

# Hastane Ortamında Kullanılan Tekstil Ürünlerinin Antibakteriyel Etkinliği

## Antibacterial Activity of Textile Products Used in Hospital Environment

Şahin Direkel<sup>1</sup>, Elif Sultan Akpınar<sup>2</sup>, Emel Uzunoğlu Karagöz<sup>1</sup>, Gül Bayram Abiha<sup>3\*</sup>

<sup>1</sup>Giresun Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Tıbbi Mikrobiyoloji Anabilim Dalı, Giresun

<sup>2</sup>Giresun Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Tekstil Teknolojisi Bölümü, Giresun

<sup>3</sup>Mersin Üniversitesi, Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, Tıbbi Hizmetler Ve Teknikler Bölümü, Mersin

### ÖZET

**Amaç:** Hastane ortamında hastaların yataklarında kullanılan çarşaf, yatak örtüsü ve yastık gibi kullanılan tekstil yapılarının aralarına yerleşen mikroorganizmalar tekstil ürünün kendisine ve kullanıcıya zarar verebilmektedir. Bu çalışmada çeşitli kimyasal maddelerle kaplanarak antibakteriyel özelliğe sahip olduğu söylenen piyasaya sürülmüş beş farklı kumaşın altı farklı standart bakteri izolatına karşı antibakteriyel aktivitesinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

**Gereç ve Yöntem:** Piyasaya antibakteriyel çarşaf olarak sürülen kumaşlar, ülkemizin farklı illerinde üretim yapan beş farklı firmadan temin edilmiştir. Klinik ve Laboratuvar Standartları Enstitüsü (CLSI) disk difüzyon referans yönteminden esinlenerek antimikrobik duyarlılık testi kullanılmış olup, Mueller Hinton Agar besiyeri kullanılarak antibakteriyel aktivite değerlendirilmiştir. Çalışmada kumaşların antibakteriyel aktiviteleri Metisilin dirençli Staphylococcus aureus (MRSA), Enterococcus faecalis, Streptococcus pneumoniae, Escherichia coli, Klebsiella pneumoniae, Pseudomonas aeruginosa olmak üzere altı standart bakteri izolatına karşı değerlendirilmiştir.

**Bulgular:** Çalışmada beş kumaştan dördünde hiçbir standart bakteri izolatına karşı antibakteriyel aktivite saptanmamıştır. Sadece kumaş beşte MRSA izolatına karşı iyi bir antibakteriyel aktivite gözlenmiştir. Aynı kumaşın E.coli izolatına karşı zayıf bir antibakteriyel aktivite gösterdiği belirlenmiştir. Kumaş beşin diğer dört bakteriyeye karşı herhangi bir antibakteriyel aktivitesi saptanmamıştır.

**Tartışma:** Antibakteriyel etki, kullanılan kimyasal maddenin cinsine, kumaş üzerinde etkinliğini sürdürme süresine, yıkanma ve yıpranma gibi fiziksel etkenlere bağlı olarak değişmektedir. Çalışma test edilen kumaşlardan daha imal aşamasında numune alınmasına rağmen beklenen antibakteriyel aktiviteye rastlanmamıştır. Piyasaya sürülen kumaşların ne kadar antibakteriyel olduğu tartışmalıdır.

**Anahtar Kelimeler:** Antibakteriyel aktivite, hastane enfeksiyonu, kumaş

### ABSTRACT

**Introduction:** The microorganisms situated in the hospital environment, such as bed sheets, bedspreads and cushions, can damage the textile product itself and the user. In this study, it was aimed to determine the antibacterial activity of five different fabrics, suggested to have antibacterial properties by coating with various chemical substances, applied to the market, against six different standard bacterial isolates.

**Materials and Methods:** Fabrics were supplied from market belong to Fabrics which are put on the market were supplied from five different companies producing fabrics in different regions in our country. Antimicrobial susceptibility test was applied according to CLSI disk diffusion reference method and antibacterial activity was evaluated by using Mueller Hinton Agar medium. The antibacterial activities of the fabrics in the study were evaluated against six standard bacterial isolates including methicillin resistant Staphylococcus aureus (MRSA), Enterococcus faecalis, Streptococcus pneumoniae, Escherichia coli, Klebsiella pneumoniae and Pseudomonas aeruginosa.

