

TEKSTİL ÜRÜNLERİNDE ANTİMİKROBİYAL ETKİNLİK BELİRLEME TESTLERİ

Sema PALAMUTCU
Mustafa ŞENGÜL
Nalan DEVRENT
Reyhan KESKİN

ÖZET

Antimikrobiyal tekstiller hijyen amaçlı olarak hastanelerde kullanılan hijyenik ürün özelliklerinden bazılarının tekstil yapılarına kazandırılması ile elde edilen tekstil ürün guruplarıdır. Görsel olarak sıradan tekstil ürünlerinden farklı olmayan antimikrobiyal tekstil ürünleri temizlik ve hijyenin önemli olduğu tüm tekstil kullanım alanları için uygun ürünlerdir. Başta gelişmiş Avrupa ülkeleri, Kuzey Amerika ve Japonya olmak üzere dünyada yaygın olarak talep görmekte olan antimikrobiyal tekstil ürünleri artan hijyen bilinci ve hassasiyetlere bağlı olarak dünyanın diğer ülkelerinde de aranılan ürünler haline gelmiş ve daha da gelişmesi beklenen önemli bir ürün gurubu oluşturmuştur. Mevcut uygulamalarda günlük giysiler, hastane tekstilleri, otel tekstilleri, bebek eşyaları ve ev tekstillerinde kullanılmakta olan antimikrobiyal özellikteki tekstil ürünlerinin etkinlik derecelerinin belirlenmesi için çeşitli yöntemler ve standartlar kullanılmaktadır. Bu çalışmada antimikrobiyal tekstil ürünlerinin antimikrobiyal etkinlik değerlerinin belirlenmesinde yaygın olarak kullanılan standart test yöntemleri karşılaştırmalı olarak incelenmektedir.

1. GİRİŞ

Tekstil ve konfeksiyon sektöründe ürün yelpazesi sürekli olarak genişlemektedir. Tekstil ürünlerindeki geleneksel model, renk, tuşe, malzeme farklılaşması gibi parametrelere bağlı çeşitliliğin yanında işlevsel özelliklerdeki yeniliklere bağlı olarak tüketiciye sunulan ürünlere her geçen gün yenileri eklenmektedir. Geleneksel olarak örtme, koruma, süsleme amaçlı kullanılmakta olan tekstil ürünleri bu işlevlerine ek olarak diğer bazı ihtiyaçlara da cevap verecek yeni özelliklerde üretilmektedir. Sağlık, güvenlik, bilişim, kozmetik gibi farklı sektörlerle ait ürün özellikleri bariyer özellikli esnek yapılan olan tekstil ürünlerine kazandırılmakta, görüntü, tuşe ve kullanım konfor özelliklerinde bozulma olmadan yeni ve farklı işlevleri yerine getirebilen tekstil ürünleri geliştirilmektedir.

Antimikrobiyal tekstil ürünleri özellikle gelişmiş ülkeler başta olmak üzere hastane ve hijyen amaçlı kullanım alanları dışında günlük hayatta da yaygın olarak kullanılmaktadır. Örneğin otel tekstilleri, bebek giysi ve eşyaları, döşemelikler, mutfak silme bezleri, havlular, peçeteler, sporcu giysileri, avcı giysileri ve çorap gibi çeşitli alanlarda kullanılan tekstil ürünlerinin antimikrobiyal özellikte olması istenmektedir. İskandinav ülkeleri, Kuzey Amerika ve Japonya gibi refah düzeyi yüksek, bilinçli tüketici guruplarının olduğu ülkelerde, artan hijyen bilinci ve hassasiyetlere bağlı olarak antimikrobiyal tekstil ürünleri aranılan ve sürekli gelişmekte olan bir ürün gurubu haline gelmiştir.

