

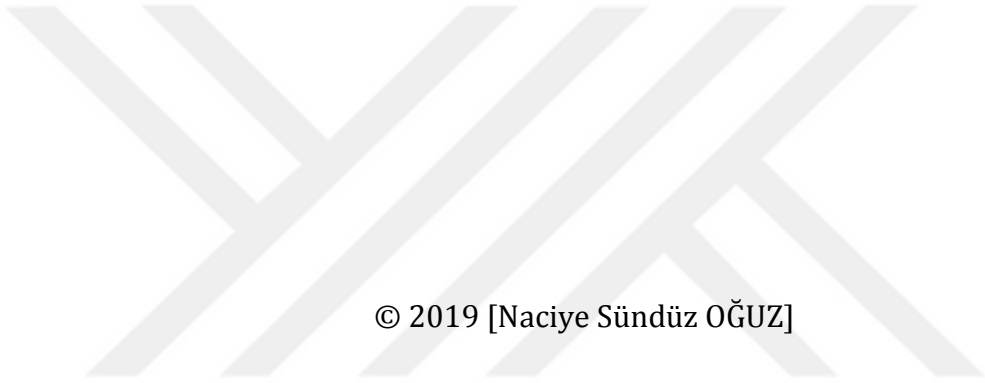
**T.C.  
SÜLEYMAN DEMİREL ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**RADYASYON ZIRHLAMA ÖZELLİKLİ ANTİBAKTERİYEL KUMAŞ  
ÜRETİMİ VE ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ**

**Naciye Sündüz OĞUZ**

**Danışman  
Doç. Dr. Feyza AKARSLAN**

**DOKTORA TEZİ  
TEKSTİL MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI  
ISPARTA - 2019**



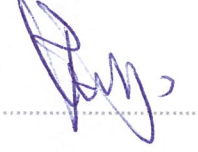
© 2019 [Naciye Sündüz OĞUZ]

## TEZ ONAYI

Naciye Sündüz OĞUZ tarafından hazırlanan "Radyasyon Zırhlama Özellikli Antibakteriyel Kumaş Üretimi Ve Özelliklerinin İncelenmesi" adlı tez çalışması aşağıdaki jüri üyeleri önünde Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı'nda DOKTORA TEZİ** olarak başarı ile savunulmuştur.

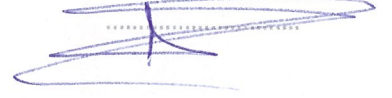
**Danışman**

**Doç. Dr. Feyza AKARSLAN**  
Süleyman Demirel Üniversitesi



**Jüri Üyesi**

**Prof. Dr. İbrahim ÜÇGÜL**  
Süleyman Demirel Üniversitesi



**Jüri Üyesi**

**Prof. Dr. Abdullah KAPLAN**  
Süleyman Demirel Üniversitesi



**Jüri Üyesi**

**Prof. Dr. Arzu ŞENCAN ŞAHİN**  
Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi



**Jüri Üyesi**

**Dr. Öğr. Üyesi Gonca ŞİMŞEK GÜNDÜZ**  
Pamukkale Üniversitesi



**Enstitü Müdürü**

**Doç. Dr. Şule Sultan UĞUR**

.....

## **TAAHHÜTNAME**

Bu tezin akademik ve etik kurallara uygun olarak yazıldığını ve kullanılan tüm literatür bilgilerinin referans gösterilerek tezde yer aldığını beyan ederim.

**Naciye Sündüz OĞUZ**



## İÇİNDEKİLER

	Sayfa
İÇİNDEKİLER.....	i
ÖZET .....	iii
ABSTRACT .....	iv
TEŞEKKÜR.....	v
ŞEKİLLER DİZİNİ .....	vi
ÇİZELGELER DİZİNİ .....	ix
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ .....	x
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Radyasyon ve Radyasyon Çeşitleri .....	7
1.2. Radyasyon Birimleri.....	11
1.2.1. Radyoaktivite birimi.....	11
1.2.2. Işınlama dozu birimi .....	11
1.2.3. Soğurulan doz birimi.....	11
1.2.4. Eş değer doz birimi.....	12
1.3. Radyasyonun Biyolojik Etkileri.....	12
1.4. Radyasyondan Korunmada Temel Prensipler.....	13
1.4.1. Gereklilik.....	14
1.4.2. Optimizasyon .....	14
1.4.3. Doz Sınırları .....	14
1.5. Radyasyondan Korunma Yöntemleri.....	15
1.5.1. Zaman kuralı .....	15
1.5.2. Mesafe kuralı.....	16
1.5.3. Zırhlama kuralı .....	16
1.6. Tanısal Radyolojide Kişisel Korunma .....	17
1.7. Radyasyonun Kullanım Alanları .....	18
1.7.1. Sağlık alanında kullanımı .....	18
1.7.2. Enerji üretiminde kullanımı .....	18
1.7.3. Endüstride kullanımı .....	19
1.7.4. Tarımda kullanımı.....	19
1.7.5. Silah olarak kullanımı .....	19
1.7.6. Tüketici ürünlerinde kullanımı .....	19
1.7.7. Diğer kullanım alanları.....	20
1.8. Radyasyon Koruyucu Tekstil Ürünlerinde Kullanılan Yöntemler .....	20
1.9. Antibakteriyel Tekstil Uygulamaları .....	22
1.10. Antibakteriyel Tekstil Yüzeylerini Oluşturma Yöntemleri .....	24
1.10.1. Liflere antibakteriyel özellik kazandırma yöntemleri.....	24
1.10.2. Antibakteriyel bitim işlemleri.....	25
1.10.3. Antimikrobiyel maddeler .....	27
1.11. Antimikrobiyel Etkinliğin Test Edilmesi.....	31
1.12. Antimikrobiyel Etkinliğin Test Edilmesinde Kullanılan Mikroorganizmalar .....	35
2. KAYNAK ÖZETLERİ.....	37
3. MATERYAL VE YÖNTEM .....	51
3.1. Materyal .....	51
3.2. Yöntem.....	53
3.2.1. Kumaşların kaplanması .....	53

3.2.1.1. Kumaşların baryum sülfat ile kaplanması .....	55
3.2.1.2. Kumaşların tungsten ile kaplanması.....	57
3.2.2. Kumaşların nano gümüş ile emdirilme işlemi.....	58
3.2.3. Kumaşlara radyasyon zırhlama işleminin uygulanması .....	60
3.2.3.1. Gama spektrometre ölçüm sistemindeki elemanlar.....	61
3.2.4. Kumaşlara antibakteriyel testlerin uygulanması.....	62
3.2.4.1. AATCC 147 Antibakteriyel test metodu .....	63
3.2.4.2. AATCC 100 Antibakteriyel test metodu .....	63
3.2.5. Kopma mukavemeti testi.....	64
3.2.6. Yıkama haslığı testi.....	65
3.2.7. Sürtünme haslığı testi .....	66
3.2.8. SEM analizi .....	67
4. ARAŞTIRMA BULGULARI.....	68
4.1. Radyasyon Zırhlama Sonuçları.....	68
4.2. Antibakteriyel Test Sonuçları .....	70
4.2.1. AATCC 147 Antibakteriyel test sonuçları .....	70
4.2.2. AATCC 100 Antibakteriyel test sonuçları .....	84
4.3. Kopma Mukavemeti Test Sonuçları.....	87
4.4. Yıkama Haslığı Test Sonuçları .....	89
4.5. Sürtünme Haslığı Test Sonuçları .....	90
4.6. SEM Analizi Test Sonuçları .....	91
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	96
5.1. Pamuk Kumaş İçin Sonuç ve Öneriler.....	96
5.2. Pamuk/Poliester Kumaş İçin Sonuç ve Öneriler .....	97
5.3. Poliester Kumaş İçin Sonuç ve Öneriler.....	98
5.4. Genel Sonuçlar .....	99
KAYNAKLAR .....	101
ÖZGEÇMİŞ.....	112

## ÖZET

Doktora Tezi

### RADYASYON ZIRHLAMA ÖZELLİKLİ ANTİBAKTERİYEL KUMAŞ ÜRETİMİ VE ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ

Naciye Sündüz OĞUZ

Süleyman Demirel Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Feyza AKARSLAN

Bu tez çalışmasında radyasyon zırhlama ve antibakteriyel özelliğe sahip, düzgün yüzeyli, mukavemetli, yıkama ve sürtünme haslığı iyi kumaşlar elde etmek hedeflenmiştir. Bu amaçla pamuk, poliester ve pamuk/poliester dokuma kumaşlar; radyasyon koruyucu özelliğe sahip tungsten ve baryum sülfat ile kaplanarak radyasyon zırhlama özellikleri incelenmiştir. Kumaşlara antibakteriyel özelliğe sahip nano gümüş emdirme yöntemi ile uygulanarak kaplama kumaşların antibakteriyel özellikleri incelenmiştir. Uygulanan işlemlerin kumaşa olan etkisini incelemek amacıyla kumaşlara SEM analizi, kopma mukavemeti, yıkama haslığı ve sürtünme haslığı testi uygulanmıştır.

Bu çalışmalar sonucunda  $\gamma$  radyasyonu yayan  $^{137}\text{Cs}$  kaynağına karşı tungstenin ve baryum sülfatın kumaşların radyasyon zırhlama özelliğini arttırdığı, nano gümüşün ise kumaşların radyasyon zırhlama özelliğini azalttığı görülmüştür. Nano gümüş uygulanmamış bazı kaplama kumaşlarda antibakteriyel özellik gözlenirken, nano gümüş uygulanan tüm kumaşlarda antibakteriyel özellik gözlenmiştir. Kopma mukavemeti testinde genel olarak kaplanmış kumaşların daha yüksek kopma mukavemetine sahip oldukları görülmüştür. Yıkama haslığı testleri ve sürtünme haslığı testleri incelendiğinde kaplama işlemi ile kumaşlarda herhangi bir olumsuz durum gözlenmemiştir. Kaplama kumaşların yıkamaya ve sürtünmeye dayanıklı olduğu tespit edilmiştir. Kumaşların SEM analizleri incelendiğinde baryum sülfat kaplanmış kumaşların tüm yüzeye dağıldığı, tungsten ile kaplanmış kumaşların ise daha dar bir alana yayıldığı görülmüştür.

**Anahtar Kelimeler:** Radyasyon Zırhlama, Antibakteriyel Özellik, Tungsten, Baryum Sülfat, Dokuma Kumaş.

2019, 112 sayfa

## **ABSTRACT**

**Ph.D. Thesis**

### **ANTIBACTERIAL FABRIC PRODUCTION WITH RADIATION SHIELDING PROPERTY AND INVESTIGATION OF ITS PROPERTIES**

**Naciye Sündüz OĞUZ**

**Süleyman Demirel University  
Graduate School of Natural and Applied Sciences  
Department of Textile Engineering**

**Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Feyza AKARSLAN**

In this thesis it is aimed to obtain fabrics with radiation shielding and antibacterial properties, smooth surface, strength, good washing and rubbing fastness. For this purpose cotton, polyester and cotton/polyester woven fabrics were covered with tungsten and barium sulphate which have the radiation shielding properties and were investigated their radiation shielding properties. The antibacterial properties of the coating fabrics were investigated by applying impregnation method with nano silver which has antibacterial properties. In order to examine the effect of the applied processes on the fabric; SEM analysis, tensile strength, washing fastness and friction fastness test were applied to the fabrics.

As a result of these studies it was observed that against  $^{137}\text{Cs}$  source which is emitting  $\gamma$  radiation, tungsten and barium sulphate increased the radiation shielding properties of the fabrics and nano silver decreased the radiation shielding properties of the fabrics. While antibacterial properties were observed in some nano silver unapplied coating fabrics, antibacterial properties were observed in all nano silver applied fabrics. In the tensile strength test, it was usually observed that the coated fabrics had higher breaking strength than the raw fabrics. When washing fastness tests and friction fastness tests were examined, no negative effects were observed on the fabrics by coating process. It has been determined that the coating fabrics are resistant to washing and friction. When SEM analysis of the fabrics were examined, it was seen that barium sulphate coated fabrics were distributed over the whole surface and the tungsten coated fabrics spread over a narrower area.

**Keywords:** Radiation Shielding, Antibacterial Property, Tungsten, Barium Sulfate, Weaving Fabric.

**2019, 112 pages**



## TEŞEKKÜR

Bu araştırma için beni yönlendiren, karşılaştığım zorlukları bilgi ve tecrübesi ile aşmamda yardımcı olan değerli danışman hocam Doç. Dr. Feyza AKARSLAN'a, çalışmam sırasında fikirleri ile tezimin doğru bir Şekilde ilerlemesinde emeği geçen jüri hocalarım Prof. Dr. Abdullah KAPLAN'a ve Prof. Dr. İbrahim ÜÇGÜL'e teŐekkürlerimi sunarım.

Kumaşlara radyasyon zırhlama işleminde yardımlarını esirgemeyen Doç. Dr. Aslı KURNAZ'a ve antibakteriyel testler konusunda yardımlarını esirgemeyen Doç. Dr. Mehmet ORHAN'a teŐekkürlerimi sunarım.

Tezimin her aşamasında beni yalnız bırakmayan aileme sonsuz sevgi ve saygılarımı sunarım.

Naciye Sündüz OĞUZ  
ISPARTA, 2019

## ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 1.1. Gölgeleme ağları .....	2
Şekil 1.2. Tekstil yüzeyi takviyeli beton bloklar .....	3
Şekil 1.3. Jeotekstil kullanılmayan (a) ve kullanılan (b) yolun durumu .....	3
Şekil 1.4. Yangın battaniyesi .....	4
Şekil 1.5. Dokusuz yüzey filtreler .....	4
Şekil 1.6. Hastanede kullanılan tıbbi tekstiller .....	5
Şekil 1.7. Otomobilde kullanılan teknik tekstiller .....	5
Şekil 1.8. Ambalaj tekstillerine örnekler .....	6
Şekil 1.9. Kimyasal koruyucu tekstiller .....	6
Şekil 1.10. Spor ve boş zaman tekstillerine örnekler .....	7
Şekil 1.11. Radyasyon çeşitleri .....	8
Şekil 1.12. Fotonların cinsine göre radyasyon çeşitleri .....	8
Şekil 1.13. Fotonların enerjilerine göre sınıflandırılması .....	9
Şekil 1.14. Elektromanyetik dalga spektrumu .....	9
Şekil 1.15. Kaynağına göre radyasyonun sınıflandırılması .....	10
Şekil 1.16. Doğal radyasyon kaynak değerleri .....	10
Şekil 1.17. Yapay radyasyon kaynak değerleri .....	11
Şekil 1.18. Radyasyondan korunma yöntemleri .....	15
Şekil 1.19. Radyasyon tutuculuğu olan çeşitli zırhlar .....	16
Şekil 1.20. Radyasyondan koruyucu malzemeler .....	17
Şekil 1.21. Radyoterapi uygulamaları .....	18
Şekil 1.22. Nükleer güç santrali .....	19
Şekil 1.23. Gümüş ve bakır tel içeren metal iplikler .....	21
Şekil 1.24. Kaplanmış kumaş örneği .....	21
Şekil 1.25. Ham ve farklı oranlarda PPy (Polipirol) kaplanmış karbon SEM görüntüleri .....	22
Şekil 1.26. Antibakteriyel ürünlerin kullanım alanları .....	23
Şekil 1.27. Yüzeye kaplanmış ajanlar ile oluşturulmuş antibakteriyel lif kesiti .....	24
Şekil 1.28. Ajanların kimyasal birleşme ile oluşturduğu antibakteriyel lif kesiti .....	25
Şekil 1.29. Agar difüzyon test yöntemi .....	34
Şekil 1.30. Shake flask test metodu .....	34
Şekil 3.1. Baryum sülfat ve tungstenin kumaşa kaplanması .....	54
Şekil 3.2. Mathis fikse makinesi .....	57
Şekil 3.3. Baryum sülfat (a) ve tungsten (b) ile kaplanmış kumaşlar .....	58
Şekil 3.4. Ataç marka FY 350 model fulard .....	59
Şekil 3.5. ORTEC marka, GEM50P4-83 model Ge dedektörü .....	60
Şekil 3.6. Gama spektrometre ölçüm sistemi .....	61
Şekil 3.7. Kaplama kumaşa kopma mukavemeti testinin uygulanışı .....	65
Şekil 3.8. Gyrowash yıkama makinesi .....	66
Şekil 3.9. "Crockmetre" cihazı .....	67
Şekil 3.10. Quanta FEG 250 Sem cihazı .....	67
Şekil 4.1. Kumaşların radyasyon zırhlama değerlerinin karşılaştırılması ....	69

Şekil 4.2. Kaplama ve emdirme işlemi uygulanmamış pamuk kumaşın (a) ve nano gümüş uygulanmış pamuk kumaşın (b) <i>S. aureus</i> bakterisine karşı antibakteriyel etkinlikleri.....	71
Şekil 4.3. Kaplama ve emdirme işlemi uygulanmamış pamuk kumaşın (a) ve nano gümüş uygulanmış pamuk kumaşın (b) <i>E.coli</i> bakterisine karşı antibakteriyel etkinlikleri.....	72
Şekil 4.4. Kaplama ve emdirme işlemi uygulanmamış pamuk/poliester kumaşın (a) ve nano gümüş uygulanmış pamuk/poliester kumaşın (b) <i>S. aureus</i> bakterisine karşı antibakteriyel etkinlikleri .....	73
Şekil 4.5. Kaplama ve emdirme işlemi uygulanmamış pamuk/poliester kumaşın (a) ve nano gümüş uygulanmış pamuk/poliester kumaşın (b) <i>E.coli</i> bakterisine karşı antibakteriyel etkinlikleri ....	73
Şekil 4.6. Kaplama ve emdirme işlemi uygulanmamış poliester kumaşın (a) ve nano gümüş uygulanmış poliester kumaşın (b) <i>S. aureus</i> bakterisine karşı antibakteriyel etkinlikleri.....	74
Şekil 4.7. Kaplama ve emdirme işlemi uygulanmamış poliester kumaşın (a) ve nano gümüş uygulanmış poliester kumaşın (b) <i>E.coli</i> bakterisine karşı antibakteriyel etkinlikleri.....	75
Şekil 4.8. Baryum sülfat (a) ve baryum sülfat-nano gümüş (b) uygulanmış pamuklu kumaşın <i>S. aureus</i> bakterisine karşı antibakteriyel etkinlikleri .....	76
Şekil 4.9. Tungsten (a) ve tungsten-nano gümüş (b) uygulanmış pamuklu kumaşın <i>S. aureus</i> bakterisine karşı antibakteriyel etkinlikleri ....	76
Şekil 4.10. Baryum sülfat (a) ve baryum sülfat-nano gümüş (b) uygulanmış pamuklu kumaşın <i>E. coli</i> bakterisine karşı antibakteriyel etkinlikleri.....	77
Şekil 4.11. Tungsten (a) ve tungsten-nano gümüş (b) uygulanmış pamuklu kumaşın <i>E. coli</i> bakterisine karşı antibakteriyel etkinlikleri.....	78
Şekil 4.12. Baryum sülfat (a) ve baryum sülfat-nano gümüş (b) uygulanmış pamuk/poliester kumaşın <i>S. aureus</i> bakterisine karşı antibakteriyel etkinlikleri.....	79
Şekil 4.13. Tungsten (a) ve tungsten-nano gümüş (b) uygulanmış pamuk/poliester kumaşın <i>S. aureus</i> bakterisine karşı antibakteriyel etkinlikleri.....	79
Şekil 4.14. Baryum sülfat (a) ve baryum sülfat-nano gümüş (b) uygulanmış pamuk/poliester kumaşın <i>E. coli</i> bakterisine karşı antibakteriyel etkinlikleri.....	80
Şekil 4.15. Tungsten (a) ve tungsten-nano gümüş (b) uygulanmış pamuk/poliester kumaşın <i>E. coli</i> bakterisine karşı antibakteriyel etkinlikleri.....	81
Şekil 4.16. Baryum sülfat (a) ve baryum sülfat-nano gümüş (b) uygulanmış poliester kumaşın <i>S. aureus</i> bakterisine karşı antibakteriyel etkinlikleri.....	82
Şekil 4.17. Tungsten (a) ve tungsten-nano gümüş (b) uygulanmış poliester kumaşın <i>S. aureus</i> bakterisine karşı antibakteriyel etkinlikleri.....	83

Şekil 4.18. Baryum sülfat (a) ve baryum sülfat-nano gümüş (b) uygulanmış poliester kumaşın <i>E. coli</i> bakterisine karşı antibakteriyel etkinlikleri.....	83
Şekil 4.19. Tungsten (a) ve tungsten-nano gümüş (b) uygulanmış poliester kumaşın <i>E. coli</i> bakterisine karşı antibakteriyel etkinlikleri.....	84
Şekil 4.20. Kumaşların kopma mukavemetleri .....	88
Şekil 4.21. Kumaşların kopma uzaması .....	89
Şekil 4.22. Kaplama ve emdirme işlemi uygulanmamış (a), nano gümüş uygulanmış (b), baryum sülfat (c), baryum sülfat-nano gümüş (d), tungsten (e), tungsten-nano gümüş (f) uygulanmış pamuklu kumaşlar .....	92
Şekil 4.23. Kaplama ve emdirme işlemi uygulanmamış (a), nano gümüş uygulanmış (b), baryum sülfat (c), baryum sülfat-nano gümüş (d), tungsten (e), tungsten-nano gümüş (f) uygulanmış pamuk/poliester kumaşlar.....	94
Şekil 4.24. Kaplama ve emdirme işlemi uygulanmamış (a), nano gümüş uygulanmış (b), baryum sülfat (c), baryum sülfat-nano gümüş (d), tungsten (e), tungsten-nano gümüş (f) uygulanmış poliester kumaşlar .....	95

## ÇİZELGELER DİZİNİ

	<b>Sayfa</b>
Çizelge 1.1. Radyasyon birimleri .....	12
Çizelge 1.2. Radyasyona karşı insan vücudunun duyarlılıkları .....	13
Çizelge 1.3. Radyasyon doz sınırları.....	14
Çizelge 1.4. Tekstil yüzeylerinin antimikrobiyel etkinliğini belirlemek için kullanılan yöntemler.....	31
Çizelge 1.5. Antimikrobiyel etkinliği belirlemek için kullanılan mikroorganizmalar.....	35
Çizelge 3.1. %100 pamuklu kumaşın özellikleri.....	51
Çizelge 3.2. Pamuk-poliester kumaşın özellikleri .....	52
Çizelge 3.3. Poliester kumaşın özellikleri.....	53
Çizelge 4.1. Kumaşların Cs-137 kaynağına karşı parçacık sayısı.....	68
Çizelge 4.2. Kumaşların <i>S. aureus</i> bakterisine karşı antibakteriyel etkinlik değerleri.....	85
Çizelge 4.3. Kumaşların <i>E. coli</i> bakterisine karşı antibakteriyel etkinlik değerleri.....	86
Çizelge 4.4. Kumaşların kopma mukavemeti ve kopma uzaması değerleri..	87
Çizelge 4.5. Kumaşların yıkama haslığı test sonuçları .....	89
Çizelge 4.6. Kumaşların kuru ve yaş sürtünme haslığı değerleri .....	90

## SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

Ag	Gümüş
ADC	Analog dijital çevirici
Am	Amerikyum
Ba	Baryum
BaSO <sub>4</sub>	Baryum sülfat
BaTiO <sub>3</sub>	Baryum titanat
Bq	Becquerel
Be	Berilyum
Bi <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Bizmut oksit
C	Coulomb
Ca	Kalsiyum
Ce	Seryum
Cf	Kaliforniyum
cfu	Koloni oluşturan birim
Ci	Curie
Co	Kobalt
Cs	Sezyum
Cu	Bakır
dB	desibel
DSC	Difransiyel taramalı kalorimetre
EDS	Enerji dağılımı spektrometresi
EVA	Etilen vinil asetat
Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub>	Magnetit
Ge	Germenyum
GHz	Gigahertz
Gy	Gray
Ha	Hümik asit
Hg	Civa
I	İyot
IR	Kızıl ötesi
J	Joule
K	Potasyum
keV	Kilo elektron volt
kV	Kilovolt
kVp	Kilovolt pik
K/S	Yüzeyin absorpsiyon katsayısı/Saçınım katsayısı
log	Logaritma
MCA	Çok kanallı analizör
Mg	Magnezyum
MHz	Megahertz
Mn	Manganez
N	Newton
Na	Sodyum
NaI(TI)	Talyum ihtiva eden sodyum iyodür
Pb	Kurşun
PDMS	Polidimetilsiloksan
PES	Poliester

PPy	Polipirol
Pu	Plütonyum
R	Röntgen
SE	Ekranlama etkinliği
SEM	Taramalı elektron mikroskobu
SI	Uluslararası birimler sistemi
Sv	Sievert
TAEK	Türkiye Atom Enerji Kurumu
TGA	Termogravimetrik analiz
TiO <sub>2</sub>	Titanyumdioksit
UV	Mor ötesi
W	Tungsten
W <sub>R</sub>	Radyasyon ağırlık faktörü
Zn	Çinko
α	Alfa taneciği
β	Beta taneciği
γ	Gama ışını

## 1. GİRİŞ

Teknik tekstiller, “*estetik ve dekoratif özelliklerinden ziyade teknik performansları ve fonksiyonel özellikleri için üretilen tekstil ürünleridir.*” Teknik tekstiller; endüstri, tıp, uzay, inşaat ve ileri teknoloji uygulamaları gibi fonksiyonellik gerektiren pek çok alanda kullanılmaktadır (Butekom, 2014). Teknik tekstillerde görünüş ve konfor belirleyici ölçüt değildir, teknik tekstiller doğrudan kullanılmayan herhangi bir malzemenin parçası olarakta kullanılabilir (Ekmen, 2005).

Teknik tekstillerden mekaniksel, değiştirme, koruma ve insan sağlığı ile ilgili özellikler beklenmektedir (Ekmen, 2005).

***Mekaniksel Özellikler:*** Mukavemet, takviyelendirme, elastikiyet olmak üzere üç gruba ayrılır. Emniyet kemeri, balistik yelek, hava yastığı gibi ürünlerde teknik tekstillerin yüksek mukavemet özelliğine sahip olması gerekmektedir. Uçak kanadı, golf sopası, kayak gibi malzemelerde teknik tekstiller takviyelendirme özelliği ile ürünü kuvvetlendirme işlevine sahiptir. Otomobil endüstrisinden paketlenme endüstrisine kadar teknik tekstiller sahip olduğu elastikiyet sayesinde geniş kullanım alanına sahiptir (Ekmen, 2005).

***Değiştirme Özelliği:*** Filtrasyon, izolasyon ve elektrik, drenaj, su geçirmezlik, emicilik olmak üzere beş gruba ayrılır. Filtrasyon ile filtre amaçlı teknik tekstiller kullanılmaktadır. Elektrik iletimi ve yalıtımında, ses ve ısı yalıtımında teknik tekstillerin izolasyon ve elektrik özelliği kullanılmaktadır. Drenaj özelliği ile erozyon kontrolü sağlanır. Su geçirmezlik için ayakkabı ve spor malzemesi gibi ürünlerde teknik tekstiller kullanılmaktadır. Emicilik, tıp ve ambalaj gibi alanlarda teknik tekstillerin kullanılmasını sağlar (Ekmen, 2005).

***Koruma Özelliği:*** Teknik tekstiller ile mekaniksel, biyolojik ve kimyasal koruma; elektromanyetik ve UV koruma sağlanmaktadır (Ekmen, 2005).



**İnsan Sağlığı İle İlgili Özellikler:** Teknik tekstiller ile antibakteriyel, vücuda uyumlu ve biyobozunabilir ürünler üretilebilmektedir (Ekmen, 2005).

Teknik tekstillerin pek çok alanla beraber kullanımı söz konusudur. Bu uygulama alanları şunlardır:

**Zirai Tekstiller:** Tarım, bahçecilik, su ürünleri ve ormancılık alanında kullanılan teknik tekstillerdir. Tarım ürünlerinin paketlenmesi, bitkilerin büyüme sürecinin hızlandırılması, yabancı otların büyümesinin önlenmesi, bitkilerin don, yağmur, güneşin zararlı ışınları ve haşerattan korunması gibi zirai alanda kullanılan teknik tekstillerle verim arttırılmaktadır (Ekmen, 2005; Butekom, 2014). Şekil 1.1'de zirai tekstillerde kullanılan ürünleri don, yağmur, güneşin zararlı ışınlarından koruyan gölgelendirme ağları gösterilmiştir.



Şekil 1.1. Gölgelendirme ağları (Butekom, 2014)

**İnşaat Tekstilleri:** Bina ve inşaatlarda kullanılan teknik tekstillerdir. Çatı, dış cephe, beton takviye malzemelerinde, ısı ve ses izolasyonunda, deprem gibi afetlere karşı sağlamlaştırma işlemlerinde inşaat tekstilleri kullanılmaktadır (Butekom, 2014).

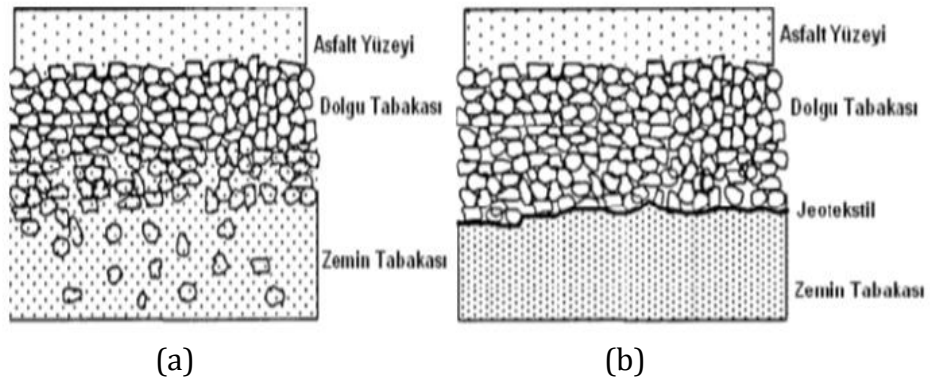
Şekil 1.2'de hafif, mukavemeti yüksek teknik tekstil uygulanmış beton bloklar görülmektedir. Bu bloklar farklı renklerde kullanılabilir (Brameshuber, 2005).



Şekil 1.2. Tekstil yüzeyi takviyeli beton bloklar (Brameshuber, 2005).

**Teknik Giysiler:** Tela, vatka, astar, dikiş ipliği, ayakkabı bağı gibi tekstil ürünleridir (Butekom, 2014).

**Jeotekstiller:** İnşaat mühendisliği ve çevre düzenlenmesinde kullanılan teknik tekstillerdir. Binalarda malzeme olarak zemin, kaya ve toprak ile birlikte geokompozitlerin, geogridlerin, geo keçelerin, geo-membranların ve geo-ağların herhangi bir malzeme ile beraber kullanılmasıyla elde edilen tekstil ürünleridir (Butekom, 2014). Şekil 1.3’de jeotekstil kullanılmayan ve kullanılan bir yol projesi gösterilmiştir. Jeotekstiller sayesinde yolun kuvvetlendiği görülmektedir (Erdoğan, 2008).



Şekil 1.3. Jeotekstil kullanılmayan (a) ve kullanılan (b) yolun durumu (Erdoğan, 2008)

**Ev Teknik Tekstilleri:** Ev tekstilinde, mobilyalarda ve yer kaplamalarında kullanılan teknik tekstillerdir. Bu ürünlerin ısı, ses, koku izolasyonu sağlama, UV koruma, güzel koku yayma ve güç tutuşur gibi özellikleri vardır. Şekil 1.4’de ev

tekstil ürünlerinde en geniş pazar alanı bulan yangın battaniyesi gösterilmiştir (Butekom, 2014).



Şekil 1.4. Yangın battaniyesi (Butekom, 2014)

**Endüstriyel Tekstiller:** Aşındırma bantları, filtreler, halatlar, baskılı devre kartları, sigara filtre çubukları endüstriyel alanda kullanılan tekstil ürünleridir. Şekil 1.5’de endüstriyel tekstillerde en çok kullanım alanına sahip filtreler gösterilmiştir (Butekom, 2014).



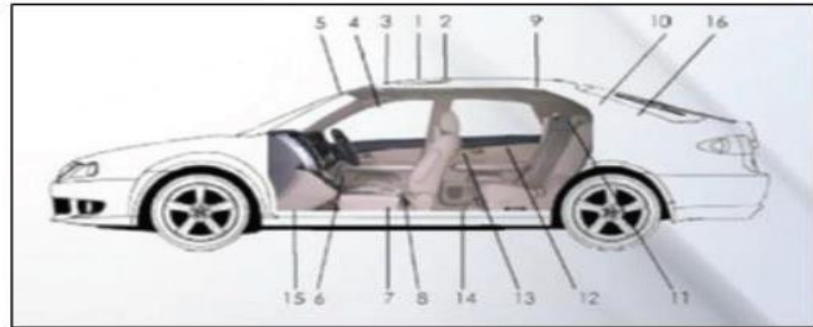
Şekil 1.5. Dokusuz yüzey filtreler (Butekom, 2014)

**Tıbbi Tekstiller:** Hijyen ve tıp alanında kullanılan teknik tekstillerdir. Sargı bezi, bebek bezi, kaçırma bezi, tek kullanımlık hijyen ürünleri, ameliyat elbisesi, yapay implantlar, cerrahi dikiş iplikleri, ıslak mendil, tıbbi maske ve yapay damarlar gibi tıp ve hijyen ile ilgili pek çok alanda tıbbi tekstiller kullanılmaktadır. Şekil 1.6’da hastanede kullanılan tıbbi tekstillere örnek olarak ameliyat elbisesi, yatak örtüsü, sargı bezi ve maske gösterilmiştir (Butekom, 2014).



Şekil 1.6. Hastanede kullanılan tıbbi tekstiller (Butekom, 2014)

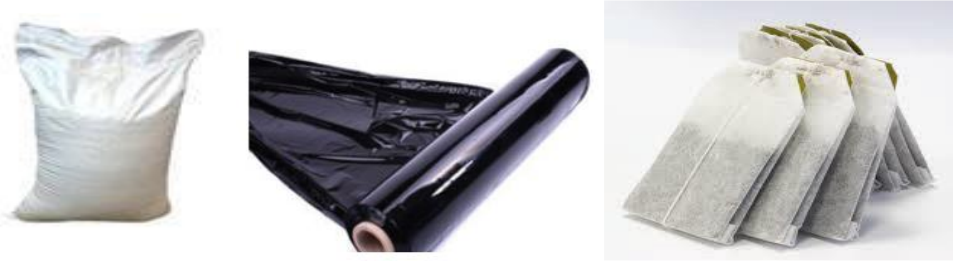
**Taşımacılık Tekstilleri:** Kara, deniz, hava taşıtları ve uzay araçları taşımacılık alanında kullanılan teknik tekstillerdir. Şekil 1.7'de görüldüğü gibi bir otomobilde koltuk döşemeleri, iç döşemeler, kompozit yan panel, emniyet kemeri gibi pek çok teknik tekstil uygulamaları vardır. Taşıt teknik tekstilleri ile dayanıklılık, izolasyon, filtreleme, konfor ve güvenlik sağlanmaktadır (Ekmen, 2005; Butekom, 2014).



- |                        |                               |
|------------------------|-------------------------------|
| 1. İç Tavan Kaplama    | 9. Sunroof                    |
| 2. Koltuk Döşemeleri   | 10. Tavan Döşemesi            |
| 3. İç Döşemeler        | 11. Açılır Tavan              |
| 4. Yalıtım Malzemeleri | 12. Güneşlik                  |
| 5. Pencere Çerçevesi   | 13. Kolon Dolgusu             |
| 6. İç Döşeme Halıları  | 14. Kompozit Yan Panel        |
| 7. Halı Tabanı Kumaşı  | 15. Bağlantı Düzenekçi Kapağı |
| 8. Arka Panel          | 16. Emniyet Kemeri            |

Şekil 1.7. Otomobilde kullanılan teknik tekstiller (Butekom, 2014)

**Ambalaj Tekstilleri:** Paketleme alanında kullanılan teknik tekstillerdir. Çuvallar, sargı ambalaj malzemeleri, çay poşetleri, valiz ve çantalar ambalaj alanında kullanılan teknik tekstillere örnektir. Şekil 1.8'de ambalaj alanında kullanılan teknik tekstillerden olan çuval, sargı ambalaj malzemesi ve çay poşeti gösterilmiştir (Butekom, 2014).



Şekil 1.8. Ambalaj tekstillerine örnekler (Butekom, 2014)

**Koruyucu Tekstiller:** Personel ve malzeme korumasını amaçlayan teknik tekstillerdir. Kişiyi kimyasal ve fiziksel etkilerden korumaktadır. Radyasyon koruyucu ürünler, el ve kol korunmasını sağlayan eldivenler, kar kamufraj ağı, mekaniksel koruyucu giysiler, ısı ve soğuğa karşı termal koruma, yangın geciktirici giysiler ve döşemelikler, nükleer, biyolojik ve kimyasallara karşı koruyucu giysiler koruyucu tekstillere örnektir. Özellikle askeri personel açısından koruyucu giysiler oldukça önemlidir. Bu ürünlerin en önemli özelliği insan hayatının korunmasıdır. Şekil 1.9’da kimyasallara karşı koruyucu tekstil ürünleri gösterilmiştir (Ekmen, 2005; Bulut, 2010; Butekom, 2014).



