



Kahramanmaraş Sutcu Imam University

Journal of Engineering Sciences



Geliş Tarihi : 27.12.2018
Kabul Tarihi : 13.03.2019

Received Date : 27.12.2018
Accepted Date : 13.03.2019

HASTANELERDE KULLANILAN TEKSTİLLERİN ANTİBAKTERİYEL VE ANTİMANTAR ETKİNLİKLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

EVALUATION OF ANTIBACTERIAL AND ANTIFUNGAL ACTIVITIES OF TEXTILES USED IN HOSPITALS

Mehmet ORHAN^{1,2*}, Serpil KOÇ¹, Cüneyt ÖZAKIN³, Aslı HOCKENBERGER¹, Melda SINIRTAŞ³

¹Uludağ Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Tekstil Mühendisliği Bölümü, Bursa, Türkiye

²Borås Üniversitesi, Tekstil Mühendisliği Bölümü, Borås, İsveç

³Uludağ Üniversitesi Tıp Fakültesi Tıbbi Mikrobiyoloji Bölümü, Bursa, Türkiye

*Sorumlu Yazar / Corresponding Author: Mehmet ORHAN , morhan@uludag.edu.tr

ÖZET

Bu çalışmada pamuk ve pamuk/poliester karışımı yüzeylerin antibakteriyel ve antimantar etkinlikleri, hem laboratuvar ortamında ISO 20645, ASTM 2149 ve AATCC 30 standartları kullanıldıktan sonra hem de Uludağ Üniversitesi Tıp Fakültesi Enfeksiyon Hastalıkları Kliniği'nde hem doktorlar hem de hastalar üzerinde ortalama 7 gün kullanıldıktan sonra araştırılmıştır. SEM görüntüleri incelendiğinde, antibakteriyel işlem uygulanmış yüzeylerde gümüş içerikli kimyasalın lif yüzeyinde ince bir film tabakası oluşturduğu açıkça görülmektedir. Antibakteriyel ve antimantar testleri sonrası işlem uygulanmamış yüzeylerin herhangi bir etkinliğe sahip olmadığı görülürken, işlem uygulanmış yüzeylerin kalitatif ve kantitatif testler sonrası hem Staphylococcus aureus'a hem de Escherichia coli'ye karşı ve antimantar test sonuçlarına göre ise Aspergillus niger'e karşı oldukça etkili olduğu tespit edilmiştir. Klinik uygulamaların sonuçlarına göre, antibakteriyel işlem uygulanmış doktor önlükleri ve hastalar için kullanılan çarşafların her iki bakteriye karşı oldukça iyi antibakteriyel etkinliğe sahip olduğu belirlenmiştir. Sonuç olarak antibakteriyel işlem görmüş tekstiller, bakterilerin ve mantarların üremesini engellerken özellikle hastane, otel gibi insan yoğunluğunun fazla olduğu yerlerde kullanımının önemli avantajlar sağlayacağı net olarak görülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Pamuk, pamuk/poliester, antibakteriyel ve antimantar etkinlik, klinik çalışma.

ABSTRACT

In this study, the antibacterial and antifungal activities of cotton and cotton/polyester blend surfaces were investigated by using both standards in laboratory environment and by testing in Infection Diseases Clinic, Medical School of Uludag University. It is clearly seen that the silver-containing chemical formed a thin film layer on the fiber surface after antibacterial finishing, while examining the SEM micrograph of specimen. When the untreated surfaces did not have any activity after the antibacterial and antifungal tests, the antibacterial treated surfaces were found to be highly effective against both Staphylococcus aureus and Escherichia coli after qualitative and quantitative tests and also against Aspergillus niger after antifungal tests. According to clinical practice results, both doctors' uniforms and sheets used for patients treated with antibacterial chemical were found to have very good antibacterial activities against both bacteria. As a result, it is clear that the use of antibacterial treated textile materials used in hospitals will have positive effect on both the preventing the growth of bacteria and fungi and on patients' health.

Keywords: Cotton, cotton/polyester, antibacterial and antifungal activity, clinical study

GİRİŞ

Dünya nüfusunun yaşlanması ve yaşam kalitesinin artması sonucu, son elli yılda tıbbi tekstiller önem kazanmıştır. 1950'lilerin başlarında sentetik liflerin ticari olarak üretilmesi ve dokusuz yüzey uygulamaları ile birlikte tıbbi tekstiller pazarı büyümeye başlamıştır. Tek kullanımlık tıbbi tekstil ürünlerinin 1985'li yıllarda ameliyathanelerde kullanımı ile ameliyat sonrası enfeksiyon riskinin azaldığı bilimsel olarak kanıtlandıktan sonra bu

büyüme daha da hızlanmışır (Mecit, 2007; Kalkanci, 2011). Tıbbi tekstil ürünleri denince aklımıza tıbbi giysiler (önlükler, boneler, maskeler, çoraplar, eldivenler, üniformalar, koruyucu giysiler), cerrahi kaplamalar (örtüler, kumaşlar, perdeler), yatak örtüleri (çarşaflar, yastık kılıfları, battaniyeler, minderler, yorganlar), idrar tutucu pedler (bebek bezleri, yatak pedleri), bezler, bayan hijyenik pedleri, kumaşlar/temizlik bezleri ve cerrahi çoraplar gelmektedir (Mecit, 2007). Bu tür tekstil ürünlerinin temel fonksiyonları hastayı ve çalışan personeli korumak, hijyen sağlamak, yara enfeksiyonunu önlemek, operasyon yeri ve steril teçhizatın bakteri taşıyan partiküller ile doğrudan temasını kesmek ve hastadan personele ve personelden hastaya enfeksiyon taşıma riskini azaltmaktır. AIDS, Hepatit B ve diğer tehlikeli hastalıklar düşünüldüğünde özellikle hasta ile yakın temasta olan personelde hastalık gelişim ve taşıma riski önem kazanmıştır (Pamuk, 2002; Gungor ve ark., 2009).

