

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

**RADYASYON IŞINLARININ KUMAŞLARIN ANTİBAKTERİYEL
ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİSİ**

Naciye Sündüz OĞUZ

Danışman: Doç. Dr. Mehmet DAYIK

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
TEKSTİL MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
ISPARTA – 2012**

TEZ ONAYI

Naciye Sündüz OĞUZ tarafından hazırlanan “**Radyasyon Işınlarmının Kumaşların Antibakteriyel Özellikleri Üzerine Etkisi**” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Süleyman Demirel Üniversitesi Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı’nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Danışman : Doç. Dr. Mehmet DAYIK

Süleyman Demirel Üniversitesi Tekstil Teknolojisi Anabilim Dalı

(İmza)



Jüri Üyeleri :

Doç. Dr. Erdal DİKMEN

Süleyman Demirel Üniversitesi Nükleer Fizik Anabilim Dalı

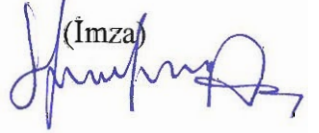
(İmza)



Yrd. Doç. Dr. Sennur ALAY AKSOY

Süleyman Demirel Üniversitesi Tekstil Makinaları Anabilim Dalı

(İmza)



Prof. Dr. Mehmet Cengiz KAYACAN
Enstitü Müdürü

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa no
İÇİNDEKİLER	i
ÖZET.....	iv
ABSTRACT	v
TEŞEKKÜR.....	vi
ÇİZELGELER DİZİNİ	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	viii
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	xii
1. GİRİŞ	1
1.1. Mikroorganizmalar.....	2
1.2. Mikroorganizmaların Tekstil Materyalinde Yarattığı Olumsuzluklar	3
1.2.1. Çürüme.....	4
1.2.2. Küflenme.....	4
1.3. Mikroorganizmaları Etkisiz Hale Getirme Yolları	4
1.3.1. Sterilizasyon.....	4
1.3.1.1. Sterilizasyon yöntemleri.....	4
1.3.2. Dezenfeksiyon.....	9
1.4. Mikroorganizmaların Tekstil İçin Önemi	9
1.4.1. Tekstil yüzeylerindeki bakteri atakları.....	10
1.5. Antimikrobiyal Maddeler ve Çalışma Mekanizmaları.....	12
1.6. Antimikrobiyal Maddelerin Etkileri.....	16
1.7. Antimikrobiyal Maddelerin Bakterisit Etkileri ve Etki Mekanizmaları	23
1.7.1. Mikroorganizmaların sitoplâzma zarı işlevlerine etki etmesi	23
1.7.2. Mikroorganizma hücresi proteinlerini denatüre etmesi	24
1.7.3. Mikroorganizma enzimlerinin işlevsel gruplarını bozması veya değiştirmesi	24
1.8. Antimikrobiyal Maddelerin Tekstil İçin Önemi	25
1.9. Antimikrobiyal Tekstil Ürünlerinin Kullanım Alanları	28
1.10. Antimikrobiyal Bitim İşlemi	30

1.10.1. Tekstil materyaline antimikrobiyal bitim işlemi uygulamaları	33
1.10.2. Liflere antibakteriyel özellik kazandırma yöntemleri	33
1.11. Gama Radyasyonu	35
1.11.1. Radyosterilizasyonun avantajları	36
1.11.2. Radyosterilizasyonun dezavantajları.....	38
1.11.3. Türkiye’de gama ışınlanması uygulamaları	38
1.11.3.1. Tek kullanımlık tıbbi ürünler ve sağlık bakım ürünleri	38
1.11.3.2. İlaç, ilaç hammaddeleri ve ilaç kapları	39
1.11.3.3. Kozmetik ve kozmetik hammaddeleri	40
1.11.3.4. Gıda ışınlamaları	40
1.11.3.5. Polimerlerde yapı değişikliği çapraz bağlama	40
2. KAYNAK ÖZETLERİ	41
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	49
3.1. Materyal	49
3.1.1. Kullanılan tekstil materyalleri.....	49
3.1.2. Kullanılan kimyasal maddeler.....	49
3.1.3. Kullanılan cihazlar	50
3.1.4. Kullanılan mikroorganizmalar	51
3.2. Yöntem.....	52
3.2.1. Kumaşa uygulanan gama ışınlama işlemi	53
3.2.2. Kumaşlara uygulanan testler	56
3.2.2.1. Antibakteriyel testler	57
3.2.2.2. Kopma mukavemeti testi.....	61
3.2.2.3. Yırtılma mukavemeti testi.....	62
3.2.2.4. Boncuklanma testi.....	62
3.2.2.5. Yıkama haslığı testi.....	63
3.2.2.6. Sürtme haslığı testi.....	65
3.2.2.7. Ter haslığı testi.....	66
4. ARAŞTIRMA BULGULARI	69
4.1. Antibakteriyel Test Sonuçları	69
4.1.1. % 100 Pamuklu kumaşlar için antibakteriyel testi sonuçları	69
4.1.2. Pamuk-poliester kumaşlar için antibakteriyel test sonuçları.....	73

4.1.3. Yün-poliester kumaşlar için antibakteriyel test sonuçları	77
4.2. Kopma Mukavemeti Test Sonuçları.....	81
4.2.1. % 100 Pamuklu kumaşlar için kopma mukavemeti test sonuçları.....	82
4.2.2. Pamuk-poliester kumaşlar için kopma mukavemeti test sonuçları	82
4.2.3. Yün-poliester kumaşlar için kopma mukavemeti test sonuçları	83
4.3. Yırtılma Mukavemeti Test Sonuçları.....	84
4.3.1. % 100 Pamuklu kumaşlar için yırtılma mukavemeti test sonuçları.....	84
4.3.2. Pamuk-poliester kumaşlar için yırtılma mukavemeti test sonuçları	85
4.3.3. Yün-poliester kumaşlar için yırtılma mukavemeti test sonuçları	86
4.4. Boncuklanma Test Sonuçları	87
4.4.1. % 100 Pamuklu kumaşlar için boncuklanma test sonuçları.....	88
4.4.2. Pamuk-poliester kumaşlar için boncuklanma test sonuçları	88
4.4.3. Yün-poliester kumaşlar için boncuklanma test sonuçları	88
4.5. Sürtme Haslığı Testi Sonuçları	88
4.5.1. % 100 Pamuklu kumaşlar için sürtme haslığı test sonuçları.....	89
4.5.2. Pamuk-poliester kumaşlar için sürtme haslığı test sonuçları	89
4.5.3. Yün-poliester kumaşlar için sürtme haslığı test sonuçları	90
4.6. Yıkama Haslığı Testi Sonuçları	91
4.6.1. % 100 Pamuklu kumaşlar için yıkama haslığı test sonuçları.....	92
4.6.2. Pamuk-poliester kumaşlar için yıkama haslığı test sonuçları	92
4.6.3. Yün-poliester kumaşlar için yıkama haslığı test sonuçları	93
4.7. Ter Haslığı Test Sonuçları	93
4.7.1. % 100 Pamuklu kumaşlar için ter haslığı test sonuçları	93
4.7.2. Pamuk-poliester kumaşlar için ter haslığı test sonuçları.....	94
4.7.3. Yün-poliester kumaşlar için ter haslığı test sonuçları	95
5. TARTIŞMA ve SONUÇ	96
5.1. % 100 Pamuklu Kumaş İçin Sonuç ve Öneriler.....	96
5.2. Pamuk-Poliester Kumaş İçin Sonuç ve Öneriler.....	96
5.3. Yün-Poliester Kumaş İçin Sonuç ve Öneriler	97
6. KAYNAKLAR	98
EKLER.....	104
ÖZGEÇMİŞ	108

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

RADYASYON IŞINLARININ KUMAŞLARIN ANTİBAKTERİYEL ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİSİ

Naciye Sündüz OĞUZ

Süleyman Demirel Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Mehmet DAYIK

Bu çalışmada, kumaşa antibakteriyel özellik kazandırmada kullanılan fiziksel yöntemlerden olan radyasyondan faydalanılmıştır. Ön terbiyesi ve boyaması işletme şartlarında yapılmış olan % 100 pamuk, pamuk/poliester ve yün/poliester karışımli dokuma kumaşlar 18 kGy ve 30 kGy dozlarında Co-60 kaynaklı 3.000.000 Ci kapasiteli gama radyasyona maruz bırakılmıştır. Referans kumaşlara ve ışınlanmış kumaşlara antibakteriyel, fiziksel ve kimyasal testler uygulanmıştır. Kumaşın özelliklerindeki değişim incelenmiş ve birbirleriyle kıyaslanmıştır.

Bu kumaşlara gama ışınlama ile antibakteriyel özellik kazandırılmamıştır. Her üç kumaş türünde de referans kumaşa göre ışınlanmış kumaşlarda sürtme haslığı ve boncuklanma değerlerinde hiçbir değişiklik gözlenmemiştir. Kumaşların kopma mukavemeti, yırtılma mukavemeti, ter ve yıkama haslığında gama radyasyonun etkisiyle az da olsa değişiklikler meydana gelmiştir.

Anahtar Kelimeler: Antibakteriyel özellik, radyasyon, dokuma kumaşın performans özellikleri.

2012, 108 sayfa

ABSTRACT

M.Sc. Thesis

EFFECTS OF RADIATION RAYS TO ANTIBACTERIAL PROPERTIES OF FABRICS

Naciye Sündüz OĞUZ

Süleyman Demirel University

**Graduate School of Applied and Natural Sciences
Department of Textile Engineering**

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Mehmet DAYIK

In this study, radiation which is used to fabric antibacterial property with the physical methods was used. 100% cotton, cotton/poliester and wool/polyester woven fabrics which were made pre-finishing and dyeing in a business conditions primarily were exposed to 18 kGy and 30 kGy doses of gamma radiation with the source of Co-60 and 3.000.000 Ci capacity. Reference fabrics and irradiated fabrics were applied to antibacterial, physical and chemical tests. Changing in the properties of the fabric has been examined and compared with each other.

These fabrics weren't acquired an antibacterial property with gamma irradiation. In each of the three types of fabrics in the reference fabrics and irradiated fabrics were observed no changes values at rubbing fastness and pilling. With the effect of gamma radiation fabrics' breaking strength, tearing strength, fastness to perspiration and washing changes occurred a little.

Key Words: Antibacterial property, radiation, performance properties of woven fabric.

2012, 108 pages

TEŞEKKÜR

Tez çalışmam sırasında desteğini esirgemeyen, bilgi birikimini, tecrübesini ve zamanını benimle paylaşan tez danışmanım Doç. Dr. Mehmet DAYIK'a; yüksek lisansım süresince bilimsel katkılarını gördüğüm ve tecrübelerinden yararlandığım hocam Doç. Dr. Hikmet ORHAN'a teşekkür ederim.

Kumaşların gama radyasyona maruz bırakılması konusunda yardımcı olan 3teks Medikal Tekstil çalışanlarından Tekstil Mühendisi Hatice POLAT'a ve Ahmet YAPICIOĞLU'na, Gamma-PAK A.Ş. çalışanlarından Üretim&Planlama sorumlusu Tuğba GÜNAYDI'ya ve Kalite Güvence sorumlusu Hakan BEHCAN'a, antibakteriyel testlerin üniversitemiz bünyesinde yapılabilmesine katkıda bulunan Süleyman Demirel Üniversitesi Tıp Fakültesi Mikrobiyoloji Ana Bilim Dalı Öğretim Üyesi Doç. Dr. Emel Sesli ÇETİN'e, kumaşlara antibakteriyel testlerin uygulanması için yardımlarını esirgemeyen Süleyman Demirel Üniversitesi Tıp Fakültesi Mikrobiyoloji Ana Bilim Dalı Arş. Gör. Ayşegül ERGÜN'e ve Esra ÇİFTÇİ'ye, kumaşlara fiziksel ve kimyasal testlerin uygulanması sırasında yardımlarını esirgemeyen Denizli Türk Standartları Enstitüsü çalışanlarından Tekstil Mühendisi Erkan YILDIZ'a ve Teknisyen Yeşim İNANÇ'a teşekkür ederim.

2724–YL–11 No'lu Proje ile tezimi maddi olarak destekleyen Süleyman Demirel Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Yönetim Birimi Başkanlığı'na teşekkür ederim.

Hayatım boyunca beni yalnız bırakmayan maddi manevi desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen aileme sonsuz sevgi ve saygılarımı sunarım.

Naciye Sündüz OĞUZ
ISPARTA, 2012

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 1.1. Mikropların tekstiller üzerindeki etkileri	3
Çizelge 1.2. Bakterilerin patojenik durumları ve neden oldukları hastalıklar	11
Çizelge 1.3. Tekstillere antimikrobiyal özellikler kazandıran işlemler	17
Çizelge 1.4. Japonya’da kullanılmakta olan antimikrobiyal tekstil ürün çeşitleri	29
Çizelge 1.5. “-static” ve “-cidal” ajanların özelliklerinin kıyaslanması.....	31
Çizelge 3.1. Numune kumaşlara uygulanan testler	57
Çizelge 4.1. % 100 Pamuklu kumaş için sürtme haslığı test sonuçları.....	89
Çizelge 4.2. Pamuk-poliester kumaş için sürtme haslığı test sonuçları	90
Çizelge 4.3. Yün-poliester kumaş için sürtme haslığı test sonuçları	91
Çizelge 4.4. % 100 pamuklu numunelere uygulanan yıkama haslığı test sonuçları ..	92
Çizelge 4.5. Pamuk- poliester numunelere uygulanan yıkama haslığı test sonuçları	92
Çizelge 4.6. Yün- poliester numunelere uygulanan yıkama haslığı test sonuçları	93
Çizelge 4.7. % 100 pamuklu numunelere uygulanan ter haslığı test sonuçları (Alkali)	93
Çizelge 4.8. % 100 pamuklu numunelere uygulanan ter haslığı test sonuçları (Asidik).....	94
Çizelge 4.9. Pamuk-poliester numunelere uygulanan ter haslığı test sonuçları (Alkali)	94
Çizelge 4.10. Pamuk-poliester numunelere uygulanan ter haslığı test sonuçları(Asidik).....	94
Çizelge 4.11. Yün-poliester numunelere uygulanan ter haslığı test sonuçları (Alkali)	95
Çizelge 4.12. Yün-poliester numunelere uygulanan ter haslığı test sonuçları(Asidik).....	95

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa no
Şekil 1.1. Kitin	15
Şekil 1.2. Kitosan	16
Şekil 1.3. 2000 yılı itibarı ile Batı Avrupa’da antimikrobiyal bitim işlemi ile elde edilen antimikrobiyal tekstil ürünlerinin kullanımı.....	30
Şekil 1.4. 2000 yılı itibarı ile Batı Avrupa’da antimikrobiyal elyaf kullanılarak elde edilen antimikrobiyal tekstil ürünlerinin kullanımı	30
Şekil 1.5. Antibakteriyel ajanlarla muamele sonrasındaki bakteri miktarlarının değişimi	32
Şekil 1.6. Ajanların kimyasal birleşme ile oluşturduğu antibakteriyel lif kesiti.....	34
Şekil 3.1. <i>Staphylococcus aureus</i> bakterisi	52
Şekil 3.2. <i>Klebsiella pneumoniae</i> bakterisi	52
Şekil 3.3. Co-60 kaynaklı gama ışınlama cihazı	54
Şekil 3.4. 18 kGy dozunda ışınlanmış kumaş	56
Şekil 3.5. 30 kGy dozunda ışınlanmış kumaş	56
Şekil 3.6. Antibakteriyel olmayan kumaş	59
Şekil 3.7. Antibakteriyel kumaş	59
Şekil 3.8. Instron kopma mukavemeti test cihazı	61
Şekil 3.9. Instron yırtılma mukavemeti test cihazı.....	62
Şekil 3.10. Martindale boncuklanma test cihazı	63
Şekil 3.11. Gyrowash yıkama haslığı test cihazı.....	64
Şekil 3.12. Akma gri skalası	64
Şekil 3.13. Solma gri skalası	64
Şekil 3.14. Işık kabininin içi	65
Şekil 3.15. Elmatear sürtme test cihazı	65
Şekil 3.16. Numunelerin çözelti içerisinde bekletildiği materyaller.....	67
Şekil 3.17. Sıkıştırılan perspirometreler arasındaki numune kumaşların etüv içindeki görünümü.....	68
Şekil 4.1. <i>S. aureus</i> uygulanmış % 100 pamuk referans kumaş (AATCC 147 test metodu).....	69
Şekil 4.2. <i>K. pneumoniae</i> uygulanmış % 100 pamuk referans kumaş (AATCC 147 test metodu)	69
Şekil 4.3. <i>S. aureus</i> uygulanmış ve 18 kGy dozunda ışınlanmış % 100 pamuk	

kumaş (AATCC 147 test metodu).....	70
Şekil 4.4. <i>K. pneumoniae</i> uygulanmış ve 18 kGy dozunda ışınlanmış % 100 pamuk kumaş (AATCC 147 test metodu).....	70
Şekil 4.5. <i>S. aureus</i> uygulanmış ve 30 kGy dozunda ışınlanmış % 100 pamuk kumaş (AATCC 147 test metodu).....	70
Şekil 4.6. <i>K. pneumoniae</i> uygulanmış ve 30 kGy dozunda ışınlanmış % 100 pamuk kumaş (AATCC 147 test metodu).....	70
Şekil 4.7. <i>S. aureus</i> uygulanmış % 100 pamuk referans kumaş (AATCC 100 test metodu) (0.zaman)	71
Şekil 4.8. <i>S. aureus</i> uygulanmış % 100 pamuk referans kumaş (AATCC 100 test metodu) (24.zaman)	71
Şekil 4.9. <i>S. aureus</i> uygulanmış ve 18 kGy dozunda ışınlanmış % 100 pamuk kumaş (AATCC 100 test metodu) (0.zaman).....	71
Şekil 4.10. <i>S. aureus</i> uygulanmış ve 18 kGy dozunda ışınlanmış % 100 pamuk kumaş (AATCC 100 test metodu) (24.zaman).....	71
Şekil 4.11. <i>S. aureus</i> uygulanmış ve 30 kGy dozunda ışınlanmış % 100 pamuk kumaş (AATCC 100 test metodu)(0.zaman).....	71
Şekil 4.12. <i>S. aureus</i> uygulanmış ve 30 kGy dozunda ışınlanmış % 100 pamuk kumaş (AATCC 100 test metodu) (24.zaman).....	71
Şekil 4.13. <i>K. pneumoniae</i> uygulanmış % 100 pamuk referans kumaş (AATCC 100 test metodu) (0.zaman)	72
Şekil 4.14. <i>K. pneumoniae</i> uygulanmış % 100 pamuk referans kumaş (AATCC 100 test metodu) (24.zaman)	72
Şekil 4.15. <i>K. pneumoniae</i> uygulanmış ve 18 kGy dozunda ışınlanmış % 100 pamuk kumaş (AATCC 100 test metodu) (0.zaman).....	72
Şekil 4.16. <i>K. pneumoniae</i> uygulanmış ve 18 kGy dozunda ışınlanmış % 100 pamuk kumaş (AATCC 100 test metodu) (24.zaman).....	72
Şekil 4.17. <i>K. pneumoniae</i> uygulanmış ve 30 kGy dozunda ışınlanmış % 100 pamuk kumaş (AATCC 100 test metodu) (0.zaman).....	73
Şekil 4.18. <i>K. pneumoniae</i> uygulanmış ve 30 kGy dozunda ışınlanmış % 100 pamuk kumaş (AATCC 100 test metodu) (24.zaman).....	73
Şekil 4.19. <i>S.aureus</i> uygulanmış pamuk-poliester referans kumaş (AATCC 147 test metodu)	73
Şekil 4.20. <i>K. pneumoniae</i> uygulanmış pamuk-poliester referans kumaş (AATCC 147 test metodu)	73
Şekil 4.21. <i>S. aureus</i> uygulanmış ve 18 kGy dozunda ışınlanmış pamuk-poliester kumaş (AATCC 147 test metodu).....	74
Şekil 4.22. <i>K. pneumoniae</i> uygulanmış ve 18 kGy dozunda ışınlanmış pamuk-poliester kumaş (AATCC 147 test metodu).....	74

Şekil 4.23. <i>S. aureus</i> uygulanmış ve 30 kGy dozunda ışınlanmış pamuk-poliester kumaş (AATCC 147 test metodu).....	74
Şekil 4.24. <i>K. pneumoniae</i> uygulanmış ve 30 kGy dozunda ışınlanmış pamuk-poliester kumaş (AATCC 147 test metodu).....	74
Şekil 4.25. <i>S. aureus</i> uygulanmış pamuk-poliester referans kumaş (AATCC 100 test metodu) (0.zaman).....	75
Şekil 4.26. <i>S. aureus</i> uygulanmış pamuk-poliester referans kumaş (AATCC 100 test metodu) (24.zaman).....	75
Şekil 4.27. <i>S. aureus</i> uygulanmış ve 18 kGy dozunda ışınlanmış pamuk-poliester kumaş (AATCC 100 test metodu) (0.zaman).....	75
Şekil 4.28. <i>S. aureus</i> uygulanmış ve 18 kGy dozunda ışınlanmış pamuk-poliester kumaş (AATCC 100 test metodu) (24.zaman).....	75
Şekil 4.29. <i>S. aureus</i> uygulanmış ve 30 kGy dozunda ışınlanmış pamuk-poliester kumaş (AATCC 100 test metodu) (0.zaman).....	75
Şekil 4.30. <i>S. aureus</i> uygulanmış ve 30 kGy dozunda ışınlanmış pamuk-poliester kumaş (AATCC 100 test metodu) (24.zaman).....	75
Şekil 4.31. <i>K. pneumoniae</i> uygulanmış pamuk-poliester referans kumaş (AATCC 100 test metodu) (0.zaman).....	76
Şekil 4.32. <i>K. pneumoniae</i> uygulanmış pamuk-poliester referans kumaş (AATCC 100 test metodu) (24.zaman).....	76
Şekil 4.33. <i>K. pneumoniae</i> uygulanmış ve 18 kGy dozunda ışınlanmış pamuk-poliester kumaş (AATCC 100 test metodu) (0.zaman).....	76
Şekil 4.34. <i>K. pneumoniae</i> uygulanmış ve 18 kGy dozunda ışınlanmış pamuk-poliester kumaş (AATCC 100 test metodu) (24.zaman).....	76
Şekil 4.35. <i>K. pneumoniae</i> uygulanmış ve 30 kGy dozunda ışınlanmış pamuk-poliester kumaş (AATCC 100 test metodu) (0.zaman).....	77
Şekil 4.36. <i>K. pneumoniae</i> uygulanmış ve 30 kGy dozunda ışınlanmış pamuk-poliester kumaş (AATCC 100 test metodu) (24.zaman).....	77
Şekil 4.37. <i>S. aureus</i> uygulanmış yün-poliester referans kumaş (AATCC 147 test metodu).....	77
Şekil 4.38. <i>K. pneumoniae</i> uygulanmış yün-poliester referans kumaş (AATCC 147 test metodu).....	77
Şekil 4.39. <i>S. aureus</i> uygulanmış ve 18 kGy dozunda ışınlanmış yün-poliester kumaş (AATCC 147 test metodu).....	78
Şekil 4.40. <i>K. pneumoniae</i> uygulanmış ve 18 kGy dozunda ışınlanmış yün-poliester kumaş (AATCC 147 test metodu).....	78
Şekil 4.41. <i>S. aureus</i> uygulanmış ve 30 kGy dozunda ışınlanmış yün-poliester kumaş (AATCC 147 test metodu).....	78
Şekil 4.42. <i>K. pneumoniae</i> uygulanmış ve 30 kGy dozunda ışınlanmış yün-poliester kumaş (AATCC 147 test metodu).....	78

Şekil 4.43. <i>S. aureus</i> uygulanmış yün-poliester referans kumaş (AATCC 100 test metodu) (0.zaman)	79
Şekil 4.44. <i>S. aureus</i> uygulanmış yün-poliester referans kumaş (AATCC 100 test metodu) (24.zaman)	79
Şekil 4.45. <i>S. aureus</i> uygulanmış ve 18 kGy dozunda ışınlanmış yün-poliester kumaş (AATCC 100 test metodu) (0.zaman).....	79
Şekil 4.46. <i>S. aureus</i> uygulanmış ve 18 kGy dozunda ışınlanmış yün-poliester kumaş (AATCC 100 test metodu) (24.zaman).....	79
Şekil 4.47. <i>S. aureus</i> uygulanmış ve 30 kGy dozunda ışınlanmış yün-poliester kumaş (AATCC 100 test metodu) (0.zaman).....	80
Şekil 4.48. <i>S. aureus</i> uygulanmış ve 30 kGy dozunda ışınlanmış yün-poliester kumaş (AATCC 100 test metodu) (24.zaman).....	80
Şekil 4.49. <i>K. pneumoniae</i> uygulanmış yün-poliester referans kumaş (AATCC 100 test metodu) (0.zaman)	80
Şekil 4.50. <i>K. pneumoniae</i> uygulanmış yün-poliester referans kumaş (AATCC 100 test metodu) (24.zaman)	80
Şekil 4.51. <i>K. pneumoniae</i> uygulanmış ve 18 kGy dozunda ışınlanmış yün-poliester kumaş (AATCC 100 test metodu) (0.zaman).....	81
Şekil 4.52. <i>K. pneumoniae</i> uygulanmış ve 18 kGy dozunda ışınlanmış yün-poliester kumaş (AATCC 100 test metodu) (24.zaman).....	81
Şekil 4.53. <i>K. pneumoniae</i> uygulanmış ve 30 kGy dozunda ışınlanmış yün-poliester kumaş (AATCC 100 test metodu) (0.zaman).....	81
Şekil 4.54. <i>K. pneumoniae</i> uygulanmış ve 30 kGy dozunda ışınlanmış yün-poliester kumaş (AATCC 100 test metodu) (24.zaman).....	81
Şekil 4.55. % 100 pamuklu numunelere uygulanan kopma mukavemeti test sonuçları	82
Şekil 4.56. Pamuk-poliester numunelere uygulanan kopma mukavemeti test sonuçları	83
Şekil 4.57. Yün-poliester numunelere uygulanan kopma mukavemeti test sonuçları	84
Şekil 4.58. % 100 pamuklu numunelere uygulanan yırtılma mukavemeti testi sonuçları	85
Şekil 4.59. Pamuk-poliester numunelere uygulanan yırtılma mukavemeti testi sonuçları	86
Şekil 4.60. Yün-poliester numunelere uygulanan yırtılma mukavemeti testi sonuçları	87
Şekil 4.61. % 100 pamuklu numunelere uygulanan sürtme haslığı test sonuçları.....	89
Şekil 4.62. Pamuk-poliester numunelere uygulanan sürtme haslığı test sonuçları	90
Şekil 4.63. Yün-poliester numunelere uygulanan sürtme haslığı test sonuçları	91

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

μm	Mikrometre
nm	Nanometre
ppm	Parts per million: ‘Milyonda bir birim’e verilen isimdir.
meV	Milyon elektron volt enerji birimi
Ci	Curie: radyoaktivite birimi
kGy	Kilogray: Absorblanmış doz birimi
kPa	Kilopascal
DMDHEU	Dimetil dihidroksi etilen üre
DLC	Diamond like carbon: Elmas benzeri karbon
PEG	Polietilen glikol
SEM	Spektra elektro mikroskop
QAS	Kuaterner amonyum tuzu
UV	Ultraviyole
PHMG	Polyhexamethylene guanidine oligomer
ESR	Elektron spin rezonans

1. GİRİŞ

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

Mikroorganizmaların yüzeye tutunmasına, taşınmasına ve bunların neden olduğu hastalıklardan dolayı özellikle tıbbi ve hijyenik alanda kullanılan tekstillerde, antimikrobiyal fonksiyonların olması istenmektedir (Studer, 1999; Thiry, 2001).

Farklı mikroorganizmalarla kontamine edilmiş materyaller ile ilgili araştırmaların sonucu olarak, 1940'lı yılların başlarında tekstillere antibakteriyel kimyasallar uygulanmaya başlamıştır. Bu konuyla ilgili ilk çalışmalar, farklı kimyasallar ile işlem görmüş tekstillerin bakterisit ve bakteriyostatik özelliklerini belirleyen güvenilir bir test yönteminin geliştirilmesi üzerine odaklanmıştır (Rowell ve Young, 1978).

I. Dünya Savaşı sırasında Almanlar, askerlerin giydiği antimikrobiyal işlem görmüş üniformaların ikincil yara enfeksiyonlarını azalttığını keşfetmişlerdir. II. Dünya Savaşı sırasında ise, çadırlar, muşambalar ve kamyon örtüleri yaygın olarak pamuklu kumaşlardan yapıldığından bu durum özellikle Güney Pasifik Bölgesi'nde büyük bir sorun yaratmış ve kumaşların mikrobiyal saldırılar sonucu çürümelerine karşı önlemler alınmasını gerektirmiştir. Bu sorun nedeniyle Amerikan Ordusu, 1940'lı yılların başlarında tropikal ve yarı tropikal bölgelerde kullanılan tekstillerden izole edilen mantar, bakteri, maya ve algler ile ilgili veriler toplamış ve askeri kumaşlara klorlanmış vakslar, bakır ve antimon tuzlarının karışımlarını uygulamıştır. II. Dünya

Savaşı sonrası ve 1950'lerin sonlarında, bakır naftalat, bakır amonyum florid ve klorlanmış fenoller gibi bileşikler pamuklu kumaşlarda fungusid olarak kullanılmıştır. Yapılan bu çalışmalar, Tekstil Mikrobiyolojisi Bilim Alanı'nın gelişiminde etkili olmuştur. Araştırma araç ve gereçleri ile donatılmış laboratuvarlarda, tekstil mikroorganizmaları üzerine çalışmalar yapılmıştır. Örneğin, Amerikan askerlerinin çeşitli türdeki ayakkabı bağcıkları test edilmiş ve tüm iklim koşulları altında sadece poliamid esaslı bağcıkların zararlı haşarat ve organizmalara karşı dayanıklı olduğu bulunmuştur (Hall, 1978; Rowell ve Young, 1978).

Antimikrobiyal işlemler, bu organizmaların tekstil yüzeylerinde yerleşmelerini veya çoğalabilmelerini önlemek amacıyla yapılmaktadır. Tekstil materyallerine antibakteriyel özellik fiziksel ve kimyasal yöntemlerle kazandırılmaktadır. Bu çalışmada tekstil materyallerine antibakteriyel özellik kazandırmada fiziksel yöntemlerden olan radyasyondan faydalanılmıştır. Farklı dozlarda kobalt (Co-60) kaynaklı gama radyasyona maruz kalan kumaşlardaki mikroorganizma gelişimi, fiziksel özellikleri (kopma mukavemeti, yırtılma mukavemeti, boncuklanma) ve kimyasal özellikleri (yıkama, sürtme, ter haslığı) tespit edilerek, radyasyonun mikroorganizma gelişimi üzerindeki etkisi incelenmiş ve referans kumaşlar ile farklı dozlarda ışınlanmış kumaşlar birbirleriyle kıyaslanmıştır.

1.1. Mikroorganizmalar

Mikroorganizmalar gözle görülemeyecek kadar küçük olmalarına rağmen, kolaylıkla insan sağlığına zarar verebilmektedirler. İhtiyaç duydukları ortam sadece ısı, nem ve zamandır. Kumaşlarda leke ve renk atmasına neden olabilecekleri gibi, kokuya da sebep olabilmektedirler. Bunun yanında kumaşın görünümünün bile kötüleşmesine neden olabilmektedirler. Son zamanlarda yapılan çalışmalar tekstil ürünlerinin inanılmayacak ölçüde yüksek patojen taşıdığını göstermiştir.

Giyim eşyalarının saklanması, korunması ve lifler hakkındaki bilgiler insan yaşamında önemli bir yer tutmaktadır. Bu nedenle iç giyim ve çocuk elbiselerinin sıhhi olması yönünden kimyasal olarak sterilize edilmeleri ayrı bir önem taşımaktadır. Bazı kimyasal lifler özellikle naylon ve asetat lifleri, mikrobiyolojik etkilere karşı dayanıklıdır. Fakat bitkisel ve hayvansal lifler bu etkilere karşı dayanıksızdır ve hemen etkilenecek parçalanabilmektedir. Bunların depolanması ve

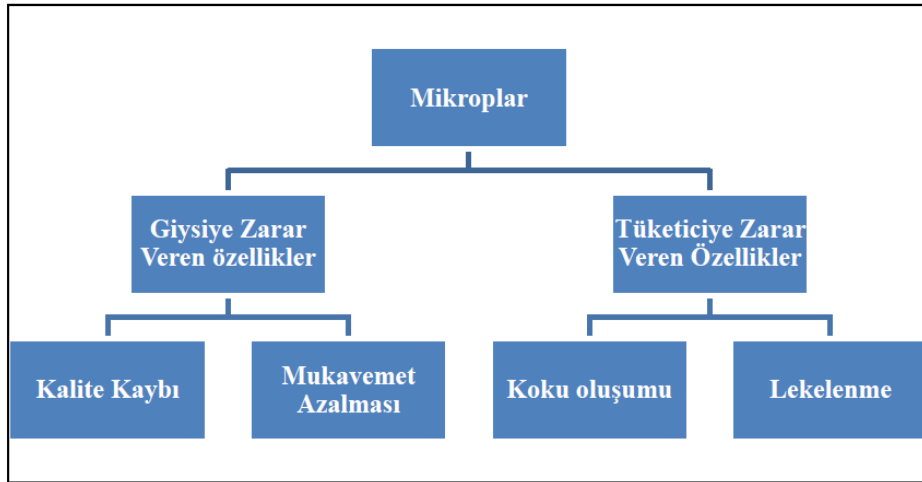
korunmasında kondisyonlama esaslarına dikkat edilmeli ve mikroorganizmaların çoğalmasına uygun ortam hazırlanmamalıdır.

Sonuç olarak tekstil endüstrisinde bu biyolojik zararlılardan dolayı binlerce dolarlık kayıplar oluşabilmektedir. Bununla beraber boyanmış tekstil mamullerinin biyolojik zararlılardan daha az etkilendiği de bilinmektedir. Zarar genellikle mukavemet kaybı, parçalanma ve dekompoze olma şeklinde görülmektedir (Dinçbostancı, 1987).

1.2. Mikroorganizmaların Tekstil Materyalinde Yarattığı Olumsuzluklar

Mikropların tekstiller üzerindeki etkisi Çizelge 1.1.' de gösterilmiştir.

Çizelge 1.1. Mikropların tekstiller üzerindeki etkileri (Onan, 2010)



Bu durumda antimikrobiyal maddelerden beklenen özellikler aşağıdaki gibidir:

- Hızlı bir şekilde mikropları öldürmeli ya da üremelerini frenlemelidir.
- Yıkamaya, kuru temizlemeye, sıcak pres işlemlerine karşı dayanıklı olmalıdır.
- İstenmeyen mikroorganizmaları öldürecek, seçilebilir özellikte olmalıdır.
- Üreticisine, çevreye ya da kullanıcıya karşı zararlı etkileri olmamalıdır.
- Çevre yönetmeliklerine ve hükümet politikalarına uygun olmalıdır.
- Uygulaması kolay olmalıdır.
- Kumaş kalitesi ve haslıkları üzerinde olumsuz etkileri olmamalıdır.
- Vücut sıvılarına karşı dayanıklı olmalıdır.
- Sterilizasyona karşı dayanıklı olmalıdır (Onan, 2010).

1.2.1. Çürüme

Isı ve nemin mevcudiyetinde bazı mikroorganizmalar, selüloz makro moleküllerini enzimatik olarak parçalayabilmekte ve oluşan küçük molekül parçalarını sindirebilmektedir. İşte liflerin bu mikrobik parçalanmasına çürüme denilir (Tarakçioğlu, 1979).

1.2.2. Küflenme

Birçok mikroorganizmalar selüloz liflerini parçalamadan tekstil mamulü üzerinde yayılabilirler. Bu takdirde rahatsız edici lekeler oluşur. Buna da küflenme denir. Küflenme, tekstil mamulünün zarar görmeye başlaması demektir (Tarakçioğlu,1979).

1.3. Mikroorganizmaları Etkisiz Hale Getirme Yolları

1.3.1. Sterilizasyon

Bütün canlı mikroorganizmaların, canlı sporların, virüslerin öldürülmesi veya bir cisim ya da ortamdaki uzaklaştırılması işlemidir. Genelde kimyasal maddeler yerine fiziksel yöntemler kullanılarak yapılır.

Sterilizasyon, steril durumun oluşturulması için yapılan bir işlemdir. Steril durum, tüm yaşayan mikroorganizmaların uzaklaştırıldığını veya yok edildiğini belirten mutlak bir kavramdır (Avis ve Aker, 1986). Kullanılan sterilizasyon yönteminin çok dikkatli seçilmesi gerekir. Kullanılacak yöntem, üründe herhangi bir bozulmaya neden olmayan en etkili yöntem olmalıdır.

