

## Development of Antibacterial Upholstery Fabrics with Foam Application Technique

\*<sup>1</sup>Rıza Atav, <sup>2</sup>Alper Topuz, <sup>2</sup>Tolga Arıcan

<sup>1</sup>Faculty of Engineering, Department of Textile Engineering Namık Kemal University, Turkey

<sup>2</sup>Flokser Tekstil San. ve Tic. A.Ş., Turkey

### Abstract

In order to develop functional flocked woven upholstery fabric with antibacterial properties, firstly optimum conditions of dyeing were determined according to the foam application technique, and then antibacterial agent was added to the foam which was prepared under optimum conditions. The antibacterial tests of the samples were carried out in 5 different stages (unwashed and after 1, 5, 10 and 20 washes) according to the AATCC 100 standard by the agar diffusion method. It has been determined that even at the end of 20 washes, the antibacterial activity is still quite high. These results show that both coloring and antibacterial finishing can be performed in single step. This implies a reduction in cost and environmental hazard, especially due to water, energy and chemical consumption. In addition, it saves time and is advantageous in terms of operating efficiency.

**Key words:** Foam application, dyeing, antibacterial, environment, flocked woven upholstery fabric

### Özet

Fonksiyonel floklu dokumma döşemelik kumaşın antibakteriyel özelliklerini geliştirmek için, köpük aplikasyon tekniğine uygun olarak öncelikle optimum boyama koşulları belirlenmiş ve daha sonra optimum koşullar altında hazırlanan köpüğe antibakteriyel madde eklenmiştir. Numunelerin antibakteriyellik testleri, agar difüzyon yöntemi ile AATCC 100 standardına göre 5 farklı aşamada (yıkamamış ve 1, 5, 10 ve 20 yıkamalardan sonra) gerçekleştirilmiştir. 20 yıkamanın sonunda bile, antibakteriyel aktivitenin hala oldukça yüksek olduğu tespit edilmiştir. Bu sonuçlar, hem renklendirme hem de antibakteriyel bitim işleminin tek adımda yapılabileceğini göstermektedir. Bu, maliyet ve özellikle su, enerji ve kimyasal tüketiminden kaynaklanan çevresel zararın azalması anlamına gelmektedir. Buna ek olarak, zamandan tasarruf sağlar ve işletme verimliliği açısından avantajlıdır.

**Anahtar kelimeler:** Köpük aplikasyon, boyama, antibakteriyel, çevre, floklu dokuma döşemelik kumaş

### 1. Giriş

Köpük iki tensid filmi arasında sıvının bulunduğu gaz kabarcığı hücresi olup, havanın yüzey aktif maddeler yardımıyla su içinde ince zerrecikler halinde dağıtılması ile elde edilmektedir. Köpük özel jeneratörlerde üretilmektedir. Jeneratör çalışırken, bunun içerisine bir taraftan hava enjekte edilmekte diğer taraftan ise bir pompa yardımıyla belirli dozda sıvı gönderilmektedir. Özel yapıdaki rotorun stator içerisinde hızla dönmesi sonucu sağlanan çırpma etkisiyle havanın sıvı içerisinde küçük kabarcıklar halinde parçalanıp dağılması sağlanırken, kullanılan yüzey aktif maddenin de yardımıyla köpük hücreleri oluşmaktadır. Köpükle aplikasyon, diğer az flotte aldırma yöntemlerinde olduğu gibi alınan flotte miktarını %10-30'a indirerek su, enerji ve terbiye maddesi tüketiminde önemli ölçüde tasarruf sağlamaktadır. Bu yöntemde flotte köpük haline getirilerek kumaş yüzeyine applike edilmektedir. Bunun için rakleli veya rulolu sistemler, fulardda köpükle

\*Corresponding author: Address: Faculty of Engineering, Department of Textile Engineering Namık Kemal University, TURKEY. E-mail address: ratav@nku.edu.tr, Phone: +902822502339

emdirme, doğrudan sürme sistemi, köpük aktarma sistemi, baskı yöntemiyle aplikasyon gibi değişik yöntemler mevcuttur [1].