Hastanelerde kullanılan yatak örtüleri, çarşaflar, önlükler, üniformalar, havlular, perdeler gibi birçok tekstil yüzeyinin enfeksiyonların yayılmasına önemli ölçüde katkı sağladığı ve tehlike oluşturduğu bilinmektedir. Yapılan bir araştırmada, hastane enfeksiyonları için en temel dirençli bakteri konumunda olan Metisiline Dirençli *Staphylococcus aureus* (MRSA)'un hemşire önlüklerinin %65'inde bulunduğu tespit edilmiştir (Boryo, 2013). MRSA, en tehlikeli ve dirençli bakterilerden biri olup neden olduğu enfeksiyonların %10'unun ölümle sonuçlandığı bilinmektedir. Dünya Sağlık Örgütü'nün (WHO) verilerine göre, hastanelerde yatan her on hastadan birinde hastane enfeksiyonları gelişmektedir. ABD'de 1980'li yılların başlarında yatan hastaların %5-6'sında enfeksiyon ortaya çıkmış, toplam vaka sayısı yılda 2,1 milyon olmuş ve hastane enfeksiyonlarına bağlı olarak 90.000 kişi hayatını kaybetmiştir. İngiltere'de her yıl ortalama 100.000 vaka görülmekte ve tüm ölümlerin %1'inin (yaklaşık 5.000 kişi) doğrudan, %3'ünün ise dolaylı olarak hastane enfeksiyonları ile ilgili olduğu düşünülmektedir. Tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de hastane enfeksiyonları önemli bir sorun olarak karşımıza çıkmaktadır. Sağlıklı veriler olmamasına karşın, Türkiye'de hastane enfeksiyonu oranının %5-15 arasında değiştiği kabul edilmektedir. Öte yandan, ortaya çıkan hastane enfeksiyonları nedeniyle özellikle son yıllarda peş peşe yaşanan bebek ölümleri ve eski bir Bakan'ın hastane enfeksiyonları sonucu ölümü, yazılı ve görsel basında geniş şekilde yer almıştır. Hijyen ve hasta güvenliği açısından hastane enfeksiyonlarını azaltmaya yönelik olarak antimikrobiyel özelliğe sahip maske, önlük, bone, eldiven ve steril örtüler kullanmak etkili önlemlerden biri olacaktır. Sonuç olarak olumsuz durumlara engel olmak amacıyla hastanelerde risk altında olan sağlık personeli ve hastaların kullandığı tekstil materyallerinin ürünlerin antimikrobiyel özellik taşıması gereklidir (Adanur, 1995; Orhan ve ark., 2007; Simoncic ve Tomsic, 2010; Kalkanci, 2011; Orhan, 2012; Organization, 2014). Bu nedenle hastanelerde kullanılan tekstil malzemelerine kontaminasyon yoluyla bulaşan enfeksiyonların önlenmesi için antimikrobiyel özelliğin kazandırılması gereklidir. Yaygın olarak hastaneler, çocuk yuvaları, oteller gibi kalabalık ve topluma açık yerlerde kullanılan antimikrobiyel tekstillerin kullanım alanları her geçen gün artmaktadır. Hastane tekstillerinin yanı sıra gelişmiş ülkelerde, günlük hayatta önemli miktarda antimikrobiyel tekstil ürünleri kullanılmaktadır. Ayrıca hava filtreleri, otomotiv tekstilleri, ev tekstilleri ve medikal tekstiller pazarında önemli artışlar beklenmektedir (Palamutcu ve ark., 2009; Simoncic ve Tomsic, 2010; Organization, 2014; Ates, 2017).

Son yıllarda kullan-at poliester, polipropilen ve poliester/selüloz karışımı nonwoven giysilerin kullanımı, hastaya bulaşabilecek enfeksiyonları önlemek için yaygınlaşmıştır. Bu ürünler, havalı serim (airlaid) ile yüzey oluşturulduktan sonra su jeti (spunlace) yardımıyla fiksaj yapılarak üretilmektedir. ABD'de cerrahi giysilerin %70'i, Avrupa'da ise %50'si bu yüzeylerden yapılmaktadır (Watzl, 2001). Günümüzde kullanılan tıbbi giysiler ve örtüler, tek kullanımlık veya çok kullanımlık olabilmektedir. İster tek kullanımlık, ister çok kullanımlık olsun, kullanılan bu malzemelerin gerek hasta gerekse cerrahi personel açısından, birtakım koruyucu özelliklere sahip olması gerekmektedir. Kullanılacak tıbbi giysiler iyi bir bariyer oluşturma yeteneğine ve gözenek büyüklüğüne sahip olmalı, antiseptik olmalı, mekanik hasara dayanıklı olmalı, defalarca sterilize edilebilmeli ve yıkanıp ütülenmeye dayanıklı olmalı, uzun süreli kullanım boyunca tüm özelliklerini koruyabilmeli, kullanıcıya giyim konforu sağlamalı ve hafif olmalıdır. Ayrıca mikroorganizmaların güçlenerek büyümesi sebebiyle hastalıklara ve patojenik enfeksiyonlara karşı iletken rol oynayabilmelerinden dolayı cerrahi ortamda kullanılan giysilerin antimikrobiyel özellik taşımaları gerekmektedir. Sıvı geçirmez fakat nefes alabilir yapıda olmalıdır. Nem geçişini engellememeli ve aynı zamanda da terletmemelidir (Adanur, 1995; Pamuk, 2002; Sen, 2005). Sonuç olarak tekstil yüzeyleri özellikle doğal lifler, karakteristik özelliklerinden dolayı mikroorganizmalara barınma ve biyolojik faaliyetlerini devam ettirebilme açısından oldukça uygun ortam sunarak ciddi tehlikeye neden olurlar. 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 üniformaları gibi giysilerin antimikrobiyel fonksiyon kazanması gereklidir (Orhan ve ark., 2007). Antibakteriyel bir malzemedan farklı mikroorganizma veya bakteri türlerine karşı geniş bir spektrumda etkinlik gösterebilme, üretici, kullanıcı veya çevre üzerinde toksik etkiye sebep olmama, uzun süre etkinliğini koruyabilme,

uzun sürelerde hızlı ve güçlü etkiye sahip olma, ana malzemenin karakteristik özelliklerini etkilememe, kolay ve ucuz elde edilebilir olma gibi özellikler beklenmektedir. Özellikle antibakteriyel tekstil malzemeleri için iritasyon ve alerji gibi etkilere sebep olmama, deri ve malzeme üzerindeki diğer bitim işlemleri ile uyumlu bir yapıda olma, ürünün kalitesi veya görünümünü etkilememe gibi özellikler gerekmektedir (Gao ve Cranston, 2008; Ristić ve ark., 2011). Bu bağlamda, özellikle tekstil yüzeylerinin fonksiyonelleştirilmesine yönelik kitosan, biguanidler, triklosan, metal bileşikler, kuaterner amonyum bileşikler ve N-halamin bileşikler olmak üzere farklı kimyasal özelliğe sahip antibakteriyel kimyasal maddeler kullanılmaktadır (Simoncic ve Tomsic, 2010; Boryo, 2013; Organization, 2014; Ates, 2017).

Li ve ark., iyonik hidantoin türevi bileşikler sentezleyerek poliester ve pamuk yüzeyler üzerinde *E. coli* ve MRSA bakterilerine karşı test etmişlerdir. Kuaterner amonyum bileşiği ile kovalent bağlanan N- klorohidantoin' in yüzeylerde gelişmiş antibakteriyel etkinliğe sahip olduğu bulunmuştur. Katyonik yük varlığının, pamuk kumaşlardaki hem klorlama kinetiğine hem de aktif klor miktarına pozitif bir katkısı olduğu belirlenmiştir (Li ve ark., 2012). Shin ve ark., kitosan kaplı pamuk kumaşları asidik koşullar altında klorladıktan sonra kumaşların aktif klor kapasitesi, kitosan veya sodyum hipoklorit konsantrasyonuna bağlı olarak artış göstermiş, klorlama ile hem Gram-negatif hem de Gram-pozitif bakterilere karşı güçlü antibakteriyel aktivite elde edilmiştir (Shin ve ark., 2013). Cheng ve ark., N-halamin-kitosan içeren bileşiği pamuklu kumaşa kaplamış ve klorlama ile birlikte 5 dakika temas süresinde 6 log *S. aureus* ve *E. coli* bakteri inaktivasyonu sağlanmıştır (Cheng ve ark., 2014). Chen ve ark. tarafından N-halamin ve kuaterner amonyum bileşiklerini birlikte ihtiva eden pamuk kumaş kaplamaları geliştirilmiş ve bu iki ajanın birlikte kullanımı ile kuaterner amonyum bileşiklerine göre daha etkin bir antibakteriyel aktivite sağlandığı kanıtlanmıştır. 10 dakikalık sürede *S. aureus* bakterisine karşı 6,83 log, *E. coli* bakterisine karşı ise 5,74 log miktarında azalma sağlanmıştır (Cheng ve ark., 2015). Deng ve ark., pamuklu kumaşlara kitosan-gümüş içeren kaplama yapmış, *E. coli* ve *S. aureus* bakterilerine karşı mükemmel etki sergilemiş ve 20 yıkama sonucunda antibakteriyel etkinin korunabildiği belirtilmiştir (Deng ve ark., 2016). Cheng ve ark. tarafından kuaterleştirilmiş kitosan türevi hazırlanarak pamuk kumaş üzerine kaplanmış ve klorlama ile birlikte 1 dakika temas süresinde %100 *S. aureus* ve *E. coli* inaktivasyonu gerçekleştirilmiştir (Cheng ve ark., 2016). Ashfaq ve ark. bakır ve çinko nanopartiküllerinin karbon nanolifte asimetrik olarak dağıtılmasıyla aktif karbon fiber üzerinde kaplama elde etmiş ve *E. coli*, *S. aureus* ve MRSA inaktivasyonu gerçekleştirilmiştir (Ashfaq ve ark., 2016).