1.3.1.1. Sterilizasyon yöntemleri

Sterilizasyon teknikleri temel olarak üç bölümde incelenmektedir (Garfinkle ve Henley, 2000):

1. Fiziksel sterilizasyon yöntemleri

- Sıcaklığın uygulandığı sterilizasyon yöntemleri:
 - Kuru ısı sterilizasyonu
 - Doygun su buharı ile sterilizasyonu (yaş ısı sterilizasyonu)
- Sıcaklığın uygulanmadığı sterilizasyon yöntemleri:

- UV ışını ile sterilizasyon
- İyonize radyasyon ile sterilizasyon
- Süzme ile sterilizasyon

2. Kimyasal sterilizasyon yöntemleri

- Gaz sterilizasyonu
- Etilen oksit (EtO) gazı ile sterilizasyon
- Hidrojen peroksit gazı ile sterilizasyon
- Klor dioksit gazı ile sterilizasyon

3. Aseptik yöntem

1. Fiziksel sterilizasyon yöntemleri

a) Sıcaklığın uygulandığı sterilizasyon yöntemleri

• **Kuru ısı sterilizasyonu:** Kuru ısı hem mikroorganizmaların, hem de mikroorganizmaların metabolik artıklarının (pirojenik maddeler) yok edilmesi amacıyla kullanılmaktadır. Kuru ısı sterilizasyonu için gerekli olan yüksek sıcaklıklarda (Sterilizasyon için: 160°C» 120 -180 dakika 170°C» 90 -120 dakika 180°C» 45–60 dakika) çoğu maddenin yapısında değişiklikler meydana gelir. Mesela selülozdan yapılmış malzemeler kömürleşmeye başlar, kauçuk oksitlenir ve termoplastikler erir. Bu nedenle kuru ısı sterilizasyonu, cam veya metal malzemeler, yüksek sıcaklıkta bozulmayan ve su içermeyen yağlar veya kimyasal maddeler için uygun bir sterilizasyon yöntemidir. Sterilizasyon sırasında bazı madde ve malzemelerin yüksek sıcaklıkta genişleyebilecekleri unutulmamalıdır. Özellikle cam malzemelerin sıkışarak kırılmasına neden olan bu durumun engellenmesi için malzemelerin yeterince aralık bırakılarak yerleştirilmesi; yağ ve benzeri maddelerin ise genişleyerek taşmalarını engellemek için uygun büyüklükteki kaplara konması gerekmektedir (Avis ve Aker, 1986).

• **Doymuş su buharı ile sterilizasyon (yaş ısı sterilizasyonu):** 121°C’de doymuş su buharıyla yapılan sterilizasyon; düşük maliyetli, güvenilir ve değişikliklere izin verebilen bir sterilizasyon yöntemidir. Bu sterilizasyon işlemi otoklav adı verilen basınca dayanıklı sterilizasyon odalarında yapılır. Otoklav sterilizasyonunda

malzemelerin ambalajı için özel bir parşömen kâğıdı kullanılır (Garfinkle ve Henley, 2000).

Otoklavda en yüksek verimi elde edebilmek için, hiç su damlacığı içermeyen kuru buharın kullanılması gerekir. Bu buhara doygun buhar denir. Eğer buhar az da olsa su damlası içeriyor ise, sterilizasyonun etkinliği azalır.

b) Sıcaklığın uygulanmadığı sterilizasyon yöntemleri:

- **UV ışını ile sterilizasyon:** UV ışığı, dalga boyu 328 ile 210 nm arasında olan ışınlardan oluşmaktadır. Mikroorganizmalar üzerinde en öldürücü etki, 240 ile 280 nm dalga boyları arasındaki UV ışını ile elde edilir. Dalga boyu 253.7 nm olan ışın, öldürücü etkinin en fazla görüldüğü UV ışınıdır (Russell vd., 1982). UV ışığının mikroorganizmalar üzerindeki öldürücü etkisi veya UV ışığına karşı mikroorganizmaların gösterdikleri direnci; mikroorganizma tipi, mikroorganizma sayısı, mikroorganizmanın durumu, ortamda organik yapıların bulunup bulunmaması, sıcaklık, hangi dalga boyundaki UV ışınının kullanıldığı ve mikroorganizmanın kendini tedavi etme özelliği gibi değişik nedenlere bağlıdır. Bakteri sporlarının UV ışınına karşı çok daha dayanıklı oldukları bilinmektedir (yaklaşık 3–10 kez). Virüsler de UV ışığında ölürler ve gösterdikleri direnç bakteri sporlarından daha azdır. Mikroorganizma sayısının çok olması, bunların yok edilmesi için gerekli olan UV ışını dozunun daha fazla olmasını gerektirir. Ayrıca mikroorganizmanın kendi yaşam döngüsünün hangi aşamasında bulunduğu, UV ışınına karşı gösterdiği direnci etkilemektedir. Bunun yanı sıra ortamda nemin bulunması, öldürücü etkinin oluşması için gereken UV ışını şiddetinin/dozunun daha az olmasına neden olmaktadır. Mikroorganizmanın bulunduğu ortamda kan ve serum gibi organik bir yapı varsa, öldürücü etkinin oluşması için gerekli UV ışını dozunun artırılması gerekmektedir. Düşük sıcaklıklarda çoğu mikroorganizma, UV ışınına karşı aşırı bir hassasiyet gösterir ve düşük dozlarda öldürülmeleri kolaylaşır. Mikroorganizmaların bazıları, UV ışınının neden olduğu hasarı tamir edebilme yeteneğine sahiptir ve bu nedenle bu mikroorganizmaların UV ışınına karşı dirençleri daha fazladır (Russell vd., 1982).

- **İyonize radyasyon ile sterilizasyon:** İyonize radyasyon, elektromanyetik radyasyon ve taneciklerden kaynaklanan radyasyon olmak üzere iki grupta incelenir.

Elektromanyetik radyasyon gama ışınları ve X ışınlarından kaynaklanmaktadır. İyonize radyasyonla yapılan sterilizasyonun en önemli özelliği, ısı enerjisine gerek duyulmadan malzemelerin ambalajları içinde sterilize edilebilmesidir (Groands, 1989). Bu nedenle başta etilen oksit sterilizasyonu olmak üzere, sıcakta gerçekleştirilen diğer sterilizasyon yöntemlerine alternatif bir yöntemdir. Ayrıca iyonize radyasyonla, hiç kesintisiz olarak sterilizasyon işlemi gerçekleştirilebilir. Gama ışını kaynağı olarak radyoaktif bir izotop olan Co-60 kullanılmaktadır. Co 60'dan iki proton ve bir elektron yayılır. Bu toplam olarak 2.81 meV'lik enerjiye karşılık gelmektedir. Genellikle kan ve kan ürünlerinin sterilizasyonunda kullanılan Cs-137 de gama ışını kaynağı olarak kullanılmaktadır. Ancak yaydığı ışının enerji düzeyi (0.66 meV) düşük olduğu için bazı durumlarda tercih edilmektedir (Garfinkle ve Henley, 2000).

Radyasyon (gama, elektron demeti, X-ışınları) sterilizasyonu ve biyolojik yük kontrolünde ürünler üzerinde kalıntı bırakmadığı gibi, çalışanlar ve çevre için son derece yüksek güvenlik standartlarına erişmesi, işlem kontrolünün sadece bir tek parametreye bağlı olması, ürünlerin geçirgen olmayan ambalajlarda ve kolilerde işlem görmesi bu yöntemin en üstün yönlerini oluşturmaktadır. Bu nedenle radyasyonla sterilizasyon bütün dünyada en çok tercih edilen sterilizasyon yöntemi durumuna gelmiş bulunmaktadır.

- **Süzme ile sterilizasyon:** Sterilizasyon amacıyla yapılan süzme, herhangi bir sıvıdan veya gazdan mikroorganizmaların uzaklaştırılması işlemidir. Steril süzme tüm mikroorganizmaları tutacak özellikte olmalıdır. Bu nedenle kullanılan filtrenin gözenek çapının mikroorganizmayı geçirmeyecek boyutta olması gerekir. Steril süzmede temel olarak membran filtreler kullanılır. Ancak az da olsa, porselen veya cam filtrelerin de bu amaçla kullanılabileceği bildirilmiştir (Philips ve Miller, 1980; Avis ve Aker 1986; Groands, 1989).

2. Kimyasal sterilizasyon yöntemleri

- **Gaz sterilizasyonu:** Gaz kullanılarak yapılan sterilizasyon eskiden beri kullanılan bir sterilizasyon yöntemidir. Formaldehit ve kükürt dioksit buharı, sterilizasyon amaçlı olarak uzun bir süre kullanılmıştır. Bu yapılar, kolayca reaksiyona girebilen, ancak zor uzaklaştırılan gazlardır. Bu nedenle kullanımları sınırlı kalmıştır. Daha az

sorunlu olan (EtO) ve beta-propiyolaktone bu gazların yerini almıştır (Avis ve Aker 1986).

• **Etilen oksit (EtO) gazı ile sterilizasyon:** Etilen oksit oda sıcaklığında gaz durumunda olan kokulu ve renksiz bir maddedir. Düşük sıcaklıklarda sıvıdır. Atmosfer basıncında kaynama noktası 10.8°C'dir. Tek başına yanıcı olup hava ile % 3'ün üstündeki oranlarda karışınca, patlayıcı bir özellik kazanır. Bu nedenle CO₂ veya florlu hidrokarbonların bir veya birkaçı ile karıştırılarak kullanılır. EtO plastik, kâğıt veya toz kütlesine kolayca girebilir. Gaz durumunda, çoğu katı madde için kimyasal olarak zararsızdır. Basınç uygulanarak sıvı duruma getirildiğinde ise, bazı plastik yapıları ve kauçuğu çözmesi nedeniyle dikkatli kullanılmalıdır. Sterilizasyon süresinin uzun olmasına ve uygulamada değişik zorluklarla karşılaşılmasına rağmen diğer bilinen yöntemlerle sterilize edilemeyen madde ve malzemeler EtO ile sterilize edilebilmektedir.

• **Hidrojen peroksit gazı ile sterilizasyon:** Oda sıcaklığında sıvı olan hidrojen peroksit buharlaştırıldığında, değişik aletler ve ambalaj malzemeleri için etkili bir yüzey sterilizasyon maddesi olarak kullanılır. Dondurarak kurutma ve değişik doldurma sistemleri gibi çok karmaşık aletlerin sterilizasyonunun yanı sıra temiz oda oluşturmak için de kullanılmaktadır. Bu sterilizasyon işleminde gazın, sterilize edilecek yüzeyin her tarafına temas etmesi sağlanmalıdır (Garfinkle ve Henley, 2000).

• **Klor dioksit gazı ile sterilizasyon:** Klor dioksit yeşil-sarı renkli bir gazdır. Bakterisit, virüsit ve sporisit etkilidir. Ozon tabakasına da zarar vermez. Vakumda ve düşük derişimde kullanılması nedeniyle, EtO'in yerine kullanılabilen bir gaz olarak kabul edilmektedir. Bu gazla naylon, polietilen, polipropilen, polistiren ve teflon herhangi bir sorun olmadan sterilize edilebilmektedir. Polikarbonatın ve poliüretanın ise, renkleri kaybolabilmekte ve gerilme özellikleri azalabilmektedir (Garfinkle ve Henley, 2000).

3. Aseptik yöntem

Aseptik yöntem, mikroorganizmaların işlem sahasından uzak tutulması durumudur (Marino ve Benjamin, 1986). Aseptik teknikte havadaki olası mikroorganizmaları öldürmek için UV lambaları veya kimyasal aerosoller kullanılır. Çoğunlukla yapılan

işlem mikroorganizmaların aseptik alana girişini engellemektir. Bu amaçla hava HEPA(High Efficiency Particulate Air) filtrelerden süzülerek çalışma ortamına verilir (Russell vd., 1982).

1.3.2. Dezenfeksiyon

Mikroorganizmaların bazı şekillerini öldüren veya inaktive eden bir işlemdir. Genelde kimyasal maddelerle yapılır (Ergin, 1997). Bu maddelere dezenfektan veya antimikrobik madde bazen de cilde zarar vermiyorsa antiseptik madde denir.

1.4. Mikroorganizmaların Tekstil İçin Önemi

Mikroorganizmalar, soluduğumuz havada, vücudumuzda, toprakta ve temas ettiğimiz bütün yüzeylerde bulunabilmektedir. Beslenme kaynağı, yeterli sıcaklık ve yeterli nem oranı, gelişmeleri için gerekli olan şartları oluşturmaktadır. İnsan vücudunun birçok bölgesinde, mikroskopik organizmalar bulunmaktadır. Derimiz, sayısız küçük organizma ile kuşatılmıştır ve bunların çoğu bizim deri floramızı ve doğal koruma tabakamızı oluşturmaktadır. Normal floranın bir üyesi olarak kabul edilen organizmalarla oluşan fırsatçı enfeksiyonlar, bazı koşullar altında sık karşılaşılan bir sorun olmaktadır. Bakteriler, normal floranın en sık rastlanan üyeleridir, özellikle mukozalarda bulunmaktadır ve çoğu bölgelerde anaerop bakteriler baskın olmaktadır (Schmidt, 1997; Lindemann, 2000; Hart ve Shears, 2001; Menezes ve Kayser, 2002). Mikroorganizma terimi genel olarak bakterileri, mantarları (küfler ve mayalar) ve virüsleri içermektedir. Tekstil ürünlerini ilgilendiren özellikle bakteriler ve daha sonra mantarlardır. Mikroorganizmalar, bir miktar nem ve uygun bir gıda varlığında gelişmeye başlar ve ideal koşullar altında mikrobik büyüme çok hızlı gelişir ve şiddetli koşullar altında bile varlığını devam ettirir. Tek bir bakteri ile başlandığında, yaklaşık 9 saat sonra 6 milyar bakteri meydana gelmektedir. Bu durum kirlenmeyi, düşük ve emniyetli bir seviyede tutmak için uygun bir mikrobik korumanın ne kadar önemli olduğunu vurgulamaktadır. Çoğu durumda, hoş olmayan kokuların oluşumu, aslında kontrolsüz bakteri büyümesinden kaynaklanmaktadır. Deri üzerinde mikroorganizmaların büyümelerini destekleyen koşullar, benzer şekilde tekstiller üzerinde de gerçekleşmektedir. Nem, sıcaklık ve besin (ter ve üre) gibi deri ve tekstiller üzerindeki destekleyici koşullar, bakterilerin sayısal olarak hızla artmasına imkân sağlamakta ve kimyasal bozulma ürünleri olarak hoş olmayan kokular

oluşturmaktadır. Deri ile temas sonucu çok kısa bir giyim süresi sonunda bile mikroorganizmalar tekstil yüzeyine nüfuz etmektedir (Studer, 1999; Lindemann, 2000).

Tekstiller, mikroorganizmaların büyümeleri için gerekli ortamı sağladıklarından, mikroorganizmaların güçlenerek büyümesi, kötü kokulara yol açabildiği gibi (kumaş, çoraplar vb.), görsel bozulma ve renk değişimlerine (perdeler, halılar, farklı ev döşemelikleri vb.) ürün kullanım ömrünün azalmasına (özellikle pamuk ve yün içerikli ürünler) ve insan sağlığı üzerinde potansiyel tehlikelere de sebep olabilmektedir. Bu ise bazı durumlarda, hijyenik ve estetik olan bir malzemenin kullanılamaması anlamına gelebilir (Menezes, 2002). Zarar genellikle mukavemet kaybı, parçalanma ve dekompoze olma şeklinde görülebilmektedir (Dinçbostancı, 1987).

Mikroorganizmaların, kumaş yüzeyleri üzerine tutunması (adhezyon) sonucunda, tekstil materyalleri taşıyıcı olabilmektedir. Bu sonuçlardan dolayı tıbbi amaçlı kullanılan malzemeler, cerrahi elbiseler, hastane perdeleri, hemşire elbiseleri, yer kaplama ve yatak malzemeleri, havlular ve işçi uniformaları gibi giysilerin antimikrobiyal fonksiyon kazanması gereklidir (Başer, 1995).

1.4.1. Tekstil yüzeylerindeki bakteri atakları

Tekstil yüzeylerinde uygun sıcaklık aralıkları, nem ve diğer iklimik etkenler sayesinde bakteriler çok hızlı bir şekilde üreyerek tehlike yaratabilirler. Bakterilerin yarattığı bu tehlikeyi iki şekilde incelemek mümkündür: İlk olarak; kontrolsüz bakteri çoğalmasının meydana getirdiği konfor kayıpları, kötü koku oluşumu, çevre ve insan sağlığına zarar verebilecek potansiyel risk oluşturması bakımından incelenebilir. İkinci olarak da kumaş üzerinde meydana gelebilecek renk bozulmaları, performans kayıpları, leke oluşumları bakımından olumsuz etkileri gözlenebilir (Toprakkaya ve Orhan, 2003).

Yeryüzünde pek çok bakteri çeşitleri bulunmasına karşın tekstil yüzeylerinde çok sık karşılaşılan bakteri türleri daha sınırlıdır. Bunlardan bazılarının patojenik durumları ve sebep oldukları rahatsızlıklar Çizelge 1.2.' de özetlenmiştir (Seventekin vd., 2001).

Çizelge 1.2. Bakterilerin patojenik durumları ve neden oldukları hastalıklar
(Seventekin vd., 2001)

MİKROORGANİZMALAR	PATOJENİK DURUMLARI	SEBEP OLDUKLARI SONUÇLAR
<i>Bacillus subtilis</i>	Genel olarak patojen değildir	Gıdaların bozulması
<i>Escheria coli</i>	Düşük oranda patojendir	Gıdaların bozulması ve idrar Enfeksiyonları
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	Patojendir	Zatürre, idrar torbası Enfeksiyonları
<i>Pseudomonas aeuroginosa</i>	Düşük patojendir.	Çeşitli enfeksiyonlar
<i>Protcus vulgaris</i>	Düşük patojendir.	İltihaplanma
<i>Staphylococcus epidermis</i>	Düşük patojendir	Cerrahi yara enfeksiyonları
<i>Staphylococcus aureus</i>	Patojendir	Toksit şok, cerahat toplama, apse, fibrin pıhtılaşması, endocarditis

Tekstil ürünlerinde meydana gelen istenmeyen koku ve görünümünden dolayı patojen olmayan mikroorganizmaları kontrol altında tutmak gerekirken, insan sağlığına olan tehlikeli etkilerinden dolayı patojenik mikroorganizmaların çoğalmasının engellenmesi daha büyük bir önem arz etmektedir.

Mikroorganizmalar vücutta, havada, toprakta ve tüm yüzeylerde bulunabilmekte ve uygun şartlar sağlandığında takdirde üreyerek hızlı bir şekilde çoğalmaktadırlar. Bakteriler gelişmeleri için yeterli nem ve sıcaklık ile bir beslenme kaynağına (bazı bakteriler için de oksijene) ihtiyaç duyarlar. Bu gereksinimler tekstil materyallerinde bulunabilmektedir. Tekstil endüstrisi bunlardan özellikle bakteri ve mantarlarla ilgilenmektedir. Genel olarak bakteriler kötü kokuya; mantarlar biyolojik olarak parçalanmaya ve lekelenmeye sebep olurlar. Birçok bakteri 30–37°C arasında optimal gelişime sahip olurken, birçok mantar için optimal sıcaklık 25–30°C'dir. Aktif faaliyet halinde iken ise, vücutta bölgesel sıcaklık değişimleri söz konusu olmakta ve bu da bakterilerin çoğalmasını tetikleyici bir unsur oluşturmaktadır. Üzerinde besin kaynağı (çeşitli gıda kirlilikleri, yağ, protein, şeker ve deri kalıntıları) mevcut olan tekstil materyalleri mikrobiyal üremeyi hızlandıran bir başka etkidir.

Vücutta bakteri ve mantar üremesinde, vücut sıcaklığının yanı sıra ter bezlerinden salgılanan terin miktarı ve kimyasal içeriği de büyük önem taşımaktadır. Vücuttaki ter oluşumu, bakteri ve mantar üremesi ve gelişmesi için ideal koşulları sağlamaktadır.

Vücuttan çıkan sıvı ilk anda yağlı ve kokusuzdur. Ancak cilt yüzeyindeki bakteri florasında yerleşik bulunan bakteriler ter kokusunu ortaya çıkarmaktadır. Bu kokunun asıl kaynağı bakteriler tarafından oluşturulan karboksilli asitler, aldehitler ve aminler gibi bileşiklerdir. Birçok bakteri kolonisi, metabolizmasında kendilerini ışığa ve UV radyasyonuna karşı koruyan renkli pigmentleri üretmektedir (Seventekin vd., 2001) ve bu pigmentlerin yüzeye adhezyonu ile tekstillerde kirlenme söz konusu olmaktadır. Life bağlanan bu pigmentler, normal yıkama ile yeterli olarak uzaklaştırılmamaktadırlar.

1.5. Antimikrobiyal Maddeler ve Çalışma Mekanizmaları

Antimikrobiyal ürünler çeşitli endüstri alanlarında çok uzun yıllardan beri kullanılmaktadır. Fakat son yıllarda tekstil materyallerinde antimikrobiyal uygulaması giderek önem kazanmıştır. Antimikrobiyal madde, mikroorganizmaları öldüren veya üremelerini önleyen madde olarak tanımlanabilmektedir. Bakteri, küf, maya ve mantarlar başlıca mikroorganizmalardır.

Antimikrobiyal (antibakteriyel ve antifungal) kumaşlar, son yıllarda özellikle cerrahi giysilerde, bebek giysilerinde, iç çamaşırlarında, vb. çok büyük önem kazanmışlardır. Bütün dünyada mikrobik enfeksiyon tehlikesi nedeniyle artan bir ilgi vardır.

Triklosan gibi antimikrobiyal maddeler, göç edici özelliktedir. Lifin dışına doğru serbest kalır ve bir engelleme bölgesi oluşturur. Bu antimikrobiyaller, çok katlı malzemeler içerisinde geniş bir koruyucu bölge oluşturur ancak kumaştan salınma sonucu etkilerini yitirirler. Gümüş ve dörmlü silanlar gibi antimikrobiyal maddeler, tekstil yüzeyi üzerinde sabit bir şekilde bulunur. Antimikrobiyalin mikroorganizmaları öldürmesi için mikroorganizmaların kumaş ile temas halinde olması gerekir. Seçilecek antimikrobiyal tipi, çoğunlukla hangi lif çeşidinin korunacağına bağlıdır. Poliester gibi hidrofobik bir lif için sadece lif yüzeyi korunmalıdır. Pamuk gibi hidrofilik bir lif için, nem her nerede bulunuyorsa orası korunmalıdır. Bu iki temel mekanizma ticari olarak kullanılırken, tekstil bitim işlemlerinde uygulanan en yaygın yöntem kontrollü şekilde bırakma mekanizmasıdır (Thiry, 2001; Holme, 2002).

Antimikrobiyal maddelerin hepsi, aynı mekanizma ile etki göstermez. Bu nedenle doğru seçim yapabilmek için, kullanılan antimikrobiyaller arasındaki farklılıkların anlaşılması önemlidir (Devrent ve Yılmaz, 2004).

Antimikrobiyal uygulamalar aşağıda belirtilen özelliklerine göre birbirleriyle farklılık gösterirler (Devrent ve Yılmaz, 2004).

- Kimyasal yapılarına
- Toksikliklerine
- Kalıcılıklarına
- Etkinliklerine
- Güvenliklerine
- Maliyetlerine.

Antimikrobiyaller için üç önemli gereksinim önemlidir:

Güvenlik; ürünü kullanacak olan kişinin güvenliği, ürünü üretecek işçinin güvenliği, çevrenin güvenliği önemlidir.

Dayanıklılık; tekstiller yıkanabilme ve yeniden kullanılabilme gibi önemli bir özelliğe sahiptir ve tekstil ürünü kullanım ömrü boyunca antimikrobiyal özelliğe sahip olmalıdır.

Tekstil özelliklerini ve işlemlerini koruma; antimikrobiyaller, uygulanacak tekstil fabrikaları için yaygın bir proses olmalı ve kolayca uygulanmalıdır (Toprakkaya vd., 2003).

Antibakteriyel maddeler, bakterileri öldüren (bakterisitler) veya çoğalmalarını, gelişmelerini veya aktivitelerini engelleyen (bakteriostat) kimyasal maddelerdir. Bu fonksiyonları tamamıyla yerine getiren en önemli bileşikler aşağıdaki gibidir (Devrent ve Yılmaz, 2004).

- Fenol ve türevleri,
- Alkoller,
- Metaller,

- Oksidasyon maddeleri,
- Halojenler,
- Biqvanidinler,
- Isothiazolonlar,
- Amonyum bileşikleri,
- Kitin ve Kitosan,
- Zeolitlerdir.

Temelde antimikrobiyal maddeler mikroorganizmalar üzerinde iki değişik şekilde etki eder. Geleneksel dayanıksız antimikrobiyal tipi tekstil malzemesini terk eder ve zehir etkisi yapan mikroorganizmalara katılır ya da bunlarla tepkimeye girer. Geleneksel olmayan bağlı antimikrobiyal madde tekstil yapısına bağlı kalır, fiziksel olarak zarı yırtar ve mikroorganizmayı elektrik vererek öldürür.

Geleneksel antimikrobiyal maddeler genelde etkindir ama çalışma sürecinde belirlenemeyen zamanlarda tükenirler ya da atılırlar. Bazı şirketler geleneksel antimikrobiyal teknolojiyi liflere uygular ve antimikrobiyalin yararlı ömrünü uzatmak için akmayı azaltırlar ya da bu maddeleri kimyasal binderlere eklerler.

Geleneksel antimikrobiyal maddeler life de eklense, kimyasal binderlerle de yapıştırılrsa, basitçe bitim işlemlerinde kumaşlara da eklense işlevleri aynı kalacaktır. Her durumda geleneksel antimikrobiyal teknolojileri bir öldürme alanı ya da mikroorganizma faaliyetlerini ve çoğalmasını engelleme bölgesi oluşturacaktır. Bu alan, işlem görmüş malzeme çevresindeki antimikrobiyal maddenin aktığı ya da yöneldiğı bölgedir. Geleneksel antimikrobiyal maddelerin öldürme ya da engelleme etkisi AATCC 147 testi ile belirlenmektedir (Devrent ve Yılmaz, 2004).

Chitosan doğal bir polimer olan chitinden elde edilmekte olup, oldukça iyi antimikrobiyal performans göstermekte ve doğal bir madde olarak antimikrobiyal liflerin yapısında giderek daha yaygın olarak kullanılmaktadır. Chitin doğada selülozun ardından en yaygın olarak bulunan ikinci polimerdir. Kimyasal yapısı selüloza çok benzemektedir, ancak selülozun 2. karbon atomuna bağlı olan hidroksil grubu yerine asetoamido grubu bulunmaktadır. Chitin suda çözünmemektedir ve

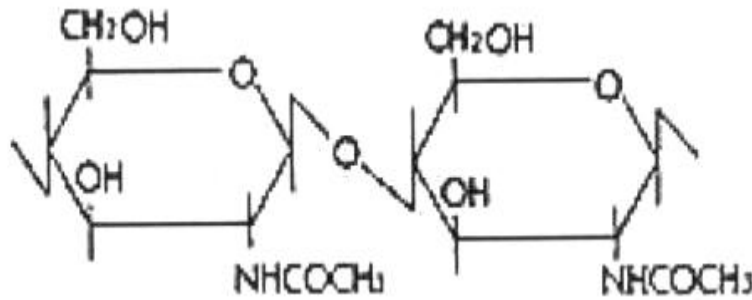
kimyasal reaktifliđi oldukça dūşūktür. Bu özelliklerinden ötürü endüstriyel uygulamalarda yaygın bir kullanım alanı bulamamaktadır.

Chitin (Şekil 1.1.) omurgasız deniz kabuklularından, mantarlardan ve planktonlardan elde edilmektedir. Kabuklar kurutulup öğütüldükten sonra, seyreltik NaOH ile işleme sokularak proteini uzaklaştırılmaktadır. Ardından da derişik HCl ile muamele edilerek mineraller uzaklaştırılmaktadır (Çay ve Duran, 2004).

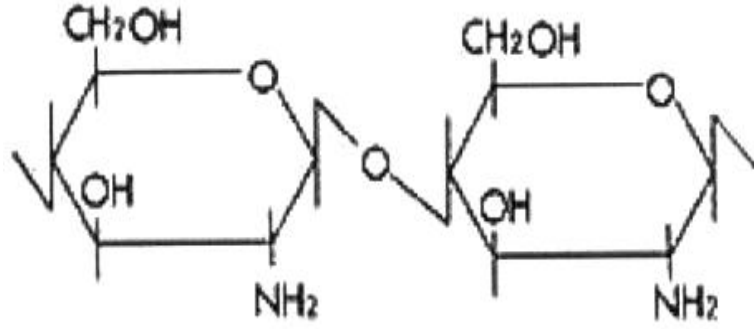
Chitosan (Şekil 1.2.) chitinin deasetilasyonu ile elde edilmektedir. Chitosanın yapısı da selüloza benzemektedir, ancak aralarındaki fark, selülozun hidroksil grubu yerine amino grubunun bulunmasıdır. Amino grubunun varlığı, chitosana selülozdan farklı olarak antimikrobiyal etki kazandırmaktadır. (+) yüklü amino grupları (-) yüklü mikroorganizma iyonlarını tutarak gelişmelerini engellemektedir. Çok sayıda antimikrobiyal bitim işlemi maddeleri kuaterner amonyum grupları içermektedir ve chitosana bu grupların bağlanması sonucu antimikrobiyal aktivitesi artırılmaktadır. Chitosan antibakteriyel bitim işlemi maddesi olarak kullanılabilirdiği gibi, doğrudan chitosan lifleri olarak da antibakteriyel etki sağlayabilmektedir (Seventekin vd., 1999).

Chitosanın elde edilişini aşağıdaki sıralamaya göre gerçekleştirmektedir:

Kabuklu deniz mahsulü → Parçalama → Protein ayırma (NaOH ile) → Yıkama → Saflaştırma (HCl ile) → Yıkama ve kurutma → Chitin → Deasetilleme (NaOH ile) → Yıkama ve kurutma → Chitosan



Şekil 1.1. Kitin (Devrent ve Yılmaz, 2004)



Şekil 1.2. Kitosan (Devrent ve Yılmaz, 2004)

Yukarıda belirtilerin dışında dünyada mikroorganizmaları öldürebilen daha yüzlerce hatta binlerce kimyasal vardır. Arsenik, kurşun, kalay, cıva, gümüş gibi çoğu doğal olan bu maddeler aynı zamanda insan ve çevre için çoğu kullanımda zehirli olabilmektedir. Tekstil endüstrisi için etkili bir antimikrobiyal madde sadece mikroorganizmaları öldürme ya da engelleme yeteneğine sahip olmamalı, bunu yaparken muamele edilmiş ürünün ömrü boyunca çok güvenli bir şekilde etkisini göstermeli ve tekstil mamulünün diğer önemli özelliklerini negatif olarak etkilememelidir (White vd., 2005).

1.6. Antimikrobiyal Maddelerin Etkileri

Tekstillere uygulanan antimikrobiyal işlemler ile uzun süre boyunca tekstil ürününü koruması ve korunmasının sağlanması amaçlanmaktadır. Bu amaçla kimyasal yöntemler ve fiziksel yöntemler ile tekstil ürününe antimikrobiyal bir özellik kazandırabilir.

Antimikrobiyal bitim işlemlerinin kullanılmasının dört ana amacı vardır:

1. Mikrobiyal lif bozulmasının bir sonucu olarak performans özelliklerindeki kaybı önlemek.
2. Bakteri oluşum tekrarını önemli ölçüde sınırlandırmak.
3. Terin mikrobiyal bozunmasının bir sonucu olarak koku oluşumunu azaltmak.
4. Patojenlerin taşınması ve yayılmasını önlemek (Mucha vd., 2002).

Çizelge 1.3. Tekstillere antimikrobiyal özellikler kazandıran işlemler (Toprakkaya vd.,2003)

Antimikrobiyal Etki		
Kimyasal Yöntemler		Fiziksel Yöntemler
Fenol ve fenol bileşikleri Alkoller Ağır metaller ve bileşikleri Oksitleyici maddeler	Klor ve türevleri İyodinler Boyalar Sabun ve sentetik deterjanlar	Sıcaklık Ozmotik basınç Radyasyon Filtrasyon (Süzme)

Çizelge 1.3.' de tekstillere antimikrobiyal özellik kazandırma yöntemleri gösterilmiştir. Kimyasal yöntemlerde kullanılan maddeler, uygun konsantrasyonlarda mikroorganizmaları öldürme veya üremelerini durdurma kapasitesinde olduklarından, kullanılma amaçlarına göre seçilmektedir. Uygulanacak maddenin yapısı, etkilenmesi istenen mikroorganizma tipleri ve çevre şartları, sıcaklık, pH konsantrasyonu, uygulama süresi ve organik maddelerin varlığı, kimyasal maddenin aleyhine etki edebilmektedir. Bu yüzden seçilen kimyasal maddenin, çevre şartlarından mümkün mertebe etkilenmemesi gerekir.

Kimyasal yöntemlerden;

1-Fenol ve bileşikleri, dezenfektanlar olarak ve birçok ürünün yapımında koruyucu olarak kullanılırlar. Bakterisit (fungisit: mikroorganizmaların sayısını hızla azaltabilen veya öldüren maddeler) ve bakteriyostatik (fungistatik: mikroorganizmaların mikrobiyal gelişimini engelleyen maddeler) olarak görev yaparlar (Arda, 2000).

Asit fenik (C₆H₅OH, fenol, karbolik asit): Mikroorganizmalar üzerine yoğunluğuna göre mikrobisit veya mikrobistatik olarak etkileyen fenolün, dezenfeksiyon amacı ile genellikle % 2–3 solüsyonları kullanılır. Asit fenik'in sabunlara katılarak kullanılması, suda erime veya nüfuz kabiliyetini artırır. Ancak çok fazlasının ters etkisi vardır (Arda, 2000).

Fenolik dezenfektanlar, hücre membranında yapı bozukluklarına neden olur ve proteinleri presipite ederler. Özellikle, membrana bağlı olan oksidaz ve dehidrogenaz enzimleri inaktive olurlar. Bunların yanı sıra, fenoller yüzey gerilimini düşürerek bu yolla da etki yaparlar. Fenol, aynı zamanda dezenfektanların standardizasyonunda da kullanılır (Arda, 2000).

2-Alkoller, bakterisit etkileri çok fazladır.

Etil alkol (CH₃-CH₂OH, etanol): Etil alkol, genellikle mikrobistatik etkiye sahip olup derinin dezenfeksiyonunda kullanılan bir antiseptiktir. Dezenfeksiyon amacı ile % 50–70 oranında sulandırılarak kullanılır.

Metil alkol (CH₃.OH, metanol): Etkisi etanoldan daha zayıftır.

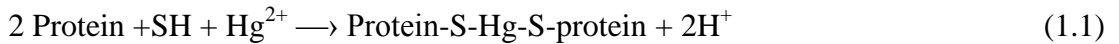
Aseton (CH₃.CO.CH₃) ve eter (CHCl₃): Antibakteriyel etkisi olması nedeniyle sıvıları steril tutmada kullanılır. Katıldığı kültürlerden de kolayca uçar.

İsopropilakol (CH₃-CH.OH.CH₃): Daha az uçucu olması nedeniyle uygulama imkanı kolaydır.

Alkollerin sporlar üzerine etkisi yoktur. Mikroorganizmalar üzerine olan tesiri de zayıf olduğundan dezenfeksiyon amacı ile kullanılamazlar (Arda, 2000).

3-Metaller ve Metal Tuzları, Cıva, bakır ve gümüş gibi metal olarak veya metal tuzları şeklindeki durumları, antimikrobiyal tesirler verirler. Fakat cıva insanlar için çok zehirlidir.

Cıva, gümüş, bakır ve arsenik (As) yalnız veya bileşikleri halinde buldukları zaman mikrobisidal ve mikrobistatik etkiye sahiptirler. Cıva ile gümüş bu bakımdan başta gelir. Ağır metallerin antimikrobiyal etkisi, enzimin sülfidril (--SH) grubu ile birleşmesi nedeniyle.



Metallerin bu etkisi ortama yüksek oranda sülfidril katılmakla giderilebilir. Burada metaller, sonradan ilâve edilen sülfidrillerle birleşir ve enzimin aynı grubu serbest kalır (Arda, 2000).

Sublime (HgCl₂): Enzimlerin sülfidril gruplarına karşı özel bir ilgisi olan cıva, toksik ve madeni malzemeyi tahrip edici bir özelliğe sahiptir. Ellerin dezenfeksiyonunda % 0,1 eriyiği kullanılır (Arda, 2000).

Gümüş (Ag): Lokal antiseptik olarak % 1 oranında gonokok ve göz hastalıklarında ve organik bileşikleri de (argyrol, argonin, protargol) burun, boğaz ve göz dezenfeksiyonlarında yararlanır. Gümüş preparatları, daha ziyade eriyebilir gümüş

tuzları ve koloidal gümüş halinde antiseptik olarak kullanılırlar. İnorganik gümüş bakterisidal olmasına karşın toksiktir (Arda, 2000).