Şekil 1.9. Kimyasal koruyucu tekstiller (Butekom, 2014)

**Spor ve Boş Zaman Tekstilleri:** Boş zamanı değerlendirme ve spor faaliyetlerinde kullanılan teknik tekstillerdir. Suni çim, uyku tulumları, çadır, mayo, balon, yelken, paraşüt, spor ayakkabı, yağmurluk spor alanında kullanılan teknik tekstillere örnektir. Spor tekstilleri her türlü hava şartlarına karşı koruma, ısı izolasyonu, su buharı geçirgenliği gibi özellikleri ile kullanıcının rahat edebilmesini sağlayan hafif, dayanıklı, hijyenik ve konforlu ürünlerdir.

Şekil 1.10'da spor ve boş zaman tekstillerinde kullanılan suni çim, yelken, çadır, balon gösterilmiştir (Bulut, 2010; Butekom, 2014).



Şekil 1.10. Spor ve boş zaman tekstillerine örnekler (Butekom, 2014)

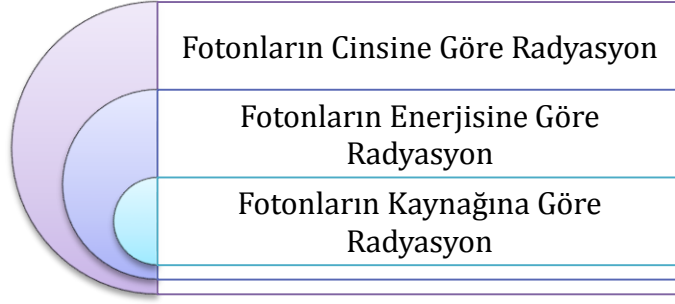
**Ekolojik ve Çevre Teknik Tekstilleri:** Çevre koruma, geri dönüşüm, atık bertarafı uygulamalarında kullanılan insan ve çevre sağlığını korumayı hedefleyen teknik tekstillerdir. Konfeksiyon atıklarının iplik haline getirilmesi, sudan yağ ayırıştırıcı kumaş üretimi ekolojik ve çevre teknik tekstillerine örnektir (Butekom, 2014).

Bu çalışmada teknik tekstil sınıflandırmasında yer alan tıbbi ve koruyucu tekstiller alanında çalışılarak radyasyon koruyucu ve antibakteriyel özellikli kumaşlar elde edilmiştir.

### 1.1. Radyasyon ve Radyasyon Çeşitleri

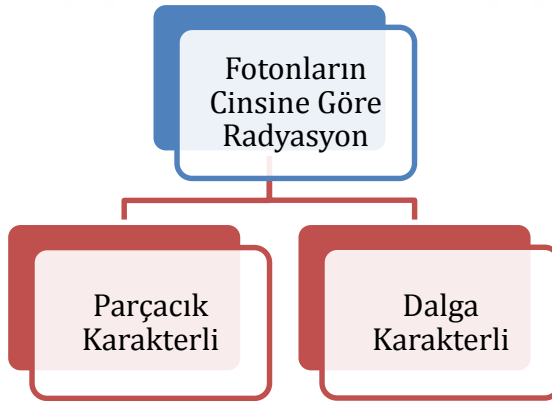
Radyoaktif çekirdeklerin kararlı yapıya geçmesi esnasında dışarıya aktardıkları hızlı parçacıklara ve elektromanyetik dalga olarak aktarılan fazla enerjiye radyasyon denir (Büyüksü, 2007).

Radyasyon Şekil 1.11'de belirtildiği gibi fotonların cinsine, enerjisine ve kaynağına göre sınıflandırılmaktadır.



Şekil 1.11. Radyasyon çeşitleri (Can, 2016)

Fotonların cinsine göre radyasyon, Şekil 1.12’de belirtildiği gibi ikiye ayrılır. Parçacık karakterli radyasyon belirli kütle ve enerjide, çok hızlı hareket eden yüklü veya yüksüz parçacıklardır. Alfa, beta ve nötronlar parçacık karakterli radyasyona örnektir. Elektromanyetik de denilen dalga karakterli radyasyon belirli enerjili ve kütsüz olup elektromanyetik enerji dalgaları şeklinde titreşim yaparak ışık hızıyla ilerlemektedir. Elektromanyetik radyasyona X ışınları, gama ışınları, görünür ışık, kızıl ötesi (IR), mor ötesi (UV), ve radyo dalgaları örnek verilebilir (Can, 2016).



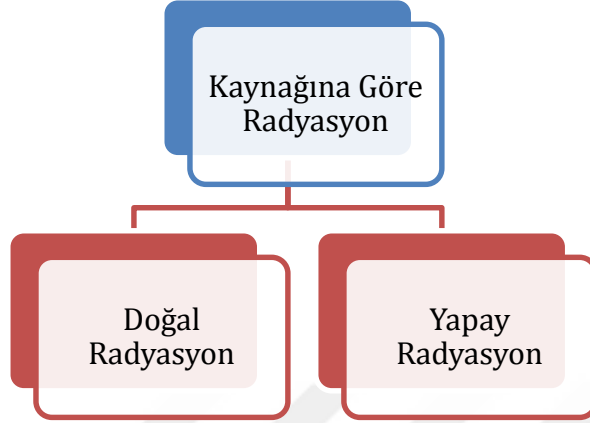
Şekil 1.12. Fotonların cinsine göre radyasyon çeşitleri (Can, 2016)

Enerjilerine göre radyasyon Şekil 1.13’de gösterildiği gibi ikiye ayrılır. İyonlaştırıcı radyasyon yüksek enerjiye sahip olması sebebiyle etkileşimde bulunduğu atomdan bir elektron kopararak o atomu iyonlaştırabilir. İyonlaştırıcı olmayan radyasyonun enerjisi elektronların bağlanma enerjisinden küçük olduğu için atomdan elektron koparamaz. Alfa, beta, nötronlar parçacık tipli; X ışınları, gama ışınları dalga tipli iyonlaştırıcı radyasyondur. Radyo



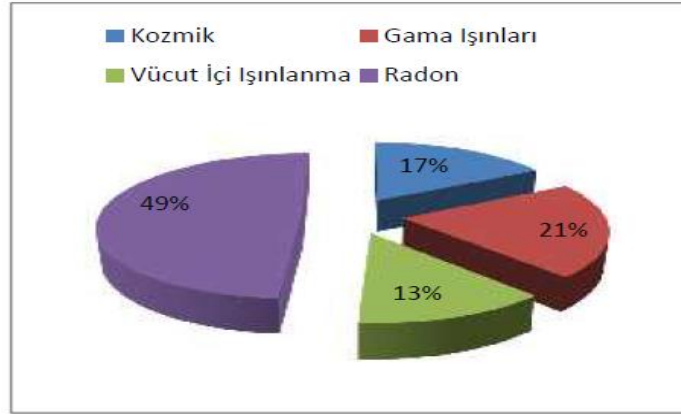


Kaynağına göre radyasyon Şekil 1.15’de gösterildiği gibi ikiye ayrılır. Günlük hayatta karşılaşılan radyasyonun %88’i doğal kaynaklar, %12’si ise yapay kaynaklar sebebiyledir (Ayçık, 2009).



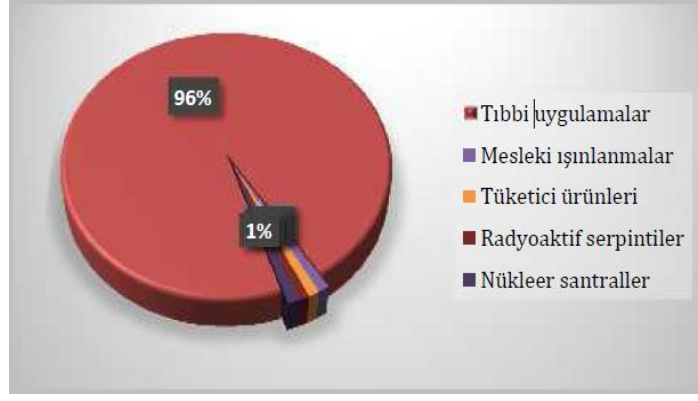
Şekil 1.15. Kaynağına göre radyasyonun sınıflandırılması (Can, 2016)

Şekil 1.16’da gösterildiği gibi doğal radyasyon kaynakları; radyumun bozunması sonucu salınan radon gazı, gama ışınları, kozmik ışınlar, insan vücudundaki radyoaktif elementlerdir (TAEK, 2017).



Şekil 1.16. Doğal radyasyon kaynak değerleri (TAEK, 2017)

Şekil 1.17’de gösterildiği gibi tıbbi uygulamalar (radyoloji, radyoterapi, nükleer tıp), mesleki ışınlamalar, tüketici ürünleri, radyoaktif serpintiler ve nükleer santraller yapay radyasyon kaynaklarıdır (Molla, 2011).



Şekil 1.17. Yapay radyasyon kaynak değerleri (Molla, 2011)

## 1.2. Radyasyon Birimleri

### 1.2.1. Radyoaktivite birimi

Kararsız haldeki çekirdeklerin kararlı hale geçmesi sırasında radyasyon yayınlamasına radyoaktivite denir (Emikönel, 2015). SI birim sisteminde birimi Becquerel (Bq), klasik birimi ise Curie (Ci) olarak ifade edilmiştir. (Mayles vd., 2007).

$$1 \text{ Ci} = 3,7 \times 10^{10} \text{ Bq} \quad (1.1)$$

### 1.2.2. Işınlama dozu birimi

X veya gama ışınlarının havayı iyonlaştırma kapasitesinin bir ölçümüdür. SI birim sisteminde birimi C/kg'dir. Klasik birimi ise Röntgen (R)'dir. (Büyüksülu, 2007; Hayrat, 2007).

$$1 \text{ R} = 2,58 \times 10^{-4} \text{ C/kg} \quad (1.2)$$

### 1.2.3. Soğurulan doz birimi

Işınlanan maddenin 1 kg'ına 1 Joule (J) enerji veren radyasyon birimidir. SI sisteminde birimi Gray (Gy)'dir. Klasik birimi ise rad (radiation absorbed dose)'dir (European Commission, 1980).

$$1 \text{ rad} = 10^{-4} \text{ Gy} \quad (1.3)$$

#### 1.2.4. Eş değer doz birimi

SI birim sisteminde birimi J/kg, klasik adı Sievert (Sv)'dir. 1 Gy'lik X veya gama ışını ile 1 Sv aynı biyolojik etkiyi meydana getirmektedir (Kaya, 2002). Eşdeğer dozun klasik birimi rem (Röntgen equivalent man)'dir.

$$\text{Rem} = 0,01 \text{ Sv} \quad (1.4)$$

$$\text{Rem} = \text{Rad} \times \text{WR} \quad (1.5)$$

(1.4) ve (1.5)'te gösterilen bağıntı ile dönüşüm yapılır. WR; radyasyon ağırlık faktörüdür. Radyasyonun biyolojik etkileri arasındaki farklılıklara dikkat etmek ve radyasyondan korunmada hesapları kolaylaştırmak için kullanılmaktadır (Büyüksulu, 2007; Hayrat, 2007). Radyasyon birimleri Çizelge 1.1'de de ayrıca gösterilmiştir.

Çizelge 1.1. Radyasyon birimleri (Çetin, 2011, TAEK, 2018)

SI Birimi	Özel Birim	Dönüşüm
Becquerel (Bq)	Curie (Ci)	1 Ci = 3,7 x 10 <sup>10</sup> Bq
Coulomb/kilogram (C/kg)	Röntgen (R)	1 R = 2,58 x 10 <sup>-4</sup> C/kg
Gray (Gy)	Rad	1 Rad = 10 <sup>-4</sup> Gy
Sievert (Sv)	Rem	1 Rem = 0,01 Sv

### 1.3. Radyasyonun Biyolojik Etkileri

Radyasyonun insan sağlığına radyasyon yanıkları, radyasyon hastalıkları, doğal insan ömrünün kısalması, kanser ve kalıtsal bozukluklar gibi pek çok olumsuz yönde etkisi vardır. Aşırı radyasyona maruz kalındığında ani ölümlere dahi rastlanmaktadır. Yayılan ışınların etkileri bedensel ve kalıtsal etkilerdir. Bedensel etkiler ise erken ve geç etkiler şeklindedir. Erken etkiler, yüksek oranda radyasyona bir kez maruz kalınması ile ortaya çıkar, bu eşikli etki olarak

tanımlanır (TAEK, 2016). Geç etkiler ise kan, cilt, akciğer, kemik ve kemik iliğinde kanser Şeklinde ortaya çıkan etkilerdir (Kaçar, 2006).

Radyasyonun reme hücrelerine olan olumsuz etkisiyle radyasyona maruz kalan kişilerin nesillerinde de radyasyonun etkileri gözlenmektedir. Kalıtsal etkiler geç etkiler ile beraber eŐiksiz etkiler olarak sınıflandırılmaktadır. Radyasyona maruz kalan bireyin radyasyondan etkilenme derecesi doz hızına bağlı olup, doz hızı düŐtükçe etkilenme oranı da azalmaktadır (Kaçar, 2006; Karakuza, 2007).

İnsan vücudundaki hücreler farklı özellikte olmaları nedeniyle radyasyona karşı gösterdikleri etki de farklıdır. Hücrelerin bölünme sıklığına ve safhalarına, dokuların oksijen yoğunluğuna, vücutta radyasyona maruz kalınan bölgeye, kiŐinin yaŐına cinsiyetine ve sağlık durumuna göre radyasyonun insan vccudunda meydana getireceği etkiler farklıdır (Emikönel, 2015). Çizelge 1.2'de radyasyona karşı insan vücudunun yüksek, orta ve aşırı duyarlılıkları gösterilmiştir.

Çizelge 1.2. Radyasyona karşı insan vücudunun duyarlılıkları (Emikönel, 2015)

Yüksek duyarlılık	Kemik iliği, dalak, timüs, lenf nodülleri, üreme organları, gözler, lenfositler
Orta duyarlılık	Cilt, diğer organlar, kalp, karaciğer, akciğer
Düşük duyarlılık	Kas, kemik, sinir sistemi

#### **1.4. Radyasyondan Korunmada Temel Prensipler**

Radyasyondan korunma amacıyla ölüm, cilt yanıkları, kısırlık, katarakt gibi deterministik etkilerin önlenmesi ve kanser, genetik etkiler gibi stokastik etkilerin meydana gelme olasılığının en aza indirilmesi gerekmektedir. İŞ hayatında radyasyona maruz kalan kişilerin, halkın ve vrenin radyasyonun zararlı etkilerinden korunması önemlidir (Emikönel, 2015).

Radyasyondan korunmada temel prensipler şunlardır: gereklilik, optimizasyon ve doz sınırlarıdır (Çetin, 2011).

#### 1.4.1. Gereklilik

Gereklilik; teşhis ve tedavide net bir yarar sağladığı takdirde ışınlamaların bireylere uygulanabileceği şekilde tanımlanmıştır (European Comission, 1980).

#### 1.4.2. Optimizasyon

Optimizasyon; bireyin radyasyona maruz kalması esnasında radyasyon dozunun düşük tutulması için gerekli önlemlerin alınması gerektiği şekilde tanımlanmıştır (TAEK, 2011).

#### 1.4.3. Doz Sınırları

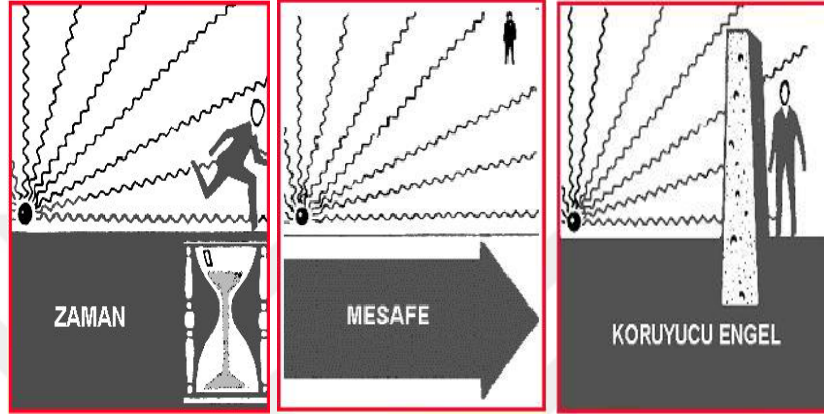
Günlük hayatımızda radyasyondan uzak kalmak imkânsızdır. Bu sebeple uluslararası kuruluşlar tarafından belirlenen radyasyon ile çalışan kişilerin ve halkın kendilerine izin verilen doz miktarını aşmamaları gereklidir. (Yaren, 2005). Çizelge 1.3'te radyasyon ile çalışan kişilerin ve halkın maruz kalabileceği doz miktarları verilmiştir.

Çizelge 1.3. Radyasyon doz sınırları (Çetin, 2011)

		Radyasyon İle Çalışan Kişiler (mSv/yıl)	Halk (mSv/yıl)
Etkin Doz		20	1
Eşdeğer Doz	Göz	150	15
	Cilt	500	50
	Kol-Bacak	500	50

## 1.5. Radyasyondan Korunma Yöntemleri

Radyasyondan korunmada sadece izin verilen dozlarda radyasyona maruz kalmanın yeterli olmayıp mümkün olduğunca radyasyonun dozu düşük tutulmalı ve gerekli önlemler alınmalıdır. Radyasyondan korunmada üç temel prensip olan zaman, mesafe ve zırh Şekil 1.18'de gösterilmiştir (Molla, 2011).



Şekil 1.18. Radyasyondan korunma yöntemleri (Molla, 2011)

Günlük hayatta zaman ve mesafe faktörlerini tam olarak uygulamak zor olsa da zırhlamadan taviz verilmemesi gerekir. Radyasyon kaynağı ile kişi arasına konulacak engel, radyasyon dozunu en aza indirecektir. Radyasyon türlerine göre seçilen zırh malzemeleri farklı olmalıdır (Kılınçarslan, 2004).

### 1.5.1. Zaman kuralı

Doz hızı ile zamanın çarpımı radyasyona maruz kalınan doz miktarını verir. Aralarında olan doğru orantıdan dolayı zaman artıkça alınan doz da o miktarda artar. Bu bağlantıdan yola çıkarak radyasyona az maruz kalınarak daha az doz radyasyon alınacaktır. Doz hızının bilinmesiyle radyasyona maruz kalarak çalışan personelin ne kadar sürede çalışabileceği belirlenmiş olur (Molla, 2011).

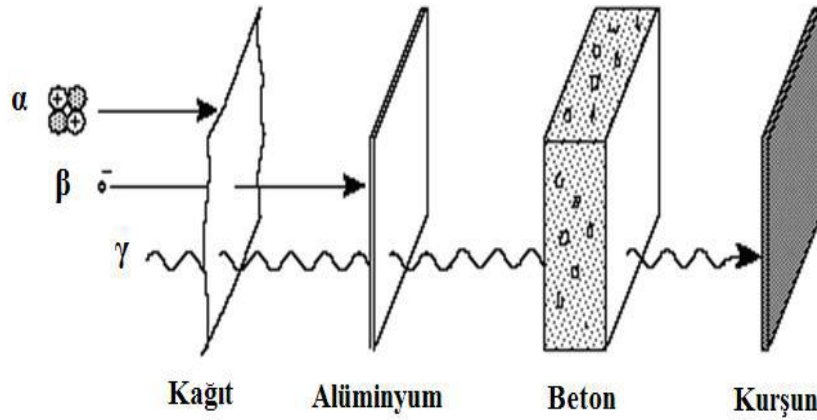
### 1.5.2. Mesafe kuralı

Radyasyon kaynağına olan uzaklık arttıkça radyasyon alanının şiddeti azalır. Ters kare kanununa göre, yarıçapı R olan bir kürenin merkezinde n adet fotonu saniyede yayınlayan bir nokta kaynak bulunuyorsa, kürenin yüzeyindeki akı nokta kaynağına olan uzaklığın karesiyle ters orantılıdır. Belirli bir mesafedeki doz hızı değeri bilindiğinde, boşluk veya havadaki başka bir uzaklık için doz hızı değeri uzaklıkların kareleriyle ters orantılı olarak hesaplanır (Molla, 2011).

### 1.5.3. Zırhlama kuralı

Radyasyon kaynağı ile radyasyon kaynağından etkilenme olasılığı olan kişiler arasına kurşun, tuğla, beton, duvar gibi radyasyonun etkisini azaltan zırhlama malzemesi konularak zırhlama işlemi yapılır. Zırhlama malzemelerinin yoğunluğu arttıkça, X ve gama ışınlarını zırhlama özelliği de artar. Cihazın zırhlanması ve cihazın bulunduğu odanın zırhlanması şeklinde zırhlama yapılmaktadır (Molla, 2011).

Kolimatörlerin kullanılması ve dış koruyucu bölmelerinin takviyesi ile cihazın zırhlanması yapılır. Radyasyon cinsine göre kullanılan zırhlama maddeleri ve zırhlama işlemleri değişir (Yülek, 1992). Radyasyon tutuculuğu olan çeşitli zırhlar Şekil 1.19'da gösterilmiştir.



Şekil 1.19. Radyasyon tutuculuğu olan çeşitli zırhlar (Molla, 2011)

Tıp, bilimsel araştırma, tarım ve endüstri gibi pek çok alanlarda bazı ihtiyaçların giderilmesi ve tedavi amaçlı olarak radyasyon ışınlarına maruz kalınabilmektedir. Bu gibi alanlarda çalışan insanların sağlıklarını korumak amacıyla ve günlük hayatta karşılaşılan radyasyon kaynaklarından korunmak için radyasyon ışınlarını absorbe edebilen zırh kıyafetleri tercih edilmelidir (Molla, 2011).

### 1.6. Tanısal Radyolojide Kişisel Korunma

Radyasyona maruz kalan personelin en uzak mesafede ve maruz kalınan sürenin en kısa zamanda olamadığı durumlar, kişisel koruyucuların önemini arttırmaktadır. Böylece kişisel koruyucular vasıtasıyla personelin radyasyona maruz kalması engellenmektedir. Radyasyon tıpta teşhis amacıyla kullanılarak hastalıkla ilgili önemli bilgiler sağlanmaktadır. Fakat bu esnada hasta ve çalışanın radyasyondan korunması gerekir. Çünkü kan hücreleri yapımında aktif rol oynayan organlar; tiroid, cilt, üreme hücreleri radyasyona karşı aşırı duyarlıdır. Bu nedenle hasta ve çalışan personelin radyasyondan korunmaları amacıyla, Şekil 1.20’de gösterildiği gibi radyasyondan koruyucu önlük, tiroid koruyucu, göz koruyucu ve gerektiğinde el-kol koruyucu kullanmaları gerekir (Çetin, 2011). Ayrıca uluslararası ve yerel yasal düzenlemeler ile radyasyona maruz kalan çalışanların sağlıklarını korumak için koruyucu giysilerin kullanımı arttırılmıştır (Molla, 2011).



Şekil 1.20. Radyasyondan koruyucu malzemeler (Medical Search, 2011)



## 1.7. Radyasyonun Kullanım Alanları

### 1.7.1. Sağlık alanında kullanımı

Tıbbi alandaki radyasyon, hastalıkların teşhis ve tedavisinde kullanılmaktadır. Bu şekilde görüntü elde edilir ve hücre ile tümörler yok edilebilir. Radyasyonun tıbbi alanda en eski kullanımı radyoloji alanında teşhiste kullanılan ve geliştirilen X ışınlarıdır. X ışınları ile her yıl milyonlarca kişi muayene olmaktadır. Ayrıca tıbbi ürünlerin ve kozmetik malzemelerin sterilizasyonunda radyasyon kullanılmaktadır (Kaçar, 2006). Şekil 1.21'de kanserli hücreleri tedavide kullanılan radyoterapi uygulaması gösterilmiştir.



Şekil 1.21. Radyoterapi uygulamaları (Kaçar, 2006)

### 1.7.2. Enerji üretiminde kullanımı

Pek çok ülkede başlıca enerji kaynağı nükleer enerjidir. Günümüzde dünyadaki elektrik enerjisi üretiminin %13'ü nükleer santraller ile sağlanmaktadır (Kaçar, 2006). Şekil 1.22'de nükleer güç santrali gösterilmiştir.



Şekil 1.22. Nükleer güç santrali (Kaçar, 2006)

### **1.7.3. Endüstride kullanımı**

Radyografi çalışmalarıyla endüstriyel ürünlerde (borular, buhar kazanları, makine aksamaları, vs.); birçok sanayi ürününün (demir, çelik, lastik, kâğıt, plastik, çimento, şeker, vs.) üretim aşamasındaki seviye, nem ve yoğunluk ölçümlerinde; çeşitli güvenlik noktalarında ve hava alanlarında X-ışını cihazları kullanılmaktadır (Kaçar, 2006).

### **1.7.4. Tarımda kullanımı**

Tohum ıslahında; baharatların, besinlerin ve drogların dekontaminasyonunda kullanılmaktadır (Kaçar, 2006).

### **1.7.5. Silâh olarak kullanımı**

Nükleer silahlarda, bombaların yapımında ve nükleer başlıklı füzelerde kullanılmaktadır (Kaçar, 2006).

### **1.7.6. Tüketici ürünlerinde kullanımı**

Televizyonlarda, duman dedektörlerinde, fosforlu saatlerde, paratonerlerde ve lüks lamba fitillerinde kullanılmaktadır (Kaçar, 2006).

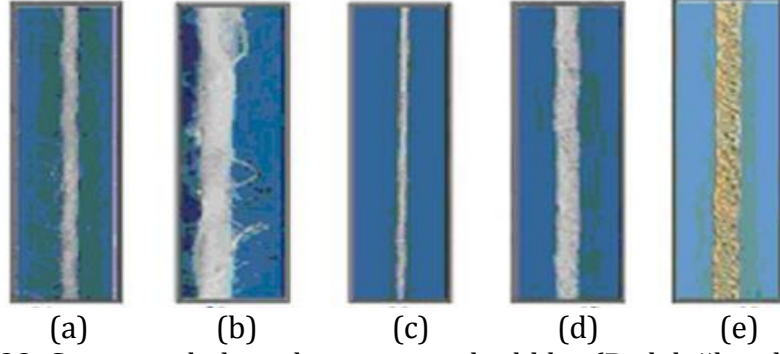
### 1.7.7. Diğer kullanım alanları

Arkeolojik buluntuların yaşlarının tayininde, adli tıpta suç delillerinin tespitinde, yeraltı su hareketlerinin takibinde, akarsularda debi ölçümünde, barajlarda kaçak su tespitinde, haberleşme uydularında ve uzay roketleri için gerekli uzun ömürlü pillerin yapımında radyasyon kullanılmaktadır (Kaçar, 2006).

### 1.8. Radyasyon Koruyucu Tekstil Ürünlerinde Kullanılan Yöntemler

Radyasyon koruyucu malzemeleri rakle vasıtasıyla kaplama, iletken çözeltiyi köpükle kaplama, radyasyon koruyucu malzemelerin emdirme yöntemiyle uygulanması, kumaşlara iletken yüzeylerin laminasyonu, polianilin-polipirol esaslı iletken bir polimer kullanarak iletken özelliğe sahip lif üretimi, kompozit malzemeler kullanılarak lif üretimi, vakumla kaplama, iyon implantasyon metodu, plazma tekniği ile kaplama, iletken ve bikomponent iplik kullanılarak kumaş üretimi, kumaşlara radyasyon koruyucu malzemelerin emdirme işlemi ile uygulanması yöntemleriyle radyasyon koruyucu tekstil ürünleri elde edilmektedir (Cheng, 2000; Kılıç vd., 2007; Ersoy ve Önder, 2008; Duran, 2011; Yılmaz, 2014; Kılınçarslan vd., 2015; Eren ve Ulçay, 2015; Aral vd., 2016).

***İletken lif/iplik içeren kumaşların kullanılması:*** İletken filamentler, kesikli iletken lifler, iletken lif veya tellerin iletken olmayan tekstil lifleri ile beraber eğrilmesi sonucunda iletken iplikler elde edilmektedir. Bu işlem için metalik iplikler bakır, gümüş, altın tel veya folyo gibi malzemeler kullanılarak iletken tekstil yüzeyleri elde edilmektedir. Şekil 1.23'de gümüş kaplanmış bakır tel içerikli iplikler (a,b,c,d) ve metal tel (e) görülmektedir.



Şekil 1.23. Gümüş ve bakır tel içeren metal iplikler (Bedeloğlu vd., 2010)

a-%80 PES özlü iplik- %20 gümüş ve bakır tel içeren metal iplik

b-%80 Hava jeti tekstüre PES iplik-%20 gümüş ve bakır tel içeren metal iplik

c-%42 Bükülmüş PES iplik-%58 gümüş ve bakır tel içeren metal iplik

d-%75 Bükülmüş PES iplik-%25 gümüş ve bakır tel içeren metal iplik

e- %100 gümüş ve bakır içeren metal tel

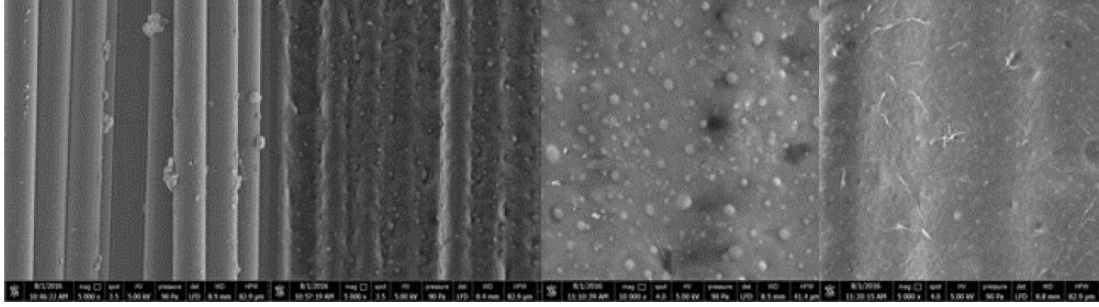
**Radyasyon koruyucu malzemelerin kumaşa uygulanması:** Tekstil yüzeylerinin bir ya da iki yüzünün radyasyon koruyucu özelliğe sahip malzemelerle kaplama ve laminasyon gibi yöntemler kullanılarak tekstil yüzeylerine radyasyon koruyucu özellik kazandırılır. Şekil 1.24'de rakle ile kaplama yapılmış kumaş gösterilmiştir.



Şekil 1.24. Kaplanmış kumaş örneği (Emikönel, 2015)

**İletken polimerlerin kullanılması:** Polianilin, polipirol, polifenilen gibi iletken polimerler kullanılarak kumaşa kaplanması ile radyasyon koruyuculuk elde edilir. Şekil 1.25'de ham ve farklı oranlarda polipirol ile kaplanan karbon

kumaşlar gösterilmiştir. Pirol oranının artmasıyla kumaşların elektromanyetik özelliğinin az miktarda arttığı görülmüştür (Yılmaz vd., 2018).



a) Ham

b) %3 PPy

c) %5 PPy

d) %10 PPy

Şekil 1.25. Ham ve farklı oranlarda PPy (Polipirol) kaplanmış karbon kumaşların SEM görüntüleri (Yılmaz vd., 2018)

### 1.9. Antibakteriyel Tekstil Uygulamaları

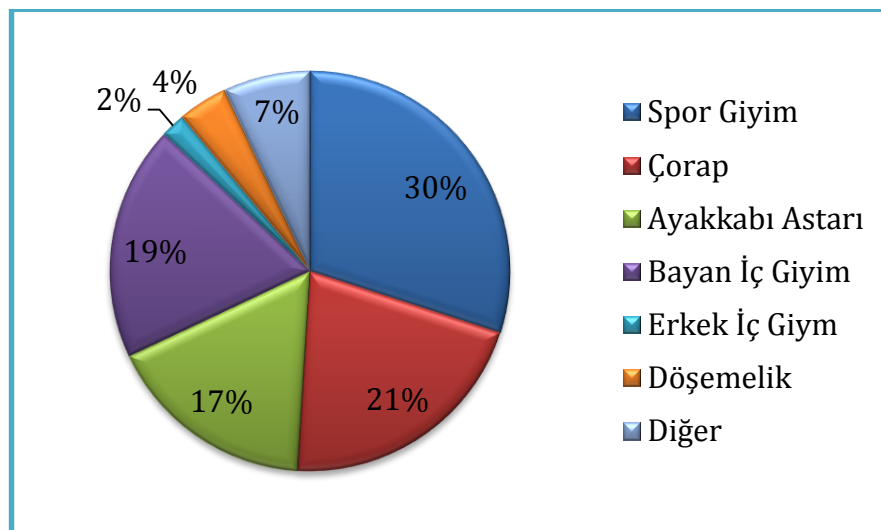
Mikroorganizmalar nem, besin ve sıcaklık etkisiyle hızlı bir şekilde tekstil yüzeylerinde üreyebilmektedir. Mikroorganizmaların üremesi ile tekstil yüzeylerinde istenmeyen koku ve leke oluşabilir. Ayrıca tekstil yüzeyinde renk değişimi, mukavemet azalması ve kirlilikte artış gözlenebilir (Arık, 2013). Bu sebeple artan müşteri talepleri neticesinde tekstil mamulü ve kullanıcıya zarar veren mikroorganizmaların etkisini yok etmek ya da en aza indirmek amacıyla antibakteriyel özelliğe sahip maddelerle tekstil mamulünün işleme sokulmasıyla elde edilen ürünlere antibakteriyel tekstiller denir (Müsiad Araştırma Raporları, 2009).

Son yıllarda insanların hijyen bilinci ve hassasiyetlerinin artması ile antimikrobiyel tekstillere yönelim artmıştır. II. Dünya Savaşı yıllarında antimikrobiyel maddeler, tekstil sektöründe ilk kez kullanılmıştır. Bu yıllarda antimikrobiyel maddelerin tekstil sektöründe kullanılmasının nedeni savaş sırasında pamuklu tente, çadır ve kaput bezlerinde mikroorganizmalardan dolayı çürüme ve bozulmaların ortaya çıkmasıdır. Bu amaçla antimikrobiyel tekstillere yönelim başlamıştır (Ramachandran vd., 2004).

1940'lı yıllarda endüstriyel alanda antimikrobiyel tekstil ürünleri kullanılmaya başlanmıştır. Amerikan ordusunun yaptığı çalışmalarla klorinlenmiş balmumu, bakır ve antimon tuzlarının karışımını kumaşlara uygulayarak kumaşları korumaya çalışmışlardır. Bu uygulamalar pahalı ve mukavemet kaybına sebep olması nedeniyle sınırlı bir kullanım alanı söz konusu olmuştur. Ayrıca naylon, akrilik ve PES gibi sentetik liflerin mikroorganizmalara karşı dayanıklı olması nedeniyle pamuk yerine kullanımları artmıştır (Bilget, 2003).

Son yıllarda antibakteriyel tekstil ürünleri satın alma gücü artan pazarlarda ilgi görmektedir. Antibakteriyel tekstil ürünlerinin kullanımı tekstil mamüllerinin satış fiyatını da arttıracığı tahmin edilmektedir (Tutak ve Gün, 2011).

Özellikle hastane ve okullarda insan sağlığı açısından mikroorganizmalara karşı korunma sağlanması oldukça önemlidir (Devrent ve Yılmaz, 2004). Günümüzde antibakteriyel tekstiller; spor giyimde, çoraplarda, iç giyimde, askeri alanda uniformalarda, çadırlarda, geotekstillerde, perdelerde, banyo örtülerinde, outdoor giysilerde, tıbbi giysilerde, hijyen sektöründe, cerrahi uygulamalarda, filtre yapımında, çeşitli teknik liflerin yapısında, otomotiv endüstrisinde, gıda sanayisi gibi alanlarda kullanılmaktadır. Şekil 1.26'da antibakteriyel ürünlerin kullanım alanları gösterilmiştir (Ünal, 2009).



Şekil 1.26. Antibakteriyel ürünlerin kullanım alanları (Ünal, 2009)

## 1.10. Antibakteriyel Tekstil Yüzeylerini Oluşturma Yöntemleri

Kendi doğal yapılarında antibakteriyel özelliğe sahip liflerden üretilen tekstil yüzeyleri ve bitim işlemleriyle elde edilen tekstil yüzeyleri antibakteriyel tekstil yüzeyi olarak adlandırılır (Altınok, 2008).

Eğirme flottesine mikrobisitler ilave edilmesi, kimyasal işlemlerin uygulanması, elyaf karışımları ve kumaşlara terbiye işlemlerinin uygulanması ile tekstil materyallerine antibakteriyel özellik kazandırılır (Yapıcı ve Meriçli Yapıcı, 2002).

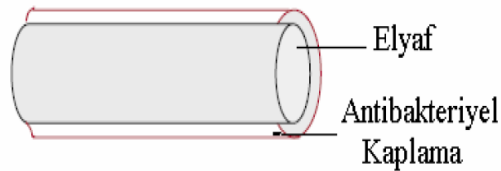
### 1.10.1. Liflere antibakteriyel özellik kazandırma yöntemleri

#### *i. Antibakteriyel Ajanların Elyaf Bünyesine Yerleştirilmesi*

Sentetik filamentlere uygulanmaktadır. Lif çekimi sırasında ajanlar polimer içerisine yerleştirilmektedir. Lif aşınmalarında bile antibakteriyel özelliğin sağlanmasına devam edilmektedir (Altınok, 2008).