Bu çalışmada, hastanede kullanılan pamuk ve pamuk/poliester karışımı yüzeylerin antibakteriyel ve antimantar özellikleri in vitro ve in vivo çalışmalar yapılarak araştırılmıştır.

MATERYAL VE YÖNTEM

Materyal

Bu çalışmada, pamuk ve pamuk/poliester (%50/%50) karışımı lifler kullanılarak elde edilen kumaşlar kullanılmış ve kumaşlara ait özellikler Çizelge 2.1'de verilmiştir. Kumaşlara antibakteriyel özellik kazandırmak için kullanılan gümüş içerikli kimyasal ürün Rodulf-Duraner firmasından temin edilmiştir. Bu kimyasal madde, anyonik yapıda olup gümüş, inorganik tuzlar ve yüzey aktif maddelerin karışımlarından oluşmaktadır. Üretici firma görüşleri doğrultusunda 35 g/L çözelti hazırlanarak Uludağ Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Tekstil Mühendisliği Bölüm Laboratuvarı'nda emdirme-kurutma yöntemine göre kumaşa aktarılmış ve ardından kumaşlar 150°C'de 5 dakika süresince kurutulmuştur. Pamuklu yüzeylerde silindirik sıkma basıncı 3,5 bara karşılık alınan flotte oranı (% AF) %80 ve pamuk/poliester yüzeylerde ise sıkma basıncı 2 bara karşılık alınan flotte oranı (% AF) %60 olarak çalışılmıştır.

Çizelge 1. Deneylede Kullanılan Kumaşlar ve Özellikleri

Kumaş	Kumaş	Örgü tipi	Sıklık (çözgü/cm-atku/cm)	Kalınlık (mm)	Gramaj (g/m ²)
Pamuk (PMK)	Dokuma	Bezayağı	26 x 20	0,18	120
Pamuk/Poliester (%50-%50)	Dokuma	Bezayağı	39 x 28	0,15	100

Yöntem

A. SEM Analizi

Lif yüzeylerinin incelenmesi amacıyla 1.000.000 kez büyütme yapabilen ve 10 nanometre ayırt etme gücüne sahip Carl Zeiss EVO 40 marka elektron mikroskobu kullanılmıştır. SEM çalışmalarından önce yüzeyler BAL-TEC SCD005 marka kaplayıcı kullanılarak 3 dakika süresince altın-paladyum ile kaplanarak iletken hale getirilmiş ve farklı büyütme oranlarında SEM görüntüleri alınmıştır.

B. Kalitatif Antibakteriyel Etkinlik

Yüzeylerin antibakteriyel etkinlikleri, kalitatif olarak ISO 20645 test yöntemine göre test edilmiştir. Çalışma sırasında, Gram-pozitif bakteri olarak *S. aureus* (ATCC 6538) ve Gram-negatif bakteri olarak *Escherichia coli* (*E. coli*, ATCC 35218) seçilmiştir. Müller Hinton II agar üzerine $1,5-3 \times 10^8$ cfu/mL yoğunlukta bakteri çözeltisi aktarılmış ve agar üzerinde homojen bir şekilde dağılması sağlanmıştır. Katılaştıran agar üzerine uygun aralıklarla yüzey örnekleri (20x20 mm) yerleştirilmiş ve 37°C'de 24 saat süre ile inkübe edilmiştir. Süre sonunda besiyerleri üzerinde oluşan inhibisyon zonları değerlendirilmiştir.

C. Kantitatif Antibakteriyel Etkinlik

Yüzeylerin antibakteriyel etkinlikleri, sayısal olarak ASTM E2149 test yöntemine göre test edilmiştir. Çalışma sırasında, Gram-pozitif bakteri olarak *S. aureus* (ATCC 6538) ve Gram-negatif bakteri olarak *E. coli* (ATCC 35218) seçilmiştir. Numunelere, $1,5-3 \times 10^5$ cfu/mL yoğunlukta bakteri çözeltisi aktarılmış, 37°C'de 150 devir/dakika çalkalama hızında 24 saat süre ile inkübe edildikten sonra seri sulandırmalar yapılarak besiyerine ekimler yapılmış ve bakteri azalma oranı aşağıdaki eşitlik kullanılarak hesaplanmıştır.

$$\text{Bakteri azalma oranı (\%)} = [(A - B) / A] \times 100 \quad (1)$$

A: "0" temas zamanında test örneklerinden elde edilen bakteri sayısı.

B: 24 saat süresince inkübe edilen test örneklerinden elde edilen bakteri sayısı.

D. Antimantar Etkinlik

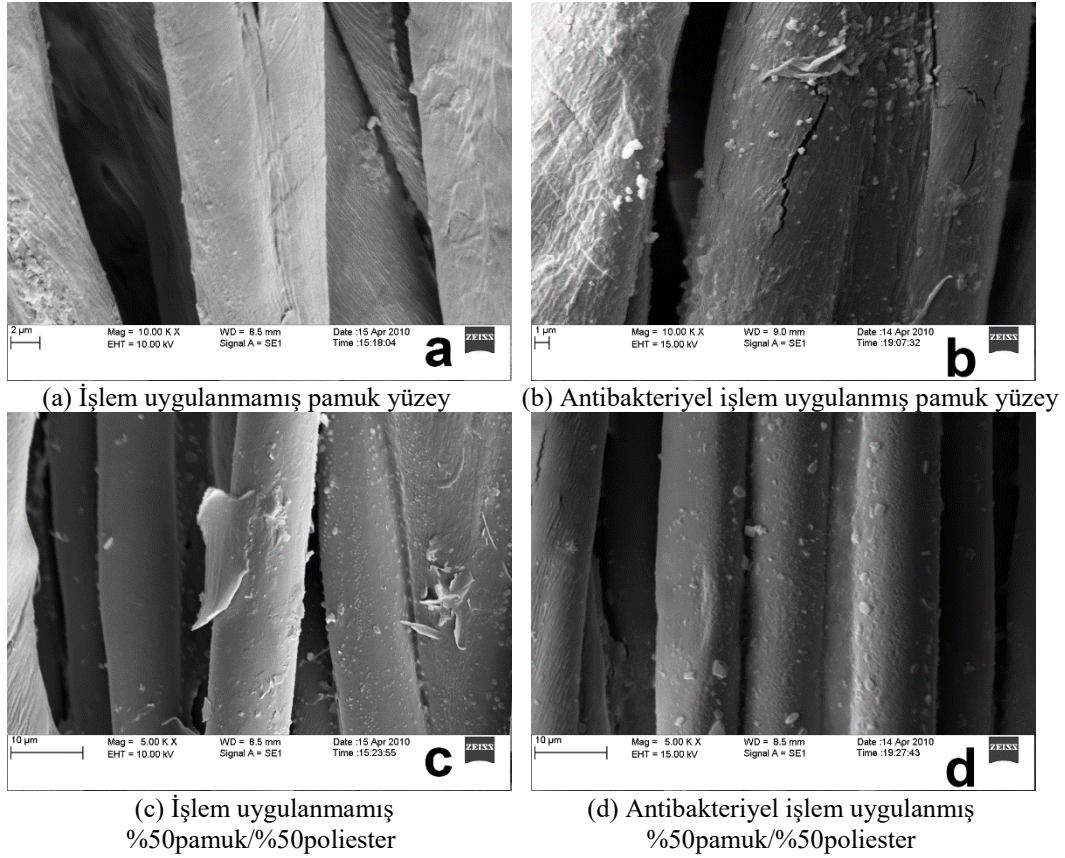
Yüzeylerin antimantar etkinlikleri, AATCC 30 test yöntemine göre test edilmiş ve çalışma sırasında mantar olarak *Aspergillus niger* (*A. niger*) kullanılmıştır. Sabouraud Dextrose agar üzerine $1,5-3 \times 10^8$ cfu/mL yoğunlukta mantar çözeltisi aktarılmış ve yüzey üzerinde homojen bir şekilde dağılması sağlanmıştır. Agar üzerine örnekler (20x20 mm) yerleştirilmiş ve 28°C'de 7 gün süre ile inkübe edilmiştir. Süre sonunda besiyerleri üzerinde oluşan inhibisyon zonları mm olarak değerlendirilmiştir.

