yıkama işleminin çözgü ve atkı yönünde kumaş kat açılma açısı değerini de arttırdığı görülmüştür. Kumaş uzama değerinin artması katlanma sırasında iplikler üzerinde oluşan gerginliğin iplik üzerinde kalıcı uzamaya neden olup olmadığı ile ilgilidir. Kumaşın katlanması sırasında, kat çizgisine 90 ° açıda olan iplikler üzerinde ek gerginlik oluşmakta ve bu gerginlik ipliğin uzamasına neden olmaktadır. İlgili ipliklerin kopma uzama değerlerinin yüksek olması durumunda katların oluşan kat izinin geri açılması, yani kat açılma açısının yüksek olması mümkün olmaktadır.

Tablo 20 Atkı yönünde ortalama kat açılma açısı değerleri, °

Antimikrobiyal kumaş çeşitleri	yıkamasız	1. yıkama	5. yıkama	10. yıkama	20. yıkama	40. yıkama
kontrol	65,00	79,33	85,00	89,67	65,00	93,00
1	65,00	80,00	87,00	102,67	56,00	70,33
2	53,97	65,67	82,67	103,00	44,67	68,00
3	58,33	89,00	88,33	99,00	57,67	67,67
4	57,00	96,33	92,33	94,33	54,33	80,67
5	60,33	62,33	60,67	65,33	57,67	85,33
6	59,00	97,33	100,00	100,00	51,33	86,33

Kumaş üzerinde biriken kalıntı miktarındaki artışın (Şekil 31) ve yıkama ile kumaşın aşınması sonucunda kumaş kalınlık değerlerinde oluşabilecek değişimlerin kumaş yumuşaklığı ve dökümlülüğü üzerinde etkili olabileceği ve kumaş yumuşaklığının da kumaş kat açılma açısı değerlerini etkileyeceği ön görülmektedir.



Şekil 41 Çözgü yönünde kat açılma açısı değerlerinin karşılaştırmalı görünümü, °

Kumaş kat açılma açısı değerlerine ait grafikler incelendiğinde 10. yıkamadan sonra kumaş kat açılma açısının hızla azaldığı yani kumaşın katlandıktan sonra eski haline geri gelmesinin zorlaştığı görülmüştür. Kumaşın atkı ve çözgü yönlerinde tüm numuneler için geçerli olan bu durumun açıklanması için yıkamalar sonucunda kumaşın yumuşamış olabileceği ve rijitliği azalmış olan kumaşın geri açılma açısının azalacağı öngörülmüştür.

20. yıkamadan 40. yıkamaya kadar yapılan yirmi yıkamanın ise ilk yirmi yıkama sonrasında yumuşamış olan kumaş üzerinde biriken kalıntı miktarı nedeni ile yeniden sertleşmeye neden olabileceği ve sertleşen kumaşın kat açılma açısı değerinin yüksek olacağı öngörülmüştür.

Tablo 21 Çözgü yönünde ortalama kat açılma açısı değerleri, °

Antimikrobiyal kumaş çeşitleri	yıkamasız	1. yıkama	5. yıkama	10. yıkama	20. yıkama	40. yıkama
kontrol	60,33	88,00	90,00	101,33	49,66	96,33
1	60,00	80,00	96,00	96,33	51,66	77,66
2	57,00	72,00	96,00	96,67	61,50	67,00
3	61,67	86,33	99,67	99,33	46,33	77,67
4	59,33	109,67	97,00	98,00	44,33	74,33
5	58,00	75,33	70,00	52,00	51,00	83,67
6	62,67	92,33	96,66	101,66	54,66	84,66

Antimikrobiyal bitim işlemlerinin kumaş kat açılma açısı değerleri üzerindeki etkisi incelendiğinde 5 numaralı antimikrobiyal ile işlem görmüş numune dışında diğer beş numune çeşidi ve kontrol numunesinin benzer şekilde davranış sergilediği görülmektedir. Quarter amonyum tuzu esaslı olan 5 numaralı antimikrobiyal bitim maddesi ile işlem görmüş olan numunenin kat açılma açısı değerinin diğer numunelere göre daha düşük olduğu belirlenmiştir. İçeriğinde quarter amonyum tuzu bulunan bir diğer antimikrobiyal kimyasal ile işlem görmüş olan 2 numaralı numune kumaşların da düşük kat açılma açısı değerinde olduğu belirlenmiştir.

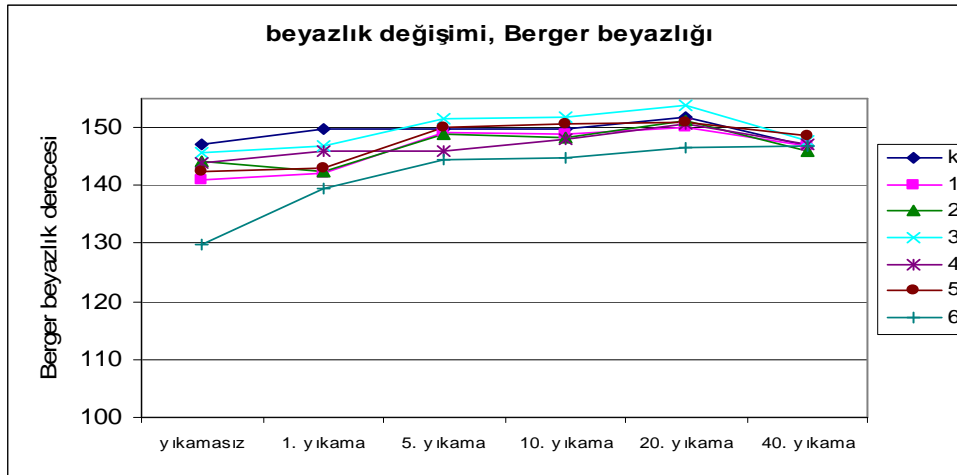
4.2.6 KUMAŞ BEYAZLIK ÖLÇÜM BULGULARI

Numune kumaşların antimikrobiyal bitim işlemleri ve yıkama sayılarına bağlı olarak renk değişimlerini belirlemek için yapılan Berger beyazlık ölçümleri sonucunda Tablo 22 ve Şekil 42’de görülen veriler elde edilmiştir.

Tablo 22 Renk değişimi bulguları, Berger beyazlığı

Antimikrobiyal kumaş çeşitleri	yıkamasız	1. yıkama	5. yıkama	10. yıkama	20. yıkama	40. yıkama
kontrol	147,10	149,69	149,72	149,74	151,75	146,74
1	140,82	142,15	149,01	148,78	150,17	146,95
2	144,03	142,41	148,97	148,18	151,07	146,06
3	145,54	146,76	151,58	151,79	153,73	147,82
4	143,81	146,03	145,91	148,00	150,70	147,05
5	142,38	143,05	150,04	150,73	150,85	148,64
6	129,80	139,38	144,37	144,81	146,45	146,89

Renk ölçümü sonuçları incelendiğinde kontrol numunesi ile antimikrobiyal bitim işlemi görmüş olan numuneler arasında başlangıç aşamasında renk farkı olduğu görülmektedir. Yıkamamış kontrol numunesi ile yıkamamış antimikrobiyal kumaş çeşitleri arasında renk farkı olduğu, antimikrobiyal bitim işlemlerinin kumaş Berger beyazlığını azaltıcı yönde etki yaptığı görülmüştür. Özellikle 6 numaralı numune kumaşın renginde önemli ölçüde bozulma olduğu belirlenmiştir. Ancak yıkama sayıları arttıkça numune kumaşlar ve kontrol kumaş renk beyazlık seviyelerinin birbirine yaklaştıkları görülmüştür. 20. yıkamadan sonra beyazlık derecesinin yeniden bozulmaya başladığı görülmüştür. 20. yıkama sonrasında kumaş üzerinde biriken kalıntı miktarları kumaşın beyazlık seviyesinde olumsuz etki yapmıştır.



Şekil 42 Beyazlık değişiminin karşılaştırmalı görünümü, Berger beyazlığı

4.2.7 TER HASLIĞI ÖLÇÜM BULGULARI

Tablo 23’te numune kumaşların asidik ve bazik ter haslığı ölçüm sonuçları görülmektedir. Tablodaki veriler incelendiğinde hiçbir numune için 4/5’ten daha düşük bir değer elde edilmediği görülmektedir. Bu durum altı ayrı antimikrobiyal maddenin hiç birisinin ter haslığı değeri açısından bir sorun yaratmadığını göstermektedir.

Numunelerin asit ve bazik ter haslığı ölçümü lekeleme değerleri karşılaştırıldığında kontrol numunesi ve 1 numaralı kumaşa bazik ter haslık değerlerinin daha düşük olduğu; 2, 3, 4, 5, ve 6 numaralı kumaşlarda ise asit ter haslık değerlerinin daha düşük olduğu görülmüştür. Ancak bu değerler 4/5'in altına düşmediği için ter haslık değerleri tüm etken maddeler için kabul edilebilir sınırlar içerisinde bulunmaktadır.

Numuneler solma değerleri dikkate alınarak karşılaştırıldığında ise 6 nolu kumaşın hem asit hem de bazik ter haslığı testlerinde yıkamasız ve bir sefer yıkamalı numunelerinde kabul edilebilir sınırlar içinde (4/5) solma olduğu ancak beşinci ve sonraki yıkamalarda bu solmanın ortadan kalktığı görülmüştür.