Tekstil ürünleri yapıları ve kullanıldıkları yerler açısından mikro organizmaların yaşaması ve çoğalması için uygun sıcaklık, nem ve besin maddesi sağlayan ortamlardır. Tekstil yapılarının aralarına yerleşen mikro organizmalar tekstil ürünün kendisine ve kullanıcıya zarar verebilmektedir. Antimikrobiyal özellik kazandırılan tekstil ürünleri mikro organizmaların neden olduğu olumsuzlukları azaltmaya ve ortadan

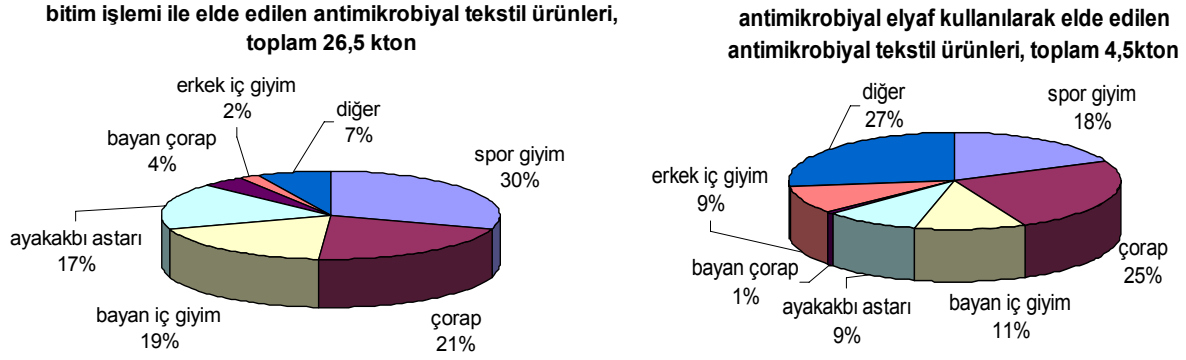
kaldırmaya yardımcı olmaktadır. Bu ürün gurupları mikro organizmaların enfekte olmalarının önüne geçilmesi, enfeksiyonların kontrol altında tutulması, mikro organizmalardan kaynaklanan koku ve lekelenme ve renk değişiminin önüne geçilmesi ve kalite kaybının engellenmesi amacı ile kullanılmaktadır.

Tablo 1’de Japonya’da tüketicilerin kullanımına sunulmuş olan antimikrobiyal tekstil ürünlerinin çeşitleri listelenmektedir.

Tablo 1. Japonya’da kullanılmakta olan antimikrobiyal tekstil ürün çeşitleri [1]

Ürün gurubu	Ürün adı	Örnekler
Giysiler	Dış giyim	Eşofman, pantolon, süeter, hırka, takım elbise, manto, elbise, yelek
	İç giyim	Atlet, şort, slip, içlik, büstiyer, bel kuşağı, korse
	Yatak giysileri	Pijama, gecelik,
	Çoraplar	Soket çorap, ince kadın çorabı, tayt, dizlik
	Şapka, Eldiven	Şapka, kasket, bere, başlık, kep, eldiven çeşitleri,
	Ara giysiler	Beyaz gömlek, tişört çeşitleri
	Kişisel sağlık ürünleri	Hijyenik şort ve çamaşırlar, hamilelik iç giyim çeşitleri, destekleyici korse ve iç çamaşırları
	Kişisel kullanım ürünleri	Mendiller
Yatak odası tekstilleri	Yataklar	Uyku tulumları, yatak pedleri, yatak koruyucular
	Yorgan ve battaniye	Yorgan çeşitleri, battaniyeler
	Havlu battaniyeler	
	Çarşaf	Yatak çarşafı, nevresim, yastık kılıfı,
	Yastıklar	
Mefruşat	Yer döşemeleri	Halılar, kilimler, halı örtüleri, paspaslar
	Diğer yer döşemeleri	Banyo paspasları, kaymayı önleyen paspaslar,
	İç dekorasyon	Perdeler, masa örtüleri, dekoratif yastıklar
	Mutfak bezleri	Havlular, kurulama bezleri, masa örtüleri
Bebek ürünleri	Sihhi giysiler	Alt açma örtüleri, önlükler, kumaş alt bezleri, diğer silme bezleri
	İç giyim	Bebek atleti, çorap, eldiven, içlik
	Dış giyim	Tulumlar, yelekler
	Yatak tekstilleri	Yorgan, çarşaf, yastık, yatak pedi
	Havlu	Silme havluları, bezler
Ev hayvanları için ürünler		Yastık, ped, emici örtüler