ARAŞTIRMA BULGULARI

SEM Analizi

Pamuk lifi, selüloz açısından zengin bir lif olup lif ağırlığının %4-12'si doğal pigmentler, protein, pektin, kül, yağ ve vaks gibi yabancı maddelerden oluşur. Şekil 3.1.a'da verilen pamuklu yüzey incelendiğinde, pamuk lifi üzerinde ve çevresinde var olan safsızlıklar net bir biçimde görülmektedir. Lif, görülebilen birçok kanal içeren kaba ve pürüzlü bir yüzeye sahipken fibriler yapısı açıkça görülmektedir. Şekil 3.1.b'de bitim işleminden sonra uygulanan gümüş içerikli kimyasalın lif yüzeyinde ince bir film tabakası oluşturduğu görülmektedir.

Şekil 3.1.c'deki %50pamuk/%50poliester karışımı yüzeylerin SEM görüntülerinde poliester liflerinin uzunlaşmasına görünümü düzgün silindirik şeklinde, lif yüzeyleri düzgün ve parlak, kesit görüntüleri ise hemen hemen yuvarlaktır. Ayrıca, pamuk lifine benzer biçimde lif yüzeylerindeki safsızlıklar açıkça görülmektedir. Şekil 3.1.d'de bitim işleminden sonra uygulanan gümüş içerikli kimyasalın lif yüzeyinde ince bir film tabakası oluşturduğu görülmektedir.

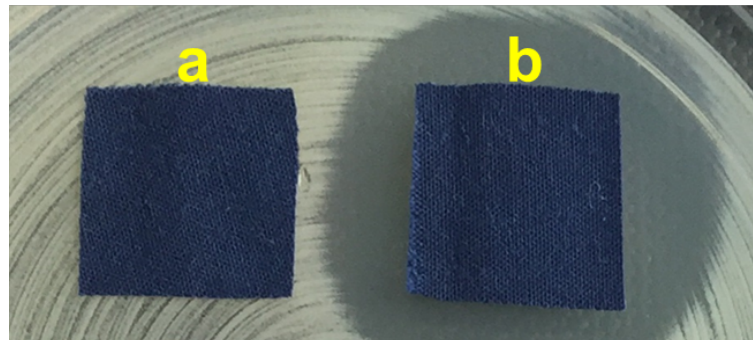


Şekil 1. Pamuk ve Pamuk/Poliester Yüzeyle Ait SEM Görüntüleri

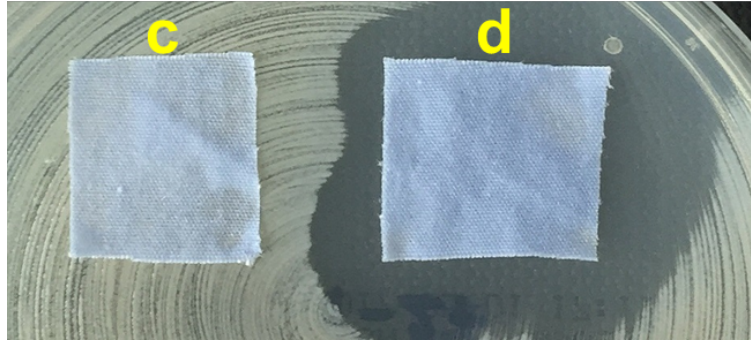
Kalitatif Antibakteriyel Etkinlik

Antibakteriyel etkinliğin kalitatif olarak belirlenmesinde ISO 20645 yöntemi kullanılmış ve test sonuçları Şekil 3.2 ve 3.3'de verilmiştir. Şekil 3.2.a ve c'de verilen işlem uygulanmamış pamuk ve %50pamuk/%50poliester yüzeyler incelendiğinde, yüzeylerin üzerinde ve çevresinde bakteri üremesinin olduğu açıkça görülmüştür. Bu yüzeylerin *S. aureus*'a karşı herhangi bir antibakteriyel etkilerinin olmadığı saptanmıştır. Şekil 3.2.b ve d'de verilen işlem uygulanmış pamuk ve %50pamuk/%50poliester yüzeyler incelendiğinde ise, yüzeylerin üzerinde ve çevresinde bakteri gelişiminin engellendiği, aktif bir zon olduğu ve yüzeylerin *S. aureus*'a karşı antibakteriyel etkiye sahip olduğu tespit edilmiştir.

Benzer biçimde Şekil 3.3.a ve c'de verilen işlem uygulanmamış pamuk ve %50pamuk/%50poliester yüzeyler incelendiğinde, yüzeylerin üzerinde ve çevresinde bakteri üremesinin olduğu açıkça görülmüş ve bu yüzeylerin *E. coli*'ye karşı herhangi bir antibakteriyel etkilerinin olmadığı saptanmıştır. Şekil 3.3.b ve d'de verilen işlem uygulanmış pamuk ve %50pamuk/%50poliester yüzeyler incelendiğinde ise, yüzeylerin üzerinde çevresinde bakteri gelişiminin engellendiği, aktif bir zon olduğu ve bu yüzeylerin *E. coli*'ye karşı antibakteriyel etkiye sahip olduğu tespit edilmiştir.

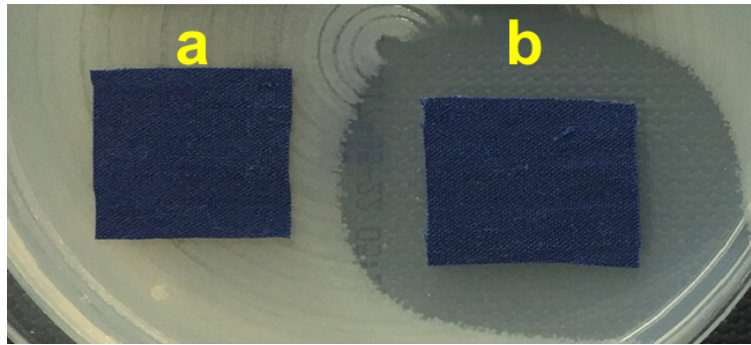


(a) İşlem uygulanmamış pamuk yüzey (b) Antibakteriyel işlem uygulanmış pamuk yüzey