Tablo 23 Ter haslığı sonuçları

(ac : asidik ter haslığı, al: alkali ter haslığı, ter haslığı değeri 1 (kötü) ve 5 (en iyi) arasında değişmektedir.

Numune kodu	Yıkama sayısı	Ter haslığı verileri														
		solma		lekeleme												
				yün		akrilik		polyester		poliamid		pamuk		diasetat		
ac	al	ac	al	ac	al	ac	al	ac	al	ac	al	ac	al	ac	al	
Kontrol	0	5	5	4/5	4/5	5	4/5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	1	5	5	4/5	4/5	5	4/5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	5	5	5	4/5	4/5	5	4/5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	10	5	5	4/5	4/5	5	4/5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	20	5	5	4/5	4/5	5	4/5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
1	0	5	5	4/5	4/5	5	4/5	5	4/5	5	5	5	5	5	5	5
	1	5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	5	4/5	5	5	5	5	5	5	5
	5	5	5	4/5	4/5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	10	5	5	4/5	4/5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	20	5	5	4/5	4/5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
2	0	5	5	4/5	4/5	5	4/5	5	4/5	5	5	5	5	5	5	5
	1	5	5	4/5	4/5	5	4/5	5	4/5	5	5	5	5	5	5	5
	5	5	5	4/5	4/5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	10	5	5	4/5	4/5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	20	5	5	4/5	4/5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
3	0	5	5	4/5	4/5	4/5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	1	5	5	4/5	4/5	4/5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	5	5	5	4/5	4/5	4/5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	10	5	5	4/5	4/5	4/5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	20	5	5	4/5	4/5	4/5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
4	0	5	5	4/5	4/5	4/5	5	5	5	5	5	4/5	5	5	5	5
	1	5	5	4/5	4/5	4/5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	5	5	5	4/5	4/5	4/5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	10	5	5	4/5	4/5	4/5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	20	5	5	4/5	4/5	4/5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
5	0	5	5	4/5	4/5	4/5	5	5	5	5	5	4/5	5	4/5	5	5
	1	5	5	4/5	4/5	4/5	5	5	5	5	5	4/5	5	4/5	5	5
	5	5	5	4/5	4/5	4/5	5	5	5	5	5	4/5	5	4/5	5	5
	10	5	5	4/5	4/5	4/5	5	5	5	5	5	4/5	5	4/5	5	5
	20	5	5	4/5	4/5	4/5	5	5	5	5	5	4/5	5	4/5	5	5
6	0	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	5	5	5	5	4/5	5	4/5	5	5
	1	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	5	5	5	5	4/5	5	4/5	5	5
	5	5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	5	5	5	5	4/5	5	4/5	5	5
	10	5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	5	5	5	5	4/5	5	4/5	5	5
	20	5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	5	5	5	5	4/5	5	4/5	5	5
40	5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	5	5	5	5	4/5	5	4/5	5	5	

4.2.8 SEM MİKROSKOBU GÖRÜNTÜLERİ

Numune kumaşlara ait SEM mikroskobu görüntülerinde numune kumaşlar üzerinde mikro organizmaların görüntülenmesi hedeflenmiştir. SEM incelemelerinin yapıldığı Ege Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi SEM görüntüleme merkezinde yapılan incelemelerde kumaşlar üzerinde herhangi bir organizmanın bulunmadığı görülmüştür.

Bu durum numunelerin SEM mikroskobu için hazırlanması sırasında yapılmış olan vakumla işlemi sırasında olabilecek bir hata ile açıklanmıştır. Numune kumaşlar üzerinde var olmaları beklenen mikro organizmalar vakum işlemi sırasında parçalanarak kumaş yüzeyinden uzaklaştırılmıştır. Çok sayıda farklı numune üzerinde yapılan incelemelerin hiç birisinde kumaş yüzeyinde herhangi bir organizma ile karşılaşılma olmaması bu açıklamayı doğrulamaktadır.

Raporun yazılmasını ve teslim edilmesinde gecikmeye neden olan SEM ölçümleri ile ilgili çalışmalar sonuçsuz kalmıştır.

4.2.9 İSTATİKSEL DEĞERLENDİRME SONUÇLARI

İstatiksel değerlendirme aşamasında kumaş kopma mukavemeti, kopma uzaması ve yırtılma mukavemeti ölçüm bulguları kumaşlarda kullanılan antimikrobiyal madde çeşitleri ve yıkama seviyelerine bağlı olarak analiz edilmiştir. Kumaşların atkı ve çözgü yönlerindeki ölçüm verileri için ayrı ayrı varyans analizi yapılmıştır. Antimikrobiyal madde ve yıkama sayılarının ayrı ayrı ve birbiri ile etkileşimli olarak kumaş parametreleri üzerindeki etkilerinin anlamlı olup olmadığı araştırılmıştır. Antimikrobiyal kumaş çeşitleri ve yıkama seviyelerinin kumaş kopma ve yırtılma mukavemet değerleri üzerindeki etkilerini anlamak amacı ile SNK (Student-Newman-Keuls) çoklu karşılaştırma testi yapılmıştır.

4.2.9.1 Kopma mukavemeti bulgularının istatistiksel değerlendirmesi

Tablo 24’de numune kumaşların atkı yönündeki kopma mukavemeti testlerinde elde edilen verilere ait varyans analizi değerleri görülmektedir. Tabloda farklı antimikrobiyal maddelerin ve farklı yıkama seviyelerinin ayrı ayrı ve her ikisinin birbiri ile interaksiyonlarının kumaş atkı yönündeki kopma mukavemeti değerleri üzerinde önemli etkisi olduğu görülmektedir.

Tablo 24 Kopma mukavemeti değerlerine ait varyans analizi tablosu, (atkı)

etkiler	F_{0,05}	P (olasılık)
Antimikrobiyal kumaş çeşidi	6,652*	,000
Yıkama sayısı	5,892*	,000
Antimikrobiyal kumaş çeşidi * Yıkama sayısı	2,979*	,000

*İlgili faktörün istatistiki açıdan önemli olduğunu gösterir

Tablo 25’de kontrol numunesinin atkı yönündeki ölçümlerde en düşük kopma mukavemet değerini verdiği ve antimikrobiyal işlem görmüş diğer kumaş tiplerinden farklı olduğu, diğer altı kumaşın ise atkı kopma mukavemet değerleri açısından birbiri ile benzer

özelliğinde olduğu görülmektedir. Kumaşların atkı yönündeki kopma mukavemet değerleri tablodan incelendiğinde en düşük değer kontrol numunesi ait olduğu, en yüksek değer ise 1 kodlu antimikrobiyal kumaşa ait olduğu görülmektedir. Kontrol numunesinin tüm yıkamalar sonrasındaki mukavemet değeri istatistiksel olarak en düşük ve diğer numunelerden farklı bulunmuştur. Bu sonuç Şekil 34 verilen rakamlar incelendiğinde de görülmektedir. Kontrol numunesinin mukavemet değeri açısından en düşük seviyede olmasının nedeni 4.2.2 başlığı altında incelendiği gibi kumaş nem içerikleri dikkate alınarak açıklanmalıdır.

Tablo 25 Kopma mukavemeti değerlerinin antimikrobiyal madde çeşidine bağlı olarak farklılığı, (atkı)

Antimikrobiyal kumaş çeşidi	N	Alt bölümler	
		1	2
kontrol	25	212,0420	
6	30		229,6437
5	30		235,0167
2	25		236,0296
4	30		239,9490
3	30		244,7353
1	25		245,5004
önemlilik		1,000	,060

Tablo 26'de yıkanmamış numunelerin atkı yönündeki ölçümlerde en düşük kopma mukavemet değerini verdiği ve diğer yıkama seviyelerinden farklı olduğu, diğer beş yıkama seviyesinin ise atkı kopma mukavemet değerleri açısından birbiri ile benzer özelliğinde olduğu görülmektedir. Kumaşların atkı yönündeki kopma mukavemet değerleri incelendiğinde en düşük değer kontrol numunesine ait olduğu, en yüksek değer ise 5.yıkama sonrasında elde edildiği görülmektedir.

Tablo 26 Kopma mukavemeti değerlerinin yıkama sayısına bağlı olarak farklılığı, (atkı)

Yıkama sayısı	N	Alt bölümler	
		1	2
yıkamasız	25	213,8596	
40	35		230,2460
1	35		237,6480
10	35		239,9583
20	35		241,5083
5	30		241,5177
önemlilik		1,000	,202

Tablo 27'de numune kumaşların çözgü yönündeki kopma mukavemeti testlerinde elde edilen verilere ait varyans analizi değerleri görülmektedir. Buradan farklı antimikrobiyal maddelerin ve farklı yıkama seviyelerinin ayrı ayrı ve her ikisinin birbiri ile etkileşimlerinin kumaş çözgü yönündeki kopma mukavemeti değerleri üzerinde önemli etkisi olduğu görülmektedir.

