







Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi

Araştırma Makalesi

Farklı Yapıdaki Kumaşlara Antimikrobiyal Apre Uygulaması ve Etkinliklerinin Karşılaştırılması

 Nisa Sipahi^{a,*},  Ekrem Akbulut^b,  Aysun Yenice^b,  Tuğba Zengin^b

^a Düzce Üniversitesi Geleneksel ve Tamamlayıcı Tıp Uygulama ve Araştırma Merkezi, 81620 Düzce, TÜRKİYE

^b Küçükçalık Tekstil San ve Tic A.Ş. 16400 Bursa, TÜRKİYE

* Sorumlu yazarın e-posta adresi: sipahi.nisa@gmail.com

DOI: 10.29130/dubited.1040842

ÖZ

Hastalıklardan korunmada tekstil ürünlerin büyük rolü bulunmaktadır. Tekstil materyaller günlük hayatın birçok yerinde karşımıza çıkmaktadır. Özellikle son iki yıldır yaşanan covid-19 pandemisi tekstilin önemine daha da dikkat çekmiştir. Bununla birlikte “tekstil bizi salgınlardan koruyabilir mi?” sorusunu da gündeme getirmiştir. Bakterilerle dolu bir çevremiz olması, virüslerin bakterilere tutunarak saçılması ve nozokomiyal hastalıkların son yıllarda artış göstermesi, antimikrobiyal tekstil üretimine gereksinim olduğunu düşündürmektedir. Bu çalışmada farklı yapıdaki kumaşlara gümüş ve kuarternler amonyum tuz (QAS) apre uygulanması ve antimikrobiyal etkinliklerinin karşılaştırılması amaçlanmıştır. Kumaşlardan birisi %100 pamuk liflerden diğeri ise %100 poliester liflerden dokunmuştur. Uygulanan antimikrobiyal bitim işlemleri sonrası etkinlikleri AATCC 100 test metoduna göre belirlenmiştir. Kontrol olarak apre uygulanmamış kumaşlar aynı teste tabi tutulmuştur; ancak herhangi bir mikrobiyal inhibisyona rastlanmamıştır. Buna göre tüm gümüş apreli pamuk kumaşlarda etkinin diğerlerine oranla daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. En yüksek inhibisyon oranı %99,03 ±0,49 olarak gümüş apreli pamuk kumaşta tespit edilmiştir. En düşük inhibisyon oranı ise QAS apreli poliester kumaşta %59,43 ±1,87 olarak bulunmuştur. Ayrıca kumaşların gram pozitif bakterilere karşı daha etkin olduğu görülmüştür. Aynı zamanda uygulanan apre işleminin kumaşlarda renk değişimi, pilling (boncuklanma) ve hidrofiliteye neden olup olmadığı da test edilmiş ve herhangi bir etki olmadığı görülmüştür. Sonuç olarak bu çalışmada farklı yapıdaki kumaşlara uygulanan antimikrobiyal bitim işlemlerinin yüksek etkinlik gösterdiği görülmüştür. Çeşitli enfeksiyon hastalıklarındaki eradikasyon çalışmalarında, günümüz pandemisi ve hastane enfeksiyonları ile mücadelede antimikrobiyal tekstil sektörünün oldukça büyük bir yere sahip olduğu ve geliştirilmesi gerektiği düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Antimikrobiyal apre, Gümüş, Kuarternler Amonyum Tuzu, Salgın, Pamuk, Poliester

Application of Antimicrobial Finishing on Different Fabrics and Comparison of Effectiveness

ABSTRACT

Textile products have a great role in protecting against diseases. Textile materials are encountered in many parts of daily life. In particular, the COVID-19 pandemic in the last two years has drawn even more attention to the importance of textiles. However, “can textiles protect us from epidemics?” also raised the question. The fact that we have an environment full of bacteria, viruses spread by clinging to bacteria, and nosocomial diseases have increased in recent years suggests that antimicrobial textile production is needed. In this study, it was aimed to antimicrobial finishing with silver and quaternary ammonium salt (QAS) on different fabrics and to compare their antimicrobial activities. One of the fabrics was woven from 100% cotton fibers while the other was woven

from 100% polyester fibers. The antimicrobial effect of the fabrics was determined by the AATCC 100 test method. Fabrics that did not treatment as a control were tested however, no microbial inhibition was observed. Accordingly, it was found that the effect was higher in all silver-finished cotton fabrics compared to others. The highest inhibition rate was found to be $99.03 \pm 0.49\%$ in cotton fabric with silver finish. The lowest inhibition rate was found to be $59.43 \pm 1.87\%$ in polyester fabric with QAS finishing. It has also been observed that fabrics are more effective against gram-positive bacteria. At the same time, it was also tested whether the finishing process applied caused discoloration, pilling and hydrophilicity in the fabrics and it was seen that there was no effect. As a result, in this study, it was observed that antimicrobial finishing processes applied to fabrics of different structures showed high efficiency. In the eradication studies of various infectious diseases, it is thought that the antimicrobial textile sector has a very large place in the fight against today's pandemic and nosocomial infections and should be developed.