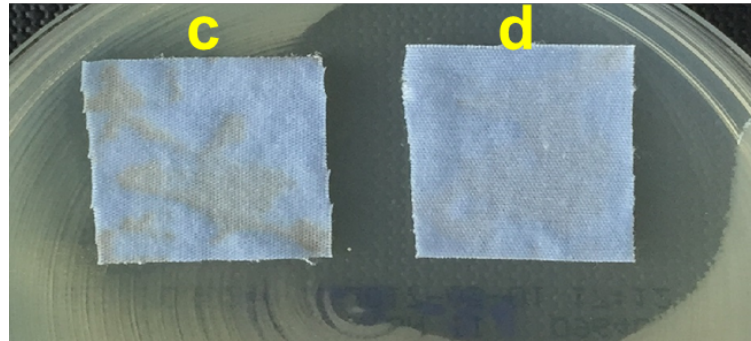


(c) İşlem uygulanmamış %50pamuk/%50poliester (d) Antibakteriyel işlem uygulanmış %50pamuk/%50poliester

Şekil 2. ISO 20645 Test Yöntemi Göre *S. aureus* (ATCC 6538)'a Karşı Yüzeylerin Antibakteriyel Etkinlikleri



(a) İşlem uygulanmamış pamuk yüzey (b) Antibakteriyel işlem uygulanmış pamuk yüzey



(c) İşlem uygulanmamış %50pamuk/%50poliester (d) Antibakteriyel işlem uygulanmış %50pamuk/%50poliester

Şekil 3. ISO 20645 Test Yöntemi Göre *E. coli* (ATCC 35218)'ye Karşı Yüzeylerin Antibakteriyel Etkinlikleri

Kantitatif Antibakteriyel Etkinlik

Antibakteriyel etkinliğin kantitatif olarak belirlenmesinde ASTM 2149 yöntemi kullanılmış ve test sonuçları Çizelge 3.1'de verilmiştir. Bakteri türü ve özellikleri göz önüne alınarak *S. aureus* için 3 ve 24 saat, *E. coli* için test adımları 24 saat olacak şekilde çalışılmıştır. Çizelge incelendiğinde, 3 ve 24 saat sonra antibakteriyel işlem uygulanmış pamuk ve pamuk/poliester yüzeylerin *S. aureus*'a karşı oldukça etkili olduğu görülmüştür. 24 saat bekleme süresinden sonra, tüm örneklerin *S. aureus*'a karşı etkili olduğu ve bu süre sonunda bakterilerin neredeyse tamamının öldüğü görülmektedir. Çizelge 3.2'de verilen *E. coli*'ye karşı antibakteriyel etkinlik değerleri incelendiğinde, 24 saat sonra antibakteriyel işlem uygulanmış pamuk ve pamuk/poliester yüzeylerin *E. coli*'ye karşı oldukça etkili olduğu belirlenmiştir. Antibakteriyel işlem uygulanmamış yüzeylerin ise, her iki bakteri türüne karşı herhangi bir antibakteriyel özelliklerinin olmadığı belirlenmiştir. Sonuçlar incelendiğinde, antibakteriyel işlem uygulanmış yüzeylerin her iki bakteri türüne karşı oldukça etkili olduğu ve 24 saat sonrasında her iki bakteriyi de %100 oranında öldürdüğü tespit edilmiştir.

Çizelge 2. ASTM 2149 Test Yöntemi Göre *S. aureus* (ATCC 6538)^a'a Karşı 3 ve 24 Saat Sonrası Yüzeylerin Antibakteriyel Etkinlik Değerleri

Sıra No	Numune	Zaman	
		3 saat Bakteri azalması %	24 saat %
a	%100 Pamuklu yüzey	-18,00	-99,94
b	%100 Pamuklu yüzey (Antibakteriyel İşlem)	-100,00	-100,00
c	50 Pamuk-%50 Poliester	-10,00	-99,95
d	50 Pamuk-%50 Poliester (Antibakteriyel İşlem)	-100,00	-100,00

^a1 gram ağırlığındaki her bir örneğe aktarılan bakteri konsantrasyonu $4,77 \times 10^5$ (log 5,68) cfu*/mL olarak hesaplanmıştır.

* cfu : Koloni oluşturan birim.

Not: (+) olarak verilen % bakteri değerleri, bakteri sayısında artışı, (-) olarak verilen % bakteri değerleri ise bakteri sayısında azalmayı göstermektedir. (-)100 değeri, yüzey üzerinde bulunan tüm bakterin öldüğünü belirtmektedir.

Pamuk gibi doğal liflerin suyu seven (hidrofilik) ve gözenekli yapısı, su, oksijen ve besin maddelerini tutarak bakteriyel büyüme için mükemmel bir ortam sağladığından, poliester, poliamid gibi sentetik liflerden daha fazla mikrobiyel saldırıya ve çoğalmaya maruz kalır. Bu durum, özellikle *E. coli*'ye karşı %100 Pamuklu yüzey (%21,60) ile %50 Pamuk-%50 Poliester (%-28,68) kumaşların antibakteriyel sonuçlarında da açıkça görülmektedir.

Bilindiği gibi Gram-negatif ve Gram-pozitif bakterilerin hücre duvar yapıları arasında önemli farklılıklar vardır. Gram-pozitif bakteriler, hücrenin mekanik darbe ve ozmotik basınçtan korunması için plazma zarını çevreleyen 5-80 nm kalınlığında, dayanıklı bir hücre duvarı ile çevrilidirler. Hücre duvarı, oligosakkarit ve protein kompleksinden oluşan peptidoglikandan meydana gelmiştir. Peptidoglikan tabaka kovalent bağlarla bağlı, bakteriyi kavrayan sağlam ağ şeklinde dev bir moleküldür. Gram-pozitif bakterilerde peptidoglikanın birbiri ile bağlantılı 40'a yakın katmanı vardır ve hücre duvarının %50'sinden fazlasını oluşturur. Gram-negatif bakterilerde ise, yalnız bir veya iki katmanlı olup hücre duvarının %5-10'unu oluşturur. Gram-pozitif bakterilerin hücre duvarında polisakkaritler ve suda eriyebilen, fosfodiester bağları ile bağlanarak uzun zincirler oluşturan şeker-alkol-fosfat polimerlerinden oluşmuş teikoik asitler bulunur. Hücre yüzeyinde yer alan teikoik asit, bakteriye antijenik özellik (yüzey antijeni) kazandırır. Gram-negatif bakterilerin hücre duvarlarında ise, lipoprotein ve lipopolisakkaritler bulunurken teikoik asit bulunmaz. Sonuç olarak, Gram-pozitif bakterilerin hücre duvarı daha kalın, daha sert ve ozmotik basınca karşı direnci daha fazladır. Gram-negatif bakteriler, daha kompleks bir hücre duvarı yapısına sahiptirler. Hücre duvarlarında yer alan peptidoglikan tabaka, daha ince (3 nm) olup Gram-pozitif bakterilerden farklı olarak dış yüzeyde yer almaz. Bu bakterilerde, hücre duvarı ile birlikte ikinci bir dış zar bulunur. Gram-pozitif bakterilerde bu tabaka bulunmaz. Bu dış membran, hücreye madde giriş çıkışını kontrol eder. Plazma zarından farklı olarak, yapısında porin proteinleri bulunan bu dış zar, proteinlerin çift lipit tabakada oluşturduğu gözenekler sayesinde nispeten büyük moleküllerin (>1.000 Da) geçişine olanak sağlar. Bununla birlikte büyük moleküllü antibiyotikler ve antibakteriyel kimyasallar, dış membrandan oldukça yavaş penetre olurlar. Bu özellik, Gram-negatif bakterilerde yüksek antibiyotik direncinin sebebinin açıklamaktadır. Sonuç olarak Gram-negatif bakterilerin dış membranı, bariyer gibi davranarak birçok kimyasal ajanın bakteri içine girmesini engellemekte ve dolayısıyla Gram-negatif bakteriler Gram-pozitif bakterilere göre antibiyotik, antiseptikler ve dezenfektanlara karşı daha fazla direnç göstermektedir (McDonnell ve Russell 1999). Bu nedenle, gümüş katkılı pamuk ve pamuk/poliester yüzeylerin antibakteriyel etkinlikleri Gram-pozitif *S. aureus*'a karşı daha yüksek bulunmuştur.