Bakır sülfat (CuSO₄): Algisid ve fungusid etkiye sahiptir. Balık hastalıklarında, havuzların dezenfeksiyonunda ve balıkların banyolarında kullanılır (Arda, 2000).

4- Oksitleyici Maddeler

Oksijenli su (H₂O₂, hidrojen peroksit): Hafif antiseptik etkiye sahip olan oksijenli su, % 3 oranında yara ve derinin dezenfeksiyonunda kullanılır. Dokularda kolayca ayrışır (H₂O + O₂). Bunun yerine (ZnO₂, Çinkoperoksit) ve üre hidrojen peroksit (CO + (NH₂)₂ H₂O₂) kullanılır (Arda, 2000).

Potasyumpermanganat (KMnO₄): Kristal halinde ve menekşe renginde bir kimyasal madde olup % 0,1–0,2 oranında yara ve havuz, formolle kombine edilerek de oda, barınak kuluçka makineleri vs. dezenfeksiyonunda kullanılır (Arda, 2000).

5-Klor ve Bileşikleri

Klor (Cl₂): Klorun sudaki eriyikleri suların ve havuzların dezenfeksiyonunda kullanılır. Klorun su ile birleşmiş şekli kuvvetli oksidan etkiye sahiptir.



Klor bileşikleri, sularda serbest klor çıkararak etkilerler. Klorun gaz veya bileşiklerinin kullanma alanı çok geniştir. Şehir sularının dezenfeksiyonda 1 ppm (10–6) oranında klor kullanılır. Ortamda bulunan organik maddeler klorun etkisini azaltır (Arda, 2000).

Kloritler: Sodyum hipoklorit (NaOCl) ve kalsiyum hipoklorit (Ca(OCl)₂), klor ihtiva etmesi nedeniyle havuzların, suların ve süthanelerin dezenfeksiyonunda kullanılır. Kalsiyum hipoklorit, % 5-7 oranında süt endüstrisinde, NaOCl % 1 oranında evlerde ve % 5-12 oranında süt ve gıda endüstrisinde dezenfeksiyon amacı ile kullanılırlar. Hipokloritlerin etkili maddesi, suda eriyince oluşturdukları, hipokloroz asittir (HClO) (Arda, 2000).



Kloraminler: Kloraminler, klorlu dezenfektanlar olup hipokloritlerden daha az dayanıklıdır. Gerek organik ve gerekse inorganik kloramin bileşikleri

(monokloramin, dikloramin, azokloramin, vs.) suda eridikleri zaman aynı şekilde hipokloroz asit meydana getirirler. Bu da, ayrılarak oksijen oluşturur ($\text{HClO} \rightarrow \text{HCl} + \text{O}$). Diğer taraftan da klor meydana getirerek etkiler ($\text{HClO} + \text{HCl} \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{Cl}_2$). Kloraminler gıda ve süt endüstrisinde, ev ve lokantaların dezenfeksiyonunda kullanılırlar. Bir kloramin bileşiği olan antiformin (10g NaOCl + 7.5 g. NaOH + 10 cc distile su) dışkı ve kraşe dezenfeksiyonunda işe yarar. Brom (Br), aynı şekilde etkiler ve yüzme havuzlarının dezenfeksiyonunda kullanılır. İyot (I), suların dezenfeksiyonunda yararlanılan önemli halogenlerden biridir. Oda ısısı derecesinde, 5–10 ppm miktarı 10 dakika içinde mikropları öldürebilir bir yetenektir (Arda, 2000).

Kireç bileşikleri: Dezenfeksiyon amacı ile sönmemiş kireç (Ca(OH)_2), kireç kaymağı (klor gazı geçirilmiş sönmüş kireç), kireç sütü (bir kısım kireç + üç kısım su) v.s. bileşikler suların, barınakların v.s. yerlerin dezenfeksiyonunda kullanılırlar (Arda, 2000).

6-Tuzlar ve iyonlar: Katyonların bakteriler üzerine tesiri hem olumlu ve hem de olumsuz yönde görülebilir. Düşük konsantrasyondaki katyonlar üremeyi uyarmasına karşın yüksek konsantrasyonlar inhibitör veya öldürücü etkiye sahiptirler (NaCl, gibi). Ağır metallerin (Ag, Hg, Cu, vs.) toksisitesi, bunların ortama bıraktıkları serbest metal iyonları ile ilişkilidir. Katyonların toksisitesi bunların valansları ile bağlantılıdır. Bu sıraya göre katyonlar, K, Na, NH_4 , Li, Sr, Mg, Ba, Sa, Mn Tl^{3+} , Sn, Ni, Ti^+ , Zn, Cu, Fe^{2+} , Fe^{3+} , Co, Pb, Al, Ce, Cd, Ag, Hg şeklinde sıralanırlar.

Anyonlar da aynı katyonlar gibi, az oranları üremeyi hızlandırır (Cl, I, NO_3 , SO_4 , PO_4). Ancak oksalat, asetat, ve sitrat iyonlarının baskılayıcı etkisi vardır (Arda, 2000).

7-Boyalar: Boyalar, mikroorganizmaların DNA'sı ile birleşikler oluşturarak bunun aktivitesine, replikasyonuna ve protein sentezine mani olurlar. Bazik boyalar, asit veya nötr boyalardan daha etkili olup, mikroplardaki nükleik asit yapısında bulunan fosforik asit grubu ile reaksiyon verirler. Bunun sonucu olarak da DNA'nın replikasyonu ve protein sentezleri durur ve bakteriler ölürler. Boyaların mikrobisit ve fungusit etkileri yanı sıra, mutajenik bir özellik de taşırlar.

Mikrobiyoloji laboratuvarında; mikropları boyamada, selektif besi yeri hazırlamasında, mikropların direncini tayinde ve tip ayrımında çeşitli karakterdeki (asit ve baz) boyalardan yararlanır. Gram pozitif mikroplar boyalara gram negatiflerden daha duyarlıdır (Arda, 2000).

8-Sentetik deterjanlar: Bunlar da yüzey gerilimini düşürme ve ıslatma yetenekleri olması nedeniyle yüzey aktif maddeler olup, hidrofobik ve hidrofilik gruplara sahiptirler. Hidrofobik kısım, uzun zincirli hidrokarbonlardan oluşmuştur. Sentetik deterjanlar kendilerinde bulunan hidrofilik polar grupların kimyasal karakterlerine göre 3 kısma ayrılırlar.

a) Katyonik deterjanlar: Bunlar kuaterner amonyum bileşiklerinden oluşmuş yüzey aktif maddelerdir. Kendilerinde bulunan hidrofobik kısım, pozitif elektrikle yüklü olan hidrofilik kısım ile denge halindedir. Böyle bir madde bakteri ile karşı karşıya gelirse pozitif yüklü kısım, bakterinin negatif elektrikle yüklenmiş olan ve membran bulunan fosfolipitlerin fosfat kökü ile reaksiyon verir. Bu sırada deterjanın polar olmayan kısmı da membranın hidrofobik olan porsiyonlarının içine girerek etkisini sürdürür. Bu durum, bakterideki yarı geçirgenlik özelliğini bozar ve membranda bulunan fosfor, nitrojen, protein, lipid ve diğer önemli substanslar arasındaki bağlantılarda kopmalar meydana getirir. Böylece, membrandaki maddeler arasındaki bütünlük bozulur. Dezenfektan hücre içine girdikten sonra da etkisine devam ederek çok önemli göreve sahip olan enzimleri denatüre ve inaktive eder.

Kuaterner amonyum bileşikleri, genellikle, amonyum klorit türevleridir. Bunlardaki hidrojenler yerine birçok radikaller girebilir. Böyle radikaller arasında alkil gruplar önemlidir. Radikallerin girmesi çok sayıda yeni bileşiklerin sentezlenmesine yol açar.

Katyonik deterjanlar, gram pozitif ve negatif mikroplar için bakterisidal etkiye sahiptirler. Anyonik deterjanlarla aralarında uyumsuzluk bulunduğu için, birbiriyle olan karışımları etkisiz kalır. Bu nedenle katyonik deterjanlar, anyonik olmayanlarla birleştirilebilirler. Alkali sular aktivitelerini artırır. Asidik ve sert sularda presipitasyon göstermezler. Proteinler katyonik deterjanları inaktive edilebilirler (Arda, 2000).

b) Anyonik deterjanlar: Anyonik deterjanlar suda dissosiyeye oldukları zaman negatif elektrikle yüklü iyonlar meydana getirirler ve düşük pH'de bile aktivite gösterebilirler. Anyonik deterjanlar arasında sabunlar önemli yer tutarlar. Bunlar yüksek yağ asitlerinin sodyum veya potasyum tuzlarıdır. Yumuşak sabunlar KOH ile ve sert sabunlar da NaOH ile elde edilirler. Sabunlar, yüzey gerilimini düşürür ve suyun ıslatma kabiliyetini arttırlar. Birçok maddeler sabunlara katılarak kullanılabilirse de, ancak bu maddelerin esas etkisi de azalabilir. Anyonik deterjanların tesiri genellikle gram pozitif etkenlere karşıdır (Arda, 2000).

c) İyonik olmayan deterjanlar: İyonik olmayan deterjanlar arasında poliestere ve poligliserol esterler vardır. Bunlar etkili bir antiseptik veya dezenfektan olmayıp, derideki bakterileri saponifikasyonla (mikropların içine girerek lipoid maddeyi saponifiye ederek) giderirler. Böylece, ellerin sabunla yıkanması mikropların giderek azalmasına yol açar (Arda, 2000).

Fiziksel yöntemlerden;

1-Sıcaklık: Ucuz, kolay ve etkili bir yöntemdir. Isı, hücre proteinlerini koagüle ederek, mikroorganizmaları inaktive eder. Kurutma sonucu ortamdaki su miktarı % 30'un altına düşer, bu nedenle hücrelerin kurutulması metabolik faaliyetlerin durdurulmasına neden olur. Isı, yüzey gerilimini azaltır, viskoziteyi düşürür, buna karşın iyonizasyonu artırır. Sıcaklık düştükçe iyonizasyon ve etki azalır, buna karşılık öldürme süresi uzar. Isı, ayrıca kimyasal ve fiziksel reaksiyonların hızını da artırır. Bu nedenle sıcaklık ile süre birbirine ters orantılıdır (ısı arttıkça öldürme süresi kısalır) (Arda, 2000).

2-Ozmotik basınç: Ozmotik basıncın mikroplar üzerine etkisi fazladır. Dezenfektanlar, içinde eridikleri veya sulandırıldıkları sıvının ozmotik basıncını arttırlar. Bu durum, hücre duvarlarının yarı geçirgenlik özelliğini bozarak bakterilerin ölümüne neden olur (Arda, 2000).

3-Radyasyon: Bakterisit özelliğindedir. Radyasyon, sitoplazmadaki suyu iyonize ederek, çeşitli aktif bileşiklerin (hidrojen peroksit) ve hidroksil radikallerinin oluşmasına neden olur. Bu bileşiklerin ve radikallerin, protein ve nükleik asitler üzerinde ölümle sonuçlanan denatüre edici etkileri vardır (Kılıçtırgay, 1994; Gücin, Dülger, 1995; Schmidt, 1997).

4-Filtrasyon (süzme): Isıya duyarlı sıvıların sterilizasyonunda, filtrasyon yöntemi kullanılır. Kontaminant mikroorganizmaları elimine ederken, sıvının kolayca geçmesine izin veren çeşitli filtreler geliştirilmiştir. Günümüzde cam tozu amyant, diyatome toprağından yapılmış olanlar ile selüloz asetattan yapılmış membran filtreler kullanılmaktadır (Schmidt, 1997; Gücin, Dülger, 1995; Kılıçturgay, 1994).

1.7. Antimikrobiyal Maddelerin Bakterisit Etkileri ve Etki Mekanizmaları

Antimikrobik maddeler mikroorganizmaların yarı geçirgen sitoplâzma zarında yapısal ve işlevsel bozukluklar yaparak, hücre proteinlerini ve özellikle yaşamsal enzimleri inaktive ederek hücrenin sentez ve üremesini durdurarak etki gösteriler (Güzel, 2002).

Antimikrobik maddeler mikroorganizmalara üç şekilde etki edebilirler. Bunlar:

1.7.1. Mikroorganizmaların sitoplâzma zarı işlevlerine etki etmesi

Yüzey aktif maddeler, fenoller ve organik çözücüler gibi dezenfektanlar, hücrenin sitoplâzma zarının bu yapısal düzenini değiştirerek zarın yarı geçirgenliğini, hücrenin aktif transportunu ve enerji metabolizmasını bozarlar.

Yüzey aktif maddeler; yüzeyler arasındaki enerji ilişkilerini değiştirip yüzey veya yüzeyler arası gerilimi azaltarak bakterinin sitoplâzma zarı işlevlerini engellerler. Islatıcı etkenler, emülsifiye edici etkenler ve deterjanlar bunlardandır. Yüzey aktif bir etken iyonlaşabilen veya yüksek polarite gösteren bir hidrofil grup ve yağlarda çözünen ve polarite göstermeyen bir hidrofob grup içerir. Böyle bir etken bakteri ile temas ettiğinde, önce hidrofil grup sitoplâzma zarı fosfolipitlerinin fosfatları ile birleşir. Bu arada hidrofob grup zarın hidrofob olan iç kısmına girebilir. Sonuç olarak, sitoplâzma zarının yarı geçirgenliği kaybolur. Önemli hücre bileşikleri hücre dışına çıkar ve daha sonra dezenfektan da hücrenin içine girip hücre proteinlerini denatüre edebilir.

Sitoplâzma zarı işlevlerine etki gösteren diğer bir dezenfektan grubu fenollerdir. Bu maddeler, bakterilerin sitoplâzma zarına bağlanarak buradaki oksidaz ve dehidrogenaz enzimlerini geri dönüşü olmayacak bir şekilde etkisiz hale getirirler ve bunun sonucu hücre için gerekli bazı önemli maddeler hücre dışına çıkarlar, hücre

üremesi durur ve hücre ölür. Bu maddeler bakterisit konsantrasyonlarda aynı zamanda hücre proteinleri de denatüre ederler.

Kloroform, toluen ve alkoller gibi organik çözücüler sitoplazma zarındaki lipit yapıyı bozup zar işlevlerine etki eden ve ayrıca hücre proteinlerini denatüre eden maddelerdir (Güzel, 2002).

1.7.2. Mikroorganizma hücresi proteinlerini denatüre etmesi

Bir bakteri hücresinde en fazla miktarda bulunan, hücrenin yapısı ve işlevleri için gerekli olan organik moleküller proteindir. Proteinleri denatüre eden dezenfektanlar, protein zincirlerinin düzensiz ve rastgele bir şekilde halkalaşma ve helezonlaşmalarına yol açarak bakterisit etki gösterirler. Asitler, alkaliler, alkoller, aseton ve diğer organik çözücü maddeler bu gruptadırlar.

Asit ve alkaliler, serbest hidrojen ve hidroksit iyonları, bazen iyonize olmayan tüm molekülleri ve ortamın pH'sini değiştirerek bakterilere etki gösterirler. Kuvvetli metal asitlerinin ve kuvvetli hidroksitlerin antibakteriyel etkisi, çözelti halinde iyonlaşma derecelerine bağlıdır. Bazı hidroksitler ise, iyonlaşma derecelerinin çok üstünde etki gösterirler; burada hidroksitin metal katyonu da bakteriye direkt toksik etkide bulunmaktadır, çözelti halinde zayıf iyonlaşma gösteren organik asitler ise moleküllerinin tümü ile etki sağlar (Güzel, 2002).

1.7.3. Mikroorganizma enzimlerinin işlevsel gruplarını bozması veya değiştirmesi

Bir enzimin katalizör veya tepkimeyi sağlayan kısmı, substratı bağlayan ve tepkimeyi başlatan özel işlevsel gruplar içerir. Eğer bu işlevsel gruplardan biri veya birkaçı harap olursa veya değişikliğe uğrarsa, enzim etkinliği durur.

Ağır metaller, dört değerli amonyum bileşikleri gibi katyonik deterjanlar, anyonik deterjanlar, bazı boyalar, formaldehit ve etilen oksit gibi alkilleyici maddeler bu şekilde enzimin işlevsel grupları ile tepkimeye giren dezenfektanlardır. Ortamda organik ve serbest reaktif grup içeren diğer maddelerin bulunması, bu dezenfektanların etkili konsantrasyonunu ve antibakteriyel etkilerini azaltır (Çetin,1980).

1.8. Antimikrobiyal Maddelerin Tekstil İçin Önemi

Teknik tekstil, günümüzün tekstil sektörünün ulaştığı milenyum noktasıdır. Teknik tekstilin önemli bir kolu olan antimikrobiyal tekstil teknolojik dünyada her geçen gün önemi artmakta, buna bağlı olarak da hızlıca gelişmektedir. Antimikrobiyal tekstil çeşitli hastalık nedeni olan ya da herhangi bir yolla tekstil mamulüne ve insanlara zararı olan mikroorganizmalara karşı etkinlik (mikroorganizmaları yok eden ya da çoğalmalarını azaltan vs.) gösteren yöntemlerle tekstil mamullerini birleştirerek oluşturulan ürünlerdir.

Bakteri, fungi, virüsler, algler ve diğer mikroorganizmalar bizim çevremizde daima mevcuttur. Bu mikroorganizmalar sıklıkla ekolojik sistemin gerekli bir parçasıdır. Diğer yandan mikroorganizmalar son derece istenmeyen hastalık nedenlerine, kokulara materyallerin (yün, pamuk vb. tekstil mamullerindeki çürüme) geniş oranda yıkımına neden olmaktadır. Çevremizde yaşayan mikroorganizmaların çoğalmaları için besine, neme ve sıcaklığa ihtiyaçları vardır. Bu mikroorganizmaların besin ihtiyaçları normal çevremizde oldukça çoktur. Bakterilerin ve fungalların sağlıklı çoğalmaları kötü koku oluşumuna neden olabilmektedir.

Mikropların bilhassa hastalık etmeni olanlarının en fazla olduğu ortamlar hiç şüphesiz hastaneler, poliklinikler, sağlık ocaklarıdır. Bu tür sağlık kuruluşlarında kullanılan tekstil materyalleri; cerrah önlüğü, başlığı ve maskesi, hasta perdeleri, çarşafları, sargı bezleri, silgi bezleri, halı, yer kaplamaları ve çeşitli boyutlarda giyim eşyalarıdır. Bu tekstil materyalleri enfeksiyon geçirmekte iletkenler ve hastalıklara neden olan mikroorganizmaların taşınmasını sağlarlar.

Kullanılmış (kirlenmiş) tekstil materyali ile temasla sonuçlanan bakteriyel enfeksiyonlarını azaltmak ya da yok etmek arzu edilir. Kullanılmış tekstillerin kullanımını veya kişiden kişiye giyinmesi esnasında patojenik bakterilerin taşınması kumaş üzerindeki mikroorganizmaların büyümelerinin azalması ile önlenmesi arzu edilir. Bununla birlikte cerrahi elbiseleri hastane halıları ve yatak materyalleri, çoraplar ve üniformalar mümkün olan en iyi korumayı sağlamak amacıyla antimikrobiyal olması arzu edilir.

Deri, sürekli olarak dış ortamla temas halinde bulunduğu için florasında birçok geçici ve kalıcı mikroorganizma bulunur. Bunlar çevreye, değişik vücut bölgelerin

yakınlığını (ağız, burun) ve giyilen giysilere göre değişen türlerdir. Bilindiği üzere, vücuda giyilen tekstil materyallerine çoraplar, en çok koku oluşumuna sebebiyet vermekte ve organizmaların yaşamasına imkân tanımaktadır. Diğer bir ifade ile ayakta koku oluşumuna bakteri, mantar gibi mikroorganizmalar neden olmaktadır. Ayakkabıların kullanılan giysiler kadar sıkça yıkanmaması da bu sorunun çoğunlukla görünmesine artı bir etken olarak gösterilebilir. Bu kompleks içerisine kişinin faaliyetiyle birlikte aşırı derecede terleme meydana gelmektedir. Oluşan nem ve buna bağlı olarak gelişen mikroorganizmalar ayak taban bölümü ve parmak aralarında daha hızlı olarak görülmektedir. Bu mikroorganizmalar; kokulara, kaşıntılara, pişiklere neden olmaktadır.

İstenmeyen mikroorganizmaların geniş aralıkta çoğalmalarını kontrol etmekteki etki ve aynı zamanda insan ve hayvanların etrafında (çevre) emniyetini kullanımını sağlayacak mikrobiyosidal bileşimi geliştirmek oldukça zordur. Diğer zorluk oldukça çeşitlilik gösteren bazı mikroorganizmalara karşı geleneksel mikrobiyosidal ajanlardır. Zira bu kimyasal ajanlara karşı bazı tür bakteriler dayanıklılık göstermektedir.

Hayatımızı bu kadar olumsuz etkileyen bu tür mikroorganizmalara karşı koruma şu şekilde sağlanır:

- İlk önce istenmeyen mikrobu ya da mikropları öldürecek kimyasal ajan seçilmelidir.
- Bu kimyasal (antimikrobiyal) ajan tekstile en azından yarı kalıcı tarzda bağlanmalı (etkileşim göstermeli).
- Dayanıklı etki göstermeli (etkisini kısa sürede kaybetmemeli)
- İnsanlara (yani yüksek hayat formlarına) aşırı toksit etki göstermemeli ve bir o kadar da önemli olan çevreye zarar vermeyen bir ajan seçilmeli.
- Mikropların kolayca bu ajanlara karşı bağışıklık göstermediği garanti edilmeli.
- Tüm tekstil mamullerinde kullanılabilirliğin sağlanabilir olması.

Bu sağlanabilirlik içinde belki de en önemlisi insan sağlığı ve çevre kirliliğine karşı olacak hassaslıktır. Başlangıç olarak endüstri bu konuya daha çok önem vermelidir.

Bu hassaslık o kadar fazla olmalı ki zarar veren mikroorganizmanın dışında diğer canlılara zarar vermemesi sağlanmalıdır.

Antimikrobiyal bitim işlemlerinde, tekstil ürününe antimikrobiyal maddeler aktararak mikroorganizmaların etkinlikleri durdurulur. Bu işlemlerin sonucunda, rahatsız edici kokuların oluşumu, enfeksiyon ve reenfeksiyon oluşumu, lif materyalinin zarar görmesi önlenir. Bu işlemler, alerjik etki yaratmamalı, kullanılan maddeler birbirine uygun olmalı ve vücuda zarar vermemelidir; ışık, ter ve yıkama haslıkları iyi olmalıdır. Özellikle antimikrobiyal maddenin tekstil ürününe aktarılabilmesi için suda çözünür olması, bu işlemin yıkama direncini azaltır. Antimikrobiyal bitim işlemlerinde, çeşitli kimyasallar kullanılmaktadır. Burada önemli olan nokta, bu kimyasalların yıkamaya olan dirençleridir. Yapılan çalışmaların çoğu, bu işlemlerin yıkamaya karşı dayanıklılıklarını arttırmaya yöneliktir.

Mikroorganizmaların üremesi için uygun olan zemine uygulanan işlemler ile mikroorganizmaların gelişmeleri önlenerek koruyucu etki sağlanır. Ter, katı yağlar, sabun kalıntılarının, bakteri ve mantarlar tarafından bozuşturulması önlenir. Böylece rahatsız edici ter kokusu, çürüme ve küf kokuları ortaya çıkmaz. Antimikrobiyal bitim işlemleri, hem bakteriler hem de mantarlara karşı etkilidir (Holme, 2002).

Antimikrobiyal maddeler, uygulamadan sonra yüzeyden yayılarak uzaklaştıklarından dolayı, tekstil yüzeyi üzerindeki aktif madde miktarı zamanla azalır ve etkin olamayacakları seviyeye iner. Bu durumda, mikroorganizmalar bu antimikrobiyallere karşı direnç kazanarak bağışıklık kazanırlar (Mucha vd., 2002). Konvansiyonel (bağ yapmayan) antimikrobiyal maddeler, genellikle spesifik organizmalara karşı etkilidir, geniş bir spektruma sahip değildir, diğer bir deyişle, sadece birkaç bakteri türüne karşı etkilidirler veya tüm bakterilere etki gösterebilirler bile küf, maya ve mantarlara karşı etkili değildirler. Güvenlik ve toksikolojik açıdan bağ yapmayan antimikrobiyallerin kimyasal yapısı önemlidir. Örneğin, pek çok organo kalay içeren antimikrobiyal tüketici sağlığı, atıklarının çevreye ve uygulamayı yapan kişiye olan etkisi açısından büyük bir dikkatle ele alınmalıdır.

Antimikrobiyal bitim işlemleri, stabilite gereksinimlerine uyum sağlamalı ve tüketici sağlığına karşı bir risk oluşturmamalıdır. Bu aktif madde, yıkamayla uzaklaşmamalı ve kuru temizlemeye dayanıklı olmalıdır (Mucha vd., 2002).

Bunun yanında dış giyim, sağlık hizmetleri ve spor sektörleri için modern tekstillerin gelişmesiyle patojenik mikroorganizmaların taşınması ve yayılmasını önleme ve deodorantlama veya koku kontrol etkisi olmak üzere iki yeni amaç daha ortaya çıkmıştır. Deodorantlama etkisi, tekstil üzerindeki terin mikrobiyal bozulmasının önlenmesinden oluşur ve böylece koku maddesinin serbest kalması önlenir. Tekstil, terlemenin olduğu diğer bir deyişle doğrudan deriyle temas eden bölgelerde giyilir ve burada mikroorganizmaların yok edilmesi gerekli değildir. Derimize karşı yoğun deodorant bitim işlemi görmüş bir tekstil giyildiğinde, derimizin bakteriyel florasına veya derimize zarar verir veya ürünü giyen kişinin sağlığını riske atar. Bu nedenlerden dolayı, yıkanmayan ve özel etkilere sahip biyostatik bitim işlemleri, iş giysisi ve gıda endüstrisinde kullanılmak üzere geliştirilmiştir (Gang, 1998).

Tekstillere uygulanan bitim işleminin yararlarını kısaca özetlersek:

- Kumaşlara tazelik kazandırır.
- Mikroorganizmaların neden olduğu kokuları yok eder.
- Mikrobiyalbüyümenin neden olduğu lekeleri kontrol eder.
- Mikroorganizmaların büyümesini kontrol ederek kumaşın kullanım ömrünü arttırır.
- Birçok kumaşın tutumunu geliştirir.
- Deri tahrişi olmaz ve sonuç olarak deri hastalıkları olmaz (Menezes, 2002).

1.9. Antimikrobiyal Tekstil Ürünlerinin Kullanım Alanları

Antimikrobiyal tekstil ürünleri özellikle gelişmiş ülkeler başta olmak üzere hastane ve hijyen amaçlı kullanım alanları dışında günlük hayatta da yaygın olarak kullanılmaktadır. Örneğin otel tekstilleri, bebek giysi ve eşyaları, döşemelikler, cmutfak silme bezleri, havlular, peçeteler, sporcu giysileri, avcı giysileri ve çorap gibi çeşitli alanlarda kullanılan tekstil ürünlerinin antimikrobiyal özellikte olması istenmektedir. İskandinav ülkeleri, Kuzey Amerika ve Japonya gibi refah düzeyi

yüksek, bilinçli tüketici guruplarının olduğu ülkelerde, artan hijyen bilinci ve hassasiyetlere bağlı olarak antimikrobiyal tekstil ürünleri aranan ve sürekli gelişmekte olan bir ürün gurubu haline gelmiştir. Çizelge 1.4.' de Japonya'da tüketicilerin kullanımına sunulmuş olan antimikrobiyal tekstil ürünlerinin çeşitleri listelenmektedir (Palamutçu vd., 2008).

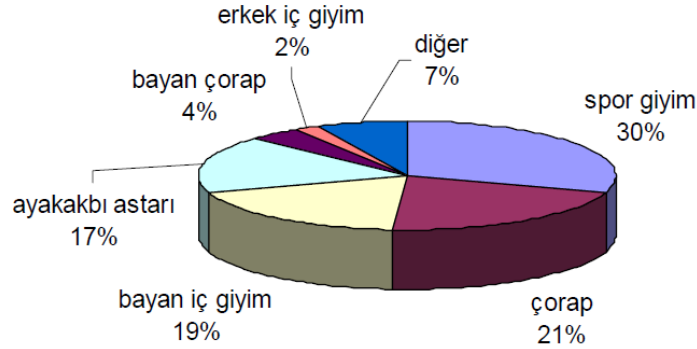
Çizelge 1.4. Japonya'da kullanılmakta olan antimikrobiyal tekstil ürün çeşitleri (Zasshi, 2007)

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

Japonya'da kullanılmakta olan antimikrobiyal tekstil ürün gurupları sadece bu ülke için geçerli olan ürünler olmayıp tabloda listelenmiş olan ürünler dünyanın diğer gelişmiş ülkelerinde de yaygın olarak kullanılmakta olan ürün guruplarıdır. Şekil 1.3. ve Şekil 1.4.'de Batı Avrupa'da 2000 yılı itibarı ile kullanılmakta olan antimikrobiyal tekstil ürün çeşitleri genel olarak sınıflandırılmıştır. Burada Japonya'daki kullanım alanlarından farklı olarak spor giyimde antimikrobiyal tekstil kullanımı daha ağırlık kazanmıştır. Toplam tüketim miktarı bitim işlemi ile elde edilen antimikrobiyal tekstil ürünleri ve antimikrobiyal elyaftan kullanılarak yapılmış olan tekstil ürünleri olarak iki ayrı gurupta incelenmiştir. Toplam 31 kton olarak rapor edilmiş olan Avrupa antimikrobiyal tekstil ürün kullanımının 26.5 kton

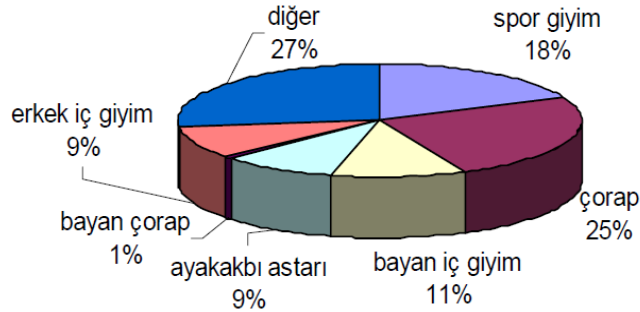
kadarının bitim işlemleri ile geri kalan 4.5 kton kadarının ise antimikrobiyal elyaf kullanılarak üretildiği görülmektedir (Palamutçu vd., 2008).

**bitim işlemi ile elde edilen antimikrobiyal tekstil ürünleri,
toplam 26,5 kton**



Şekil 1.3. 2000 yılı itibarı ile Batı Avrupa’da antimikrobiyal bitim işlemi ile elde edilen antimikrobiyal tekstil ürünlerinin kullanımı (Anonim, 2005)

**antimikrobiyal elyaf kullanılarak elde edilen
antimikrobiyal tekstil ürünleri, toplam 4,5kton**



Şekil 1.4. 2000 yılı itibarı ile Batı Avrupa’da antimikrobiyal elyaf kullanılarak elde edilen antimikrobiyal tekstil ürünlerinin kullanımı (Anonim, 2005)

Farklı kimyasallar ve yöntemler kullanılarak üretimi yapılmakta olan antimikrobiyal tekstil ürünlerinin bu fonksiyonları genellikle yıkama sayısı ve kullanım şartlarına bağlı olarak zamanla azalmasına rağmen tüketiciler için yine de tercih edilen ve kullanım alanı sürekli olarak artan ürün çeşitleridir (Palamutçu vd., 2008).

1.10. Antimikrobiyal Bitim İşlemi

Özellikle hastanelerde ve okullarda, insanların sağlığı ve rahatı için çevreyi mikroorganizmaların neden olabileceği tehlikelere karşı kontrol altına almanın gereksinimi ortaya çıkmıştır. Bundan başka bütün giysiler ve ev tekstilleri, örneğin çoraplar, spor giysileri, çalışma elbiseleri, yatak takımları, yer kaplamaları gibi

normal günlük kullanımda hijyenik problemlerle karşı karşıyadır. Bu nedenlerden dolayı antimikrobiyal uygulamalara gerek duyulmuştur.

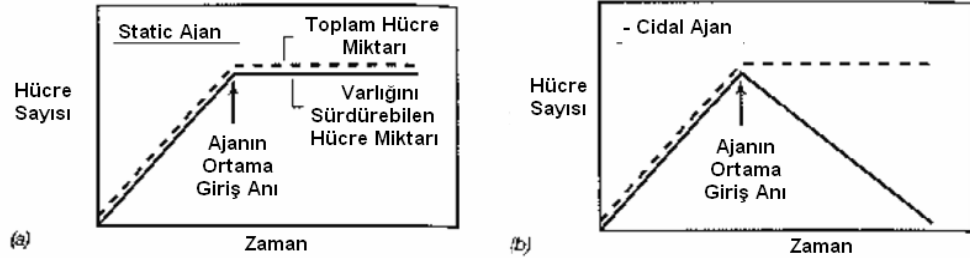
Pamuk gibi doğal elyaf, mikrobik üremelere sentetiklerden daha fazla maruz kalır, çünkü doğal elyafın hidrofilik gözenekli yapısı, suyu, oksijeni ve besin maddelerini tutarak bakteriyel büyüme için mükemmel bir ortam sağlar (Devrent ve Yılmaz, 2004).

Antibakteriyel bitim işlemlerinde, tekstil yüzeylerinin antibakteriyel ajanlarla muamele edilmesi gerekir. Kullanılan iki tip antibakteriyel ajan vardır. Bunlar “-static” ve “-cidal” olarak adlandırılır. Bunlardan “-cidal” olarak adlandırılan ajanlar uzun yıllardır kullanılmaktadır. Yakın zamanda geliştirilen sistem ise “-static” ajanlardır. Cidal ajanlar hem çevrecidir hem de “-static” ajanlara göre daha sağlıklıdır. Aşağıda Çizelge 1.5.’de “-static” ve “-cidal” ajanların etki alanları ve farkları gösterilmektedir.

Şekil 1.5.’de ise “-static” ve “-cidal” ajanların ortama eklendikten sonra bakteriler üzerindeki etkilerini şematik olarak gösteren diyagram bulunmaktadır. Şekil 1.5. (a)’de görüldüğü gibi, bakteri sayısı zamanla artarken, “-static” ajanlar ortama konduğu anda artış durmakta ve bakterilerin çoğalması önlenmektedir. Öte yandan Şekil 1.5. (b)’de görüldüğü gibi, bakteri sayısı zamanla artarken “-cidal” ajanların ortama konmasıyla bakteri sayısındaki artışı durdurmakta bakteriler yok edilerek sayı zamanla azalmaktadır (Altınok, 2008).

Çizelge 1.5. “-static” ve “-cidal” ajanların özelliklerinin kıyaslanması (Altınok, 2008)

Mantar/ Bakterio- static Ajanlar	Mantar/ Bakteri-cidal Ajanlar
Mikropların çoğalmalarını önlemek için uygunsuz yüzey yapıları oluşturur.	Kumaş yüzeyine yayılmış mevcut bazı mikropların öldürülmesi ve daha fazla çoğalmalarını engeller.
Mikrop çoğalmalarının engellemesinde etkisini yavaş gösterir	Oldukça hızlı tesir eder. Bu da mikropların yok edilmesini sağlayan önemli sonuçtur.
Çevresel risk içerir. Çok sağlıklı olmamakla beraber, oldukça dayanıklıdır. Ayrıca mikrobik direnç fazladır.	Potansiyel olarak daha sağlıklı ve çevresel risk daha azdır. Ama daha zayıf dayanıklılığa sahiptir. Mikrobik direnç daha azdır.
Gümüş esaslı bileşikler kullanılır.	Chloroxynol kullanılır.



Şekil 1.5. Antibakteriyel ajanlarla muamele sonrasındaki bakteri miktarlarının değişimi (Gao ve Cranston, 2008)

Yukarıda özellikleri verilen ajanlar; tekstil yapılarıyla temas ettiklerinde, tekstil yapıları içerisindeki mikroorganizmaların,

- Hücre duvarına verdiği zararlar ile,
- Hücre duvarı sentezlerinin engellenmesi ile,
- Hücre duvarına nüfuz ederek oluşturduğu değişiklik ile,
- Protein ve nükleik asit sentezinin engellenmesi ile,
- Enzim hareketinin engellenmesi ile çoğalmalarını önlerler ve böylece hijyenik yapıların oluşmasını sağlarlar (Anonim, 2005).

Bununla birlikte antibakteriyel özellik dört farklı faktörle birlikte belirlenmektedir.

- Antibakteriyel aktivitenin kalıcılığı
- İstenmeyen mikroorganizmalara karşı seçici aktivite
- Kumaşlarda kabul edilebilir düzeyde nem geçirgenliği
- Bitim işlemleri ile uyumluluk göstermesi (Rahel, 1996).