Japonya’da kullanılmakta olan antimikrobiyal tekstil ürün gurupları sadece bu ülke için geçerli olan ürünler olmayıp tabloda listelenmiş olan ürünler dünyanın diğer gelişmiş ülkelerinde de yaygın olarak kullanılmakta olan ürün guruplarıdır. Şekil 1’de Batı Avrupa’da 2000 yılı itibarı ile kullanılmakta olan antimikrobiyal tekstil ürün çeşitleri genel olarak sınıflandırılmıştır. Burada Japonya’daki kullanım alanlarından farklı olarak spor giyimde antimikrobiyal tekstil kullanımı daha ağırlık kazanmıştır. Toplam tüketim miktarı bitim işlemi ile elde edilen antimikrobiyal tekstil ürünleri ve antimikrobiyal elyaftan kullanılarak yapılmış olan tekstil ürünleri olarak iki ayrı grupta incelenmiştir. Toplam 31 kton olarak rapor edilmiş olan Avrupa antimikrobiyal tekstil ürün kullanımının 26,5 kton kadarının bitim işlemleri ile geri kalan 4,5 kton kadarının ise antimikrobiyal elyaf kullanılarak üretildiği görülmektedir.



Şekil 1. 2000 yılı itibarı ile Batı Avrupa'da antimikrobiyal tekstil ürünlerinin kullanımı, [2]

Farklı kimyasallar ve yöntemler kullanılarak üretilmekte olan antimikrobiyal tekstil ürünlerinin bu fonksiyonları genellikle yıkama sayısı ve kullanım şartlarına bağlı olarak zamanla azalmasına rağmen tüketiciler için yine de tercih edilen ve kullanım alanı sürekli olarak artan ürün çeşitleridir.

2. ANTİMİKROBİYAL AKTİVİTE BELİRLEME TESTLERİ

Tekstil ürünlerinin antimikrobiyal etkinliğinin belirlenmesi için çok çeşitli test standartları kullanılmaktadır. Tablo 2'de çeşitli ülkelerin tekstil ürünlerinde antimikrobiyal etkinlik özelliğini belirlemek için kullandıkları standartlar listelenmektedir.

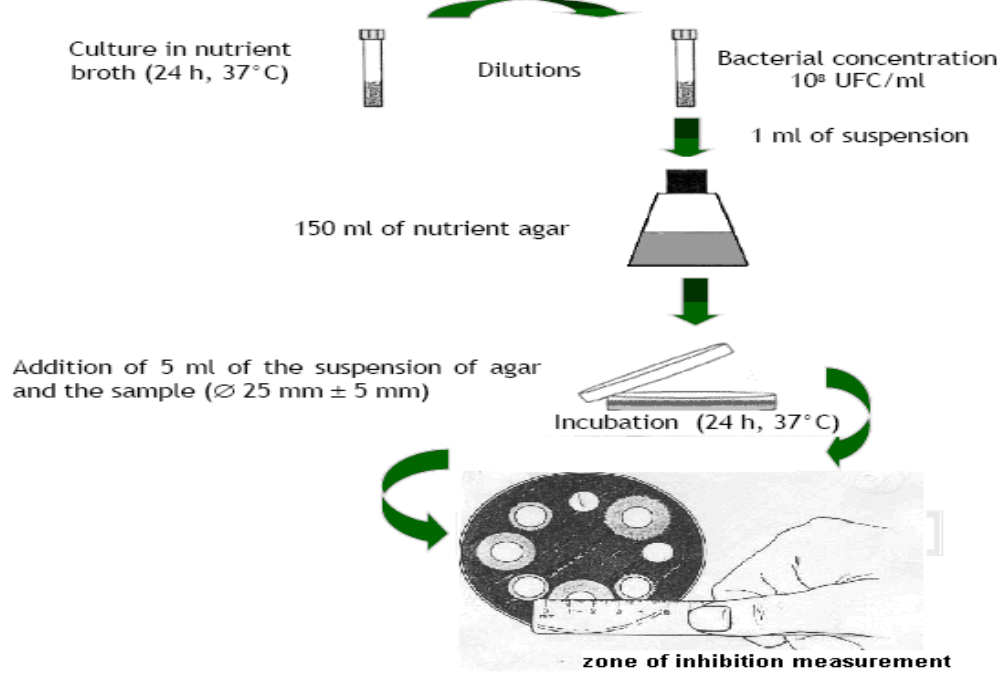
Tablo 2. Antimikrobiyal etkinlik test yöntemleri