Keywords: Antimicrobial finishing, Silver, Quaternary Ammonium Salt, Epidemic, Cotton, Polyester

I. GİRİŞ

Tekstil ürünler, sağlığın korunmasında birçok rol üstlenmektedir. Günümüzde yaşanan pandemi bunu daha anlaşılır bir hale getirmiştir. Bilindiği üzere Aralık 2019'un sonlarında, ilk olarak Çin'de ortaya çıkan, SARS-CoV 2 kaynaklı salgın Dünya Sağlık Örgütü tarafından Covid-19 pandemisi olarak ilan edilmiş ve aynı zamanda Mart 2020'den itibaren Türkiye'de de görülmüştür. Halen (Aralık 2021) devam etmekte olan bu salgın kısa sürede birçok sektörün işleyişinde aksamalara neden olmuştur [1-3]. Bununla birlikte birçok ülkede günlük yaşam biçimlerinin değişmesine sebebiyet vermiştir. Virüsün solunum yoluyla ve damlacıklarla bulaşması sebebiyle çeşitli koruyucu ekipmanların günlük hayata kullanımı çoğu ülkede zorunlu hale getirilmiştir [4,5]. Dünyayı etkisi altına alan covid-19 pandemisinden korunma yollarında maske, eldiven ve benzeri koruyucu kıyafetlerin kullanımı halen tartışma konusu olsa da genel kabul gören bir durumdur [6]. Bu da covid-19'un akıllara yeni bir soru getirmesine neden olmuştur. Tekstil bizi enfeksiyöz hastalıklardan ve salgınlardan koruyabilir mi? [7]. Covid-19 salgını aynı zamanda toplumun, mikroorganizma kaynaklı diğer enfeksiyonlar hakkında ve birçok patojen bakteri konusunda bilinçlenmesine neden olmuştur. Aynı zamanda bizlere günlük hayatta birçok patojen ile temasta olduğumuzu hatırlatmıştır. Tarihsel süreç içinde birçok pandemi yaşandığı ve bunların bazılarının bakteriyel olduğu (ki halen 7. Kolera salgını gelişmemiş ülkelerde devam etmektedir) bilinmektedir [8]. Salgınlardan korunma yöntemleri incelendiğinde öne çıkan ana ürün hep tekstil materyalleri olmuştur. Bulaşıcı hastalıklardan korunmak için geliştirilen kişisel koruyucu ekipmanların büyük bölümü tekstilden elde edilmiştir. Günlük kullanılan eldiven, şapka gibi aksesuarlardan tüm kıyafetlerimize, hastane kıyafetlerine, ameliyathanede kullanılan giysilere, mutfakta kullanılan bazı materyallere kadar tekstil hayatımızın birçok yerinde karşımıza çıkmaktadır [9]. Diğer yandan enfeksiyöz etmenler her zaman salgınlar halinde kendini göstermeyip günlük yaşamın oldukça içerisinde yer almaktadır. Bakterilerle dolu bir çevremiz bulunmakta ve pek çok bulaşıcı hastalık, özellikle kış aylarında oldukça etkin olarak hayatımızda yer almaktadır. Patojen mikroorganizmaların neden olduğu hastalıklar için mikroorganizmaların bulaş yolları ve temas oldukça önemlidir. Covid-19 araştırmalarından bazıları virüsün ağız mukozasından bakterilere ve tükürük sıvısına yapışarak saçıldığına dikkat çekmektedir [10]. Bu durumda havada asılı kalan partiküllerin bakterilerle birlikte üzerimize düşmesi ve kıyafetler ile taşınması da olasıdır. Tekstil, bakterilerin potansiyel bir üreme alanı olabilmektedir. Çünkü tekstil yüzeyleri, mikrobiyal yapışmada güçlü rol oynamakta ve insan derisiyle temas halinde olup mikroorganizma büyümesi için besin, nem, sıcaklık gibi elverişli ortamı sağlayan bir araç durumundadır [11]. Bu nedenle, antibakteriyel tekstilin geliştirilmesi, mikroorganizmaların büyümesini engellemek, kullanıcının sağlığını ve güvenliğini korumak açısından çok önemlidir. Bu çalışmada farklı yapıdaki kumaşlara gümüş ve tuz bazlı kaplama yapılarak antimikrobiyal kumaş üretilmesi ve etkinliklerinin araştırılması amaçlanmıştır.