Çizelge 3. ASTM 2149 Test Yöntemi Göre *E. coli* (ATCC 35218)^b'ye Karşı 24 Saat Sonrası Yüzeylerin Antibakteriyel Etkinlik Değerleri

Sıra No	Numune	Bakteri azalması %
a	%100 Pamuklu yüzey	21,60
b	%100 Pamuklu yüzey (Antibakteriyel İşlem)	-100,00
c	50 Pamuk-%50 Poliester	-28,68
d	50 Pamuk-%50 Poliester (Antibakteriyel İşlem)	-100,00

^b1 gram ağırlığındaki her bir örneğe aktarılan bakteri konsantrasyonu $2,80 \times 10^5$ (log 5,45) cfu/mL olarak hesaplanmıştır.

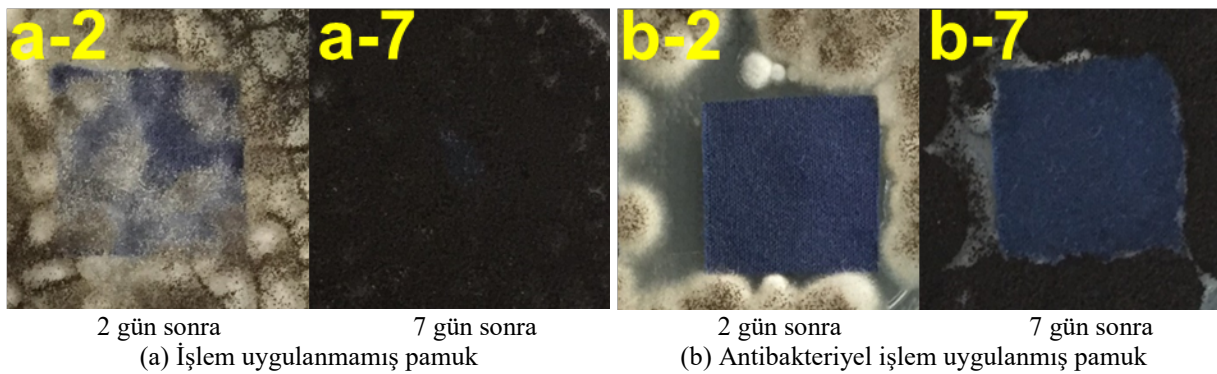
Antimantar Etkinlik

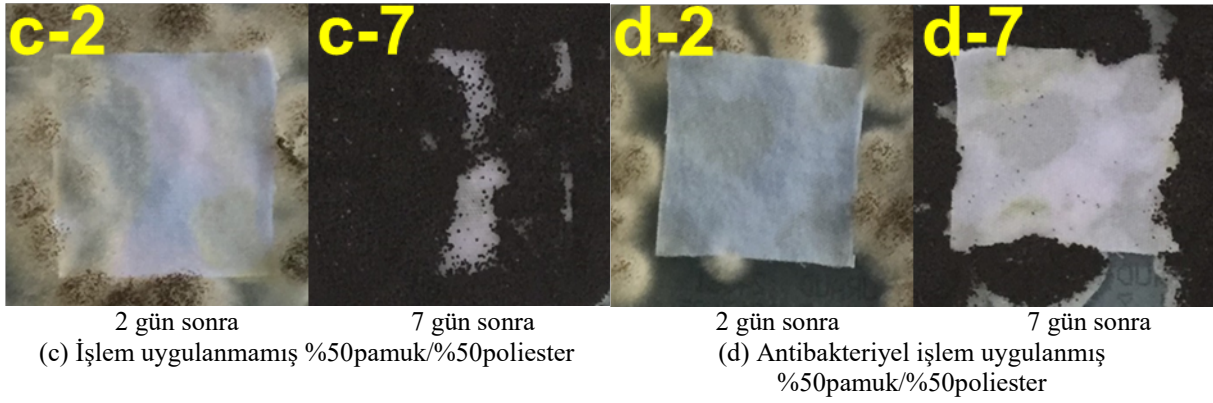
Antimantar etkinliğin belirlenmesinde AATCC 30 yöntemi kullanılmış ve test sonuçları Çizelge 3.3 ve Şekil 3.4'de verilmiştir. Standarda göre, yüzeyin üzerinde veya etrafında engelleme bölgesinin oluşmaması ve küflenmenin meydana gelmesi yüzeyin antimantar etkinliğinin olmadığını gösterirken yüzeyin üzerinde veya etrafında engelleme bölgesinin oluşması ve küflenmenin olmaması ise yüzeyin antimantar etkinliğinin olduğunu gösterir.

Çizelge 4. AATCC 30 Test Yöntemi Göre *A. niger*'e Karşı Yüzeylerin Antimantar Etkinlik Değerleri

Sıra No	Numune	Mantar üremesi
a	%100 Pamuklu yüzey	Var
b	%100 Pamuklu yüzey (Antibakteriyel İşlem)	Yok
c	50 Pamuk-%50 Poliester	Var
d	50 Pamuk-%50 Poliester (Antibakteriyel İşlem)	Yok

Not: Kabul edilebilir antimantar etkinlik elde edebilmek için mantar ile doğrudan temas eden örneğin altında ve çevresinde herhangi bir mantar üremesi olmamalıdır.





Şekil 4. AATCC 30 Test Yöntemi Göre *A. niger*'e Karşı Yüzeylerin Antimantar Etkinlikleri

Çizelge 3.3 ve Şekil 3.4. incelendiğinde, işlem uygulanmamış pamuk ve pamuk/poliester yüzeyler üzerinde veya etrafında engelleme bölgesi oluşmazken küflenme meydana geldiği görülmüştür. İşlem uygulanmış pamuk ve pamuk/poliester yüzeyler incelendiğinde ise, yüzeyler etrafında engelleme bölgesinin oluştuğu ve küflenmenin meydana gelmediği görülmüştür. Sonuç olarak, işlem uygulanmamış pamuk ve pamuk/poliester yüzeylerin AATCC 30 antimantar test yöntemine göre *A. niger*'e karşı antimantar etkiye sahip olmadığı, işlem uygulanmış pamuk ve pamuk/poliester yüzeylerin ise antimantar etkiye sahip olduğu tespit edilmiştir.