#### *ii. Yüzey Uygulamaları*

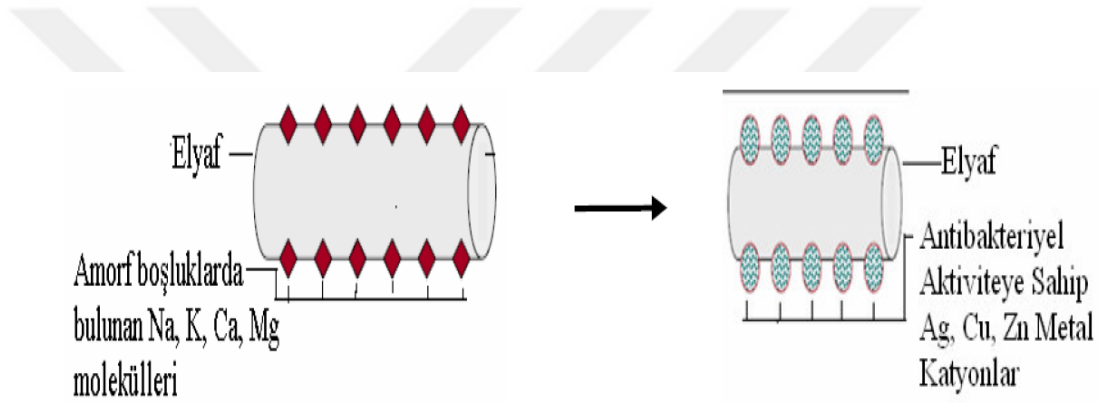
Bu yöntem, tüm liflere uygulanabilmektedir. Lif aşınmalarında antibakteriyel özellik kısmen azalabilmekte ya da tamamen yok olabilmektedir (Altınok, 2008). Şekil 1.27'de yüzeye kaplanmış ajanlar ile oluşturulmuş antibakteriyel lif kesiti gösterilmektedir.



Şekil 1.27. Yüzeye kaplanmış ajanlar ile oluşturulmuş antibakteriyel lif kesiti (Altınok, 2008)

### iii. Kimyasal Birleşme

Antibakteriyel özellik açısından dayanıklılığı sağlamanın en iyi yoludur. Doğal ve yapay tekstil yüzeylerine uygun reaktif grup tespit edilerek yüzey oluşturulur. Bu tekstil yüzeylerindeki amorf boşlukların kation ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^+$ ,  $\text{Mg}^+$  vb.) ve su molekülleri tarafından doldurulmalıdır. Bu kasyonlar antibakteriyel özelliğe sahip olduğu bilinen  $\text{Ag}^+$ ,  $\text{Cu}^{+2}$ ,  $\text{Zn}^{+2}$  gibi metal kasyonlarıyla kolaylıkla yer değiştirebilmektedir. Antibakteriyel özelliğe sahip metal iyonları lif bünyesine bu şekilde yerleştirilmektedir (Altınok, 2008). Şekil 1.28'de ajanların kimyasal birleşme ile oluşturduğu antibakteriyel lif kesiti gösterilmektedir.



Şekil 1.28. Ajanların kimyasal birleşme ile oluşturduğu antibakteriyel lif kesiti (Altınok, 2008)

#### 1.10.2. Antibakteriyel bitim işlemleri

Antimikrobiyel bitim işlemlerinde; çektirme, emdirme, vakumla aplikasyon, maksimum flotte aplikasyonu, aktarma, püskürtme, köpükle aplikasyon ve kaplama yöntemlerinden biri kullanılarak antimikrobiyel maddeler tekstil ürünlerine aktarılır. Emdirme, püskürtme ve kaplama işlemleri, sanayide en yaygın kullanılan yöntemlerdir. Daha iyi boyanın lif içerisine dâhil olabilmesi ve işlem kalıcılığının sağlanması için boyama işlemi esnasında antimikrobiyel madde çözeltiye eklenebilir. Bitim işlemlerinde en çok kullanılan antimikrobiyel maddeler; halojenleştirilmiş salisilik asit, anilidler, orgonotin bileşikleri, kuaterner amonyum bileşikleri, organosilikon kuaterner amonyum tuzları ve



kuaterner amonyum sülfonamid türevleri gibi organik esaslı bileşiklerdir (Seventekin vd., 2001).

Antimikrobiyel bitim işlemlerinin özellikleri şunlar olmalıdır:

- Patojenik mikroorganizmalardan kaynaklanan çapraz enfeksiyonların önlenmesi.
- Mikroorganizma saldırılarının kontrol edilmesi.
- Patojen taşınmasının ve yayılmasının önlenmesi.
- Mikroorganizmaların tekrar oluşmasının sınırlandırılması.
- Lekelenme, renk değişimi, solma ve kalite kayıplarına karşı tekstil ürünlerinin korunması.
- Ter sonucu ortaya çıkan kötü koku oluşumunun azaltılması.
- Lifin yapısında meydana gelebilecek performans özellikleri kayıplarının önlenmesi (Lindemann, 2000; Holme, 2002; Mucha vd., 2002; Ramachandran vd., 2004).

Antimikrobiyel işlemler ile mikroorganizmaların meydana getirdiği olumsuz etkilerden tekstil materyalini koruyarak, performans özelliklerinin tekstil materyalinde kalıcılığını sağlayarak yüzeyde koruyucu etki sağlanması amaçlanmaktadır. Bakterilere karşı etkili olan antibakteriyel bitim işlemleri ile ter, katı yağlar ve sabun kalıntılarının, bakteriler tarafından bozunması önlenir ve rahatsız edici ter kokusu, çürüme ve küf kokuları oluşmaz (Orhan, 2007).

Antimikrobiyel apreler yüzey ile bağ yapamayan ve yüzey ile bağ yapabilen olmak üzere iki sınıfa ayrılır (Balcı, 2006).

Yüzey ile bağ yapamayan antimikrobiyel apreler; tekstil yüzeyi ile kimyasal bağ yapamadığı için yüzeyden yayılarak mikroorganizmalara etki eder. Tekstil yüzeyi üzerindeki aktif madde miktarının azalmasıyla antimikrobiyel apreler etkinliğini kaybeder. Cilt ile temas ederek, cilt tahrişine sebep olabilirler. Tek kullanımdan ve yıkamadan sonra koruyucu etkileri ortadan kalkar. Tüm bakteri türleri üzerinde etkili değildirler (Balcı, 2006).

Yüzey ile bağ yapabilen antimikrobiyel apreler; tekstil yüzeyi ile kimyasal bağ yapabildiği için mikroorganizmaların hücre zarını delerek ölmelerine sebep olur ve bunu tekrar devam ettirebilir. Tekstil yüzeyine tutundukları için yüzey üzerindeki aktif madde miktarı zamanla azalmadığından antimikrobiyel maddeler etkinliğini kaybetmez. Kurulan kimyasal bağdan dolayı yıkamalardan sonra etkileri devam eder. Daha geniş bir şekilde bakteriler üzerinde etkilidirler. Güvenlik ve toksikolojik açıdan da uygundur (Balcı, 2006).

### **1.10.3. Antimikrobiyel maddeler**

Antimikrobiyel maddeler, binlerce yıldır kullanılmaktadır. Eski Mısırlılar baharat, inorganik tuzlar ve otlar kullanarak mumya sargılarını korumuşlardır. 3000 yıl önce Persler, gümüş kullanarak antibakteriyel tıbbi tekstiller üzerinde çalışmışlardır. Romalılar, antimikrobiyel özelliğinden dolayı gümüşe “sihirli iyileştirici” demişlerdir. Eski Yunanlılar da kayıklarının alt kısımlarına bakır paneller yerleştirerek yumuşakçalar ve mikroorganizmalar sebebiyle oluşan kirlenmeleri ve tortu oluşumlarını azaltmak istemişlerdir (Orhan, 2007).

Mikroorganizmaları öldüren (bakterisit) veya mikroorganizmaların büyümesini, çoğalmasını veya etkinliklerini engelleyen (bakteriyostatik) doğal, sentetik veya yarı sentetik kimyasallara antimikrobiyel madde denir. Günümüzde, EPA (U.S.A. Environmental Protection Agency-A.B.D. Çevre Koruma Ajansı) tarafından formülleri tescillenmiş pek çok antimikrobiyel kimyasal madde bulunmasına rağmen bu kimyasal maddeler, bütün mikroorganizmalara karşı aynı derecede etkili değildir (Service, 1998; Lindemann, 2000; Mucha vd., 2002).

En önemli antibakteriyel maddeler; alkoller, fenol ve türevleri, metaller, halojenler, oksidasyon maddeleri, biquanidinler, isothiazolonlar, amonyum bileşikleri, zeolitler, kitin ve kitosandır (Devrent ve Yılmaz, 2004).

Trikloran, elektrokimyasal etki ile hücre duvarına sızarak ve hücre duvarını bozarak mikroorganizma gelişimini engeller (Devrent ve Yılmaz, 2004).

Kitin, yengeç ve karides kabuğundan çıkarılan beyaz, sert ve esnek olmayan, yara iyileştirmede hızlandırıcı etkisi olan doğal bir maddedir. Kabuklu canlıların kabuklarından elde edilen kitosan çapraz bağlama ile selüloza eklendiğinde antimikrobiyel özellik kazandırır. Kitin ve kitosan toksik ve alerjik değildir (Devrent ve Yılmaz, 2004).

Bitkisel ve hayvansal özler, arsenik, kurşun, kalay, civa, gümüş gibi doğal antimikrobiyel maddeler mevcuttur. Fakat bu antimikrobiyel maddelerin çoğu, insan ve çevreye karşı yüksek derecede toksik özelliktedir. Bu yüzden kullanılan antimikrobiyel maddeler mikroorganizmaları öldürmeli, güvenli olmalı, toksik etkisi olmamalı, tekstil materyalini olumsuz yönde etkilememeli, antimikrobiyel maddelerin etkisi kalıcı olmalı, boyalar ve bitim kimyasalları ile uyumlu olmalıdır (Service, 1998; Seong vd., 1999; Lindemann 2000).

Kuaterner amonyum tuzu esasına dayanan antimikrobiyel madde sınıfı, 1935 yılında Domagk tarafından geliştirilmiştir. Sonraki yıllarda, tüketici ve üreticiler açısından antimikrobiyel tekstillerin önemi artmıştır. İlk çalışmalar, inorganik bileşikler (bakır ve diğer organometalik tuzlar) üzerine olmuştur. Daha sonra, polihalojenlenmiş fenoller ve esterleri ile bisfenoller gibi organik bileşikler kullanılmıştır. Kadmiyum, bakır, krom, civa, kalay ve çinko tuzları veya organometalik bileşikler, fenoller ve farklı fenol türevleri, amonyum veya fosfor bileşikleri, amino-formaldehit bileşikleri, katran ve farklı katran türevleri selülozik kumaşlarda kullanılmıştır. Organo metalikler, fenoller, kuaterner amonyum tuzları ve organo silikonlar, tekstiller için önemlidir. Bakır naftalat, bakır 8-kuinolinat, feniciva trimetil amonyum laktat, tributil kalayoksit, diklorfen, iyodo propinil butil karbamat ve diiyodometil p-sülfon birinci nesil antimikrobiyel kimyasallardır. Fakat bu kimyasalların çoğunun kullanımı sınırlandırılmıştır. Toksik ve çevreye olan olumsuz etkilerinden dolayı ağır metal tuzları tercih edilmezler. Diklorfenler, toksikolojik etkilerinden uygun değildir (Service, 1998; Seong vd., 1999; Lindemann, 2000; Mucha vd., 2002).

Ayrıca antimikrobiyel kimyasalların çoğunun tekstil materyallerindeki kalıcılığı çok zayıftır. Son geliştirilen antimikrobiyel kimyasallar ise; kumaşlar tarafından

absorbe edilen poliheksametilen biguanid, kumaşlara kovalent bağlarla bağlanan kuaterner amonyum tuzları ve hipoklorit ile etkinleşen hidantoin, diğer bitim reçineleri ile birlikte kumaşa emdirilen klorfenol eterler ve organo kalay bileşikleri, lif üretiminde kullanılan gümüş ve gümüş zeolitler, çinko silikatlar, antimikrobiyel lif üretiminde kullanılan kitosandır. Son yıllarda yapılan çalışmalar, pamuklu kumaşların boyanmasında kullanılan ve antimikrobiyel kimyasallar içeren reaktif boyaların sentezlenmesi üzerinedir (Service, 1998; Seong vd., 1999; Lindemann, 2000; Mucha vd., 2002).

Antimikrobiyel uygulamalarda en önemli faktörlerden biri kalıcılıktır. Tekstil materyallerine antimikrobiyel özellik kazandırmak zor olmasa da bitim işlemlerindeki ana sorun, antimikrobiyel özelliğin tekstil materyalindeki kalıcılığıdır. Fakat bitim işlemlerinde kullanılan antimikrobiyel kimyasallarda tutarlı bir kalıcılık görülmemiştir. Ürün tipi ve son kullanım yerine bağlı olarak antimikrobiyel maddenin yıkama ve kuru temizlemeye karşı kalıcılığı değişir. Bakım ve temizlik işlemleri de antimikrobiyel özelliğin tekstil materyali üzerindeki kalıcılığında önemli rol oynar. Tüketiciler, ürünü belirtilen şekilde kullanmazlarsa veya önerilen şekilde temizlemezlerse antimikrobiyel özellikte azalmalar gözlenebilir. Bu yüzden, antimikrobiyel bitim işlemlerinde yıkama haslığı önemlidir (Rowell ve Young, 1978; Thiry, 2001; Mucha vd., 2002).

Kimyasal bağ oluşturarak kumaş yüzeyine bağlanma, yıkama haslığında kalıcılık sağlamada en etkili yoldur. Bu yöntem, lif üzerindeki reaktif gruplar tespit edilerek selüloz, yün ve poliamid lifleri üzerinde oldukça etkilidir. Antimikrobiyel maddeyi tekstil materyali üzerine yerleştirerek (polimerik ürünler ile birlikte olabilir) veya antimikrobiyel maddeyi tekstil materyaline fikse ederken bağ oluşturabilecek bir kimyasal madde kullanarak pamuklu materyallerde yıkama haslığı sağlanır. Yıkama haslığını etkileyen faktörler incelendiğinde, pamuklu mamüllerde kalıcı antimikrobiyel etkinliğin sağlanması için kullanılan seçenekler çok sınırlıdır (Mao, 2002).

Antimikrobiyel madde hedeflenen mikroorganizmalar üzerinde etkili olmalı, fakat doğal deri florası gibi hedef dışı mikroorganizmaları olumsuz yönde

etkilememelidir. Antimikrobiyel uygulamalar, mikroorganizmaları öldürmekten ziyade deri üzerinde mikroorganizmaların çoğalmasını azaltmalı veya mikroorganizmaları durdurmalıdır. Salınım etkisiyle antimikrobiyel bitim kimyasalları deri içerisine nüfuz edebilir veya yararlı mikroorganizmaları yok edebilir. Bunun sonucunda alerjik reaksiyonlar oluşabilir ve mikroorganizmalar bitim kimyasallarına karşı direnç gösterebilirler. Bu yüzden tekstil yüzeyi ile antimikrobiyel bitim kimyasalı moleküler olarak bağ yapılmalıdır, en ideal uygulama budur (Service, 1998; Thiry, 2001; Mucha vd., 2002).

Antimikrobiyel maddelerin çoğu, tüm mikroorganizmalara karşı aynı derecede etkiye sahip değildir. Antimikrobiyel özelliğe sahip triklosan, gram-pozitif bakteriler ve gram-negatif bakterilere karşı etkilidir. Bazı kuaterner amonyum klorür esaslı bileşiklerin gram-pozitif bakterilerdeki etkisi gram-negatif bakterilerine göre daha fazladır. Bu yüzden antimikrobiyel maddelerin bakteri, maya ve mantarların çoğuna karşı etki göstermesi; insanlara, hayvanlara ve bitkilere ise hiçbir zararı olmamalıdır (Thiry, 2001).

Diğer bitim kimyasalları ile antimikrobiyel bitim kimyasallarının uyumlu olması, buruşmazlık ve güç tutuşurluk gibi özelliklerin elde edilmesinde önemlidir. Ayrıca tek banyolu uygulamalarda, antimikrobiyel maddenin diğer boyarmaddeler, kimyasallar, yardımcı kimyasallar ve bitim kimyasalları ile uyumlu olmalıdır (Rowell ve Young, 1978; Holme, 2002).

Bazı antimikrobiyel maddeler poliester gibi sentetik liflerde olumlu sonuçlar verirken, bazıları da sadece pamuk gibi doğal liflerde antimikrobiyel özellik gösterir. Bazıları ise ısıl fiksaj gibi yüksek sıcaklık uygulanmalarına karşı uzun ömürlü değildir. Tüketiciler ise bakterilere karşı korunmaktan ziyade kötü kokulara neden olan mikroorganizmalara karşı korunmayı tercih etmektedir (Thiry, 2001; Mucha vd., 2002).

### 1.11. Antimikrobiyel Etkinliğin Test Edilmesi

Antibakteriyel testler, mikroorganizma sayısındaki azalmayı tespit etmektedir. Bu testler, kalitatif (agar temeline dayanan engelleme bölgesi testleri) ve kantitatif (bakteri sayım testleri) olarak uygulanmaktadır. Kalitatif test yöntemi olarak, genellikle AATCC 147 ve kantitatif test yöntemi olarak AATCC 100 ve SNV195- 920 ve 921 testleri kullanılmaktadır (Mucha vd., 2002).

Antimikrobiyel etkinliğin test edilmesinde yaygın olarak kullanılan test yöntemleri şunlardır:

- Agar salınım testi
- Kantitatif belirleme testi
- Toprağa gömme testi
- Nem odası testi
- Tortu (kirlenme) testleri (Ramachandran vd., 2004).

Antimikrobiyel test yöntemlerini tekstil yüzeylerinde uygulamada kullanılan yöntemler Çizelge 1.4' de gösterilmiştir.

Çizelge 1.4. Tekstil yüzeylerinin antimikrobiyel etkinliğini belirlemek için kullanılan yöntemler (Rowell ve Young; 1978; Mucha vd., 2002; Ramachandran, vd.; 2004) (Devam)

Standart No	Standardın Adı	Yöntem
SN 195920-1992	Tekstil kumaşları: Antibakteriyel etkinliğin belirlenmesi- agar salınım plak testi	Agar salınım testleri, yarı kantitatif
SN 195921-1992	Tekstil kumaşları: Antimantar etkinliğin belirlenmesi- agar salınım plak testi	
AATCC 30 -1993	Tekstil malzemelerinin antimantar etkinliğinin değerlendirilmesi: Tekstil malzemelerinin küf ve çürüme dayanımı	

Çizelge 1.4. Tekstil yüzeylerinin antimikrobiyel etkinliğini belirlemek için kullanılan yöntemler (Rowell ve Young; 1978; Mucha vd., 2002; Ramachandran, vd.; 2004) (Devam)

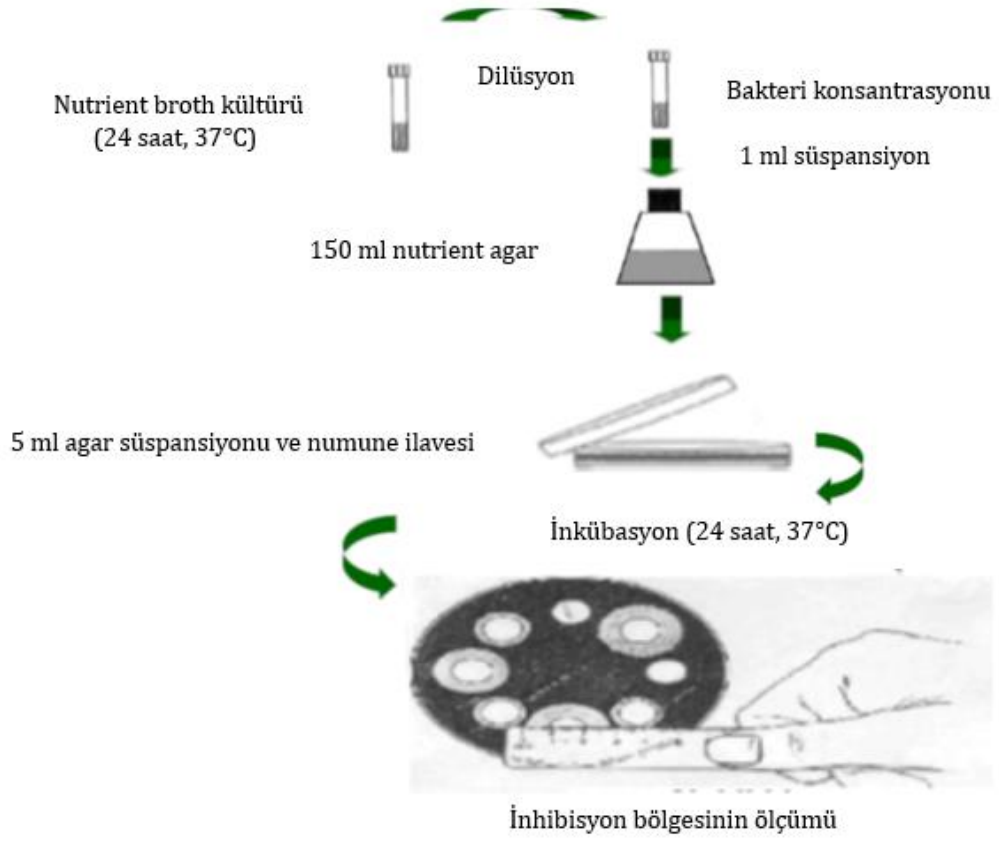
AATCC 147 -1993	Tekstil malzemelerinin antibakteriyel etkinlik değerlendirilmesi: Paralel çizgi yöntemleri	Agar salınım testleri, yarı kantitatif
AATCC 90-1982	Kumaşların antibakteriyel etkinliğinin belirlenmesi: Agar plaka yöntemi	
AATCC 174-1993	Halıların antibakteriyel etkinliğinin belirlenmesi	
JIS L 1902 -1998	Tekstiller için antibakteriyel test yöntemi	
AATCC 100-1993	Tekstil ürünlerine antibakteriyel bitim işlemleri: Paralel çizgi yöntemleri	Hidrofilik lifler için belirleme testi, kantitatif
SN 195924-1983	Tekstil kumaşlarının antibakteriyel etkinlik değerlendirilmesi: Mikroorganizma sayım yöntemi	
Shake Flask Test	Antibakteriyel tekstillerin test Yöntemi	
Afnor XP G 39-010 -2000	Tekstillerin özellikleri- antibakteriyel özelliklere sahip tekstil ve polimerik yüzeylerin belirlenmesi ve antibakteriyel etkinliğin ölçülmesi	
JIS Z 2911 -1992	Mantar dayanımı için test Yöntemleri	Tortu (kirletme) testleri, toprağa gömme testleri
ISO 846- 1997	Plastikler- mikroorganizmaların etki değerlendirmesi	
ISO 11721-1 -2001	Tekstiller-selüloz esaslıların dirençlerinin belirlenmesi	
ASTM E2149-01	Antimikrobiyel etkinlik için standart test yöntemi	
Yeni yöntemler	ISO TC38 WG23: Antibakteriyel etkinlik testi, CEN TC248 WG13: Tekstiller-antibakteriyel etkinliğin ölçülmesi-salınım plak testi	

Engelleme bölgesinin genişliği ölçülerek kalitatif yöntemlerde değerlendirme yapılır. İşlem görmüş ve görmemiş örnekler, nutrient agar plakası üzerine yerleştirildikten sonra bakteri çözeltisi tekstil materyaline aşılır. Nutrient agar plakalar mikroorganizmaların gelişmesi için 37°C'de 18-24 saat etüvde bekletilir. Antimikrobiyel etkinliğin derecesine, işlem görmüş numunenin etrafındaki engelleme alanının genişliği ölçülerek karar verilir. En fazla kullanılan kalitatif test yöntemi, AATCC 147 ve Swiss Test SNV 195-920'dir. Hidrofil tekstil materyallerinde ve yüzeyden salınım yapan antimikrobiyel kimyasalların testlerinde AATCC 147 ve 174 test yöntemleri iyi sonuçlar verir (Service, 1998; Lindemann, 2000; Thiry 2001; Mucha vd., 2002).

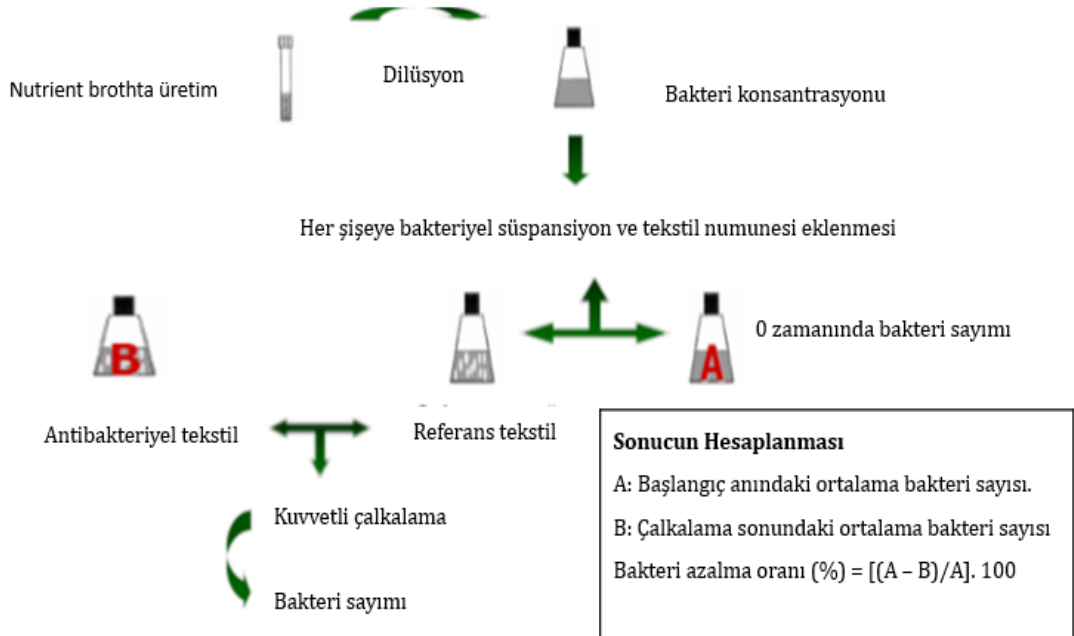
Kantitatif yöntemlerde, uygun temas süresinden sonra yaşayan mikroorganizma miktarı sayılır. Shake Flask yönteminde daha fazla miktarda mikroorganizma kültürü, AATCC 100 yönteminde ise daha az miktarda mikroorganizma kültürü kullanılmaktadır. Toplam etkinliği ve spesifik antimikrobiyel etkinliği değerlendirmede kullanılan ilk yöntem, JIS L1902 Japon standardıdır. Bu yöntem geliştirilerek Hohenstein test yöntemi kullanılmıştır. AATCC 100 test yöntemi bakteri sayımına dayanan, teknik olarak zor ve zaman alıcı olmasına rağmen antibakteriyel etkinliğin sayısal olarak değerini verir. (Service, 1998; Lindemann, 2000; Thiry, 2001; Mucha vd., 2002).

Antimikrobiyel test yöntemlerinden olan Agar difüzyon test yöntemi Şekil 1.29'da ve Shake flask test metodu da Şekil 1.30'da gösterilmiştir.





Şekil 1.29. Agar difüzyon test yöntemi (Palamutçu vd., 2008)



Şekil 1.30. Shake flask test metodu (Razaq, 2003)

## 1.12. Antimikrobiyel Etkinliğin Test Edilmesinde Kullanılan Mikroorganizmalar

Mikroorganizmalar solunan havada, insan vücudunda, toprakta, temas edilen yüzeyde bulunmaktadır. Yeterli ısı, nem ve besin kaynağı sağlandığında çok hızlı üreyebilmektedir. Bunun sonucunda tekstil ürünlerinde koku, renk değişimi, lekelenme ve bazı elyaflarda bozulma meydana gelmektedir. İnsan sağlığı açısından hastalık ve enfeksiyonların ortaya çıkmasına sebep olmaktadır. Mikroorganizmalar kötü kokularla beraber küf lekelerine de sebep olmaktadır. Tekstil yüzeyine uygulanan kimyasal maddelere de etki etmekte, tekstil yüzeyinin elastikiyet ve mukavemet gibi fonksiyonel özelliklerinin azalmasına; boya, baskı ve bitim işlemlerinde viskozitenin düşmesine sebep olabilmektedir (Balci, 2006).

Mikroorganizmaları öldüren pek çok kimyasal bulunmasına rağmen çoğu insan ve çevreye karşı toksik etki oluşturabilmektedir. Bu yüzden kullanılan antimikrobiyel madde sadece mikroorganizmaları öldürmemeli ayrıca insan ve çevre açısından toksik etki oluşturmamalı ve tekstil yüzeyini olumsuz yönde etkilememelidir (Balci, 2006).

Çizelge 1.5. Antimikrobiyel etkinliği belirlemek için kullanılan mikroorganizmalar (Rowell ve Young, 1978)

Bakteri türü	Etkisi	Kullanıldığı Alan
<i>Staphylococcus aureus</i>	Patojenik, iltihaplı enfeksiyonlara neden olur.	Hijyenik, tıbbi
<i>Staphylococcus epidermidis</i>	Parazitik, vücut kokusuna neden olur.	Estetik
<i>Corynebacterium diptheroides</i>	Patojenik olmayan, vücut kokusuna neden olur.	Estetik
<i>Brevibacterium ammoniagenes</i>	Ürealitik, çocuk bezi kızarıklıklarına neden olur.	Hijyenik
<i>Streptococcus pneumoniae</i>	Bakteriyel zatürreye neden olur.	Tıbbi
<i>Mycobacterium tuberculosis</i>	Vereme neden olur.	Tıbbi
<i>Escherichia coli</i>	İdrar yolu enfeksiyonlarına neden olur.	Tıbbi, estetik

Çizelge 1.5. Antimikrobiyel etkinliği belirlemek için kullanılan mikroorganizmalar (Rowell ve Young, 1978) (Devam)

<i>Klebsiella pneumoniae</i>	Zatürre ve diğer enfeksiyonlara neden olur.	Tıbbi
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Yaralanma ve yanıklar sonrası oluşur.	Tıbbi
<i>Proteus mirabilis</i>	Çürümüş materyallerde bulunur, idrar yolu enfeksiyonlarına neden olur.	Tıbbi, hijyenik
<i>Salmonella typhosa</i>	Tifo ateşine neden olur.	Tıbbi
<i>Shigella dysenteriae</i>	Basil ile bulaşan dizanteriye neden olur.	Tıbbi

Antimikrobiyel etkinlik belirlenirken tekstil materyallerine çeşitli mikroorganizmalar (özellikle bakteri ve mantarlar) uygulanır. Antimikrobiyel etkinlik testlerinde gram-pozitif ve gram-negatif bakteriler kullanılmaktadır. Çizelge 1.5' de gösterilen bakterilerin ilk altısı gram-pozitif, diğerleri ise gram-negatiftir. Gram-pozitif *Staphylococcus aureus* ve gram-negatif *Klebsiella pneumoniae* veya *Escherichia coli* bakterileri işlem görmüş tekstil materyallerinin antibakteriyel etkinliklerini test etmek için kullanılır. Hastanelerde çapraz enfeksiyonların ana nedeni hastalık yapıcı gram-pozitif bakteri olan *Staphylococcus aureus* olarak dikkate alınır. Yanıklara bağlı olarak yaralarda görülen gram-negatif *Escherichia coli* ve *Pseudomonas aeruginosa* bakterileri en çok sıkıntı oluşturan bakterilerdir. Cerrahi enfeksiyonlara %19 oranında *Staphylococcus aureus* ve %11 oranında *Escherichia coli* bakterileri sebep olmaktadır (Rowell ve Young, 1978).

Bu tez çalışmasında pamuk, pamuk/poliester ve poliester kumaşlar radyasyon zırlama amacıyla baryum sülfat ve tungsten ile kaplama işlemi ve antibakteriyel özellik elde etmek amacıyla nano gümüş emdirme işlemi uygulanmıştır. Radyasyon zırlama özelliğinin tesbiti için  $\gamma$  ışını yayan  $^{137}\text{Cs}$  kaynağı kullanılmıştır. Kumaşların radyasyon zırlama özelliği, antibakteriyel özelliği, kopma mukavemeti, yıkama ve sürtünme haslıkları test edilmiştir.

## 2. KAYNAK ÖZETLERİ

### *Radyasyon Koruyucu Tekstil Ürünleri İle İlgili Yapılan Çalışmalar*

Kılıç (2010), elektromanyetik radyasyona karşı koruyucu metal içeren kompozit iplik üretmek istemiştir. Bu amaçla üretilen iplikler kıyaslandığında siro eğirme metodu ile üretilen ipliklerin ring ve kompakt ipliklere göre daha yüksek mukavemet ve kopma uzamasına, daha düşük tüylülüğe sahip olduğunu tespit etmiştir. İkinci aşamada üretilen kompozit ipliklere uygun süprem, lacost, ribana, interlok, atkı yatırımlı interlok, atkı yatırımlı askılı yapı kullanılarak elektromanyetik radyasyona karşı koruyucu özellikte kumaşlar üretilmek istenmiştir. Kompozit ipliklerle üretilen kumaşların bir kısmının 30dB ve üzerinde ekranlama yapılabileceği tespit edilmiştir. Ayrıca metal oranının artması ile kumaşların beyazlık ve K/S (K=yüzeyin absorpsiyon katsayısı, S=saçınım katsayısı) değerlerinin azaldığı gözlemlenmiştir.

Özkanlı (2010), elektromanyetik dalgaların anne karnındaki bebeğe ulaşmasını engelleyen iç çamaşırı üretmiştir. Gümüşten üretilen nanoteknoloji ürünü kumaşı internette gezerken keşfeden Özkanlı kumaşı temin ettikten sonra tasarımı hayata geçirmiş, üniversitelerde test ettirip, patentini almıştır. Bu iç çamaşırının altına normal bir iç çamaşır giyilmektedir, yıkamak istenildiğinde elde ılık su ile yıkanabilmektedir. Telefon bu iç çamaşırın içine sarıldığında telefon çalmamaktadır. Böylece anne karnındaki bebek radyasyondan korunmaktadır.

Türkoğlu (2010), metal içeren kompozit ipliklerin elektromanyetik radyasyonu ekranlama özelliklerinin incelenmesi için bu ipliklerden örme kumaş elde etmiştir. Metal tel içeren örme kumaşların daha iyi elektromanyetik ekranlama özelliğine sahip olduğu tespit edilmiştir.

Ulçay vd. (2010), Spectra®900, Twaron® ve Kynol® liflerini 2, 4 ve 14 günlük sürelerde nötron kaynağı olan radyasyona maruz bırakmışlar ve kopma mukavemeti testi uygulayarak radyasyona maruz kalma süresinin kopma

mukavemeti üzerindeki etkisini incelemişlerdir. Twaron® lifinde radyasyonun farklı sürelerde kullanılmasının kopma mukavemetine önemli bir etkisinin olmadığı; Spectra®900 ve Kynol® liflerinin kopma mukavemetinin ilk günlerde azaldığı, 14 günde ise arttığı gözlemlenmiştir.

Çetin (2011), farklı oranlardaki (%50-%70-%80-%85) kalay, antimon, bizmut ve tungsten tozları farklı orandaki (%50-%30-%20-%15) polimerler ile karıştırılıp dört farklı örnek üretmiştir. Örneklerin 50-125 kV arasında X ışını radyasyon soğurma özellikleri ölçülmüştür. Kıyaslama yapmak için ticari olarak satılan 0,25mm Pb ve 0,50mm Pb koruyucu önlüklerin X ışını radyasyon soğurma özellikleri de ölçülmüştür. %70 ve daha fazla metal tozu içeren örneklerin 0,25mm Pb'den daha iyi radyasyon soğurma özelliğine sahip oldukları tespit edilmiştir. Fakat tüm örneklerin 0,50mm Pb önlüğün radyasyon soğurma özelliğinden daha düşük bir etkiye sahip olduğu görülmüştür.

Duran (2011), bakır/pamuk ring iplikleri, gümüş/pamuk ring iplikleri, %100 pamuk ring ipliklerini üretilip bu iplikleri atkı ipliği olarak kullanarak dokuma kumaşa uygulamıştır. Kumaşların elektromanyetik koruyucu özellikleri günlük hayatta yaygın olarak kullanılan cihazların dalga yayılım frekanslarında (200 MHz-5,8 GHz frekans aralığında) test edilmiştir. Ekranlama etkinlikleri kıyaslandığında en yüksek değer gümüş özlü iplikte, daha sonra bakır özlü iplikte en düşük değer ise pamuk iplikte olduğu gözlemlenmiştir. Kumaş yapısına eklenen iletken materyalin kumaşın elektromanyetik koruyuculuğunda olumlu etkisi olduğu gözlemlenmiştir.

Molla (2011), alpaka ve yangına dayanıklı ithal kumaş mikron ölçeğinde hazırlanmış barit (%50), adhesive (%22.5) ve hardener (%2.5) su bazlı katkı maddeleri, su (%25) kullanılarak akıcı bir kıvam elde etmiştir. Karışım sıvama işlemi ile kumaşa uygulanmıştır. Sıvama tek kat, iki, üç ve dört kat olacak şekilde yapılmıştır. Dijital röntgen cihazlarıyla ve 1173 keV-1332 keV enerji değerlerinde Co<sup>60</sup> radyasyon kaynağı kullanılarak Gama Spektroskopi analizi yapılarak radyasyon tutuculuğuna bakılmıştır. Röntgen filmlerinde elde edilen görüntülerde sıvama işleminde kat sayısının artmasının kumaşın radyasyon

tutuculuğunu arttırdığı gözlenmiştir. Gama Spektroskopi analizinde ise kumaşların lineer zayıflatma katsayısının artması ile radyasyon tutuculuğunun arttığını tespit etmiştir.