Tablo 27 Kopma mukavemeti değerlerine ait varyans analizi tablosu, (çözgü)

etkiler	F _{0,05}	P (olasılık)
Antimikrobiyal kumaş çeşidi	5,520*	,000
Yıkama sayısı	9,689*	,000
Antimikrobiyal kumaş çeşidi * Yıkama sayısı	3,753*	,000

*İlgili faktörün istatistiksel açıdan önemli olduğunu gösterir

Tablo 28’te kontrol numunesinin çözgü yönündeki ölçümlerde en düşük kopma mukavemet değerini verdiği ve 2, 5 ve 4 kodlu antimikrobiyal kumaş numuneleri ile benzer değişim gösterdiği görülmektedir. Kumaş çözgü yönü mukavemet verilerinin üç farklı alt grupta incelendiği görülmektedir. Kumaş kodu 3 olan numunenin en yüksek kopma mukavemeti değerini verdiği belirlenmektedir. En yüksek ve en düşük kopma mukavemet değerleri atkı yönündeki kopma mukavemeti değerleri ile aynı numunelere aittir. Burada kontrol numunesinin en düşük mukavemet değerini göstermesi numune kumaşların nem içeriklerindeki farklılıklar dikkate alınarak açıklanabilecektir. (4.2.2. başlık)

Tablo 28 Kopma mukavemeti değerlerinin antimikrobiyal madde çeşidine bağlı olarak farklılığı, (çözgü)

Antimikrobiyal kumaş çeşidi	N	Alt bölümler		
		1	2	3
kontrol	25	250,6316		
2	25	254,6628		
5	30	258,3023	258,3023	
4	30	262,2407	262,2407	
6	30		269,0167	269,0167
1	25		270,4944	270,4944
3	30			276,5713
önemlilik		,141	,111	,342

4.2.9.2 Kopma uzaması bulgularının istatistiksel değerlendirmesi

Tablo 29’da numune kumaşların atkı yönündeki kopma uzama testlerinde elde edilen verilere ait varyans analizi değerleri görülmektedir. Tabloda farklı antimikrobiyal maddelerin ve farklı yıkama seviyelerinin ayrı ayrı ve her ikisinin birbiri ile interaksiyonlarının kumaş atkı yönündeki kopma uzama değerleri üzerinde önemli etkisi olduğu görülmektedir.

Tablo 29 Kopma uzaması değerlerine ait varyans analizi tablosu, (atkı)

etkiler	F _{0,05}	P (olasılık)
Antimikrobiyal kumaş çeşidi	51,655*	,000
Yıkama sayısı	325,641*	,000
Antimikrobiyal kumaş çeşidi * Yıkama sayısı	15,083*	,000

*İlgili faktörün istatistiki açıdan önemli olduğunu gösterir

Tablo 30’da kontrol numunesinin atkı yönündeki ölçümlerde en yüksek kopma uzama değerini verdiği ve antimikrobiyal işlem görmüş diğer kumaş tiplerinden farklı olduğu, diğer kumaş çeşitlerinin de atkı kopma uzaması değerleri açısından birbiri ile farklı özellikte olduğu görülmektedir. Kumaşların atkı yönündeki kopma uzaması değerleri tablodan incelendiğinde en düşük değer 6 numaralı kontrol numunesine, en yüksek değer ise kontrol numunesine ait olduğu görülmektedir.

Tablo 30 Kopma uzaması değerlerinin antimikrobiyal madde çeşidine bağlı olarak farklılığı, (atkı)

Antimikrobiyal kumaş çeşidi	N	Alt bölümler				
		1	2	3	4	5
6	30	21,1230				
5	25		21,6348			
4	30			22,7950		
2	30			22,9450		
3	30				23,4350	
1	20				23,5575	
kontrol	25					24,5340
önemlilik		1,000	1,000	,516	,596	1,000

Tablo 31’de yıkanmamış numunelerin atkı yönündeki ölçümlerde en düşük kopma uzaması değerini verdiği ve diğer yıkama seviyelerinden farklı olduğu, 1. yıkama sonrası elde edilen kopma uzaması değerlerinin de farklı bir grup oluşturduğu ve diğer dört yıkama seviyesinin ise atkı kopma uzaması değerleri açısından birbiri ile benzer özellikte olduğu görülmektedir. Kumaşların atkı yönündeki kopma uzaması değerleri incelendiğinde en düşük değer in yıkanmamış numunelere ait olduğu, en yüksek değer in ise 40.yıkama sonrasında elde edildiği görülmektedir.

Tablo 31 Kopma uzaması değerlerinin yıkama sayısına bağlı olarak farklılığı, (atkı)

Yıkama sayısı	N	Alt bölümler		
		1	2	3
yıkamasız	30	17,2010		
1	35		23,1066	
5	30			23,9550
20	35			23,9929
10	35			24,1294
40	25			24,2648
önemlilik		1,000	1,000	,467

Tablo 32’de numune kumaşların çözgü yönündeki kopma uzaması testlerinde elde edilen verilere ait varyans analizi değerleri görülmektedir. Buradan farklı antimikrobiyal maddelerin ve farklı yıkama seviyelerinin ayrı ayrı ve her ikisinin birbiri ile interaksiyonlarının kumaş çözgü yönündeki kopma uzaması değerleri üzerinde önemli etkisi olduğu görülmektedir.

Tablo 32 Kopma uzaması değerlerine ait varyans analizi tablosu, (çözgü)

etkiler	F _{0,05}	P (olasılık)
Antimikrobiyal kumaş çeşidi	12,571*	,000
Yıkama sayısı	33,322*	,000
Antimikrobiyal kumaş çeşidi * Yıkama sayısı	10,762*	,000

*ilgili faktörün istatistiki açıdan önemli olduğunu gösterir

Tablo 33’da kontrol numunesinin çözgü yönündeki ölçümlerde en düşük kopma uzaması değerini verdiği ve 5, 4 ve 2 kodlu antimikrobiyal kumaş numuneleri ile benzerlik gösterdiği görülmektedir. Kumaş çözgü yönü uzama verilerinin üç farklı alt grupta incelendiği görülmektedir. Kumaş kodu 6 olan numunenin en yüksek kopma uzaması değerini verdiği belirlenmektedir.

Tablo 33 Kopma uzaması değerlerinin antimikrobiyal madde çeşidine bağlı olarak farklılığı, (çözgü)

Antimikrobiyal kumaş çeşidi	N	Alt bölümler		
		1	2	3
kontrol	25	23,7420		
5	25	24,1404	24,1404	
4	30	24,3040	24,3040	
2	30	24,3890	24,3890	
1	20		24,5715	
3	30		24,8823	
6	30			25,8473
önemlilik		,083	,053	1,000

Tablo 34’de kontrol numunesinin çözgü yönündeki ölçümlerde en düşük kopma uzaması değerini verdiği ve farklı diğer yıkama seviyelerinden farklı olduğu, diğer beş yıkama seviyesinin ise çözgü kopma uzaması değerleri açısından birbiri ile benzer özellikte olduğu görülmektedir. Kumaşların çözgü yönündeki kopma uzama değerleri incelendiğinde en düşük değer yıkamamış numunelere ait olduğu, en yüksek değer ise 5.yıkama sonrasında elde edildiği görülmektedir.

Tablo 34 Kopma uzaması değerlerinin yıkama sayısına bağlı olarak farklılığı, (çözgü)

Yıkama sayısı	N	Alt bölümler	
		1	2
Yıkanamamış	30	22,4613	
10	35		24,7671
1	35		24,8174
20	35		25,0849
40	25		25,1008
5	30		25,2127
önemlilik		1,000	,388

4.2.9.3 Yırtılma mukavemeti bulgularının istatistiksel değerlendirmesi

Tablo 35’de numune kumaşların atkı yönündeki yırtılma mukavemeti testlerinde elde edilen verilere ait varyans analizi değerleri görülmektedir. Buradan farklı antimikrobiyal maddelerin ve farklı yıkama seviyelerinin ayrı ayrı ve her ikisinin birbiri ile interaksiyonlarının kumaş atkı yönündeki yırtılma mukavemeti değerleri üzerinde önemli etkisi olduğu görülmektedir.

Tablo 35 Yırtılma mukavemeti değerlerine ait varyans analizi tablosu, (atkı)

etkiler	F _{0,05}	P (olasılık)
Antimikrobiyal kumaş çeşidi	5,619*	,000
Yıkama sayısı	60,751*	,000
Antimikrobiyal kumaş çeşidi * Yıkama sayısı	4,619*	,000

*ilgili faktörün istatistiki açıdan önemli olduğunu gösterir

Tablo 36’da kontrol numunesinin 4 kodlu kumaşın atkı yönündeki ölçümlerde en düşük yırtılma mukavemet değerini verdiği ve 6, 3 kodlu kumaşlar ve kontrol numunesi ile beraber diğer kumaş tiplerinden farklı olduğu görülmektedir. Kumaşların atkı yönündeki yırtılma mukavemet değerleri tablodan incelendiğinde en düşük değer 4, en yüksek değer ise 2 kodlu antimikrobiyal kumaşa ait olduğu görülmektedir. Ancak burada önemlilik değerinin düşük olduğu da dikkate değer bir veri olup, elde edilen bulguların güvenilirliğinin fazla yüksek olmadığını vurgulamaktadır.