Standart no	Standartın Adı (Orijinal İngilizce)	yöntem
SN 195920-1992	Textile fabrics: Determination of the antibacterial activity: Agar diffusion plate test	DİFÜZYON AGAR METODU, (yarı kantitatif yöntem)
SN 195921-1992	Textile fabrics: Determination of the antimycotic activity: Agar diffusion plate test	
AATCC 30-1993	Antifungal activity, assessment of textile materials: Mildew and rot resistance of textile materials	
AATCC 147-1993	Antibacterial assessment of textile materials: Paralel streak methods	
AATCC 90-1982	Antibacterial activity of fabrics, detection of: Agar plate method	
AATCC 174-1993	Antimicrobial activity assessment of carpets	
JIS L 1902-1998	Testing method for antibacterial of textiles	
AATCC 100-1993	Antibacterial finishes on textile materials: assessment of textile materials: parallel streak method	Kuantitatif yöntem- (Challenge test)
SN 195924-1983	Textile fabrics: Determination of the antibacterial activity: Germ count method	
XP G39-010-2000	Properties of textiles-Textiles and polymeric surfaces having antibacterial properties. Characterization and measurement of antibacterial activity	Bozulma testi, (toprağa gömme testi)
JIS Z 2911-1992	Methods of test for fungus resistance	
ISO 846-1997	Plastics –Evaluation of the action of microorganisms	
ISO 11721-1-2001	Textiles –Determination of resistance of cellulose containing	
ASTM E2149-01	Standard Test Method for Determining the Antimicrobial Activity of Immobilized Antimicrobial Agents Under Dynamic Contact Conditions	
ISO 20743	“Textiles –Determination of the antibacterial activity of Antibacterial Finished products	

Tekstil ürünlerinde antimikrobiyal etkinliğin belirlenmesi için genel olarak difüzyon agar yöntemi (yarı kantitatif), kantitatif yöntem ve bozulma yöntemi kullanılmaktadır.

Yaygın olarak kullanılan yöntemler AATCC 147 [3] difüzyon agar yöntemi ve AATCC 100 [4] kantitatif analiz yöntemidir. Uluslararası alanda tekstil ürünlerinde antimikrobiyal etkinliğin belirlenmesi için kabul görmüş olan standart ISO 20743 standardıdır. [5] Bu standart mevcut kullanılmakta olan yöntem ve standartların yetersiz kaldığı durumlarda teknolojik, ekolojik ve dermatolojik beklentilerin değerlendirildiği bir standarttır. [6]

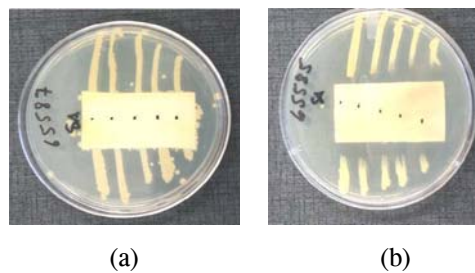
AATCC 147, agar difüzyon test yönteminde, besi yeri içine önceden hazırlanmış olan bakteri konsantrasyonları dökülür ve daha sonra 25mm çapında numune kumaşlar yerleştirilir. (Şekil 2) Numune kumaşlar 37°C sıcaklıkta 24 saat bekletildikten sonra kumaş etrafında oluşan çap ölçülerek (inhibisyon zone çapı) numune kumaşın etkinliği mm cinsinden belirlenir.