II. MATERYAL VE YÖNTEM

A. MATERYAL

A.1. Kimyasallar

Antimikrobiyal kumaş kaplaması için gümüş ve kuarternler amonyum tuzu (QAS) kullanılmıştır. Pamuk kumaşlara kasar işlemi uygulamak için kostik, (sodyum hidroksit 48 bome), peroksit, peroksit stabilizatörü ve iyon tutucu kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan kimyasallar Küçükçalık Tekstil San ve Tic A.Ş.'den temin edilmiştir.

A.2. Test Suşları ve Kültür

Çalışmada *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, *Klebsiella pneumoniae* ATCC 13883 suşları kullanılmıştır. Suşlar bir gün önceden NB (Nutrient broth, Merck) sıvı besiyerine inoküle edilerek 37°C'de 24 saat inkübe edilmiştir. Test öncesi suşlar $1-1,5 \times 10^5$ cfu/ml konsantrasyonuna seyreltilerek kullanılmıştır.

B. YÖNTEM

B.1. Kumaşların Hazırlanması

Çalışmada temel olarak iki farklı kumaş dokuması yapılmıştır. Amaç %100 selüloz esaslı kumaş yapıları ile %100 sentetik esaslı kumaş yapılarının etki farkını görmek olduğu için elyaf içeriği dışında tüm özellikler sabit tutulmuştur. Kumaşlardan birisi %100 pamuk liflerden diğeri ise %100 poliester liflerden üretilmiştir. Her iki kumaşta da, en temel örgü yapısı olan bezayağı tekniği kullanılmıştır. Kumaşlar, çözgü sıklıkları 31 tel/cm, atkı sıklıkları 22 tel/cm olarak dokunmuştur ve mamül gramajları 110 gr/m^2 olarak ölçülmüştür. Kullanılan ipliklerin birbirine yakın olması için poliester kumaşta atkı ve çözgü iplikleri 150 denye 48 filament tekstüre, pamuk kumaşta Ne 30/1 olarak seçilmiştir. Ayrıca pamuklu kumaşlara kasar işlemi uygulamak için 3 gr/lt kostik, 5 gr/lt peroksit (%50lik), 1 gr/lt peroksit stabilizatörü, 1 gr/lt ıslatıcı, 1 gr/lt iyon tutucu kullanarak 95°C'de 45 dk bekletilmiştir. Arkasından soğuk suyla 10 dk durulama-nötralizasyon, 50°C'de 0,5 gr antiperoksit enzimi ile çalkalama işlemleri yapılarak 150°C'de 30 mt/dk hızla kurutma yapılmıştır. Üretilen kumaşlar ve teknik özellikleri Tablo 1'de verilmiştir.

B.2. Antimikrobiyal Apre Uygulaması

Kumaşların, bitim işlemleri sırasında çözülmüş halde gümüş veya QAS içeren apre banyolarına daldırılarak antimikrobiyal özellik kazanması sağlanmıştır. Apreler fular ile verilmiştir. İşlem 150°C'de 30 mt/dk hızla uygulanmıştır.

Tablo 1. Çalışmada üretilen antimikrobiyal kumaş numuneleri

Numune	Yapısı	Üretim Şekli
1	Gümüş bazlı poliester	Yıkama + Apre
2	Gümüş bazlı poliester	Yıkama + Apre
3	Tuz bazlı poliester	Yıkama + Apre
4	Tuz bazlı poliester	Yıkama + Apre
5	Gümüş bazlı pamuk	Kasar + Apre
6	Gümüş bazlı pamuk	Kasar + Apre
7	Tuz bazlı pamuk	Kasar + Apre
8	Tuz bazlı pamuk	Kasar + Apre

B.3. Antimikrobiyal Test

Üretilen kumaşların antimikrobiyal etkinlikleri AATCC100 metoduyla belirlenmiştir. Kumaşlar 4±0,1 cm dairesel olarak kesilmiştir. Kumaş üzerine belirtilen yoğunlukta hazırlanan bakteri süspansiyonu inoküle edilerek hızlıca steril su içerisinde çalkalanmış ve agar plak üzerine bırakılmıştır. Bu noktada bakteri kolonilerinin sayılması için NA (Nutrient agar, Merck) katı besiyeri üzerine yayma ekim yapılmış ve 37°C’de 24 saatlik inkübasyona bırakılmıştır. Böylece 0. zaman bakteri kolonileri kaydedilmiştir (B). Bununla birlikte her bir kumaşın bakteriler üzerindeki inhibisyon yüzdesinin belirlenmesi için kumaşlar üzerine emdirilen bakteri kültürü aynı şartlarda inkübasyona bırakılmıştır. Ardından 24. zamanda hızlıca steril su içerisinde daldırılıp ekim yapılarak tekrar inkübe edilmiş ve bakteri üremeleri kaydedilmiştir (A) [12]. Oransal inhibisyon (R) aşağıdaki formül ile belirlenmiştir:

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

B.4. Diğer Testler

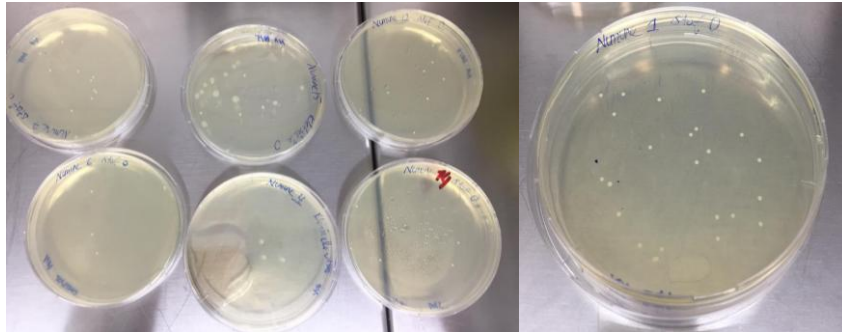
Kumaşlarda apre sonrası renk değişimi ve boncuklanma testleri Küçükçalık Tekstil San ve Tic A.Ş. Arge Merkezinde gerçekleştirilmiştir.

B.5. İstatistiksel Analiz

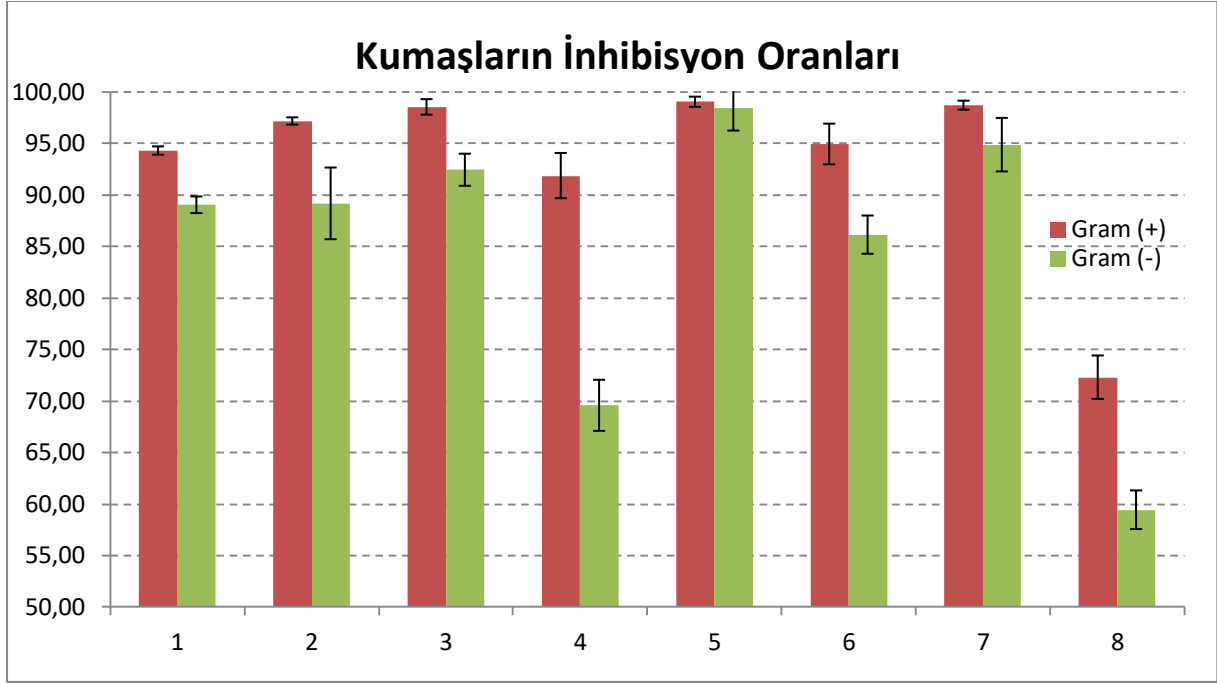
Antimikrobiyal testler 3 tekrarlı olarak çalışılmıştır. İnhibisyon oranları % ortalama ±SD olarak verilmiştir. Gram pozitif ve gram negatif bakteri için ayrı ayrı olmak üzere tüm gruplar arasındaki inhibisyon farkı Kruskal-Wallis varyans analizi ile hesaplanmıştır.