Okyay vd. (2011), içi oyuk iğ kaplama tekniği kullanarak kompozit iplik üretmiştir. Ayrıca çalışmada gümüş kaplı bakır iplikler de kullanılmıştır. Bu iplikler dokuma makinesinde kumaş haline getirildikten sonra elektromanyetik ekranlama etkinliği (SE) ölçümleri yapılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre paslanmaz çelik tel içeren kumaş, gümüş kaplı bakır tel içeren kumaşa göre daha yüksek ekranlama etkinliğine sahiptir.

Örtlek (2011), pamuk ipliği ve çelik tel kullanılarak kompozit iplik üretildikten sonra bu ipliklerden süprem kumaş üretmiştir. Çelik tel kullanılmasının kumaşın elektromanyetik ekranlama özelliğini arttırdığı görülmüştür.

Özkan (2011), karbon ipliği, gümüş ipliği ve fonksiyonel lifler kullanılarak üç boyutlu boşluklu örme kumaş üretmiştir. Bu kumaşların elektromanyetik ekranlama etkinliği ve konfor özelliği incelenmiştir. İletken ipliklerin kullanıldığı kumaşların daha iyi elektromanyetik ekranlama özelliği gösterdiği ve kumaşların termofizyolojik konfor özelliğine sahip olduğu görülmüştür.

Yaşar (2011), radyasyon koruyucu eldivenlerin pahalı, ağır, tek kullanımlık olması, yırtılması, kalın olup kullanım esnasında hareketi kısıtlaması gibi bazı olumsuz özellikleri nedeniyle bu eldivenlere alternatif olabilecek kontrast maddeler uygulanmış eldiven üretmiştir. Eldivenlerin X ışını geçirgenliği 70 kV voltajda ölçülmüştür. Baryum ve iyot kontrast maddelerin ellerin korunmasında kurşun eldivene alternatif olabileceğini belirtmiştir.

Aydın ve Karakan Günaydın (2012), koruyucu tekstilleri sınıflandırıp bu alanda kullanılan yüksek performanslı lifler hakkında bilgi vermişlerdir. Elektromanyetik amaçlı kullanılan koruyucu tekstillerde klasik metal malzemelerin aksine günümüzde daha düşük maliyetli, esnek, hafif

malzemelerin tercih edildiğini ve bu ürünlerin kullanımının daha da artarak daha fonksiyonlu bir şekilde üretilebileceğini belirtmişlerdir.

Binici vd. (2012), pamuk atığı, uçucu kül, yapıştırıcı reçine ve barit farklı oranlarda karıştırılıp; sunta plakalar arasına yerleştirmişlerdir. Tekstil atığı bulunmayan kontrol grubu ve tekstil atığı bulunan deney grubu kullanılmıştır. 59,543 keV ve 26 keV enerjili ( $\gamma$ ) gamma ve 5,9 keV enerjili X- ışınlarıyla radyoaktif geçirgenlik ölçülmüştür. Plakanın kalınlığının ve tekstil atık miktarının artmasının ısı yalıtımına ve eğilme dayanımına olumlu etkisinin olduğu görülmüştür. Atık tekstil ürünlerinin ve uçucu küllerin tekrar kullanımı ile çevre kirliliğini azaltarak ülke ekonomisine katkı sağlanabileceği tespit edilmiştir. Bu çalışma ile ısı yalıtımının, ses geçirgenliğinin ve eğilme dayanım özelliklerinde olumlu bir değişim görülmüştür. 5,9 keV enerjiye kadar olan radyasyonu önlediği, daha yüksek enerjili radyasyonu ise kısmen önlediği tespit edilmiştir.

Çelik (2012), çalışmasını iki aşamada yapmıştır. Birinci aşamada stronsiyum, magnezyum, kitin, kitosan, bor, baryum, flor ve kemiği presleyip plaka haline getirmiş ve kendi aralarında gruplandırma yapmıştır. Malzemelerin X-ray geçirgenliklerine bakılmıştır. Ölçüm 66 kV, 102 kV ve 150 kV'da yapılmıştır. Sonuçlar kurşun elementi ile kıyaslanmıştır. İkinci aşamada ise, ameliyathanelerde kullanılan cerrah kıyafetlerinden bir kesit alınıp, kullanılan elementlerin her birinin sıvı halini fırça ile yüzeye kaplamıştır. Kloroform (80 ml) ve polistren (10gr) malzemeleri kullanılarak her bir element (5 gr) sıvı hale getirildikten sonra yüzeye kaplanmış ve kurutulmuştur. Malzemelerin X ışını geçirgenliği 50 kV ve 60 kV'da ölçülmüştür. Bu çalışma ile X ışınlarına karşı koruma sağlayan kurşundan daha hafif, biyouyumlu kompozit malzeme üretilmiştir.

Demirel (2012), karbon nanotüp, formik asit ve poliamid 6 kullanılarak nanolif elde etmiş ve bu nanoliflerin elektromanyetik kalkanlama özellikleri incelemiştir. Çok duvarlı karbon nanotüpten elde edilen yüzeylerin elektromanyetik koruyucu özellikte olduğu görülmüştür.

Müjde (2012), pamuk, poliester, pamuk-poliester, akrilik, poliamid-akrilik, yün-akrilik kumaşlar Am-241 ve Ba-133 radyoaktif kaynaklarından 16-362 keV enerji aralığındaki fotonlar ile ışınlanarak kütle soğurma katsayılarını hesaplamıştır. Poliester ve poliester katkılı ürünlerin en fazla, poliamid ve akrilik katkılı numunelerin daha az, yün ve pamuk katkılı ürünlerin ise en az radyasyon tutuculuğuna sahip olduğunu ve kütle soğurma katsayılarının enerjiye bağlı olarak düzgün bir değişim göstermediğini ve bu durumun numunelerin içeriğinden kaynaklanıyor olabileceği düşünülmüştür. Radyasyona maruz kalan kişiler uygun liften yapılmış tekstil ürünlerini kullanarak radyasyonun zararlı etkilerinden az da olsa korunabileceği tespit edilmiştir.

Akkurt vd. (2013), penye ve alpaka kumaşları barit oranı fazla olacak şekilde farklı oranlarda (%80-%20, %70-%30, %60-%40) bor ve barit ile kaplamışlardır. Bu kumaşların  $^{252}\text{Cf}$  nötron kaynağından yayımlanan 2,3 MeV nötron enerjisinde nötron ölçümleri yapılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre bor oranının artması ile kumaşların nötron zırhlama özelliği artmıştır. Penye kumaşın nötron soğurma katsayısı alpaka kumaşa göre daha yüksek çıkmıştır.

Büyük (2013), tungsten, titanyum ve bor içeren kompozit malzemeleri  $\text{Cs}^{137}$  ve  $\text{Co}^{60}$  radyoizotop kaynaklarıyla gama ışınına ve Pu-Be nötron Howitzer nötron kaynağı ile nötron radyasyonuna maruz bırakmıştır. Gama ışınlarına maruz kalan kompozitlerin XCOM bilgisayar programı ile kütle zayıflatma katsayıları hesaplanarak deneysel çalışmalarla kıyaslanmış ve elde edilen sonuçlar küçük değişimlerle beraber hemen hemen aynı çıkmıştır. Yapılan çalışmalar sonucunda radyasyon zırh malzemesi olarak tungsten borürün etkin bir zırh malzemesi olarak kullanılabileceği görülmüştür.

Yılmaz (2013), pamuk, poliester ve pamuk-poliester kumaşlar iletken pirol ile kaplandıktan sonra bu kumaşların elektromanyetik kalkanlama özellikleri, FTIR ve eğilme dayanımı incelenmiştir. En yüksek konsantrasyonun kullanıldığı kumaşta en iyi elektromanyetik kalkanlama özelliğinin olduğu, en iyi eğilme dayanımının pamuklu kumaşta olduğu ve pirolün poliester ile çok iyi bağ yapmadığı görülmüştür.



Zıraplı (2013), pamuklu kumaşları mikron boyuttaki bor karbür ile kaplayıp, kumaşın elektromanyetik ekranlama etkinliğini 800-1000 MHz, 1.7-1.9 GHz ve 1.9-2.9 GHz aralığında ölçmüştür. Bor karbürün kumaşa uygulanması ile yeterli elektromanyetik ekranlama özelliği sağlanmamıştır. Nano boyutta bor karbürün kullanılmasıyla ve bor karbürdeki karbon miktarının artırılmasıyla daha olumlu sonuçlar elde edilebileceği düşünülmüştür.

Demirkurt vd. (2014), % 100 pamuklu örme kumaşa farklı oranlarda bor karbür (%5, %10, %15) ve su (%95, %90, %85) ile emdirme işlemi; Tubicoat CRO (%95, %90, %85) ile de baskı işlemini uygulamışlardır. Numunelerin 800-1000 MHz, 1.7-1.9 GHz ve 1.9-2.9 GHz aralığındaki ekranlama görüntüleri alınmıştır. Bor karbür uygulanmış örme kumaşa ekranlama özelliği gözlenmiştir fakat yeterli seviyede olmadığı görülmüştür.

Qing vd. (2014), kompozitlerin elektromanyetik kalkanlama özelliklerini incelemek için çok duvarlı karbon nanotüp, baryum titanat ( $BaTiO_3$ ), ve silika kullanmıştır. Elektromanyetik kalkanlama özelliğinin çok duvarlı karbon nanotüpün konsantrasyonunun ve sıcaklığın artması ile arttığı görülmüştür.

Soylu (2014), etilen vinil asetat (EVA), tungsten karbür kompozitleri (%50-%60-%70) ile karıştırılarak 1 ve 2 mm kalınlığında 50 mm çapında diskler elde etmiştir. Bu disklerin  $^{241}Am$ ,  $^{137}Cs$ ,  $^{131}I$  gama kaynakları ile radyasyon zırhlama özelliklerine bakılmıştır. En yüksek zırhlama özelliğine sahip diskin 2mm kalınlığında %70 tungsten karbür içeren disk olduğu belirtilmiştir.

Yılmaz (2014), elektromanyetik kalkanlama alanında kullanılan malzemeler hakkında bilgi vermiştir. Pahalı, ağır malzemelerin aksine tekstil ürünlerinin elektromanyetik kalkanlama alanında kullanılmasının daha ucuz, esnek, hafif ve kullanılabilir olduğunu belirtmiştir.

Aral vd. (2015), kurşuna alternatif tungsten, bizmut ve baryum sülfat tozları kullanarak X-ışınlarına karşı koruyucu, çevre dostu ve esnek ürün üretmek istemişlerdir. Pamuklu kumaşlar kaplama kimyasalı olarak silikon kauçuk

kullanarak kullanarak bu tozlarla eşit oranda ayrı ayrı kaplanmıştır. X ışını zayıflatma oranları 80kV, 100kV ve 150kV tüp voltajında ölçülmüştür. Aynı ağırlık oranındaki numuneler kıyaslandığında her bir kalınlık başına bizmut kaplı kumaşın diğer kumaşlara göre daha iyi X ışını azaltma oranlarına sahip olduğu görülmüştür.

Akkurt vd. (2015), pamuk-poliester kumaşları farklı oranlarda (%40, %50 ve %60) barit ile kaplamışlardır. NaI(Tl) detektörüne bağlı gamma spektrometresi ile  $^{22}\text{Na}$ ,  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{54}\text{Mn}$  radyoaktif kaynaklarından yayınlanan 511, 662 ve 835 keV gama enerjileri kullanılarak doğal radyoaktivite ölçümü yapılmıştır. Yapılan deney sonuçlarına göre baritin pamuk-poliester kumaşlarda radyasyon soğurmasında önemli bir etkisinin olduğu ve barit oranının artması ile pamuk-poliester kumaşın radyasyon soğurma özelliğinin de arttığı görülmüştür.

Emikönel (2015), terikoton, pamuk ve pamuk-poliester kumaşları kaplama kimyasalı (Tubicoat CRO) kullanarak farklı oranlarda(%60, %50, %40) barit ile kaplamıştır. Şablon ve rakle vasıtası ile kaplanan kumaşlar, 100°C'de kurutulup 120°C'de fikse edilmiştir. NaI(Tl) detektörüne bağlı gamma spektrometresi ile  $^{22}\text{Na}$ ,  $^{54}\text{Mn}$ ,  $^{60}\text{Co}$  ve  $^{137}\text{Cs}$  radyoaktif kaynaklarından yayınlanan 511, 662, 835, 1173, 1275 ve 1332 keV gama enerjileri kullanılarak doğal radyoaktivite ölçümü yapılmıştır. Yapılan deney sonuçlarına göre %60 barit kaplanmış 511 keV ve 835 keV'de gama enerjileri ölçülen pamuklu kumaşın en iyi soğurmaya sahip olduğu tespit edilmiştir. %60 barit kaplanmış 662 keV'de gama enerjileri ölçülen pamuk-poliester kumaşların, %50 barit kaplanmış 1275 keV'de gama enerjileri ölçülen pamuk-poliester kumaşların ve %40 barit kaplanmış terikoton kumaşın 1173 keV'de en yüksek soğurmaya sahip olduğu tespit edilmiştir. Baritin kumaşların radyasyon soğurmasında önemli olduğu görülmüştür.

Nambiar (2015), X ışınlarından korumak için polidimetilsiloksan(PDMS) ve bizmut oksit kullanarak kurşunsuz ve maliyeti uygun nanokompozit geliştirmiştir. İkinci aşamada mikro ve nano boyuttaki gümüşleri PDMS ile birlikte uygulayarak elde ettiği kompozitlerin X ışını iletim özelliklerine bakılmıştır. Nano boyuttaki gümüş ile birlikte elde edilen kompozitlerin X-ışını

iletim özellikleri gümüş mikropartiküllerininkinden daha düşük olduğu görülmüştür.

Qu vd. (2015), eğirme çözeltilisine baryum sülfat ilave ederek elde ettikleri viskoz liflerini, örme işlemlle kumaşa dâhil ederek yaptıkları çalışma sonucunda kompozit elyafların mukavemetlerinin yüksek olduğu ve 20 kez yıkamadan sonra bile numunelerin dayanıklı olduğu görülmüştür. Baryum sülfat oranı arttıkça, numunelerin X ışınlarını zayıflatma oranlarının arttığı ve radyasyon koruma değerin 0.1 mm Pb eşdeğeri bir dozda olduğu görülmüştür. Bu elyafların radyasyona dayanıklı olması sebebiyle cerrahi ipliklerde ve hafif giysilerde kullanılabileceğı görülmüştür.

Eren ve Ulcay (2015), nano demir oksit katkılı bikomponent poliester iplik üretimi ve bu ipliklerden iki farklı sıklıkta üretilen örme kumaşların elektromanyetik radyasyondan koruma özellikleri incelendiğinde sık dokunan kumaşın daha yüksek elektromanyetik kalkanlama özelliğine sahip olduğu görülmüştür.

Aral vd. (2016), %100 pamuklu kumaşları tungsten(%60)-silikon kauçuk(%40) ve baryum sülfat(%60)-silikon kauçuk(%40) ile kaplamışlardır. Malzemelerin X-ray atenuasyon ve eğilme dayanımı özellikleri incelenmiştir. X-ray atenuasyon oranları 80kV, 100kV ve 150kV enerjisinde ölçülmüştür. Tungsten ile kaplanmış kumaşın daha iyi X-ray atenuasyon değerlerine ve yüksek eğilme dayanımına sahip olduğunu gözlemlenmiştir. SEM analizine bakıldığında ise tungsten katkılı numune ile baryum sülfat katkılı numunenin yüzeyde dağılımının farklı olduğu görülmüştür.

Can (2016), polimer matrisin içine takviye malzemesi olarak farklı oranlarda tungsten metali ve tuzları katılarak kompozit malzemeler üretmiş ve kompozitlerin 60-1836 keV aralığında iyonlaştırıcı elektromanyetik radyasyon özelliğini incelemiştir. Ayrıca SEM, EDS ve FTIR analizleriyle kompozitlerin yapısal durumunu, TGA ve DSC analizleriyle kompozitlerin ısı karakterizasyonunu incelemiştir. Üretilen kompozit malzemelerin kurşuna göre

daha avantajlı olduğunu tespit etmiştir. Yapılan diğer analizlerle de kompozitlerin kimyasal, yapısal ve ısıl karakterlerinde önemli bir değişiklik görülmemiştir.

Doğan vd. (2016), 0-2 yaş grubu bebekleri için karbon, kevlar, cam, karbon-kevlar kumaşları kullanılarak elektromanyetik dalgalardan koruyucu ana kucağı geliştirilmiştir. Bezayağı örgü yapısındaki karbon lifi kullanılan kompozit ile 3/1 dimi örgü yapısındaki karbon-kevlar lifi karışımı kompozit yapıların diğer kompozitlere göre daha iyi elektromanyetik koruyucu özelliğe sahip olduğu görülmüştür.

Maghrabi vd. (2016a), kumaşları X ışınlarından korumak için kurşuna alternatif olarak bizmut oksit ( $\text{Bi}_2\text{O}_3$ ) ile kaplamışlardır. 80 kVp enerjide X ışınları uygulanmıştır. %50'den fazla  $\text{Bi}_2\text{O}_3$  ile kaplanmış poliester kumaşların X ışınlarına karşı koruyucu etkisi olduğu görülmüştür. Bu çalışma ile mikropartikül boyutundaki  $\text{Bi}_2\text{O}_3$ 'ün X ışınlarına karşı kullanabileceği görülmüştür.

Maghrabi vd. (2016b),  $\text{BaSO}_4$  ve  $\text{BaSO}_4/\text{Bi}_2\text{O}_3$  kaplı kumaşları 80 kVp'de X-ışını ile ışınlanmışlardır.  $\text{BaSO}_4$  uygulanmış numunelerin X-ışını iletim seviyesinin  $\text{BaSO}_4/\text{Bi}_2\text{O}_3$  uygulanmış numunelere göre daha yüksek olduğu görülmüştür.

Özdemir vd. (2016), sağlık çalışanları açısından oldukça önemli olan kurşundan üretilen radyasyondan koruyucu önlüklerdeki kırılma ve çatlakları önlemek için elastik ve kırılmayan nanoparçacık katkılı malzeme üretmişlerdir. 0,25mm Pb'a eş değer ürün üretmeyi hedefleyen ekip 0,25mm Pb'dan daha etkili bir ürün üretmişlerdir.

Pulford and Fergusson (2016), tekstil yüzeyinin üzerine baryum sülfat ( $\text{BaSO}_4$ ), sodyum tungstat ( $\text{Na}_2\text{WO}_4$ ) ve bizmut oksit ( $\text{Bi}_2\text{O}_3$ ) ile ayrı ayrı kaplayarak kumaşların radyasyon koruyucu özelliklerini incelemiştir. Bu araştırma ile iki katmanlı radyasyon koruyucu özel tekstil yüzeyleri elde edilmiştir.

Aral vd. (2017a), kurşunsuz ve X ışınlarına karşı koruyucu esnek malzeme üretmek için kumaşları tungsten, bizmut, kalay ve bakır tozları ile kaplamışlardır. Tungsten-kalay, bizmut ve tungsten-bakır içeren numunelerin X ışını zayıflatma etkisi olmasıyla beraber; kaplama kimyasalı olarak silikon kauçuk ilave edilen tungstenin, aynı oranda tungsten-kalay, bizmut, tungsten-bakır içeren numunelerden daha iyi X ışınlarına karşı koruma sağladığı görülmüştür. Tungstenin hacimsel oranının arttırılıp, daha düşük silikon kauçuk kullanılmasının daha ince ve hafif kumaş üretimine, diğer taraftan tungsten miktarının artmasının kaplamada daha sert kumaşların oluşmasına sebep olduğu görülmüştür.

Aral vd. (2017b), %100 pamuklu kumaşlar kaplama kimyasalı olarak %40 oranındaki silikon kauçuk kullanıp kumaşları %60 oranındaki tungsten, bizmut ve baryum sülfat ile ayrı ayrı kaplamışlardır. X-ray ışınlarına karşı koruyucu olarak kullanılacak bu kaplama kumaşlara dikiş işlemi ve SEM analizi uygulanmıştır. Dikiş işlemi uygulanmış kaplamalı kumaşların SEM analizi incelendiğinde baryum sülfat kaplı kumaşta en fazla açıklık olduğu görülmüştür.

Demir (2018), elektrik, manyetik ve optik özelliğe sahip olana ferrit ( $Fe_3O_4$ ), ağır metalleri temizleme özelliğine sahip hümik asit (HA) ile elektriksel iletkenliğe ve antibakteriyel özelliğe sahip gümüşü, polivinilpirolidon çözeltisi kullanarak elektrolif çekim yöntemi ile nanokompozit elde etmiştir. Elde edilen bu nanokompozitin elektromanyetik kalkanlama özelliği kazandığı görülmüştür.

### ***Nano Gümüş Uygulanmış Antibakteriyel Tekstil Ürünleri İle İlgili Yapılan Çalışmalar***

Ilic vd. (2009), korona plazma yöntemi kullanılarak koloidal gümüş nanopartikülleri poliester ve poliamid kumaşlara uygulamışlardır. Kumaşlar dispers boyarmadde ile boyandıktan sonra *Candida albicans* mantarına karşı antifungal özelliği test edilmiştir. Kumaşların daha iyi antifungal özelliğe sahip olduğu ve boyama özelliklerinde önemli bir değişikliğin olmadığı görülmüştür.

Khalil-Abad vd. (2009), çektirme yöntemi ile katyonik madde pamuklu kumaşlara uyguladıktan sonra gümüş nanopartikülleri çektirme yöntemi ile kumaşa aktarmışlardır. Pamuğun katyonikleşmesi ile yüzey yükünün değiştiği ve böylece daha fazla nano gümüş adsorbe edebildiği görülmüştür. Nano gümüş adsorbe edilmiş katyonik pamuğun daha fazla antibakteriyel özelliğe sahip olduğu görülmüştür.

Thanh ve Phong (2009), farklı konsantrasyonlardaki nano gümüş kolloid çözeltisini emdirme yöntemi ile pamuklu kumaşlara uygulamışlardır. Nano boyutlu gümüş kolloidin konsantrasyonunun artması ile antibakteriyel aktivitenin arttığı görülmüştür. Ayrıca antibakteriyel olan bu kumaşa su itici özellik kazandırılmıştır.

Üreyen vd. (2009), pamuk, poliester ve modal kumaşlara gümüş katkı kalsiyum fosfat esaslı nano boyutlu antimikrobiyel toz emdirme yöntemi ile uygulamışlardır. Kumaşların *E.coli* bakterisine karşı antibakteriyel özellikleri test edilmiş ve 20 yıkama sonrasında bile çok güçlü antibakteriyel özellik gösterdikleri görülmüştür.

Gorenssek vd. (2010), korona plazma yöntemi kullanılarak gümüş nanopartiküller ham, yıkanmış, yıkanıp termostabilize olmuş poliester kumaşlara uygulamışlardır. Kumaşlara antibakteriyel testler ve dispers boyarmadde ile boyama işlemi uygulamışlardır. Kumaşların yüzey yapısında farklılıklar görülmüş ve nano gümüş daha iyi tutunduğu için ham poliester kumaşın daha iyi antibakteriyel özelliğe sahip olduğu görülmüştür.

Ravindra vd. (2010), gümüş nanopartiküllerini *Eucalyptus citriodora* ve *Ficus bengalensis* doğal ekstraktını kullanarak pamuklu kumaşa uygulamışlardır. Kumaşın antibakteriyel özelliği *E.coli* bakterisi üzerinde test edilmiştir. Doğal kaynaklar kullanılarak pamuklu kumaşa antibakteriyel özellik kazandırılmıştır. Kumaşın yıkamaya dayanıklı olduğu, SEM analizi sonucunda gümüş nanopartiküllerin yüzeyde düzgün dağıldığı ve pamuğun termal stabilitesinin ve esneme özelliğinin geliştiği görülmüştür.

Sathishkumar vd. (2010), *Curcuma longa* bitkisi kök tozu ve ekstraktını kullanarak sentezlenen gümüş nanopartikülleri pamuklu disklere emdirilerek antibakteriyel özellikleri test edilmiştir. Gümüş nanopartiküllerin kök ekstraktında sentezinin toza göre daha iyi olduğu görülmüştür.

Chmielewska ve Sartowska (2012), pamuklu kumaşa gümüş nanopartiküllerini sentezlemek için elektron ışın radyasyonunu kullanmışlardır. Kumaşın antibakteriyel özelliği *S.aureus* ve *E.coli* bakterileri üzerinde test edilmiş ve iki bakteri türünün yapısal özelliğinden dolayı farklı antibakteriyel özelliklere sahip olduğu görülmüştür.

Gawish vd. (2012), polipropilen liflerine gümüş ve çinko nanopartikülleri uygulamışlardır. Nano metallerin lif yüzeyinde dağınık bir şekilde dağıldığı, nano gümüşün liflerin antistatik özelliğini iyileştirdiği ve gümüşün çinkodan daha çok liflere antibakteriyel özellik kazandırdığı görülmüştür.

Montazer ve Malekzadeh (2012), elektrospinning yöntemi kullanılarak naylon polimer çözeltisine gümüş nitrat ve nano gümüş ilave etmişlerdir. Naylon nanoliflerinin *S.aureus* ve *E.coli* bakterilerine karşı çok iyi seviyede antibakteriyel özellik gösterdiği görülmüştür. Üretilen bu nano lif biyomedikal uygulamalarda, hava ve su filtrasyon işlemlerinde kullanılabilir.

Xue vd. (2012),  $[Ag(NH_3)_2]^+$  glikoz ile indirgenerek elde edilen gümüş nanopartikülleri pamuklu kumaşlara sentezlemişlerdir. Bu kumaşlar hegzadesiltrimetoksisilan ile işleme sokularak kumaşlara süper hidrofobik özellik kazandırılmıştır. SEM analizi incelendiğinde kumaşların düzgün bir şekilde gümüş nanopartikülleri ile kaplandığı görülmüştür. Kumaşın *E.coli* bakterisine karşı yüksek antibakteriyel özelliğe sahip olduğu fakat kumaşa renk değişiminin olduğu görülmüştür.

Tang vd. (2012), silika ve gümüş nanopartikülleri yün kumaşlara uygulamışlardır. Silika nanopartiküllerinden dolayı yün kumaşın rengi değişmiş

ve emicilik özelliği artmıştır. Gümüş nanopartikülleri ile de yün kumaşa yüksek antibakteriyel özellik kazandırılmıştır.

Teli vd. (2012), bambu ve rayona nano gümüş uygulayarak antibakteriyel özelliği test etmişlerdir. Kumaşların 50 yıkama sonrasında dahi kullanılan her iki bakteri türünde de antibakteriyel özelliğini koruduğu görülmüştür.

Bilget (2013), pigment baskı yöntemi kullanılarak nano boyutta gümüş, çinko, gümüş/çinko karışımları pamuk, poliester ve pamuk/poliester kumaşlara uygulamıştır. Kumaşların antibakteriyel özellikleri incelendiğinde baskılı yüzeylerde aktif noktalar oluşturarak kumaşlara antibakteriyel özellik kazandırıldığı görülmüştür.

Barani (2014), elektrospinning yöntemiyle gümüş nanopartikülleri polivinilalkol ve polilaktikasit polimerleri ile antibakteriyel özellik kazandırmak istemiştir. Nano yüzeyin iyi seviyede antibakteriyel özelliğe sahip olduğu görülmüştür.

Boroumand vd. (2015), nar kabuğu sulu ekstrakt çözeltileri kullanılarak gümüş nitrattan gümüş nanopartiküller elde ederek yün kumaşa uygulamışlardır. Yün kumaşın antibakteriyel özelliği *E.coli* bakterisi üzerinde test edilmiştir. Yün kumaşın 5 yıkamadan sonra dahi antibakteriyel özellik gösterdiği görülmüştür.

Jafari vd. (2016), ipek ve pamuk kumaşlara gümüş nanopartikül uygulamışlardır. Kumaşların *E.coli* ve *S.aureus* bakterilerine karşı antibakteriyel özelliğe sahip olduğu görülmüştür. Yıkama ve ışık haslığının iyi olduğu, UV koruyucu özelliğe sahip olduğu fakat kumaş renklerinde farklılık olduğu görülmüştür.

Elmaaty vd. (2018), pamuk ve poliester kumaşlara altın ve gümüş nanopartikülleri uygulamışlardır. Antibakteriyel özelliğe, UV koruma özelliğine, mükemmel renk haslığına sahip fonksiyonel kumaşlar üretilmiştir.



Xu vd. (2018), pamuklu kumaşlara L-sistein ve gümüş nanopartikülleri uygulamışlardır. Kumaşların *E.coli* ve *S.aureus* bakterilerine karşı %94'ten fazla antibakteriyel özelliğe sahip olduğu görülmüştür.



### 3. MATERYAL VE YÖNTEM

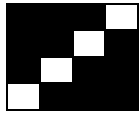
Bu çalışmada %100 pamuk, pamuk-poliester, %100 poliester kumaşlar kullanılmıştır. Kumaşlara Süleyman Demirel Üniversitesi Tekstil Mühendisliği Laboratuvarında kaplama, kurutma, fikse, emdirme, kopma mukavemeti, yıkama haslığı ve sürtünme haslığı testleri; Kastamonu Üniversitesi Merkezi Araştırma Laboratuvarında radyasyon ölçümleri, Uludağ Üniversitesi Mikrobiyoloji Laboratuvarında antibakteriyel testler; Süleyman Demirel Üniversitesi Yenilikçi Teknolojiler Araştırma ve Uygulama Merkezi'nde SEM analizi uygulanmıştır.

#### 3.1. Materyal

Bu çalışmada %100 pamuk, pamuk-poliester, %100 poliester kumaşlar kullanılmıştır. Kaplama işlemi için Tubicoat CRO, tungsten ve baryum sülfat; emdirme işlemi için nano gümüş ve saf su; yıkama haslığı için deterjan ve saf su; antibakteriyel testler için *Staphylococcus aureus* (ATCC 6538) ve *Escherichia coli* (ATCC 35218) bakterileri, saf su ve agar malzemeleri kullanılmıştır.

**Pamuklu kumaş:** Pamuklu kumaşlar doğal lif olması, hava geçirgenliğine ve nem çekme özelliğine sahip olması, yıkanabilirliğinin iyi olması, günlük hayatta sık olarak tercih edilmesi nedeniyle bu çalışmada %100 pamuklu kumaş kullanılmıştır. Pamuklu kumaş, Doğusan Tekstil Sanayi ve Ticaret LTD. ŞTİ'den temin edilmiştir. Çizelge 3.1'de pamuklu kumaşın özellikleri verilmiştir.

Çizelge 3.1. %100 pamuklu kumaşın özellikleri

%100 Pamuklu Kumaş	Sıklık (tel/cm)	İplik No (Ne)	Örgü Raporu	Lif Cinsi	Gramaj (gr/m <sup>2</sup> )	Dokuma Tipi
Atkı	55	20	 D 3/1 Z	Pamuk/ Likra	247 gr/m <sup>2</sup>	Armürlü Dokuma
Çözü 1	33	12		Pamuk		
Çözü 2	33	12				

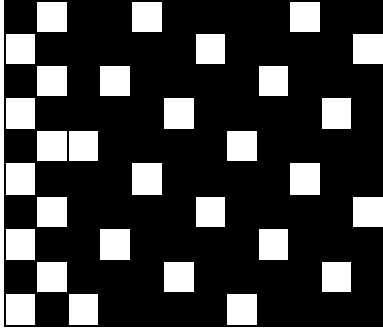
**Pamuk-poliester kumaş:** Pamuk-poliester kumaşlar, pamuğun ve poliesterin olumlu yönlerini yansıttığı için bu çalışmada kullanılmıştır. Poliesterin ütülemede sağladığı kolaylık, mukavemetli olması; pamuğun doğal bir lif olması, ter emici olması, hava geçirgenliğinin yüksek olması gibi günlük hayatta geniş kullanım alanı sağlayarak pamuk-poliester kumaşların kullanımını arttırmıştır. Çalışmada kullanılan pamuk-poliester kumaş Doğusan Tekstil Sanayi ve Ticaret LTD. ŞTİ'den temin edilmiştir. Kumaş %59 pamuk, %39 poliester ve %2 elastandan üretilmiştir. Çizelge 3.2'de pamuk-poliester kumaşın özellikleri verilmiştir. Bu kumaşın ön yüzünde 150denye poliester likralı iplikler kendi içinde 3 atlamalı 5'li çözgü saten (s4/1 (3)) yapmıştır. 300 denye poliester iplikler birer çözgü atlayacak şekilde 3 atlamalı 5'li çözgü sateni yapmıştır. 300 denye iplikler kendi içinde 10'lu satene benzer bir örgü yapmaktadır. Örgülerin ayrı ayrı gösterimi Çizelge 3.2'de gösterilmiştir.

Çizelge 3.2. Pamuk-poliester kumaşın özellikleri

Pamuk-Poliester Kumaş	Sıklık (tel/cm)	İplik No (Ne)	Örgü Raporu	Lif Cinsi	Gramaj (gr/m <sup>2</sup> )	Dokuma Tipi
Atkı 1	34	28		PES/ Likra	236 gr/m <sup>2</sup>	Armürlü Dokuma
Atkı 2	34	18				
Çözgü	60	20		Pamuk		

**Poliester Kumaş:** Sağlam, esnek, hafif, pek fazla ütü gerektirmeyen, ütü ile verilen şekli uzun süre muhafaza eden, kolay temizlenebilme ve çabuk kuruma özelliğine, yumuşak bir tuşeye sahip olması, küf ve mantar gibi mikroorganizmalara karşı dayanıklı olması gibi özelliklerinden dolayı bu çalışmada poliester kumaş tercih edilmiştir. Poliester kumaş Anipek Tekstil San. Tic. A.Ş.'den temin edilmiştir. Çizelge 3.3'de poliester kumaşın özellikleri verilmiştir.

Çizelge 3.3. Poliester kumaşın özellikleri

Poliester Kumaş	Sıklık (tel/cm)	İplik No (Ne)	Örgü Raporu	Lif Cinsi	Gramaj (gr/m <sup>2</sup> )	Dokuma Tipi
Atkı	38	152		Poliester	64,09 gr/m <sup>2</sup>	Armürlü Dokuma
Çözüğü	75	106		Poliester		

4/1 Saten-2 adım

### 3.2. Yöntem

Pamuk, poliester, pamuk-poliester kumaşlar Tubicoat CRO kaplama kimyasalı kullanılarak tungsten ve baryum sülfat ile kaplanmıştır. Bu kumaşlara antibakteriyel özellik kazandırmak için kumaşlara nano gümüş emdirme işlemi ile uygulanmıştır. Bu kumaşların radyasyon zırhlama ve antibakteriyel özellikleri, kopma mukavemeti, yıkama haslığı, sürtünme haslığı özellikleri ile SEM görüntüleri incelenmiştir.

#### 3.2.1. Kumaşların kaplanması

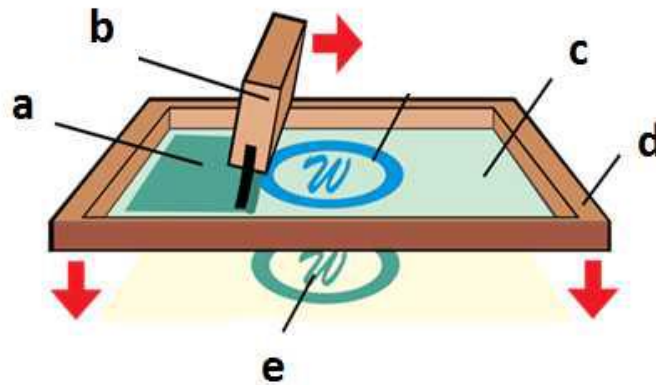
Dokuma, örme ya da dokusuz yüzey olarak üretilmiş bir kumaşın bir veya iki yüzeyine kimyasal madde uygulanarak kaplama kumaş elde edilir. Kaplama ile kumaşlara fiziksel ve estetik özellikler kazandırılır (Öner, 2009). Tüketici ihtiyaçlarını karşılamak, yeni kullanım alanları üretmek için tekstil ürünlerinin fonksiyonel ve performans özellikleri açısından kaplama yöntemi oldukça önemlidir. Geçmişte yapılan çalışmalarda bir veya iki yüzeyi polimer bir malzeme ile kaplanan rüzgâr ve hava koşullarından koruyan tekstil yüzeyinin geçirgenlik özelliği azalmaktaydı. Fakat günümüzde ise bu ürünler geliştirilmiş, teknik ve işlevsel özellikler kazandırılarak yüksek performans, sağlamlık, konfor gibi özelliklerin kazandırıldığı kaplama yöntemleri kullanılmaktadır

(Fung, 2002). Kaplama ürünleri teknik tekstillerde yaygın olarak kullanılmaktadır (Sen ve Damewood, 2001). Günlük giysilerde, zirai tekstillerde, tıbbi tekstillerde, koruyucu giysiler gibi pek çok alanda kaplama yöntemiyle üretilen tekstil ürünleri mevcuttur (Bulut, 2010). Son yıllarda teknik tekstillere rağbetin artmasıyla beraber kaplama kumaşlara da olan talep de artmıştır (İTKİB, 2008).