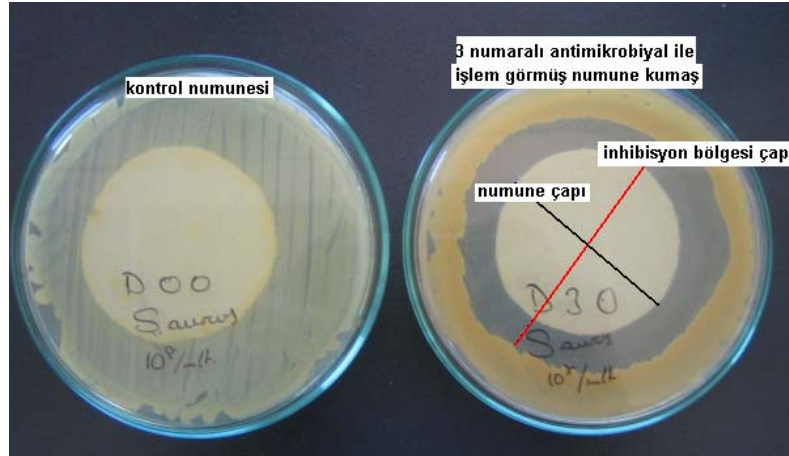
Şekil 2. Agar difüzyon test yöntemi

Bir nicelik metodu olan Agar Difüzyon Metodunda antimikrobiyal işlem görmüş kumaşların anti bakteriyel aktivitesi gözlemlenmekte ve etkinlik hakkında yorum yapılabilmektedir.

Şekil 3. ve Şekil 4.'de AATCC 147 metoduna göre değerlendirilmekte olan numuneler görülmektedir. İlk resimde paralel çizgilerin devam ettiği, dolayısıyla antimikrobiyal etkinliğin olmadığı bir kumaş numunesi görülmektedir. İkinci resimde ise paralel çizgilerin kumaş antimikrobiyal etkinlik alanı içinde kesintiye uğradığı, ilgili numune kumaşın organizmaların sayısında azalmaya neden olduğu görülmektedir.



Şekil 3. AATCC 147 paralel hatlar metodu ile antimikrobiyal etkinlik belirlenmesi, [7]



Şekil 4. AATCC 147 standardı ile yapılan test sonucunda elde edilen inhibisyon bölgesi

AATCC 100 test metodunda tekstil numunelerinde bulunan antibakteriyal maddenin aktivite derecesini kantitatif olarak tayin etmek için uygulanmaktadır. [8] Kantitatif değerlendirme tekstil ürünlerinde kullanılan antibakteriyal maddenin, bakteriler üzerinde etkili olup olmadığı hakkında önemli bilgiler vermektedir. Bu standartta numuneler yaklaşık alanı 1cm² olacak şekilde kare olarak hazırlanır. Aynı büyüklükte kesilen numuneler 121 °C sıcaklık ve 1,5 atm basınçta 15 dakika süre bekletilerek steril hale getirilir. Test numunesi ile beraber, işlem görmemiş numune ve antimikrobiyal aktivitesinden emin olunan bir kontrol numunesi beraber çalışmalıdır. Ekimi yapılan numuneler 37 °C 'de 48 saat bekletilir.