Antimikrobiyal bitim işlemlerinde tekstil ürününe çektirme, emdirme, vakumla aplikasyon, maksimum flotte aplikasyonu, aktarma, püskürtme, köpükle aplikasyon ve kaplama yöntemlerinden birinin yardımıyla antimikrobiyal maddeler aktararak mikroorganizmaların etkinlikleri durdurulmaktadır. Özellikle antimikrobiyal maddenin tekstil ürününe aktarılabilmesi için suda çözünür olması, bu işlemin yıkama dayanımını azaltmaktadır. Burada önemli olan nokta, bu kimyasalların yıkamaya olan dayanımlarıdır. Yapılan çalışmaların çoğu, bu işlemlerin yıkama dayanımlarını artırmaya yöneliktir (Kut ve Orhan, 2005).

1.10.1. Tekstil materyaline antimikrobiyal bitim işlemleri uygulamaları

Antimikrobiyal özellik bir tekstil mamulüne aşağıdaki yollardan biriyle sağlanabilir (Yapıcı ve Meriçli Yapıcı, 2002):

Eğirme flottesine mikrobisitler ilave edilerek: Sentetik elyafların üretiminde bulunan eğirme flottesine mikrobisitler ilave edilerek antimikrobiyal elyaf elde edilebilir.

Kimyasal yollarla yapılacak modifikasyon: Temel polimer komponentleri elektronik radyasyona maruz kalması sonucu belli kombinasyonları koparır ve kopan kombinasyonların yerine yeni komponentler almaktadır.

Elyaf karışımları: Viskon elyafına yengeç kabuğundan elde edilen chitosanın etkisiyle antimikrobiyal özellik kazandırılır. Chitosan elyaf pamuk ipliği ile karıştırılarak hijenik iplik elde edilmiş olunur.

Kumaşların uygun terbiye maddeleri ile muamele edilmesi: Antimikrobiyal bitim işlemleri ile gerçekleştirilir.

1.10.2. Liflere antibakteriyel özellik kazandırma yöntemleri

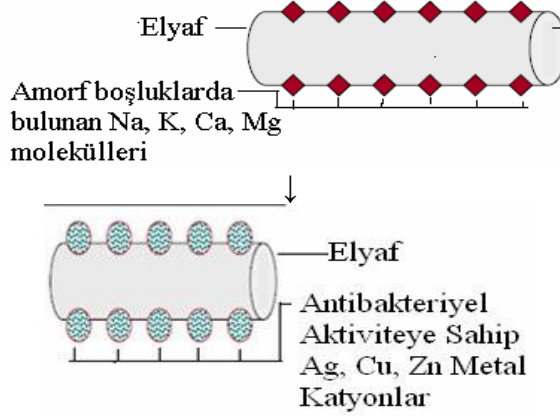
Liflerin kullanılacağı alana göre farklı antibakteriyel aktivite kazandırma yöntemleri vardır.

a) Antibakteriyel Ajanların Elyaf Bünyesine Yerleştirilmesi: Bu yöntem sentetik filamentlerde uygulanmaktadır. Lif çekimi esnasında ajanlar polimer içerisine yerleştirilir. Böylelikle lif aşınmalarında dahi antibakteriyel özellik tutumu devam etmektedir.

b) Yüzey Uygulamaları: Bu teknik, tüm liflere uygulanabilmekte olup, lif aşınmalarında antibakteriyel özellik kısmen ya da bütünüyle yok olabilmektedir.

c) Kimyasal Birleşme: Antibakteriyel özellik bakımından dayanıklılığı sağlamanın en iyi yolu olmakla birlikte böyle bir yüzey meydana getirebilmek için farklı kristalin yapılarda ve formlarda bulunan doğal ya da sentetik tekstil yüzeylerinde uygun reaktif grupların bulunması gerekmektedir. Bu tekstil yüzeylerinde bulunan amorf boşlukların, katyon (Na⁺, K⁺, Ca⁺, Mg⁺ vb.) ve su molekülleri tarafından doldurulmuş olması gerekmektedir. Bu katyonlar antibakteriyel aktiviteye sahip

olduğu bilinen Ag^+ , Cu^{+2} , Zn^{+2} gibi metal katyonlarıyla kolaylıkla yer değiştirebilmektedir. Böylelikle antibakteriyel aktivite sağlayan metal iyonları lif bünyesine yerleştirilmektedir. Şekil 1.6.'da kimyasal birleşme ile oluşturulan antibakteriyel lif görüntüleri şematize edilmiştir.



Şekil 1.6. Ajanların kimyasal birleşme ile oluşturduğu antibakteriyel lif kesiti (Altınok, 2008)

Antimikrobiyal apreler başlıca iki kategoride değerlendirilebilir: Yüzey ile bağ yapabilenler ve yapamayanlar. Bu terimler antimikrobiyal aprenin uygulandığı tekstil materyali yüzeyine kimyasal olarak bağlanabilme kapasitesi ile ilgilidir. Şimdiye kadar giyim eşyaları için birçok antimikrobiyal uygulaması yapılmış, fakat bunların kullanımı fazla kabul görmemiştir. Küf ve mayalar üzerindeki etkilerinin az olması, yıkamalara karşı kalıcılıklarının az olması ve yetersiz güvenlik bilgilerinden dolayı bu antimikrobiyallerin kullanımı ortadan kalkmıştır (Altınok, 2008).

a) Yüzey İle Bağ Yapamayan Antimikrobiyal Apreler: Bu tür antimikrobiyal apreler tekstil materyali üzerine kimyasal olarak bağlanamazlar. Mikroorganizmalar üzerinde etkili olabilmek için yüzeyden yayılırlar ve kendileri de mikroorganizmalar tarafından harcanırlar. Mikroorganizmaların içine girerler ve bir zehir gibi metabolizmalarına etki ederek ölmelerine neden olurlar. Cilt ile temasa geçebilir ve potansiyel olarak normal cilt bakterilerini etkileyebilir; cilt bariyerini aşar ve/veya cilt tahrişlerine neden olabilirler. Koruyucu etkileri, bir kere tüketildikten veya yıkandıktan sonra ortadan kalkar. Uygulamadan sonra yüzeyden yayılarak uzaklaştıklarından dolayı, tekstil yüzeyi üzerindeki aktif madde miktarı zamanla azalır ve etkin olamayacakları seviyeye iner. Bu durumda mikroorganizmalar bu antimikrobiyallere karşı bir direnç kazanarak bağışıklık kazanırlar. Konvansiyonel

(bağ yapamayan) antimikrobiyal maddeler genellikle spesifik organizmalara karşı etkilidir ve geniş bir spektruma sahip değildirler. Materyal yüzeyine kimyasal olarak bağlanmayan antimikrobiyaller geniş bir spektruma sahip değildirler. Küf, maya ve mantarlara karşı etkili olmayıp diğer bütün bakterilere etki gösterirler (Altınok, 2008).

b) Yüzey İle Bağ Yapabilen Antimikrobiyal Apreler: Bu tür antimikrobiyal apreler tekstil materyali üzerine kimyasal olarak bağ yaparak tutunurlar. Mikroorganizmaların hassas hücre zarını delerek ölmelerine neden olurlar. Bu olay hücrenin yaşam proseslerini devam ettirmesini önler. Bu tip antimikrobiyal maddeler organizmalara temas ederek öldürürler ve bunu tekrar tekrar yapabilirler. Uygulamadan sonra yüzeye tutundukları yani migrasyona uğramadıklarından dolayı, tekstil yüzeyi üzerindeki aktif madde miktarı zamanla azalmaz. Böylece mikroorganizmaların bağışıklık yapması söz konusu olmaz. Kimyasal bağ yaptıklarından dolayı, yıkamalardan sonra dahi etkilerini korurlar. Bağ yapan antimikrobiyaller gösterdikleri özel etki mekanizmaları sayesinde geniş bir spektruma sahiptir. Pek çok bakteri, küf, maya, mantar ve yosun çeşidi bu tür antimikrobiyaller ile kontrol altına alınabilir (Altınok, 2008).

1.11. Gama Radyasyonu

Radyasyonu temel olarak, parçacık ve dalga tipi olmak üzere iki şekilde sınıflandırmak mümkündür. Parçacık tipi radyasyon, belirli bir kütle ve enerjiye sahip çok hızlı hareket eden parçacıktır. Dalga tabiatındaki radyasyon ise, belirli bir enerjiye sahip ancak kütlesi olmayan radyasyon çeşididir. Bunlar titreşim yaparak ilerleyen elektrik ve manyetik enerji dalgaları gibi hareket ederler. Parçacık ve dalga tipi radyasyonlar iyonlaştırıcı ve iyonlaştırıcı olmayan radyasyonlar olarak iki gruba ayrılır. İyonlaştırıcı radyasyon, çarptığı maddede yüklü parçacıklar (iyonlar) oluşturabilen radyasyon demektir. Alfa parçacıkları, beta parçacıkları, X-ışınları, gama ışınları ve nötronlar iyonlaştırıcı radyasyonlardır. Ağır elementler (çekirdeğinde 83'ten fazla proton barındıran) kararsız oldukları için daha küçük atomlara dönüşürler. Bu parçalanma sırasında, çekirdekten parçacıklar ve enerji dalgaları ortaya çıkar. Bu yolla enerji veren elementlere radyoaktif elementler adı verilir. Bu elementler enerji fazlalıklarından radyasyon yayarak kurtulmaya ve

kararlı duruma geçmeye çalışırlar. Bu olaya radyoaktivite, radyasyon veya radyoaktif parçalanma denir. Radyoaktif elementler temel olarak alfa, beta ve gama olmak üzere üç ana tip enerji yayarlar (Lawson, 1999; Arı, 2004).

Çekirdeklerinde proton ve nötron sayılarının dengesizliği sonucu, bir atomdan fazla olan enerjinin dışarıya elektromanyetik dalga tabiatında yayılması sonucu oluşan enerji gama ışını olarak tanımlanır (Özer, 2005). Gama ışınları kısa dalga boylu elektromanyetik radyasyonlardır. Gama radyasyonu ışık hızında hareket eden enerji dalgalarından oluşmaktadır. Kaynağı atomun çekirdeğidir ve atom çekirdeğinin enerji seviyelerindeki farklardan kaynaklanır. Madde içinde giriciliği çok fazladır. Bir çekirdek α veya β taneciği veya ikisini birden yaydıktan sonra uyarılmış halde kalır. Uyarılmış çekirdeğin enerjisi normalden fazladır ve kararsızdır. Bu kararsız çekirdek, bir veya daha çok sayıda gama fotonu yayarak kararlı hale geçer. Çekirdeğin bulunduğu uyarılmış enerji düzeyinden daha düşük enerji düzeyine geçmesi ile bu iki enerji arasındaki fark kadar enerji foton haline dönüşür ve dışarı yayılır. Yayılan bu yüksek enerjili, yüksek frekanslı ve kısa dalga boylu fotonlara gama ışınları denir. Gama radyasyondan sonra kararsız çekirdek, daha düşük ve kararlı enerji seviyesine geçer (Arı, 2004).

Gama sterilizasyon; soğuk bir yöntemdir, işlem esnasında sıcaklık artışı çok azdır, işlem güvencesi çok yüksektir, her türlü mikroorganizmaya karşı etkilidir, ürün üzerinde kalıntı bırakmaz, işlem kontrolü çok kolaydır, tek bir parametre ile işlem kontrolü yapılır (Alkan, 2009).

Işınlama teknolojisi sağlık, gıda ve plastik sanayinde 30–40 yıldan beri uygulanmakta olup, günümüzde 50 değişik ülkede 200 kadar gama ışınlama tesisi bulunmaktadır. (Alkan, 2003).

1.11.1. Radyosterilizasyonun avantajları

1) Kolay ve güvenilir: Radyasyonla sterilizasyon işlemi, kontrolü kolay ve oldukça güvenilirdir. Sterilizasyon işlemi sırasında ışınlanan örneğin sıcaklığı minimal düzeyde arttığı için moleküllerde bu kaynaklı bir yıkım gözlenmez. Bu işlemde ışınlama süresi tek kontrol edilmesi gereken parametredir. Işınlama işlemi sonrasında ise herhangi başka bir işleme veya karantinaya gerek duyulmadan ürün hemen kullanıma sunulabilir (Alkan, 1995a-b; Bedward vd., 1995).

2) Giricilik özelliğine sahiptir: Gama radyasyonunun ambalaj materyallerinden geçebilme özelliği nedeniyle ürün ya da etkin madde paketlenmiş halde de sterilize edilebilir. Bu işlemin avantajı; istenilen sterilite temin seviyesini sağlayan son işlem olmasıdır (Razem vd., 1990; Barbarin vd., 1999; Gibella vd., 2000).

3) Örnek sıcaklığının çok az artmasına neden olur: Radyasyonla sterilizasyon işlemi ürün üzerinde minimal düzeyde sıcaklık artışına neden olduğundan “soğuk teknik” olarak adlandırılır ve sıcaklığa duyarlı etkin ve yardımcı maddeler ile ambalaj malzemelerinin sterilizasyonunda güvenle kullanılabilir (Reid, 1995; Barbarin vd., 1999; Gibella vd., 2000).

4) Validasyon işlemi kolaydır: Işınlama işleminin doza bağlı validasyonu, işlem için öngörülmuş olan dozun, ışınlama işlemi sonunda ürüne verildiğinin kanıtlanmasıdır. Tek değişkenin zaman olduğu bu işlemin validasyonu oldukça kolaydır. Bu amaca yönelik olarak, gerekli doz miktarı saptandıktan ve ışınlama işlemi başlatıldıktan sonra taşıyıcının kaynak çevresi boyunca hareketinde her konumda kalması gereken süreyi kontrol etmek üzere zaman ayarlı saatler kullanılır (Özer, 2003; Olguner ve Özer, 2000).

5) Garantili bir işlemdir: İşlem süresince ve de işlem sonrasında sonuçların uygunluğunu belirlemek için duyarlı dozimetre sistemleri kullanılır. Bu sistemle ürünün maruz kaldığı doz kesin olarak belirlenebildiği için ayrı bir sterilite testine gerek yoktur ve dolayısı ile ürün sterilizasyon sonrası ayrıca başka bir işleme uğratılmadan tüketiciye ulaştırılabilir. Başka deyimle karantina süresi gerekmez (Üstündağ, 2009).

6) Çevreye zarar vermez: Bu sterilizasyon tekniğinin kimyasal kirlilik ve atık oluşumu gibi çevre için zararlı bir etkisi bulunmaz. İşçi sağlığı açısından güvenlidir. İşlem sonrasında kalıntı ve toksik gazlardan arınmış, üstün kalitede ürün elde edilir (Başgöl,1995).

7) Radyasyonla sterilizasyon ekonomiktir: Radyasyonla sterilizasyon tekniği, diğer geleneksel tekniklerle ekonomik yönden kıyaslandığında daha ekonomiktir. Bunun en büyük sebebi, bu tekniğin geniş bir kullanım alanı bulmuş olmasıdır (Bhalla vd., 1983; Woolston, 1995).

1.11.2. Radyosterilizasyonun dezavantajları

Gama radyasyonu ile sterilizasyonun tüm avantajlarına karşın iki temel problemi vardır (Basly vd., 1996). Birincisi yüksek enerjili radyasyon kullanılarak gerçekleştirilen ışınlama işlemi sırasında yeni radyolitik ara ürünlerin oluşmasıdır (Barbarin vd., 2001). Sterilizasyon işleminde ürünün fizikokimyasal, mikrobiyolojik ve toksikolojik özelliklerinin değişmemesi istenir. Bu yüzden, yüksek enerjili radyasyonun üründe neden olduğu kimyasal ve fiziksel değişiklikler belirlenip oluşan ara ürünlerin karakterizasyonlarının yapılması başka deyimle bu ara ürünlerin türleri, yapıları, miktarları, kararlılıkları ve sönüm mekanizmaları ayrıntılı bir şekilde belirlenmesi gerekir (Gopal, 1978; Tsuji vd.,1979; Signoretti vd., 1994; Onori vd.,1996; Gibella vd., 2000). Radyasyonla sterilizasyon yönteminin uygulaması ile ilgili bir diğer sorun ışınlaması konusundaki düzenlemelerin ülkeden ülkeye değişmesidir. Gelecekte, uluslararası pazarda ekonomik kaygılar nedeniyle yetkisiz ve kontrolsüz ışınlama işleminin kullanımı söz konusu olabileceğinden, en azından raf ömrü süresince ürünün ışınlanmış olup olmadığını belirlemeye olanak veren, ışınlanmış ise ışınlama dozunu belirlemede kullanılacak analitik bir yöntem ihtiyacı duyulmaktadır. Işınlanan ürünün soğurduğu doz miktarı ve ışınlama sonucunda oluşan çiftlenmemiş elektrona sahip kökçelerin (Çiftlenmemiş elektron taşıyan birim) miktarları, yapıları ve kararlılıkları Elektron Spin Rezonans (ESR) spektroskopisi yardımı ile belirlenebilir (Dood vd., 1985; Raffi, 1992; Onori vd., 1996; Polat vd.,1997; Basly vd., 1998; Korkmaz ve Polat, 2000, 2001; Çolak ve Korkmaz, 2004).

1.11.3. Türkiye’de gama ışınlaması uygulamaları

1.11.3.1. Tek kullanımlık tıbbi ürünler ve sağlık bakım ürünleri

Günümüzde gama ışınlaması yöntemi ile sterilize edilen ürünlerin başında tek kullanımlık tıbbi malzeme ve cihazlar ile sağlık bakım ürünleri gelmektedir. Radyasyonla sterilizasyon soğuk bir yöntem olması, işlem gören ürünler üzerinde kalıntı bırakmaması, işlem kontrolünün kolay olması ve yüksek sterilizasyon güvencesi sağlaması diğer yöntemlere göre başlıca üstün tarafları olmaktadır.

Tek kullanımlık tıbbi ürünleri çoğu plastik malzemelerden yapılmış olduğundan, bunlar 110–120 °C’de erimekte veya şekil bozulmaları meydana gelmektedir. Bu nedenle klasik sterilizasyon yöntemi olan kuru veya nemli ısı sterilizasyonu uygulanamamaktadır. Bunun için soğuk bir yöntem olan radyasyon sterilizasyonu veya etilen oksit (EtO) sterilizasyonu uygulanmaktadır. EtO zehirli ve kanserojen bir gaz olması, ürünler üzerinde kalıntı bırakması ve çevre sorunları yaratması nedeniyle birçok ülkede kullanımı kısıtlanmış bulunmaktadır. Türkiye’de 1994 yılından beri gama ışınlanması ile sterilizasyon yöntemi uygulanmaktadır. Halen bu yöntemle yılda 15000–17000 m³ kadar tek kullanımlık tıbbi malzeme, cihaz ve sağlık bakım ürünü sterilize edilmektedir. Sterilize edilen başlıca ürünler serum setleri, kan verme setleri, ameliyat eldivenleri, ameliyat iplikleri, plastik ve metal sondalar, koter kalemleri, ameliyat giysileri ve setleri, gazlı bez, kompres ve petler, damla sayıcıları, damla ayar klipleri, hemodializ setleri, ortopedik protezler, laboratuvar tüpleri ve petri kapları sayılabilir (Alkan, 2003).

1.11.3.2. İlaç, ilaç hammaddeleri ve ilaç kapları

Katı formda olanlar veya yağ bazlı farmasotik ürünler ve hammaddelerin büyük bir kısmı 25 kGy’e kadar başarılı bir şekilde radyasyonla sterilize edilebilir. Ancak ürünlerle birlikte ışınlanan havadan meydana gelen ozon ve azot oksitleri gibi radyoliz ürünleri ışınlanan farmasotiklerin formülasyonları ve stabilitesi üzerinde bir dereceye kadar etkili olabilir.

Sulu çözeltiler ve süspansiyonların radyasyonla sterilizasyonu çok zor olup, bazı özel önlemler alınmadığı durumlarda başarısız sonuçlar vermektedir. Parafin bazlı göz ve cilt pomatları ile bitkisel yağların taşıyıcı olarak kullanıldığı veteriner ilaçları 25 kGy’e kadar başarılı bir şekilde radyasyonla sterilize edilebilir. Ülkemizde bu alandaki uygulamalara bakıldığında başta göz ve cilt merhemleri, veteriner ilaçları, burun spreyleri, bazı bitkisel vitaminler ve ilaçlar, katı formdaki pek çok ilaç hammaddesi, dolgu maddeleri, validasyon maddeleri, tablet kaplama ve parlatma maddeleri sayılabilir. İlaç kapları olarak cam ve plastik şişeler, şişe kapakları, damla sayıcıları, contalar ve jelatin kapsülleri ve ilaç poşetleri radyasyonla sterilize edilmektedir (Alkan, 2003).

1.11.3.3. Kozmetik ve kozmetik hammaddeleri

Gelişmiş ülkelerde özellikle Fransa'da çok büyük hacimlerde kozmetik hammaddesi ışınlanarak dekontamine edilmektedir. Kozmetik alanında kullanılan ve çevreden toplanan bitkiler çok yüksek biyolojik yük içerdiklerinden ancak ışınlama yolu ile kabul edilebilir düzeylere düşürülmektedir. Ülkemizde bu alanda talk pudraları, fondotenler, güzellik maskelerinde kullanılan nişasta ve diğer maddeler, maskara, nemlendirici kremler gama ışınlaması ile sterilizasyon veya biyolojik yük kontrolü yapılmaktadır (Alkan, 2003).

1.11.3.4. Gıda ışınlamaları

Gıda ışınlaması gıdaların korunması, raf ömürlerinin uzatılması, böceklenmeyi önlemek ve hastalık yapan (patojen) mikroorganizmalardan arındırmak için uygulanan bir yöntemdir.

Ülkemizde yılda 600–700 ton kadar ve çoğunluğu baharatlar ve kurutulmuş sebzeler olmak üzere kurbağa budu, balık, karides, kurutulmuş tavuk eti ve işkembe, kurutulmuş bazı yemişler (badem, hurma, cam fıstığı, kuş üzümü) ışınlama yöntemi ile mikroorganizmalardan arındırılmaktadır (Alkan, 2003).

1.11.3.5. Polimerlerde yapı değişikliği çapraz bağlama

Polimerler özellikle polietilen gaz ve su boruları kablo izolasyonları, plastik makine dişlileri ışınlanmak suretiyle çapraz bağlama işlemi yapılmaktadır. Çapraz bağlama sonucu bu gibi ürünler sertleşmekte ve erime noktaları yükselmektedir. Dünyada çok büyük oranlarda uygulanan bir yöntem olmasına karşın ülkemizde sadece yerden ısınmada kullanılan polietilen sıcak su borularında ve çok sınırlı miktarlarda ışınlama yolu ile çapraz bağlama işlemi yapılmaktadır (Alkan, 2003).

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Lee ve Cho (1999), pamuklu ve nonwoven kumaşlar için chitosan ve floropolimer esaslı antimikrobiyal ve kan itici bitim işlemlerini araştırmışlardır. Apre işleminin kumaşın tutum ve hava geçirgenliği üzerindeki etkilerini araştırmışlar, sadece chitosan ile işlem görmüş pamuklu ve nonwoven kumaşlarda bükülme ve kopma rijitliğinin arttığını tespit etmişlerdir. Kumaşların hava geçirgenliği de çift apre işleminden sonra biraz azalmıştır.

Tprone vd. (1999), % 100 pamuk baskılı kumaş, 50/50 pamuk/poliester çarşaflık, 35/65 pamuk/ poliester çarşaflık, % 100 viskon rayon kumaş kullanmışlardır. Reaksiyon çözeltileri olarak sulu H_2O_2 ve katı $Mg(OCH_3CO)_2O$ kullanmışlar ve kumaşlara, hazırlanan ($H_2O_2:Mg(OCH_3CO)_2O$) emdirmişlerdir. Yapılan çalışmada magnezyum peroksit esaslı antibakteriyel maddenin selülozik ve selülozik karışımlarına afinitesi ve 5, 10, 15 yıkama sonrası dayanıklılığı karşılaştırıldığında; kristalin maddenin gözenek boyutu ve kapilarite açısından pamuk liflerine daha uygun olduğunu ileri sürmüşlerdir. Karşılaştırmalarda kimyasal analizler ve SEM (Spektra elektro mikroskop)'den faydalanmışlardır.

Vigo ve Leonas (1999), ağartılmış % 100 pamuk, 50/50 pamuk/poliester polietilen glikoller, asit katalizatörleri ve DMDHEU reçinesi ile işlem görmüş dokuma kumaş kullanmışlardır. Kumaşların değerlendirilmesinde 5 mikroorganizma kullanmışlardır. İki pozitif bakteri (*bravibacterium epidermis* ve *staphylococcus epidermis*), iki spor oluşturan mantar (*aspergillus fumigatus* ve *microsporum cookei*) ve bir maya kullanmışlardır. İşlem görmüş ve görmemiş kumaşların antimikrobiyal aktivite açısından değerlendirilmesi AATCC 147 Test Metoda göre yapmışlardır. Bu test metodu sonucunda PEG ile modifiye edilmiş kumaşların antimikrobiyal etkiye sahip olduğunu göstermişlerdir.

Yang vd. (2000), yaptıkları çalışmada antibakteriyel ürünler ile muamele edilmiş tekstil ürünlerinin dayanıklılıklarının geliştirilmesini araştırmışlardır. Antibakteriyel ürünler için dört ortak metot farklı sıcaklık, zaman ve konsantrasyonlarda denemişlerdir. Endüstride antibakteriyel işlem için geniş anlamda geleneksel emdirme –kurutma-buharlama metodu kullanılır. Boya banyosu koşulları altında pamuk, akrilik ve PES liflerinin içerisine bakterisitlerin nüfuz etmesi daha iyi

olacağından dayanıklılık geliştirilebilmektedir. Lif çekim çözeltilisine eklenen bakterisitlerin normal işlemlere göre daha dayanıklı özellik göstermektedir. Bu durum lif içerisine bakterisit yayılması ile açıklanmaktadır.

Kim ve Sun (2001), naylon kumaşların asit boyarmaddeleri ve bir kuarterner amonyum tuzu ile dayanıklı antimikrobiyal bitim işlemleri üzerine çalışmışlar ve 10 yıkamadan sonra iyi renk haslığına sahip olduğunu bulmuşlardır.

Alay ve Öktem (2002), çalışmalarında pamuk, pamuk/poliester ve modal kumaşlara ev tipi çamaşır yıkamalarında kullanılan bir ürün ile klasik antimikrobiyal bir ürün ve migrasyona uğramayan bir antimikrobiyal ürün kullanmışlar, bu üç değişik antimikrobiyal bileşiğin *Escherichia coli* ve *Staphylococcus aureus* bakteri tiplerine karşı yıkama dayanımları incelemiştir. Konveksiyonel (bağ yapamayan) difenilalkan türevi antimikrobiyal bileşik ile bağ yapabilen alkosisilan kuarterner yapıdaki antimikrobiyal bileşik arasında, antimikrobiyal etki açısından 40 yıkamaya kadar bir fark gözlenmemiştir. Ethandiol, dodesildimetil amonyum klorür, bifenil-2-ol, 2 metil pentan-2 karışımı olan antimikrobiyal madde ile işlem görmüş pamuk, pamuk/poliester ve modal kumaşlarda; 10. yıkamadan sonra antibakteriyel aktivasyon azalması ve 15. ve 20. yıkamadan antibakteriyel etkinin kaybolduğu bulunmuştur. Ayrıca difenilalkan türevi, alkosisilan kuarterner yapıda antimikrobiyal maddeler ile işlem görmüş kumaşların antibakteriyel aktiviteleri üzerine asidik-bazik tükürük çözeltilerinin ve asidik-bazik ter çözeltilerinin hiçbir olumsuz etkisi gözlemlenmemiştir.

Tsukada vd. (2002), metal içerikli boyarmaddeler kullanılarak antimikrobiyal olarak aktif ipek proteinlerin üretimi üzerine çalışmışlar ve ipek liflerinin tuz çekme ve boyama işleminden sonra kopma mukavemetinde önemli bir değişiklik gözlemezken kopma uzamasında hafif bir artma olduğunu gözlemlemiştir.

EI-Naggar vd. (2003), pamuk ve pamuk/poliester kumaşların ısınım ve ısı işlemler ile antimikrobiyal korunması konusunda çalışma yapmışlar ve apre işleminin boyamadan önce bir reaktif boyarmadde ile gerçekleştirildiğinde, boyamadan sonra gerçekleşene göre renk dayanımını daha çok etkilediğini gözlemlemiştir.

Lee vd. (2003), nano boyutlu gümüş koloidal çözeltilisinin tekstil kumaşları üzerindeki antibakteriyel etkisini araştırmışlardır. Çalışmada gram pozitif ve gram

negatif (*S. aureus* ve *K. pneumoniae*) olmak üzere iki çeşit bakteri kullanılarak gümüş koloidal çözeltisinin selülozik ve sentetik kumaşlar üzerindeki antibakteriyel etkinliği araştırılmıştır. Kumaşların yıkamaya dayanıklı bir antibakteriyel işlemi nano büyüklükteki gümüş koloidal çözelti ile emdirme yöntemine göre kolaylıkla başarılabilmektedir.

Zhang vd. (2003), kitosan ile işlem görmüş pamuklu kumaşların antibakteriyel özelliklerini araştırmışlardır. Burada kitosanın konsantrasyonu, molekül ağırlığı ve desatilyasyon derecesinin *Escherichia coli* ve *Hay basiline* olan antibakteriyel aktivitesine olan etkisi araştırılmıştır. Bakteri azalması Modifiye Quinn Metodu kullanılarak tespit edilmiştir. *Escherichia coli* 0,3g/lt kitosan solüsyonu ile *Hay basili* ise 0,5 g/lt kitosan solüsyonu ile verimli bir şekilde engellenebilmiştir. Kitosanın kumaşa kimyasal olarak bağlanabilmesi için çapraz bağlama maddesi olarak glutarik dialdehit tercih edilmiştir. Glutarik dialdehit ve kitosan ile muamele edilmiş pamuklu kumaşlar bakteri üremesini engellemede iyi bir kabiliyete sahip olmuştur.

Balcı ve Babaarslan (2005), antibakteriyel bitim işlemlerinin % 100 pamuklu kumaş özelliklerine etkisini incelemişlerdir. Ön terbiyesi ve boyaması işletme şartlarında yapılmış olan % 100 pamuklu kumaşa laboratuvar şartlarında kimyasal yapıları farklı (noniyonik, katyonik) antibakteriyel maddelerle apre işlemi uygulanmıştır. Kumaşa antibakteriyel özellik kazandıran bu maddelerin emdirme ve çektirme yöntemleri ile kumaşa aplikasyonunun kumaşın performans özellikleri üzerinde herhangi bir etkiye sahip olup olmadığı araştırılmıştır. Yapılan testler ışığında kumaşın mukavemet özelliklerinde kullanılan kimyasalın cinsi ve derişiminin anlamlı etkisi görülürken, boncuklanma gibi yüzey özelliğinde önemli bir değişiklik gözlenmemiştir. Kumaşın tutum özelliklerinden olan buruşmazlık özelliklerine ise daha çok kullanılan kimyasalın cinsinin etki ettiği belirlenmiştir. Kumaşın haslık özelliklerine bakıldığında, referans numuneye göre hemen hemen tüm işlem görmüş numunelerin hepsinde bir düşüş kaydedilmiştir. Kullanılan kimyasal cinsi, derişimi ve uygulama yöntemine bağlı olarak genellikle emdirme yöntemi ve yüksek derişimde yapılan numunelerde daha iyi haslık sonuçları elde edilmiştir.

Kitahara vd. (2005), DLC film kaplı tekstil ürünlerinin antibakteriyel özelliklerini inceledikleri araştırmasında, plazma bazlı iyon aktarılması yöntemine dayalı tekstil

malzemelerinin iki bakteriye (*Staphylococcus aureus*, *Klebsiella pneumoniae*) karşı etkili olduğunu ve üremenin kaplanmış üründe gerçekleşmediğini belirtmişlerdir.

Ma ve Sun (2005), antimikrobiyal katyonik boyarmaddeler akrilik kumaşların boyanmasında kullanmışlar, boyama zamanının etkisi, boyama konsantrasyonu ve boyama sıcaklığı araştırmışlardır. Antimikrobiyal bitim işlemi ve boyama tek bir işlemde gerçekleştirilmiş olup, boyanan kumaşların *Staphylococcus aureus* ve *Escherichia coli*ye karşı antimikrobiyal aktivitesinin olduğu bulmuşlardır. Boyanan kumaşlar üzerindeki antimikrobiyal aktivitenin yıkamaya karşı dayanımının daha az olmasının, yıkama boyunca lif üzerindeki boya kaybından kaynaklanmasının mümkün olduğunu belirtmişlerdir.

Alay vd. (2007), çalışmalarında hedeflenen esas nokta, corona deşarjı kullanılarak düşük konsantrasyondaki kimyasal bitim işlemlerinin yıkama vb. etkilere karşı dayanıklılığını arttırmaktır. Bu amaçla nano boyuttaki gümüş iyonları, coronalı ve coronasız olmak üzere farklı şekillerde kumaşa applike edilmiştir. 30 yıkamadan sonra yapılan testler neticesinde, coronalı örnekteki gümüş konsantrasyonunun daha yüksek olduğu görülmüştür. Bu da coronalı kumaş numunesinin antibakteriyel aktivitesinde daha iyi sonuçlar alınmasını sağlamaktadır.

Palamutçu vd. (2007), çalışmasında sektörde sıklıkla kullanılan gümüş, triklosan, diklorofenol, kuarterner amonyum ve kitosan gibi antimikrobiyal etkinliği bilinen kimyasalların, % 100 pamuklu kumaşlar üzerinde meydana getirdiği performans değişikliklerini ve antimikrobiyal aktivite miktarlarını karşılaştırmalı olarak incelemektedir. Bunun beraberinde çalışma, yukarıda belirtilen kimyasallarla üretilen antimikrobiyal kumaşların; 1, 5, 10 ve 20 yıkamadan sonraki antimikrobiyal performans değerlerini karşılaştırmalı olarak ortaya koymaktadır. Testlerin yapılması sırasında, *S. aureus*, *E. coli*, *C. albicans* gibi farklı mikroorganizmaların kullanılması sonucunda, antimikrobiyal aktivitenin değiştiği görülmüştür.

Yüksek ve Özdemir (2007), çalışmalarında ise tekstil endüstrisinde kullanımı giderek yaygınlaşan bambu liflerinin üretim teknikleri, fiziksel ve kimyasal özellikleri üzerine olup, söz konusu liflerin doğal olarak antibakteriyel aktivite sağladığı belirtilerek tekstil sanayisi içindeki kullanım alanlarına değinilmektedir.

Zhang vd. (2007), siklodekstrinlerin Bacillus soyuna karşı antibakteriyel etkisini inceledikleri araştırmalarında methyl- β -cyclodextrin ile temas haline geçen Bacillus soyuna ait tüm hücreler yok edilmiştir. Hücrelerin ekilen SEM fotolarına baktıklarında hücre zarının paramparça olduğunu görmüşlerdir.

Altınok (2008), çalışmasında tekstil sektöründe yaygın olarak kullanılan pamuk, bambu, poliester ve viskon elyafından örme kumaş yüzeyler elde edilmiş ve bu yüzeylerin AATCC 147 test standardına göre antibakteriyel özellikleri incelenmiş, ancak söz konusu test standardına göre antibakteriyel aktivite gözlenmemiştir. Bu sonuç her ne kadar özellikle bambu elyafı için ilginç olarak nitelendirilebilse de, çok daha sağlıklı ve güvenilir sonuçlara ulaşabilmek için denemelerin ayrıca diğer test standartları ile tekrarlanması, bunun yanında, bambu elyafı bünyesinde antibakteriyel etkiye sahip olduğu bilinen bambunun elyafın üretim aşamasında geçirmiş olduğu kimyasal işlemlerin etkisinin detaylı olarak incelenmesi gerekmektedir. Çalışmanın ikinci bölümünde ise % 100 pamuklu dokuma kumaşlar, farklı molekül ağırlığına sahip kitosan ve aleovera mikrokapsül katkılı kitosan solüsyonları ile işleme tabi tutularak, elde edilen yüzeylerin antibakteriyel aktiviteleri araştırılmıştır. Aleovera mikro kapsül içeren kitosan solüsyonu ile muamele edilen, bunun yanında akrilik reçine ve fiksajın da etkisinin incelendiği dört farklı kumaş numunesinin tamamında antibakteriyel etki gözlenmiş, ancak her birinin antibakteriyel aktivite derecesinin akrilik reçine ve fiksaj uygulanıp uygulanmamasına bağlı olarak farklı seviyelerde olduğu görülmüştür. Bu farklılığın nedeninin ise mikro kapsül taneciklerinin kumaş yüzeylerine farklı kuvvetlerle bağlanması olduğu tahmin edilmektedir. Buna bağlı olarak en iyi sonucun akrilik reçine kullanılan kumaşa ait olduğu gözlenmiştir. Hem akrilik reçinenin, hem de fiksajın aynı anda kullanıldığı kumaş numunesinde ise, yüksek sıcaklığın akrilik reçinesinin yapısını bozması ve parçalamasından dolayı antibakteriyel aktivite çok daha düşük düzeyde çıkmıştır.