Tablo 36 Yırılma mukavemeti değerlerinin antimikrobiyal madde çeşidine bağlı olarak farklılığı, (atkı)

Antimikrobiyal kumaş çeşidi	N	Alt bölümler	
		1	2
4	30	3,2030	
6	25	3,2360	
3	30	3,2590	
kontrol	25	3,3080	3,3080
5	20		3,4075
1	25		3,4308
2	30		3,4423
önemlilik		,283	,106

Tablo 37’de 40.yıkama sonrasındaki numunelerin atkı yönündeki ölçümlerde 20. yıkama sonrasındaki ölçümlerle beraber en düşük yırılma mukavemet değerini verdiği ve diğer yıkama seviyelerinden farklı olduğu, diğer yıkama seviyelerinin ise atkı yırılma mukavemet değerleri açısından birbirinden farklı özellikte olduğu görülmektedir. Yıkanmamış numuneler ve 1. yıkama sonrasında elde edilen yırılma mukavemet değerleri ise en yüksek yırılma mukavemet değerini vermekte olup, aynı grup içinde yer almaktadır. Buradan yıkama sayısı arttıkça numunelerin yırılma mukavemetlerinde azalma olduğu yönünde bir çıkarım yapılması mümkün görünmektedir. (Bölüm 4.2.4)

Tablo 37 Yırılma mukavemeti değerlerinin yıkama sayısına bağlı olarak farklılığı, (atkı)

Yıkama sayısı	N	Alt bölümler			
		1	2	3	4
40	20	2,9480			
20	30	2,9983			
10	35		3,1906		
5	30			3,3063	
1	35				3,6400
yıkamasız	35				3,6423
önemlilik		,361	1,000	1,000	,967

Tablo 38’de numune kumaşların çözgü yönündeki yırılma mukavemeti testlerinde elde edilen verilere ait varyans analizi değerleri görülmektedir. Buradan farklı antimikrobiyal maddelerin ve farklı yıkama seviyelerinin ayrı ayrı ve her ikisinin birbiri ile interaksiyonlarının kumaş çözgü yönündeki yırılma mukavemeti değerleri üzerinde önemli etkisi olduğu görülmektedir.

Tablo 38 Yırılma mukavemeti değerlerine ait varyans analizi tablosu, (çözgü)

etkiler	F _{0,05}	P (olasılık)
Antimikrobiyal kumaş çeşidi	7,203*	,000
Yıkama sayısı	69,466*	,000
Antimikrobiyal kumaş çeşidi * Yıkama sayısı	1,912*	,009

*İlgili faktörün istatistiki açıdan önemli olduğunu gösterir

Tablo 39’da 6 kodlu kumaş numunelerinin çözgü yönündeki ölçümlerde en düşük yırılma mukavemet değerini verdiği ve diğer kumaş çeşitlerinden farklı olduğu görülmektedir. Kumaş kodu 1 olan numunelerin en yüksek yırılma mukavemeti değerini verdiği görülmektedir.

Tablo 39 Yırtılma mukavemeti değerlerinin antimikrobiyal madde çeşidine bağlı olarak farklılığı, (çözgü)

Antimikrobiyal kumaş çeşidi	N	Alt bölümler		
		1	2	3
6	25	3,6740		
3	30		3,8550	
2	30		3,8617	
4	30		3,8653	
5	20		4,0015	4,0015
kontrol	25		4,0396	4,0396
1	25			4,1276
önemlilik		1,000	,091	,199

Tablo 40'da yıkanmamış numunelerin çözgü yönündeki ölçümlerde en yüksek yırtılma mukavemet değerini verdiği yıkama sayısı arttıkça çözgü yırtılma mukavemetinin azaldığı görülmektedir. (Bölüm 4.2.4)

Tablo 40 Yırtılma mukavemeti değerlerinin yıkama sayısına bağlı olarak farklılığı, (çözgü)

Yıkama sayısı	N	Alt bölümler	
		1	2
40	20	3,5680	
20	30	3,5723	
5	30	3,6060	
10	35	3,7443	
1	35		4,3051
yıkamasız	35		4,4309
önemlilik		,053	,068

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

5.1. SONUÇLAR

Antimikrobiyal tekstil ürünleri medikal, askeri ve hijyen amaçlı kullanımının yanı sıra günlük hayatımızda da önemli oranda kullanım alanı bulunmaktadır. Tekstil üreticisi bir ülke olarak üretimini yapmakta olduğumuz antimikrobiyal tekstil ürünlerinin iyi anlaşılması, özelliklerinin iyi bilinmesi son derece önemlidir.

Denizli’de yoğun olarak üretilmekte olan pamuklu tekstil ürünlerinden olan çarşaflık kumaşlar (bez ayağı dokuma kumaş) üzerinde yapılan çalışma hastane veya otel kullanımına uygun olabilecek çarşaflık kumaşlar üzerinde yoğunlaştırılmıştır. Çarşaflık kumaş olarak kullanılacak dokuma kumaşta; antimikrobiyal etkinlik, antimikrobiyal etkinliğin yıkama ile değişimi, antimikrobiyal bitim işlemlerinin kumaş performans özellikleri üzerindeki etkileri ve yıkama işleminin kumaş performans özellikleri (kumaş kopma ve yırtılma mukavemetleri, kopma uzaması, kumaş rengi (beyazlık), kumaş kat açılma açısı ve ter haslığı) üzerindeki etkileri araştırılmıştır.

Antimikrobiyal etkinliğin belirlenmesi için üç farklı antimikrobiyal ölçüm testi kullanılmıştır. Öncelikle antimikrobiyal maddelerin etkin oldukları dilüsyonlar belirlenmiştir. İkinci olarak AAATC 147 ve AATCC 100 testleri her bir numune kumaş için yapılmış ve antimikrobiyal madde çeşitleri arasında karşılaştırma yapılmıştır.

Yıkamanın antimikrobiyal etkinlik üzerindeki etkilerinin anlaşılması için kumaş numuneleri 40 yıkamaya kadar yıkanmış ve numune kumaşlar belli yıkama sayılarından sonra antimikrobiyal etkinlik açısından test edilmiş ve sonuçlar birbiri ile ve başlangıçtaki antimikrobiyal etkinlik değerleri ile karşılaştırılmıştır.

Anti mikrobiyal bitim işleminin kumaş performans özellikleri üzerindeki etkilerinin anlaşılması amacı ile antimikrobiyal işlem görmüş kumaş numuneleri performans özellikleri açısından test edilmiştir. Testler sonucunda elde edilen veriler birbiri ile ve başlangıç değerleri ile (kontrol numunesi) karşılaştırılmıştır.

Kumaş performans özellikleri üzerinde etkili olacak olan bir diğer parametre kumaşın yıkanmasına bağlı olarak ortaya çıkabilecek performans değişimleridir. Bu çalışmada yıkanmamış kumaş ile 40 yıkamaya kadar yıkanmış olan kumaşların performans özellikleri belirlenmiş ve sonuçlar birbiri ile ve kontrol numunesi ile karşılaştırılmıştır.

Çalışmada ayrıca kumaşlara uygulanan antimikrobiyal bitim işlemleri ile yıkamanın birbiri ile bağıntılı olarak kumaş performans özellikleri üzerindeki etkileri de incelenmiştir.

Ölçüm verilerinin değerlendirilmesi sonucunda aşağıda sıralanmış olan bulgular ortaya konmuştur.

-*E.coli* karşısında 6 numaralı antimikrobiyal madde (kitosan) hariç diğer antimikrobiyal maddelerin etkin olduğu, yıkama sayısı arttıkça etkinlik oranında azalma olduğu gözlemlenmiştir. Yıkanmamış numune kumaşlarla yapılan ölçümlerde organizmanın antimikrobiyal kumaş ile temas süresinin artmasının da ortamdaki organizma sayısının azalmasına katkı sağladığı görülmüştür. Yıkama sayısı arttıkça bu durum ortadan kalkmıştır.

-*S.aureus* karşısında tüm antimikrobiyal maddelerin etkin olduğu, yıkama sayısı arttıkça etkinlik oranında azalma olduğu gözlemlenmiştir. Organizmanın antimikrobiyal kumaş ile temas süresinin artmasının da ortamdaki organizma sayısının azalmasına katkı sağladığı görülmüştür.

-*C.albicans* karşısında temas süresi arttıkça etkinliğin azaldığı görülmüştür. Kuarter amonyum esaslı antimikrobiyal maddeler olan 2 ve 5 numaralı antimikrobiyal maddelerin etkinliği yıkanmamış numunelerde görülmekle beraber, yıkanmış numunelerde 24 saatlik temas sonrasında etkinliğin kaybolduğu görülmüştür. Şekil 24'de görüldüğü gibi *C.albicans* karşısında temas süresi arttığında ortamdaki organizma sayısı azalma yerine artmıştır.

-Kumaşların performans özellikleri belirlenmeden önce antimikrobiyal bitim işlemleri ve tekrarlı yıkamaların kumaş sıklıkları, kumaşı oluşturan ipliklerin mukavemet değerleri, kumaş nem içerikleri, kumaş gramajları ve kumaş üzerindeki kalıntı miktarları üzerindeki etkileri incelenmiştir.

Kumaş sıklık değerleri yıkama işlemlerine bağlı olarak arttığı ancak bu artışın en fazla başlangıçtaki çözgü sıklığında 25 tel/cm değerinden 26,333 tel/cm değerine; atkı sıklığında ise 24 tel/cm'den 24,625 tel/cm değerine çıktığı belirlenmiştir.

Numune kumaşların gramaj değerlerindeki değişim incelendiğinde kondisyonlandıktan sonra başlangıçta 153g/m² olan kumaşın etüvde kurutulduktan sonra 147,62 g/m² olduğu belirlenmiştir. Bu gramaj değerlerinin her ikisinin de antimikrobiyal işlemler ve yıkama sayılarına bağlı olarak arttığı görülmüştür. Gramaj artışlarının kumaş sıklığı, kumaş içerisinde tutulan higroskopik nem, ve yıkamalar sonunda kumaş yüzeyine tutunarak kalan residual artıklardan kaynaklandığı düşünülmektedir. Yıkama sayılarındaki artışın kumaş aşınmasına ve gramajda azalmaya neden olacağı beklenen bir bulgu olmakla beraber aşınmaya bağlı olası gramaj azalmalarının kumaş yüzeyinde biriken kalıntılar ve nem artışı ile kompanze edildiği kabul edilmiştir.