İnsan vücudunun birçok bölgesinde, çok çeşitli mikroorganizmalar bulunur ve taşıyıcı ile hastalığa neden olmayacak şekilde uyum içerisinde. Aynı zamanda vücudumuzu saran tekstiller, deri üzerinde birçok mikroorganizmanın yaşaması için gerekli olan ortam şartlarını sağlamaktadır. Bununla birlikte, mikroorganizmaların, tekstiller üzerinde üreyebildikleri uzun yıllardan beri bilinmektedir. Tekstiller, geniş yüzey alanı ve nem tutma özelliğine sahip olduğundan mikrobiyal büyüme için mükemmel ortam oluştururlar. Bu şartlar, mikroorganizmaların biyofilm oluşturmalarına ve hızla gelişmesine olanak sağlar. Hızla gelişen mikroorganizmalar, kötü kokulara, görüntü ve renk bozukluklarına, çirkinleştirici lekeler vb. sorunlara yol açabilir. Bu durum bir ürünü hijyenik ve estetik bakımlardan kullanılamaz hale getirebilir. Mikrobik kirlenmeye maruz kalan ürünlerin tüketici sağlığı için potansiyel bir tehdit oluşturması da buradaki diğer bir önemli konudur [2]. Antimikrobiyal maddelerin mikro organizmaları öldürme veya çoğalmalarını engelleme mekanizmaları çeşitlidir. Bu mekanizmalar,

- Mikroorganizmaların hücre duvarlarına zarar vermek,
- Hücre duvarı sentezine engel olmak,
- Hücre duvarının kalıcı olarak tahrip edilmesi,
- Hücrenin protein ve nükleik asit sentezlerini engellenmesi,
- Enzim hareketlerinin engellenmesi olarak sayılabilir [3].

Antimikrobiyal madde; bakteri, küf, maya ve mantarlar gibi mikroorganizmaları öldüren, büyümelerini ve/veya üremelerini engelleyen doğal, sentetik veya yarı sentetik bir madde olarak tanımlanabilir. Antimikrobiyal maddelerin birçoğu hem bakteri, hem de mantarlara karşı güçlü aktivite göstermektedirler. Ancak bütün mikroorganizmalara karşı aynı derecede etki gösteren maddelerin sayısı oldukça azdır. Bakterilerin üremesini ve gelişmesini engelleyen maddelere antibakteriyel maddeler denilmektedir. Bakterilere zarar veren maddelere bakteriyosid, çoğalmalarını sınırlandıran maddelere ise bakteriyostatik adı verilmektedir [4]. Antimikrobiyal maddeler ister “-idal” ister “-static” olsun her iki durumda da bakterilerin istenmeyen özelliklerini engellemeye yöneliktirler [5].

Bu çalışmanın amacı floklu dokuma kumaşların kırık oluşuma yol açmadan, düzgün bir şekilde tek adımda köpükle aplikasyon tekniğine göre boyanmasını ve bu kumaşlara antibakteriyel özellik kazandırılmasını sağlayacak yöntem geliştirilmesidir. Boyama ve özellikle de bitim işlemlerinde köpükle aplikasyon tekniğinin kullanılmasına ilişkin literatürde çok sayıda çalışma bulunmasına karşın floklu kumaşların tek adımda boyanması ve bu kumaşlara antibakteriyellik fonksiyonelliği kazandırılmasına ilişkin bir çalışmaya rastlanmamıştır.

## 2. Materyal ve Metod

Tüm çalışmalarda Flokser A.Ş. firmasında bulunan GASTON CFS köpük uygulama sistemi kullanılmıştır. Denemeler tek kat floklu kumaşlar kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Öncelikle söz konusu kumaşların köpüklü aplikasyon tekniğine göre boyanması için optimum aplikasyon

koşullarını belirlemek üzere pick-up değeri, hava-çözelti karışım oranı (köpürme oranı), birim zamanda applike edilen sıvı miktarı (LF), köpük viskozitesi gibi ayarların optimizasyonları yapılmıştır. Buna göre AF %27, birim zamanda applike edilen sıvı miktarı 0,045 ve köpürme oranı 1:30 olarak belirlenmiştir. Düzgünlük en önemli kriter olduğundan denemelerde düzgünleşme yeteneği yüksek egaliz tipi asit boyarmaddesi sınıfı (Bemacron E serisi) kullanılmıştır. Denemelerde kullanılan aplikasyon reçetesi Tablo 1’de verilmektedir.