3teks Medikal Tekstil (2008), gama sterilizasyonu tekniği ile sterilize edilen tıbbi örtü, önlük ve cerrahi setleri Türkiye’de tek başına üreten bir firma olarak bu konudaki çalışmalarını sürdürmektedir. Türkiye’de sadece 3teks Medikal Tekstil tarafından uygulanan gama sterilizasyonu tekniğinin diğer sterilizasyon metotlarından farklı olarak; yüksek penetrasyon yeteneği ile mutlak sterilizasyon sağladığı ve ambalajlanmış ürünlere uygulanabilen bir metot olduğu için daha

sağlıklı olduğu biliniyor. İlaç, kozmetik ve tıbbi malzeme endüstrisinde de yaygın olarak kullanılan gama sterilizasyonu teknolojisi, 3teks Medikal Tekstil modern tıbbın gereği olan steril tek kullanımlık tıbbi örtü, önlük ve cerrahi setler ile non-steril önlük, örtü ve kılıf grupları üretimine büyük katkı sağlamaktadır. 3teks Medikal Tekstil, gama sterilizasyon işlemindeki ışınlamayı Gamma-Pak A.Ş.'de gerçekleştirmektedir.

Dokumasız kumaş ve gama sterilizasyon özelliklerine sahip olmanın yanı sıra antibakteriyel olan 3teks ürünleri, kumaş üzerinde bakteri barınmasına ve üremesine de izin vermemektedir. Üretiminde ve sterilizasyonunda kimyasal maddelerin kullanılmadığı, hafif ve özel dokumasız kumaşlardan imal edilen ürünler, antialerjik oldukları için, sağlık personeli ve hastaların cildinde tahrişe ve alerjiye sebep olmamaktadır.

Wei vd. (2009), oligoguanidin antibakteriyel özelliklerini araştırdıkları çalışmada; PHMG (polyhexamethylene guanidine oligomer) çözeltilisinin harika bir antibakteriyel özellik gösterdiğini özellikle molekül ağırlığının 640 ve 1.0 ppm olduğu çözeltilerde 15 dakika içerisinde *S. aureus* ve *P. aeruginosa* bakterilerinin her ikisi de % 90 oranında engellenmekte olduğunu belirtmişlerdir.

Aly vd. (2010), hem buruşmazlık hem de antimikrobiyal etkinin bir arada sağlanabilirliği üzerine yaptıkları çalışmada; kitosanın antibakteriyel olarak dayanıklı bir potansiyeli olduğunu hatta düşük miktarlarda bile çapraz bağlayıcı ajanla uygunluğu belirtilmiştir.

Bajpai vd. (2010), gümüş iyonu yüklü siklodekstrinlerin antibakteriyel etkisini araştırdıkları çalışmada; gümüş iyonlarının uygun bir şekilde siklodekstrinin iç kısmına yerleştirildiğini ve kontrollü bir şekilde salınarak özellikle *E. coli* ye karşı iyi bir antimikrobiyal etki sağlandığını göstermişlerdir

Flores vd. (2010), TiO₂ kaplanmış yüzeye gümüş nano parçacıklar ekleyip *Pseudomonas aeruginosa*ya karşı antibakteriyel etkiyi araştırdıkları çalışmada; TiO₂ kaplı yüzeye spontane gümüş eklemişlerdir. Bu modifiye edilmiş yüzey bakteri üremesine ve mikrop kolonilerine karşı koruma sağlamıştır.

Marambio vd. (2010), gümüş nanopartiküllerin antibakteriyel ve insan-çevre sağlığına etkilerini inceledikleri araştırmasında gümüş iyonlarının tek başına ya da çeşitli kombinasyonlarla kullanılması halinde bakteriosidal etki gösterdiğini belirtmişlerdir. Bakterinin hücre membranının geçirgenliğini artırarak, hücrenin enerji ihtiyacını tetiklemekte, fosfat akışı olmakta, hücresel içerikler sızmakta ve DNA çoğalması kesintiye uğramakta olduğunu ifade etmişlerdir. Aynı çalışmasında gümüş iyonlarının yüksek organizmalar (insan dahil) için sitoksit ve genotoksit etki gösterdiğine dair sağlam kanıtlar bulunduğunu ifade etmişlerdir.

Kulthong vd. (2010), gümüş nanopartiküllerinin antibakteriyel kumaştan yapay tere aktarılması konusunda yaptıkları çalışmada, antibakteriyel kumaştan yapay tere aktarılırken yapay ter insan derisine model olarak tasarlanmış emsalsiz bir çalışma olduğunu belirtmişlerdir. Bu çalışmada yapay tere aktarılan gümüş miktarının ilk kaplama esnasında kullanılan gümüş miktarına, kumaş kalitesine, pH ve yapay ter formulasyonuna bağlı olduğunu belirtmişlerdir. Bu çalışmanın gümüş moleküllerinin insan sağlığına etkilerinin inceleneceği bir araştırmada kullanılabilir olacağını belirtmişlerdir.

Antibakteriyel esaslı fonksiyonel tekstillerle ilgili yapılan önceki çalışmalarda; çoğunlukla selülozik ve protein doğal liflerle yapılmış olan mamullere (pamuk, ipek), bunun dışında da pamuk/sentetik karışımları, naylon, akrilik liflerinden yapılmış kumaşlara çeşitli kimyasal yapıdaki antimikrobiyal maddeler uygulanmıştır. Genellikle kitosan, sitrik asit, quarterner amonyum tuzu esaslı antimikrobiyal özelliği olan maddeler ile çalışılmıştır. Bu maddelerin tekstil mamulü üzerine uygulama parametrelerinin değiştirilerek mamulün antimikrobiyal aktivitesi belirlenmeye çalışılmıştır. Bunun yanında çoğu çalışmada antimikrobiyal özelliğin yıkamaya karşı direnci de tespit edilmiştir (Balcı, 2006).

Bu tez çalışmasında ise diğer çalışmalardan farklı olarak antibakteriyel apre uygulanmadan gama ışınlama ile dokuma kumaşa antibakteriyel özellik kazandırılıp kazandırılmayacağı incelenmek istenmiş ve gama ışınlamanın kumaşın performans özellikleri üzerine etkisinin olup olmadığı incelenmiştir. Ayrıca 3teks Medikal Tekstil dokusuz yüzeylere gama ışınlama ile antibakteriyel özellik kazandırmış iken, bu çalışmada ise dokuma kumaşlar kullanılmış ve dokuma kumaşın gama ışınlama

sonucunda kumaşın antibakteriyel, fiziksel ve kimyasal özelliklerindeki değişimler incelenmiştir.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

Bu çalışmada % 100 pamuk, pamuk-poliester ve yün-poliester kumaşlar kullanılmıştır. Bu kumaş numunelerinin ön terbiyesi ve boyaması işletme şartlarında yapılmıştır. Numune kumaşlar, Çerkezköy-Tekirdağ'da Gamma-Pak A.Ş.'de 18 ve 30 kGy dozlarında ışınlanmıştır. Referans kumaşlara ve ışınlanmış kumaşlara Süleyman Demirel Üniversitesi Tıp Fakültesi Mikrobiyoloji Ana Bilim Dalı'nda antibakteriyel testler uygulanmıştır. Antibakteriyel testlerde gram pozitif *Staphylococcus aureus* ve gram negatif *Klebsiella pneumoniae* bakterileri kullanılmıştır. Ayrıca Denizli Türk Standartları Enstitüsü Tekstil Laboratuvarı'nda, referans kumaşlara ve ışınlanmış kumaşlara fiziksel ve kimyasal testler uygulanarak kumaşların performans özellikleri incelenmiştir.

3.1. Materyal

3.1.1. Kullanılan tekstil materyalleri

Radyasyon ışınlarının kumaşların antibakteriyel özelliklerine ve kumaşın performans özelliklerine etkisinin araştırıldığı bu tez çalışmasında, 3 tip kumaş kullanılmıştır.

Yapılan çalışmaların büyük bir kısmında antibakteriyel apreler pamuklu kumaşlara uygulanmıştır. Bu kumaşlar daha çok hastanelerde kullanılan yatak çarşafı, yastık, yorgan kılıfları, bebek giysileri ve iç çamaşırlarında kullanılmaktadır. Pamuk-poliester kumaşlar iş elbiseleri, gömlek, bluz, spor giysisi, hafif mantoluk kumaş, yatak takımı, masa örtüsünde; yün-poliester ise çocuk giysisi, manto, iç çamaşırı, kazakta kullanılmaktadır. Teknik tekstillerin gelişimi ile antibakteriyel özelliğin farklı kumaş türlerinde de kullanılabilmesi düşünülmektedir. Bu bakımdan, % 100 pamuklu, pamuk-poliester ve yün-poliester kumaşlar kullanılmıştır.

3.1.2. Kullanılan kimyasal maddeler

1. Sodyum perborat tetrahidrat; yıkama haslığı tayininde kullanılmıştır.
2. Deterjan; yıkama haslığı tayininde kullanılmıştır.
3. Saf su; yıkama haslığı ve sürtme haslığı tayininde uygulanmasında kullanılmıştır.
4. Histidin monohidroklorid monohidrat; alkali ter haslığı tayininde kullanılmıştır.

5. Sodyum klorür; alkali ter haslığı tayininde kullanılmıştır.
6. Di sodyum hidrojen ortofosfat dihidrat; alkali ter haslığı tayininde kullanılmıştır.
7. Histidin monohidroklorid monohidrat; asidik ter haslığı tayininde kullanılmıştır.
8. Sodyum klorür; asidik ter haslığı tayininde kullanılmıştır.
9. Sodyum dihidrojen ortafosfat dihidrat; asidik ter haslığı tayininde kullanılmıştır.
10. Distile su; antibakteriyel testlerin uygulanmasında kullanılmıştır.
11. Nutrient broth agar; antibakteriyel testlerin uygulanmasında kullanılmıştır.

3.1.3. Kullanılan cihazlar

1. Co-60 kaynaklı gama ışınlama cihazı (Işınlayıcı JS 9600 model ve IR-185 seri numara ile Uluslar arası Atom Enerjisi Ajansı'na tescil edilmiştir.); kumaşların ışınlanmasında kullanılmıştır.
2. Otoklav (Nüve-OT 4060); antibakteriyel testler uygulanmadan önce kullanılmıştır.
3. Steril kalibre öze; antibakteriyel testlerin uygulanmasında kullanılmıştır.
4. Petri kabı; antibakteriyel testlerin uygulanmasında kullanılmıştır.
5. Cam tüp; antibakteriyel testlerin uygulanmasında kullanılmıştır.
6. Etüv (Membert); antibakteriyel testlerin uygulanmasında kullanılmıştır.
7. Alev beki; antibakteriyel testlerin uygulanmasında kullanılmıştır.
8. Pipet; antibakteriyel testlerin uygulanmasında kullanılmıştır.
9. Buzdolabı; antibakteriyel testler uygulandıktan sonra kullanılmıştır.
10. Manyetik karıştırıcı (Velp Scientifica); antibakteriyel testlerin uygulanmasında kullanılmıştır.
11. Pens; antibakteriyel testlerin uygulanmasında kullanılmıştır.
12. Steril numune alma kabı; antibakteriyel testlerin uygulanmasında kullanılmıştır.
13. Kopma mukavemeti test cihazı (Instron-4465); kopma mukavemetinin tayininde kullanılmıştır.

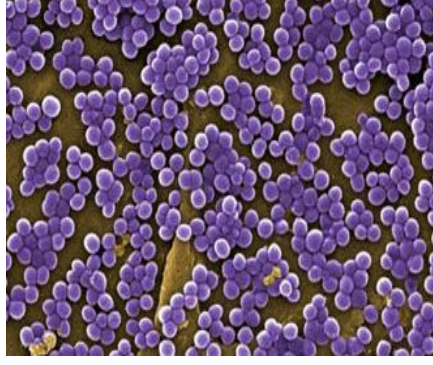
14. Yırtılma mukavemeti test cihazı (Instron-4465); yırtılma mukavemetinin tayininde kullanılmıştır.
15. Boncuklanma test cihazı (Martindale); boncuklanma işleminde kullanılmıştır.
16. Yıkama haslığı test cihazı (Gyrowash); yıkama haslığı tayininde kullanılmıştır.
17. Sürtme test cihazı (Elmatar-255-A); sürtme haslığı tayininde kullanılmıştır.
18. Gri skalalar; yıkama, sürtme, ter haslığı tayininde kullanılmıştır.
19. Işık kabini (VeriVide-CAC120); yıkama, sürtme, ter haslığı tayininde kullanılmıştır.
20. Etüv (Carbolite-FN 400); ter haslığı tayininde kullanılmıştır.

3.1.4. Kullanılan mikroorganizmalar

Antibakteriyel testler sırasında ATCC 25923 kodlu gram pozitif *staphylococcus aureus* bakterisi ve ATCC 700603 kodlu gram negatif *klebsiella pneumoniae* bakterisi kullanılmıştır.

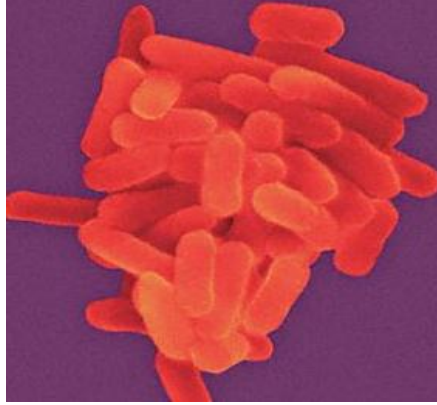
Tekstil materyallerinin gram negatif ve gram pozitif bakterilere karşı gösterdikleri etki incelenmek istenmiştir.

Staphylococcus aureus (Şekil 3.1.) hastanelerde çapraz enfeksiyonun ana nedenlerinden olup en sık değerlendirilen bakteri örneklerinden biridir (Orhan, 2007). *Staphylococcus aureus* insanlarda birçok enfeksiyonlara neden olan bir bakteridir. Ortam şartlarına dayanıklı olduklarından doğada çok yaygındırlar. En fazla burun ve boğaz boşluğunda, insan ve hayvan dışkılarında, ciltte apseli yaralarda ve sivilcelerde yoğun olarak bulunurlar. Gıdalarda ve gıda işletmelerinde, elle gıda hazırlayanlarda, hastane personeli ve hastane ortamlarında da yaygın olarak bulunurlar (Hacıbektaşoğlu vd., 1993).



Şekil 3.1. *Staphylococcus aureus* bakterisi (Carr ve Hageman, 2008)

Klebsiella pneumoniae (Şekil 3.2.), gram negatif, spor oluşturmeyen, hareketsiz bir bakteridir. Toplum kaynaklı ve nozokomiyal enfeksiyonların (hastane kökenli enfeksiyonlar) önemli bir nedenidir. Tüm vücut bölgelerinde enfeksiyona neden olmakla birlikte, özellikle üriner sistemde ve solunum sisteminde enfeksiyonlara neden olmaktadır (Koneman vd., 1997).



Şekil 3.2. *Klebsiella pneumoniae* bakterisi (Kunkel, 2007)

3.2. Yöntem

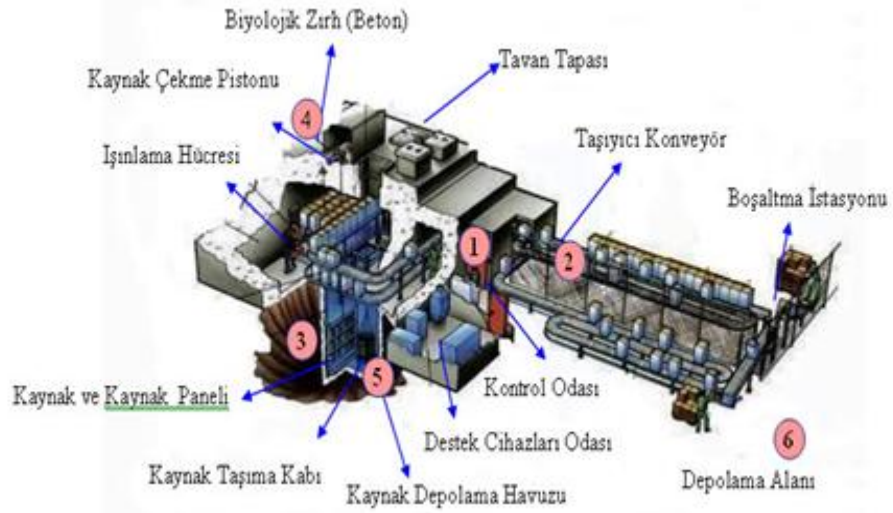
% 100 pamuk, pamuk-poliester ve yün-poliester kumaşlar 18 ve 30 kGy dozlarında Çerkezköy-Tekirdağ'daki Gamma-Pak A.Ş.'de gama radyasyona maruz bırakılmıştır. Referans kumaşlar ile radyasyona maruz kalmış kumaşların antibakteriyel, fiziksel özellikleri (kopma mukavemeti, yırtılma mukavemeti, boncuklanma) ve kimyasal özellikleri (ter haslığı, sürtme haslığı, yıkama haslığı) incelenmiş ve gama ışının kumaşların antibakteriyel ve performans özelliklerine olan etkisi incelenmiştir.

3.2.1. Kumaşa uygulanan gama ışınlama işlemi

Türkiye’de birisi Türkiye Atom Enerjisi Kurumu (TAEK) bünyesinde Sarayköy-Ankara diğeri ise Gamma-Pak A.Ş. bünyesinde Çerkezköy-Tekirdağ’da kurulmuş iki adet gama ışınlama tesisi bulunmaktadır. Her iki cihaz da kobalt 60 (Co-60) kaynaklı, sulu depolamalı ve otomatik kutu taşıyıcılı tiptedir. TAEK ışınlama tesisi 1 milyon Ci kapasiteli olup daha ziyade araştırma ve kısmen tıbbi sterilizasyon amacı ile kullanılmaktadır. Gamma-Pak ışınlama tesisi ise 3 milyon Ci kapasiteli olup sterilizasyon, gıda ışınlama ve polietilen borularında çapraz bağlama işlemleri için kullanılmaktadır (Alkan, 2003).

Gama ışınlama tesisi ışınlama kaynağının bulunduğu hücre, ürün taşıyıcı konveyör ve depolama alanı olmak üzere başlıca üç birimden oluşmaktadır. Işınlama tesisinin kalbi gama enerjisini sağlayan Co-60 kaynağıdır. Işınlama cihazlarında kullanılan Co-60, doğada bulunan ve metalik hale getirilmiş kararlı Co-59 izotopunun reaktörlerde nötron bombardımanına tabi tutulması sonucu yapay olarak elde edilmektedir. Bu şekilde kararsız hale gelmiş olan Co-60 çekirdekleri bozularak bir beta parçacığı ile enerjileri 1.17 MeV ve 1.33 MeV olan iki gama ışını yayarak kararlı Ni-60 elementine dönüşmektedir. Beta parçacıkları kaynak kapsülünde tutulmaları nedeniyle ışınlama işlemi, sadece çok girici olan gama ışınları ile gerçekleştirilmektedir.

Gama ışınlama cihazlarında kullanılan Co-60 kaynakları genellikle çubuklar şeklinde olup, dış etkenlerden korunması ve sızıntının önlenmesi için iki kat paslanmaz çelik kapsül içerisine konulmuştur. Co-60’ın yarı ömrü 5.3 yıl olup, aktivitesi yaklaşık olarak yılda % 10 kadar azalmaktadır. Işınlama cihazına yerleştirilen kaynak çubukları 15-20 yıl kadar kullanıldıktan sonra üretici firmalar tarafından geriye alınmaktadır. Işınlama hücreleri genellikle 1.8-2.0 m kalınlığında betonla zırhlanmış olup, cihaz çalışmadığı zaman kaynaklar su dolu havuzda veya zırhlı kaplarda depolanmaktadır. Şekil 3.3.’de sulu depolamalı gama ışınlama cihazı ve taşıyıcı konveyör sistemi gösterilmektedir (Alkan, 2003).



Şekil 3.3. Co-60 kaynaklı gama ışınlama cihazı (Alkan, 2003)

Işınlama tesisi;

1. İşlem kontrolü (Kontrol odası)
2. Ürün taşıyıcı sistem (Konveyör)
3. Kaynak ve kaynak paneli
4. Işınlama odası (Biyolojik zırh)
5. Kaynak depolama havuzu
6. Ürün depolama alanı bölümlerinden oluşur.

1. İşlem Kontrolü: Işınlama işlemi ve güvenlik kontrolleri bütün dünyada kabul gören güçlü ve güvenilir bir şekilde bilgisayar (Programlanabilir Lojik Kontrol) sistemi ile yapılmaktadır. Işınlama işleminin her aşaması çok hassas bir şekilde kontrol edilmekte, herhangi bir anormal durumda ışınlama cihazı otomatik olarak durmakta, ışıklı ve sesli alarm vermektedir. Ayrıca her aşama otomatik olarak kaydedilmektedir.

2. Ürün Taşıyıcı Sistem (Konveyör ve Kaynak Geçiş Sistemi): İşlem görecektür ürünler kendi ambalajları içerisinde konveyör üzerinde bulunan alüminyumdan yapılmış ışınlama kutularına konularak otomatik konveyör vasıtasıyla ışınlama odasına taşınmaktadır. Işınlama odasında ürün dolu kutular kaynak çevresinde pnömomatik pistonlarla hareket ettirilerek gama ışınlarına maruz bırakılmaktadır.

Işınlama işleminden sonra ürün dolu ışınlama kutuları yine konveyörle otomatik olarak dışarı alınarak, ürünler işlem görmüş depolama alanında depolanmaktadır. Alüminyumdan yapılmış ışınlama kutularının boyutları 58 x 64 x 124 cm olup, en fazla 125 kg yüklenebilmektedir.

3. Kaynak ve Kaynak Paneli: Kaynak paneli 250x300 cm boyutlarında paslanmaz çelik çerçeve ve 20 adet dikdörtgen şeklinde ara modülden ibarettir. Her modül üzerinde çapı 0.81 cm ve 45 cm uzunluğunda 40 adet kaynak kalemi yerleştirilebilmektedir. Gama kaynağı olarak kullanılan metalik formdaki Co-60 paletleri bu kaynak kalemleri içinde bulunmaktadır. Kaynak kalemleri iki kat paslanmaz çelik tüpler şeklinde olup, iki ucu sızdırmaz bir şekilde kaynak edilmiştir.

4. Işınlama Odası (Biyolojik Zırh): Işınlama işleminin gerçekleştiği yer zırhlı odadır. Işınlama tesisi çalıştığı zaman Co-60 kaynak paneli bir piston vasıtasıyla su havuzundan çekilerek ürün dolu kutular arasına gelir. Bu durumda ışınlama hücresinden dışarıya ışın sızması için ışınlama hücresinin taban ve tavanı dâhil bütün duvarları 180 cm kalınlığında betondan yapılmıştır. 180 cm'lik beton engeller 4.0 Mci Co-60 kaynağının çıkardığı gama ışınlarını tutarak çalışanlara ve çevreye zarar vermeyecek düzeye indirir. Bu koruyucu beton engellere biyolojik zırh denir. Biyolojik zırhın kalınlığı kullanılan kobalt kaynağının aktivitesine bağlı olup, uluslararası radyasyon korunması kurallarını karşılayabilecek bir şekilde tasarlanmıştır.

5. Kaynak Depolama Havuzu: Işınlama cihazında ışınlama işlemini durdurmak için Co-60 kaynak paneli 6 metre derinliğinde su dolu depolama havuzuna indirilmektedir. Co-60 kaynağı su içerisinde gama ışını çıkartmaya devam eder. Ancak kaynak panelinin en üst seviyesinden itibaren 3.2 metre kalınlığındaki su kütlesi ışınların ürünlere veya ışınlama odasına ulaşmasını engellemektedir.

6. Ürün Depolama Alanı: İşlem görmemiş ürünler ve işlem görmüş ürünler olmak üzere fiziksel olarak iki kısma ayrılmıştır. Gelen ürünler işlem görmemiş alana alınarak ışınlama işlemi için hazırlanmakta ve konveyöre yüklenerek ışınlama odasına sevk edilmektedir. Işınlama işleminden sonra ürünler işlem görmüş ürünler alanında depolanarak buradan dışarıya sevk edilmektedir.

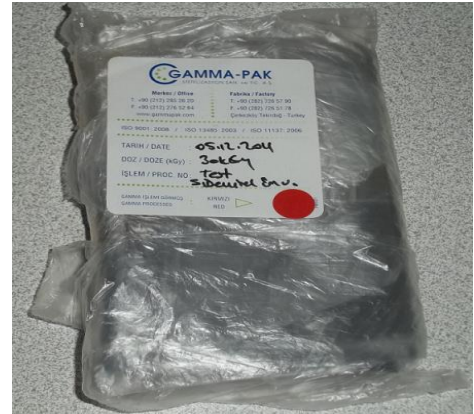
Gama ışınlaması işlemine tabi tutulacak ürünler kendi orijinal ambalajları ve taşıyıcı kartonlar içerisinde ışınlama kutularına doldurulmakta veya paletler üzerine düzgün olarak yerleştirilerek bir konveyör vasıtasıyla ışınlama hücrelerine taşınmaktadır. Işınlama cihazının tipine bağlı olarak ürün dolu ışınlama kutuları kaynak çevresine tekli veya çoklu sıralar şeklinde dizilerek ışınlama işlemi gerçekleştirilmektedir.

Gama ışınlarının yüksek enerjisi ve girici özelliği ile oldukça yüksek yoğunluktaki ürünlere nüfus ederek öngörülen işlem dozu ürünlere verilmektedir. Ürünlerin her tarafında düzgün bir doz dağılımı sağlamak için ışınlama kutuları dönüşümlü olarak iki ayrı yönden ışınlanmaktadır. Ürünlerin maruz kalacağı gama enerjisi ürünlerin ışınlama hücrelerinde kalış süreleri ile doğru orantılıdır. Mikroorganizmaların radyasyona karşı olan hassasiyetleri değişik olup genellikle sporlu bakteriler ve virüsler bitkisel forumlara göre radyasyona karşı daha dirençlidirler. Bu nedenle ürünlere uygulanacak sterilizasyon dozu da mikroorganizmaların türüne ve sayısına göre değişmektedir (Alkan, 2003).

Bu çalışmada kumaşlar ışınlamadan önce ambalajlanmış, 18 ve 30 kGy dozlarında ışınlanmıştır ve ışınlama işlemi sırasında numune kumaşlar kullanıldığı için ışınlama işlemi test olarak yapılmış ve ışınlanan kumaşlara kırmızı işaret konulmuştur. Işınlanmış kumaşlar Şekil 3.4. ve Şekil 3.5.'de görülmektedir.



Şekil 3.4. 18 kGy dozunda ışınlanmış kumaş



Şekil 3.5. 30 kGy dozunda ışınlanmış kumaş

3.2.2. Kumaşlara uygulanan testler

Bu çalışmada, gama ışınlamaya maruz bırakılmış ve bırakılmamış kumaşlara Çizelge 3.1.'de gösterilen testler uygulanmıştır.

Çizelge 3.1. Numune kumaşlara uygulanan testler

TEST ADI	TEST STANDARDI
Antibakteriyel Aktivite Tayini	AATCC 147, AATCC 100
Kopma Mukavemeti	TS EN ISO 13934-1
Yırtılma Mukavemeti	TS EN ISO 13937-2
Martindale Boncuklanma	TS EN ISO 12945-2
Yıkama Haslığı	ISO 105-C06
Sürtme Haslığı	TS EN ISO 105-X12
Ter Haslığı	TS EN ISO 105-E04

3.2.2.1. Antibakteriyel testler

Antimikrobiyal etkili ürünlerin ortaya çıkmasından günümüze kadar, birçok standart tanımlanmasına karşın her yöntem kendi yaklaşımına ve uygulama alanına sahip olmuştur. Bu nedenle, farklı antimikrobiyal tekstil materyallerine özgü bir test protokolü bulunmamaktadır. Bu testlerden herhangi ikisi, aynı antimikrobiyal tekstil materyalini tanımlamak için uygulansa bile farklı sonuçlar elde edilebilir. Antimikrobiyal işlemin etkinliği belirlenirken, bakterilerin ve mantarların belirli türlerine karşı etkinlik değerleri de göz önünde bulundurulmalıdır. Kullanılacak test yöntemine karar vermeden önce, kalitatif verilerin mi yoksa kantitatif verilerin mi gerekli olacağı, ürünün nerede kullanılacağı ve kullanım amacının ne olacağı, kullanım süresi boyunca ürünün yıkanıp yıkanmayacağı ve yıkamadan önce ve sonra etkinlik testi yapılıp yapılmayacağı, antimikrobiyal işlemin ne olacağı, ürünün hangi özelliklere sahip olacağı, diğer antimikrobiyallere göre sıvı ve katı absorpsiyonunu önleyecek bölgesel işlemler görüp görmediği soruları dikkate alınmalıdır.

Antimikrobiyal etkinliğin kanıtlanması için çok farklı test yöntemleri kullanılmaktadır. Bunlar içerisinde en yaygın kullanılan test yöntemleri aşağıdaki gibidir:

- Agar salınım testi
- Süspansiyon testi
- Toprağa gömme testi
- Kirlenme testleri.

Antibakteriyel etkinliği belirlemek için yapılan tüm testler, mikroorganizma popülasyonundaki azalmanın hesaplanması temeline dayanmaktadır. Bu testler,

kalitatif (agar temeline dayanan engelleme bölgesi testleri) ve kantitatif (bakteri sayım testleri) olmak üzere iki gruba ayrılır. Kalitatif test yöntemi olarak, genelde AATCC 147 ve kantitatif test yöntemi olarak da AATCC 100 ve SNV195- 920 ve 921 testleri seçilir. Her iki test yönteminde aktif maddenin antimikrobiyal etkinliği değerlendirilirken, bitim işlemi uygulanmış ve uygulanmamış örnekler ile birlikte kontrol materyalinin de aynı işlemlerden geçirilmesi gereklidir. Kontrol materyalleri, test edilecek materyaller ile benzer yapı ve kimyasal kompozisyona sahip olmalı ve herhangi bir antimikrobiyal bitim işlemi görmemiş olmalıdır (Mucha vd.; 2002).

1. Agar Salınım Testleri

Bu test grubu, bakterilerin besi yeri üzerindeki yayılmaları temeline dayanmaktadır ve test sonucunda kalitatif (nitel) sonuçlara ulaşılmaktadır. AATCC 147 ve JIS 1902 testleri bu sınıfa girmektedir (Mucha vd., 2006).

2. Süspansiyon Testleri (Challenge Test)

Bu test grubu, bakteri kolonilerinin sayımına dayanan kantitatif (nicel) sonuçlar veren bir test yöntemidir. AATCC 100 ve JIS 1902 (kantitatif) bu sınıfa örnek verilebilecek testlerdir (Mucha vd., 2006).

3. Gömme Testi (Soil Burial Test)

Bu test metodu, numunenin toprağa gömülmesi neticesinde meydana gelen çürüme miktarını gösteren ve kalitatif (nitel) sonuçlar veren bir yöntemdir. Selülozik içerikli tekstillerin mikroorganizmalara karşı direncinin belirlenmesinde kullanılan DIN EN ISO 11721-1-2001 test standardı bu gruba örnek olarak gösterilmektedir (Mucha vd., 2006).

4. Kirlenme Testi (Fulling Test)

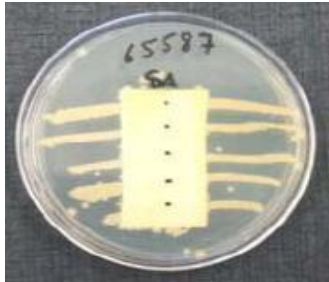
Bu test kapsamında, kumaş üzerinde meydana gelen kirlenme miktarı kalitatif (nitel) olarak incelenmektedir. Kumaşların mantarlara karşı direncini tespit etmekte kullanılan JIS Z 2911 test standardı bu gruba örnek olarak gösterilmektedir (Mucha vd., 2006).

Bu çalışmada ise, gama ışınlama uygulanmış kumaşların bakterilere karşı gösterdikleri direncin düzeyini tespit etmek için AATCC 147 ve AATCC 100 test metotları uygulanmıştır. Testlerde ATCC 25923 kodlu “*S. aureus*” gram pozitif

bakterisi ve ATCC 700603 kodlu “*K. pneumoniae*” gram negatif bakterisi kullanılmıştır. Yapılan bu testlerle, dokuma kumaşlarının gram negatif ve gram pozitif bakterilere karşı gösterdikleri aktivitelerin tespit edilmesi amaçlanmıştır.

Antibakteriyel aktiviteleri gözlenecek kumaş numuneleri, üzerinde başka mikroorganizmalar olma ihtimali yüksek olduğu için öncelikle sterilizasyon işlemi uygulanmaktadır. Bu işlem 121°C’de ve 1 atm basınç altında 15 dakika süresince otoklav yardımıyla yapılır. Sterilizasyon sonucunda kumaş üzerinde bulunma ihtimali yüksek olan yabancı mikroorganizmaların yok edilmesi hedeflenerek testin güvenilirliği arttırılmaktadır.

Şekil 3.6. ve Şekil 3.7.’de AATCC 147 metoduna göre değerlendirilmekte olan numuneler görülmektedir. İlk resimde paralel çizgilerin devam ettiği, dolayısıyla antimikrobiyal etkinliğin olmadığı bir kumaş numunesi görülmektedir. İkinci resimde ise paralel çizgilerin kumaş antimikrobiyal etkinlik alanı içinde kesintiye uğradığı, ilgili numune kumaşın organizmaların sayısında azalmaya neden olduğu görülmektedir (Palamutçu vd.; 2008).



Şekil 3.6. Antibakteriyel olmayan kumaş (Filteu vd.; 2005)



Şekil 3.7. Antibakteriyel kumaş (Filteu vd.; 2005)

1. AATCC 147 Antibakteriyel test metodu

Bu test metodu ile mevcut kumaşın antibakteriyel etki gösterip göstermediği belirlenmektedir. Bu teknik kullanılarak yapılan testler ile kalitatif (nitel) sonuçlara ulaşılmaktadır. Bu test sistemi bakteriostatik etkilerin tespit edilmesinde kullanılmaktadır.

ATCC 25923 kodlu gram pozitif *S. aureus* bakterisi ve ATCC 700603 kodlu gram negatif *K. pneumoniae* bakterileri ile hazırlanan bakteri konsantrasyonu, içerisinde

nutrient broth agar bulunan petri kaplarına paralel çizgiler halinde aşılanmaktadır. Aktivitesi tespit edilmek istenen kumaş 2,5 x 5 cm boyutlarında kesilerek; aşılanan bakteri kolonileri ile temas edecek şekilde yerleştirilmektedir. Bakteriler kumaş üzerinde kolaylıkla üreyebilsinler diye 37° C’de 24 saat süre ile etüvde bekletilmektedir. 24 saatlik sürenin ardından, bakteriler kumaş üzerinde bulunmuyorsa; tekstil yüzeyinin antibakteriyel özellik gösterdiği anlamına gelmektedir.

Ancak bu test yöntemi, kumaşın bakterilere karşı hangi miktarda etkili olduğunu göstermekte yetersizdir. Sonuçta öncelikle AATCC 147 uygulanıp, antibakteriyel aktivitenin varlığı nitel olarak tespit edildikten sonra, antibakteriyel aktivitenin hangi oranda etkin olduğunu belirlemek için AATCC 100 test metodunu uygulamak gerekmektedir.

2. AATCC 100 Antibakteriyel test metodu

Bu testin amacı antibakteriyel aktiviteye sahip olan tekstil yüzeylerinde antibakteriyellik oranını ortaya koymaktır. Yukarıdaki AATCC 147 metodundan farklı olarak nicel sonuçlara ulaşılmaktadır.

ATCC 25923 kodlu gram pozitif *S. aureus* bakterisi ve ATCC 700603 kodlu gram negatif *K. pneumoniae* bakterileri ile hazırlanan bakteri konsantrasyonu içerisinde 1 ml’lik bakteri alınır ve testi yapılmak istenen iki farklı 24 mm yarıçaplı kumaş üzerine emilimi sağlanacak şekilde steril ve kapaklı bir kap içerisinde dökülür.