Kumaşlar üzerindeki nem miktarları için yapılan çalışmada kondisyone edilmiş kumaş gramajları ile etüvde kurularak içeriğindeki nem alınmış olan kumaş gramajları arasındaki farklar belirlenmiştir. Yıkanmamış kontrol numunesinin nem miktarının en düşük olduğu, benzer şekilde antimikrobiyal işlem görmüş ancak yıkanmamış numunelerin nem içeriklerinin de düşük olduğu görülmüştür. Antimikrobiyal işlemlerin yaş işlem sürelerinin kısa olması ve arkasından yapılan fiksaj işleminin yüksek sıcaklıkta olması nedeni ile yıkanmamış numunelerde nem oranı birbirine yakın ve düşük bulunmaktadır. Yıkamalar sonrasında ise kumaşlar üzerindeki nem içeriğinin arttığı görülmüştür. Bu artış 1. ve 5. yıkamalar sonrasındaki numunelerde belirgin olarak görülmektedir. Daha sonraki yıkamalar sonrasındaki numunelerdeki nem içeriklerinde ise düşüşler görülmüştür. 1. yıkama sonrasındaki yıkamalar sonrasında yapılan nem ölçümlerinde görülen azalma kumaş üzerinde birikmeye başlayan residue (kalıntı) ile açıklanması öngörülmüş ve kumaş üzerinde biriken residue (deterjan, yıkama sularındaki mineraller ve diğer atıklar) miktarları araştırılmıştır.

Başlangıçta yıkanmamış numuneler üzerinde "0" kabul edilen residue miktarı yıkama sayısı arttıkça yükselmiştir. 40. yıkama sonunda numuneler üzerindeki residue miktarı genel olarak en yüksek değere ulaşmıştır. Numune kumaşlar arasında yapılan değerlendirmede en fazla residue birikiminin kontrol kumaşı olan üzerinde

herhangi bir antimikrobiyal bitim kimyasalının bulunmadığı kumaş üzerinde biriktiği belirlenmiştir. Numune kumaşlarda biriken residue miktarının kumaş üzerinde tutulabilen nem miktarını azalttığı gözlemlenmiştir. Bu durum kumaşın sertleşmesi ve buna bağlı olarak nem tutuculuğunun azalması ile açıklanmıştır.

Numune kumaşların mukavemet değerlerini incelemeyen önce kumaşı oluşturan atkı ve çözgü ipliklerinin mukavemetlerinin belirlenmesi önemlidir. Yıkanmamış numuneler ile 1. yıkama sonrasındaki numunelerin iplik mukavemet değerlerinde fark olduğu, yıkanan numunelerde mukavemet artışı olduğu görülmüştür. Tüm numune çeşitleri için geçerli olan bu durum özellikle çözgü ipliklerinde daha da belirgindir.

-Kumaşların kopma mukavemet değerlerinin yıkamalardan kaynaklanan sıklık değişimi, kumaş nem içeriklerindeki değişimler, kumaş üzerindeki kalıntı miktarındaki değişimler ve kumaş aşınmasına bağlı olarak değiştiği görülmüştür. Ayrıca kumaşlara uygulanan antimikrobiyal bitim işlemlerinin de kumaş mukavemeti üzerindeki etkisini incelemek için yıkanmamış numune kumaşların mukavemet değerleri incelenmiş ve kumaş mukavemet değerlerinin bitim işlemlerinden etkilendiği görülmüştür. Antimikrobiyal bitim işlem çeşitleri ve yıkama sayısının kumaş mukavemeti üzerinde etkili parametreler olduğu istatistiksel değerlendirme ile de belirlenmiştir.

-Kumaş kopma uzaması değerlerinin antimikrobiyal bitim işlem çeşitlerinden ve yıkama sayısından etkilendiği doğrudan karşılaştırma ve istatistiksel değerlendirme sonucunda ortaya konmuştur. Yıkanmamış numunelere ait kopma uzaması değerleri ile 1. yıkama sonrasındaki numunelerin kopma uzaması değerleri incelendiğinde kopma uzaması değerlerinin yıkamaya bağlı olarak arttığı görülmüştür. Kopma uzaması değerlerinde görülen artış genel sıklık artışlarına bağlı iplik kıvrımlarının artmış olması ve kumaş yüzeyinde iplik hareketlerini zorlaştıracak kaplama malzemesinin azalması nedeni ile açıklanabilir. Ancak bu aşamada kumaş yüzeyinde biriken deterjan artığı vs. kalıntıların da iplik hareketlerini zorlaştıran iplik kopma uzama değerlerini azaltıcı etkisinin olacağı göz önünde bulundurulmalıdır. İlk yıkama sonrasında kumaş üzerindeki antimikrobiyal etken maddelerin azalmaya başlaması çözgü ipliklerinin hareket serbestliğinin artmasını ve çözgü yönündeki kumaş kopma uzaması değerlerinin yükselmesini sağlamıştır. Belli yıkama sayısından sonra kumaşlar üzerindeki antimikrobiyal etkin maddelerin azalması ve bitmesine bağlı olarak kopma uzama değerleri artmış ve 10. yıkamadan sonra aynı seviyede sabitlenmiştir.

-Kumaş yırtılma mukavemeti değerleri ile ilgili yapılan ölçümlerin istatistiksel olarak değerlendirmesinde yıkama sayısı ve antimikrobiyal bitim işlemlerinin kumaş yırtılma mukavemetini etkilediği görülmüştür. Yıkama sayısı arttıkça kumaş yırtılma mukavemetinin azaldığı belirlenmiştir. Yıkama işlemine bağlı olarak artan kumaş sıklıkları iplikler arasındaki sürtünme seviyelerini arttırmakta, ayrıca kumaş üzerinde biriken kalıntı miktarındaki artışlarda iplik hareket serbestisini azaltmakta ve yırtılma mukavemetinde düşüslere neden olmaktadır. Yıkanmamış numune kumaşlara ait atkı yırtılma mukavemet verileri incelendiğinde farklı kimyasallar ile bitim işlemi görmüş olan numunelerin bitim işlemi uygulanmamış kontrol numunesinin yırtılma mukavemet değerinden daha düşük yırtılma mukavemet değerinde oldukları görülmüştür. Kaplama etkisi yaratabilecek olan emdirme ve iplikler arası sürtünmeyi arttırabilecek etkisi olan yüksek sıcaklıkta kurutma işlemlerine maruz kalmış olan

numune kumaşlarda iplikler arası hareket serbestisini azaltmış ve yırtılma mukavemet değerinin azalmasına neden olmuştur.

-Numune kumaşların kat açılma açısı değişimlerini incelemek için bir korelasyon analizi yapılmış ve bu analiz sonucunda kumaşı oluşturan çözgü ipliklerinin mukavemetinin, kumaş atkı kopma uzaması değerlerinin, ve ayrıca çözgü ve atkı yönündeki kat açılma açısı değerlerinin bir diğeri üzerinde etkili oldukları belirlenmiştir. Kumaşların çözgü ve atkı kopma mukavemet ve uzama değerlerinde görülen artışa neden olan yıkama işleminin çözgü ve atkı yönünde kumaş kat açılma açısı değerini de arttırdığı görülmüştür. Kumaş üzerinde biriken kalıntı miktarındaki artışın ve yıkama ile kumaşın aşınması sonucunda kumaş kalınlık değerlerinde oluşabilecek değişimlerin kumaş yumuşaklığı ve dökümlülüğü üzerinde etkili olabileceği ve kumaş yumuşaklığının da kumaş kat açılma açısı değerlerini etkileyeceği ön görülmektedir. 20. yıkamadan 40. yıkamaya kadar yapılan yirmi yıkamanın ise ilk yirmi yıkama sonrasında yumuşamış olan kumaş üzerinde biriken kalıntı miktarı nedeni ile yeniden sertleşmeye neden olabileceği ve sertleşen kumaşın kat açılma açısı değerinin yüksek olacağı öngörülmüştür. Antimikrobiyal bitim işlemlerinin kumaş kat açılma açısı değerleri üzerindeki etkisi incelendiğinde 5 numaralı antimikrobiyal ile işlem görmüş numune dışında diğer beş numune çeşidi ve kontrol numunesinin benzer şekilde davranış sergilediği görülmektedir. Quarter amonyum tuzu esaslı olan 5 numaralı antimikrobiyal bitim maddesi ile işlem görmüş olan numunenin kat açılma açısı değerinin diğer numunelere göre daha düşük olduğu belirlenmiştir. İçeriğinde quarter amonyum tuzu bulunan bir diğer antimikrobiyal kimyasal ile işlem görmüş olan 2 numaralı numune kumaşların da düşük kat açılma açısı değerinde olduğu belirlenmiştir.

-Berger beyazlığı incelendiğinde başlangıç aşamasında kontrol numunesi ile antimikrobiyal bitim işlemi görmüş numuneler arasında fark olduğu, bitim işlemlerinin kumaş beyazlığını olumsuz yönde etkilediği görülmüştür. Özellikle kitosan ile işlem görmüş olan 6 numaralı numune kumaşların renginde önemli ölçüde bozulma olduğu belirlenmiştir. Ancak yıkama sayıları arttıkça numune kumaşlar ve kontrol kumaş renklerinin birbirine yaklaştıkları görülmüştür. 20. yıkamadan sonra beyazlık derecesinin yeniden bozulmaya başladığı görülmüştür.