III. ARAŞTIRMA BULGULARI

Üretilen kumaşlar antimikrobiyal apre sonrası spektrofotometrede, karşılaştırmalı olarak ölçülmüş ve dE <0,6 olarak bulunmuştur. Buna göre, renk değişimi olmadığı tespit edilmiştir. Yapılan apre çalışmalarının pilling (boncuklanma) ve hidrofilité üzerinde hem %100 pamuk hem %100 poliester kumaşlarda etkisi olmadığı görülmüştür. Bakterilerin antimikrobiyal etkinlikleri bakterilerin üreme inhibisyon oranlarının 0. ve 24. zamanda agar plak üzerinde üreyen koloni miktarlarının karşılaştırılmasıyla belirlenmiştir (Şekil 1). Üretilen kumaşların AATCC 100 test standardına göre antimikrobiyal etkinlik sonuçları Tablo 2’de verilmiştir. Çalışmada işlem görmeyen poliester ve pamuk kumaşlar kontrol olarak aynı test işlemine tabi tutulmuş; ancak bu apresiz kumaşlarda inhibisyon görülmemiştir. Üremelerin bakterinin kendi logaritmik hızıyla devam etmesi sebebiyle tabloda apresiz kumaşlara yer verilmemiştir. Buna göre en yüksek inhibisyon oranı %99,03 ±0,49 olarak gümüş apreli pamuk kumaşta tespit edilmiştir. En düşük inhibisyon oranı ise QAS apreli poliester kumaşta %59,43 ±1,87 olarak tespit edilmiştir.



Şekil 1. Agar üzerinde oluşan kolonilerinin görüntüsü.



Şekil 2. Kumaşların bakteriler üzerindeki inhibisyon oranları: Gram (+) bakteri: *S. aureus*, Gram (-) bakteri: *K. pneumoniae*. Tüm bakterilerin inhibisyon oranları karşılaştırıldığında anlamlı farklılık tespit edilmiştir ($p=0,003$).

Çalışmada test edilen tüm kumaşların gram pozitif bakterilere karşı daha etkin olduğu görülmüştür. Bununla birlikte tüm gümüş apreli pamuk kumaşlarda etkinin diğerlerine oranla daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Gümüş aprenin ise her ki kumaş yapısında da daha fazla etkin olduğu görülürken tuz aprenin ise poliester kumaşta pamuk olana göre daha etkin olduğu sonucuna varılmıştır. Gram pozitif bakteride inhibisyon oranları tüm gruplar arasında Kruskal-Wallis varyans analizi ile karşılaştırıldığında anlamlı fark tespit edilmiştir ($p<0,01$). Gram negatif bakteride inhibisyon oranları tüm gruplar arasında Kruskal-Wallis varyans analizi ile karşılaştırıldığında anlamlı fark tespit edilmiştir ($p<0,01$).

IV. TARTIŞMA

Son yıllarda enfeksiyon hastalıklarındaki artış ve iki yıldır yaşanan pandemi süreci ile birlikte toplumun hijyen beklentilerinin artması tekstil sektöründe antimikrobiyal malzemeye yönelimin artmasına neden olmuştur. Günlük yaşam içerisinde tekstil materyallerde antimikrobiyal apre kullanımı, sağlığın korunmasında önemli roller üstlenebilmektedir. Ancak, üretimde kullanılan antimikrobiyal maddelerin türü de bir o kadar önem teşkil etmektedir. Kullanılan maddelerin kimyasal yapısı, etki şekli, doğaya zararlı olup olmadığı, oldukça önemlidir. Aynı zamanda uygulandıkları ürüne tutunma karakteristikleri, çeşitli dış etkilere dayanıklılıkları da kullanılan madde seçiminde önem arz etmektedir [13].

Antimikrobiyal kumaş üretiminde son yıllarda en fazla öne çıkan madde gümüş ve amonyum tuzları olmuştur. Cerrahi maske gibi benzeri koruyucu kıyafetlere işlevsellik katmak ve viral filtrasyonu arttırmak için gümüş, bakır, amonyum tuzları gibi moleküllerin ilave edilmiş ve bakterilere karşı etkinlikleri araştırılmıştır [14]. Gümüş, geniş spektrumlu etki göstermesi ve günlük kullanılan eşyalara kolayca kaplanabilmesi açısından son yıllarda tekstilde geniş kullanım alanı bulmaktadır [15]. Benzer şekilde amonyum tuzları da geniş spektrumlu etki göstermekte ve gram pozitif bakterilerin yanı sıra gram negatif bakterilerde, mantar, maya ve virüslere karşı da etkin olabilmektedir. Bunun dışında amonyum tuzları, uzun yıllardır biosid olarak geniş kullanım alanı bulmuş önemli