Bakterilerin emdirildiği kumaş numunelerinden bir tanesine hemen 100 ml. Steril distile su eklenerek 1 dakika boyunca çalkalanır. Bakteri kültürünün sıvıya geçmesi sağlanır. Bu numuneye “0 zamanındaki numune” adı verilir. 0 zamanındaki numuneden 1 mikro litrelik sıvı alınarak petri kabına ekim yapılır. Elde edilen bakteri miktarı “0 zamanındaki bakteri sayısı” olarak adlandırılır. Diğer bakteri emdirilmiş kumaş numunesi ise 37°C’de 24 saat beklemek üzere etüve kaldırılır. 24 saat sonunda etüvden çıkarılan kumaş numunesine 100 ml steril distile su ilave edilerek 1 dakika boyunca çalkalanır. Bakterilerin sıvıya geçmesi sağlanır. Bu numuneye “24 zamanındaki numune” denir. 24 zamanındaki numuneden 1 mikro litrelik sıvı alınarak petri kabına ekim yapılır. Elde edilen bakteri miktarı “24 zamanındaki bakteri miktarı” olarak adlandırılır. 24 zamanındaki bakteri sayısının 0

zamanındaki bakteri sayısına oranından hareketle bakterilerdeki azalma miktarı % değer olarak tespit edilir.

Bu çalışma sonucunda bakterilerdeki % azalma değeri şu şekilde hesaplanmaktadır:

$$R(\%) = 100 (B-A)/B \quad (3.1)$$

R = Oransal azalma,

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

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

3.2.2.2. Kopma mukavemeti testi

Numune kumaşların kopma mukavemetlerinin tayini TS EN ISO 13934–1 standardı esas alınarak yapılmıştır. Bu çalışmada test cihazında kumaş numunesine uygulanan maksimum yük 5000 N'dur. Testin yapıldığı cihaz Şekil 3.8.'de görülmektedir.



Şekil 3.8. Instron kopma mukavemeti test cihazı

Cihaz çok fonksiyonlu olup, kopma mukavemeti testinin yanında yırtılma mukavemeti testi de bu cihazda yapılmıştır. Cihaz sabit hızda, artan kuvvet prensibine göre testi gerçekleştirmektedir. Test bitiminde sonuçlar cihazın bağlı olduğu aletten alınabilmektedir.

Bu çalışmada 200 mm çene mesafesinde 100 mm/dk hızla, ön gerilmesiz çözgü ve atkı yönünde 5'er numune ile yapılmıştır. 30x6 cm'lik numune alınarak uzun kenarlar saçaklandırılıp 5 cm'e indirilerek teste hazır hale getirilmiştir.

3.2.2.3. Yırtılma mukavemeti testi

Numune kumaşların yırtılma mukavemetlerinin tespiti, TS EN ISO 13937-2 test standardı kullanılarak tek dil metoduna göre INSTRON test cihazında gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmada test cihazında kumaş numunesine uygulanan maksimum yük 5000 N'dur. Analiz yapılan cihaz Şekil 3.9.'da görülmektedir.



Şekil 3.9. Instron yırtılma mukavemeti test cihazı

Esas alınan standarda göre, 80 mm x 58 mm boyutlarında 5 adet çözgü, 5 adet atkı numunesi alınmış olup, sonuçlar yırtılma mukavemeti test cihazına bağlı bilgisayardan elektronik olarak hesaplanmıştır.

3.2.2.4. Boncuklanma testi

Numune kumaşların boncuklanma oluşumlarının tespit edilmesi ISO 12945-2 standardı esas alınarak Martindale (Şekil 3.10.) cihazında yapılmıştır. Kumaş numunelerinden üçü deney parçası üçü de alt kumaş olarak kullanılmak üzere 150 mm çapında 6 adet numune kesilmiştir. Numunelere işlem sırasında 415 g ağırlık uygulanmıştır. Boncuklanma oluşumunun gözlenmesi makinenin belirli devirlerinde gerçekleşmektedir. Makine çalıştırdıktan sonra 1000, 2000, 5000 ve 7000.

devirlerde durdurulup üst deney parçaları çıkarılarak standart ışık kabiniinde değerlendirilmektedir. Her devir aralığı sonunda değerlendirme 1–5 aralığında değişen standart fotoğraflar referans alınarak yapılmaktadır. Bu fotoğraf skalasında 1 en kötü, 5 ise en iyi olarak tanımlanmaktadır.



Şekil 3.10. Martindale boncuklanma test cihazı

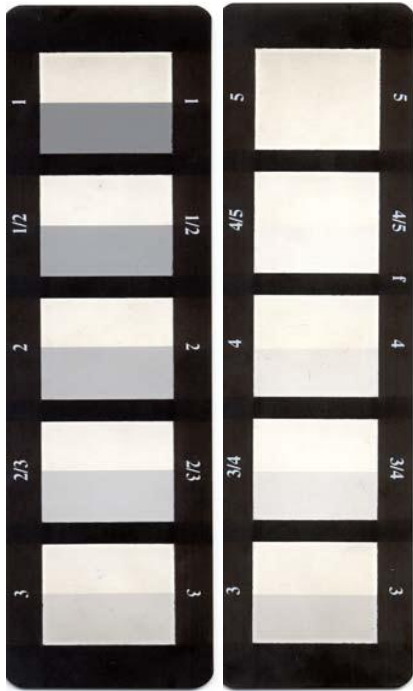
3.2.2.5. Yıkama haslığı testi

Numune kumaşların yıkama haslıklarının tespiti TS EN ISO 105-C06 standardı esas alınarak yapılmıştır. Yıkama haslığı, renklendirilmiş tekstillerin yıkamaya karşı direncini ifade eden haslıklardır. Analizi yapılacak numune kumaştan ve multifibreden 10 cm x 4 cm boyutlarında 1'er adet kesilir ve birbirine dikilir. Test, 1 lt saf suyla 4 gr/lt deterjan ve 1 gr/lt Sodyum perborat tetrahidrat içeren reçeteyle hazırlanan çözelti ile GYROWASH cihazında 40°C'de gerçekleştirilmektedir. Cihaz Şekil 3.11.'de görülmektedir.

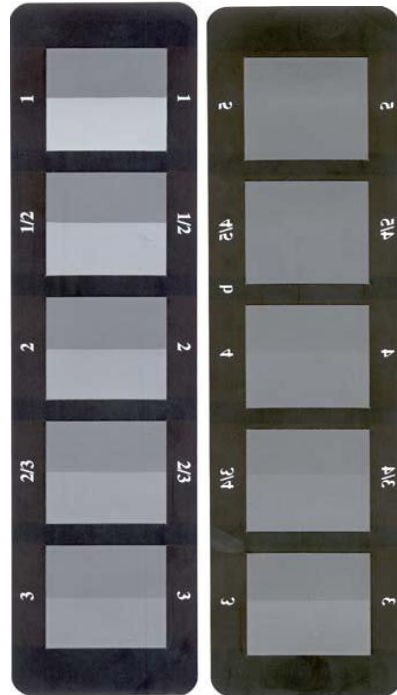


Şekil 3.11. Gyrowash yıkama haslığı test cihazı

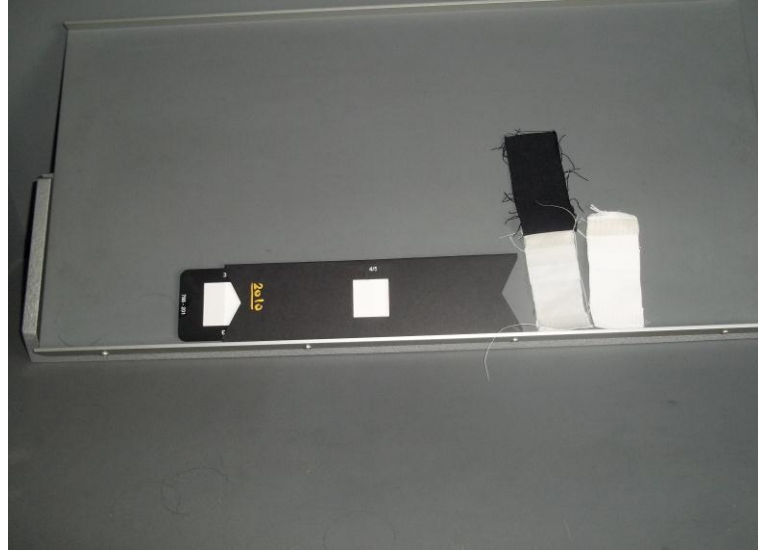
Numunedeki renk değişimi (solma) veya refakat bezine renk akması (lekeleme) gri skalayla standart ışık kabini içerisinde değerlendirilmektedir. Değerlendirmenin yapıldığı gri skala Şekil 3.12., Şekil 3.13.'de ve ışık kabininin içi Şekil 3.14.'de görülmektedir.



Şekil 3.12. Akma gri skalası



Şekil 3.13. Solma gri skalası



Şekil 3.14. Işık kabininin içi

3.2.2.6. Sürtme haslığı testi

Numune kumaşların yaş ve kuru sürtünme haslıkları ISO 105-X12 esas alınarak ELMATEAR cihazında gerçekleştirilmiştir. Testin yapıldığı cihaz Şekil 3.15.'de görülmektedir.



Şekil 3.15. Elmatear sürtme test cihazı

Deney için 14 x 5 cm boyutlarında 2 adet çözü, 2 adet atkı numunesi olmak üzere toplam 4 adet numune alınır. Numuneler ile beraber kullanılmak üzere 4 adet TS 5326 (ISO 105 F09) ile uyumlu, haşsızsız, ağartılmış, apresiz ve 50 mm x 50 mm boyutlarında kare şeklinde refakat bezi kesilir. Sürtme bezi ve numuneler 24 saat

standart atmosfer koşullarında şartlandırıldıktan sonra 16 mm'lik sürtme ayağı kullanılarak yapılmıştır.

Deney kuru ve yaş sürtünme olarak 2 seferde gerçekleştirilir. Kuru sürtünmede sürtme ayağına düz olarak yerleştirilmiş kuru sürtme bezi deney parçası üzerindeki 100 mm'lik bir hat üzerinde aşağıya doğru 9 N'luk bir kuvvet uygulayarak 10 saniye içinde 10 kez ileri ve geri yönde sürtülür. Yaş sürtünmede pamuklu sürtme bezi % 100 oranında su emdikten sonra kullanılmıştır. Yaş sürtünme haslığı deneyinde işlemden sonra, sürtme bezi oda sıcaklığında kurutulur.

Sonuçların değerlendirilmesi gri skalayla yapılır. Değerlendirme yapılırken refakat bezindeki akmaya bakılır.

3.2.2.7. Ter haslığı testi

Kumaşların ter haslığının tespit edilmesi EN ISO 105-E04 standardı esas alınarak yapılmıştır. Ter oluştuğunda hafif asidiktir. Bakteri etkisiyle bazik hale gelir. Bu nedenle ter haslığı deneyi hem asidik, hem de bazik olarak uygulanmaktadır.

Deney için 100 mm x 40 mm boyutlarında 2 adet deney numunesi ve aynı boyutlarda multifibre refakat bezi kesilmekte ve birbirlerine dikilmektedir. Test cihazı olarak da 60 mm x 115 mm boyutlarında tabana sahip çelik bir şasiye sahip olan, 60 mm x 115 mm boyutlarında akrilik levhaları bulunan ve levhalar arasında konulan numunelere 12,5 kPa (5 kg)'lık yük uygulayabilen "perspirometre" kullanılmaktadır. Deney esnasında asidik ve bazik ter ortamının sağlanması için iki çözelti hazırlanmaktadır.

Bazik ter çözeltisi;

- 0,5 g/l L-Histidin Monohidroklorid Monohidrat
- 5 g/l Sodyum Klorür
- 2,5 g/l Di sodyum Hidrojen Ortofosfat Dihidrat

pH 8 olacak şekilde ayarlanır.

Asidik ter çözeltisi ise;

- 0,5 g/l L-Histidin Monohidroklorid Monohidrat
- 5 g/l Sodyum Klorür

– 2,2 g/l Sodyum Dihidrojen Ortafosfat Dihidrat

pH 5,5 olacak şekilde ayarlanır.

Multifibre ile dikilen test numunesi 1/50 oranında pH'si 8 olan bazik ter çözeltisi ile 30 dakika oda sıcaklığı şartlarında muamele edilmektedir. Burada birleşik numune çözelti ile iyice ıslanmalıdır (Şekil 3.16.). 30 dakika sonunda numune alınarak akrilik plakalar arasında konulur ve üzerine 12,5 kPa'lık yük uygulanır. Sıkıştırılan perspirometre 37°C'ye ayarlanmış etüve konulur ve 4 saat bekletilir (Şekil 3.17.). Bazik çözelti için yapılan bu işlem pH'si 5.5 olan asidik ter çözeltisi için de yapılmaktadır. Etüvden çıkan ve ıslak olan deney numuneleri birbirine değmeyecek şekilde kurutulur.



Şekil 3.16. Numunelerin çözelti içerisinde bekletildiği materyaller



Şekil 3.17. Sıkıştırılan perspirometreler arasındaki numune kumaşların etüv içindeki görünümü

Deney sonunda değerlendirme aşamasında, ana kumaştaki solmaya ve multifibredeki akmaya bakılır. Değerlendirme gri skala ile yapılmaktadır.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

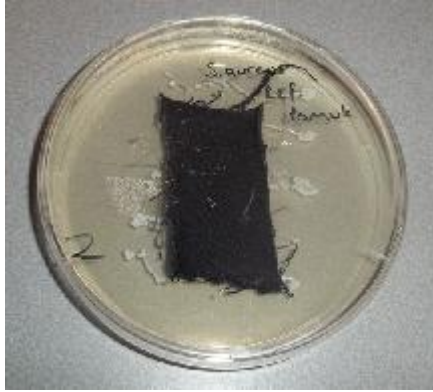
Çalışmanın bu bölümünde referans kumaşlar ile farklı dozlarda gama ışını uygulanmış % 100 pamuklu, pamuk-poliester, yün-poliester kumaşlara uygulanan antibakteriyel, fiziksel ve kimyasal testlerin sonuçları verilmektedir. Gama ışınına maruz bırakılmış kumaşlar ile işlem görmemiş olan referans numunelerin her biri kendi türünde kıyaslanmaktadır.

4.1. Antibakteriyel Test Sonuçları

Referans kumaşlara ve 18 kGy ve 30 kGy dozunda ışınlanmış kumaşlara AATCC 147 ve AATCC 100 antibakteriyel test metotları uygulanmıştır. Bu işlemler sırasında ATCC 25923 kodlu “*S. aureus*” gram pozitif bakterisi ve ATCC 700603 kodlu “*K. pneumoniae*” gram negatif bakterisi kullanılmıştır.

4.1.1. % 100 Pamuklu kumaşlar için antibakteriyel testi sonuçları

% 100 pamuk referans kumaşlara ve iki farklı dozda ışınlanmış kumaşlara AATCC 147 antibakteriyel test metodu uygulandığında aşağıdaki şekiller elde edilmiştir.



Şekil 4.1. *S. aureus* uygulanmış % 100 pamuk referans kumaş (AATCC 147 test metodu)



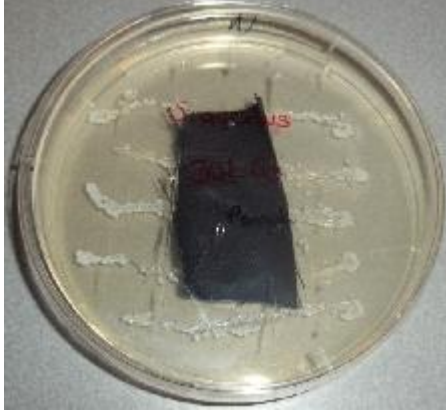
Şekil 4.2. *K. pneumoniae* uygulanmış % 100 pamuk referans kumaş (AATCC 147 test metodu)



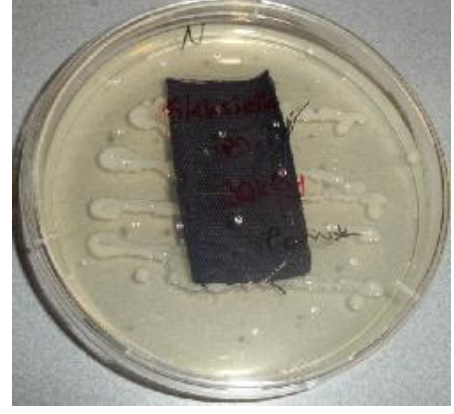
Şekil 4.3. *S. aureus* uygulanmış ve 18 kGy dozunda ışınlanmış % 100 pamuk kumaş (AATCC 147 test metodu)



Şekil 4.4. *K. pneumoniae* uygulanmış ve 18 kGy dozunda ışınlanmış % 100 pamuk kumaş (AATCC 147 test metodu)



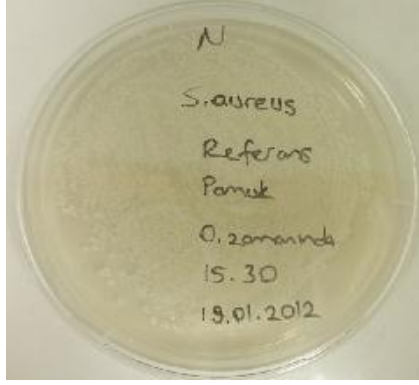
Şekil 4.5. *S. aureus* uygulanmış ve 30 kGy dozunda ışınlanmış % 100 pamuk kumaş (AATCC 147 test metodu)



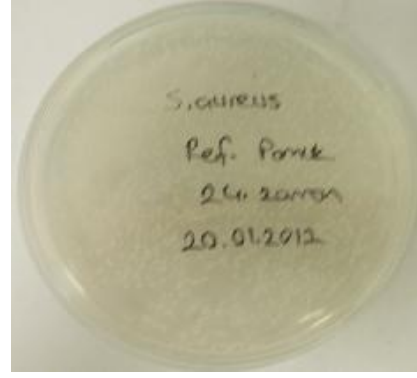
Şekil 4.6. *K. pneumoniae* uygulanmış ve 30 kGy dozunda ışınlanmış % 100 pamuk kumaş (AATCC 147 test metodu)

Yukarıdaki şekillerde paralel çizgilerin devam ettiği, bakterilere karşı engelleme alanının (inhibisyon zonu) oluşmadığı görülmektedir. Dolayısıyla %100 pamuklu dokuma kumaşlara Co-60 kaynaklı gama radyasyonla antibakteriyel etkinliğin kazandırılmadığı görülmektedir.

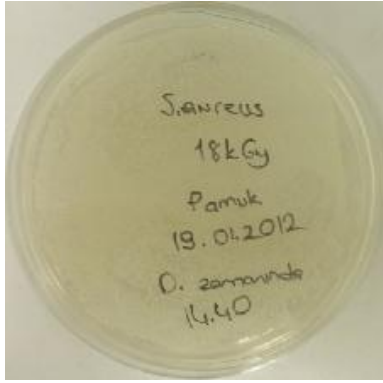
% 100 pamuk referans kumaşlara ve iki farklı dozda ışınlanmış kumaşlara *S.aureus* bakterisi kullanılarak AATCC 100 antibakteriyel test metodu uygulandığında aşağıdaki şekiller elde edilmiştir.



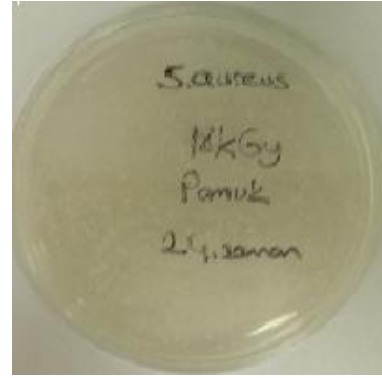
Şekil 4.7. *S. aureus* uygulanmış % 100 pamuk referans kumaş (AATCC 100 test metodu) (0.zaman)



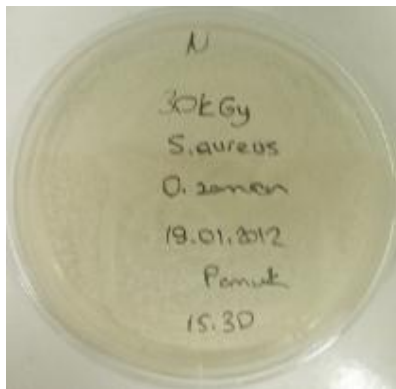
Şekil 4.8. *S. aureus* uygulanmış % 100 pamuk referans kumaş (AATCC 100 test metodu) (24.zaman)



Şekil 4.9. *S. aureus* uygulanmış ve 18 kGy dozunda ışınlanmış % 100 pamuk kumaş (AATCC 100 test metodu) (0.zaman)



Şekil 4.10. *S. aureus* uygulanmış ve 18 kGy dozunda ışınlanmış % 100 pamuk kumaş (AATCC 100 test metodu) (24.zaman)



Şekil 4.11. *S. aureus* uygulanmış ve 30 kGy dozunda ışınlanmış % 100 pamuk kumaş (AATCC 100 test metodu)(0.zaman)



Şekil 4.12. *S. aureus* uygulanmış ve 30 kGy dozunda ışınlanmış % 100 pamuk kumaş (AATCC 100 test metodu) (24.zaman)

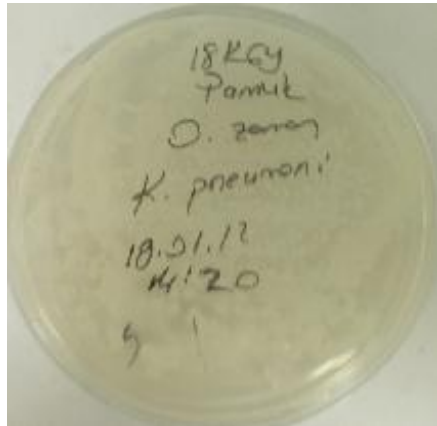
% 100 pamuk referans kumaşlara ve iki farklı dozda ışınlanmış kumaşlara *K. pneumoniae* bakterisi kullanılarak AATCC 100 antibakteriyel test metodu uygulandığında aşağıdaki şekiller elde edilmiştir.



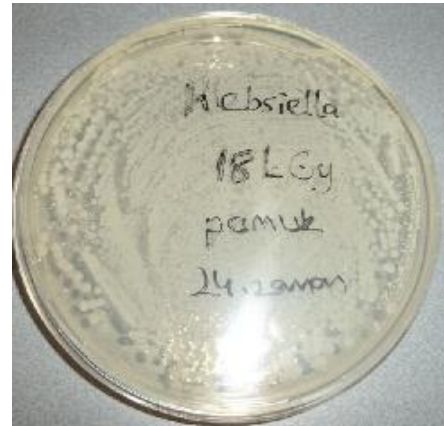
Şekil 4.13. *K. pneumoniae* uygulanmış % 100 pamuk referans kumaş (AATCC 100 test metodu) (0.zaman)



Şekil 4.14. *K. pneumoniae* uygulanmış % 100 pamuk referans kumaş (AATCC 100 test metodu) (24.zaman)



Şekil 4.15. *K. pneumoniae* uygulanmış ve 18 kGy dozunda ışınlanmış % 100 pamuk kumaş (AATCC 100 test metodu) (0.zaman)



Şekil 4.16. *K. pneumoniae* uygulanmış ve 18 kGy dozunda ışınlanmış % 100 pamuk kumaş (AATCC 100 test metodu) (24.zaman)



Şekil 4.17. *K. pneumoniae* uygulanmış ve 30 kGy dozunda ışınlanmış % 100 pamuk kumaş (AATCC 100 test metodu) (0.zaman)

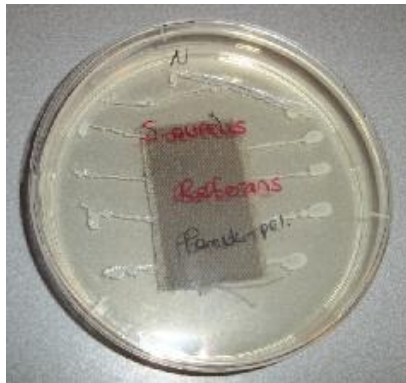


Şekil 4.18. *K. pneumoniae* uygulanmış ve 30 kGy dozunda ışınlanmış % 100 pamuk kumaş (AATCC 100 test metodu) (24.zaman)

Yukarıdaki şekillerde görüldüğü gibi *S. aureus* ve *K. pneumoniae* bakterileri kullanılarak yapılan deneylerde genel olarak yoğun bir bakteri üremesi gözlemlendiği için % 100 pamuklu dokuma kumaşlara Co-60 kaynaklı gama radyasyonla antibakteriyel etkinlik kazandırılmamıştır.

4.1.2. Pamuk-poliester kumaşlar için antibakteriyel test sonuçları

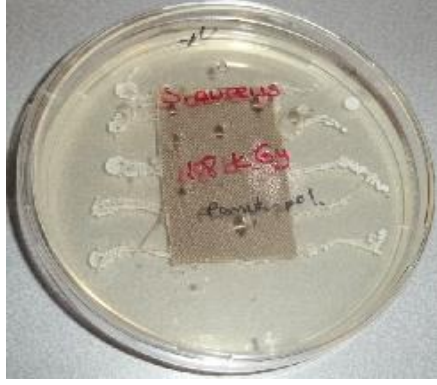
Pamuk-poliester referans kumaşlara ve iki farklı dozda ışınlanmış kumaşlara AATCC 147 antibakteriyel test metodu uygulandığında aşağıdaki şekiller elde edilmiştir.



Şekil 4.19. *S.aureus* uygulanmış pamuk-poliester referans kumaş (AATCC 147 test metodu)



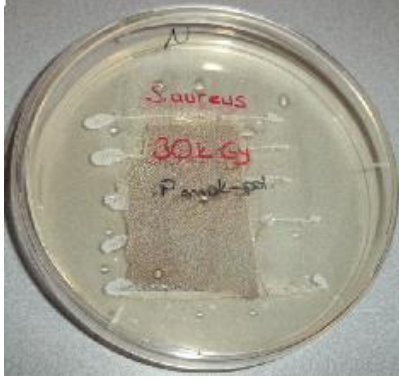
Şekil 4.20. *K. pneumoniae* uygulanmış pamuk-poliester referans kumaş (AATCC 147 test metodu)



Şekil 4.21. *S. aureus* uygulanmış ve 18 kGy dozunda ışınlanmış pamuk-poliester kumaş (AATCC 147 test metodu)



Şekil 4.22. *K. pneumoniae* uygulanmış ve 18 kGy dozunda ışınlanmış pamuk-poliester kumaş (AATCC 147 test metodu)



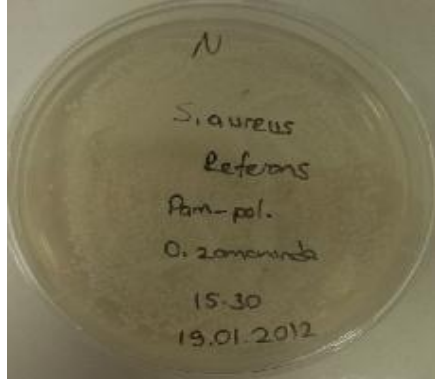
Şekil 4.23. *S. aureus* uygulanmış ve 30 kGy dozunda ışınlanmış pamuk-poliester kumaş (AATCC 147 test metodu)



Şekil 4.24. *K. pneumoniae* uygulanmış ve 30 kGy dozunda ışınlanmış pamuk-poliester kumaş (AATCC 147 test metodu)

Yukarıdaki şekillerde paralel çizgilerin devam ettiği, bakterilere karşı engelleme alanının (inhibisyon zonu) oluşmadığı görülmektedir. Dolayısıyla pamuk-polyester dokuma kumaşlara Co-60 kaynaklı gama radyasyonla antibakteriyel etkinliğin kazandırılmadığı görülmektedir.

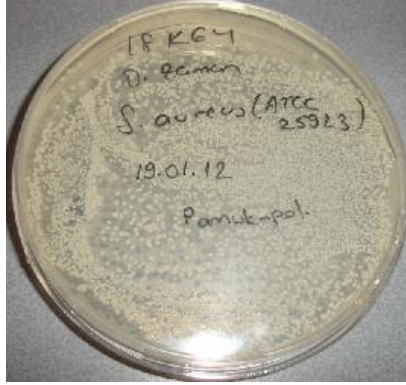
Pamuk-poliester referans kumaşlara ve iki farklı dozda ışınlanmış kumaşlara *S.aureus* bakterisi kullanılarak AATCC 100 antibakteriyel test metodu uygulandığında aşağıdaki şekiller elde edilmiştir.



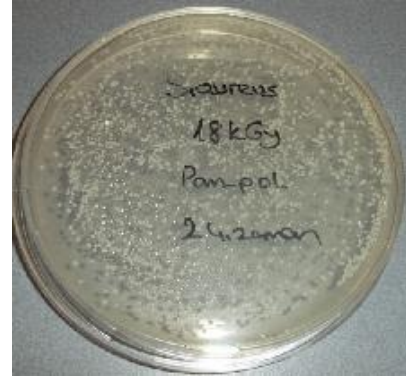
Şekil 4.25. *S. aureus* uygulanmış pamuk-poliester referans kumaş (AATCC 100 test metodu) (0.zaman)



Şekil 4.26. *S. aureus* uygulanmış pamuk-poliester referans kumaş (AATCC 100 test metodu) (24.zaman)



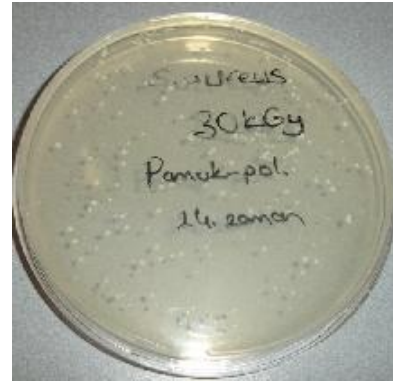
Şekil 4.27. *S. aureus* uygulanmış ve 18 kGy dozunda ışınlanmış pamuk-poliester kumaş (AATCC 100 test metodu) (0.zaman)



Şekil 4.28. *S. aureus* uygulanmış ve 18 kGy dozunda ışınlanmış pamuk-poliester kumaş (AATCC 100 test metodu) (24.zaman)



Şekil 4.29. *S. aureus* uygulanmış ve 30 kGy dozunda ışınlanmış pamuk-poliester kumaş (AATCC 100 test metodu) (0.zaman)



Şekil 4.30. *S. aureus* uygulanmış ve 30 kGy dozunda ışınlanmış pamuk-poliester kumaş (AATCC 100 test metodu) (24.zaman)

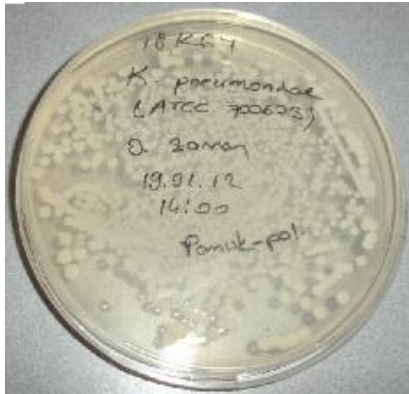
Pamuk-poliester kumaşlara ve iki farklı dozda ışınlanmış kumaşlara *K. pneumoniae* bakterisi kullanılarak AATCC 100 antibakteriyel test metodu uygulandığında aşağıdaki şekiller elde edilmiştir.



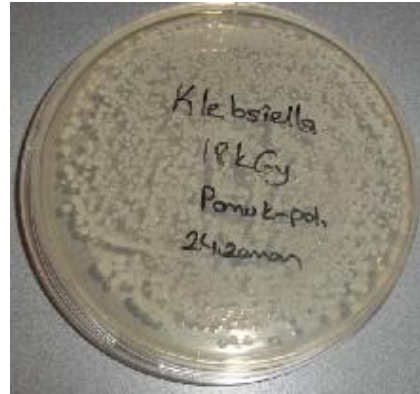
Şekil 4.31. *K. pneumoniae* uygulanmış pamuk-poliester referans kumaş (AATCC 100 test metodu) (0.zaman)



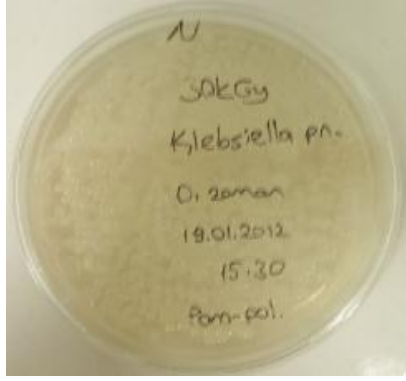
Şekil 4.32. *K. pneumoniae* uygulanmış pamuk-poliester referans kumaş (AATCC 100 test metodu) (24.zaman)



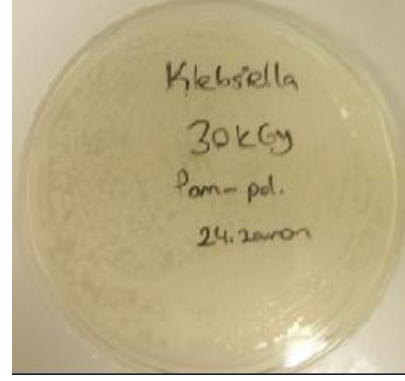
Şekil 4.33. *K. pneumoniae* uygulanmış ve 18 kGy dozunda ışınlanmış pamuk-poliester kumaş (AATCC 100 test metodu) (0.zaman)



Şekil 4.34. *K. pneumoniae* uygulanmış ve 18 kGy dozunda ışınlanmış pamuk-poliester kumaş (AATCC 100 test metodu) (24.zaman)



Şekil 4.35. *K. pneumoniae* uygulanmış ve 30 kGy dozunda ışınlanmış pamuk-poliester kumaş (AATCC 100 test metodu) (0.zaman)



Şekil 4.36. *K. pneumoniae* uygulanmış ve 30 kGy dozunda ışınlanmış pamuk-poliester kumaş (AATCC 100 test metodu) (24.zaman)

Yukarıdaki şekillerde görüldüğü gibi *S. aureus* ve *K. pneumoniae* bakterileri kullanılarak yapılan deneylerde genel olarak yoğun bir bakteri üremesi gözlemlendiği için pamuk-polyester dokuma kumaşlara Co-60 kaynaklı gama radyasyonla antibakteriyel etkinlik kazandırılmamıştır.

4.1.3. Yün-poliester kumaşlar için antibakteriyel test sonuçları

Yün-poliester referans kumaşlara ve iki farklı dozda ışınlanmış kumaşlara AATCC 147 antibakteriyel test metodu uygulandığında aşağıdaki şekiller elde edilmiştir.



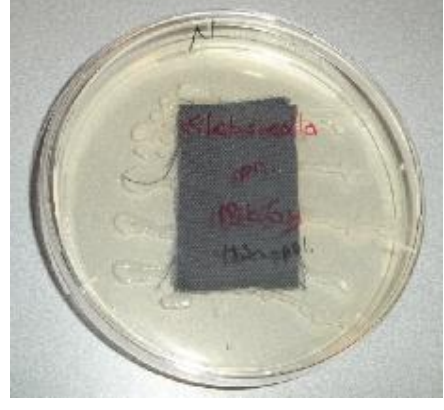
Şekil 4.37. *S. aureus* uygulanmış yün-poliester referans kumaş (AATCC 147 test metodu)



Şekil 4.38. *K. pneumoniae* uygulanmış yün-poliester referans kumaş (AATCC 147 test metodu)



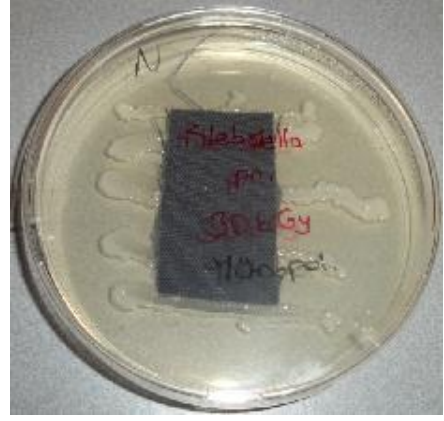
Şekil 4.39. *S. aureus* uygulanmış ve 18 kGy dozunda ışınlanmış yün-poliester kumaş (AATCC 147 test metodu)



Şekil 4.40. *K. pneumoniae* uygulanmış ve 18 kGy dozunda ışınlanmış yün-poliester kumaş (AATCC 147 test metodu)



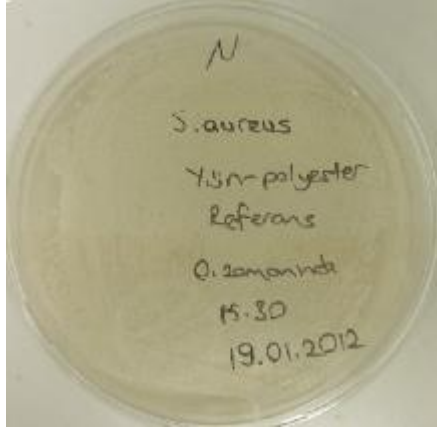
Şekil 4.41. *S. aureus* uygulanmış ve 30 kGy dozunda ışınlanmış yün-poliester kumaş (AATCC 147 test metodu)



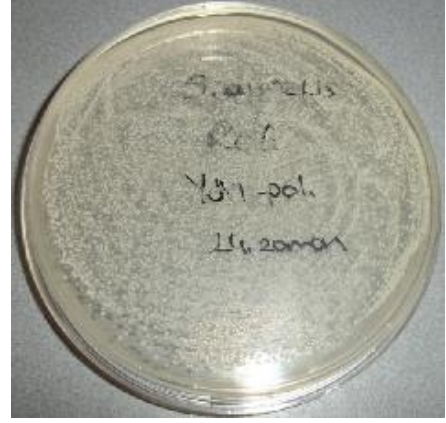
Şekil 4.42. *K. pneumoniae* uygulanmış ve 30 kGy dozunda ışınlanmış yün-poliester kumaş (AATCC 147 test metodu)

Yukarıdaki şekillerde paralel çizgilerin devam ettiği, bakterilere karşı engelleme alanının (inhibisyon zonu) oluşmadığı görülmektedir. Dolayısıyla yün-polyester kumaşlara Co-60 kaynaklı gama radyasyonla antibakteriyel etkinliğin kazandırılmadığı görülmektedir.