Kaplama işlemi için uygun bir zemin kumaş, kaplama malzemesi ve kaplama tekniği seçilmelidir (Bulut, 2010). Kaplama işlemi yapılacak kumaş dokuma, örme, dokusuz yüzey olabildiği gibi iplik formunda da kaplama işlemi yapılabilmektedir (Kaplan ve Koç, 2007). Kaplama işlemi yapılacak kumaşın temiz, pürüzsüz ve düzgün olmasına dikkat edilmelidir (Bulut, 2010).

Kaplama ile kumaşların fiziksel ve karakteristik özellikleri iyileştirilmektedir. Kumaşın yapısındaki lifler ile kazandırılmayan bazı özellikler kaplama ile kumaşa kazandırılmaktadır (Öner, 2006).

Kaplamada bıçaklı (rakleli kaplama), tel sarılı rulo ile kaplama, silindir kaplama, döner şablon ile kaplama, püskürtme ile kaplama, ekstrüzyon ile kaplama, pudralı kaplama, kalandır ile kaplama, transfer kaplama, sol-jel ile kaplama, plazma ile kaplama yöntemleri kullanılmaktadır (Fung, 2002; Kutlu ve Cireli, 2004; Kaplan ve Koç, 2007).



Şekil 3.1. Baryum sülfat ve tungstenin kumaşa kaplanması (Emikönel, 2015)

Şekil 3.1'de baryum sülfat ve tungstenin Tubicoat CRO kaplama kimyasalı kullanılarak rakle vasıtasıyla kumaşa kaplanması gösterilmiştir. Şekil 3.1'de gösterilen a kaplama malzemesi, b rakle (bıçak), c gerdirme bezi (gaze bezi), d şablon (çerçeve), e ise resim çıkması isteniyorsa çıkacak resimdir. (Emikönel, 2015)

Bu çalışmada radyasyon koruyucu özelliğinin yanında çevre dostu olan baryum sülfat (Kresse vd., 2007) ve radyasyon koruyucu özelliğe sahip tungsten (China Tungsten, 2016a) kullanılarak rakle yardımıyla kaplama işlemi gerçekleştirildi.

Tungsten ve baryum sülfat ile beraber kaplama kimyasalı olarak Tubicoat CRO kullanıldı. Tubicoat CRO; pH değeri 8.5-9.5, beyaz pat görünümlü, anyonik karakterli, yumuşak, yapışkan olmayan yıkamaya dayanıklı, akrilik dispersiyon kaplama kimyasalıdır. Şeffaf bir film tabakası oluşturmakta ve seyreltme yapılmadan kullanılabilir (Kılınçarslan vd., 2015).

Kumaşlara kaplama ve emdirme işlemleri Süleyman Demirel Üniversitesi Tekstil Mühendisliği Bölümü Laboratuvarında gerçekleştirildi.

### **3.2.1.1. Kumaşların baryum sülfat ile kaplanması**

Baryum sülfat ( $BaSO_4$ ) şeffaf, beyaz, gri ve sarı renklindedir. Mavi, yeşil, kırmızı, esmer renkleri de görülebilir. İnce uzun kristaller şeklinde düzgün ve çeşitli boyutlardadır. Dirençli bir yapısı vardır, ucuz bir mineraldir. Baryum sülfatın % 65,70'i BaO, %34,30'u  $SO_3$  içerir. Yoğunluğu ortalama  $4.5 \text{ gr/cm}^3$  tür. Sertliği 2.5-3.5 arasında değişmektedir. Erime noktası  $1580^\circ\text{C}$ 'dir (Molla, 2011; Eskier, 2017).

Yüksek parlaklık özelliğinden dolayı cam sektöründe, beyazlatma ve inceltme özelliğinden dolayı boya sektöründe, ısıyı emerek soğutma özelliğinden dolayı deri ve kumaş sektöründe kullanılmaktadır. Kas ağrılarını azaltması, sindirim sistemine faydalarının olması, toksinleri temizlemeye yardımcı olması nedeniyle ilaç sektöründe kullanılmaktadır. İnsan vücudunda 22 mg baryum

elementi bulunmaktadır. Bu oranın artması zehirleyici etkiye sebep olabilir. Bu sebeple barit içerikli ilaçların fazla kullanılması kalp, mide rahatsızlıkları, yüksek tansiyon gibi rahatsızlıklara sebep olabilir. Dünyada barit tüketiminin %90'ı sondaj çalışmalarında sondaj çukuru duvarını sabitlemek ve petrol, gaz sondajlarında baskıyı kontrol etmek için kullanılmaktadır. Kaliteli kâğıt üretimi, şeker tasfiyesi, yer döşemeleri, kaydırmaz malzemeler, bazı spor malzemeleri, halı ve benzeri ürünlerin arka kaplamaları, porselen sektörü, çelik sanayi, nükleer santraller, televizyonlar, lastik sanayisinde dolgu malzemesi olarak kullanılmaktadır. X ışınlarını zararsız hale getirme özelliğinden dolayı hastanelerde röntgen ile ilgili bütün işlerde ve fizik, inşaat, tekstil alanlarında radyasyon önleyici ürün olarak kullanılmaktadır (Molla, 2011; Eskier, 2017).

Bu çalışmada radyasyon koruyucu özelliğe sahip olması nedeniyle baryum sülfat tercih edilmiştir. Emir Kimya'dan temin edilen 20 mikron boyutundaki baryum sülfat ve CHT Kimya A.Ş.'den temin edilen Tubicoat CRO tekstil kaplama kimyasalı (Emikönel, 2015) ile Doğusan Tekstil Sanayi ve Ticaret LTD. ŞTİ' den temin edilen kumaşlara kaplanmıştır.

%40 oranındaki baryum sülfat ve %60 oranındaki Tubicoat CRO tekstil kaplama kimyasalı homojen bir karışım elde edilinceye kadar 20 dakika karıştırıldı. Düz bir zemine yerleştirilmiş kumaşın üzerine şablon konularak elde edilen karışım rakle yardımı ile kumaşlara kaplandı. Kaplama yapıldıktan sonra Mathis marka fikse makinesinde 80°C'de 15 dakika kurutma ve 100°C'de 3 dakika fikse yapıldı. Kurutma ve fikse işleminin uygulandığı Mathis fikse makinesi Şekil 3.2'de gösterilmiştir.



Şekil 3.2. Mathis fikse makinesi

### 3.2.1.2. Kumaşların tungsten ile kaplanması

Tungsten (W), diğer adı volfram olan çok sert, ağır ve sıcaklığa dayanıklı bir metaldir. Çelik grisi ve beyaz renktedir. Saf tungsten birçok çelikten daha fazla sertliğe sahiptir, ayrıca kolayca işlenebilir. Aşınma direnci yüksektir, ısı ve elektrik iletkenliği iyidir. Oksijen, asit ve alkalilere karşı uzun süre dirençlidir. Yoğunluğu ortalama  $19.25 \text{ gr/cm}^3$ 'tür. Erime noktası  $3410^\circ\text{C}$ , kaynama noktası  $5555^\circ\text{C}$ 'dir (Eskier, 2017).

Ampul tellerinde, otomotiv, uçak, gemi, iş makinelerinde, uzay teknolojisinde, silah ve savunma sanayisinde, platin ve altına alternatif olarak takı ve mücevherlerde, televizyon tüplerinde, X ışını cihazlarında, radyasyon önleyici ekranlarda kullanılmaktadır (Eskier, 2017).

Bu çalışmada radyasyon koruyucu özelliğe sahip olması nedeniyle tungsten tercih edilmiştir. Baymet Dış Ticaret Limited Şirketinden temin edilen 100-140 mikron boyutunda olan %40 oranındaki tungsten ve %60 oranındaki Tubicoat CRO tekstil kaplama kimyasalı homojen bir karışım elde edilinceye kadar 15 dakika karıştırıldı. Düz bir zemine yerleştirilmiş kumaşın üzerine şablon konularak elde edilen karışım rakle yardımı ile kumaşlara kaplandı. Kaplama yapıldıktan sonra Mathis marka fikse makinesinde  $80^\circ\text{C}$ 'de 10 dakika kurutma ve  $100^\circ\text{C}$ 'de 3 dakika fikse yapıldı. Kaplama işleminden sonra kurutma ve fikse



işlemi uygulanmış baryum sülfat (a) ve tungsten (b) ile kaplanmış kumaşlar Şekil 3.3' de gösterilmiştir.



(a)

(b)

Şekil 3.3. Baryum sülfat (a) ve tungsten (b) ile kaplanmış kumaşlar

### 3.2.2. Kumaşların nano gümüş ile emdirilme işlemi

Tekstil ürünlerine işlem banyosu içerisinde kısa sürede ve kısa flote oranında aplikasyon yapılması işlemine emdirme denir. Belli basınçtaki silindirler arasına hazırlanan çözelti dökülerek kumaş numunelerine emdirme işlemi uygulanır. Emdirme işlemi etkileyen faktörler; sıkma silindiri, tekstil lifinin cinsi, tekstil ürününün önceden gördüğü işlemler, geçiş hızı, işlem banyosunun sıcaklığıdır (Anonim, 2017).

Nano gümüş, gümüş elementini milimetrenin milyarda birine parçalayarak partikül haline getirilmesi ile elde edilir. Nano gümüş partikülleri, antimikrobiyel özelliğe sahip olması nedeniyle sağlık açısından oldukça önemlidir (Altuner, 2013). Bu partiküller karşılaştığı bakteri ve mikrobu hücre zarından kolayca geçebilmekte, bakteri ve mikrobu DNA'sı bozulmaktadır. Her 5 saniyede üreyen mikropların ve her 20 dakikada bir ikiye katlanan bakterilerin üremesi nano gümüş ile önlenmektedir (Aydın ve İnanç, 2012). Böylece kumaşa uygulanan nano gümüş ile antimikrobiyel özellik kazandırılır.

Gümüş 650'den fazla mikroorganizmaya karşı etkilidir (Süpüren vd., 2006). Gümüş bu özelliği ile ürüne koku giderici bir özellikte kazandırır. Bakteri ve mikroplara karşı olan bu etkilerinin yanı sıra belli bir oranda kullanımı insan

vücuduna zarar vermez. Bu yüzden yapay insan uzuvlarında yüzey kaplama malzemesi olarak gümüş iyonları kullanılmaktadır. Nano gümüş uygulanmış çoraplar ayaktaki kan dolaşımını dengeler, mantar ve egzama rahatsızlığının tedavisinde destek ürün olarak tavsiye edilmektedir (Altuner, 2013).

Bu çalışmada kumaşlara antibakteriyel özellik kazandırmak için nano gümüş kullanılmıştır. Pamuk, pamuk-poliester ve poliester kumaşlara NANOKAR® Nano Teknolojik Malzemelerden temin edilen 20-25nm boyutunda nano gümüş uygulanmıştır. %1 nano gümüş (Bilget, 2013) saf su (El-Rafie vd.,2010) ile karıştırılıp, flotte oranı %100 (El-Rafie vd.,2010) olacak şekilde iki bar basınçlı silindirler arasına hazırlanan çözelti dökülerek kumaş numuneleri Ataç marka FY 350 model fulardan geçirilerek emdirme işlemi gerçekleştirilmiştir. Kumaşlar Mathis marka fiksaj makinesinde 80°C'de 15 dakika kurutma ve 100°C'de 3 dakika fikse edildi. Şekil 3.4'te kumaşa nano gümüşün uygulanma işlemi gösterilmiştir.



Şekil 3.4. Ataç marka FY 350 model fulard

Düz bir zemine yerleştirilmiş nano gümüş uygulanmış kumaşların üzerine şablon konularak % 40 baryum sülfat- %60 Tubicoat CRO tekstil kaplama kimyasalı ve %40 tungsten- %60 Tubicoat CRO tekstil kaplama kimyasalı olacak şekilde hazırlanmış homojen karışım rakle yardımı ile kumaşlara kaplandı. Baryum sülfat ile kaplama yapıldıktan sonra Mathis marka fiksaj makinesinde 80°C'de 15 dakika kurutma ve 100°C'de 3 dakika fikse yapıldı. Tungsten ile

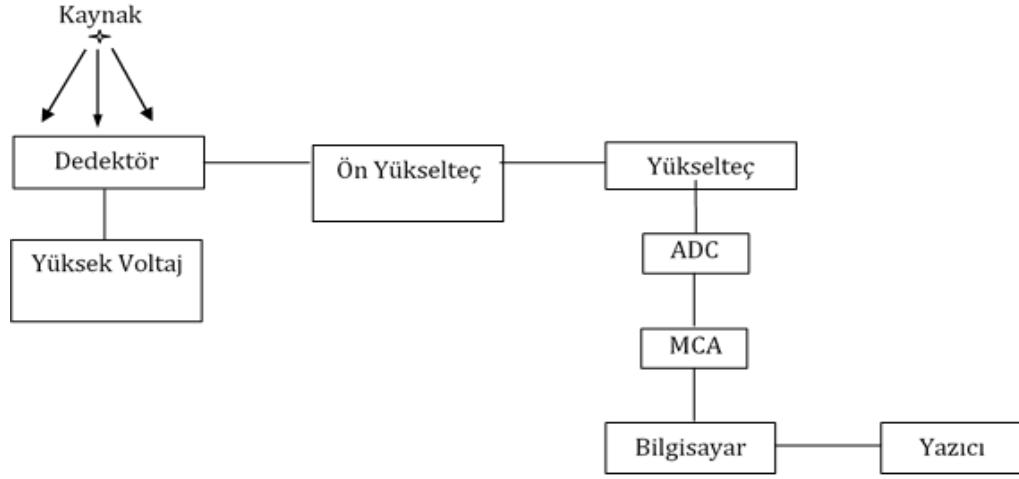
kaplama yapıldıktan sonra Mathis marka fiksaj makinesinde 80°C'de 10 dakika kurutma ve 100°C'de 3 dakika fikse yapıldı.

### 3.2.3. Kumaşlara radyasyon zırlama işleminin uygulanması

Kumaşlara radyasyon zırlama işlemleri Kastamonu Üniversitesi Merkezi Araştırma Laboratuvarında gerçekleştirildi. ORTEC marka, GEM50P4-83 model yüksek saflıkta Ge dedektörü ile (Şekil 3.5) tıbbi uygulamalarda yaygın olarak kullanılan  $\gamma$  ışını yayan  $^{137}\text{Cs}$  kaynağına karşı kumaşların radyasyon zırlama özellikleri ölçüldü. Numunelere 600 saniye radyasyon zırlama işlemi uygulandı. Gama spektrometre ölçüm sistemi (Şekil 3.6) dedektör, önyükselteç, spektroskopi yükselteci, analog sayımları elektronik sinyallere dönüştüren ADC sistemi, çok kanallı analizörden (MCA) oluşmaktadır (Kurnaz, 2009).



Şekil 3.5. ORTEC marka, GEM50P4-83 model Ge dedektörü



Şekil 3.6. Gama spektrometre ölçüm sistemi (Kurnaz, 2009)

### 3.2.3.1. Gama spektrometre ölçüm sistemindeki elemanlar

**Dedektör:** Gelen fotonun kristal ile etkileşerek enerjisini kaybetmesi sonucunda kristalde elektron boşluk çiftleri oluşur. Dedektöre uygulanan yüksek voltajdan meydana gelen elektrik alanı ile diotlara sürüklenir. Bu yük gelen radyasyonun enerjisi ile orantılı olarak birikir ve meydana gelen voltaj pulsu analizörde ölçülebilir hale gelir (Kurnaz, 2009).

**Yüksek Voltaj Ünitesi:** Dedektörün yük birikimi için gerekli alanı oluşturarak gerilim sağlar (Kurnaz, 2009).

**Ön yükselteç:** Dedektörden gelen pulsları voltaj sinyaline dönüştürerek pulsları büyütür. Dedektör ile elektronik devre arasında öz direnç uyumu sağlamaktadır (Kurnaz, 2009).

**Yükselteç:** Puls yüksekliği analizi yapabilecek şekilde ön yükselteçten gelen pulsların yükseltilmesini sağlayarak en iyi enerji ayrılması sağlanır. Yükselticiler, sinyalin pik kısmı tamamen pozitif ya da negatif olan unipolar çıkışa ve sinyalin pik kısmının hem pozitif hem negatif bileşene sahip olan bipolar bileşenden oluşabilir (Kurnaz, 2009).

**Analog Dijital Çevirici (ADC):** Genlikleri ile orantılı olarak Spektroskopi yükseltecinden gelen sinyalleri sayısal sisteme dönüştürür, puls yüksekliği analizinde kullanılır (Kurnaz, 2009).

**Çok Kanallı Analizör (MCA):** Her gelen puls sayısal değere çevrilir, genliği ile orantılı olarak belli bir enerjiye karşılık gelen hafıza kanalına yerleştirilir. Gelen pulsların sayım esnasında birikmesi ile pikler oluşur (Kurnaz, 2009).

Bu çalışmada kullanılan  $^{137}\text{Cs}$  kaynağının özellikleri;

**Enerji (keV):** 661,6 keV

**Yarı-ömür (gün):** 11022 gün (Yaklaşık 30,17 yıl)

**Bolluk (%):** %85

**Yayınladığı Radyasyon Türü:**  $\gamma$  (Kurnaz, 2009).

#### **3.2.4. Kumaşlara antibakteriyel testlerin uygulanması**

Kaplama ve emdirme işlemi uygulanmış pamuk, pamuk-poliester, poliester kumaşların antibakteriyel testleri, Uludağ Üniversitesi Tıp Fakültesi Tıbbi Mikrobiyoloji Anabilim Dalı Mikrobiyoloji Laboratuvarında AATCC 147 ve AATCC 100 antibakteriyel test yöntemi kullanılarak yapılmıştır. Bu çalışmada antibakteriyel test uygulamasında, gram-pozitif *Staphylococcus aureus* (ATCC 6538) ve gram-negatif *Escherichia coli* (ATCC 35218) bakterileri kullanılmıştır.

*S.aureus*, insanlarda birçok enfeksiyona neden olan ve hastanelerde çapraz enfeksiyonun ana nedeni olup en sık görülen bakterilerden biridir. Ortam şartlarına oldukça dayanıklı olduklarından ortamda yaygın olarak bulunur. Burun ve boğaz boşluğunda, dışkılarda, ciltteki apseli yaralarda, sivilcelerde, gıda işletmelerinde, hastane ortamlarında yaygın olarak görülmektedir (Hacıbektaşoğlu vd., 1993; Orhan, 2007).

*E.coli*, tekstil yüzeyleri ile temas halinde bulunan el ve ayak parmakları, ayak tabanları, kafa derisi, koltuk altı, avuç içleri ve dışkıda bulunan bir bakteridir (Orhan, 2007).

#### **3.2.4.1. AATCC 147 Antibakteriyel test metodu**

Bu yöntem ile numunenin antibakteriyel etki gösterip göstermediği kalitatif (nitel) olarak tespit edilmektedir.

İçerisinde agar bulunan petri kaplarına *Staphylococcus aureus* (ATCC 6538) ve *Escherichia coli* (ATCC 35218) bakterileri ile hazırlanan bakteri konsantrasyonu aşılanmıştır. *Staphylococcus aureus* (ATCC 6538) bakterisi için  $3,52 \times 10^5$  (log 5,55) cfu/ml bakteri konsantrasyonu, *Escherichia coli* (ATCC 35218) bakterisi için  $3,75 \times 10^5$  (log 5,57) cfu/ml bakteri konsantrasyonu kullanılmıştır. Aşılanan bakteri kolonileri ile temas edecek şekilde kumaşlar kesilip petri kaplarına yerleştirilmiştir. Kumaşlar 37°C'de 24 saat etüvde bekletilerek bakterilerin üremesi sağlanmıştır. 24 saat etüvde bekleyen numunelerde kumaş üzerinde inhibisyon alanı oluşuyorsa numunenin antibakteriyel özelliğe sahip olduğu, inhibisyon alanı oluşmuyorsa numunenin antibakteriyel özelliğe sahip olmadığı anlaşılmaktadır (Altınok, 2008).

#### **3.2.4.2. AATCC 100 Antibakteriyel test metodu**

AATCC 147 antibakteriyel test yöntemi nitel bir metot olup kumaşın hangi oranda antibakteriyel özellik kazandığı konusunda yetersizdir. Bu yüzden AATCC 147 antibakteriyel test metodu uygulandıktan sonra, antibakteriyel özelliğin kantitatif (nicel) olarak tespit edilmesi için AATCC 100 antibakteriyel test metodu da uygulanmıştır.

*S. aureus* (ATCC 6538) ve *E. coli* (ATCC 35218) bakterileri ile hazırlanan bakteri konsantrasyonundan 1 ml alınarak 24mm yarıçapında kesilen kumaşlara nüfuz etmesi için steril ve kapaklı bir kaba konulur, 100 ml steril distile su eklenir ve 1 dakika çalkalanır. Elde edilen bu numune "0 zamanındaki numune" olarak

adlandırılır. 1 mikro litre sıvı bu numuneden alınarak ekim yapılır. Petri kabında görülen bakterilere “0 zamanındaki bakteri sayısı” denir. Diğer numune 37°C’de 24 saat etüvde bekletildikten sonra 100 ml steril distile su eklenir ve 1 dakika çalkalanır. Elde edilen bu numuneye ise “24 zamanındaki numune” olarak adlandırılır. 1 mikro litre sıvı bu numuneden alınarak ekim yapılır. Petri kabında görülen bakterilere “24 zamanındaki bakteri sayısı” denir. AATCC 100 antibakteriyel test metodu sonucunda bakterilerdeki azalma miktarı yüzde olarak aşağıdaki formül ile hesaplanmaktadır (Altınok, 2008).

Bakteri azalma oranı (%) =  $[(A - B)/A] \cdot 100$

A: Başlangıç anındaki ortalama bakteri sayısı.

B: Çalkalama sonundaki ortalama bakteri sayısı (Razaq, 2003) (3.1)

Kaplama yapılmış pamuk ve pamuk-poliester kumaşlarda 1 gram ağırlığındaki her bir örneğe aktarılan *S. aureus* (ATCC 6538) bakteri konsantrasyonu  $3,52 \times 10^5$  (log 5,55) cfu/ml, kaplama yapılmış poliester kumaşlarda 1 gram ağırlığındaki her bir örneğe aktarılan bakteri konsantrasyonu  $5,55 \times 10^4$  (log 4,74) cfu/ml olarak hesaplanmıştır.

Kaplama yapılmış pamuk ve pamuk-poliester kumaşlarda 1 gram ağırlığındaki her bir örneğe aktarılan *E. coli* (ATCC 35218) bakteri konsantrasyonu  $3,75 \times 10^5$  (log 5,57) cfu/ml, kaplama yapılmış poliester kumaşlarda 1 gram ağırlığındaki her bir örneğe aktarılan bakteri konsantrasyonu  $1,41 \times 10^5$  (log 5,15) cfu/ml olarak hesaplanmıştır.

### 3.2.5. Kopma Mukavemeti Testi

Kumaşların üretim ve kullanım esnasında maruz kalacağı dirençlere karşı belli bir dayanıklılığa sahip olması gerekir (Altınay, 2012). Tungsten ve baryum sülfat kaplı kumaşların dayanıklılığını tespit etmek için Süleyman Demirel Üniversitesi Tekstil Mühendisliği Laboratuvarında bulunan Llyod marka LR5K model mukavemet test cihazında TS EN ISO 13934-1 standardına göre kopma

mukavemeti testi uygulanmıştır. Şekil 3.7'de kaplama kumaşa kopma mukavemeti testinin uygulanışı gösterilmiştir.



Şekil 3.7. Kaplama kumaşa kopma mukavemeti testinin uygulanışı

Eni 5 cm boyu 20 cm olacak şekilde kesilen kumaşlardan 5 adet atkı 5 adet çözgü yönünde olmak üzere toplam 10 tane numune alınır. Alt çene sabit üst çene hareketli olan kopma mukavemeti cihazına çeneler arası mesafe 100mm, cihazın test hızı 100mm/dakika olacak şekilde ayarlandıktan sonra numuneler çeneler arasına yerleştirilir ve numuneler kopana kadar yük uygulanır. Elde edilen verilerin atkı ve çözgü yönünde ayrı ayrı aritmetik ortalaması alınır (Ergen, 2010; Gencer, 2015).

### 3.2.6. Yıkama Haslığı Testi

Kumaşların yıkamaya karşı dayanımının tespiti ve antibakteriyel testler için önemli olan yıkama haslığı testi kumaşlara uygulanmıştır. Tungsten ve baryum sülfat kaplı kumaşların yıkama haslığını tespit etmek için Süleyman Demirel Üniversitesi Tekstil Mühendisliği Laboratuvarında bulunan Gyrowash yıkama makinesinde (Şekil 3.8) ISO 105-C06 standardında yıkama haslığı testi uygulanmıştır.





Şekil 3.8. Gyrowash yıkama makinesi

Kumaşlar eni 4 cm boyu 10 cm olacak şekilde kesilir. İki multifibre lif arasına konulan numuneler her bir tarafından dikilir. 1 litre saf su ve 4 gram/litre deterjan ile 40°C sıcaklıkta yıkama çözeltisi hazırlanır. Refakat bezi ile dikilmiş numuneler ve hazırlanan çözelti yıkama makinesindeki metal kavanozlara konulur ve 40°C sıcaklıkta 30 dakikada yıkama yapılır. Yıkama işlemi yapıldıktan sonra numuneler saf su ile durulanıp sıkılır, numunedeki dikişler sökülür ve oda sıcaklığında kurutma işlemi yapılır. Numunedeki solmayı ve refakat bezindeki lekelenmeyi tespit etmek ışık kabininde gri skala ile değerlendirme yapılır (Balcı, 2006; Kılınçarslan vd., 2015).

### 3.2.7. Sürtünme Haslığı Testi

Kumaşların kullanım sırasında maruz kalacağı sürtünmeye karşı dayanımının tespiti için sürtünme haslığı testleri uygulanmıştır. Tungsten ve baryum sülfat kaplı kumaşların sürtünme haslığını tespit etmek için Süleyman Demirel Üniversitesi Tekstil Mühendisliği Laboratuvarında bulunan “crockmetre” cihazında TS EN ISO 105-X12 standardına göre sürtünme haslığı testi uygulanmıştır. Şekil 3.9’da kaplama kumaşa crockmetre cihazında sürtünme haslığı testinin uygulanışı gösterilmiştir.



Şekil 3.9. Crockmetre cihazı

Eni 5 cm boyu 14 cm olacak şekilde kesilen kumaşlardan 2 adet atkı 2 adet çözümlü yönünde olmak üzere toplam 4 adet numune ve 5x5 cm boyutlarında 4 tane refakat bezi kullanılır. Test yaş ve kuru olmak üzere iki aşamada yapılır. Numune cihaza ve sürtme bezi cihazın baskı ayağına yerleştirilir. 9N'luk kuvvet uygulanarak 10 defa ileri 10 defa geri olmak üzere toplam 20 tane sürtünme hareketi uygulanır. Yaş sürtünmede ise refakat bezi kendi ağırlığı kadar ıslatılıp, sürtünme işleminden sonra oda sıcaklığında kurutulur. Sonuçlar refakat bezindeki akmaya göre gri skala ile değerlendirilir (Balcı, 2006).

### 3.2.8. SEM analizi

Çalışmada kullanılan kumaşların morfolojik yapısını incelemek amacıyla, kumaşlara Süleyman Demirel Üniversitesi Yenilikçi Teknolojiler Araştırma ve Uygulama Merkezi'nde Quanta FEG 250 SEM cihazı (Şekil 3.10) ile SEM analizi uygulanmıştır.



Şekil 3.10. Quanta FEG 250 Sem cihazı

#### 4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

Çalışmanın bu bölümünde kumaşların radyasyon zırlama, antibakteriyel etkinlik, kopma mukavemeti, yıkama haslığı, sürtünme haslığı, SEM analizi sonuçları verilmiş ve sonuçlar birbiri ile kıyaslanmıştır.

##### 4.1. Radyasyon Zırlama Sonuçları

Kumaşların  $^{137}\text{Cs}$  kaynağına karşı enerji düzeyleri Çizelge 4.1'de ve radyasyon zırlama değerleri (%) Şekil 4.1'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.1. Kumaşların  $^{137}\text{Cs}$  (662keV) kaynağına karşı parçacık sayısı

	Saniyede Gelen Parçacık Sayısı	Saniyede Soğurulan Parçacık Sayısı	Yüzdesi
<b>Numuneler</b>			
Pamuk	156194±397	12136	%7.3
Pamuk-Nano gümüş	165191±408	3319	%1.9
Pamuk-Baryum Sülfat	151571±391	16939	%10
Pamuk-Nano gümüş-Baryum Sülfat	153143±393	15367	%9.1
Pamuk-Tungsten	149812±389	18698	%11
Pamuk-Nano gümüş-Tungsten	155194±396	13316	%7.9
Pamuk/Poliester	155290±396	13220	%7.8
Pamuk/Poliester-Nano gümüş	165324±408	3186	%1.8
Pamuk/Poliester-Baryum Sülfat	142279±379	26231	%15
Pamuk/Poliester-Nano gümüş-Baryum Sülfat	156186±397	12324	%7.3
Pamuk/Poliester-Tungsten	146518±384	21992	%13
Pamuk/Poliester-Nano gümüş-Tungsten	152216±392	16294	%9.6

Çizelge 4.1. Kumaşların <sup>137</sup>Cs kaynağına karşı parçacık sayısı (Devam)

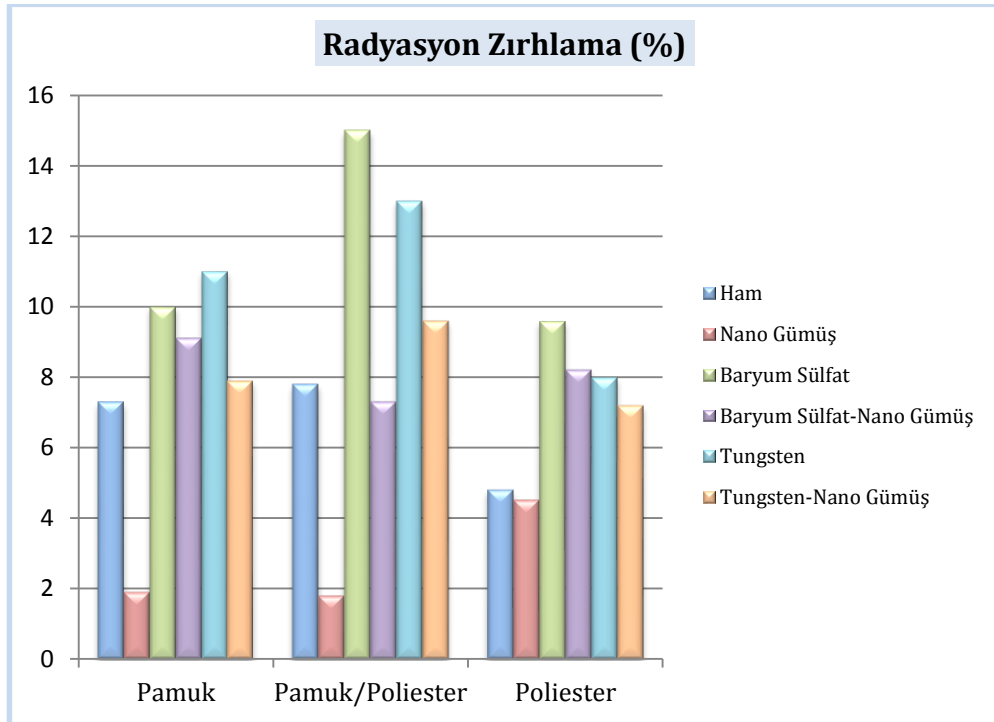
Poliester	160286±402	8224	%4.8
Poliester-Nano gümüş	160894±403	7616	%4.5
Poliester-Baryum Sülfat	152266±392	16244	%9.6
Poliester-Nano gümüş-Baryum Sülfat	154578±395	13932	%8.2
Poliester-Tungsten	155022±396	13488	%8
Poliester-Nano gümüş-Tungsten	156355±397	12155	%7.2

$$\text{Radyasyon Zırlama (\%)} = [(I_0 - I) / I_0] \cdot 100$$

$I_0$ : Kumaş üzerine gelen fotonların soğurulma olmadan önceki şiddeti

$I$ : Kumaştan soğurulmadan geçen fotonların şiddeti (4.1)

Çizelge 4.1'de <sup>137</sup>Cs kaynağının enerjisi ve kumaşların <sup>137</sup>Cs kaynağına karşı enerji değerleri gösterilmiştir. Her kumaşın ne kadar zırlama yaptığı <sup>137</sup>Cs kaynağının enerjisinden kumaşın enerjisi çıkarılarak bulunur.



Şekil 4.1. Kumaşların radyasyon zırlama değerlerinin karşılaştırılması

Şekil 4.1’de kumaşların enerjilerinin yüzde olarak hesaplanması grafik üzerinde gösterilmiştir. <sup>137</sup>Cs kaynağına karşı baryum sülfat ve tungstenin kumaşların radyasyon zırlama özelliğini arttırdığı, nano gümüşün ise kumaşların radyasyon zırlama özelliğini azalttığı görülmüştür.

Tungsten ile kaplanmış pamuklu kumaşın, baryum sülfat ile kaplanmış pamuklu kumaşa göre daha fazla radyasyon koruyucu özellik kazandığı görülmüştür. Nano gümüş ve baryum sülfat uygulanmış pamuklu kumaşın, nano gümüş ve tungsten uygulanmış pamuklu kumaşa göre daha iyi radyasyon zırlama özelliğine sahip olduğu görülmüştür.

Baryum sülfat ile kaplanmış pamuk/poliester kumaşın, tungsten ile kaplanmış pamuk/poliester kumaşa göre daha fazla radyasyon koruyucu özellik kazandığı görülmüştür. Nano gümüş ve tungsten uygulanmış pamuk/poliester kumaşın, nano gümüş ve baryum sülfat uygulanmış pamuk/poliester kumaşa göre daha iyi radyasyon zırlama özelliğine sahip olduğu görülmüştür.

Baryum sülfat ile kaplanmış poliester kumaşın, tungsten ile kaplanmış poliester kumaşa göre daha fazla radyasyon koruyucu özellik kazandığı görülmüştür. Nano gümüş ve baryum sülfat uygulanmış poliester kumaşın, nano gümüş ve tungsten uygulanmış poliester kumaşa göre daha iyi radyasyon zırlama özelliğine sahip olduğu görülmüştür.

## **4.2. Antibakteriyel Test Sonuçları**

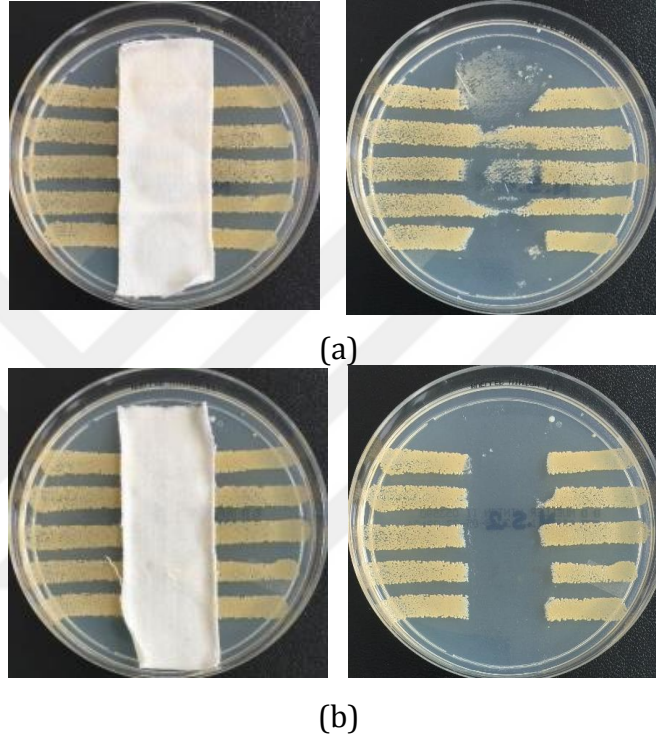
*Staphylococcus aureus* (ATCC 6538) ve *Escherichia coli* (ATCC 35218) bakterileri kullanılarak kumaşlara AATCC 147 ve AATCC 100 antibakteriyel test metotları uygulanmıştır.

### **4.2.1. AATCC 147 Antibakteriyel test sonuçları**

AATCC 147 Antibakteriyel test metodunda sonuçlar incelendiğinde numunelerin bakterilere karşı antibakteriyel etkinlikleri sol tarafta numune ile

beraber, sağ tarafta ise numune yüzeyindeki bakteri üremesini tespit etmek için numune kaldırılmış şekilde gösterilmiştir.

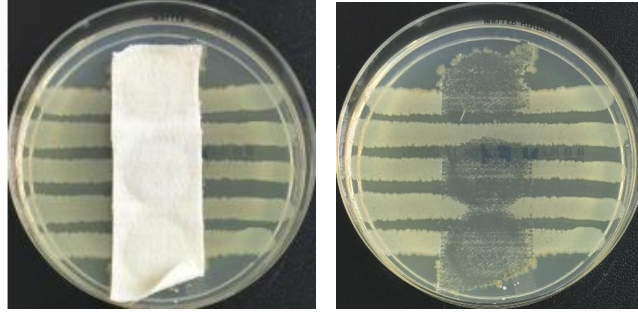
Şekil 4.2’de kaplama ve emdirme işlemi uygulanmamış pamuk kumaşın (a) ve nano gümüş uygulanmış pamuk kumaşın (b) *S. aureus* bakterisine karşı antibakteriyel etkinlikleri gösterilmiştir.