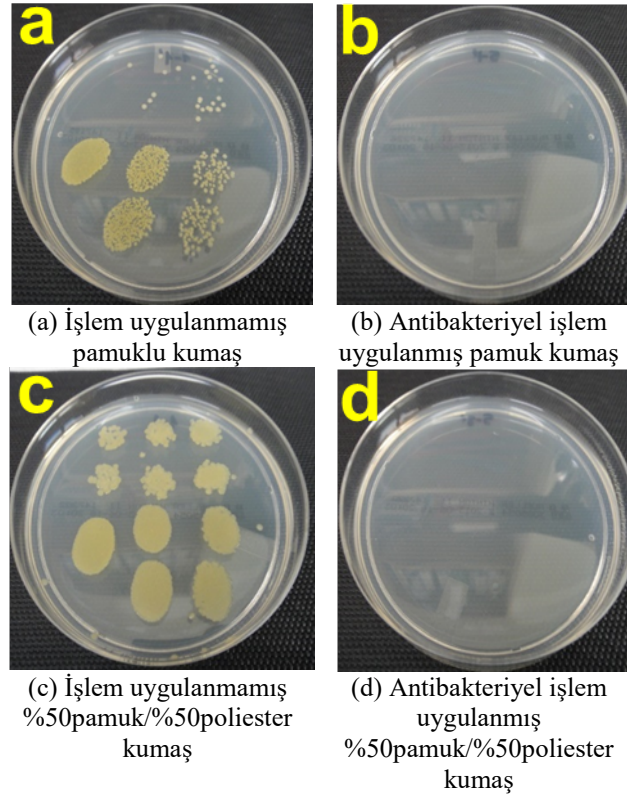
Enfeksiyon Hastalıkları Kliniği'nde Antibakteriyel Etkinlik

Çalışmanın son aşamasında, Uludağ Üniversitesi Tıp Fakültesi Etik Kurulu'ndan onay alınıp Enfeksiyon Hastalıkları Kliniği'nde görevli olan doktorlara antibakteriyel işlem uygulanmamış ve uygulanmış önlükler verilmiş ve bu önlükleri hastane içinde giymeleri istenmiştir. Benzer şekilde, aynı klinikte yatan hastaların bulunduğu odalarda antibakteriyel işlem uygulanmamış ve antibakteriyel işlem uygulanmış yastık kılıfları ve nevresim takımları kullanılmıştır. Daha sonra doktor önlükleri, yastık kılıfları ve nevresim takımları toplanarak Tıp Fakültesi Tıbbi Mikrobiyoloji Anabilim Dalı Mikrobiyoloji Laboratuvarı'nda antibakteriyel testleri yapılmıştır.

Enfeksiyon Hastalıkları Kliniği'nde görevli olan doktorlara verilen önlükler, kirlendikten (ortalama 7 gün) sonra alınarak üzerlerinde bakteri üreyip üremediği test edilmiştir. Kumaşların farklı bölgelerinden alınan numuneler, ASTM 2149 test standardı temel alınarak 50 mL steril fosfat tampon (pH 7) çözelti içerisinde vortekslenmiş ve daha sonra seri sulandırmalar yapılarak bakteri üremesi kontrol edilmiştir. Bu bölümde, sadece yüzey üzerinde bakteri üremesi olup olmadığı kontrol edilmiş, üreme sonrası her bir doktor önlüğünde farklı bakteri üremeleri olacağından bakteri tiplendirilmesi yapılmamıştır. Kumaşlara ait sonuçlar, Çizelge 3.4. ve Şekil 3.5.'te verilmiştir. Sonuçlar incelendiğinde, antibakteriyel işlem uygulanmış önlüklerin hastane içerisinde kullanıldıktan sonra bile yüzeylerinde herhangi bir bakteri üremesinin olmadığı (Şekil. 3.5. b ve d), antibakteriyel işlem uygulanmamış önlüklerin ise doğal olarak yoğun bir şekilde bakteri üremesinin olduğu ve herhangi bir antibakteriyel özelliklerinin olmadığı belirlenmiştir (Şekil. 3.5. a ve c).

Çizelge 5. Doktor Önlüklerinin Antibakteriyel Etkinlik Değerleri

Sıra No	Numune	Bakteri üremesi
a	%100 Pamuklu yüzey	Yoğun üreme var
b	%100 Pamuklu yüzey (Antibakteriyel İşlem)	Üreme yok
c	50 Pamuk-%50 Poliester	Yoğun üreme var
d	50 Pamuk-%50 Poliester (Antibakteriyel İşlem)	Üreme yok



Şekil 5. ASTM 2149 Test Yöntemi Göre Doktor Önlüklerinin Antibakteriyel Etkinlik Değerleri

Benzer şekilde, Enfeksiyon Hastalıkları Kliniği'nde yatan hastalara verilen çarşaflar, kirlendikten (ortalama 7 gün) sonra odadan alınarak üzerlerinde bakteri üreyip üremediği test edilmiştir. Kumaşların farklı bölgelerinden alınan numuneler, 50 mL steril fosfat tampon (pH 7) çözelti içerisinde vortekslenmiş ve daha sonra seri sulandırmalar yapılarak bakteri üremesi kontrol edilmiştir. Bu bölümde, sadece yüzey üzerinde bakteri üremesi olup olmadığı kontrol edilmiş, üreme sonrası her bir çarşafta farklı bakteri üremeleri olacağından bakteri tiplendirilmesi yapılmamıştır. Sonuçlar, Çizelge 3.5.'te verilmiştir. Sonuçlar incelendiğinde, antibakteriyel işlem uygulanmış çarşaflar hastane içerisinde kullanıldıktan sonra antibakteriyel etkinliklerinde bir miktar azalma meydana geldiği görülmüştür. Antibakteriyel işlem uygulanmamış çarşaflarda ise olarak yoğun bir şekilde bakteri üremesinin olduğu ve herhangi bir antibakteriyel özelliklerinin olmadığı belirlenmiştir.

Çizelge 6. Enfeksiyon Hastalıkları Kliniği'nde Yatan Hastalara Ait Çarşafların Antibakteriyel Etkinlik Değerleri

Sıra No	Numune	Bakteri üremesi
a	%100 Pamuklu yüzey	Yoğun üreme var
b	%100 Pamuklu yüzey (Antibakteriyel İşlem)	Az üreme var
c	50 Pamuk-%50 Poliester	Yoğun üreme var
d	50 Pamuk-%50 Poliester (Antibakteriyel İşlem)	Az üreme var

Yapılan çalışmalar ışığında, antibakteriyel işlem uygulanmış doktor önlükleri ve hastalar için kullanılan çarşafların hem *S. aureus*'a hem de *E. coli*'ye karşı oldukça etkili ve çok iyi antibakteriyel özelliğe sahip olduğu bulunmuştur. Bununla birlikte, aşırı bakteri yoğunluğuna sahip hastane içerisinde ve kliniklerde kullanım sırasında doktor önlükleri ve hastalar için kullanılan çarşafların antibakteriyel etkileri olmasına karşın bu etkilerinde belirgin azalmalar olduğu tespit edilmiştir. Sonuç olarak, hastanelerde antibakteriyel işlem görmüş tekstil malzemelerinin kullanımının bakterilerin üremesini engellemede ve hastaların sağlıklarında olumlu sonuçlar doğuracağını net olarak görülmektedir.

TARTIŞMA VE SONUÇ

Sentetik liflerin üretilmesi ve dokusuz yüzey uygulamaları ile birlikte tıbbi tekstiller önem kazanmış ve son elli yılda bu pazar olarak önemli büyüme göstermiştir. Özellikle hastaneler, çocuk yuvaları, oteller gibi kalabalık ve topluma açık yerlerde kullanılan antimikrobiyel tekstillerin kullanım alanları her geçen gün artmaktadır. Hastalıklara her ortamda yakalanma riski olmasına karşın, hastaneler özellikle antibiyotik dirençli bakterilerden kaynaklanan enfeksiyonlar nedeniyle en tehlikeli ortamlardan biridir. Dolayısıyla, hastanelerde yatak örtüleri, çarşaflar, önlükler, üniformalar, havlular, perdeler gibi birçok tekstil yüzeyi enfeksiyonların yayılmasına katkı sağlar. Bu enfeksiyonların önlenmesi için hastanelerde kullanılan tekstil malzemelerine antimikrobiyel özelliğin kazandırılması gereklidir.