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

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

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

$$R(\%) = 100 (B-A)/B , \quad (1)$$

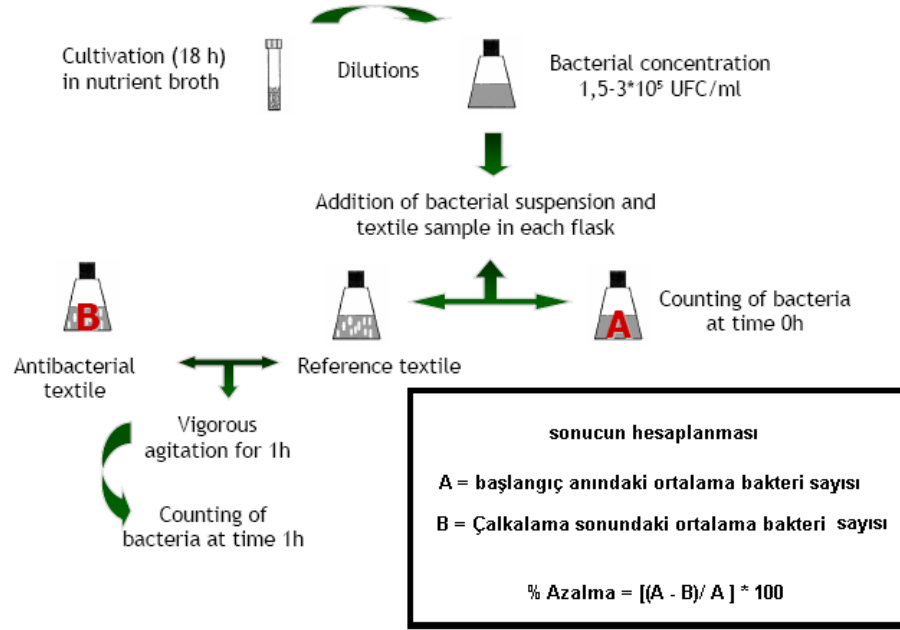
Burada,

R = oransal azalma,

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

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

ASTM E2149-01 standardına [8] göre yapılan shake flask metodu (dinamik çalkalama şişesi) (Şekil 5) nitel sonuç veren bir test yöntemidir. Bu test yöntemi, migrasyona uğramayan antimikrobiyal ürünlerle işlem görmüş kumaşın, dinamik koşullar altında mikropların büyümesine karşı gösterdikleri dirençleri ölçmek için dizayn edilmiştir. Bu testte içinde numune kumaş bulunan solüsyonda başlangıç anındaki bakteri sayısı ile bir saatlik çalkalama sonucundaki bakteri sayıları oranlanmaktadır. Elde edilen oranın azalma yönünde olması numune kumaş ile yapılan çalkalama işleminin solüsyon içindeki ortalama bakteri sayısında azalmaya neden olduğunu göstermektedir.



Şekil 5. Shake flask test metodu [8]

Şekil 6' da shake flask yöntemi ile yapılmış olan ölçümlerden bir örnek resim yer almaktadır. Çalkalama sonucu elde edilen dilüsyonun farklı konsantrasyonlar için ortamda çoğalan organizma kolonilerinin sayısını belirlemek için yapılmış olan ekimler görülmektedir. Ekim yapıldıktan sonraki 1 saat ve 24 saat sonunda ortamdaki canlı organizma sayılarındaki değişimin azalma yönünde olduğu, yani antimikrobiyal tekstil ürünü sayesinde ortamdaki organizma sayısında azalma olduğu anlaşılmaktadır.



Şekil 6. Shake flask yöntemi ile yapılan çalışmada farklı konsantrasyonlar için organizma çoğalmasının değişimi

3. ISO 20743 ANTİMİKROBİYAL BİTİM İŞLEMİ İLE MUAMELE EDİLMİŞ ÜRÜNLER İÇİN ANTİBAKTERİYEL ETKİNLİK BELİRLEME TESTİ

Uluslararası Standart Organizasyonu ISO tarafından 2007 yılı Haziran ayında yürürlüğe konmuş olan bu standartta antibakteriyel bitim işlemi görmüş olan tekstil yapılarında (kumaş, dolgu malzemesi, iplik ve dokusuz yüzeyler dahil) kantitatif olarak antibakteriyel etkinlik belirlenmektedir. Antibakteriyel bitim işleminin organik, inorganik, doğal veya yapay olmasına ve bitim işleminin uygulama yöntemine bakılmaksızın tüm antibakteriyel bitim işlemleri bu standart kullanılarak test edilebilmektedir.

Bu standartta tekstil materyali üzerindeki antibakteriyel etkinliğin belirlenmesi için üç ayrı metod önerilmektedir.

- a) Absorbsiyon metodu: bakteri süspansiyonu numune üzerine doğrudan aktararak kumaşa emdirilir.
- b) Transfer metodu: agar plate üzerine yerleştirilen bakteriler numune üzerine transfer edilir.
- c) Baskı metodu: test edilecek bakteriler bir filtre üzerine aktarılır ve daha sonra numune üzerine baskı yöntemi ile aktarılır.

Testlerde kullanılan mikro organizmalar *Staff aureous* ve *Klebsialle Pneumoniae* olarak tanımlanmaktadır.