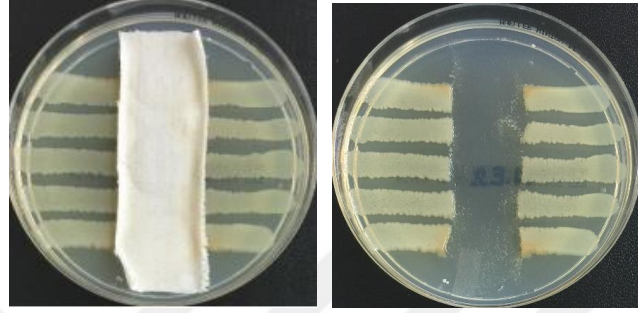
Şekil 4.2. Kaplama ve emdirme işlemi uygulanmamış pamuk kumaşın (a) ve nano gümüş uygulanmış pamuk kumaşın (b) *S. aureus* bakterisine karşı antibakteriyel etkinlikleri

Şekil 4.2’te kumaşların *S. aureus* bakterisine karşı antibakteriyel etkinlikleri incelendiğinde pamuklu kumaşın yüzeyinde ve numune çevresinde üreme olduğu, nano gümüş uygulanmış pamuklu kumaşın yüzeyinde üreme olmadığı ve numune çevresinde ise kısmen üreme olmadığı görülmüştür.

Şekil 4.3’de kaplama ve emdirme işlemi uygulanmamış pamuk kumaşın (a) ve nano gümüş uygulanmış pamuk kumaşın (b) *E. coli* bakterisine karşı antibakteriyel etkinlikleri gösterilmiştir.



(a)

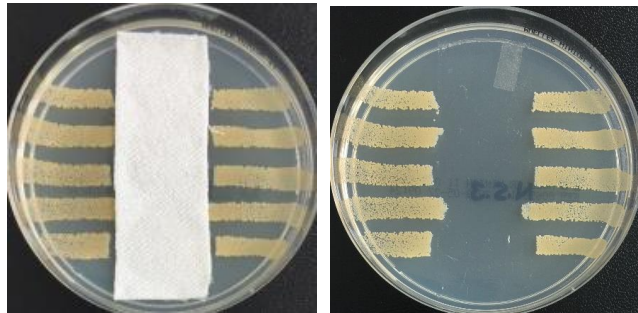


(b)

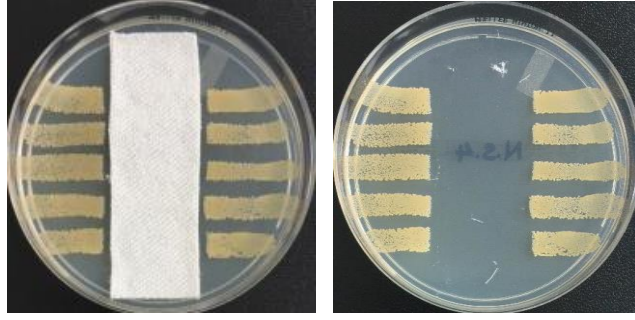
Şekil 4.3. Kaplama ve emdirme işlemi uygulanmamış pamuk kumaşın (a) ve nano gümüş uygulanmış pamuk kumaşın (b) *E.coli* bakterisine karşı antibakteriyel etkinlikleri

Şekil 4.3'de kumaşların *E. coli* bakterisine karşı antibakteriyel etkinlikleri incelendiğinde pamuklu kumaşın yüzeyinde ve çevresinde üreme olduğu, nano gümüş uygulanmış pamuklu kumaşın yüzeyinde üreme olmadığı ve numune çevresinde üreme olduğu görülmüştür.

Şekil 4.4'de kaplama ve emdirme işlemi uygulanmamış pamuk/poliester kumaşın (a) ve nano gümüş uygulanmış pamuk/poliester kumaşın (b) *S. aureus* bakterisine karşı antibakteriyel etkinlikleri gösterilmiştir.



(a)

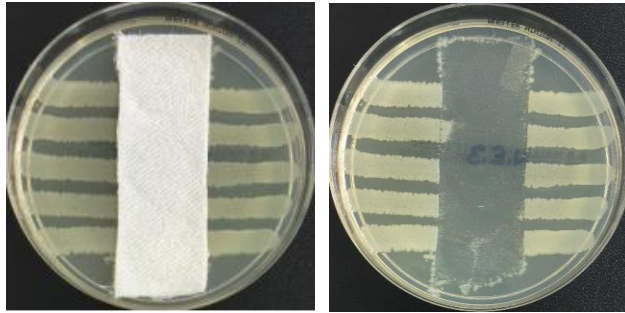


(b)

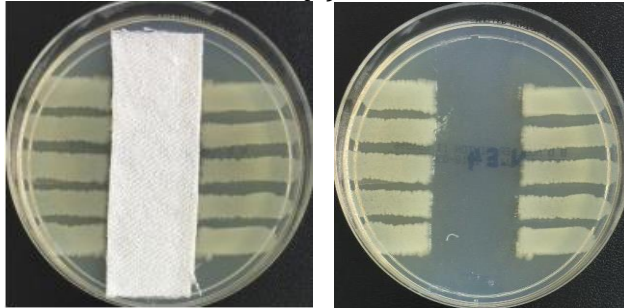
Şekil 4.4. Kaplama ve emdirme işlemi uygulanmamış pamuk/poliester kumaşın (a) ve nano gümüş uygulanmış pamuk/poliester kumaşın (b) *S. aureus* bakterisine karşı antibakteriyel etkinlikleri

Şekil 4.4'te kumaşların *S. aureus* bakterisine karşı antibakteriyel etkinlikleri incelendiğinde pamuk/poliester kumaşın ve nano gümüş uygulanmış kumaşın yüzeyinde ve çevresinde üreme olmadığı görülmüştür.

Şekil 4.5'de kaplama ve emdirme işlemi uygulanmamış pamuk/poliester kumaşın (a) ve nano gümüş uygulanmış pamuk/poliester kumaşın (b) *E. coli* bakterisine karşı antibakteriyel etkinlikleri gösterilmiştir.



(a)



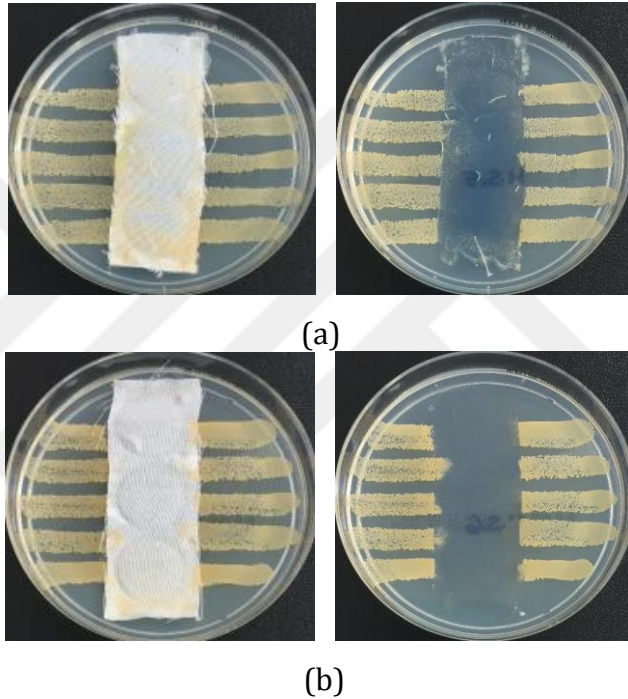
(b)

Şekil 4.5. Kaplama ve emdirme işlemi uygulanmamış pamuk/poliester kumaşın (a) ve nano gümüş uygulanmış pamuk/poliester kumaşın (b) *E.coli* bakterisine karşı antibakteriyel etkinlikleri



Şekil 4.5’de kumaşların *E. coli* bakterisine karşı antibakteriyel etkinlikleri incelendiğinde pamuk/poliester kumaşın yüzeyinde üreme olmadığı, numune çevresinde üreme olduğu; nano gümüş uygulanmış pamuk/poliester kumaşın yüzeyinde ve çevresinde üreme olmadığı görülmüştür.

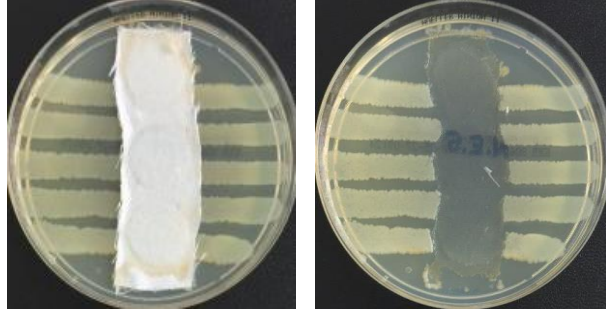
Şekil 4.6’da kaplama ve emdirme işlemi uygulanmamış poliester kumaşın (a) ve nano gümüş uygulanmış poliester kumaşın (b) *S. aureus* bakterisine karşı antibakteriyel etkinlikleri gösterilmiştir.



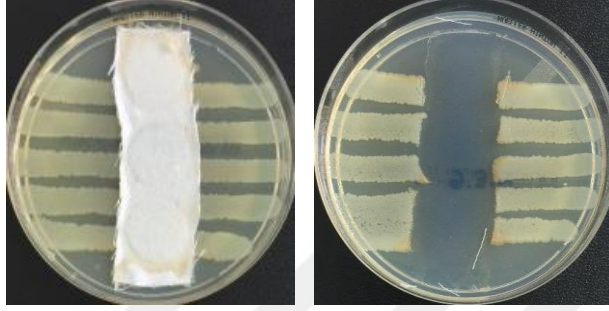
Şekil 4.6. Kaplama ve emdirme işlemi uygulanmamış poliester kumaşın (a) ve nano gümüş uygulanmış poliester kumaşın (b) *S. aureus* bakterisine karşı antibakteriyel etkinlikleri

Şekil 4.6’da kumaşların *S. aureus* bakterisine karşı antibakteriyel etkinlikleri incelendiğinde poliester kumaşın yüzeyinde üreme olmadığı, numune çevresinde üreme olduğu; nano gümüş uygulanmış poliester kumaşın yüzeyinde üreme olmadığı, numune çevresinde kısmen üreme olduğu görülmüştür.

Şekil 4.7’de kaplama ve emdirme işlemi uygulanmamış poliester kumaşın (a) ve nano gümüş uygulanmış poliester kumaşın (b) *E. coli* bakterisine karşı antibakteriyel etkinlikleri gösterilmiştir.



(a)

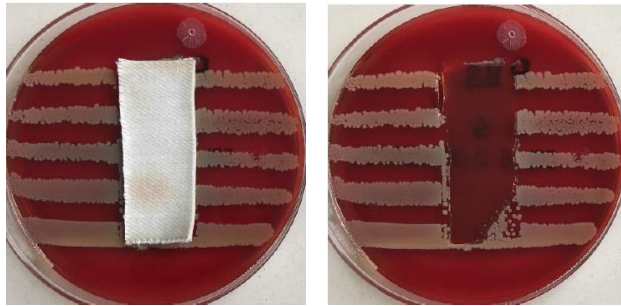


(b)

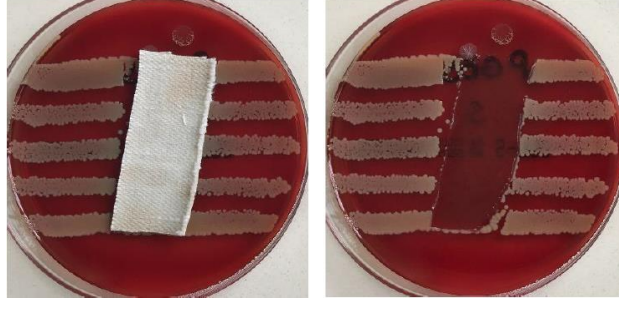
Şekil 4.7. Kaplama ve emdirme işlemi uygulanmamış poliester kumaşın (a) ve nano gümüş uygulanmış poliester kumaşın (b) *E.coli* bakterisine karşı antibakteriyel etkinlikleri

Şekil 4.7’de kumaşların *E. coli* bakterisine karşı antibakteriyel etkinlikleri incelendiğinde poliester kumaşın yüzeyinde üreme olmadığı, numune çevresinde üreme olduğu, nano gümüş uygulanmış poliester kumaşın yüzeyinde üreme olmadığı, numune çevresinde ise kısmen üreme olduğu görülmüştür.

Şekil 4.8’de baryum sülfat (a) ve baryum sülfat-nano gümüş (b) uygulanmış pamuklu kumaşın *S. aureus* bakterisine karşı antibakteriyel etkinlikleri gösterilmiştir.



(a)

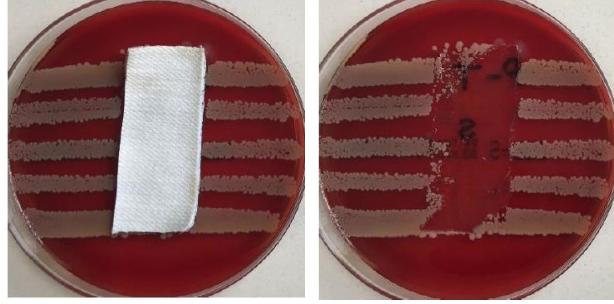


(b)

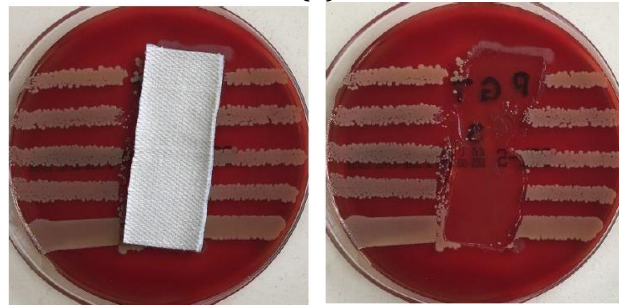
Şekil 4.8. Baryum sülfat (a) ve baryum sülfat-nano gümüş (b) uygulanmış pamuklu kumaşın *S. aureus* bakterisine karşı antibakteriyel etkinlikleri

Şekil 4.8 kumaşların *S. aureus* bakterisine karşı antibakteriyel etkinlikleri incelendiğinde baryum sülfat uygulanmış pamuklu kumaşın çevresinde bakteri üremesinin olduğu, numune yüzeyinde ise az miktarda bakteri üremesinin olduğu görülmüştür. Baryum sülfat-nano gümüş uygulanmış pamuklu kumaşın yüzeyinde ve çevresinde az miktarda bakteri üremesinin olduğu görülmüştür.

Şekil 4.9'da tungsten (a) ve tungsten-nano gümüş (b) uygulanmış pamuklu kumaşın *S. aureus* bakterisine karşı antibakteriyel etkinlikleri gösterilmiştir.



(a)

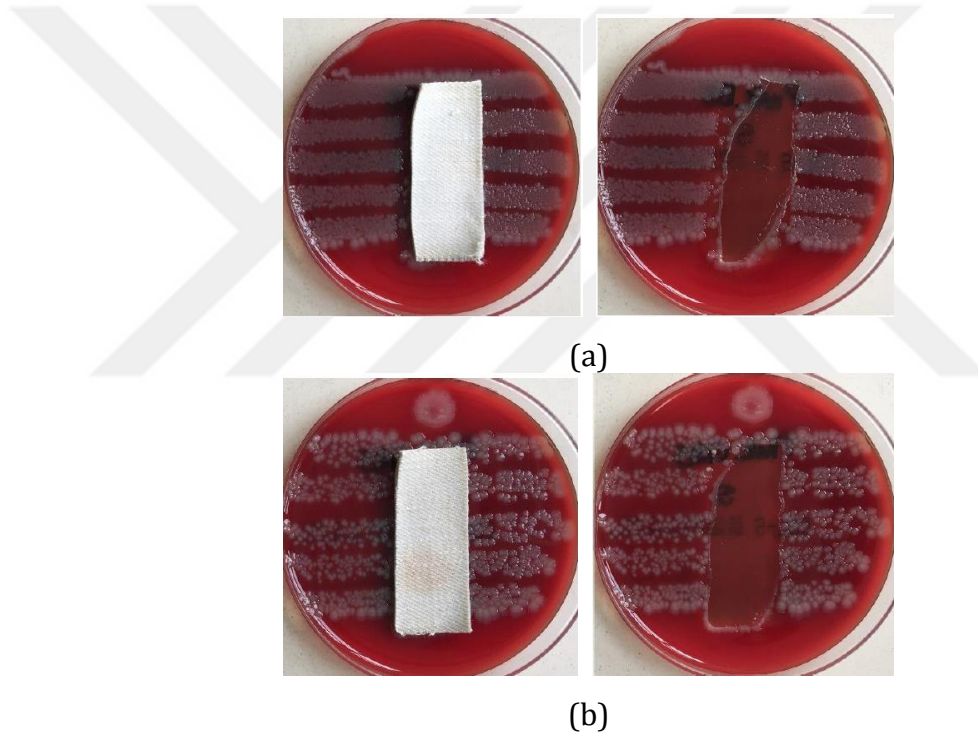


(b)

Şekil 4.9. Tungsten (a) ve tungsten-nano gümüş (b) uygulanmış pamuklu kumaşın *S. aureus* bakterisine karşı antibakteriyel etkinlikleri

Şekil 4.9'da kumaşların *S. aureus* bakterisine karşı antibakteriyel etkinlikleri incelendiğinde tungsten uygulanmış pamuklu kumaşın çevresinde bakteri üremesinin olduğu, kumaşın yüzeyinde ise az miktarda bakteri üremesinin olduğu görülmüştür. Tungsten-nano gümüş uygulanmış pamuklu kumaşın çevresinde bakteri üremesinin olduğu ve kumaşın yüzeyinde ise az miktarda bakteri üremesinin olduğu görülmüştür.

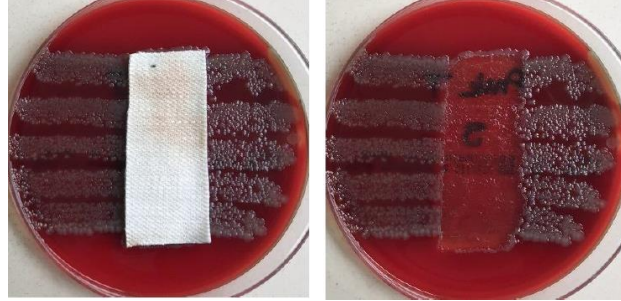
Şekil 4.10'da baryum sülfat (a) ve baryum sülfat-nano gümüş (b) uygulanmış pamuklu kumaşın *E. coli* bakterisine karşı antibakteriyel etkinlikleri gösterilmiştir.



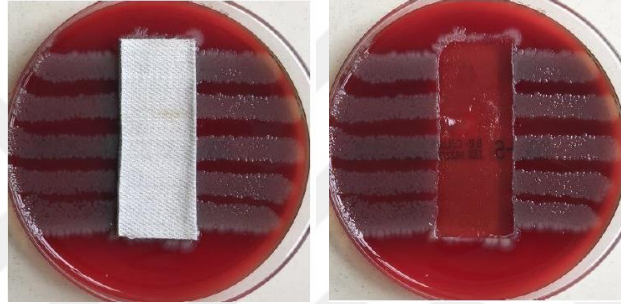
Şekil 4.10. Baryum sülfat (a) ve baryum sülfat-nano gümüş (b) uygulanmış pamuklu kumaşın *E. coli* bakterisine karşı antibakteriyel etkinlikleri

Şekil 4.10'da kumaşların *E. coli* bakterisine karşı antibakteriyel etkinlikleri incelendiğinde baryum sülfat uygulanmış pamuklu kumaşın çevresinde bakteri üremesinin olduğu ve numune yüzeyinde ise az miktarda bakteri üremesinin olduğu görülmüştür. Baryum sülfat-nano gümüş uygulanmış pamuklu kumaşın yüzeyinde bakteri üremesinin olmadığı, kumaşın çevresinde ise bakteri üremesinin olduğu görülmüştür.

Şekil 4.11'de tungsten (a) ve tungsten-nano gümüş (b) uygulanmış pamuklu kumaşın *E. coli* bakterisine karşı antibakteriyel etkinlikleri gösterilmiştir.



(a)

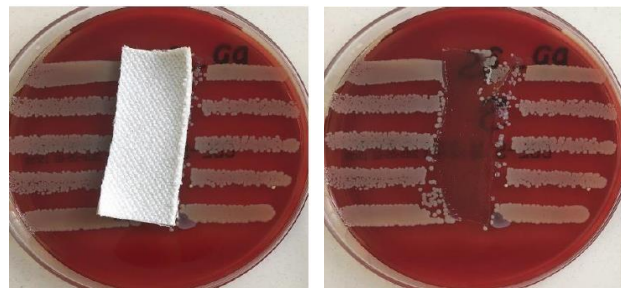


(b)

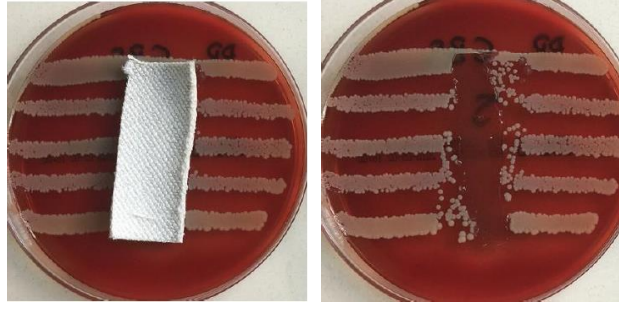
Şekil 4.11. Tungsten (a) ve tungsten-nano gümüş (b) uygulanmış pamuklu kumaşın *E. coli* bakterisine karşı antibakteriyel etkinlikleri

Şekil 4.11 kumaşların *E. coli* bakterisine karşı antibakteriyel etkinlikleri incelendiğinde tungsten ve tungsten-nano gümüş uygulanmış pamuklu kumaşın yüzeyinde bakteri üremesinin olmadığı, kumaşların çevresinde ise bakteri üremesinin olduğu görülmüştür.

Şekil 4.12'de baryum sülfat (a) ve baryum sülfat-nano gümüş (b) uygulanmış pamuk/poliester kumaşın *S. aureus* bakterisine karşı antibakteriyel etkinlikleri gösterilmiştir.



(a)

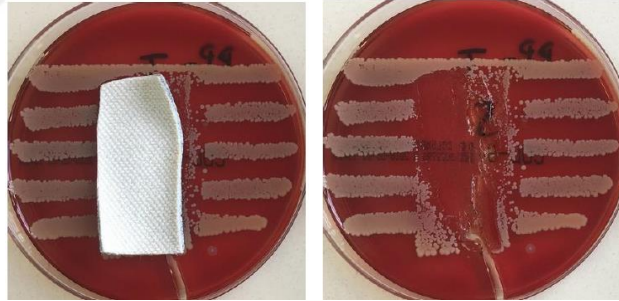


(b)

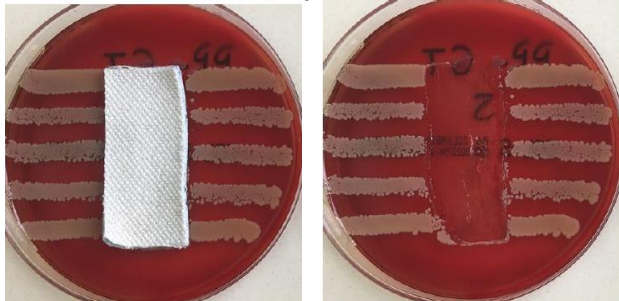
Şekil 4.12. Baryum sülfat (a) ve baryum sülfat-nano gümüş (b) uygulanmış pamuk/poliester kumaşın *S. aureus* bakterisine karşı antibakteriyel etkinlikleri

Şekil 4.12’de kumaşların *S. aureus* bakterisine karşı antibakteriyel etkinlikleri incelendiğinde baryum sülfat ve baryum sülfat-nano gümüş uygulanmış pamuk/poliester numune çevresinde bakteri üremesinin olduğu, numune yüzeyinin bir kısmında bakteri üremesinin olduğu görülmüştür.

Şekil 4.13’de tungsten (a) ve tungsten-nano gümüş (b) uygulanmış pamuk/poliester kumaşın *S. aureus* bakterisine karşı antibakteriyel etkinlikleri gösterilmiştir.



(a)

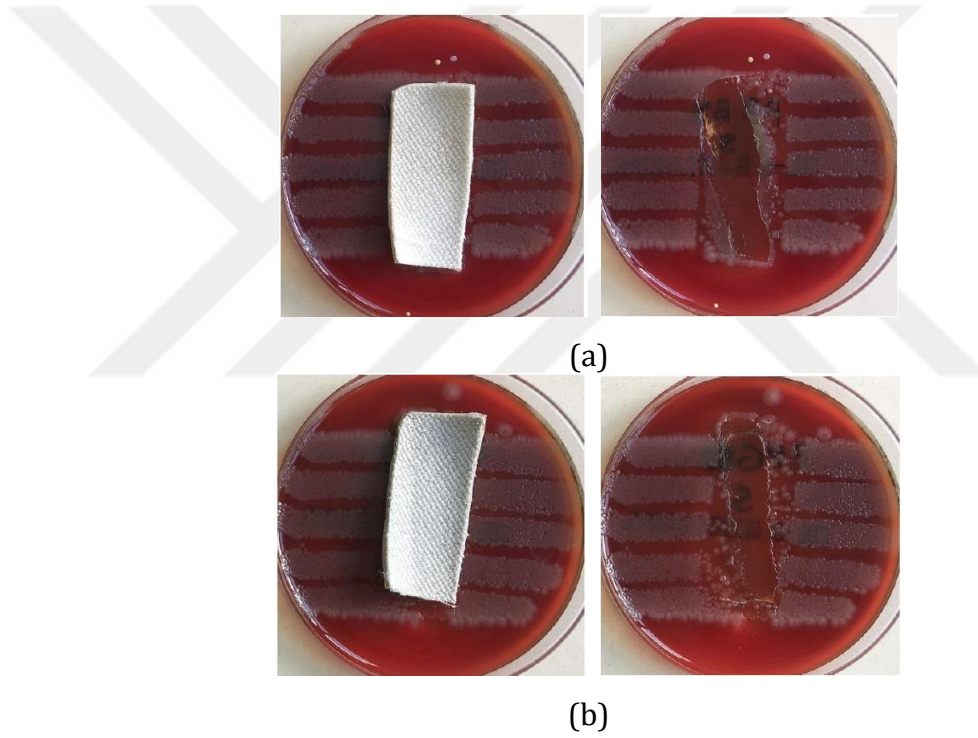


(b)

Şekil 4.13. Tungsten (a) ve tungsten-nano gümüş (b) uygulanmış pamuk/poliester kumaşın *S. aureus* bakterisine karşı antibakteriyel etkinlikleri

Şekil 4.13'de kumaşların *S. aureus* bakterisine karşı antibakteriyel etkinlikleri incelendiğinde tungsten ve tungsten-nano gümüş uygulanmış pamuk/poliester kumaşın çevresinde bakteri üremesinin olduğu, tungsten-nano gümüş uygulanmış numune yüzeyinde ise bakteri üremesinin olmadığı, tungsten uygulanmış numune yüzeyinin bir kısmında bakteri üremesinin olduğu görülmüştür.

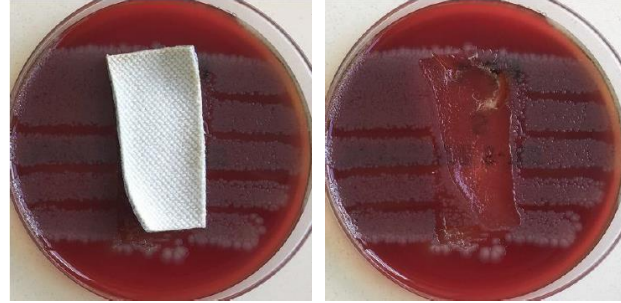
Şekil 4.14'de baryum sülfat (a) ve baryum sülfat-nano gümüş (b) uygulanmış pamuk/poliester kumaşın *E. coli* bakterisine karşı antibakteriyel etkinlikleri gösterilmiştir.



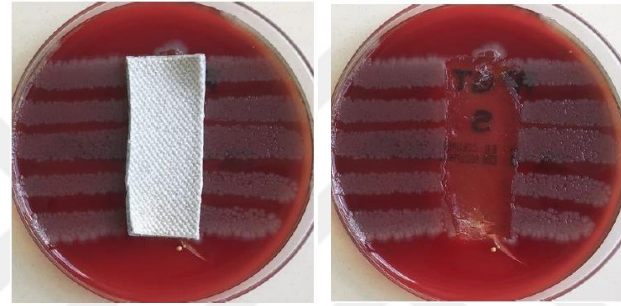
Şekil 4.14. Baryum sülfat (a) ve baryum sülfat-nano gümüş (b) uygulanmış pamuk/poliester kumaşın *E. coli* bakterisine karşı antibakteriyel etkinlikleri

Şekil 4.14'de kumaşların *E. coli* bakterisine karşı antibakteriyel etkinlikleri incelendiğinde baryum sülfat ve baryum sülfat-nano gümüş uygulanmış pamuk/poliester kumaşın çevresinde bakteri üremesinin olduğu, numune yüzeyinin ise bir kısmında bakteri üremesinin olduğu görülmüştür.

Şekil 4.15'te tungsten (a) ve tungsten-nano gümüş (b) uygulanmış pamuk/poliester kumaşın *E. coli* bakterisine karşı antibakteriyel etkinlikleri gösterilmiştir.



(a)



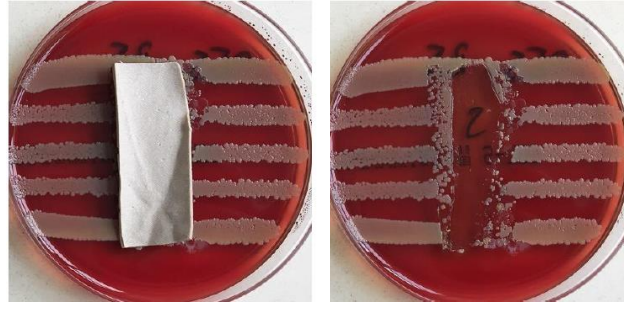
(b)

Şekil 4.15. Tungsten (a) ve tungsten-nano gümüş (b) uygulanmış pamuk/poliester kumaşın *E. coli* bakterisine karşı antibakteriyel etkinlikleri

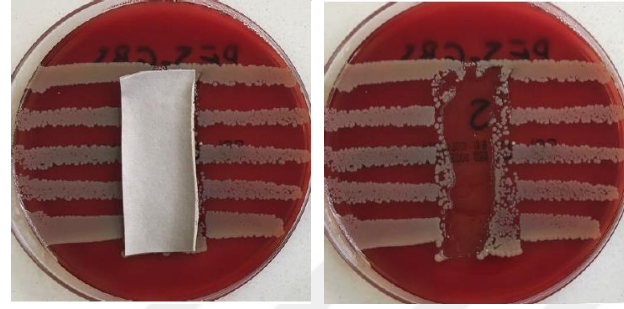
Şekil 4.15'te kumaşların *E. coli* bakterisine karşı antibakteriyel etkinlikleri incelendiğinde tungsten ve tungsten-nano gümüş uygulanmış pamuk/poliester kumaşın çevresinde bakteri üremesinin olduğu, tungsten uygulanmış kumaşın yüzeyinde kısmen bakteri üremesinin olduğu, tungsten-nano gümüş uygulanmış numunenin yüzeyinde ise çok az miktarda bakteri üremesinin olduğu görülmüştür.

Şekil 4.16'da baryum sülfat (a) ve baryum sülfat-nano gümüş (b) uygulanmış poliester kumaşın *S. aureus* bakterisine karşı antibakteriyel etkinlikleri gösterilmiştir.





(a)

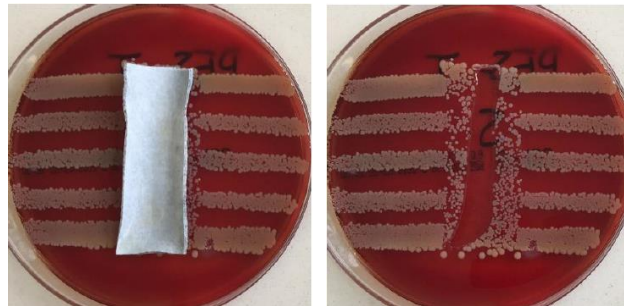


(b)

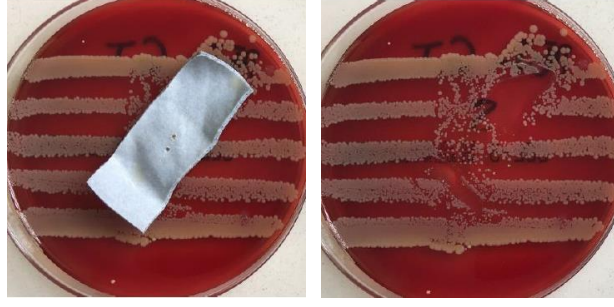
Şekil 4.16. Baryum sülfat (a) ve baryum sülfat-nano gümüş (b) uygulanmış poliester kumaşın göre *S. aureus* bakterisine karşı antibakteriyel etkinlikleri

Şekil 4.16'da kumaşların *S. aureus* bakterisine karşı antibakteriyel etkinlikleri incelendiğinde baryum sülfat ve baryum sülfat-nano gümüş uygulanmış poliester kumaşın çevresinde bakteri üremesinin olduğu, numune yüzeyinin bir kısmında bakteri üremesinin olduğu görülmüştür.

Şekil 4.17'de tungsten (a) ve tungsten-nano gümüş (b) uygulanmış poliester kumaşın *S. aureus* bakterisine karşı antibakteriyel etkinlikleri gösterilmiştir.



(a)

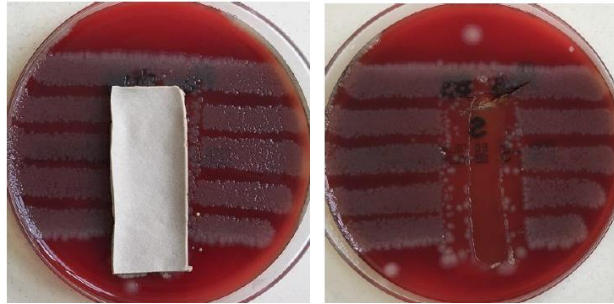


(b)

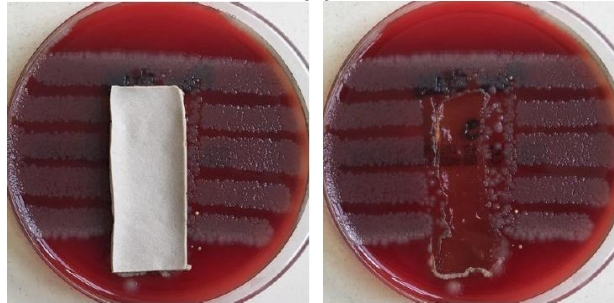
Şekil 4.17. Tungsten (a) ve tungsten-nano gümüş (b) uygulanmış poliester kumaşın *S. aureus* bakterisine karşı antibakteriyel etkinlikleri

Şekil 4.17'de kumaşların *S. aureus* bakterisine karşı antibakteriyel etkinlikleri incelendiğinde tungsten ve tungsten-nano gümüş uygulanmış poliester kumaşın çevresinde bakteri üremesinin olduğu, numune yüzeyinin bir kısmında bakteri üremesinin olduğu görülmüştür.

Şekil 4.18'de baryum sülfat (a) ve baryum sülfat-nano gümüş (b) uygulanmış poliester kumaşın *E. coli* bakterisine karşı antibakteriyel etkinlikleri gösterilmiştir.



(a)

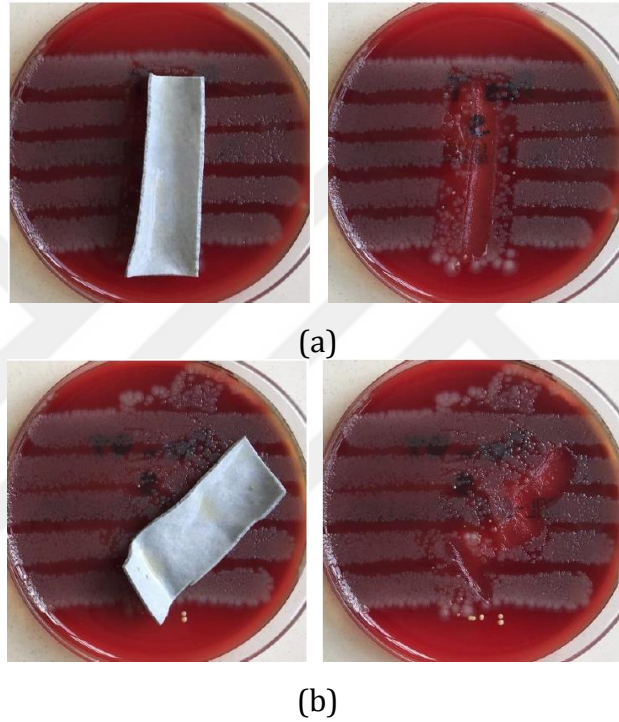


(b)

Şekil 4.18. Baryum sülfat (a) ve baryum sülfat-nano gümüş (b) uygulanmış poliester kumaşın *E. coli* bakterisine karşı antibakteriyel etkinlikleri

Şekil 4.18’de kumaşların *E. coli* bakterisine karşı antibakteriyel etkinlikleri incelendiğinde baryum sülfat ve baryum sülfat-nano gümüş uygulanmış poliester kumaşın çevresinde bakteri üremesinin olduğu, numune yüzeyinin bir kısmında bakteri üremesinin olduğu görülmüştür.