**Results:** No antibacterial activity against any standard bacterial isolate was detected in four of the five fabrics in the study. Proper Only good antibacterial activity against MRSA isolate was observed in the fabric five. The same fabric was defined to exhibit a weak antibacterial activity against E. coli isolate. No antibacterial activity was detected against other four bacterial species in fabric five.

**Discussion:** The antibacterial effect varies depending on the type of chemical substance used, the duration of activity on the fabric, and physical factors such as washing and abrasion. Anticipated antibacterial activity was not observed. It is controversial how antibacterial the fabrics that are available put on the market.

**Key Words:** Antibacterial activity, nosocomial infection, fabrics.

\*Sorumlu Yazar: Yrd. Doç. Dr. Gül Bayram Abiha, Mersin Üniversitesi, Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, Tıbbi Hizmetler ve Teknikler Bölümü, Mersin

E-mail: gulbayram@mersin.edu.tr. Tel: 0 (324) 234 77 23, Fax:0 (324) 234 64 10

Bu çalışma 8-12 Kasım 2017, Antalya 4. Ulusal Klinik Mikrobiyoloji Kongresinde poster olarak (PS-008) sunulmuştur.

Geliş Tarihi: 15.02.2018, Kabul Tarihi: 10.12.2018

## Giriş

İnsan vücudunda florayı oluşturan çeşitli mikroorganizmalar birçok patojene karşı anatomik bariyerlerden biri olarak görev yapmaktadır (1). Deri ve mukozal yüzeyde yaşayan çok sayıda bakteri vardır. Bu nedenle vücut ile temasta olan tekstil malzemelerinin çoğu bakterilerin ve mantarların yaşaması için gerekli olan sıcaklık, nem ve besiyeri gibi uygun ortamı sağlamaktadır (2). Bundan dolayı, mikroorganizmalarla enfekte olan tekstil ürünlerinde koku ve renk değişimi ortaya çıkarak kalite ve performans kaybı ortaya çıkmaktadır (3,4). Antimikrobiyal tekstil ürünlerinin amacı mikroorganizmaların neden olabileceği enfeksiyonların önüne geçmektir. Bu nedenle bu tekstil türü özellikle gelişmiş ülkelerde sadece sağlık hizmetlerinde değil bebek ürünlerinde, ev tekstili ve çeşitli spor malzemelerinde de kullanılabilirler (5). Hastane ortamında hastaların yataklarında kullanılan çarşaf, yatak örtüsü ve yastık gibi kullanılan tekstil yapılarının aralarına yerleşen mikroorganizmalar tekstil ürünün kendisine ve kullanıcıya zarar verebilmektedir (6). Hastane (nozokomiyal) enfeksiyonların potansiyel kaynakları içerisinde damar içi uygulamalar, idrar yolları, diğer hastalar, ziyaretçiler ve sağlık personeli olabilir. Ancak ortam hijyeni, mekanik vektörlük yapan arthropodların hasta ortamında varlığı, su kaynakları ve havalandırma ekipmanlarının da enfeksiyon kaynağı olarak göz önünde bulundurulması gerektiği bildirilmiştir (7). Nozokomiyal enfeksiyonların çoğunda etken mikroorganizmalar; *Enterococcus faecium* (*E. faecalis*), *Staphylococcus aureus* (*S. aureus*), *Klebsiella pneumoniae* (*K. pneumoniae*), *Acinetobacter baumannii* (*A. baumannii*), *Pseudomonas aeruginosa* (*P. aeruginosa*), *Escherichia coli* (*E. coli*), *Candida spp.* olarak sıralanmaktadır (8). Bu bakterilerin oluşturacağı enfeksiyonların önlenmesinde sağlık personelinin universal izolasyon önlemlerine uymasının yanı sıra hasta bakımında kullanılan araç gereçlerin sterilitesi ve hastane tekstilinde kullanılan kumaşların antimikrobiyal özellikleri önemlidir. Bu amaçla antimikrobiyal tekstil ürünlerinin üretiminde gama sterilizasyon, melez kumaş uygulamaları, sol-jel uygulamaları kullanılarak antimikrobiyal koruma sağlanmaya çalışılmaktadır (9,10).