antimikrobiyal bir ajandır [16]. Yapılan çalışmalarda gümüş içerikli pamuk ya da poliester kumaşların çeşitli bakterilere karşı etkin olduğu gösterilmiştir [17,18]. Bu çalışmada *S. aureus* ve *K. pneumoniae* bakterilerine karşı tüm kumaşların antimikrobiyal etki taşıdığı görülmüştür. Test edilen numunelerden 3, 5 ve 7 numaralı kumaşların %95'in üzerinde etkin olduğu görülmüşken, 4 ve 8 numaralı kumaşlar hariç tüm kumaşların ortalama %90'nın üzerinde inhibisyon oranına sahip olduğu görülmüştür. Gram pozitif bakteri *S. aureus*'a karşı etkinlik, gram negatif bakteri *K. pneumoniae* bakterisine göre daha yüksek olarak bulunmuştur. Bunun, gram pozitif ve negatif bakteriler arasındaki hücre duvarı gibi yapısal farklılıklardan kaynaklandığı düşünülmektedir. Gram pozitif bakterilerin hücre duvarı gram negatif bakterilere kıyasla daha kalın, daha sert bir yapıya sahiptir. Ancak Gram negatif bakteriler kompleks bir hücre duvarı yapısına sahiptir. Gram negatif bakterilerde hücre duvarı daha ince olmasına karşın dış kısmında ikinci bir lipopolisakkarit tabakaya sahiptir. Dış membran adı verilen bu katman büyük moleküllu antimikrobiyal ajanların penetrasyonuna karşı bir bariyer gibi işlev gösterebilmektedir. [19,20]. Akpınar (2019), çalışmasında MRSA (metisilin dirençli *S. aureus*) ve *E. coli*'ye karşı etki saptarken test ettiği diğer bakterilere (*Enterococcus faecalis*, *Streptococcus pneumoniae*, *K. pneumoniae* ve *Pseudomonas aeruginosa*) karşı bir etkinlik görülmediğini bildirmiştir [21]. Korkmaz'ın yaptığı çalışmada poliester kumaşlara yapılan uygulamalarda antimikrobiyal aktivite tespit edilemezken pamuk kumaşların hepsinde etkinlik tespit edilmiştir [22]. Bir başka çalışmada ise gümüş kaplamalı pamuk ve poliester *S. aureus*, *E. coli* ve *Aspergillus niger*'e karşı yüksek etkinlik saptanmıştır [20]. Başka bir çalışmada sentezlenen gümüş katkılı toz kimyasal apre kimyasalı olarak kullanılmış ve *E. coli* bakterisine karşı yüksek etkinlik gösterdiği tespit edilmiştir [23]. Taylan ve ark. (2019) nano gümüş emprenye ettiği kumaşlarda maya gelişiminin olmadığını görmüştür [15]. Simoncic ve Tomsic, amonyum tuzlarının tekstil materyaller için en umut verici antimikrobiyal ajanlardan biri olduğunu bildirmişlerdir [16].

Tekstil materyalleri üzerindeki mikrobiyal üreme aynı zamanda onun bozunmasına ve parçalanmasına da sebebiyet verebilmektedir. Bundan dolayı bu tür çalışmalar hem endüstriyel açıdan hem de sağlık açısından değerlendirilmektedir. Kumaşın üzerinde apre olarak kullanılan antimikrobiyal ajan hem kumaşın yıpranmasına yol açmamalı hem de uzun süre etkin kalmalıdır. Bu çalışmada apre kimyasallarının kumaşlar üzerinde pilling ve hidrofiliteye neden olmadığı tespit edilmiştir. Çalışmada gümüş aprenin daha etkili olduğu görülmüşken kalıcılık ve dayanıklılık testleri yapılmamıştır. Bu sebeple ileriki çalışmalar ile kumaş üzerindeki antimikrobiyal etkinin kalıcılığının değerlendirilmesi gerekmektedir. Yapılan çalışmalarda kuarter amonyum tuzunun bakır gibi bazı metal iyonlarına, polybioguanidlere ve N-halaminlere göre kumaş üzerinde daha uzun süre dayanıklı ve etkin olduğu gösterilmiştir [24]. Diğer yandan tekstil ürün kullanım yeri ve amacına göre uzun süre nemli ortama maruz kalıyorsa, dayanıklı antimikrobiyal madde ilavesi oldukça önemlidir. Çünkü nem, mikrobiyal gelişimde oldukça önemli bir faktör olmaktadır. Genel olarak kumaşlar üzerinde en uzun süre canlı kalabilen mikroorganizmaların bakteriler olduğu bildirilmiştir [25]. Bu durum hastane tekstili açısından oldukça önemli bir durumdur. Yapılan çalışmalarda nazokomiyal infeksiyonlara neden olan bakterilerin direnç gelişiminde ve hastane ortamına yayılmasında, hastane tekstilinin rol oynadığı görülmektedir [11]. Özellikle Hepatit B ve AIDS gibi hastalıklar düşünüldüğünde hasta ile yakın temasta olan personelde hastalık gelişim ve taşıma riski oldukça önemlidir [26]. Dolayısıyla antimikrobiyal hastane tekstil ürünlerinin yaygınlaştırılması oldukça önemlidir. Diğer yandan antimikrobiyal tekstilin sadece medikal tekstilde değil, otomotiv tekstilleri ve ev tekstilleri gibi diğer alanlarda da artış göstermesi beklenmektedir. Çünkü son yıllarda nüfus artışı, gelişen sanayi, birçok sektörde çalışan insan sayısındaki artış, kozmopolit yaşam bulaşıcı hastalıkların da artmasına neden olmuştur. Bununla birlikte son 2 yıldır yaşanan pandeminin ilk yoğunlaştığı dönemde ana faaliyet alanına bakmaksızın çeşitli sektörlerden firmaların antimikrobiyal tekstil materyal (maske vb) üretmek isteği de bir sorun olarak kendini göstermiştir. Bu sebeple üretimin her alanda olduğu gibi bu konudaki yetkin kimselerce yapılması, tekstil sektöründe faaliyet gösteren yerli firmaların, yerli antimikrobiyal kumaş üretimine yönelim göstermesi oldukça önemli diğer bir konudur.