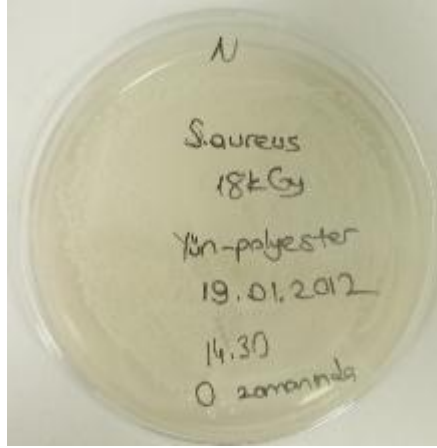
Yün-poliester referans kumaşlara ve iki farklı dozda ışınlanmış kumaşlara *S. aureus* bakterisi kullanılarak AATCC 100 antibakteriyel test metodu uygulandığında aşağıdaki şekiller elde edilmiştir.



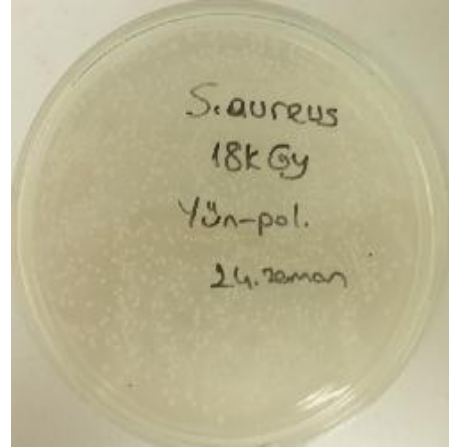
Şekil 4.43. *S. aureus* uygulanmış yün-poliester referans kumaş (AATCC 100 test metodu) (0.zaman)



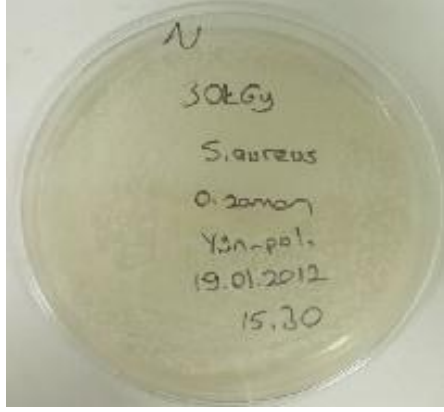
Şekil 4.44. *S. aureus* uygulanmış yün-poliester referans kumaş (AATCC 100 test metodu) (24.zaman)



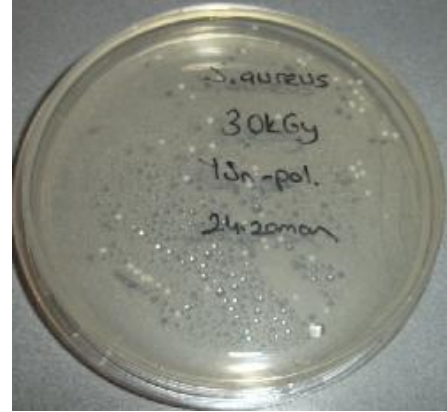
Şekil 4.45. *S. aureus* uygulanmış ve 18 kGy dozunda ışınlanmış yün-poliester kumaş (AATCC 100 test metodu) (0.zaman)



Şekil 4.46. *S. aureus* uygulanmış ve 18 kGy dozunda ışınlanmış yün-poliester kumaş (AATCC 100 test metodu) (24.zaman)

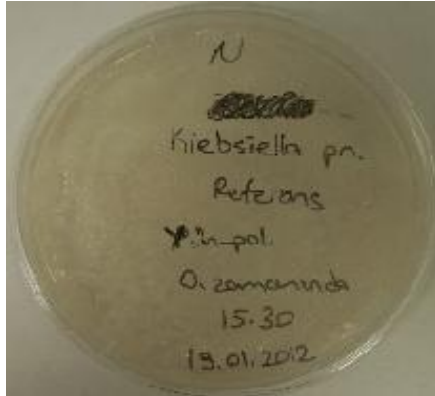


Şekil 4.47. *S. aureus* uygulanmış ve 30 kGy dozunda ışınlanmış yün-poliester kumaş (AATCC 100 test metodu) (0.zaman)



Şekil 4.48. *S. aureus* uygulanmış ve 30 kGy dozunda ışınlanmış yün-poliester kumaş (AATCC 100 test metodu) (24.zaman)

Yün-poliester kumaşlara ve iki farklı dozda ışınlanmış kumaşlara *K. pneumoniae* bakterisi kullanılarak AATCC 100 antibakteriyel test metodu uygulandığında aşağıdaki şekiller elde edilmiştir.



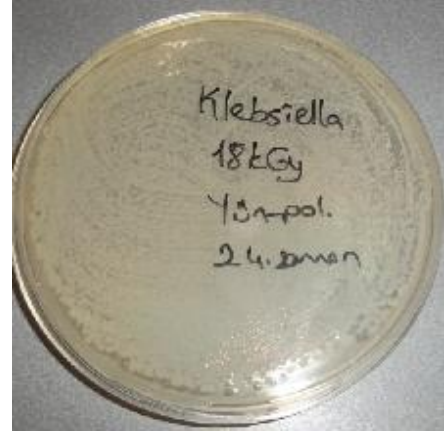
Şekil 4.49. *K. pneumoniae* uygulanmış yün-poliester referans kumaş (AATCC 100 test metodu) (0.zaman)



Şekil 4.50. *K. pneumoniae* uygulanmış yün-poliester referans kumaş (AATCC 100 test metodu) (24.zaman)



Şekil 4.51. *K. pneumoniae* uygulanmış ve 18 kGy dozunda ışınlanmış yün-poliester kumaş (AATCC 100 test metodu) (0.zaman)



Şekil 4.52. *K. pneumoniae* uygulanmış ve 18 kGy dozunda ışınlanmış yün-poliester kumaş (AATCC 100 test metodu) (24.zaman)



Şekil 4.53. *K. pneumoniae* uygulanmış ve 30 kGy dozunda ışınlanmış yün-poliester kumaş (AATCC 100 test metodu) (0.zaman)



Şekil 4.54. *K. pneumoniae* uygulanmış ve 30 kGy dozunda ışınlanmış yün-poliester kumaş (AATCC 100 test metodu) (24.zaman)

Yukarıdaki şekillerde görüldüğü gibi *S. aureus* ve *K. pneumoniae* bakterileri kullanılarak yapılan deneylerde genel olarak yoğun bir bakteri üremesi gözlemlendiği için yün-polyester kumaşlara Co-60 kaynaklı gama radyasyonla antibakteriyel etkinlik kazandırılmamıştır.

4.2. Kopma Mukavemeti Test Sonuçları

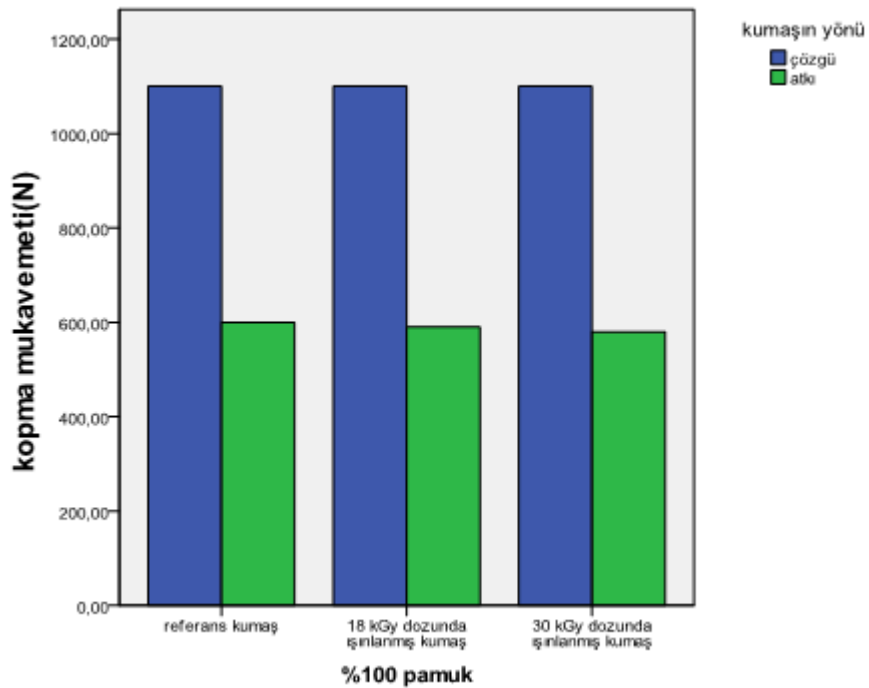
Daha önce yapılan çalışmalarda bazı kumaşların kalıcı ütü apresi ve buruşmazlık apresi gibi bitim işlemi gördükten sonra kopma mukavemetinde düşme, antibakteriyel apre bitim işleminden sonra uygulan apre maddesine göre kopma

mukavemetinde artış ve azalış meydana gelmiştir. Aynı düşünce ile antibakteriyel özellik kazandırmaya yönelik yapılan bu çalışmada kumaşın kopma mukavemetinde bir değişiklik meydana getireceği düşünülmektedir.

Kopma Mukavemeti Testi TS EN ISO 13934–1 standardına göre yapılmıştır.

4.2.1. % 100 Pamuklu kumaşlar için kopma mukavemeti test sonuçları

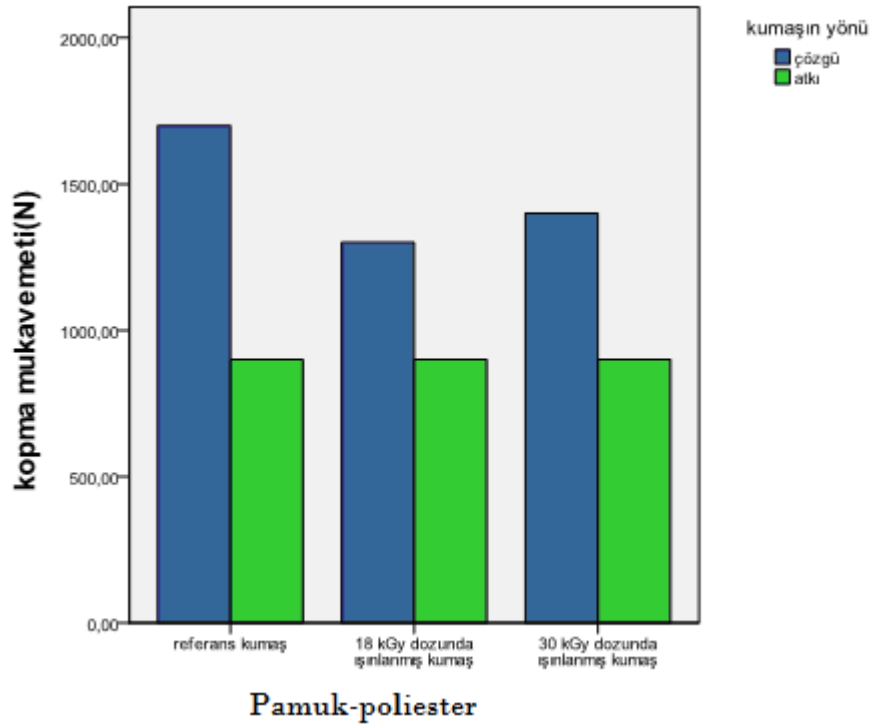
% 100 pamuklu kumaşlar için kopma mukavemeti test sonuçları Şekil 4.55.'de verilmektedir.



Şekil 4.55. % 100 pamuklu numunelere uygulanan kopma mukavemeti test sonuçları Şekil 4.55.'e bakıldığında % 100 pamuklu referans kumaşa göre ışınlanmış kumaşlar kıyaslandığında çözgü yönünde kopma mukavemetinde hiçbir değişiklik olmamıştır. 18 kGy dozunda ışınlanmış kumaşta kopma mukavemetinde meydana gelen azalma referans kumaşa göre % 1.6 iken, 30 kGy dozunda ışınlanmış kumaşta kopma mukavemetinde meydana gelen azalma referans kumaşa göre % 3.3'dür.

4.2.2. Pamuk-poliester kumaşlar için kopma mukavemeti test sonuçları

Pamuk-poliester kumaşlar için kopma mukavemeti test sonuçları Şekil 4.56.'da verilmektedir.

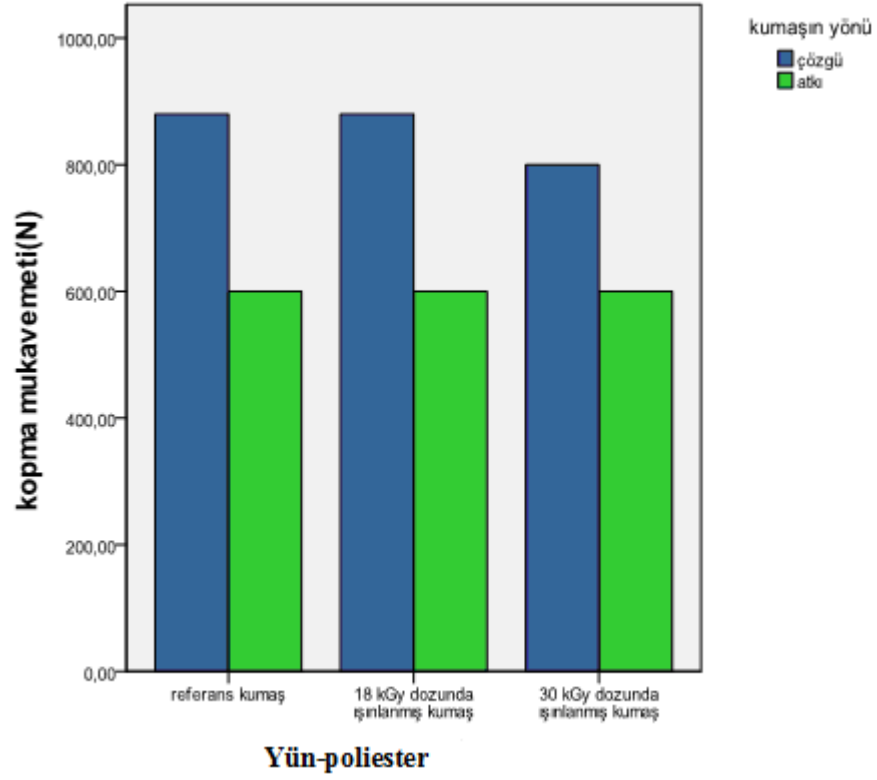


Şekil 4.56. Pamuk-poliester numunelere uygulanan kopma mukavemeti test sonuçları

Şekil 4.56.'ya bakıldığında pamuk-poliester referans kumaşa göre ışınlanmış kumaşlar kıyaslandığında atkı yönünde kopma mukavemetinde hiçbir değişiklik olmazken, çözgü yönünde kopma mukavemetinde ışınlama dozunun artmasıyla birlikte azalma gözlenmiştir. 18 kGy dozunda ışınlanmış kumaşta kopma mukavemetinde meydana gelen azalma referans kumaşa göre % 23.5 iken, 30 kGy dozunda ışınlanmış kumaşta kopma mukavemetinde meydana gelen azalma referans kumaşa göre % 17.6'dır.

4.2.3. Yün-poliester kumaşlar için kopma mukavemeti test sonuçları

Yün-poliester kumaşlar için kopma mukavemeti test sonuçları Şekil 4.57.'de verilmektedir.



Şekil 4.57. Yün-poliester numunelere uygulanan kopma mukavemeti test sonuçları

Şekil 4.57.'ye bakıldığında yün-poliester referans kumaşa göre ışınlanmış kumaşlar kıyaslandığında atkı yönünde kopma mukavemetinde hiçbir değişiklik gözlenmemiştir. Çözgü yönünde kopma mukavemetinde ise 18 kGy dozunda ışınlanmış kumaşta referans kumaşa göre değişiklik gözlenmezken, 30 kGy dozunda ışınlanmış kumaşta referans kumaşa göre % 9 azalma gözlenmiştir.

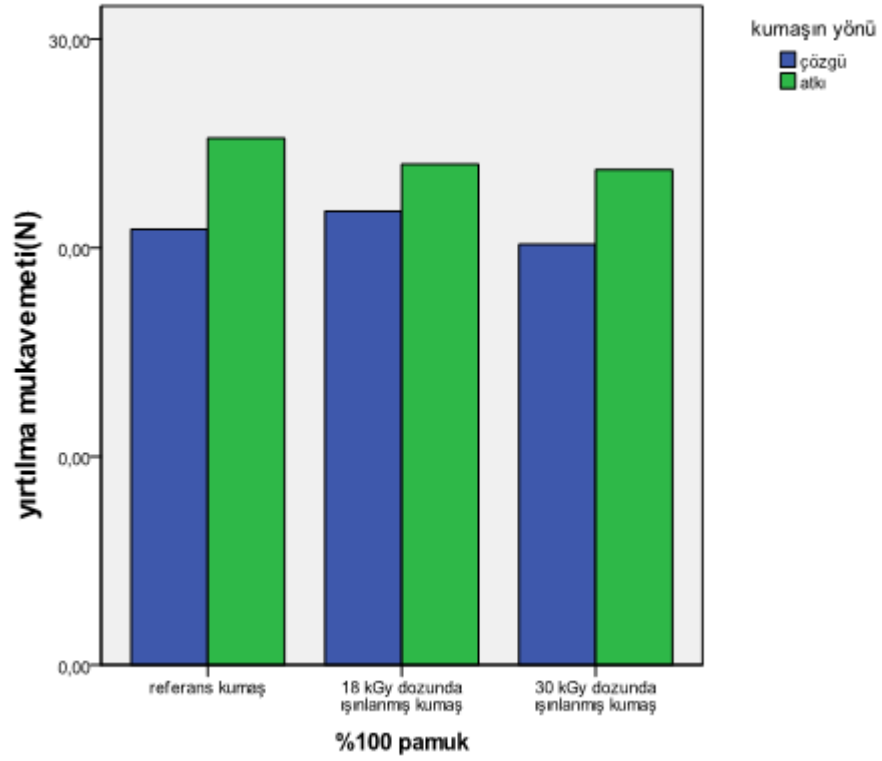
4.3. Yırtılma Mukavemeti Test Sonuçları

Gama ışınlama etkisiyle kopma mukavemetinde görülen değişimin yırtılma mukavemetinde de görülüp görülmeyeceği düşüncesiyle numuneler yırtılma mukavemeti testine tabi tutulmuştur.

Yırtılma Mukavemeti Testi TS EN ISO 13937–2 standardına göre yapılmıştır.

4.3.1. % 100 Pamuklu kumaşlar için yırtılma mukavemeti test sonuçları

% 100 pamuklu kumaşlar için yırtılma mukavemeti test sonuçları Şekil 4.58.'de verilmektedir.

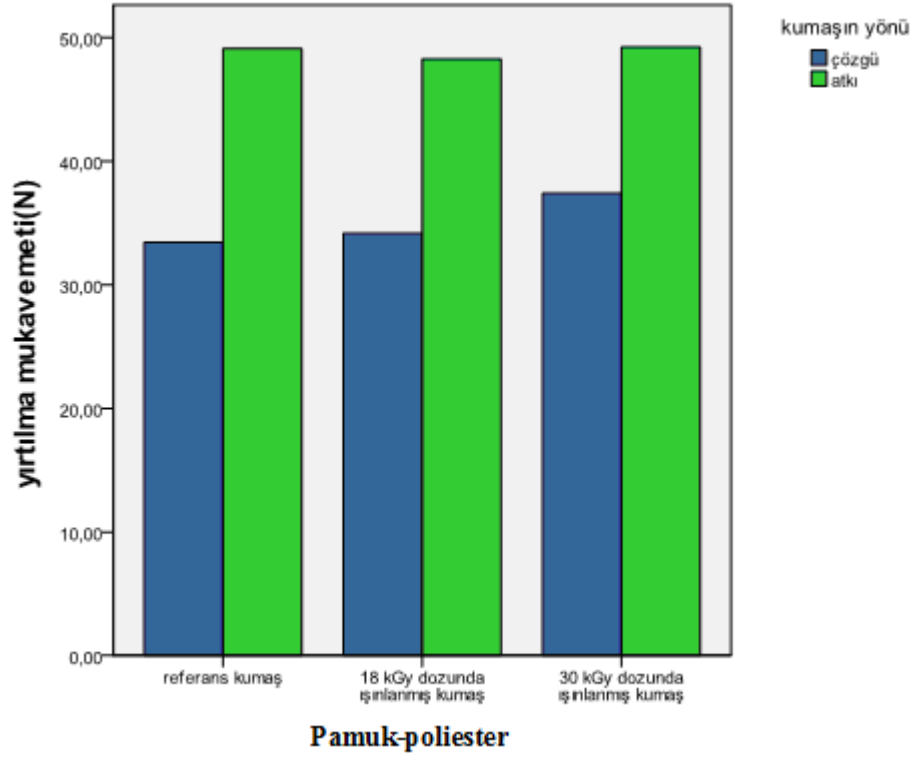


Şekil 4.58. % 100 pamuklu numunelere uygulanan yırtılma mukavemeti testi sonuçları

Şekil 4.58.'e bakıldığında % 100 pamuklu referans kumaşa göre ışınlanmış kumaşlar kıyaslandığında atki yönünde yırtılma mukavemetinde; 18 kGy dozunda ışınlanmış kumaşta referans kumaşa göre % 5, 30 kGy dozunda ışınlanmış kumaşta referans kumaşa göre % 6 azalma gözlenmiştir. Çözü yönünde yırtılma mukavemetinde ise 18 kGy dozunda ışınlanmış kumaşta referans kumaşa göre % 4 artma, 30 kGy dozunda ışınlanmış kumaşta referans kumaşa göre % 3.5 azalma gözlenmiştir.

4.3.2. Pamuk-poliester kumaşlar için yırtılma mukavemeti test sonuçları

Pamuk-poliester kumaşlar için yırtılma mukavemeti test sonuçları Şekil 4.59.'da verilmektedir.

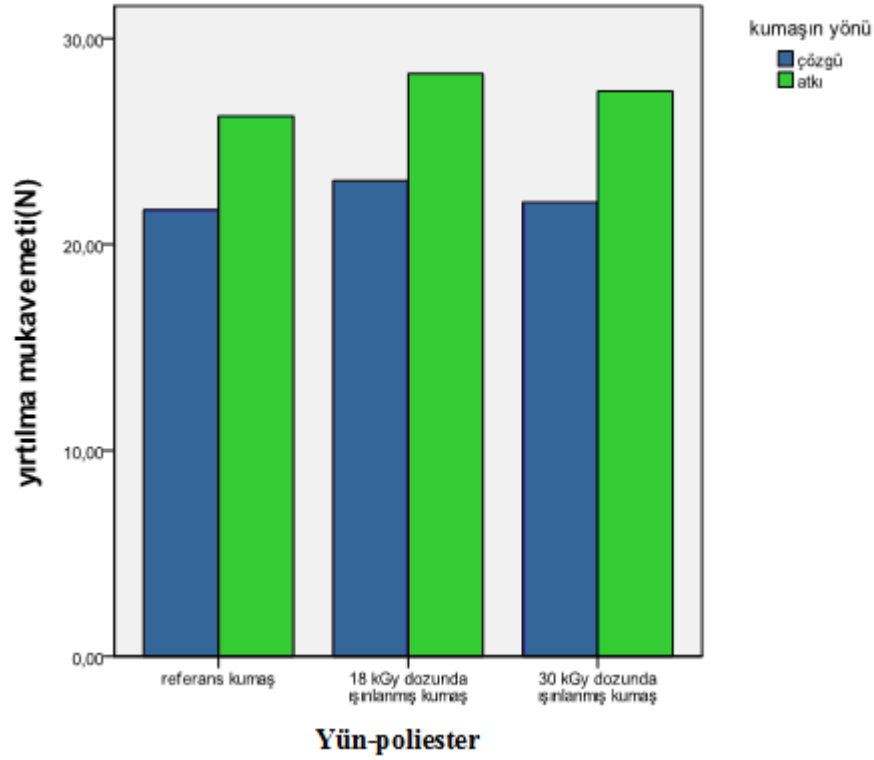


Şekil 4.59. Pamuk-poliester numunelere uygulanan yırtılma mukavemeti testi sonuçları

Şekil 4.59.'a bakıldığında pamuk-poliester referans kumaşa göre ışınlanmış kumaşlar kıyaslandığında atkı yönünde yırtılma mukavemetinde; 18 kGy dozunda ışınlanmış kumaşta referans kumaşa göre % 2 azalma, 30 kGy dozunda ışınlanmış kumaşta referans kumaşa göre % 0.2 artma gözlenmiştir. Çözgü yönünde yırtılma mukavemetinde ise 18 kGy dozunda ışınlanmış kumaşta referans kumaşa göre % 2, 30 kGy dozunda ışınlanmış kumaşta referans kumaşa göre % 12 artma gözlenmiştir.

4.3.3. Yün-poliester kumaşlar için yırtılma mukavemeti test sonuçları

Yün-poliester kumaşlar için yırtılma mukavemeti test sonuçları Şekil 4.60.'da verilmektedir.



Şekil 4.60. Yün-poliester numunelere uygulanan yırtılma mukavemeti testi sonuçları Şekil 4.60.'a bakıldığında yün-poliester kumaşta, referans kumaşa göre ışınlanmış kumaşlar kıyaslandığında atkı yönünde yırtılma mukavemetinde; 18 kGy dozunda ışınlanmış kumaşta referans kumaşa göre % 7.8 artma, 30 kGy dozunda ışınlanmış kumaşta referans kumaşa göre % 4.5 artma gözlenmiştir. Çözgü yönünde yırtılma mukavemetinde ise 18 kGy dozunda ışınlanmış kumaşta referans kumaşa göre % 6.5, 30 kGy dozunda ışınlanmış kumaşta referans kumaşa göre % 1.7 artma gözlenmiştir.

4.4. Boncuklanma Test Sonuçları

Antibakteriyel apre ile Balcı (2006) tarafından yapılan çalışmada antibakteriyel aprenin boncuklanma oluşumuna herhangi bir etkisinin olmadığı gözlenmiştir. Apresiz antibakteriyel özellik kazandırmaya yönelik yapılan bu çalışmada kumaşta boncuklanma oluşumunun gözlenip gözlenmeyeceği araştırılmak istenmiştir.

Boncuklanma Testi TS EN ISO 12945–2 standardına göre 7000 devirdeki sonuçlar incelenmiştir. Numunelere işlem sırasında 415 g ağırlık uygulanmıştır.

4.4.1. % 100 Pamuklu kumaşlar için boncuklanma test sonuçları

% 100 pamuklu kumaşlar için 7000 devirdeki boncuklanma test sonuçları referans kumaşta ve ışınlanmış kumaşlarda aynı çıkmıştır. Her üç kumaşta da bonucuklanma değerleri 4'tür, kısmen boncuklanma meydana gelmiştir. % 100 pamuklu kumaşın boncuklanma özelliğine ışınlama işleminin olumlu ya da olumsuz hiçbir etkisinin olmadığı gözlenmiştir.

4.4.2. Pamuk-poliester kumaşlar için boncuklanma test sonuçları

Pamuk-poliester kumaşlar için 7000 devirdeki boncuklanma test sonuçları referans kumaşta ve ışınlanmış kumaşlarda aynı çıkmıştır. Her üç kumaşta da bonucuklanma değerleri 4'tür, kısmen boncuklanma meydana gelmiştir. Pamuk-poliester kumaşın boncuklanma özelliğine ışınlama işleminin olumlu ya da olumsuz hiçbir etkisinin olmadığı gözlenmiştir.

4.4.3. Yün-poliester kumaşlar için boncuklanma test sonuçları

Yün-poliester kumaşlar için 7000 devirdeki boncuklanma test sonuçları referans kumaşta ve ışınlanmış kumaşlarda aynı çıkmıştır. Her üç kumaşta da bonucuklanma değerleri 4'tür, kısmen boncuklanma meydana gelmiştir. Yün-poliester kumaşın boncuklanma özelliğine ışınlama işleminin olumlu ya da olumsuz hiçbir etkisinin olmadığı gözlenmiştir.

4.5. Sürtme Haslığı Testi Sonuçları

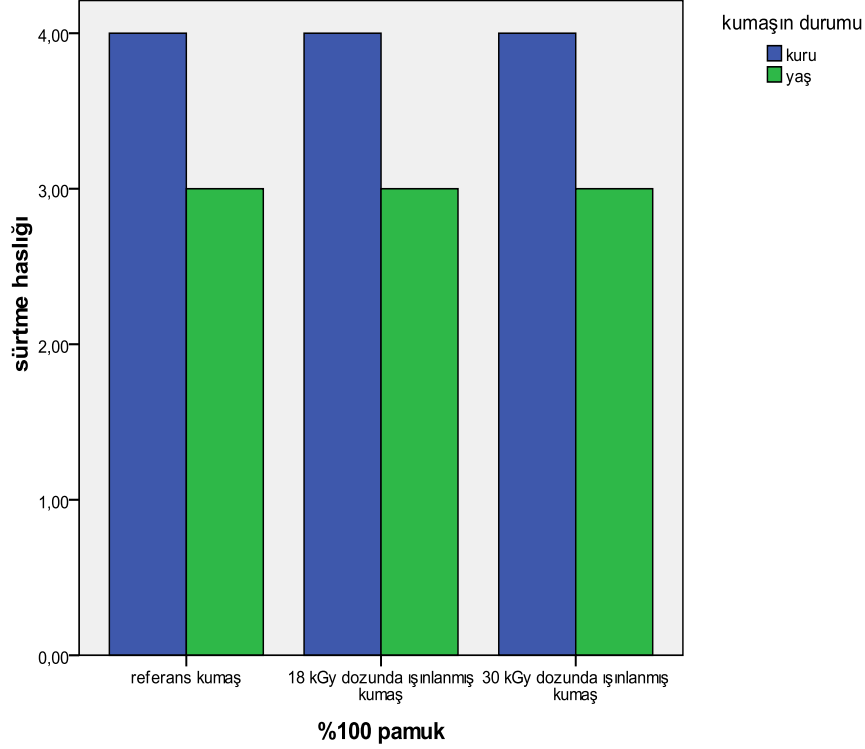
Balcı (2006), kumaşa antibakteriyel apre işlemi uyguladıktan sonra kumaşın sürtme haslığını test etmiş ve uygulanan kumaşın cinsine ve apre yöntemine göre sürtme haslığında artış ve azalış meydana gelmiştir.

Apresiz antibakteriyel özellik kazandırmaya yönelik yapılan bu çalışmada ışınlamayla birlikte kumaşın sürtme haslığında herhangi bir değişiklik gözlenip gözlenmeyeceği incelenmek istenmiştir.

Sürtme Haslığı Testi TS EN ISO 105-X12 standardına göre kuru ve yaş olarak yapılmıştır.

4.5.1. % 100 Pamuklu kumaşlar için sürtme haslığı test sonuçları

% 100 pamuklu kumaşlar için kuru ve yaş sürtme haslığı test sonuçları Şekil 4.61.'de verilmektedir.



Şekil 4.61. % 100 pamuklu numunelere uygulanan sürtme haslığı test sonuçları

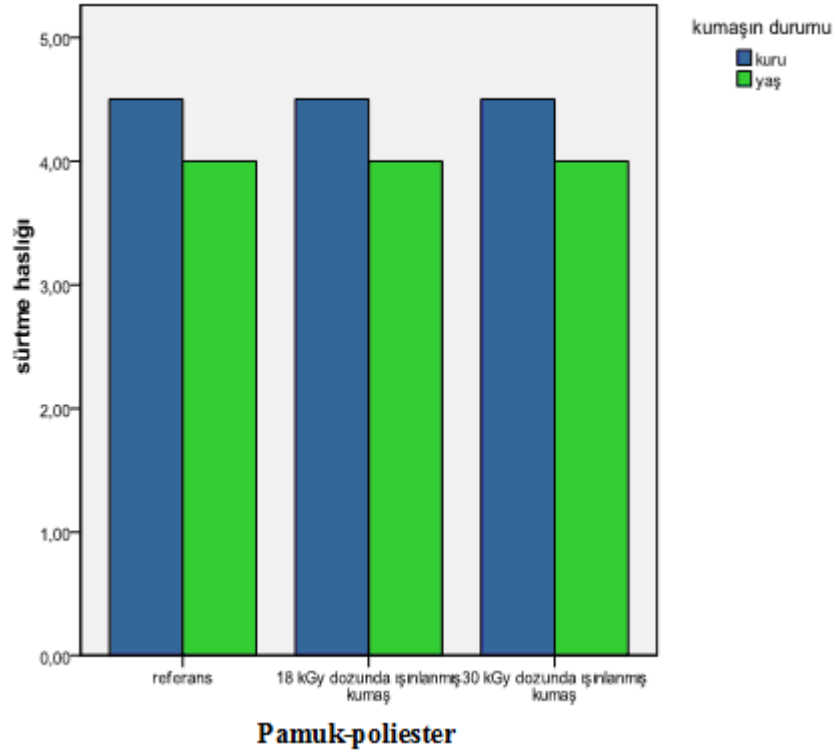
Çizelge 4.1. % 100 Pamuklu kumaş için sürtme haslığı test sonuçları

Referans Kumaş	18 kGy dozunda ışınlanmış kumaş	30 kGy dozunda ışınlanmış kumaş
Çözü: Kuru:4 Yaş:3	Çözü: Kuru:4 Yaş:3	Çözü: Kuru:4 Yaş:3
Atkı: Kuru:4 Yaş:3	Atkı: Kuru:4 Yaş:3	Atkı: Kuru:4 Yaş:3

Şekil 4.61.'de ve Çizelge 4.1.' de görüldüğü gibi referans numuneye göre ışınlanmış numunelerde kuru ve yaş sürtme haslığında hiçbir değişiklik gözlenmemiştir.

4.5.2. Pamuk-poliester kumaşlar için sürtme haslığı test sonuçları

Pamuk-poliester kumaşlar için kuru ve yaş sürtme haslığı test sonuçları Şekil 4.62.'de verilmektedir.



Şekil 4.62. Pamuk-poliester numunelere uygulanan sürtme haslığı test sonuçları

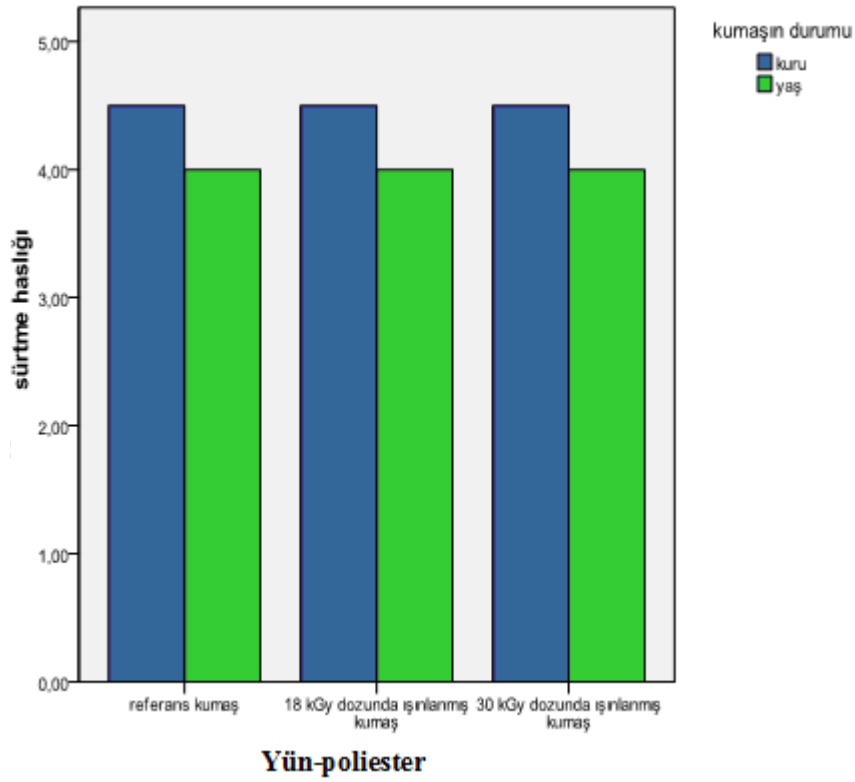
Çizelge 4.2. Pamuk-poliester kumaş için sürtme haslığı test sonuçları

Referans Kumaş	18 kGy dozunda ışınlanmış kumaş	30 kGy dozunda ışınlanmış kumaş
Çözü: Kuru:4-5 Yaş:4	Çözü: Kuru:4-5 Yaş:4	Çözü: Kuru:4-5 Yaş:4
Atkı: Kuru:4-5 Yaş:4	Atkı: Kuru:4-5 Yaş:4	Atkı: Kuru:4-5 Yaş:4

Şekil 4.62.'de ve Çizelge 4.2.'de görüldüğü gibi referans numuneye göre ışınlanmış numunelerde kuru ve yaş sürtme haslığında hiçbir değişiklik gözlenmemiştir.