**Tablo 1:** Denemelerde kullanılan aplikasyon reçetesi

Boya-kimyasal	Oran
Bemacid Yellow ET3R	0,60
Bemacid Red ET2B	0,30
Bemacid Blue ET4R	0,25
Seta Antimigrant	20
Foamer Max	20
Sitrik asit	5
Levegal DLP	10
Üre	50

Antibakteriyellik özelliğine sahip fonksiyonel floklu dokuma kumaş geliştirilmek için ön çalışmalarla belirlenmiş olan optimum koşullarda köpükle aplikasyon tekniğine göre boyama yaparken hazırlanan flotte içerisine antibakteriyel ajan ilavesi de gerçekleştirilmiştir. Tabi burada kullanılacak antibakteriyel ajanın uyumluluğu önemlidir. Bu nedenle çeşitli ticari antibakteriyel ürünler temin edilmiş ve köpük aplikasyona uygunlukları test edildikten sonra, Rudolf firmasının Ruco-BAC AGP ticari isimli antibakteriyel apre kimyasalının kullanılması kararlaştırılmıştır. Antibakteriyel ajan içeren ve içermeyen flottelerle köpüklü aplikasyon tekniğine göre boyanmış numunelere antibakteriyellik testleri agar difüzyon metodu ile AATCC 100 standardına göre yıkamasız ve 1, 5, 10 ve 20 yıkama sonrası olmak üzere 5 farklı aşamada uygulanmıştır. Testler gram-negatif (*Klebsiella pneumoniae*) ve gram-pozitif bakterilere (*Staphylococcus aureus*) karşı gerçekleştirilmiştir. Daha sonra antibakteriyel ajan kullanılması ve kullanılmaması durumu için kumaş numunelerinin CIE L\*a\*b\* ve renk verimi değerleri ile yıkama, kuru sürtme ve yağ sürtme haslığı değerleri saptanmıştır.

### **Numunelere Uygulanan Test ve Analizler**

- **Renk verimi (K/S) ve CIEL\*a\*b\* değerlerinin tespiti:** Kumaşların remisyon (%R) değerlerinin ölçümleri spektral fotometre ile D65 gün ışığı altında, 10° gözlem açısı altında yapılacaktır. 400-700 nm’lik spektral bölgede ve maksimum absorpsiyon (minimum remisyon) dalga boyunda ölçülen remisyon (%R) değerleri ile Kubelka-Munk (1) eşitliğinden faydalanılarak renk verimi (K/S) değerleri hesaplanmıştır.

$$K/S = (1 - R)^2 / 2 * R$$

[1]

R = Maksimum absorpsiyon dalga boyundaki ( $\lambda_{max}$ ) reflektans

K =Absorsiyon katsayısı

S =Yansıma katsayısı

Spektral fotometre ile numunelerin ayrıca CIEL\*a\*b\* değerleri ölçülmüştür.

L\*: Açıklık/koyuluk değeri (+ daha açık, - daha koyu)

a\*: Kırmızılık/yeşillik değeri (+ daha kırmızı, - daha yeşil)

b\*: Sarılık/mavilik değeri (+ daha sarı, - daha mavi)

- **Yıkamaya karşı renk haslığı tayini:** Boyanmış numunelerin yıkamaya haslığı tayini TS-7584'e (ISO-105 C06) göre yapılmıştır. Yıkama haslığı tayini için bir yüzüne multifiber dikilmiş olan numune, 60°C'da 30 dakika süreyle 4 g/L'lik deterjan çözeltisiyle işleme tabi tutulmuştur. Numuneler durulanıp kurutulduktan sonra multifibre kumaşa olan akma değerleri gri skala ile (1-5 arası) değerlendirilmiştir.

- **Sürtünmeye karşı renk haslığı tayini:** Numunelerin sürtünmeye karşı renk haslığı tayini TS-717'ye (ISO 105-X12) göre sürtünme test cihazı (crockmeter) ile kuru ve yaş olarak yapılmış ve gri skala ile değerlendirilmiştir.

- **Antibakteriyellik testi:** Kumaş numunelerine antibakteriyellik testleri AATCC 100 standardına göre EKOTEKS Laboratuvarında hizmet alımı yoluyla yaptırılmıştır. Testler ATCC 6538 kodlu gram pozitif *Staphylococcus aureus* ve ATCC 4352 kodlu gram negatif *Klebsiella pneumoniae* bakterilerine karşı gerçekleştirilmiştir. Bu test yönteminde bakterilerdeki % azalma değeri aşağıdaki formül ile hesaplanmaktadır [6].