Şekil 4.19’da tungsten (a) ve tungsten-nano gümüş (b) uygulanmış poliester kumaşın *E. coli* bakterisine karşı antibakteriyel etkinlikleri gösterilmiştir.



Şekil 4.19. Tungsten (a) ve tungsten-nano gümüş (b) uygulanmış poliester kumaşın *E. coli* bakterisine karşı antibakteriyel etkinlikleri

Şekil 4.19’da kumaşların *E. coli* bakterisine karşı antibakteriyel etkinlikleri incelendiğinde tungsten ve tungsten-nano gümüş uygulanmış poliester kumaşın çevresinde bakteri üremesinin olduğu, numune yüzeyinin büyük bir kısmında bakteri üremesinin olduğu görülmüştür.

#### 4.2.2. AATCC 100 Antibakteriyel test sonuçları

Kumaşların AATCC 100 Antibakteriyel test metodunda (-) olarak ifade edilen % bakteri değerleri kumaş üzerinde bulunan bakteri sayısındaki azalmayı, (-) 100 değeri ise kumaş üzerindeki tüm bakterin öldüğünü ifade etmektedir. Çizelge

4.2 ve Çizelge 4.3'te kumaşların AATCC 100 Antibakteriyel test metoduna göre *S.aureus* ve *E.coli* bakterilerine karşı antibakteriyel etkinlikleri gösterilmiştir.

Çizelge 4.2. Kumaşların *S. aureus* bakterisine karşı antibakteriyel etkinlik değerleri

<b>Numuneler</b>	<b>Bakteri Azalması (%)</b>
Pamuk	-56,08
Pamuk-Nano gümüş	-100
Pamuk-Baryum Sülfat	-99,96
Pamuk-Nano gümüş-Baryum Sülfat	-100
Pamuk-Tungsten	-99,43
Pamuk-Nano gümüş-Tungsten	-99,35
Pamuk/Poliester	-99,45
Pamuk/Poliester-Nano gümüş	-99,86
Pamuk/Poliester-Baryum Sülfat	-99,78
Pamuk/Poliester-Nano gümüş-Baryum Sülfat	-100
Pamuk/Poliester-Tungsten	-99,46
Pamuk/Poliester-Nano gümüş-Tungsten	-99,57
Poliester	-99,50
Poliester-Nano gümüş	-100
Poliester-Baryum Sülfat	-94,59
Poliester-Nano gümüş-Baryum Sülfat	-99,18
Poliester-Tungsten	-89,18
Poliester-Nano gümüş-Tungsten	-95,57

Çizelgede 4.2 incelendiğinde *Staphylococcus aureus* bakterisinin kullanıldığı AATCC 100 Antibakteriyel test metodunda pamuk-nano gümüş-baryum sülfat ve pamuk/poliester-nano gümüş-baryum sülfat numunelerinde tüm bakterilerin öldüğü, diğer kaplama numunelerde de büyük oranda bakteri azalmasının olduğu ve antibakteriyel özelliğe sahip olduğu görülmüştür.

Çizelge 4.3. Kumaşların *E. coli* bakterisine karşı antibakteriyel etkinlik değerleri

<b>Numuneler</b>	<b>Bakteri Azalması(%)</b>
Pamuk	7,22
Pamuk-Nano gümüş	-99,98
Pamuk-Baryum Sülfat	118,18
Pamuk-Nano gümüş-Baryum Sülfat	-100
Pamuk-Tungsten	130,30
Pamuk-Nano gümüş-Tungsten	-99,58
Pamuk/Poliester	-17,53
Pamuk/Poliester-Nano gümüş	-100
Pamuk/Poliester-Baryum Sülfat	143,64
Pamuk/Poliester-Nano gümüş-Baryum Sülfat	-100
Pamuk/Poliester-Tungsten	180
Pamuk/Poliester-Nano gümüş-Tungsten	-99,70
Poliester	-38,14
Poliester-Nano gümüş	-100
Poliester-Baryum Sülfat	-88,39
Poliester-Nano gümüş-Baryum Sülfat	-98,19
Poliester-Tungsten	-74,19
Poliester-Nano gümüş-Tungsten	-100

Çizelgede 4.3 incelendiğinde *E.coli* bakterisinin kullanıldığı AATCC 100 Antibakteriyel test metodunda pamuk-nano gümüş-baryum sülfat, pamuk/poliester-nano gümüş, pamuk/poliester-nano gümüş-baryum sülfat, poliester-nano gümüş ve poliester-nano gümüş-tungsten numunelerinde tüm bakterilerin öldüğü, pamuk-baryum sülfat, pamuk-tungsten, pamuk/poliester-baryum sülfat, pamuk/poliester-tungsten numunelerinde bakteri artışının olduğu görülmüştür. Diğer kaplama numunelerde ise büyük oranda bakteri azalmasının olduğu ve antibakteriyel özelliğe sahip olduğu görülmüştür.

### 4.3. Kopma Mukavemeti Test Sonuçları

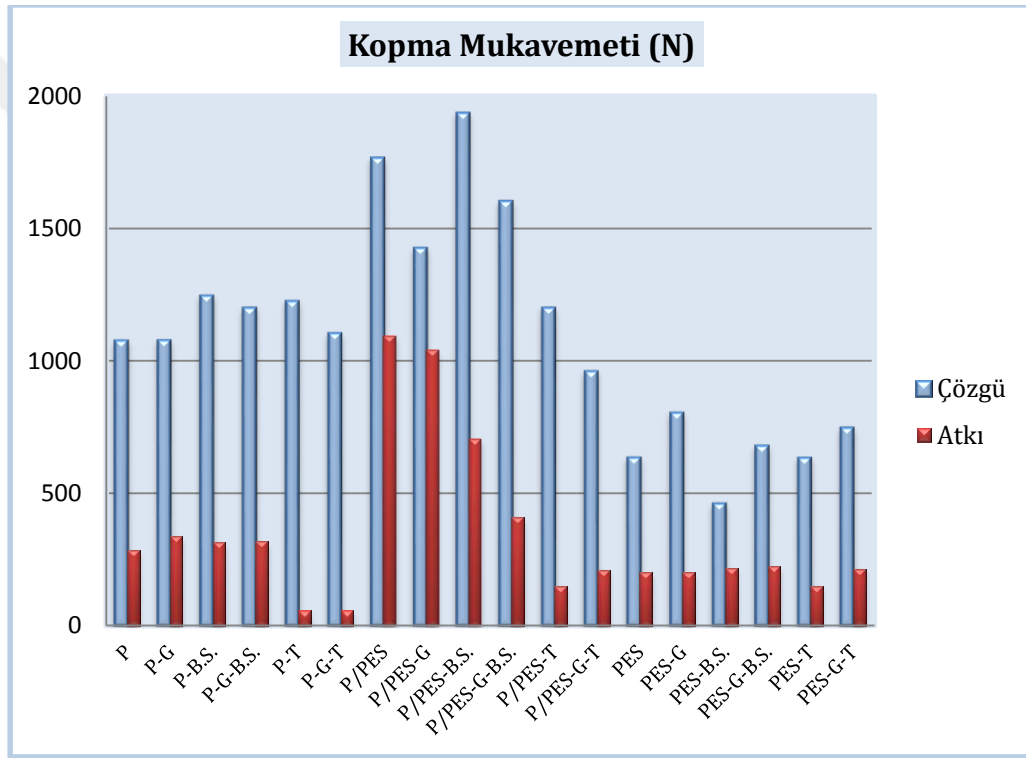
TS EN ISO 13934-1 standardına göre uygulanan kopma mukavemeti test sonuçları Çizelge 4.4’de ve Şekil 4.20’de, kopma uzaması sonuçları Şekil 4.21’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.4. Kumaşların kopma mukavemeti ve kopma uzaması değerleri

Numuneler	Kopma Mukavemeti		Kopma Uzaması	
	(N)		(%)	
	Çözü	Atkı	Çözü	Atkı
Pamuk	1077	285	29	75
Pamuk-Nano gümüş	1078	337	28	77
Pamuk-Baryum Sülfat	1246	315	30	84
Pamuk-Nano gümüş- Baryum Sülfat	1200	317	27	82
Pamuk-Tungsten	1225	56	35	94
Pamuk-Nano gümüş- Tungsten	1104	57	20	77
Pamuk/Poliester	1766	1094	33	124
Pamuk/Poliester-Nano gümüş	1426	1041	30	120
Pamuk/Poliester- Baryum Sülfat	1936	705	31	84
Pamuk/Poliester-Nano gümüş-Baryum Sülfat	1603	409	27	92
Pamuk/Poliester- Tungsten	1200	150	22	30
Pamuk/Poliester-Nano gümüş-Tungsten	961	209	20	39
Poliester	635	200	37	37
Poliester-Nano gümüş	804	201	39	34

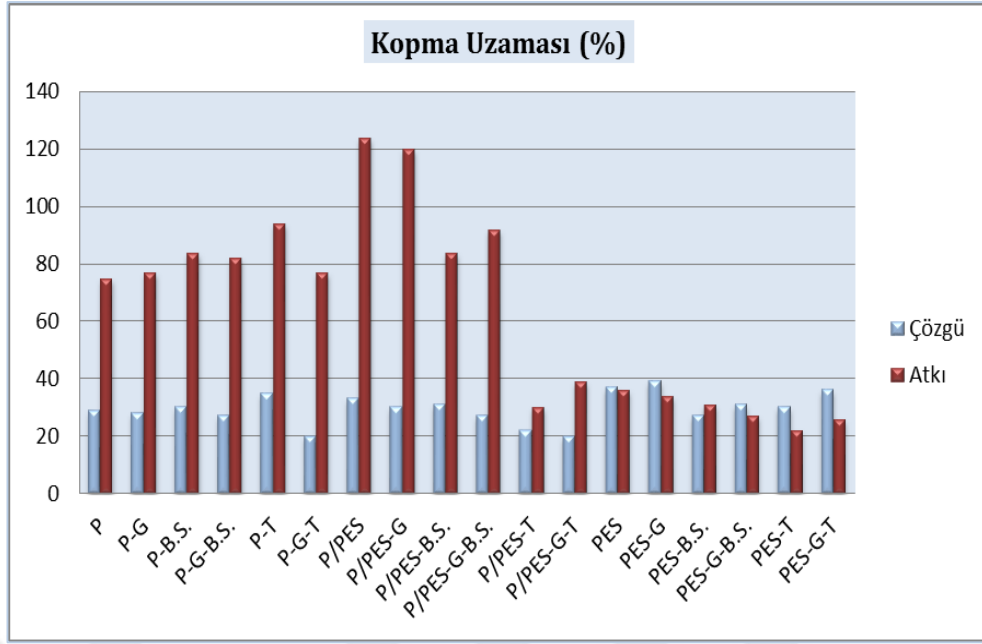
Çizelge 4.4. Kumaşların kopma mukavemeti ve kopma uzaması değerleri (Devam)

Poliester-Baryum Sülfat	461	216	27	31
Poliester -Nano gümüş-Baryum Sülfat	680	223	31	27
Poliester -Tungsten	634	150	30	22
Poliester -Nano gümüş-Tungsten	748	213	36	26



Şekil 4.20. Kumaşların kopma mukavemetleri

Çizelge 4.4 ve Şekil 4.20 incelendiğinde genel olarak sadece nano gümüş uygulanmış kumaşların kaplamasız kumaşlara göre daha yüksek kopma mukavemetine sahip oldukları ve kaplama işlemi ile kumaşların kopma mukavemeti değerlerinin arttığı görülmüştür.



Şekil 4.21. Kumaşların kopma uzaması

Çizelge 4.4 ve Şekil 4.21 incelendiğinde pamuk ve pamuk/poliester kumaşlardaki kopmada uzama atkıdaki yüzde çözgüye göre, poliester kumaşa ise genel olarak çözgüde yüzde atkıya göre daha fazladır.

#### 4.4. Yıkama Haslığı Test Sonuçları

ISO 105-C06 standardına göre uygulanan yıkama haslığı test sonuçları Çizelge 4.5'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.5. Kumaşların yıkama haslığı test sonuçları

Numuneler	Akma					
	Asetat	Pamuk	Poliamid	Poliester	Akrilik	Yün
Pamuk-Baryum Sülfat	5	5	5	5	5	5
Pamuk-Nano gümüş-Baryum Sülfat	5	5	5	5	5	5
Pamuk-Tungsten	5	5	5	5	5	5
Pamuk-Nano gümüş-Tungsten	5	5	5	5	5	5



Çizelge 4.5. Kumaşların yıkama haslığı test sonuçları (Devam)

Pamuk/ Poliester- Baryum Sülfat	5	5	5	5	5	5
Pamuk/ Poliester- Nano gümüş- Baryum Sülfat	5	5	5	5	5	5
Pamuk/ Poliester- Tungsten	5	5	5	5	5	5
Pamuk/ Poliester- Nano gümüş- Tungsten	5	5	5	5	5	5
Poliester- Baryum Sülfat	5	5	5	5	5	5
Poliester- Nano gümüş- Baryum Sülfat	5	5	5	5	5	5
Poliester - Tungsten	5	5	5	5	5	5
Poliester - Nano gümüş- Tungsten	5	5	5	5	5	5

Çizelge 4.5. incelendiğinde kaplama işleminin kumaşların yıkama haslığına olumsuz bir etkisi gözlenmemiştir. Tüm kaplama kumaşların yıkama haslığı değeri 5'tir. Yıkama haslığı testi sonucunda kaplama kumaşların yıkamaya karşı dayanıklı olduğu görülmüştür.

#### 4.5. Sürtünme Haslığı Test Sonuçları

TS EN ISO 105-X12 standardına göre uygulanan sürtünme haslığı test sonuçları Çizelge 4.6'da gösterilmiştir.

Çizelge 4.6. Kumaşların kuru ve yaş sürtünme haslığı değerleri

Numuneler	Sürtünme Haslığı	
	Kuru	Yaş
Pamuk-Baryum Sülfat	5	4-5

Çizelge 4.6. Kumaşların kuru ve yaş sürtünme haslığı değerleri (Devam)

Pamuk-Nano gümüş-Baryum Sülfat	5	5
Pamuk-Tungsten	5	5
Pamuk-Nano gümüş-Tungsten	5	4-5
Pamuk/Poliester-Baryum Sülfat	5	4-5
Pamuk/Poliester-Nano gümüş-Baryum Sülfat	5	5
Pamuk/Poliester-Tungsten	5	4
Pamuk/Poliester-Nano gümüş-Tungsten	5	4-5
Poliester-Baryum Sülfat	5	4-5
Poliester -Nano gümüş-Baryum Sülfat	5	4-5
Poliester -Tungsten	5	4-5
Poliester -Nano gümüş-Tungsten	5	4-5

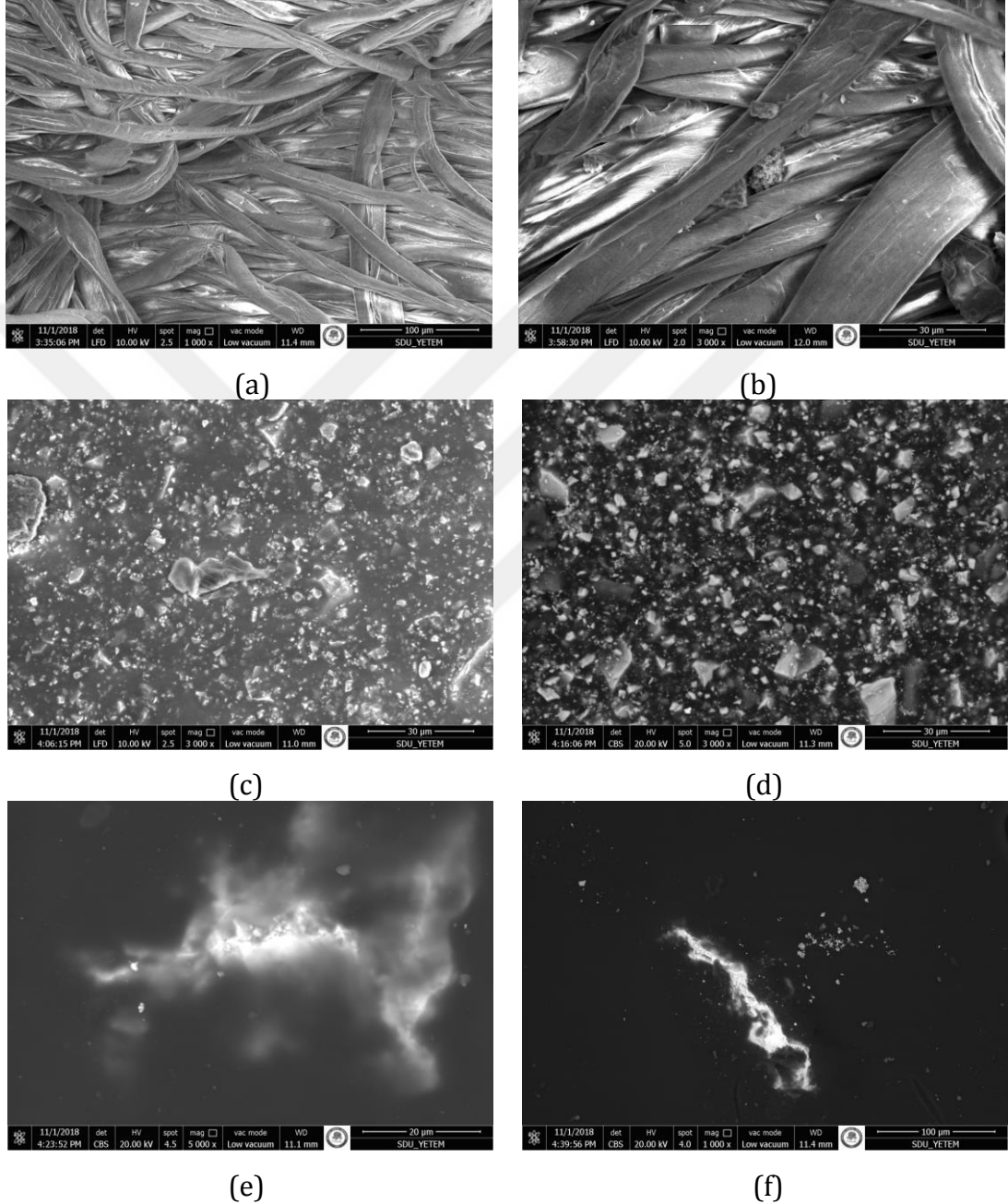
Çizelge 4.6 incelendiğinde kaplama işleminin kuru sürtünme haslıkları değeri 5'tir. Yaş sürtünme haslıkları incelendiğinde yaş sürtünme haslıklarının da bazı kaplama kumaşlarda 5, bazı kaplama kumaşlarda ise 4-5, bazı kaplama kumaşlarda ise 4 değerinde olduğu görülmüştür. Sürtünme haslığı testi sonucunda kaplama kumaşlarda renk kaybı olmadığı ve kaplama kumaşların sürtünmeye karşı dayanıklı olduğu görülmüştür.

#### 4.6. SEM Analizi Sonuçları

Kaplama ile emdirme işlemi uygulanmamış, kaplama ile emdirme işlemi uygulanmış ve sadece emdirme yöntemi ile nano gümüş uygulanmış pamuk, pamuk/poliester ve poliester kumaşların Quanta FEG 250 SEM cihazındaki SEM analizi görüntüleri Şekil 4.22 ve Şekil 4.23 ve Şekil 4.24'de verilmiştir. Numunelere 500 ile 10.000 aralığında büyütme uygulanmış ve en uygun görüntüler alınmıştır.

Kaplama ve emdirme işlemi uygulanmamış pamuklu kumaş (a) 1000 kat, nano gümüş uygulanmış pamuklu kumaş (b) 3000 kat, baryum sülfat uygulanmış

pamuklu kumaş (c) 3000 kat, baryum sülfat-nano gümüş uygulanmış pamuklu kumaş (d) 3000 kat, tungsten uygulanmış pamuklu kumaş (e) 5000 kat, tungsten-nano gümüş uygulanmış pamuklu kumaş (f) 1000 kat büyütülmüştür. Şekil 4.22’de bu kumaşlar gösterilmiştir.

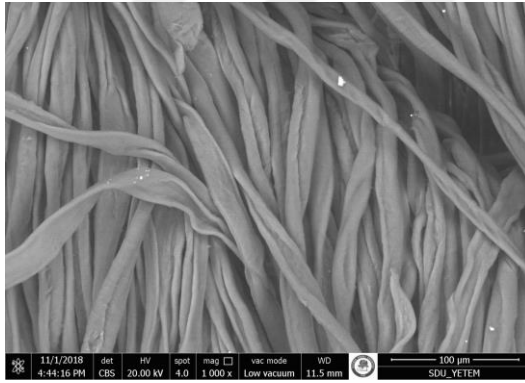


Şekil 4.22. Kaplama ve emdirme işlemi uygulanmamış (a), nano gümüş uygulanmış (b), baryum sülfat (c), baryum sülfat-nano gümüş (d), tungsten (e), tungsten-nano gümüş (f) uygulanmış pamuklu kumaşlar

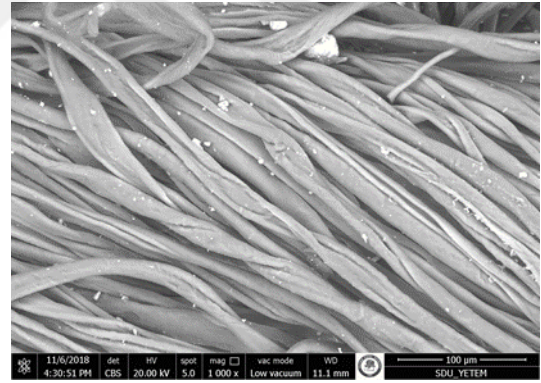
Şekil 4.22 incelendiğinde baryum sülfat ile kaplanmış pamuklu kumaşlarda

baryum sülfatın yüzeye tamamen dağıldığı, tungsten ile kaplanmış pamuklu kumaşlarda ise tungstenin daha dar bir alanda toplandığı görülmüştür. Nano gümüşün pamuklu kumaşa uygulanma oranı %1 olması nedeniyle kaplama pamuklu kumaşların yüzeylerinde nano gümüş tam belli olmamaktadır. Kaplama ve emdirme işlemi uygulanmamış pamuklu kumaşlarla, sadece nano gümüş uygulanmış pamuklu kumaşlar kıyaslandığında nano gümüşün pamuklu kumaş yüzeyinde belli olduğu görülmektedir.

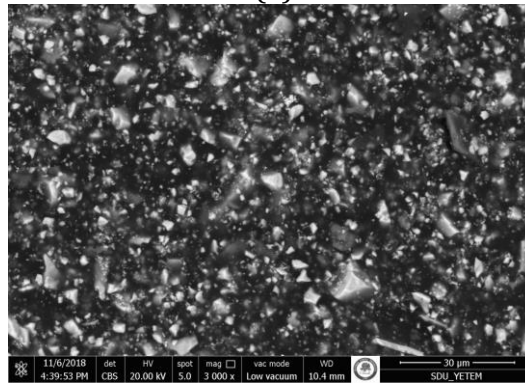
Kaplama ve emdirme işlemi uygulanmamış pamuk/poliester kumaş (a) 1000 kat, nano gümüş uygulanmış pamuk/poliester kumaş (b) 1000 kat, baryum sülfat uygulanmış pamuk/poliester kumaş (c) 3000 kat, baryum sülfat-nano gümüş uygulanmış pamuk/poliester kumaş (d) 3000 kat, tungsten uygulanmış pamuk/poliester kumaş (e) 3000 kat, tungsten-nano gümüş uygulanmış pamuk/poliester kumaş (f) 5000 kat büyütülmüştür. Şekil 4.23'te bu kumaşlar gösterilmiştir.



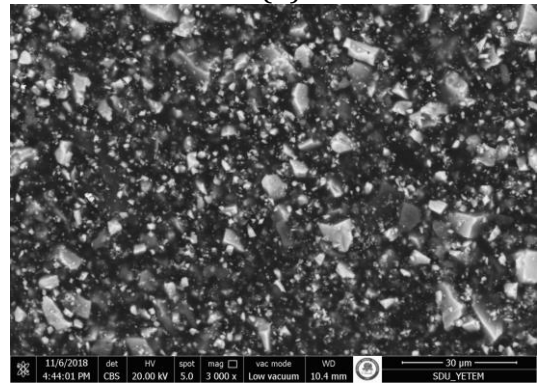
(a)



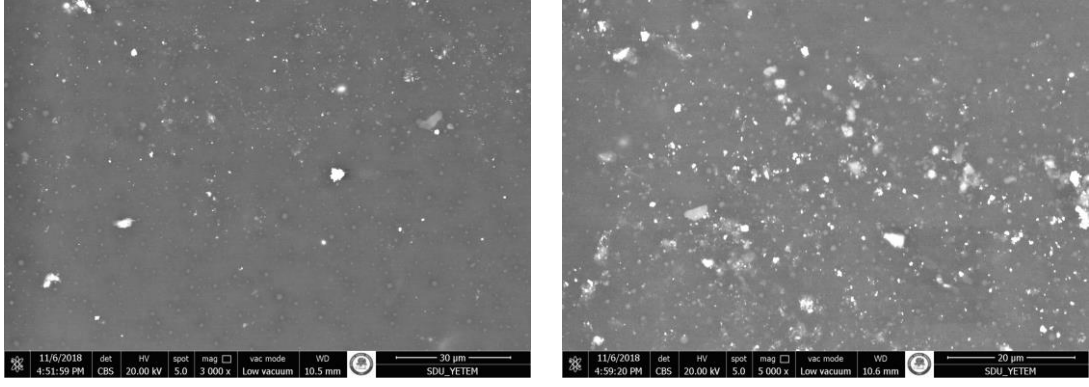
(b)



(c)



(d)



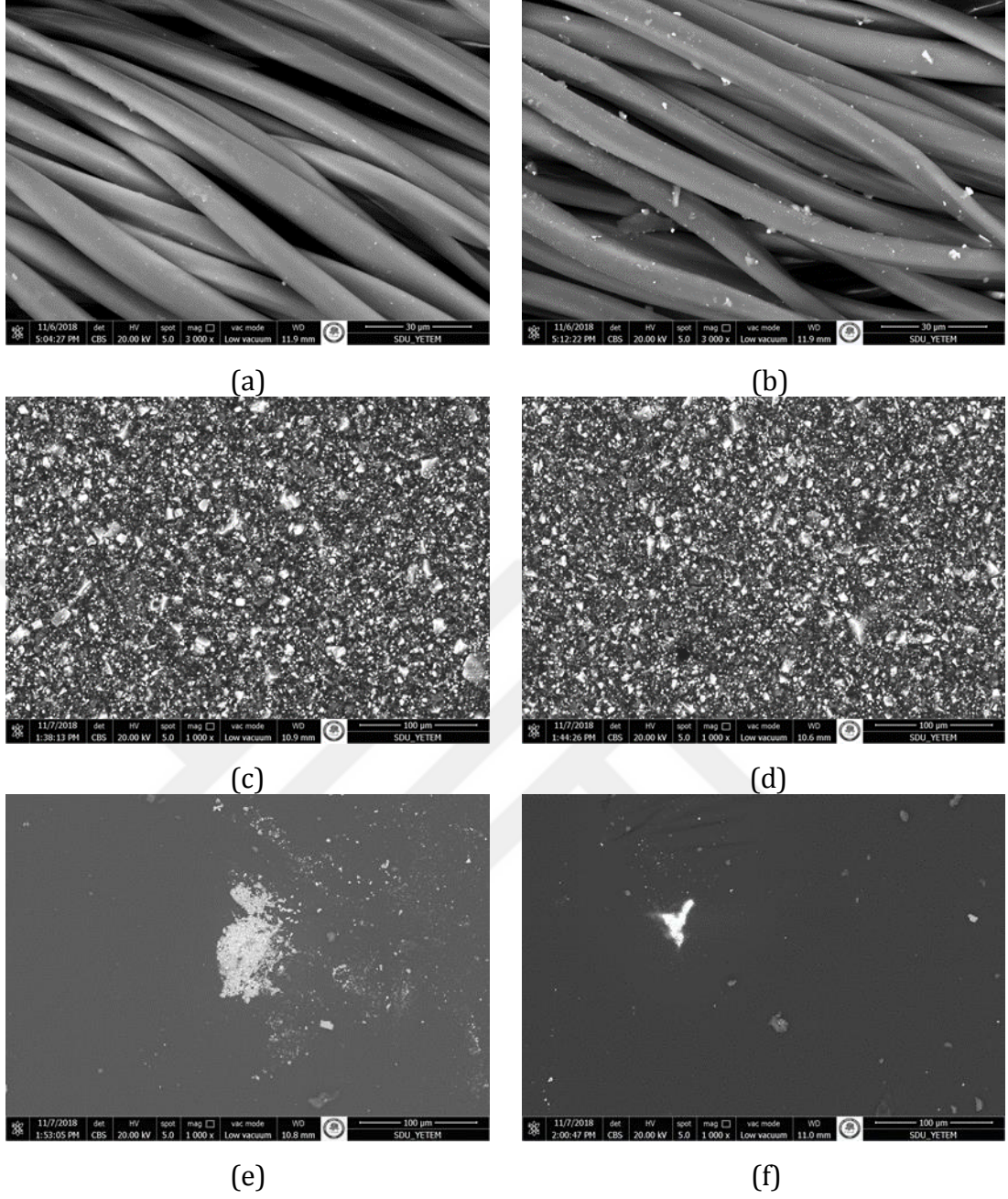
(e)

(f)

Şekil 4.23. Kaplama ve emdirme işlemi uygulanmamış (a), nano gümüş uygulanmış (b), baryum sülfat (c), baryum sülfat-nano gümüş (d), tungsten (e), tungsten-nano gümüş (f) uygulanmış pamuk/poliester kumaşlar

Şekil 4.23 incelendiğinde baryum sülfat ile kaplanmış pamuk/poliester kumaşlarda baryum sülfatın yüzeye tamamen dağıldığı görülmüştür. Pamuk/poliester kumaşta tungstenin yüzeydeki dağılımının pamuk ve poliester kumaşlara göre daha geniş olduğu görülmüştür. Nano gümüşün pamuk/poliester kumaşa uygulanma oranı %1 olması nedeniyle kaplama pamuk/poliester kumaşların yüzeylerinde nano gümüş tam belli olmamaktadır. Kaplama ve emdirme işlemi uygulanmamış pamuk/poliester kumaşlarla, sadece nano gümüş uygulanmış pamuk/poliester kumaşlar kıyaslandığında nano gümüşün kumaş yüzeyinde belli olduğu görülmektedir.

Kaplama ve emdirme işlemi uygulanmamış poliester kumaş (a) 3000 kat, nano gümüş uygulanmış poliester kumaş (b) 3000 kat, baryum sülfat uygulanmış poliester kumaş (c) 1000 kat, baryum sülfat-nano gümüş uygulanmış poliester kumaş (d) 1000 kat, tungsten uygulanmış poliester kumaş (e) 1000 kat, tungsten-nano gümüş uygulanmış poliester kumaş (f) 1000 kat büyütülmüştür. Şekil 4.24'te bu kumaşlar gösterilmiştir.



Şekil 4.24. Kaplama ve emdirme işlemi uygulanmamış (a), nano gümüş uygulanmış (b), baryum sülfat (c), baryum sülfat-nano gümüş (d), tungsten (e), tungsten-nano gümüş (f) uygulanmış poliester kumaşlar

Şekil 4.24 incelendiğinde baryum sülfat ile kaplanmış kumaşlarda baryum sülfatın yüzeye tamamen dağıldığı, tungsten ile kaplanmış kumaşlarda ise tungstenin daha dar bir alanda toplandığı görülmüştür. Nano gümüşün uygulanma oranı %1 olması nedeniyle kaplama kumaşların yüzeylerinde nano gümüş tam belli olmamaktadır. Kaplama ve emdirme işlemi uygulanmamış poliester kumaşlarla, sadece nano gümüş uygulanmış poliester kumaşlar kıyaslandığında nano gümüşün kumaş yüzeyinde belli olduğu görülmektedir.

## 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışma kapsamında pamuk, pamuk/poliester ve poliester kumaşlara antibakteriyel ve radyasyon zırhlama özelliğine sahip, yıkama ve sürtünme haslığı yüksek, mukavemetli kumaşlar üretmek hedeflenmiştir. Bu amaçla kumaşlara tungsten ve baryum sülfat rakle ile kaplama yöntemiyle, nano gümüş ise emdirme yöntemiyle uygulanmıştır. Kumaşlara radyasyon zırhlama, antibakteriyel testler, kopma mukavemeti, yıkama ve sürtünme haslığı testleri uygulanmış ve sonuçlar birbiriyle kıyaslanmıştır.

### 5.1. Pamuk Kumaş İçin Sonuç ve Öneriler

Kumaşların  $\gamma$  ışını yayan  $^{137}\text{Cs}$  kaynağına karşı radyasyon zırhlama özellikleri incelendiğinde tungstenin ve baryum sülfatın pamuklu kumaşa radyasyon zırhlama özelliği kazandırdığı, nano gümüşün kumaşın radyasyon zırhlama özelliğini azalttığı görülmüştür. Tungstenin pamuklu kumaşa baryum sülfattan daha fazla radyasyon zırhlama özelliği kazandırdığı görülmüştür.

Kumaşların *S.aureus* bakterisine karşı antibakteriyel özellikleri incelendiğinde pamuklu kumaşların tümünün antibakteriyel özelliğe sahip olduğu görülmüştür.

Kumaşların *E.coli* bakterisine karşı antibakteriyel özellikleri incelendiğinde nano gümüş uygulanmış pamuklu kumaşın, baryum sülfat ve nano gümüş uygulanmış pamuklu kumaşın, tungsten ve nano gümüş uygulanmış pamuklu kumaşın, antibakteriyel özelliğe sahip olduğu görülmüştür. Diğer pamuklu kumaşlarda bakteri artışı görülmüştür.

Kumaşların kopma mukavemetleri incelendiğinde baryum sülfat kaplı pamuklu kumaşların, tungsten ile kaplanmış pamuklu kumaşlara göre kopma mukavemetlerinin daha fazla olduğu görülmüştür. Pamuklu kumaşlar genel olarak incelendiğinde kaplama işlemi ile kumaşların ham kumaşa göre kopma mukavemeti değerlerinin arttığı görülmüştür.

Kaplama işlemi uygulanmış pamuklu kumaşların yıkamadan ve sürtünmeden olumsuz yönde etkilenmediği, kumaşların yıkamaya ve sürtünmeye dayanıklı olduğu görülmüştür.

Pamuklu kumaşların SEM analizi incelendiğinde baryum sülfatın kumaşın tüm yüzeyine yayıldığı, tungstenin ise daha dar bir alana yayıldığı görülmüştür. Kaplama kumaşlarda nano gümüşün yüzeyde belli olmadığı fakat ham kumaş ile sadece nano gümüşün uygulandığı kumaşlar kıyaslandığında nano gümüşün yüzeyde görüldüğü tespit edilmiştir.

## **5.2. Pamuk/Poliester Kumaş İçin Sonuç ve Öneriler**

Kumaşların  $\gamma$  ışını yayan  $^{137}\text{Cs}$  kaynağına karşı radyasyon zırhlama özellikleri incelendiğinde tungstenin ve baryum sülfatın pamuk/poliester kumaşa radyasyon zırhlama özelliği kazandırdığı, nano gümüşün kumaşın radyasyon zırhlama özelliğini azalttığı görülmüştür. Baryum sülfatın pamuk/poliester kumaşa tungstenden daha fazla radyasyon zırhlama özelliği kazandırdığı görülmüştür.

Kumaşların *S.aureus* bakterisine karşı antibakteriyel özellikleri incelendiğinde pamuk/poliester kumaşların tümünün antibakteriyel özelliğe sahip olduğu görülmüştür.

Kumaşların *E.coli* bakterisine karşı antibakteriyel özellikleri incelendiğinde baryum sülfat ve tungsten uygulanmış pamuk/poliester kumaşlarda bakteri artışı gözlenirken, diğer kumaşların antibakteriyel özelliğe sahip olduğu görülmüştür.

Kumaşların kopma mukavemetleri incelendiğinde baryum sülfat kaplı pamuk/poliester kumaşların, tungsten ile kaplanmış pamuk/poliester kumaşlara göre kopma mukavemetlerinin daha fazla olduğu görülmüştür. Baryum sülfat uygulanmış pamuk/poliester kumaşın kaplama işlemi ile ham kumaşa göre çözgü yönünde kopma mukavemeti değerlerinin arttığı, diğer kumaşlarda ise kopma mukavemeti değerlerinin azaldığı görülmüştür.



Kaplama işlemi uygulanmış pamuk/poliester kumaşların yıkamadan ve sürtünmeden olumsuz yönde etkilenmediği, kumaşların yıkamaya ve sürtünmeye dayanıklı olduğu görülmüştür.