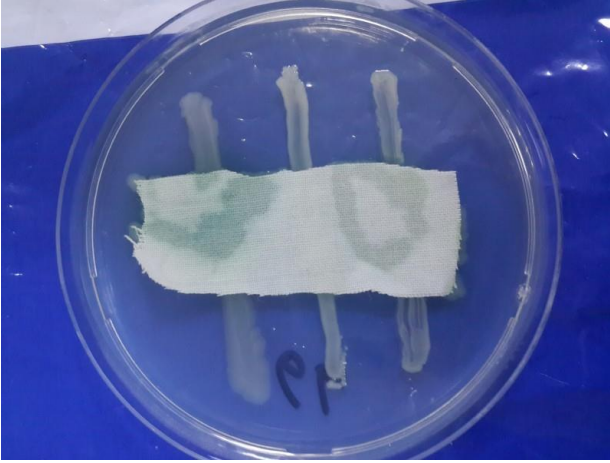
Antimikrobiyal özellik kazandırılan tekstil ürünleri mikroorganizmaların neden olduğu olumsuzlukları azaltmaya ve ortadan kaldırmaya yardımcı olmaktadır. Tekstil ürünlerinin antimikrobiyal özelliklerinin belirlenmesi amacıyla difüzyon agar

yöntemi (yarı kantitatif), kantitatif yöntem ve bozulma yöntemi gibi farklı mikrobiyolojik test standartları kullanılmaktadır (11). Yaygın olarak paralel çizim yöntemi olarak bilinen, bir agar difüzyon metodu olan AATCC 147-2004 yöntemi, işlenebilir tekstil materyalleri üzerindeki yayılabilir antimikrobiyal ajanların antibakteriyel aktivitesini niteliksel olarak değerlendirmek için kullanılmaktadır (12). İşlenmiş tekstilin mikroorganizmaların üremesini inhibe etme yeteneğini, bakteriyostatik olarak test eder. Bu yöntemle, farklı konsantrasyonlardaki mikroorganizmalara karşı etkinliği kabaca tahmin etmenizi sağlamaktadır (12).

Bu çalışmada çeşitli kimyasal maddelerle kaplanarak antibakteriyel özelliğe sahip olduğu söylenen piyasaya sürülmüş beş farklı kumaşın altı farklı standart bakteri izolatına karşı antibakteriyel aktivitesinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

## Gereçler ve Yöntem

Piyasaya antibakteriyel çarşaf olarak sürülen kumaşlar, ülkemizin farklı illerinde üretim yapan beş farklı firmadan temin edilmiştir. Clinical Laboratory Standards Institute (CLSI) disk difüzyon referans yönteminden (M100-23, Ocak 2013) esinlenerek antimikrobik duyarlılık testi kullanılmış olup, Mueller Hinton Agar (MHA) besiyeri kullanılarak antibakteriyel aktiviteleri değerlendirilmiştir (13). Bu referans yöntemde antibiyotik emdirilmiş kağıt diskler kullanılarak, mikroorganizmaların üremelerinin inhibisyonları (önlenmesi) belirlenir. MHA besiyeri üzerine antibiyotik duyarlılık durumu saptanacak bakterinin standart sulandırımı yapılır. Üzerine belirli aralıklarla antibiyotik diskleri yerleştirilir. Her bir diskte bilinen dozda (İ.Ü veya µg) antibiyotik bulunur. Değerlendirme, disk etrafında oluşan ürememe alan çapının mm olarak ölçülmesiyle yapılır. Bizde çalışmamızda bu referans yöntemden esinlenerek antibiyotik emdirilmiş diskler yerine antibakteriyel aktiviteye sahip olduğu belirtilen kumaşlar kullanılmıştır. Çalışmada standart bakteri izolatları olarak; Metisilin dirençli *S. aureus* (MRSA) ATCC (American Type Culture Collection) 43300, *E. faecalis* ATCC 29212, *S. pneumoniae* ATCC 49619, *E. coli* ATCC 25922, *K. pneumoniae* ATCC 700603, *P. aeruginosa* ATCC 27853 kullanılmıştır. MRSA fırsatçı hastane enfeksiyonlarında sıklıkla görülen bir bakteri olduğu için çalışmada tercih edilmiştir. Standart bakteri izolatları kanlı agar ve Eosine Methylen Blue (EMB) agar besiyerlerinde canlandırılarak saflık kontrolleri yapılmıştır.