V. SONUÇ

Sonuç olarak bu çalışmada farklı yapıdaki kumaşlara uygulanan antimikrobiyal bitim işlemlerinin yüksek etkinlik gösterdiği görülmüştür. Öne çıkan kumaş türü pamuk apre kimyasalı ise gümüş olmuştur. Ancak işlemlerin kalıcılığının açısından ileriki çalışmalarla değerlendirilmesi gerekmektedir. Çeşitli enfeksiyon hastalıklarındaki eradikasyon veya sağaltım çalışmalarında ve günümüz pandemisiyle mücadelede antimikrobiyal tekstil sektörünün oldukça büyük bir yere sahip olduğu unutulmamalıdır. Virüslerin taşınımında da rol oynayan bakterilerin üremesini engelleyen bu tür kumaşların yaygınlaştırılmasının günlük hayatın birçok yerinde sağlık için önemli avantajlar sağlayacağı düşünülmektedir.

VI. KAYNAKLAR

- [1]. H. Amawi, G.A. Abu Deiab, A.A. Aljabali, K. Dua, K. And M.M. Tambuwala, “COVID-19 pandemic: an overview of epidemiology, pathogenesis, diagnostics and potential vaccines and therapeutics,” *Therapeutic Delivery*, vol. 11, no. 4, pp. 245-268, 2020.
- [2]. Türkiye Bilimler Akademisi (TÜBA), “Covid-19 Pandemi Değerlendirme Raporu”, 17 Nisan 2020, Ankara.
- [3]. G. E. Güraksın, S. Barın, E. Özgül, and F. Kaya, “COVID-19 Diagnosis Using Deep Learning.” *“Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi”*, Ek Sayı, 8-23, 2021.
- [4]. K. O’Dowd, K.M. Nair, P. Forouzandeh, S. Mathew, J. Grant, R. Moran, ... & S. C. Pillai, “Face masks and respirators in the fight against the COVID-19 pandemic: A review of current materials, advances and future perspectives,” *Materials*, vol. 13, no. 15, pp. 3363, 2020.
- [5]. J. T. Wu, K. Leung, M. Bushman, N. Kishore, R. Niehus, P. M.de Salazar, G. M. Leung, “Estimating clinical severity of COVID-19 from the transmission dynamics in Wuhan, China,” *Nature Medicine*, vol. 26, no. 4, pp. 506-510, 2020.
- [6]. S. E. Eikenberry, M. Mancuso, E. Iboi, T. Phan, K. Eikenberry, Y. Kuang, ... & A.B. Gumel, “To mask or not to mask: Modeling the potential for face mask use by the general public to curtail the COVID-19 pandemic,” *Infectious Disease Modelling*, vol.5, pp. 293-308, 2020.
- [7]. S. Beesoon, N. Behary, and A. Perwuelz, “Universal masking during COVID-19 pandemic: Can textile engineering help public health? Narrative review of the evidence,” *Preventive Medicine*, vol. 106236, 2020.
- [8]. B. Altan, “XIX. Yüzyıl Sonlarında Cizre’de Kolera Salgını ve Yol Açtığı Tahribat,” *Mukaddime*, c. 10, s.1, ss. 37-52, 2019.
- [9]. N. Karim, S.Afroj, K. Lloyd, L.C. Oaten, D.V. Andreeva, C. Carr, and K.S. Novoselov, “Sustainable Personal Protective Clothing for Healthcare Applications: A Review,” *ACS nano*, vol. 14, no. 10, pp. 12313-12340, 2020.
- [10]. A. Rodriguez-Palacios, F. Cominelli, A.R. Basson, T.T. Pizarro and S. Ilic, S. “Textile Masks and Surface Covers—A Spray Simulation Method and a “Universal Droplet Reduction Model” Against Respiratory Pandemics,” *Frontiers in Medicine*, vol. 7, pp. 260, 2020.