Pamuk/poliester kumaşların SEM analizi incelendiğinde baryum sülfatın kumaşın tüm yüzeyine yayıldığı, tungstenin ise daha dar bir alana yayıldığı görülmüştür. Kaplama kumaşlarda nano gümüşün yüzeyde belli olmadığı fakat ham kumaş ile sadece nano gümüşün uygulandığı kumaşlar kıyaslandığında nano gümüşün yüzeyde görüldüğü tespit edilmiştir.

### 5.3. Poliester Kumaş İçin Sonuç ve Öneriler

Kumaşların  $\gamma$  ışını yayan  $^{137}\text{Cs}$  kaynağına karşı radyasyon zırhlama özellikleri incelendiğinde tungstenin ve baryum sülfatın poliester kumaşa radyasyon zırhlama özelliği kazandırdığı, nano gümüşün kumaşın radyasyon zırhlama özelliğini azalttığı görülmüştür. Baryum sülfatın poliester kumaşa tungstenen daha fazla radyasyon zırhlama özelliği kazandırdığı görülmüştür.

Kumaşların *S.aureus* ve *E.coli* bakterisine karşı antibakteriyel özellikleri incelendiğinde poliester kumaşların tümünün antibakteriyel özelliğe sahip olduğu görülmüştür.

Kumaşların kopma mukavemetleri incelendiğinde tungsten ile kaplanmış poliester kumaşların, baryum sülfat ile kaplanmış poliester kumaşlara göre çözgü yönünde kopma mukavemetlerinin daha fazla olduğu atkı yönünde ise daha düşük olduğu görülmüştür. Poliester kumaşlar genel olarak incelendiğinde kaplama işlemi ile kumaşların kopma mukavemeti değerlerinin arttığı görülmüştür.

Kaplama işlemi uygulanmış pamuklu kumaşların yıkamadan ve sürtünmeden olumsuz yönde etkilenmediği, kumaşların yıkamaya ve sürtünmeye dayanıklı olduğu görülmüştür.

Poliester kumaşların SEM analizi incelendiğinde baryum sülfatın kumaşın tüm yüzeyine yayıldığı, tungstenin ise daha dar bir alana yayıldığı görülmüştür. Kaplama kumaşlarda nano gümüşün yüzeyde belli olmadığı fakat ham kumaş ile sadece nano gümüşün uygulandığı kumaşlar kıyaslandığında nano gümüşün yüzeyde görüldüğü tespit edilmiştir.

#### 5.4. Genel Sonuçlar

Pamuk, poliester ve pamuk/poliester kumaşların  $\gamma$  ışını yayan  $^{137}\text{Cs}$  kaynağına karşı radyasyon zırhlama özellikleri incelendiğinde en yüksek radyasyon zırhlama özelliğine pamuk/poliester kumaşın sahip olduğu görülmüştür.

Pamuk, poliester ve pamuk/poliester kumaşların *S.aureus* ve *E.coli* bakterisine karşı antibakteriyel özellikleri incelendiğinde en fazla antibakteriyel özelliğe poliester kumaşın sahip olduğu görülmüştür.

Pamuk, poliester ve pamuk/poliester kumaşların kopma mukavemeti değerleri incelendiğinde genel olarak ham kumaşlara göre kaplama işlemi ile kumaşların kopma mukavemeti değerlerinin arttığı görülmüştür.

Pamuk, poliester ve pamuk/poliester kumaşların hepsinin yıkamaya ve sürtünmeye dayanıklı olduğu görülmüştür.

Pamuk, poliester ve pamuk/poliester kumaşların SEM analizi incelendiğinde baryum sülfatın kumaşların tüm yüzeyine yayıldığı, tungstenin ise daha dar bir alana yayıldığı görülmüştür. Pamuk/poliester kumaşta tungstenin yüzeyde dağılımının pamuk ve poliester kumaşlara göre daha geniş bir alanda olduğu görülmüştür. Kaplama kumaşlarda nano gümüşün uygulama değerinin çok düşük olması nedeniyle yüzeyde belli olmadığı fakat ham kumaş ile sadece nano gümüşün uygulandığı kumaşlar kıyaslandığında nano gümüşün yüzeyde tespit edildiği görülmüştür.

%100 pamuklu kumaşlara radyasyon koruyucu özellik kazandırmak için Aral vd. (2016) kumaşlara tungsten ve baryum sülfat uygulamış ve bu kumaşların radyasyon koruyucu özelliğe sahip olduğunu, SEM analizlerinde ise tungstenin ve baryum sülfatın yüzeyde dağılımının farklı olduğunu tespit etmiştir. Bu tez çalışmasında bulunan sonuçlarla Aral vd. (2016) çalışması karşılaştırıldığında radyasyon zırlama ve SEM analizinde benzer sonuçlar elde edilmiştir. Ayrıca bu tez çalışmasında kumaşların antibakteriyel özellikleri, kopma mukavemetleri, yıkama ve sürtünme haslıkları test edilmiştir.

Bu tez çalışması ile üç farklı kumaş türüne radyasyon zırlama ve antibakteriyel özellik kazandırılmıştır. Kumaşların kopma mukavemeti özelliği genel olarak incelendiğinde ise kaplama işlemi ile kumaşların kopma mukavemeti değerlerinin arttığı görülmüştür. Uygulanan kaplama işlemi ile kumaşların yıkama ve sürtünmeden olumsuz yönde etkilenmediği kumaşların yıkama ve sürtünmeye dayanıklı olduğu görülmüştür.

Bu konu ile ilgili yapılabilecek diğer çalışmalarda farklı kumaş türleri ve farklı kaplama malzemeleri kullanılarak farklı radyasyon kaynakları ile kumaşların radyasyon zırlama özellikleri incelenebilir, kumaşlara farklı fiziksel ve kimyasal testler uygulanarak bu işlemlerin kaplama kumaşlara olan etkisi incelenebilir.

## KAYNAKLAR

- Akkurt, İ., Akarşlan, F., Günoğlu, K., Kılınçarslan, Ş., Üncü, İ.S., Demiralay, H., 2013. Bazı Kumaş Türlerinin Nötron Zırhlama Özelliklerinin İncelenmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 17(3), 63-65.
- Akkurt, İ., Emikönel, S., Akarşlan, F., Günoğlu, K., Kılınçarslan, Ş., Üncü, İ.S., 2015. Barite Effect on Radiation Shielding Properties of Cotton-Polyester Fabric. Special issue of the International Conference on Computational and Experimental Science and Engineering. 128(2B), B-53-B-54.
- Altınay, S., 2012. Kumaş Bilgisi ve Kumaşların Genel Özellikleri. Erişim Tarihi: 11.01.2017.  
<https://tekstilmuhendisi.wordpress.com/2012/07/09/kumas-bilgisi-ve-kumaslarin-genel-ozellikleri/>.
- Altınok, U.B., 2008. Tekstil Yüzeylerinin Antibakteriyel Özelliklerinin Araştırılması. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 97 s, Isparta.
- Altuner, E.E., 2013. Nano Kremlerin Üretimi. Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 65s, Konya.
- Anonim, 2017. Tekstil Terbiye İşlemlerine Giriş. Erişim Tarihi: 25.01.2018.  
[aves.erciyes.edu.tr/ImageOfByte.aspx?Resim=8&SSNO=1&USER=2153](http://aves.erciyes.edu.tr/ImageOfByte.aspx?Resim=8&SSNO=1&USER=2153).
- Aral, N., Nergis F.B., Candan, C., 2015. An alternative X-ray Shielding Material Based On Coated Textiles. Textile Research Journal, 86(8), 803-811.
- Aral, N., Nergis, F.B., Candan, C., 2016. Investigation of X-Ray Attenuation and the Flex Resistance Properties of Fabrics Coated with Tungsten and Barium Sulphate Additives. Tekstil Ve Konfeksiyon, 26(2), 166-171.
- Aral, N., Nergis, F.B., Candan, C., 2017(a). The X-Ray Attenuation and the Flexural Properties of Leadfree Coated Fabrics. Journal of Industrial Textiles, 47(2), 252-268
- Aral, N., Nergis, B., Candan, C., Tümsek, A.O., Bozkurt, T.Y., Gür, İ.G., 2017(b). An Investigation on Sewability of X-ray Protective Fabrics. 17th World Textile Conference AUTEX 2017-Textiles- Shaping the Future.
- Arık, B., 2013. Kitosanın Farklı Aplikasyon Yöntemleri Uygulanarak Medikal Tekstillerde Kullanılabilirliğinin Araştırılması. Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 236s, İzmir.

- Ayçık, G., 2009. Overview of Radioactive and Nuclear Agents in the Environment, New Techniques For The Detection of Nuclear and d Radioactive Agents, Springer, The Netherland.
- Aydın, Ö., Karakan Günaydın, G., 2012. Elektromanyetik Kalkanlama Amaçlı Koruyucu Tekstiller. Akdeniz Sanat Dergisi, 7(4), 85-88.
- Aydın, C., İnanç, E., 2012. Nano Teknoloji ve Nano Gümüş. Yüksek Lisans Semineri, Selçuk Üniversitesi, Konya.
- Balcı, H., 2006. Akıllı (Fonksiyonel) Tekstiller, Seçilmiş Kumaşlarda Antibakteriyel Apre ve Performans Özellikleri. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 251s, Adana.
- Barani, H., 2014. Antibacterial Continuous Nanofibrous Hybrid Yarn Through in Situ Synthesis of Silver Nanoparticles: Preparation and Characterization. Materials Science and Engineering C,43, 50-57.
- Bedeloğlu, A., Sünter, N., Bozkurt Y., 2010. Elektriksel Olarak İletken Tekstil Yapıları Üretim Yöntemleri ve Kullanım Alanları. Tekstil ve Mühendis Dergisi, 79(17), 1-37.
- Bilget, O., 2003. Nano Boyutta Gümüş/Çinko Katkılı Pigment Baskı Uygulanmış Kumaşların Antibakteriyel Özelliklerinin Araştırılması. Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 113s, Kayseri.
- Binici, H., Gemci R., Küçükönder, A., Solak, H.H., 2012. Pamuk Atığı, Uçucu Kül ve Barit İle Üretilen Sunta Panellerin Isı, Ses ve Radyasyon Geçirgenliği Özellikleri. Yapı Teknolojileri Elektronik Dergisi, 8(1), 16-25.
- Boroumand, M.N., Montazer, M., Simon, F., Liesiene, J., Saponjic, Z., Dutschk, V., 2015. Novel Method for Synthesis of Silver Nanoparticles and Their Application on Wool. Applied Surface Science, 346, 477-483.
- Bramshuber, W., 2005. New Developments in an Integrated Formwork System Made of Textile Reinforced Concrete. 13th International Techtexil-Symposium for Technical Textiles, Nonwovens and Textile-Reinforced Materials, Frankfurt, Germany.
- Bulut, Y., 2010. Kaplamalı Giysilik Kumaşların Mekanik Özellikleri. Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 110s, İzmir.
- Butekom, 2014. Teknik Tekstile Geçişte Model Uygulamalar Teknik Tekstil Üretimine Nasıl Geçilir? Tekstil ve Konfeksiyon Sektöründe Ortak Kuruluş <Butekom> Projesi, Teknolojik Değerlendirme Raporu, Bursa.

- Büyük, B., 2013. Tungsten, Titanyum, Bor İçeren Bazı Malzemelerin Gama ve Nötron Radyasyonu Karşısındaki Davranışının İncelenmesi, XCOM Bilgisayar Programı İle İrdelenmesi ve Yeni Bir Radyasyon Zırh Malzeme Önerisi. İstanbul Teknik Üniversitesi, Enerji Enstitüsü, Doktora Tezi, 208s, İstanbul.
- Büyükuslu, H., 2007. Isparta'nın Yalvaç İlçesi ve Çevresinin Doğal Fon (Background) Radyasyon Düzeylerinin Araştırılması. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 67s, Isparta.
- Can, Ö., 2016. İyonlaştırıcı Elektromanyetik Radyasyonun Tutulması İçin Polimer Esaslı Tungsten(Volfram) Tuzları Katkılı Yeni Kompozit Madde Sentezi, Karakterizasyonu ve Deneme Çalışmaları. Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 127s, Muğla.
- Cheng, K.B., 2000. Production and Electromagnetic Shielding Effectiveness of the Knitted Stainless Steel/Polyester Fabrics. Journal of Textile Engineering, 46(2), 42-52.
- China Tungsten Online (Xieman) Manu.& Sales Corp., 2016. Tungsten Radyasyon Koruyucu. Erişim Tarihi: 31.08.2016. <http://tungsten-radiation-shielding.com/turkish/index.html>.
- Chmielewska, D., Sartowska, B., 2012. Radiation Synthesis of Silver Nanostructures in Cotton Matrix. Radiation and Chemistry, 81, 1244-1248.
- Çelik, S., 2012. X Işınlarından Korunmada Yeni Bir Kompozit Materyalin Geliştirilmesi. Dokuz Eylül Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 66s, İzmir.
- Çetin, H., 2011. Tıbbi Amaçlı X Işını Uygulamalarında Radyasyondan Korunmak Amacıyla Kullanılan Kurşunlu Önlük Malzemelerine Alternatif Olarak Üretilen Kurşunsuz Örneklerin Soğurma Özelliklerinin İncelenmesi. Dokuz Eylül Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 73s, İzmir.
- Demir, C., 2018. Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>@Ha@Ag Sentezi, Yapısının İncelenmesi ve Tekstilde Kullanımı. Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 57s, Tekirdağ.
- Demirel, N., 2012. Elektro Çekim Yöntemiyle Elektromanyetik Kalkanlama Özelliğine Sahip Nanolif Üretimi. Marmara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 159s, İstanbul.
- Demirkurt A., Dayık M., Çakmak E., 2014. Bor Aplike Edilmiş Kumaşların Radyasyon Önleyici Özelliklerinin İncelenmesi. Tekstil Teknolojileri Elektronik Dergisi, 8(3), 10-19.

- Devrent, N., Yılmaz, N.,D., 2004. Tekstil Endüstrisinde Kullanılan Antimikrobiyel Lifler. *Nonwoven Technical Textiles Technology Dergisi*, 4, 48-55.
- Doğan, S., Kukul, T., Evin, M., Gören, A., 2016. Elektromanyetik Kalkanlama Özellikli Polimer Kompozit Yapıya Sahip Ana Kucağı Geliştirilmesi. 2015-2016 Öğretim Yılı Disiplinler Arası Proje Yarışması. İzmir.
- Duran, D., 2011. Tekstillerin Elektromanyetik Korumada Kullanılabilirliği Üzerine Bir Araştırma. Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 218s, İzmir.
- Ekmen, Ö., 2005. Hortumlarda Kullanılan Teknik Tekstil Yapıları Hakkında Bazı Çalışmalar. Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 132s, İzmir.
- Elmaaty, T.A., El-Nagare, K., Raouf, S., Abdelfattah, K., El-Kadi, S., Abdelaziz, E., *RSC Advances*, 2018. One-Step Green Approach for Functional Printing and Finishing of Textiles Using Silver and Gold Nps, 8(45), 25546-25557.
- El-Rafie, M.H., Mohamed, A.A., Shaheen, T.I., Hebeish, A., 2010. Antimicrobial Effect of Silver Nanoparticles Produced by Fungal Process on Cotton Fabrics. *Carbohydrate Polymers*, 80, 779-782.
- Emikönel, S., 2015. Barit Kaplanmış Bazı Kumaş Türlerinin Radyasyon Soğurma Özelliklerinin Araştırılması. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 71 s, Isparta.
- Erdoğan, Ü. H., 2008. Jeotekstillerde Kullanılan Polipropilen Liflerin Kullanım Anındaki Özelliklerinin Çeşitli Metotlarda İncelenmesi. Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 204 s, İzmir.
- Eren, S., Ulcay, Y., 2015. Production of Bi-Component Polyester Fibres for EMR (Electromagnetic Radiation) Protection and Examining EMR Shielding Characteristics. *Tekstil ve Konfeksiyon*, 25(2), 140-147.
- Ergen, A., 2010. %100 Polyester Dokuma Kumaşa Uygulanan Laminasyon Tekniklerinin, Kumaş Performans Özelliklerine Etkisinin İncelenmesi. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 83 s, Adana.
- Ersoy, M.S., Önder, E., 2008. Shielding Textiles Against Electromagnetic Radiatio. *International Nonwoven Technical Textiles Technology Magazine*, 18, 52-61.
- Eskier, U., 2017. Barit: Mineral Ailesinden Çok Amaçlı Taş. Erişim tarihi: 13.09.2017. <https://www.makaleler.com/barit-tasi-ozellikleri-ve-kullanim-alanlari>.

- Eskier, U., 2017. Tungsten (Volfram) Nedir? (Özellikleri, Kullanımı). Erişim tarihi: 13.09.2017. <https://www.makaleler.com/tungsten-volfram-nedir-ozellikleri-kullanimi>.
- European Commission, 1980. Council Directive of 15 July 1980 Amending the Directives Laying Down the Basic Safety Standards for the Health Protection of the General Public and Workers Against the Dangers of Ionizing Radiation. 80/836/Euratom, Brussels, EC.
- Fung, W., 2002. Coated and Laminated Textiles, The Textile Institute, Woodhead Publishing Limited, 416s, England.
- Gawish, S.M., Avci, H., Ramadan, A.M., Mosleh, S., Monticello, R., Breidt, F., Kotek, R., 2012. Properties of Antibacterial Polypropylene/Nanometal Composite Fibers. Journal of Biomaterials Science-Polymer Edition, 23(1-4), 43-61.
- Gencer, T., 2015. Endüstriyel Tekstillerde Kullanılan Poliüretan ve Polivinilklorür Esaslı Kaplama Yüzeylerin Performans Özelliklerinin İncelenmesi. Marmara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 80 s., İstanbul.
- Gorensek, M., Gorjanc, M., Bukosek, V., Kovac, J., Jovancic, P., Mihailovic, D., 2010. Functionalization of PET Fabrics by Corona and Nano Silver. Textile Research Journal, 80(3), 253-262.
- Hacıbektaşoğlu, A., Eyigün, C., P., Özsoy, M.F., 1993. Gıda Elleyicilerinde Burun ve Boğaz Portörlüğü. Mikrobiyoloji Bülteni, 27, 62-70.
- Hayrat, A.Ö., 2007. Radyasyon ve Radyoizotopların Tıpta Kullanılması. Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, 115s, 2007.
- Holme, L. 2002. Antimicrobials Impart Durable Freshness. International Dyer, December, 9-11.
- Ilic, V., Saponjic, Z., Vodnik, V., Molina, R., Dimitrijevic, S., Jovancic, P., Nedeljkovic, J., Radetic, M., 2009. Antifungal Efficiency of Corona Pretreated Polyester and Polyamide Fabrics Loaded with Ag Nanoparticles. Journal of Materials Science, 44(15), 3983-3990.
- İTKİB, 2008. Türkiye’de ve Dünya’da Teknik Tekstiller Üzerine Genel ve Güncel Bilgiler. AR&GE ve Mevzuat Şubesi, 41s, İstanbul.
- Jafari, N., Karimi, L., Mirjalili, M., Derakhshan, S.J., 2016. Effect of Silver Particle Size on Color and Antibacterial Properties of Silk and Cotton Fabrics. Fibers and Polymers, 17(6), 888-895.



- Kaçar, A., 2006. Yapılarda Radyasyon Kalkanı Olarak Kullanılan Barit Agregalı Ağır Beton Elemanların Zırh Kalınlık Hesaplarının Belirlenmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 60s, Isparta.
- Kaplan, E., Koç, E., 2007. Kumaş Kaplama Teknikleri ve Kaplanmış Kumaş Özelliklerinin İncelenmesi. II. Tekstil Teknolojileri ve Tekstil Makinaları Kongresi, TMMOB Makina Mühendisleri Odası, Gaziantep, 1-11.
- Karahanlar, Ü., 2014. Dokuma ve Örme Tekstiller Üzerinde Akıllı Uygulamalar. Haliç Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 223 s, İstanbul.
- Karakuza, A., 2007. Kimyasal Etkilerin Betonların Radyasyon Zırhlama Özellikleri Üzerine Etkisinin Araştırılması. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 56s, Isparta.
- Kaya, A., 2002. İyonize Radyasyonun Biyolojik Etkileri. Dicle Tıp Dergisi Journal of Medical School. 29(3), 65-74.
- Khalil-Abad, M.S., Yazdanshenas, M.E., Nateghi, M.R., 2009. Effect of Cationization on Adsorption of Silver Nanoparticles on Cotton Surfaces and Its Antibacterial Activity. Cellulose, 16, 1147-1157.
- Kılıç, G., Örtlek, H.G., Saraçoğlu, Ö.M., 2007. Elektromanyetik Çevre Kirliliği ve Bu Kirlilikten Korunmada Tekstil Çözümleri. Tekstil ve Mühendis Dergisi, 67(14), 1-41.
- Kılınçarslan, Ş., 2004. Barit Agregalı Ağır Betonların Radyasyon Zırhlamasındaki Özellikleri ve Optimal Karışımlarının Araştırılması. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 125s, Isparta.
- Kılınçarslan, Ş., Akkurt, İ., Üncü, S., Akarşan, F., Molla, T., Karpuz, N., Çankaya, Ş.F., 2015. "Baritli Kumaş Üretimi ve Radyasyon Zırhlama Özelliklerinin Araştırılması." TÜBİTAK Sonuç Raporu. 112M373.
- Kresse, R., Baudis, U., Jäger, P., Riechers, H.H., Wagner, H., Winkler, J., Wolf, H.U., 2007. Barium and Barium Compounds in Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry, Wiley-VCH, Weinheim.
- Kurnaz, A., 2009. Trabzon İlinin ve Şebinkarahisar İlçesinin Doğal Radyoaktivite Düzeylerinin Belirlenmesi ve Yıllık Etkin Doz Eşdeğerleri. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 279s, Trabzon.
- Kutlu, B., Cireli, A., 2004. Plasma Technology in Textile Processing, Czech Textile Research Conference. Erişim Tarihi: 06.10.2016. [www.ft.tul.cz/science/konference/indoczechconference/conference\\_proceedings/abstract/Turkey\\_10.pdf](http://www.ft.tul.cz/science/konference/indoczechconference/conference_proceedings/abstract/Turkey_10.pdf).

- Lindemann, B., 2000. Durable Antimicrobial Effects on Textiles, *Melliand*, 10:E205.
- Maghrabi, H. A., Vijayan, A., Deb, P., Wang, L., 2016(a). Bismuth Oxide-Coated Fabrics for X-Ray Shielding. *Textile Research Journal*, 86(6), 649-658.
- Maghrabi, H.A., Vijayan, A., Mohaddes, F., Deb, P., Wang, L., 2016(b). Evaluation of X-ray Radiation Shielding Performance of Barium Sulphate-Coated Fabrics. *Fibers and Polymers*, 17(12), 2047-2054.
- Mao, A.W., 2002. Durable Antimicrobial Finish for Cotton with New Technology, *AATCC Review*, 12, December:15-17.
- Mayles, P., Nahum, A., Rosenwald, J.C., 2007. *Handbook of Radiotherapy Physics, Theory and Practice*. New York London, Taylor and Francis Group, CRC Press, 57-70.
- Medikal Search, 2011. Erişim Tarihi: 10.07.2011. <http://www.medicalsearch.com.au/Products/Lead-free-Radiation-Protection-Gloves79070>.
- Molla, T., 2011. Radyasyon Zırhlanmasında Kullanılacak Baritli Kumaş Üretimi ve Özellikleri. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 61s, Isparta.
- Montazer, M., Malekzadeh, S.B., 2012. Electrospun Antibacterial Nylon Nanofibers Through in Situ Synthesis of Nanosilver: Preparation and Characteristics. *Journal of Polymer Research*, 19(10), 1-6
- Mortazavi, S.M.J., Mosleh-Shirazi, M.A., Roshan-Shomal, P., Raadpey, N., Baradaran-Ghahfarokhi, M., 2010. High-performance Heavy Concrete as a Multi-Purpose Shield. *Radiation Protection Dosimetry*, 142(2-4), 120-124.
- Mucha, H., Hofer, D., Assfalg, S., Swerev, M., 2002. Antimicrobial Finishes and Modifications. *Melliand International*, 8, 148-151.
- Müjde, A.S., 2012. Türkiye’de Kullanımdaki Bazı Tekstil Ürünlerinin Radyasyon Azaltma Özelliklerinin Araştırılması. Ağrı İbrahim Çeçen Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 53 s, Ağrı.
- Müsiad Teknik Tekstiller, 2009. *Teknik Tekstiller: Genel ve Güncel Bilgiler*. Müsiad Araştırma Raporları,58, Mavi Ofset Basım Yayın Tic. San. Ltd. Şti. İstanbul.
- Nambiar, S., 2015. Application of Nanomaterials for X-ray Shielding and Dosimetry in Diagnostic Radiology. the University of Waterloo, Systems Design Engineering PhD Thesis, 227s, Canada.

- Okyay, G., Bilgin, S., Akgül, E., Örtlek, H., G., 2011. Farklı Yapılardaki Dokuma Kumaşların Elektromanyetik Ekranlama Özelliklerinin İncelenmesi. Tekstil Teknolojileri Elektronik Dergisi, 5(1), 1-10.
- Orhan, M., 2007. Pamuk, Poliamid ve Poliester Esaslı Tekstil Materyallerinde Antimikrobiyel Bitim Uygulamaları Üzerine Bir Araştırma. Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 175 s, Bursa.
- Öner, E., 2006. Tekstilde Kaplama, Tekstil Terbiye Teknolojisi Ders Notları, Marmara Üniversitesi, Teknik Eğitim Fakültesi, İstanbul.
- Örtlek, H.G., Güneşoğlu, C., Okyay, G., Türkoğlu, Y., 2012. Investigation of Electromagnetic Shielding and Comfortproperties of Single Jersey Fabrics Knitted from Hybrid Yarns Containing Metal Wire. Tekstil ve Konfeksiyon, 22(2), 90–101.
- Özdemir, T., Akbay, İ.K., Güngör, A., Uzun, H., 2016. Nanoparçacık katkılı elastomer yapılı radyasyondan koruyucu malzemenin geliştirilmesi. (TÜBİTAK Projesi) Erişim Tarihi: 13.07.2017. <http://www.trthaber.com/haber/bilim-teknik/radyasyona-karsi-nanoteknoloji-koruyucu-280849.html>.
- Özkan, E.B., 2011. Elektromanyetik Koruyucu Özellikte Üç Boyutlu Fonksiyonel Örme Kumaşların Geliştirilmesi. Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 112 s, Kayseri.
- Özkanlı, M., 2010. Hamilelere Gümüş Külot. Erişim Tarihi: 05.12. 2016. <http://www.hurriyet.com.tr/hamilelere-gumus-kulot-13438793>.
- Palamutçu, S., Şengül M., Devrent N., Keskin R., Hasçelik, B., 2008. Bazı Antimikrobiyel Maddelerin % 100 Pamuklu Kumaşlar Üzerindeki Mikrobiyolojik Etkinliği ve Kumaş Parametreleri Üzerindeki Etkilerinin Araştırılması. TÜBİTAK Projesi, Proje No:106M338, Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Tekstil Mühendisliği Bölümü.
- Pulford, S., Fergusson, M., 2016. A Textile Platform for Non-Lead Radiation Shielding Apparel. The Journal of The Textile Institute, 107(12), 1610-1616.
- Qu, L., Tian, M., Zhang, X., Guo, X., Zhu, S., Han, G., Li, C., 2015. Barium Sulfate/ Regenerated Cellulose Composite Fiber with X-Ray Radiation Resistance. Journal of Industrial Textiles, 45(3), 352–367.
- Qing, Y., Mu, Y., Zhou, Y., Luo, F., Zhu, D., Zhou, W., 2014. Multiwalled Carbon Nanotubes–Batio3/Silica Composites with High Complexpermittivity and Improved Electromagnetic Interference Shieldingat Elevated Temperature. Journal of the European Ceramic Society, 34, 2229–2237.

- Ramachandran, T., Rajendrakumar, K., Rajendran, R., 2004. Antimicrobial Textiles-An Overview. Internet Explorer (India) Journal-Textile, 84(2), 42-47.
- Ravindra, S., Murali Mohan, Y., Narayana Reddy, N., Mohana Raju, K., 2010. Fabrication of Antibacterial Cotton Fibers Loaded with Silver Nanoparticles Via "Green Approach". Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects, 367(1-3), 31-40.
- Razaq, S.A., 2003. Tekstil Numunelerinde Antibakteriyel Aktivite Tayini, Ekoteks Lab.İşl. Ltd. Şti., İstanbul.
- Rowell, R.M., ve Young, R.A.(Ed), 1978. Modified Cellulosics. Academic Press, 376p, American.
- Sathishkumar, M., Sneha, M., Yun, Y.S., 2010. Immobilization of Silver Nanoparticles Synthesized Using Curcuma Longa Tuber Powder and Extract on Cotton Cloth for Bactericidal Activity. Bioresource Technology, 101(20), 7958-7965.
- Sen, A.K., Damewood, J., 2001. Coated Textiles: Principles and Applications (Illustrated Edition). USA: Technomic Publishing Company.
- Seong, H.S., Kim, J.P., Ko, S.W., 1999. Preparing Chito-Oligosaccharides as Antimicrobial Agents for Cotton. Textile Research Journal, 69(7), 483-488.
- Service, D., 1998. Amicor-Antimicrobials Fibers, Chemical Fibers International, 48(6), 486-489.
- Seventekin, N., Öktem, T., Tekeoğlu, S., 2001. Tekstilde Antimikrobiyel Madde Kullanımı, Tekstil ve Konfeksiyon, 4, 217-224.
- Soylu, H.M., 2014. Radyasyon Zırhlanmasında Polimer-Tungsten Bileşik Kompozitlerin Etkinliğinin Test Edilmesi. Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 63s, İzmir.
- Süpüren,G., Çay, A., Kanat, E., Tarakçıoğlu, I., 2006. Antimikrobiyel Lifler. Tekstil ve Konfeksiyon, 2, 80-89.
- TAEK, 2011. Radyasyon Güvenliği Yönetmeliği. Erişim Tarihi: 15.10.2017. <http://www.taek.gov.tr/tr/belgeler-formlar/mevzuat/yonetmelikler/radyasyon-guvenligi/radyasyon-guvenligi-yonetmeliği/>.
- TAEK, 2016. Radyasyonun İnsan Sağlığı Üzerine Etkileri. Erişim tarihi: 13.07.2016. <http://www.taek.gov.tr/ogrenci/r07>.

- TAEK, 2017. Doğal Radyasyon Kaynakları. Erişim Tarihi:15.12.2017. <http://www.taek.gov.tr/tr/2016-06-09-00-43-46/1087-dogal-radyasyon-kaynaklari.html>.
- TAEK, 2018. Radyasyon "Radyasyon ve Biz". Radyasyon Birimleri Erişim Tarihi:15.02.2018. <http://www.taek.gov.tr/ogrenci/sf4.html>
- Tang, B., Wang, J.F., Xu, S.P., Afrin, T., Tao, J.L., Xu, W.Q., Sun, L., Wang, X.G., 2012. Function improvement of wool fabric based on surface assembly of silica and silver nanoparticles; Chemical Engineering Journal, 185, 366-373.
- Teli, M.D., Sheikh, J., 2012. Nanosilver Containing Grafted Bamboo Rayon as Antibacterial Material, Fibers and Polymers, 23(10), 1280-1285.
- Thanh, N., Phong, N., 2009. Investigation of Antibacterial Activity of Cotton Fabric Incorporating Nano Silver Colloid. APCTP-ASEAN Workshop on Advanced Materials Science and Nanotechnology, Publishing Journal of Physics: Conference Series, 187, 1-7.
- Thiry, M.C., 2001. Small Game Hunting: Antimicrobials Take the Field. AATCC Review, November, 11(1), 11-17.
- Tutak, M., Gün, F., 2011. Antimicrobial effect of C.I. Basic Red 18:1 and C.I. Basic Yellow 51 on Some Pathogenic Bacteria. Fibres and Polymers, 12(4), 457-460.
- Türkoğlu, Y., 2010. Metal Tel İçerikli Kompozit İpliklerden Örülen Süprem Kumaşların Elektromanyetik Ekranlama ve Konfor Özelliklerinin İncelenmesi. Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 116s, Kayseri.
- Ulçay, Y., Altun, Ş., Baycan, İ., 2010. Aramid, Novoloid ve Polietilen Liflerinin Radyasyon Etkisi Altında Mukavemet Değerlerinin İncelenmesi. Uludağ Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi, 15(1), 195-199.
- Ünal, H., 2009. Tek Kullanımlık Hidrofil ve Antibakteriyel Polipropilen Nonwoven Çarşaf Eldesi. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 103s, İstanbul.
- Üreyen, M. E., Çavdar, A., Koparalı, A.Ş., Doğan, A., 2009. Yeni Geliştirilen Gümüş Katkılı Antimikrobiyel Tekstil Kimyasalı ve Bu Kimyasal İle İşlem Görmüş Kumaşların Antibakteriyel Performansları. Tekstil ve Mühendis, 69(15), 25-31.
- Xu, Q., Ke, X., Cai, D., Zhang, Y., Fu, F., Endo, T., Liu, X., 2018. Silver-Based, Single-Sided Antibacterial Cotton Fabrics with Improved Durability Via an L-Cysteine Binding Effect. Cellulose, 25, 2129-2141.

- Xue, C.H., Chen, J., Yin, W., Jia, S.T., Ma, J.-Z., 2012. Superhydrophobic Conductive Textiles with Antibacterial Property by Coating Fibers with Silver Nanoparticles. *Appl. Surf. Sci.*, 258, 2468-2472.
- Yapıcı, A.N., Meriçli Yapıcı, B., 2002. Deri İşletmelerinde Karşılaşılan Mikrobiyal Olaylar ve Kullanılan Mikrobiyosidler. *Gemsan Teknik Bülten*, 34, 8-10.
- Yaren, H., Karayılanoğlu, T., 2005. Radyasyon ve İnsan Sağlığı Üzerine Etkileri. *TSK Koruyucu Hekimlik Bülteni*, 4, 199-208.
- Yaşar, S., 2011. Sağlık Çalışanlarının Maruz Kaldığı X-Işını Geçirgenliğini Azaltmada Farklı Yoğunluk ve İçerikli Kontrast Maddelerle Sıvanmış Eldivenlerin Etkinlik ve Kullanılabilirliğinin Araştırılması. Süleyman Demirel Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Uzmanlık Tezi, 55s, Isparta.
- Yılmaz, R., 2013. Kaplama Tekstil Yüzeylerinin Elektromanyetik Kalkanlama Performansının Araştırılması. Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, , Yüksek Lisans Tezi, 127s, Tekirdağ.
- Yılmaz, R., 2014. Elektromanyetik Kalkanlama Özelliği Olan Malzemeler. *Electronic Journal of Vocational Colleges-May/Mayıs*, 136-150.
- Yılmaz, R., Ağırhan, A.Ö., Ağırhan, M., 2018. Pirol İle Kaplanan Karbon Kumaşların Elektromanyetik Kalkanlama Özelliklerinin İncelenmesi. *Beykent Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 11(1), 159-178.
- Yülek, G., 1992. Radyasyon Fiziği ve Radyasyonda Korunma, SEK Yayınları No:14, 198s. Ankara.
- Zıraplı, M., 2013, Bor Aplike Edilmiş Dokuma Kumaşların Radyasyon Önleyici Özelliklerinin İncelenmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 85s, Isparta.
- Zuguchi, M., Chida, K., Taura, M., Inaba, Y., Ebata, A., Yamada, S., 2008. Usefulness of Non-Lead Aprons in Radiation Protection for Physicians Performing Interventional Procedures. *Radiation Protection Dosimetry*, 131(4), 531-534.

## ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Naciye Sündüz OĞUZ  
Doğum Yeri ve Yılı : Denizli, 1986  
Medeni Hali : Bekâr  
Yabancı Dili : İngilizce  
E-posta : nsunduzoguz@hotmail.com

## Eğitim Durumu

Lise : Denizli Anafartalar Lisesi (Süper Lise), 2004  
Lisans : KSÜ, Mühendislik Fakültesi, Tekstil Mühendisliği, 2009  
Yüksek Lisans : SDÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekstil Mühendisliği, 2012

## Mesleki Deneyim

KÜ, Tekstil, Giyim, Ayakkabı ve Deri Bölümü 2012-(halen)

## Yayımları

- Oğuz, N.S., Akarşlan, F., 2018. Radyasyon Koruyucu Tekstil Ürünleri. Anka E-Dergi, 3(1), 16-25.
- Oğuz, N.S., Dayık, M., 2014. Gama Işınlarnın Kumaşların Antibakteriyel Özellikleri Üzerine Etkisi II. Tekstil Teknolojileri Elektronik Dergisi, 8(2), 1-11.
- Oğuz, N.S., Dayık M., 2014. Pamuk İpliğinde Mukavemeti Etkileyen Faktörlerin Bulanık Mantık Yöntemiyle Tespit Edilmesi. Tekstil Teknolojileri Elektronik Dergisi, 8(2) 12-18.
- Oğuz, N.S., Dayık, M., 2014. Gama Işınlarnın Kumaşların Antibakteriyel Özellikleri Üzerine Etkisi I. Tekstil Teknolojileri Elektronik Dergisi, 8(3), 1-9.
- Dayık, M., Oğuz, N.S., 2011. Radyasyon Işınlarnın Kumaşların Antibakteriyel Özellikleri Üzerine Etkisi. III. Uluslararası AR-GE Proje Pazarı, 10-11 Şubat 2011, Bursa, 100-101.