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

R (%): Oransal azalma

A: Numune ile temas etmiş olan nötralizasyon çözeltisi içinde bulunan organizma sayısı

B: Başlangıç anındaki bakteri sayısı

✓ **Yıkama dayanımı testi:** Kumaş numunelerinde sağlanan antibakteriyellik etkisinin yıkamaya karşı dayanıklılığı tekrarlı yıkamalarla test edilmiştir. Yıkamalar 30°C'da 40 dak. 4 g/L ECE fosfatsız referans deterjan kullanılarak çamaşır makinesinde gerçekleştirilmiştir.

### 3. Bulgular ve Tartışma

Antibakteriyellik özelliğine sahip fonksiyonel floklu dokuma kumaş geliştirilmek için önceki bölümde yapılan çalışmalarla belirlenmiş olan optimum koşullarda köpükle aplikasyon tekniğine göre boyama yaparken hazırlanan flotte içerisine antibakteriyel ajan ilavesi de yapılmıştır. Antibakteriyel ajan içeren flottelerle köpüklü aplikasyon tekniğine göre boyanmış numunelere antibakteriyellik testleri agar difüzyon metodu ile AATCC 100 standardına göre yıkamasız ve 1, 5, 10 ve 20 yıkama sonrası olmak üzere 5 farklı aşamada uygulanmıştır. Sonuçlar Tablo 2'de verilmektedir.

**Tablo 2:** Antibakteriyel ajan içerecek şekilde köpüklü aplikasyon tekniğine göre boyanmış kahverengi kumaşın yıkamasız ve yıkamalı hallerine ilişkin test sonuçları

İşlem	Antibakteriyel Apre	
	<i>S. aureus</i>	<i>K. pneumoniae</i>
Yıkamasız	98,6	99
5 yıkama	99,9	99,9
10 yıkama	99,9	99,9
20 yıkama	91,8	99,9

Tablo 2 değerlendirildiğinde köpüklü aplikasyon tekniğine göre boyama yaparken hazırlanan flotte içerisine antibakteriyel ajan da ilave edilmesi durumunda hem gram pozitif hem gram negatif bakterilere karşı oldukça yüksek antibakteriyel etkinlik elde edilebildiği görülmektedir. Elde edilen etkilerin yıkama dayanımına bakıldığında ise 20 yıkama sonunda bile halen oldukça yüksek etkinlik gösterdikleri görülmektedir.

Her ne kadar elde edilen sonuçlar antibakteriyel etkinlik açısından olumlu olsa da, prosesin renk ve haslıklar üzerine etkisi de büyük önem taşımaktadır. Bu nedenle, antibakteriyel aprenin haslıklar ve renk üzerinde olumsuz bir etkisi olup olmadığını saptamak için antibakteriyel ajan kullanılmış ve kullanılmamış kumaş numunelerinin renk verimi (K/S) ve CIE L\*a\*b\* değerleri ölçülmüştür. Sonuçlar Tablo 3’de verilmektedir.

**Tablo 3:** Antibakteriyel ajan içerecek ve içermeyecek şekilde yapılan boyama denemelerine ait K/S ve CIE L\*a\*b\* değerleri

Numune	K/S	L*	a*	b*	C*	H
İşlemsiz	35,60	22,44	5,59	14,39	15,44	68,77
Antibakteriyel apreli	51,09	19,12	6,21	12,91	14,32	64,32

Tablo 3 incelendiğinde antibakteriyel apre kimyasalı varlığında köpüklü aplikasyon tekniği ile boyanmış numunenin a\* yani kırmızılık-yeşillik değerinde artış olduğu yani rengin nüansının daha kırmızıya kaydığı, buna karşın b\* yani sarılık-mavilik değerlerinde azalma olduğu yani rengin nüansının daha mavi yöne kaydığı görülmüştür. Bu durum bize antibakteriyel ajanın köpüklü aplikasyon tekniğine göre boyamada rengin nüansını kaydırıldığını göstermektedir. Bu husus özellikle renk tutturma açısından çok önemlidir. L\* değerlerine bakıldığında ise antibakteriyel ajan varlığında L\* değerinin küçüldüğü yani rengin koyulaştığı görülmektedir. Bu sonuçlar renk verimi (K/S) değerleri ile paraleldir. Antibakteriyel apreli kumaşın K/S değeri daha büyük çıkmıştır. Bu hususun biraz köpüklü aplikasyon işlemi sırasında köpük hazırlanırken eklenen antibakteriyel ajanın köpüğün viskozitesine olan etkisinden, biraz da kullanılan ajanın kimyasal yapısının getirdiği etkiden kaynaklandığı düşünülmektedir. Zaten apre işlemleri sırasında apresiz duruma göre renk değişimi olması bütün aplikasyon tekniklerine göre yapılan boyamalarda söz konusu olduğundan bu durumun uygulama açısından bir dezavantaj getirmeyeceği düşünülmektedir. Numunelere ait yıkama ve sürtme haslığı testleri sonuçları Tablo 4’de verilmektedir.