Standart içinde ölçüm sonuçlarının rapor edilmesi ile ilgili olarak ayrıntılı bilgi verilmektedir. Sonuçların aynı biçimde raporlandırılması farklı ölçüm sonuçlarının karşılaştırılmasında kolaylık sağlayacaktır.

4.SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Agar difüzyon test yöntemi olarak tanımlanmış olan (AATCC 147, JIS L 1902-2002 , SN 195920-1992 ve diğer benzer standartlar) kantitatif sonuçlar vermekte olup basit ve çok sayıda numune için uygun olmaları nedeni ile tercih edilebilmektedirler. Yöntemin uygulanması sonucunda ortamda anti bakteriyel etkinlik olup olmadığı sadece var / yok şeklinde kantitatif olarak belirlenmektedir. Agar Plate içinde test edilen numune kumaşın altında organizma kalmaması kumaşın antibakteriyel olarak etkin olduğunu göstermektedir. Kumaş etrafında organizmanın üremediği bir bölge oluşması durumunda bu bölgenin büyüklüğüne bağlı olarak sayısal veri elde edilebilmekte ancak bu veri karşılaştırma yapılması için uygun bulunmamaktadır.

Kantitatif yöntemler olarak bilinen AATCC 100-2004, JIS L 1902-2002 ve Sn195924-1992 standartları ile sayısal büyüklükler elde edilmektedir. Ancak bu standartlar Agar Difüzyon yöntemi ile yapılan ölçümlere göre çok daha zor ve uzun süren testlerdir. Mikro organizma içeren sıvıların numune kumaşlar üzerine emdirilmesinden sonra ortamdaki mikro organizma sayılarındaki değişim oransal olarak antibakteriyel etkinlik verisine dönüştürülmektedir. Bu yöntemde üzerinde herhangi bir antimikrobiyal işlem görmeyen kontrol numunelerinin de test edilmesi gerekmektedir. Bu standartlar ile %99'dan daha yüksek antimikrobiyal etkinlik olduğu görülebilmektedir. Ancak burada test sırasında ortamda bulunan doymuş nemlilik ve bol besin test ortamının gerçekteki şartlardan farklı olmasına neden olmaktadır. Normal giyim şartlarında tekstil yapıları üzerindeki nemlilik ve ortamdaki besin miktarı farklı olabilmektedir. Günümüzde antimikrobiyal etkinlik ölçüm yöntemlerinin çok azında gerçek yaşam şartları içinde test yapılmaktadır.

JIS L 1902 -2002 standardında gerçek yaşamdaki ortam şartlarına benzer durumda test yapılmakta, test ortamında organizmaların beslenebileceği besin miktarı sınırlı tutulmaktadır. Benzer şekilde ISO 20743 standardında da mikro organizmalar tekstil yüzeyine baskı yöntemi ile aktarılmakta kantitatif yöntemdeki gibi yapay bir sıvı ortamda muamele yapılmamaktadır. Böylece test ortamı gerçek yaşamdaki duruma benzetilmiş olmaktadır.

Tekstillerde antimikrobiyal etkinlik ölçüm standartları numune kumaş üzerindeki antimikrobiyal etkinliğin mevcudiyetini belirlemek için kullanılmaktadır. Mevcut yöntemler ile elde edilen verilerin lineer olarak birbirine dönüştürülmesi için uygun bir formülasyon bulunmamaktadır. Her bir yöntem prensip olarak iki başlık altında toplanmakta olup en ideal sonuçlar tekstil ürünlerinin kullanım şartlarına benzer şartlarda yapılan testler sonucunda elde edilmektedir.

Her geçen gün daha fazla insan tarafından kullanılan ve üretimi artmakta olan antimikrobiyal tekstil ürünlerinin antimikrobiyal etkinlik testlerinin yanı sıra bu ürünlerin toksik ve dermatolojik testlerinin yapılması tüketici açısından son derece önemlidir.