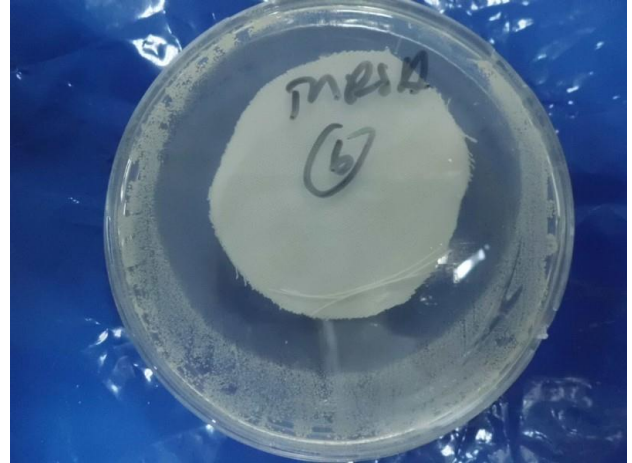


**Şekil 1.** Üç farklı bakteriye karşı antibakteriyel aktivitesi değerlendirilen Kumaş 1

Standart bakteri izolatları üçerli iki grup halinde McFarland 0,5 bulanıklığında hazırlanıp MHA besiyeri yüzeyine steril eküvyonlu çubukla birbirine paralel sürülerek çizgi şeklinde inoküle edilmiştir. Üzerine 15 dakika sonra aseptik şartlarda gönderilen beş adet kumaş numunesi ve bir adet kontrol grubu olarak antibakteriyel özelliği olmayan bir kumaş yaklaşık 60 mm X 10 mm ebatlarında kesilerek bakteri ekim çizgilerine dik olacak şekilde yerleştirilmiş ve 16-18 saat 37°C'de inkübasyona bırakılmıştır. Süre sonunda inhibisyon alanları değerlendirilerek kaydedilmiş, bakteri inhibisyonu gözlenmişse son değerlendirmeye geçilmiştir. Son değerlendirmede yine McFarland 0,5 bulanıklığında hazırlanmış bakteri süspansiyonları MHA besiyeri yüzeyinin her tarafına steril eküvyonlu çubuk yardımıyla yayılarak 15 dakika sonra üzerine yaklaşık 50 mm çaplı daire şeklinde kesilmiş kumaştaki tekrar bütün bakteriler için ayrı ayrı besiyerlerinde antibakteriyel aktivite testleri yapılarak inkübasyon süresi sonunda değerlendirilmiştir.

## Bulgular

Daha önce belirtildiği gibi AATCC 147-2004 yönteminin sonuçları değerlendirilmiştir (10). Antibakteriyel özelliğe sahip olduğu bildirilen beş kumaştaki dördün 'ünde çalışılan hiçbir standart bakteri izolatına karşı antibakteriyel aktivite saptanmamıştır (Şekil 1). Bir kumaşta (kumaş 5) ise MRSA izolatına karşı yaklaşık 10 mm üremenin olmadığı zon çapı ölçülerek, iyi bir antibakteriyel aktivite gözlenmiştir. (Şekil 2) Yine aynı kumaş *E.coli* izolatına karşı ise 4 mm zon çapı oluşturularak zayıf bir antibakteriyel aktivite gösterdiği görülmüştür. Kumaş beş'in diğer dört bakteriye karşı herhangi bir antibakteriyel aktivitesi gözlenmemiştir. Kumaşlara ait antibakteriyel



**Şekil 2.** Kumaş 5'in standart MRSA izolatına karşı oluşturduğu antibakteriyel aktivite

aktivite sonuçları Tablo 1'de verilmiştir.