- Ter haslık değerlerinin antimikrobiyal bitim işlemlerinden önemli derecede etkilenmediği belirlenmiştir. Kitosan ile işlem gören kumaşlarda asidik ve bazik ter haslığı solmaya neden olmaktadır. Bu durum yıkamasız ve bir yıkama sonrasında yapılan ölçümlerde görülmüş, sonraki yıkamalarda ise kumaş üzerindeki kitosan miktarının azalmasına bağlı olarak ortadan kalkmıştır.

-Numune kumaşlar üzerinde bulunabilecek mikro organizmaların görsel olarak incelenmesi amacı ile SEM mikroskobu ile çalışılmıştır. Ancak yapılan incelemelerde kumaşlar üzerinde her hangi bir mikro organizma ile karşılaşmamıştır. Bunun nedeninin kumaşların antimikrobiyal etkinliğinin yüksek olması değil, SEM görüntü incelemesi için yapılan numune hazırlama işleminde yapılan bir yanlış işlem olduğu anlaşılmıştır. Numune kumaşların SEM için hazırlanmasında yapılan kaplama işleminde daha dikkatli olunması gerekmektedir.

-Projede kullanılan sentetik antimikrobiyal maddeler ile doğal bir antimikrobiyal olan kitosanın performansı karşılaştırıldığında kitosan diğer sentetik kimyasallara göre daha düşük antimikrobiyal özellik göstermiştir. Özellikle yıkama direnci açısından kitosanın performansının düşük olduğu görülmüştür. Kitosan ayrıca kumaş rengi, ter haslığı

(solma), kumaş yırtılma mukavemeti performansları açısından da diğer sentetik antimikrobiyallar göre daha düşük performans göstermiştir. Ancak tamamen doğal bir ürün olması nedeni ile sentetik antimikrobiyallerin kullanılmayacağı ve tekrarlı yıkamaların yapılmayacağı ürünlerde tercih edilebilecek bir antimikrobiyal madde olarak kabul edilmelidir.

Proje sonucunda elde edilen diğer sonuçlar ise şu şekilde sıralanabilir;

- Projede kullanılan kumaş çeşidi dikkate alındığında mukavemetin önemli olduğu antimikrobiyal kumaşlarda (ameliyathanelerde kullanılan hasta nakil örtüleri vs.) antimikrobiyal işlem görmüş olan kumaşlarda ortaya çıkabilecek mukavemet azalmalarına dikkat edilmeli, seçilen kumaşın ilgili antimikrobiyal işlem sonrasındaki mukavemet değişimi dikkate alınmalıdır.

-Çalışmada kullanılan antimikrobiyal maddelerin ter haslığı açısından herhangi bir olumsuzluğa neden olmadıkları belirlenmiş, dolayısıyla kumaşların yastık kılıfı gibi terleme ile karşılaşılacak alanlar için kullanılmasının uygun olabileceği belirlenmiştir.

-Proje sırasında yapılan tekstilde antimikrobiyal etkinlik belirleme çalışmaları ile konuya ilişkin altyapı bilgi oluşturulmuş, ancak oluşan bilgi altyapısı piyasada ticari olarak ifade edilen antimikrobiyal etkinlik verilerine **şüphe** ile yaklaşılması gerektiği sonucunu ortaya çıkarmıştır.

-Tekstil ürünlerinde antimikrobiyal etkinlik belirleme testleri çok çeşitli olup bu testler uluslar arası akredite olmuş laboratuvarlar tarafından test başına 400-500 USD arasında değişen ücretler karşılığında yapılmaktadır. Bu proje çalışmasında yapılmış olan antimikrobiyal etkinlik test sayısı yaklaşık olarak 250 civarındadır. (antimikrobiyal maddelerin etkinlik testleri, AATCC 100 ve AATCC 147 tekstil kumaşlarının antimikrobiyal testleri) Bu maliyet hesaplandığında benzer çalışmanın yapılması için yalnızca antimikrobiyal testlerinin maliyeti proje bütçesinin 7-8 katına ulaşmaktadır. Bu ölçek dikkate alındığında projede yapılan antimikrobiyal test ölçümleri ve bu süreçte edinilen tecrübe son derece kıymetli ve önemlidir. Bu proje sayesinde tekstil yüzeylerinin antimikrobiyal testlerinin yapılması ile ilgili deneyim ve bilgi sahibi olunmuştur.

-Çalışma süresince proje özeti, bir ulusal (Tekstil kimyasalları kongresi, Aralık 2006 Çorlu) ve üç uluslar arası (AUTEX 2007 Haziran 2007, Tampere-Finlandiya; TEXSCI 2007, Temmuz 2007 Liberec Czech Republic; III. Technical Textile Congress, Aralık 2007, İstanbul Türkiye) kongreye gönderilmiştir. Bildiri özetleri dört kongrede de kabul görmüş, ancak projede yapılması öngörülen işlerin gecikmeli olarak gerçekleşmesi nedeni ile ilk üç kongreye bildiri tam metinlerinin hazırlanması mümkün olmamıştır. Proje çalışmasının bir kısmı III. Technical Textile Congress'de sunulmak üzere hazırlanmıştır. Projede elde edilen veriler bir makale halinde ayrıca yayınlanacaktır.

-Proje önerisinde sekiz aylık bir sürede gerçekleştirilmesi öngörülen çalışma tahmin edilen süreden daha uzun süre (12 ay) gerektirmiştir. Proje planında önerilen numune sayısının çok üzerine çıkılmış olması bu durumun mazeretlerinden bir tanesidir. Gecikmeye neden olabilecek bir diğer faktör ise farklı disiplinlerin bir arada çalışmalarının neden olduğu zorluklardır.

-Benzer çalışmalar için altyapı oluşturan bu çalışma çok disiplinli çalışmalara iyi bir örnek oluşturmuş ve proje gurubunun bu yönde tecrübe kazanmasını sağlamıştır.

5.2 ÖNERİLER

- Kitosan ile ilgili yapılan literatür araştırmasında kitosanın iyi bir antimikrobiyal olduğu bilgisi ortaya çıkmıştır. Ancak tamamlanan çalışmada bu bilgi tam olarak doğrulanmamıştır. Bu beklenmeyen sonucun daha iyi anlaşılması ve analiz edilmesi için kitosan ile ilgili çalışmanın daha da derinleştirilerek tekrarlanması gereklidir. Yeniden düzenlenecek olan bu çalışmada kitosanın moleküler yapısı farklı olan çeşitleri, kumaş yüzeyine bağlanmasını iyileştirecek yeni yardımcı maddeler kullanılmalıdır. Bitim işleminde kullanılan reçeteler çeşitlendirilmeli ve antimikrobiyal etkinlik açısından daha iyi performans sağlayacak reçeteler belirlenmelidir. Pamuk dışında polyester, viskon gibi diğer lif çeşitlerinden yapılan kumaşlar kullanılarak kitosan ile en iyi uyum sağlayan lif ve kumaş çeşidi araştırılmalıdır.

-Yıkamanın kumaş fiziksel özellikleri üzerinde önemli etkiler yarattığı görülmüştür. Kumaş parametrelerinin yıkama işlemlerine bağlı olarak gösterdikleri değişim daha detaylı bir çalışma planı ile incelenmeli ve yıkamanın kumaş mekanik özellikleri üzerindeki etkileri araştırılmalıdır. Çalışma farklı lif çeşitlerinden oluşan kumaşlar için tekrarlanmalıdır.

-Gerek Türkiye’de ve gerekse dünyada tüketiciler tarafından yaygın olarak kullanılmakta olan sentetik antimikrobiyal maddelerin olası dermatolojik, alerjik ve toksik etkileri tekstil, mikrobiyoloji ve tıp doktorlarından oluşacak bir çalışma gurubu ile araştırılmalıdır.

-Pamukkale Üniversitesinde tekstil eğitim, araştırma ve uygulama laboratuvarlarında antimikrobiyal tekstillerle ilgili ölçümlerin yapılması ile ilgili oluşmuş olan bilgi birikimi ve tecrübe kullanılmalı bu testlerin yapılması için gerekli altyapı oluşturulmalıdır.

-Yakın gelecekte su kaynaklarının idareli kullanımına yönelik olarak alınacak tedbirler arasında daha az yıkama gerektirecek tekstil ürünlerinin kullanımı önem kazanacaktır. 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 artacaktır. Bu çalışmanın oluşturduğu tecrübe, bilgi, insan gücü ve altyapı belirtilen ürün çeşitlerine yönelik olarak yönlendirilmeli ve yeni çalışmalar yapılmalıdır.

-Sonraki safhalarda yapılacak benzer çok disiplinli çalışmalar için daha uzun proje süresi talep edilmelidir.