5. KAYNAKLAR

- [1] ZASSHI, Y., The Pharmaceutical Society of Japan, 127(5), 867-888, 2007.
- [2] New Multifunctional Textiles:Antimicrobial Treatments, "Intelligent Textile Structures-Application, production & testing", Greece, 2005.
- [3] AATCC 147-1998, Antibacterial assessment of textile materials: paralel streak method.
- [4] AATCC 100-1999, Antibacterial finishes on Textile materials.
- [5] ISO 20743, Textiles –Determination of the antibacterial activity of Antibacterial Finished products, First Edition 2007 06 01.
- [6] RAMACHANDRAN, T., Rajendrakumar K., and Rajendran R., Antimicrobial Textiles an -Overview, IE (I) Journal TX, Vol 84, February 2004
- [7] FILTEU, M., Tessier, D., Radu I., Application Treatments of Antimicrobial on Textile Materials, Silver Clear™ May 2nd, 2005.
- [8] RAZAQ, S.A., Tekstil Numunelerinde Antibakteriyel Aktivite Tayini, Ekoteks Lab.İşl. Ltd. Şti. Avcılar İstanbul, 12 Mart 2003
- [9] ASTM E2149-1 Standard Test method for Determining the Antimicrobial Activity of Immobilized Antimicrobial Agents Under Dynamic Contact Conditions.
- [10]ISO 20743 Textiles –Determination of the antibacterial activity of Antibacterial Finished products

ÖZGEÇMİŞLER

Sema PALAMUTCU

1991 yılında İTÜ Makina Fakültesi Tekstil Mühendisliği Bölümünü bitirmiştir. 1996 yılında Philadelphia University Textile Engineering programında yüksek lisans programını tamamlamıştır. 2003 yılında Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tekstil Mühendisliği programında Doktor unvanını almıştır. 1996-2000 Yılları arasında Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Tekstil Mühendisliği Bölümünde Araştırma Görevlisi ve Öğretim Görevlisi olarak; 2000-2003 yılları arasında Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Tekstil Mühendisliği Bölümünde Araştırma görevlisi olarak görev yapmıştır. 2004 yılından bu yana PAÜ Mühendislik Fakültesi Tekstil Mühendisliği Bölümü Tekstil Teknolojileri Anabilim Dalı'nda Yrd. Doç. Dr. olarak görev yapmaktadır.

Mustafa ŞENGÜL

1985 yılında Ankara Üniversitesi Fen Fakültesi Biyoloji bölümünden mezun oldu. 1989 yılında Anadolu Üniversitesi tıp Fakültesi Mikrobiyoloji Bölümünde Yüksek Lisans eğitimini tamamladı. 1995 yılında Osmangazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Mikrobiyoloji bölümünde doktora eğitimini tamamladı. 1996 yılından bu yana Pamukkale Üniversitesi Tıp Fakültesi Temel Tıp Bilimleri biriminde Yard. Doç. Dr. olarak çalışmaktadır.

Nalan DEVRENT

Ege Üniversitesi Tekstil Mühendisliği Bölümünden 1990 yılında mezun olmuştur. Yüksek lisansını Pamukkale Üniversitesi Tekstil Mühendisliği Bölümünde 2004 yılında tamamlamıştır. Yaklaşık altı yıllık özel sektördeki çalışmasından sonra, 2000 yılından itibaren Pamukkale Üniversitesi Tekstil Mühendisliği Bölümünde öğretim görevlisi olarak çalışmaya başlamıştır. İyi derecede Almanca ve orta seviyede İngilizce bilmektedir.

Reyhan KESKİN

2001 yılında Pamukkale Üniversitesi Tekstil Mühendisliği Bölümünden mezun oldu. Üç yıl pamuklu süreyle tekstil sektöründe tekstil mühendisi olarak çalıştı. 2005 yılında Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Tekstil Mühendisliği Bölümünde Araştırma Görevlisi olarak göreve başladı. 2006 yılında aynı programda Yüksek Lisans eğitimini tamamladı. 2007 yılında Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Kimya Bölümünde doktora eğitimine başladı. 2008 yılında Auburn Üniversitesi Polimer ve Tekstil Teknolojileri Bölümünde burslu araştırmacı olarak doktora programına kabul edildi. Halen ABD’de doktora eğitimini sürdürmektedir.