## Tartışma

Hastane enfeksiyonları tedavi sırasında olduğu için sadece hastaları değil sağlık personelinin de etkilemektedir. Çünkü bu enfeksiyonlar ek yatış süresi, ek maliyet ve işgücünü de ortaya çıkartmaktadır (7,14). Antimikrobiyal tekstil ürünleri mikroorganizmalara bağlı enfeksiyonların önüne geçilmesi, enfeksiyonların kontrol altında tutulması, mikroorganizmalardan kaynaklanan koku ve lekelenme ve renk değişiminin önüne geçilmesi ve kalite kaybının engellenmesi amacı ile kullanılmaktadır (15). Antimikrobiyal tekstil ürünleri biyosidal aktiviteye sahiptirler bu nedenle koku, cilt florası, sitotoksik, karsinogenik ve ekolojik açıdan potansiyel risk faktörü olarak takip edilip değerlendirilmeleri önemlidir (16).

Yapılan çalışmalarda mikroorganizmaların tekstil ürünlerinde çoğalmasının kumaşın yapısına ve kullanımına bağlı olduğu saptanırken, sağlık hizmetlerinde işlem görmüş kumaşların kullanım açısından daha uygun olduğu bildirilmiştir (17). Antibakteriyel etki, kullanılan kimyasal maddenin cinsine, kumaş üzerinde etkinliğini sürdürme süresine, yıkanma ve yıpranma gibi fiziksel etkenlere bağlı olarak değişmektedir. Xua ve ark. (18) carboxymethylchitosan (CMCTS) ve gümüş nanopartikülleri (AgNPs) pamuk yüzeylere bağlandıklarında güçlü antimikrobiyal etkinin ortaya çıktığını ve 50 yıkama işleminden sonra bile özellikle *S. aureus* ve *E. coli* gibi mikroorganizmalara karşı antibakteriyel etkinin %95 oranında sağlandığını bildirmişlerdir. Medikal tekstil ve spor giyimde önermişlerdir. Ahmed ve ark. (19) ipek ve nanoalümin antibakteriyel etkisini *S. aureus* ve *E. coli*'ye karşı etkili bulmuşlar ve bu

**Tablo 1.** Kumaşlara ait antibakteriyel aktivite sonuçları

	S. aureus	E. faecalis	S. pneumoniae	E. coli	K. pneumonia	P. aeruginosa
Kumaş 1	Etkisiz	Etkisiz	Etkisiz	Etkisiz	Etkisiz	Etkisiz
Kumaş 2	Etkisiz	Etkisiz	Etkisiz	Etkisiz	Etkisiz	Etkisiz
Kumaş 3	Etkisiz	Etkisiz	Etkisiz	Etkisiz	Etkisiz	Etkisiz
Kumaş 4	Etkisiz	Etkisiz	Etkisiz	Etkisiz	Etkisiz	Etkisiz
Kumaş 5	Etkili	Etkisiz	Etkisiz	Etkili	Etkisiz	Etkisiz
Kontrol Kumaş	Etkisiz	Etkisiz	Etkisiz	Etkisiz	Etkisiz	Etkisiz

işlemin kolay, zaman ve enerji almayan bir yöntem olmadığını belirtmişlerdir. Li ve ark. (20) TiO<sub>2</sub> ve gümüş partiküllerin antibakteriyel etkisini *S. aureus* ve *E. coli*'ye karşı %99 olarak bildirmişlerdir ve bu maddelerle kaplanan kumaşların UV koruma değerini 56.39 olarak saptamışlardır. Bu çalışmaya benzer şekilde Xu ve ark. (21) sentezledikleri metal nanopartiküllerin (gümüş ve altın) katalitik ve antibakteriyel aktivitesinin yüksek olarak bulmuşlardır