SEM görüntüleri incelendiğinde, pamuk ve pamuk/poliester karışımı liflerin üzerinde ve çevresinde bitim işleminden sonra uygulanan gümüş içerikli kimyasalın varlığı açıkça görülmektedir.

Antibakteriyel ve antimantar testleri sonrası işlem uygulanmamış yüzeylerin herhangi bir etkinliğe sahip olmadığı görülmüştür.

ISO 20645 test sonuçları göre, antibakteriyel işlem uygulanmış pamuk ve pamuk/poliester yüzeylerin üzerinde ve çevresinde hem *S. aureus*'un hem de *E. coli*'nin gelişiminin engellendiği, aktif bir zon olduğu ve bu yüzeylerin antibakteriyel etkiye sahip olduğu tespit edilmiştir.

ASTM 2149 test sonuçları göre, antibakteriyel işlem uygulanmış pamuk ve pamuk/poliester yüzeylerin 24 saat bekleme süresinden sonra hem *S. aureus*'u hem de *E. coli*'yi %100 oranında öldürdüğü ve oldukça yüksek antibakteriyel etkinliğe sahip olduğu görülmüştür.

AATCC 30 test sonuçları göre, antibakteriyel işlem uygulanmış pamuk ve pamuk/poliester yüzeylerin üzerinde ve çevresinde *A. niger*'in gelişiminin engellendiği, aktif bir zon olduğu ve bu yüzeylerin antimantar etkiye sahip olduğu belirlenmiştir.

Klinik uygulamaları sonuçlarına göre, antibakteriyel işlem uygulanmış doktor önlükleri ve hastalar için kullanılan çarşafların her iki bakteriye karşı oldukça iyi antibakteriyel özelliğe sahip olduğu tespit edilmiştir.

Sonuç olarak antibakteriyel işlem görmüş tekstiller, bakterilerin ve mantarların üremesini engellerken özellikle hastane, otel gibi insan yoğunluğunun fazla olduğu yerlerde kullanımının önemli avantajlar sağlayacağı net olarak görülmektedir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma, Uludağ Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu tarafından UAP(T)-2011/9 nolu proje ile desteklenmiştir.

KAYNAKLAR

Adanur, S. (1995). *Wellington Sears Handbook of Industrial Textiles*, CRC Press, Basel.

Ashfaq, M., Verma, N., Khan, S. (2016). Copper/zinc Bimetal Nanoparticles-Dispersed Carbon Nanofibers: A Novel Potential Antibiotic Material, *Materials Science and Engineering: C*, 59, 938-947.


Ates, B. (2017). Kuaterner Amonyum Tuzu ve N-Halamin Esaslı Metakrilamid Polimerlerin Sentezi ve Dual Antibakteriyel Etkilerinin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Bursa Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa.


Boryo, D.E.A. (2013). The Effect of Microbes on Textile Material: A Review on the Way-Out So Far, *International Journal of Engineering Science*, 2, 8, 9-13.


Chen, X., Liu, Z., Cao, W., Yong, C., Xing, X. (2015). Preparation, Characterization, and Antibacterial Activities of Quaternarized N-Halamin-Grafted Cellulose Fibers, *Journal of Applied Polymer Science*, 132:43, 42702.


- Cheng, X., Ma, K., Li, R., Ren, X., Huang, T. (2014). Antimicrobial Coating of Modified Chitosan onto Cotton Fabrics, *J Applied Surface Science*, 309, 138-143.
- Cheng, X., Li, R., Li, X., Umair, M.M., Ren, X., Huang, T. (2016). Preparation and Characterization of Antimicrobial Cotton Fabrics via N-halamine Chitosan Derivative/poly (2-acrylamide-2-methylpropane sulfonic acid sodium salt) Self-assembled Composite Films, *J Journal of Industrial Textiles*, 46:4, 1039-1052.
- Deng, Y.M., Wang, S.F., Wang, S.J. (2016). Study on Antibacterial and Comfort Performances of Cotton Fabric Finished by Chitosan-Silver for Intimate Apparel, *Fibers and Polymers*, 17:9, 1384-1390.
- Gao, Y., Cranston, R. (2008). Recent Advances in Antimicrobial Treatments of Textiles, *Textile Research Journal*, 78:1, 60-72.
- Gungor, A., Palamutcu, S., İkiz, Y. (2009). Pamuklu Tekstiller ve Çevre: Bir Bornozun Yaşam Döngü Değerlendirmesi, *Tekstil ve Konfeksiyon*, 19:3, 197-205.
- Kalkanci, M. (2011). Antibakteriyel Özellikleri Geliştirilmiş Kumaşlardan Prototip Hastane Giysisi Üretimi, Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Denizli.
- Li, L., Pu, T., Zhanel, G., Zhao, N., Ens, W., Liu, S.J.A.h.m. (2012). New Biocide with Both N-Chloramine and Quaternary Ammonium Moieties Exerts Enhanced Bactericidal Activity, *Adv. Healthcare Mater.*, 1:5, 609-620.
- Mecit, D., Ilgaz, S., Duran, D., Basal, G., Gulumser, T., Tarakcioglu, I. (2007). Teknik Tekstiller ve Kullanım Alanları-Bölüm 2, *Tekstil ve Konfeksiyon*, 17:3, 154-161.
- Organization, W.H. (2014). Antimicrobial Resistance: Global Report on Surveillance, World Health Organization, France.
- Orhan, M., Kut, D., Gunesoglu, C. (2007). Use of Triclosan as Antibacterial Agent in Textiles, *Indian Journal of Fibre and Textile Research*, 32:1, 114-118.
- Orhan, M. (2012). Determination and Characterization of Triclosan on Polyethylene Terephthalate Fibers, *Tekstil ve Mühendis*, 19:85, 27-30.
- Pamuk, O. (2002). Cerrahi Operasyonlarda Kullanılan Giysilerin Çalışma Ortamına Uyumluluğunun Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Ristić, T., Zemljič, L.F., Novak, M., Kunčič, M.K., Sonjak, S., Cimerman, N.G., Strnad, S. (2011). Antimicrobial Efficiency of Functionalized Cellulose Fibres as Potential Medical Textiles, *Science Against Microbial Pathogens: Communicating Current Research And Technological Advances*, 6:36-51.
- Sen, A. (2005). Cerrahi Ortamda Cerrahi Personelin Giyebileceği Özel Giysi Geliştirilmesi, Doktora Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Shin, H.K., Park, M., Chung, Y.S., Kim, H.-Y., Jin, F.-L., Choi, H.-S., Park, S.-J. (2013). Preparation and Characterization of Chlorinated Cross-linked Chitosan/Cotton Knit for Biomedical Applications, *J Macromolecular Research*, 21:11, 1241-1246.
- Simonic, B., Tomsic, B. (2010). Structures of Novel Antimicrobial Agents for Textiles-A Review, *Textile Research Journal*, 80:16, 1721-1737.
- Palamutcu, S., Keskin, R., Devrent, N., Sengul, M., Hascelik, B. (2009). Fonksiyonel Tekstiller II: Antimikrobiyal Tekstiller, *Tekstil Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 3:3, 95-108.
- Watzl, A. (2001). Tıbbi ve Hijyenik Amaçlı Kullanımlar İçin Nonwoven Tekstiller, *Melliand Türkiye*, 2001:1, 24-30.


ORCID

Mehmet ORHAN  <http://orcid.org/0000-0001-8043-4148>

Serpil KOÇ  <http://orcid.org/0000-0002-0739-8256>

Cüneyt ÖZAKIN  <http://orcid.org/0000-0001-5428-3630>

Aslı HOCKENBERGER  <http://orcid.org/0000-0003-3659-4771>

Melda SINIRTAŞ  <http://orcid.org/0000-0002-0800-1249>