6. REFERANSLAR

- 1- AATCC Antibacterial assessment of textile materials, test standart
- 2- Aly S.A., Hashem A., Hussein S.S., Utilization of chitosan citrate as crease-resistant and antimicrobial finishing agent for cotton fabric, *Indian Journal of Fibre & Textile Research*, Vol. 29, June 2004, pp. 218-222
- 3- ASTM E2149-01, Standard Test Method for Determining the Antimicrobial Activity of Immobilized Antimicrobial Agents Under Dynamic Contact Conditions
- 4- Balcı, H., Babaarslan O., Antibakteriyel bitim işleminin % 100 pamuklu kumaş özelliklerine etkisi, TMMOB Makine Mühendisleri Odası – TMMOB Tekstil Mühendisleri Odası, Tekstil Teknolojileri ve Tekstil Makineleri Kongresi, 11- 12 Kasım 2005 Gaziantep, Türkiye
- 5- Filteau, M., Tessier, D., Radu I., Application Treatments of Antimicrobial on Textile Materials, Silver Clear™ May 2nd 2005
- 6- http://www.centexbel.be/Eng/research_project_chitexII.htm, “Functionalisation of textiles by means of chitin/chitosan in view of their use in hygiene and/or care products – II: application in an industrial environment”
- 7- <http://www.tec-service.net/crabyon/crabyon02.html>
- 8- Huang W., Leonas K., Evaluating a One-Bath Process for Imparting Antimicrobial Activity and Repellency to Nonwoven Surgical Gown Fabrics, *Textile Res. J.* 70(9), 774-782 (2000)
- 9- Intelligent Textile Structures —Application, Production & Testing, International Workshop, 12-13/5/2005, Thessaloniki, Greece
- 10- Jantas, R., Gorna K., Antibacterial Finishing of Cotton Fabrics, Fibres and textiles in Eastern Europe January / March 2006, Vol. 14, No. 1 (55) 88-91
- 10- Jeong, Y. J., Cha, S. Y., Yu, W. R., Park, W. H., Changes in the Mechanical Properties of Chitosan-Treated Wool Fabric, *Textile Res. J.* 72(1), 70—76 (2002)
- 12- Jiang, S. Q., Newton, E., Yuen, C. W. M., Kan, C. W., Chemical Silver Plating on Polyester/Cotton Blended Fabric, *Journal of Applied Polymer Science*, Vol. 100, 4383–4387 (2006)
- 13- Lee H.J., Yeo S.Y., Jeong S.H., Antibacterial Effect of Nanosized Silver Colloidal Solution on Textile Fabrics, *Journal of Materials Science* 38 (2003) 2199 – 2204
- 14- Lee S., Cho J., and Cho G., Antimicrobial and Blood Repellent Finishes for Cotton and Nonwoven Fabrics Based on Chitosan and Fluoropolymers, *Textile Research Journal* ,69(2), 104-112 (1999)
- 15- Lim S., Hudson S., Application of a fiber-reactive chitosan derivative to cotton fabric as an antimicrobial textile finish, *Carbohydrate Polymers*, 2004, www.elsevier.com/locate/carbpol
- 16- Mihailovic, T., Asanovic, K., Simovic, L., Skundric P., Influence of an Antimicrobial Treatment on the Strength Properties of Polyamide/Elastane Weft-Knitted Fabric, *Journal of Applied Polymer Science*, Vol. 103, 4012–4019 (2007)

- 17- Nakashima T., Sakagami Y., Ito H., Matsuo M., Antibacterial Activity of Cellulose Fabrics Modified with Metallic Salts, *Textile Res. J.* 71(8). 688-694 (2001)
- 18- Okur, A., *Tekstil Materyallerinde Mukavemet Testleri*, DEU Mühendislik Fakültesi, 2002
- 19- Orhan, M., Kut D., Gunesoglu, C., Use of triclosan as antibacterial agent in textiles, *Indian Journal of Fibre & Textile Research*, Vol. 32, March 2007, pp. 119-121
- 20- Qi L., Xu Z., Jiang X., Hu C., Zou X., Preparation and antibacterial activity of chitosan nanoparticles, *Carbohydrate Research* 339 (2004) 2693–2700
- 21- Ramachandran, T., Rajendrakumar K., and Rajendran R., Antimicrobial Textiles an - Overview, *IE (I) Journal TX*, Vol 84, February 2004
- 22- Razaq, S.A., *Tekstil Numunelerinde Antibakteriyel Aktivite Tayini*, Ekoteks Lab.İşl. Ltd. Şti. Avcılar İstanbul, 12 Mart 2003
- 23- Schoukens G, *Biomedical Textiles from Dibutyrylchitin and Chitin*, Chent University, Project No. QLK5-2002-01330
- 24- Takai K., Ohtsuka t., Senda Y., Nakao M, Yamamoto K., Matsuaoka J., Hirai Y., Antibacterial properties of Antimicrobial –Finished Textile Products, *Microbiological Immunology*, 46(2), 75, 81, 2002
- 25- TS 5720 EN ISO 6330 ev tipi yıkama standardı
- 26- Zhang, Z., Chen, L., Ji, J., Huang, Y., Chen D., Antibacterial Properties of Cotton Fabrics Treated with Chitosan, *Textile Res. J.* 73(12), 1103-1106 (2003)
- 27- <http://www.ftts.org.tw/images/fa001E.pdf> -

7. EKLER

7.1 ANTİMİKROBİYAL ETKEN MADDELER

7.1.1. EK -1 KITOSAN ANALİZ RAPORU

CA08-013

Seafresh Chitosan (Lab) Company Limited. 31 st Flr., Charoed Suanee Bldg
 152/25 North Sathoo Road , Bangkok 10500 Thailand Tel : (662) 6378888 (12 Lines)
 Fax : (662) 6378801-2 E-mail : seafresh@seafresh.com Homepage : http://www.seafresh.com

CERTIFICATE OF ANALYSIS

CUSTOMER NAME : SCLOS-05-03
 REF. NO. :
 REQUEST DATE : 14/04/2008
 SAMPLE CODE : CS-S-D118L - 100G
 PRODUCT DETAIL : CHITOSAN
 PACKING : 100G x 50 BAGS

PARAMETERS	ANALYSIS	SPECIFICATION	NOTE
1. Raw material	Shrimp		
2. Powder Appearance	Cream		
3. Particle size (mesh no.)	18(96%)		
4. Ash content (%)	0.49		
5. Moisture content (%)	8-10		
6. Solution	Clear		
7. Turbidity (FTU)	88		
8. Decetylation (%)	44		
9. Insoluble (%)	0.52		
10. Viscosity at 25 - 26 °C (m.Pa. S.)	78		
11. Molecular weight at 25 °C (Mw)	-		
12. Heavy metal content (ppm)			
Pb (Lead)	0		
As (Arsenic)	0.0002		
Hg (Mercury)	0		
Cd (Cadmium)	0		
Cr (Chromium)	-		
13. Microbial content			
Total plate count	30		
Mold	20		
E. Coll	NIL		
Salmonella	NIL		

Kamitha u105/03
(QC SUPERVISOR)

SIRI CHAWALITSUPASERANEE
(DEPT. MANAGER)

CA08-014

7.1.2. EK -2 COGNİS FİRMA ÜRÜNLERİ (İKİ ADET)**Cognis Kimya AS****91/155/EEC - ISO 11014-1'e göre Malzeme Güvenlik Bilgi Formu****MICROBAN 9026-040**

Sayfa 1 nin / nin 6

GBF No. : 74047

Revizyon: 01.02.2006

Yayınlanma tarihi: 01.02.2006

Madde/müstahzar tanıtımı**Ticari adı:**

MICROBAN 9026-040

Kullanım:

Finisaj(apre işlemleri)

Firma ismi:

Cognis Kimya AS
Ankara Asfaltı Uzeri 69
41400 Gebze-Kocaeli
Telefon: +902626793000
Faks +902626793490
numarası:

Acil durum bilgisi:

++90 262 679 3222

Bileşimi**Bileşenlerin açıklanması:**

Değer (%)	Ünvan	Sembol	R-Cümleleri	NOT	AB numarası
>= 1 -	< 5 Triclosan	Xi, N	R36/38, R50/53		222-182-2
>= 1 -	< 5 Quaternary ammonium compounds, benzyl-C12-14-alkyldimethyl, chlorides	C, N	R22, R34, R50		287-089-1
>= 5 -	< 10 Sec. alkyl poly glycol ether C11-15 with EO	Xn	R22, R41, R52/53		
>= 1 -	< 5 Sec. alkyl poly glycol ether C11-12 with EO	Xi, N	R38, R41, R51/53		

Tehlikelerin tanıtımı

R41 Ciddi göz hasarları tehlikesi.

R50/53 Sudaki organizmalar için çok toksik, su ortamında uzun süreli olumsuz etkilere neden olabilir.

91/155/EEC - ISO 11014-1'e göre Malzeme Güvenlik Bilgi Formu

MICROBAN 9200-200

Sayfa 1 min / min 6
 GHS No: 112643
 Revizyon: 17.02.2006
 Yayınlama tarihi: 17.02.2006

1. Madde / Müstahzar ve Şirket / İş Sahibinin Tanıtımı

Ticari adı:

MICROBAN 9200-200

Kullanım:

Finisaj(apre işlemleri)

Firma ismi:

Cognis Kimya AS
 Ankara Asfaltı Üzeri 69
 41400 Gebze-Kocaeli
 Telefon: +902626793000
 Faks: +902626793490
 interneti:

Acil durum bilgisi:

++90 262 679 3222

2. Bileşimi / İçindekiler Hakkında Bilgi

Genel kimyasal tanımlama:

Bileşim Microban Additive (Chlorinated Phenoxy).

Bileşenlerin açıklanması:

Değer (%)	Ünvan	Sembol	R-Cümleleri	NOT	AB numarası
>= 20 -	< 30 Triclosan	Xi, N	R36/38, R50/53		222-182-2
>= 30 -	< 50 Sec. alkyl poly glycol ether C11-15 with BO	Xn	R22, R41, R52/53		

3. Tehlikelerin Tanıtımı

İnsanlar ve çevre için özel tehlikeler:

R22 Yutulması halinde sağlığa zararlidir.