Uğur ve ark. (4) ZnO'nun antibakteriyel etkisini 16 yıkamadan sonra bile devam ettiğini bildirmişlerdir. Asker ve ark. (14) yaptıkları çalışmada kaplama ve emdirme yöntemi ile elde ettikleri melez kumaşların Gram pozitif, Gram negatif ve anti-fungal etkilerinin olduğunu belirlemişlerdir. Erdem ve ark. (22) antimikrobiyal bir madde olan dimethyltetradecyl (3-(trimethoxysilyl) ammonium chloride ile kumaşı emprenye etmişler ve antimikrobiyal etkisini *K. pneumoniae*, *E. coli*, *S. aureus*'a karşı değerlendirmişlerdir. Çalışma sonucunda bu antimikrobiyal tekstilin en etkili olduğu mikroorganizma *S. aureus* olarak saptanmıştır. Akaydın ve ark. (3) hastanelerde laboratuvar ameliyathanelerde kullanılmak üzere üretilmiş önlük ve cerrahi giysilerde *A. baumannii*, *C. albicans*, *Proteus mirabilis*, *Enterobacter spp*, *K. oxytoca*, *K. pneumoniae*, *E. coli*, *P. aeruginosa*, *S. aureus*, *E. faecium* ve *Difteroid spp.*'e karşı antimikrobiyal aktivite yaptıkları ve çalışma sonucunda; özellikle %50 pamuk - %50 polyester karışımli kumaş karışımının *E. coli* bakterisine karşı antibakteriyel olarak etkili, *S. aureus*' karşı %50 pamuk - %50 polyester, % 65 polyester - %35 viskon ve % 68 polyester - %31 pamuk- %1 karbon karışımli kumaşların etkili ve tüm kumaş türlerinin *C. albicans* karşı etkili olduğu saptanmıştır. Ancak bu kumaş türlerinin hiçbiri çok önemli bir patojen olan *P. aeruginosa* karşı etkili olmadığı bildirilmiştir (3). Takai ve ark. (23) çalışmalarında işlem görmüş kumaşların antibakteriyel özelliklerinde farklılıklar olabileceğini bildirmişlerdir. Yaptıkları çalışmada beş kumaşın antibakteriyel etkinliğininin ısı ve

nem gibi çevre koşullarından etkilendiğini ve bundan dolayı MRSA gibi bakterilere karşı etkisiz olduklarını bildirmişlerdir. Bizim çalışmamızda da benzer şekilde sadece kumaş beşte MRSA izolatına karşı iyi bir antibakteriyel aktivite gözlenmiştir ve antimikrobiyal etki açıdan değerlendirilen diğer kumaşların hiçbirinin önemli fırsatçı ve hastane patojenlerine karşı etkilerinin olmadığı belirlenmiştir. Bu durum klinikte bu kumaşların kullanımında sınırlayıcı bir faktör olarak ortaya çıkmaktadır.

Sonuç olarak, çalışmada test edilen kumaşlardan daha imal aşamasında numune alınmasına rağmen beklenen antibakteriyel aktivite tespit edilememiştir. Piyasaya sürülen kumaşların ne kadar antibakteriyel olduğu tartışmalıdır. Bu nedenle kullanılan kumaşların daha geniş bir çalışma grubunda değerlendirilmesi gerektiğini düşünmekteyiz. Ayrıca bu tür tekstili kullanan sağlık personeli bu patojenlere maruz kalma açısından risk altındadır. Bundan dolayı sağlık personelinin koruyucu önlemler alması önemli bir noktadır. Antibakteriyel aktiviteye sahip olduğu ileri sürülen kumaşların bu özelliklerinin mikrobiyoloji laboratuvarlarında test edilmesi gerektiğini ve kumaş alımlarında bu test sonuçlarının dikkate alınması gerektiğini düşünmekteyiz.

## Kaynaklar

1. Strelkauskas A, Edwards A, Fahnert B, Pryor G, Strelkauskas J. Mikrobiyoloji klinik bir yaklaşım. Çeviren: Koçoğlu E, Emekdaş G.2. Baskı, İstanbul: İstanbul tıp kitabevleri 2018; 1-9.
2. Cogen AL, Nizet V, Gallo RL. Skin microbiota: a source of disease or defence? Br J Dermatol 2008; 158 (3): 442-455.
3. Akaydın M, Kalkancı M. Hastane Giysisi Olarak Kullanılan Kumaşların Antibakteriyel Özellikleri Üzerine Bir Araştırma. SDU J Sci 2014; 9 (1): 20-34.
4. Uğur SS, Saruışık M, Aktaş AH. Pamuklu kumaşlarda antibakteriyel amaçlı ZnO