- [11]. S. Varshney, A. Sain, D. Gupta, and S. Sharma, "Factors Affecting Bacterial Adhesion on Selected Textile Fibres," *Indian Journal of Microbiology*, vol. 61, No. 1, pp. 31-37, 2020.
- [12]. S. Gang, "Durable and Regenerable Antibacterial of Fabrics: Biocidal Properties," *Textile Chemist and Colorist*, vol. 6, pp. 26-30, 1998.
- [13]. M. Bilgiç ve Ş.S. Uğur, Ş. S. "Antimikrobiyal Medikal Tekstil Ürünleri için Oleuropein Uygulaması," *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, c.19 s.2, ss. 104-110, 2015.
- [14]. I. Rubino and H.J. Choi, "Respiratory Protection against pandemic and epidemic diseases," *Trends in Biotechnology*, vol. 35, no. 10, pp. 907-910, 2017.
- [15]. G. Taylan, A. Tulpar, A. Demirural, ve T. Baykara, "Nano Gümüş Emprenye Edilmiş Üç Boyutlu Kumaşlarda Anti-mikrobiyal Etkinlik," *Beykent Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, c. 12, s.1, ss. 36-42, 2019.
- [16]. B. Simoncic and B. Tomsic, "Structures of novel antimicrobial agents for textiles-a review," *Textile Research Journal*, vol. 80, no. 16, pp. 1721-1737, 2010.
- [17]. F. Zhao, S. Chen, Q. Hu, G. Xue, Q. Ni, Q. Jiang and Y. Qiu, "Antimicrobial three dimensional woven filters containing silver nanoparticle doped nanofibers in a membrane bioreactor for wastewater treatment," *Separation and Purification Technology*, vol. 175, pp. 130-139, 2017.
- [18]. J. M. Zuniga and A. Cortes, "The role of additive manufacturing and antimicrobial polymers in the COVID-19 pandemic," *Expert Review of Medical Devices*, vol. 17, no. 6, pp. 477-481, 2020.
- [19]. G. McDonnell and A. D.Russell, "Antiseptics and disinfectants: activity, action, and resistance," *Clinical Microbiology Reviews*, vol. 12, no. 1, pp. 147-179, 1999.
- [20]. M. Orhan, Serpil Koç, C. Özakin, A. Hocekenberger, and M. Sınırtaş, "Hastanelerde Kullanılan Tekstillerin Antibakteriyel ve Antimantar Etkinliklerinin Değerlendirilmesi" *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, c. 22, s. 1, ss. 19-31, 2019.
- [21]. E. S. Akpınar, "Antibakteriyel bitim işleminin pamuklu çarşaflık kumaşların bazı mekanik özellikleri üzerindeki etkilerinin incelenmesi" *Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi*, 2019.
- [22]. G. Kokmaz, "Kalkon türevlerinin farklı hammaddeye sahip örme kumaş yapıları üzerindeki antibakteriyel aktivitelerinin incelenmesi," *Bursa Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi*, 2019.
- [23]. M. E. Üreyen, A. Çavdar, A. S. Kopardı, A. Doğan, "Yeni Geliştirilen Gümüş Katkılı Antimikrobiyal Tekstil Kimyasalı ve Bu Kimyasal İle İşlem Görmüş Kumaşların Antibakteriyel Performansları," *Tekstil ve Mühendis Dergisi*, c. 15, s. 69, ss. 26-31, 2008.
- [24]. P. Zhu, and G. Sun, "Antimicrobial finishing of wool fabrics using quaternary ammonium salts," *Journal of Applied Polymer Science*, vol. 93, no. 3, pp. 1037-1041, 2004.
- [25]. G. Kampf, "How long can nosocomial pathogens survive on textiles? A systematic review," *GMS Hygiene And Infection Control*, vol. 15, 2020.
- [26]. D. E. A. Boryo, "The Effect of Microbes on Textile Material: A Review on the Way-Out So Far", *International Journal of Engineering Science*, vol. 2, no. 8, pp. 9-13, 2013.