**Tablo 4:** Antibakteriyel ajan içerecek ve içermeyecek şekilde yapılan boyama denemelerine ait haslık testi sonuçları

Numune	Yıkama Haslığı					Sürtme Haslığı			
	CA	CO	PA	PES	PAN	WO	Kuru	Yaş	
İşlemsiz	5	4	4	4-5	4-5	4-5	5	3	
Antibakteriyel apreli	5	4	3-4	4-5	4-5	4-5	4-5	2-3	

Tablo 4 incelendiğinde numunelerin gerek yıkama ve gerekse sürtme haslıklarının iyi seviyelerde olduğu görölmektedir. Antibakteriyel apre kimyasalı kullanılması haslıklar üzerinde yarım puanlık düşüşe yol açtığı görölmüştür. Ancak yine de haslık seviyeleri kabul edilebilir seviyelerdedir.

#### 4. Genel Sonuçlar

Çalışma kapsamında yapılan tüm çalışmalar sonucunda köpüklü aplikasyon tekniğine göre boyama yaparken hazırlanan flotte içerisine antibakteriyel ajan da ilave edilmesi durumunda hem gram pozitif hem gram negatif bakterilere karşı oldukça yüksek antibakteriyel etkinlik elde edilebildiği ve elde edilen etkilerin 20 yıkama sonunda bile halen kalıcı olduğu saptanmıştır. Kullanılan antibakteriyel ajanın rengin nüansı ve boyamanın haslıkları üzerinde herhangi olumsuz etkisi olduğu, ayrıca renk veriminin önemli ölçüde arttığı görölmüştür. Bu sonuçlar köpüklü aplikasyon tekniğine göre boyama yaparken köpük hazırlama aşamasında antibakteriyel ajan ilave ederek tek adımda hem renklendirme hem de antibakteriyel aprenin yapılabileceğini ortaya koymaktadır. Ancak meydana gelecek renk farkı için reçete düzeltme yapılmalıdır. Bu durum özellikle su, enerji ve kimyasal tüketimin dolayısıyla maliyetin ve çevre yükünün azaltılması anlamında gelmektedir. Ayrıca süreden tasarruf edilmekte olup, işletme randımanı açısından avantajlıdır.

#### 5. Teşekkür

3150048 nolu TEYDEB projesi kapsamında vermiş oldukları destekten dolayı TÜBİTAK'a teşekkürü bir borç biliriz.

#### 6. Referanslar

1. Tarakçiođlu I, Tekstil Terbiyesinde Aplikasyon Yöntem ve Makineleri, Ege Üni. Tekstil ve Konf. Arş. Uyg. Merkezi Yayını, Bornova/İzmir, 2000.
2. Toprakkaya D, Orhan M, Güneşoğlu C., Tekstillerde Hijyen Uygulamaları, 3. Sterilizasyon ve Dezenfeksiyon Kongresi, OMÜ, Samsun-Türkiye, 2-3 Ekim 2003; 304-313.
3. Palamutçu S, Sengül M, Devrent N, Keskin R, Haşçelik B, Bazı Antimikrobiyal Maddelerin % 100 Pamuklu Kumaşlar Üzerindeki Mikrobiyolojik Etkinliđi ve Kumaş Parametreleri Üzerindeki Etkilerinin Araştırılması, Tübitak Projesi Sonuç Raporu, Denizli, 2007.
4. Balcı H, Seçilmiş Kumaşlarda Antibakteriyel Apre ve Performans Özellikleri, Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana, 2006.
5. Altınok, UB, Tekstil Yüzeylerinin Antibakteriyel Özelliklerinin Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta, 2008.
6. Akar E, Oktav BM, Bazı Tekstil Boya Bitkilerinin Antibakteriyel Özellikleri ve Aktivitesi için Kullanılan Test Yöntemleri, SDÜ Teknik Bilimler Dergisi, 2013: 3(2), 1-6.