- nanopartikül içeren ince filmlerin oluşturulması. *SDU Fen Bil Ens Der* 2010; 14(1): 95-103.
5. Windler L, Height M, Nowack B. Comparative evaluation of antimicrobials for textile applications. *Environ Int* 2013; 53: 62-73.
  6. Centers for disease control and prevention, Environmental Infection Control Guidelines, 2017, <https://www.cdc.gov/infectioncontrol/guidelines/environmental/> (ET:15.01.2017)
  7. Leligdowicz A, Dodek PM, Norena M, Wong H, Kumar A, Kumar A. Association between source of infection and hospital mortality in patients who have septic shock. *Am J Respir Crit Care Med* 2014; 189(10): 1204-1213.
  8. Karlowsky JA, Hoban DJ, Hackel MA, Lob AH, Sahn DF. Antimicrobial susceptibility of Gram-negative ESKAPE pathogens isolated from hospitalized patients with intra-abdominal and urinary tract infections in Asia-Pacific countries: SMART 2013-2015. *J Med Microbiol* 2017; 66(1): 61-69.
  9. Oğuz NS, Dayık M. Gama Işınlının Kumaşların Antibakteriyel Özellikleri Üzerine Etkisi. *TTED* 2014; 8(2): 1-11.
  10. Asker G, Balcı O, Topçal F. Kaplama ve emdirme aplikasyon yöntemlerinin kombinasyonu ile üretilen melez kumaşların performans özelliklerinin belirlenmesi. *Tekstil Müh Der* 2011; 82: 6-18.
  11. Pinho E, Magalhães L, Henriques M, Oliveira R. Antimicrobial activity assessment of textiles: Standard methods comparison. *Ann Microbiol* 2011; 61: 493-498.
  12. AATCC Test Method 147-2004. (2005). Antibacterial activity assessment of textile materials: Parallel streak method. AATCC Technical Manual, American Association of Textile Chemists and Colorists, Research Triangle Park, NC.
  13. Clinical Laboratory Standards Institute. Performance Standards For Antimicrobial Susceptibility Testing; Twenty-Third Informational Supplement. CLSI document M100-23. M02-A11, M07-A9 and M11-A8 Wayne, Pennsylvania, 19087 USA, 2013.
  14. Dellinger EP. Prevention of hospital-acquired infections. *Surg Infect (Larchmt)* 2016; 17(4): 422-426.
  15. Gao Y, Cranston R. Recent Advances in Antimicrobial Treatments of Textiles. *Textile Research Journal* 2008; 78(1): 60-72.
  16. Palamutcu S, Keskin R, Devrent N, Sengül M, Haşçelik B. Fonksiyonel Tekstiller II: Antimikrobiyal Tekstiller. *TTED* 2009; 3(3): 95-108.
  17. Dunne CP, Keinänen-Toivola MM, Kahru A, Teunissen B, Olmez H, Gouveia I et al. Antimicrobial coating innovations to prevent infectious diseases (AMiCD): Cost action ca15114. *Bioeng* 2017; 8(6): 679-85.
  18. Xua Q, Xiea L, Diaob H, Lia F, Zhanga YY, Fua F et al. Antibacterial cotton fabric with enhanced durability prepared using silver nanoparticles and carboxymethyl chitosan. *Carbohydr Polym* 2017; 177: 187-193.
  19. Ahmed HB, Hawary NS, Emam HE. Self-assembled AuNPs for ingrain pigmentation of silk fabrics with antibacterial potency. *Int Biol Macromol* 2017; 105 (1): 720-729.
  20. Li S, Zhu T, Huang J, Guo Q, Chen G, Laş Y. Durable antibacterial and UV-protective Ag/TiO<sub>2</sub>@ fabrics for sustainable biomedical application. *Int J Nanomedicine* 2017; 12: 2593-2606.
  21. Xu Y, Chen D, Du Z, Li J, Wang Y, Yang Z et al. Structure and properties of silk fibroin grafted carboxylic cotton fabric via amide covalent modification. *Carbohydr Polym* 2017; 161: 99-108.
  22. Erdem AK, Yürüdü NÖŞ. The evaluation of antibacterial activity of fabrics impregnated with dimethyltetradecyl (3-(trimethoxysilyl) propyl) ammonium chloride. *IUFS J Biol* 2008; 67(2): 115-122.
  23. Takai K, Ohtsuka T, Senda Y, Nakao M, Yamamoto K, Matsuoka J, et al. Antibacterial Properties of Antimicrobial-Finished Textile Products. *Microbiol. Immunol* 2002; 46(2): 75-81.