R38 Cildi tahris edicidir.

R41 Ciddi göz hasarları tehlikesi.

R50/53 Sudaki organizmalar için çok toksik, su ortamında uzun süreli olumsuz etkilere neden olabilir.

7.1.3 EK -3 SETAŞ ULTRA FRESH

Ultra-Fresh*NM-V2

Ultra-Fresh*

August 26, 2004

Material Safety Data Sheet**CHEMICAL PRODUCT and COMPANY IDENTIFICATION**

Product: Ultra-Fresh*NM-V2
Chemical Family: Organochloride **Chemical Formula:** Mixture
Product Use: Antimicrobial Treatment
Supplier: Thomson Research Associates Inc,
 95 King St. E., Suite 400,
 Toronto, Ontario, Canada, M5C 1G4.
 Telephone: (416) 955-1881

PHYSICAL DATA

Physical State: Liquid	Appearance: Clear
Odour: Faint	Odour Threshold: N/E
Colour: Colorless	pH (20 C): 7.8 (Neat)
Melting Point (C): <0	Boiling Point (C): >100
Vapour Pressure (mm Hg): N/E	Vapour Density (Air = 1): >1
Evaporation Rate (Butyl Acetate = 1): <1	VOC (ASTM D2369-93): 0
Viscosity: 7.9 cs @ 25C	Solubility in Water: Miscible
Octanol/Water Coefficient: N/A	Specific Gravity: 1.05 @20C

FIRE and EXPLOSION DATA

This Product Is Rated As: Non-Flammable
Flash Point (C): >97 **Flash Point Test Method:** Estimated
LEL (% by Volume): N/A **UEL (% by Volume):** N/A
Autoignition Temperature (C): N/E
Extinguishing Media:
 Water spray or fog, sand, dry chemical, foam or carbon dioxide.
Special Fire Fighting Instructions:
 Avoid breathing fumes. Only use water spray or fog to cool sealed containers. Contain runoff.
Unusual Hazards:
 None
Hazardous Combustion Products:
 Includes oxides of carbon, nitrogen and sulfur and hydrogen chloride and chlorine.
PPE For Fire Fighting:
 Wear self-contained breathing apparatus and full protective gear.

REACTIVITY

Product Stability:
 Stable under normal temperatures and pressures.
Hazardous Polymerization:
 Will not occur

THOMSON RESEARCH ASSOCIATES
 95 King Street East, Suite 400, Toronto, Ontario, Canada, M5C 1G4
 Tel: 416.955.1881 • Fax: 416.955.1887 • Email: tra@ultra-fresh.com
 * Ultra-Fresh* is a registered trademark of Thomson Research Associates

Page 1 of 4

Ultra-Fresh*NM-V2

August 26, 2004

For small spills, absorb with sand, clay or other inert absorbent and place in clean, dry container for disposal. Large spills should be diked to prevent spreading. Pump spilled material to containers for salvage or disposal. Absorb the residual material as for small spills. Clean the spill area with detergent and water. This product is toxic to fish. Keep discharge from entering sewers, lakes, streams, ponds, estuaries or public water sources. Dispose of in accordance to regulations.

Disposal of Product:

Dispose of in accordance to regulations.

Disposal of Container:

Triple rinse empty container. Then offer for recycling or reconditioning or puncture and dispose of in approved landfill.

Storage:

Store in cool, dry place in original container. Avoid contaminating water, food or feed by storage or disposal.

Engineering Controls:

Use mechanical local exhaust at point of vapor or mist release. Ensure that existing ventilation is sufficient to prevent creating a hazardous atmosphere.

Personal Protective Equipment (PPE)**Respiratory Protection:**

Where adequate ventilation is not available, use NIOSH-approved respirator with organic vapor and dust, mist and fume filter. Where exposure potential under use conditions is greater use NIOSH-approved positive pressure air-supplied respirator.

Eye Protection:

Chemical goggles or full face shield.

Hand Protection:

Chemical resistant rubber, neoprene or nitrile gloves

Additional Protective Equipment:

Wear long sleeves, pants and impervious apron. Emergency eyewash station and emergency shower should be readily available. Wash contaminated clothing and equipment before reuse.

Transportation

Shipping Name: N/A

UN Number: N/A

Signal Word: Caution

Class: N/A Packing Group: N/A Marine Pollutant: No

HMIS Rating Fire Health Reactivity

0 1 0

INGREDIENTS

5-Chloro-2-(2,4-dichlorophenoxy) phenol

CAS No: 3380-34-5 EINECS No: 222-182-2

LD50(mg/kg): >5000 Route: Oral Species: Rat

Concentration (%wt/wt): 3.0

UN No: N/R

TWA: N/E STEL: N/E

PREPARATION INFORMATION

Document Prepared By: Regulatory Affairs Department,
Thomson Research Associates Inc.,
Toronto, Canada.
Telephone: (416) 955-1881

7.1.4. EK -4 GEMSAN AEM 5772

15-SEP-2008

AEM 5772-TA Antimicrobial

A SILANE QUATERNARY AMMONIUM SALT

MANUFACTURING

READ THE LABEL BEFORE USING

REGISTRATION NO. 23388 PEST CONTROL PRODUCTS ACT

GUARANTEE: 3-(TRIMETHOXSILYL) PROPYLDIMETHYLOCTADECYL
AMMONIUM CHLORIDE 72.1%

CONTAINS OVER 11% METHANOL

DANGER



POISON



FLAMMABLE

KEEP OUT OF REACH OF CHILDREN AND PREVENT ACCESS BY
UNAUTHORIZED PERSONNEL.

LOT NO.

NET CONTENTS (18 KG, 180KG, as applicable)

™Trademark of AEGIS Environmental Management, Inc. U.S.A.

AEGIS Environmental Management, Inc.

2205 Ridgewood Drive
Midland, Michigan 48642 USA

989-832-8180

Form 7F8-1-E

Rev. 09/06

MADE IN U.S.A.

PRINTED IN U.S.A.

DIRECTIONS FOR USE:

TO BE USED ONLY IN FORMULATING A PESTICIDE
WHICH IS REGISTERED UNDER THE PEST CONTROL
PRODUCTS ACT.

7.1.5. EK -5 GÜMÜŞ

RUDOLF DURANER

RUCO – BAC AGP

Kimyasal Yapısı : İnorganik tuzlar ve Yüzey aktif maddeler karışımı, anyonik

TÜBİTAK PROJE ÖZET BİLGİ FORMU

Proje No: 106M338
Proje Başlığı: Bazı Antimikrobiyel Maddelerin % 100 Pamuklu Kumaşlar Üzerindeki Mikrobiyolojik Etkinliği ve Kumaş Parametreleri Üzerindeki Etkilerinin Araştırılması
Proje Yürütücüsü ve Araştırmacılar: Yrd.Doç.Dr. Sema Palamutcu, Yrd.Doç.Dr. Mustafa Şengül, Öğr.Gör. Nalan Devrent, Arş.Gör. Reyhan Keskin, Arş.Gör. Barış Haşçelik
Projenin Yürütüldüğü Kuruluş ve Adresi: Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Tekstil Mühendisliği Bölümü Kınıklı Denizli
Destekleyen Kuruluş(ların) Adı ve Adresi: Gökhan Tekstil A.Ş. , Organize Sanayi Bölgesi Denizli Kiraz Tekstil A.Ş: Yassihüyük Kasabası Acıpayam Denizli Evteks Ltd.Ş. Çamlaraltı Mah.Doğan Demircioğlu Cad. No:39/B Denizli Gemsan A.Ş., İstanbul Cognis Tekstil Teknolojileri, Gebze Kocaeli Setaş Kimya, Çerkezköy, Tekirdağ Rudolp Duraner, Bursa Seafresh Chitosan Company Ltd. Thailand
Projenin Başlangıç ve Bitiş Tarihleri: 1 Kasım 2006- 1 Temmuz 2007
Öz (en çok 70 kelime) Bu çalışmada, sentetik esaslı beş antimikrobiyal yardımcı madde ve kitosan kullanılarak % 100 pamuklu kumaşlara antimikrobiyal bitim işlemi uygulanmıştır. Numuneler mikrobiyoloji laboratuvarında <i>E.coli</i> , <i>Staff auerous</i> ve <i>Candida albicans</i> karşısındaki etkinlikleri; ve tekstil laboratuvarlarında da kumaş kopma-yırtılma mukavemetleri, beyazlık, kumaş kat açılma açısı ve ter haslığı değerleri incelenmiştir. Ölçümler yıkanmamış kumaş, 1.yıkama, 5.yıkama, 10.yıkama, 20.yıkama ve 40.yıkama sonrası olmak üzere ayrı numune kumaşlar üzerinde tekrarlanmıştır. Sonuçta farklı antimikrobiyal maddelerin birbirinden farklı antimikrobiyal etkinlikte olduğu ve yıkama sayısı arttıkça kumaşların antimikrobiyal etkinliğinin azaldığı görülmüştür.
Anahtar Kelimeler: Antimikrobiyel tekstiller, kitosan (chitosan), antimikrobiyal etkinlik
Projeden Yapılan Yayınlar: Performance of Different Antimicrobial Finishing Additives on 100% Cotton Fabrics, 3 rd International Technical Textiles Congress, Poster Presentation, 1-2 December 2007