4.5.3. Yün-poliester kumaşlar için sürtme haslığı test sonuçları

Yün-poliester kumaşlar için kuru ve yaş sürtme haslığı test sonuçları Şekil 4.63.'de verilmektedir.



Şekil 4.63. Yün-poliester numunelere uygulanan sürtme haslığı test sonuçları

Çizelge 4.3. Yün-poliester kumaş için sürtme haslığı test sonuçları

Referans Kumaş	18 kGy dozunda ışınlanmış kumaş	30 kGy dozunda ışınlanmış kumaş
Çözü: Kuru:4-5 Yaş:4	Çözü: Kuru:4-5 Yaş:4	Çözü: Kuru:4-5 Yaş:4
Atkı: Kuru:4-5 Yaş:4	Atkı: Kuru:4-5 Yaş:4	Atkı: Kuru:4-5 Yaş:4

Şekil 4.63.'de ve Çizelge 4.3.' de görüldüğü gibi referans numuneye göre ışınlanmış numunelerde kuru ve yaş sürtme haslığında hiçbir değişiklik gözlenmemiştir.

4.6. Yıkama Haslığı Testi Sonuçları

Antibakteriyel özellik kazandırmaya yönelik yapılanlarda yıkama haslığı büyük bir önem arz etmektedir. Bu çalışmada da ışınlamayla birlikte kumaşın yıkama haslığında herhangi bir değişiklik gözlenip gözlenmeyeceği incelenmek istenmiştir.

Yıkama Haslığı Testi TS EN ISO 105-C06 standardına göre 40°C'de yıkama işlemi yapılmıştır.

4.6.1. % 100 Pamuklu kumaşlar için yıkama haslığı test sonuçları

% 100 pamuklu kumaşlara uygulanan yıkama haslığı test sonuçları Çizelge 4.4.'de verilmiştir.

Çizelge 4.4. % 100 pamuklu numunelere uygulanan yıkama haslığı test sonuçları

Numune	Solma	Akma					
		İkincil Asetat	Ağartılmış Pamuk	Poliamid	Poliester	Akrilik	Yün
Referans Kumaş	4-5	4-5	4	4-5	4-5	4-5	4-5
18 kGy Dozunda Işınlanmış Kumaş	4-5	4	4	5	5	4-5	4-5
30 kGy Dozunda Işınlanmış Kumaş	4-5	4	4	5	5	4-5	4-5

Çizelge 4.4.'den görüldüğü gibi genelde bütün haslık sonuçları iyi çıkmış ve çok büyük değişimler gözlemlenmemiştir. En düşük haslık değeri 4 olarak belirlenmiştir. Numuneler referans kumaşa göre kıyaslandığında ışınlanmış kumaşlarda sadece ikincil asetat lifine akma değerinde çok az azalma, poliamid ve poliester lifinde çok az artma gözlenmiş; ağartılmış pamuk, akrilik ve yün lifinde hiçbir değişiklik gözlenmemiştir.

4.6.2. Pamuk-poliester kumaşlar için yıkama haslığı test sonuçları

Pamuk-poliester kumaşlara uygulanan yıkama haslığı test sonuçları Çizelge 4.5.'de verilmiştir.

Çizelge 4.5. Pamuk- poliester numunelere uygulanan yıkama haslığı test sonuçları

Numune	Solma	Akma					
		İkincil Asetat	Ağartılmış Pamuk	Poliamid	Poliester	Akrilik	Yün
Referans Kumaş	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5
18 kGy Dozunda Işınlanmış Kumaş	4-5	4	4-5	5	5	4-5	4-5
30 kGy Dozunda Işınlanmış Kumaş	4-5	4	4-5	5	5	4-5	4-5

Çizelge 4.5.'den görüldüğü gibi genelde bütün haslık sonuçları iyi çıkmış ve çok büyük değişimler gözlemlenmemiştir. En düşük haslık değeri 4 olarak belirlenmiştir.

Numuneler referansa göre karşılaştırıldığında sadece ikincil asetat lifine akma değerinde çok az azalma, poliamid ve poliester lifinde çok az artma gözlenmiş; ağartılmış pamuk, akrilik ve yün lifinde hiçbir değişiklik gözlenmemiştir.

4.6.3. Yün-poliester kumaşlar için yıkama haslığı test sonuçları

Yün-poliester kumaşlara uygulanan yıkama haslığı test sonuçları Çizelge 4.6.' da verilmiştir.

Çizelge 4.6. Yün- poliester numunelere uygulanan yıkama haslığı test sonuçları

Numune	Solma	Akma					
		İkincil Asetat	Ağartılmış Pamuk	Poliamid	Poliester	Akrilik	Yün
Referans Kumaş	4-5	4	4-5	4-5	4-5	4-5	4
18 kGy Dozunda Işınlanmış Kumaş	4-5	4	4-5	5	5	4-5	4
30 kGy Dozunda Işınlanmış Kumaş	4-5	4	4-5	5	5	4-5	4

Çizelge 4.6.'dan görüldüğü gibi genelde bütün haslık sonuçları iyi çıkmış ve çok büyük değişimler gözlemlenmemiştir. En düşük haslık değeri 4 olarak belirlenmiştir. Numuneler referansa göre karşılaştırıldığında poliamid ve poliester lifinde çok az artma gözlenmiş, ağartılmış pamuk, akrilik ve yün lifinde hiçbir değişiklik gözlenmemiştir.

4.7. Ter Haslığı Test Sonuçları

Ter haslığı testi TS EN ISO 105-X12 standardına göre alkali ve bazik olmak üzere iki şekilde yapılmıştır.

4.7.1. % 100 Pamuklu kumaşlar için ter haslığı test sonuçları

% 100 pamuklu kumaşlar için ter haslığı test sonuçları Çizelge 4.7.'de verilmektedir.

Çizelge 4.7. % 100 pamuklu numunelere uygulanan ter haslığı test sonuçları (Alkali)

Numune	Solma	Akma					
		İkincil Asetat	Ağartılmış Pamuk	Poliamid	Poliester	Akrilik	Yün
Referans Kumaş	5	4	4	4-5	4-5	5	5
18 kGy Dozunda Işınlanmış Kumaş	5	4	4	4-5	4-5	5	5
30 kGy Dozunda Işınlanmış Kumaş	5	4	4	5	4-5	5	5

Çizelge 4.8. % 100 pamuklu numunelere uygulanan ter haslığı test sonuçları (Asidik)

Numune	Solma	Akma					
		İkincil Asetat	Ağartılmış Pamuk	Poliamid	Poliester	Akrilik	Yün
Referans Kumaş	5	4	4	5	5	5	5
18 kGy Dozunda Işınlanmış Kumaş	5	4	4	5	5	5	5
30 kGy Dozunda Işınlanmış Kumaş	5	4	4	5	5	5	5

Çizelge 4.8.'den görüldüğü gibi genelde bütün haslık sonuçları iyi çıkmış ve en düşük haslık değeri 4 olarak belirlenmiştir. Numuneler referansa göre karşılaştırıldığında 30 kGy dozunda ışınlanmış kumaşta alkali ter haslığında poliamid lifine akmada çok az artış gözlenirken, diğerlerinde hiçbir değişiklik olmamıştır.

4.7.2. Pamuk-poliester kumaşlar için ter haslığı test sonuçları

Pamuk-poliester kumaşlar için ter haslığı test sonuçları Çizelge 4.9.'da verilmektedir.

Çizelge 4.9. Pamuk-poliester numunelere uygulanan ter haslığı test sonuçları (Alkali)

Numune	Solma	Akma					
		İkincil Asetat	Ağartılmış Pamuk	Poliamid	Poliester	Akrilik	Yün
Referans Kumaş	5	4	5	4-5	4-5	5	5
18 kGy Dozunda Işınlanmış Kumaş	5	4	5	4-5	4-5	5	5
30 kGy Dozunda Işınlanmış Kumaş	5	4	5	5	4-5	5	5

Çizelge 4.10. Pamuk-poliester numunelere uygulanan ter haslığı test sonuçları(Asidik)

Numune	Solma	Akma					
		İkincil Asetat	Ağartılmış Pamuk	Poliamid	Poliester	Akrilik	Yün
Referans Kumaş	5	4	4	5	5	5	5
18 kGy Dozunda Işınlanmış Kumaş	5	4	4	5	5	5	5
30 kGy Dozunda Işınlanmış Kumaş	5	4	4	5	5	5	5

Çizelge 4.10.'dan görüldüğü gibi genelde bütün haslık sonuçları iyi çıkmış ve en düşük haslık değeri 4 olarak belirlenmiştir. Numuneler referansa göre

karşılaştırıldığında 30 kGy dozunda ışınlanmış kumaşta alkali ter haslığında poliamid lifine akmada çok az artış gözlenirken, diğerlerinde hiçbir değişiklik olmamıştır.

4.7.3. Yün-poliester kumaşlar için ter haslığı test sonuçları

Yün-poliester kumaşlar için ter haslığı test sonuçları Çizelge 4.11.'de verilmektedir.

Çizelge 4.11. Yün-poliester numunelere uygulanan ter haslığı test sonuçları (Alkali)

Numune	Solma	Akma					
		İkincil Asetat	Ağartılmış Pamuk	Poliamid	Poliester	Akrilik	Yün
Referans Kumaş	5	4	5	4-5	4-5	5	5
18 kGy Dozunda Işınlanmış Kumaş	5	4	5	4-5	4-5	5	5
30 kGy Dozunda Işınlanmış Kumaş	5	4	5	5	4-5	5	5

Çizelge 4.12. Yün-poliester numunelere uygulanan ter haslığı test sonuçları(Asidik)

Numune	Solma	Akma					
		İkincil Asetat	Ağartılmış Pamuk	Poliamid	Poliester	Akrilik	Yün
Referans Kumaş	5	4	4	5	5	4	4
18 kGy Dozunda Işınlanmış Kumaş	5	4	4	5	5	4	4
30 kGy Dozunda Işınlanmış Kumaş	5	4	4	5	5	4	4

Çizelge 4.12.'den görüldüğü gibi genelde bütün haslık sonuçları iyi çıkmış ve en düşük haslık değeri 4 olarak belirlenmiştir. Numuneler referansa göre karşılaştırıldığında 30 kGy dozunda ışınlanmış kumaşta alkali ter haslığında poliamid lifine akmada çok az artış gözlenirken, diğerlerinde hiçbir değişiklik olmamıştır.

5. TARTIŞMA ve SONUÇ

Bu çalışma kapsamında kumaşa antibakteriyel özellik kazandırmaya yönelik yapılan fiziksel yöntemlerden olan radyasyondan faydalanılmıştır. Kumaşlar farklı dozlarda gama ışınlamaya maruz bırakılmış; kumaşın antibakteriyel, fiziksel ve kimyasal özelliklerine olan etkileri incelenmiştir.

Araştırmada % 100 pamuklu, pamuk-poliester, yün-poliester olmak üzere 3 farklı tür dokuma kumaş kullanılmıştır. Kumaşlar 18 kGy ve 30 kGy dozlarında Co-60 kaynaklı gama ışınlamaya maruz bırakılmıştır. Referans kumaşlar ve ışınlamaya maruz bırakılmış kumaşlara antibakteriyel testler ile kopma mukavemeti, yırtılma mukavemeti, boncuklanma ve haslık testleri (yıkama, sürtme, ter) uygulanmıştır.

Kopma mukavemeti, yırtılma mukavemeti, boncuklanma, sürtme haslık sonuçları SPSS programından faydalanılarak grafikleri çizilerek incelenmiş; yıkama, sürtme ve ter haslığı sonuçları tablo halinde incelenmiştir.

5.1. % 100 Pamuklu Kumaş İçin Sonuç ve Öneriler

Gama ışınlamanın % 100 pamuklu dokuma kumaşın özelliklerine etkisinin özeti EK’te verilmektedir.

% 100 pamuklu dokuma kumaşa Co-60 kaynaklı gama ışınlama ile antibakteriyel özellik kazandırılmamıştır.

% 100 pamuklu dokuma kumaşta, ışınlama dozunun kumaşın çözgü yönündeki kopma mukavemeti, sürtme haslığı, boncuklanmadegerlerine ve asidik ter haslığında hiçbir etkisinin olmadığı gözlenmiştir. Atkı yönündeki kopma mukavemeti, yırtılma mukavemeti, yıkama haslığı, bazik ter haslığı değerlerinde çok büyük değişim meydana gelmemiştir. Elde edilen değerler referans numuneye çok yakındır.

5.2. Pamuk-Poliester Kumaş İçin Sonuç ve Öneriler

Gama ışınlamanın dokuma pamuk-poliester kumaşın özelliklerine etkisinin özeti Çizelge EK’te verilmektedir.

Pamuk-poliester dokuma kumaşa Co-60 kaynaklı gama ışınlama ile antibakteriyel özellik kazandırılmamıştır.

Pamuk-poliester dokuma kumaşta, ışınlama dozunun kumaşın atkı yönündeki kopma mukavemeti, sürtme haslığı, boncuklanma değerlerine ve asidik ter haslığına hiçbir etkisinin olmadığı gözlenmiştir. Çözgü yönündeki kopma mukavemeti, yırtılma mukavemeti, yıkama haslığı, bazik ter haslığı değerlerinde çok büyük değişim meydana gelmemiştir. Elde edilen değerler referans numuneye çok yakındır.

5.3. Yün-Poliester Kumaş İçin Sonuç ve Öneriler

Gama ışınlamanın yün-poliester dokuma kumaşın özelliklerine etkisinin özeti EK'te verilmektedir.

Yün-poliester dokuma kumaşa Co-60 kaynaklı gama ışınlama ile antibakteriyel özellik kazandırılmamıştır.

Yün-poliester dokuma kumaşta, ışınlama dozunun kumaşın atkı yönündeki kopma mukavemeti, sürtme haslığı, boncuklanma değerlerine ve asidik ter haslığına hiçbir etkisinin olmadığı gözlenmiştir. Çözgü yönündeki kopma mukavemeti, yırtılma mukavemeti, yıkama haslığı, alkali ter haslığı ve yıkama haslığı değerlerinde çok büyük değişim meydana gelmemiştir. Elde edilen değerler referans numuneye çok yakındır.

Konu ile ilgili yapılabilecek diğer çalışmalar aşağıdaki şekilde olabilir:

- Bu çalışmada kullanılanlardan farklı tip kumaşlar kullanılabilir.
- Bu çalışmada kullanılanlardan farklı ışınlama dozları kullanılabilir.
- Kumaşa antibakteriyel özellik kazandırma yöntemleri maliyet açısından kıyaslanabilir.
- Işınlama dozunun kumaşın fiziksel ve kimyasal özelliklerine etkisini incelemek için bu çalışmadakilerden farklı fiziksel ve kimyasal testler uygulanabilir.
- Antibakteriyel tekstiller konusunda üretici ve tüketiciler bilinçlendirilebilir.
- Antibakteriyel tekstillerin insan sağlığı açısından tam anlamıyla uygun olup olmadıkları tartışma konusudur. Bu konu ile ilgili olarak hem antibakteriyel hem de kullanıcının vücuduna zarar vermeyecek akıllı antibakteriyel tekstil yüzeylerinin üretilmesi için çalışmalar yapılabilir.

6. KAYNAKLAR

- Alay, M.K., Öktem, T., 2004. Bazı Antibakteriyel İşlemlerin Yıkamaya Karşı Dayanımı. *Tekstil ve Konfeksiyon*, 3, 162-166.
- Alkan, H., 1995a. Gama Işınlaması ile Sterilizasyon ve Validasyonu. *Gamma-Pak A.Ş. Teknik Dokümanı*.
- Alkan, H., 1995b. Gama Işınlaması ile Sterilizasyon ve Biyolojik Yük Kontrolü. *Medikal Fizik Kongresi*, 85-89.
- Alkan, H., 2003. Türkiye’de Endüstriyel Gama Işınlaması Uygulamaları. 3.Sterilizasyon Dezenfeksiyon Kongresi, 19 Mayıs Üniversitesi, Samsun.
- Alkan, H., 2009. Işınlama Yöntemi İle Gıdaların Korunması ve Mikroorganizmalardan Korunması. *Trakya Üniversitesi, Gıda Mühendisliği, Tekirdağ*.
- Altınok, U.B.; 2008. *Tekstil Yüzeylerinin Antibakteriyel Özelliklerinin Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekstil Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Isparta.*
- Aly, A. S., Mostafa, A.B.E., Ramadan, M.A., Hebeish, A., 2010. Innovative Dual Antimicrobial & Anticrease Finishing of Cotton Fabric. *Polymer Plastic and Engineering*, 46:7, 703-707.
- Anonymous. 2005. *New Multifunctional Textiles:Antimicrobial Treatments, Intelligent Textile Structures-Application, production & testing. Greece.*
- Arı, G., 2004. *Endüstride Radyasyonla Sterilizasyon Kursu. Türkiye Atom Enerji Kurumu, Ankara.*
- Avis, K.E., Aker, M.J., 1986. *Sterilization The Theory and Practice of Industrial Pharmacy. (Ed: L Lachman, HA Ueberman, JL Kanig) Lea & Febiger, s.619-638, USA.*
- Bajpai, M., Gupta, P., Bajpai, S.K., 2010. Silver(I) Ions Loaded Cyclodextrin-Grafted-Cotton Fabric with Excellent Antimicrobial Property, *Fibers and Polymers*, Vol. 11, No.1, 8-13.
- Balcı, H., Babaarslan, O., 2005. Antibakteriyel Bitim İşleminin % 100 Pamuklu Kumaş Özelliklerine Etkisi. *Tekstil Teknolojileri ve Tekstil Makinaları Kongresi, Kasım, Gaziantep.*
- Balcı, H., 2006. Akıllı (Fonksiyonel) Tekstiller, Seçilmiş Kumaşlarda Antibakteriyel Apre ve Performans Özellikleri. *Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekstil Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Adana.*
- Barbarin, N., Rollmann B. and Tilquin B., 1999. Role of Residual Solvents in the Formation of Volatile Compounds after Radiosterilization of Cefotaxime, *Int J. Pharm.*, 178, 203-212.
- Barbarin, N., Tilquin, B., de Hoffmann, E., 2001. Radiosterilization of cefotaxime: Investigation of potential degradation compounds by liquid chromatography - electrospray mass spectrometry, *J. Chromotogr. A.*, 29, 51-61.

- Basly, J.P., Duroux, J.L. and Bernard, M., 1996. Radiosterilization dosimetry by ESR Spectroscopy: Application to Terbutaline, *Int. J. Pharm.*, 142, 247-249.
- Basly, J.P., Longy, I., Bernard, M., 1998. Electron Spin Resonance Identification of Irradiated Ascorbic Acid: Dosimetry and Influence of Powder Fineness, *Analy. Chimica Acta*, 372, 373-378.
- Başer, İ., 1995. Tıpta Kullanılan Tekstil Materyalleri. *Tekstil Teknik*, 5:100.
- Başgöl, M., 1995. Radyasyonun Farmasötikler Üzerine Etkileri, TAEK-Endüstride Radyasyonla Sterilizasyonda Kalite Kontrolü ve Kalite Temini Uygulamalı Kursu.
- Bedward, D.A., Brinston R.M. and Kotler J., 1995. Converting From ETO to Radiation Sterilization: Educating the Medical Supply Industry, *Radiat. Phys. Chem.*, 46, 4-6, 443-448.
- Bhalla, H.L., Menon M.R. and Gopal N.G.S., 1983. Radiation Sterilization of Polyethylene Glycols, *Int. J. of Pharm.* 17, 351-355.
- Bilgehan, H., 1999. Temel Mikrobiyoloji ve Bağışıklık Bilimi. Barış Yayınları, İzmir.
- Carr, J., Hageman, J., 2008. İnternet Sitesi. <http://depts.washington.edu/hhpcweb/articledetail.php?ArticleID=42&ClinicID=> Erişim Tarihi: 11.01.2012
- Chung, Y., Kwang, K., Kim, J., 1998. Durable Press and Antimicrobial Finishing of Cotton Fabrics with a Citric Acid and Chitosan Treatment. *Textile Research Journal*, 68 (10), s. 772-775.
- Çetin, E.T.; 1980. Dezenfeksiyon Antisepti Sterilizasyon İşlemleri ve Hastanede Uygulanışları. İstanbul Üniversitesi Tıp Fakültesi Matbaası, 21-28, 83-92, İstanbul.
- Çolak, Ş., Korkmaz, M., 2004. Investigation of radiosterilization and dosimetric features of sulfacetamide sodium, *J.Pharmaceutical and Biomedical Analysis*, 36, 791-798.
- Dood, N.J.F., Swallow, A.J., Lea, F.J., 1985. Use of ESR to Identify Irradiated Food, *Radiat. Phys. Chem.*, 26, 451-453.
- EI-Naggar, A., M., Zohdy, M., H., Hassan, M., S., Khalil E., M., 2003. Antimicrobial Protection of Cotton and Cotton/Poliester Fabrics by Radiation and Thermal Treatments. i. Effect and Dyeing Properties, *Journal of Applied Polymer Science*, Vol. 88, 1129-1137.
- Filteu, M., Tessier, D., Radu I., 2005. Application Treatments of Antimicrobial on Textile Materials. Silver Clear.
- Flores, C.Y., Diaz, C., Rubert, A., Benitez, G.A., Moreno, M.S., Mele, F.L., Sallverezza, R. C., Shilardi, P. L., Vericat, C., 2010. Spontaneous Adsorption of Silver Nanoparticles on Ti/TiO₂ Surfaces. Antibacterial Effect on *Pseudomonas Aeruginosa*. *Journal of Colloid and Interface Science* 350 402-408.

- Gang, S., 1998. Durable and Regenerable Antibacterial of Fabrics. *Biocidal Properties, Textile Chemist and Colorist*, 6:26-30.
- Gao, Y., and Cranston, R., 2008. Recent Advances in Antimicrobial Treatments of Textiles. *Textile Research Journal*; 78; 60.
- Garfinkle, B.D., Henley, M.,W., Sterilization, Remington:The Science and Practice of Pharmacy, (Ed: AR Gennaro), Lippincott Williams-Wilkins, USA, 2000. s.753-779.
- Gibella, M., Crucq, A.S., Tilquin, B., Stocker, P., Lesgards, G. and Raffi, J., 2000. ESR Studies of Some Irradiated Pharmaceuticals, *Radiat. Phys. Chem.*, 58, 69-76.
- Gopal, N.G.S., 1978. Radiation Sterilization of Pharmaceuticals and Polymers,*Radiat. Phys. Chem.*, 12, 35-50.
- Groves, M.J., 1989. Sterilization and depyrogenation. *Parenteral Technology Manual*. (Ed: M.J. Groves) Interpharm Press Inc., s. 119-144. USA.
- Hacıbektaşoğlu, A., Eyigün, C. P. ve Özsoy, M.F., 1993. Gıda Elleyicilerinde Burun ve Boğaz Portörlüğü. *Mikrobiyoloji Bülteni*, 27: 62-70.
- Hanion, G.M., Hodges N.A., Parker M.S., 1988. The action of physical and chemical agents on microorganism. *Pharmaceutics: The Science of Dosage Form Design*, (Ed: ME Aulton), Churchill Livingstone s.472-471, New York.
- Hart, T., Shears, P., 2001. Mikrobiyolojinin Kapsamı ve Mikroskopik İnceleme. In: Anđ Ö. (ed), *Tıp Mikrobiyolojisi*, İstanbul: Nobel Tıp Kitabevleri Ltd Şti, 1-79.
- Kayser, F.H., 2002. Tıbbi Mikrobiyolojinin Temelleri. In: Anđ M. (ed), *Tıbbi Mikrobiyoloji*. 9.Baskı, İstanbul: Nobel Tıp Kitabevleri Ltd Şti, 23-159.
- Kim, Y., H., Sun, G., 2001. Durable Antimicrobial Finishing of Nylon Fabrics with Acid Dyes and a Quaternary Ammonium Salt. *Textile Research Journal*, 71(4) 318-323.
- Koneman, EW, Allen, SD, Janda, WM, Schreckenberger PC, Winn WC.; 1997. *Color Atlas and Textbook of Diagnostic Microbiology*. 5th ed. Philadelphia: JB Lippincott Co; 171-252.
- Korkmaz, M., Polat, M., 2000. Free radical kinetics of irradiated wheat *Radiation Physics and Chemistry*, 58, 169-179.
- Korkmaz, M. and Polat, M., 2001. Radical kinetics and characterization of the free radicals in gamma irradiated red pepper. *Radiat. Phys. Chem.* 62, 411-421.
- Kunkel, D., 2007. İnternet Sitesi. http://www.ciriscience.org/ph_156- Erişim Tarihi: 10.01.2012
- Kulthong, K., Srisung, S., Boonpavanitchakul, K., Kangwansupamonkon W., Maniratanachote, R., 2010. Determination of Silver Nanoparticle Release from Antibacterial Fabrics into Artificial Sweat. *Particulate and Fibre Toxicology* 7:8.

- Lawson, R. 1999. Introduction to Radiactivity. İnternet Sitesi. [http:// www.e-radiography.net/](http://www.e-radiography.net/) Erişim Tarihi: 27.11.2011
- Lee, S., Cho, J., Cho, G., 1999. Antimicrobial and Blood Repellent Finishes for Cotton and Nonwoven Fabrics Based on Chitosan and Fluoropolymers. *Textile Research Journal*, 69 (2) 104-112.
- Lindemann, B., 2000. Durable Antimicrobial Effects on Textiles. *Melliand*. 10:E205.
- Loftsson, T., Ossurardottir, B., Thorsteinsson, T., Duan M., Masson, M., 2005. Cyclodextrin Solubilization of the Antibacterial Agents Triclosan and Triclocarban: Effect of Ionization and Polymers. *Journal of Inclusion Phenomena and Macrocyclic Chemistry* 52: 109–117.
- Marambio-Jones, C., Eric M.V., Hoek, 2010. A review of the Antibacterial Effects of Silver Nanomaterials and Potential Implications for Human Health and the Environment. *J Nanopart Res* 12:1531–1551.
- Marino, FJ, Benjamin, F, 1986. Industrial sterilisation: A Review of current principles and practices. *Pharmaceutical Dosage Forms: Parenteral Medications*, 8th Ed: KE Avis, L Lachman, Lieberman HA, Marcel Dekker Inc., New York, s.1-54.
- Menezes, E., 2002. Özel Tekstiller için Antimikrobiyal Bitim İşlemi. *International Dyer*, December:13–16.
- Mucha, H., Hofer, D., Abfalğ, S., Swerev, M., 2002. Antimicrobial Finishes and Modifications. *Melliand International*, 8:148-151.
- Mucha, H., Höfe, D., Swerev, M., 2006, Antimikrobiyal Terbiye ve Türleri, *Tekstil Maraton*, Ocak – Subat 1/2006, s 64-69.
- Nakashima, T., Sakagami, Y., Ito, H., Matsuo, M., 2001. Antimicrobial Activity of Cellulose Fabrics Modified with Metallic Salts. *Textile Research Journal*, 71(8), s. 688-694.
- Olguner, G., Özer, A.Y., 2000. Radyasyonla Sterilizasyon: II. İlaçların Radyasyonla Sterilizasyonu, *FABAD J.Pharm. Sci.*, 25, 53-73
- Orhan, M.; 2007. Pamuk, Poliamid ve Poliester Esaslı Tekstil Materyallerinde Antimikrobiyal Bitim Uygulamaları Üzerine Bir Araştırma. Doktora Tezi, Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı, Bursa.
- Onan, M.; 2010. Tek Kullanımlık Hidrofil Antimikrobiyal Dokusuz Yüzey Lamine Çarşaf. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul.
- Onori, S., Pantoloni, M., Fattibene, P., Ciranni Signoretti, E., Valvo, L. And Santucci, M., 1996. ESR Identification of Irradiated Antibiotics: Cephalosporins, *Appl. Radiat. Isot.*, 47, 1569-1572.
- Özer, A.Y., 2003. Gama Radyasyon ve Gama Radyasyonla Sterilizasyon, Hacettepe Üniversitesi. Eczacılık Fakültesi, Ecz. Tekn. Bölümü, Radyoformesi A.D., Ankara.
- Öktem, T., Tekeoğlu, Ş., 1999. Yeni Antimikrobiyal Sentetik Lifler. *Tekstil ve Konfeksiyon*, sayı: 2, sayfa: 94-100.

- Özer, A.Y., 2005. Gama Radyasyonla Sterilizasyon ve Tıbbi Malzemeler. IV. Ulusal Sterilizasyon Dezenfeksiyon Kongresi Kongre Kitabı, 2-4 Ekim, 220-229.
- Palamutçu, S., Şengül, M., Devrent, N., Keskin, R., Haşçelik, B., İkiz, Y., 2007. Farklı Antimikrobiyal Bitim Kimyasallarının % 100 Pamuklu Kumaşlar Üzerindeki Etkinliklerinin Araştırılması. 3. Uluslar arası Teknik Tekstiller Kongresi, İstanbul, s 412-421.
- Palamutçu, S., Şengül, M., Devrent, N., Keskin, R., 2008. Tekstil Ürünlerinde Antimikrobiyal Etkinlik Belirleme Testleri. 7. Ulusal Ölçüm Bilim Kongresi.
- Palamutçu, S., Keskin, R., Devrent, N., Sengül, M., Haşçelik B., 2009. “Fonksiyonel Tekstiller II: Antimikrobiyal Tekstiller. Tekstil Teknolojileri Elektronik Dergisi, 3(3) 95-108.
- Polat, M., Korkmaz, M., Dulkan, B. and Korkmaz, Ö., 1997. Detection of irradiated chicken and dosimetric properties of drumsticks bones. Radiat. Phys. Chem., 49, 363–369.
- Raffi, J.J., 1992. Electron spin resonance intercomparison studies on irradiated foodstuffs. Commission of the European Communities, Luxemburg, Belgium, EUR 13630 EN.
- Razem, D., Razem K.B., Starcevic M. and Galekovic B., 1990. Radiation Decontamination of Pharmaceutical Raw Materials as an Integral Part of the Good Pharmaceutical Manufacturing Practice (GPMP), Radiat. Phys. Chem., 35, 377-381.
- Reid, B.D., 1995. Gamma Processing Technology: An Alternative Technology for Terminal Sterilization of Parenterals, Journal of Pharmaceutical Science &Technology, 49, 2p.
- Rowell, R. M., ve Young, R.A., 1978. Modified Cellulosics. Academic Pres. New York. 361 p.
- Russell, A.D, Hugo,W.B, Ayiiffe, G.A.J., 1982. Gaseous sterilization, Principle and Practice of Disinfection. Preservation and Sterilization, Blackwell Scientific Pub., London, s.569-609.
- Schmidt, M., 1997. Dezenfeksiyon ve Sterilizasyon. In: Serter D.(ed), Nms-Mikrobiyoloji ve Enfeksiyon Hastalıkları. 3.Baskı, İstanbul: Nobel Tıp Kitabevleri Ltd Şti, 61-3.
- Seong, H.S., Kim, J and Ko, S.W., 1999. Chito-oligosaccharides as Antimicrobial Agent For Cotton. Textile Resaerch Journal 69(7), National University, Seoul, Kore, 483-488.
- Signoretto, E.C., Valvo L., Fattibene P., Onori S. and Pantoloni M., 1994. Gamma Radiation Induced Effects on Cefuroxime and Cefotaxime. Investigation on Degradation and Syn-Anti Isomerization, Drug Dev. Ind. Pharm., 20, 16, 2493-2508.
- Seventekin, N., Öktem, T., Tekeoğlu, Ş., 2001. Tekstilde Antimikrobiyal Madde Kullanımı, Tekstil ve Konfeksiyon, sayı: 4, 217-224.

- Thiry, M.C., 2001. Small Game Hunting: Antimicrobials Take The Field. ATCC, November:11-6.
- Toprakkaya, D., Orhan, M., Güneşoğlu C., 2003. Tekstillerde Hijyen Uygulamaları. 3.Sterilizasyon ve Dezenfeksiyon Kongresi, Samsun.
- Tsukada, M., Katoh, H., Wilson, D., Shin, B., Arai, T., Murakarmi, R., and Freddi, G., 2002. Production of Antimicrobially Active Silk Proteins by Use of Metal-Containing Dyestuffs. Journal of Applied Polymer Science, Vol. 86,1181–1188.
- Uçarcı, Ö., 1990. Mikroorganizmaların Pamukluya Verdiği Zararlar ve Bunların Önlenmesi Yollarının Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Üstündağ, Ö.İ., 2009. Radyasyonla Sterilizasyon İşlemi Sırasında Kozmetik Ürünlerde ve Ürün Hammaddelerinde Oluşan Radikalik Ara Birimlerin Karakterizasyonu. Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Fizik Mühendisliği Anabilim Dalı, Ankara.
- Tsuji, K., Goetz, J.F., Vanmeter, W., 1979. Effect of ⁶⁰Co Irradiation of Penicilin G.procaïne in Veterinary Mastitis Product, J.Pharm. Sci., 68, 1075-1080.
- Vigo, T.L., Danne, G.F and Goynes, R., 1999. Affinity and Durability of Magnesium peroxide Based Antibacterial Agent to Cellulosic Substrates. Textile Chemist and Colorist America DyestuffReporter,i, Department of Agriculture, Southem Regional Research Center,Neworleans,29-33.
- Vigo, T.L. and Leonas, K.L., 1999. Antimicrobial Activity of Fabrics Containing Crosslinked Polyethylene Glycols. Textile Chemist and Colorist American Dyestuff Reporter, 1, Department of Agriculture, Southem Regional Research Center, New orleans, 42-46.
- Wei, D., Ma, Q., Guan, Y., Fuzeng, H., Zheng, A., Zhang, X., Teng, Z., Jiang, H., 2009. Structural Characterization and Antibacterial Activity of Oligoguanidine (polyhexamethylene guanidine hydrochloride), Material Science and Engineering C 29 1776–1780.
- Woolston, J., 1995. Radiation Sterilization-A Contract Steriliser's View, Radiat. Phys. Chem., 46, 4-6, 587-590
- Yapıcı, A.N. ve Meriçli Yapıcı, B., 2002. Deri İşletmelerinde Karşılaşılan Mikrobiyal Olaylar ve Kullanılan Mikrobiyosidler. Gemsan Teknik Bülten. Sayı 34. 8-10s.
- Zhang, H.M., Zhijun, L., Uematsu, K., Kobayashi, T., Horikoshi, K., 2007. Antibacterial activity of cyclodextrins against Bacillus strains. Arch Microbiol 190:605–609.
- ZASSHI, Y., 2007. The Pharmaceutical Society of Japan. 127(5), 867-888.
- Zikeli, S., 2002. SeaCell® Active- a New Cellulosic Fiber with Antimicrobial Properties. Avantex- In Forum and Symposium for High-tech apparel textiles

EKLER

EK

% 100 pamuklu kumaşta gama ışınlama uygulanmış numunelerin referans numuneye göre kumaş özelliklerindeki değişimi

% 100 Pamuklu Kumaş	Bulunan Sonuçlar ve Değerlendirme		
	Testler	Referans Kumaş	18 kGy dozunda ışınlanmış kumaş
Antibakteriyel	Sonuçlar negatiftir	Sonuçlar negatiftir	Sonuçlar negatiftir
Kopma Mukavemeti (TS EN ISO 13934-1)	zg: 1100 N Atkı: 600 N	zg: 1100 N Atkı: 590 N	zg: 1100 N Atkı: 580 N
Yırtılma Mukavemeti (TS EN ISO 13937-2)	zg: 20,89 N Atkı: 25,26 N	zg: 21,76 N Atkı: 24,01 N	zg: 20,17 N Atkı: 23,75 N
Yıkama Haşlığı (40°C) (TS EN ISO 105-C06)	Akma: İkincil Asetat: 4-5, Ağartılmış Pamuk: 4, Poliamid: 4-5, Poliester: 4-5, Akrilik: 4-5, Yn: 4-5. Solma: 4-5	Akma: İkincil Asetat: 4, Ağartılmış Pamuk: 4, Poliamid: 5, Poliester: 5, Akrilik: 4-5, Yn: 4-5. Solma: 4-5	Akma: İkincil Asetat: 4, Ağartılmış Pamuk: 4, Poliamid: 5, Poliester: 5, Akrilik: 4-5, Yn: 4-5. Solma: 4-5
Srtme Haşlığı (TS EN ISO 105-X12)	zg: Kuru:4 Yaş:3 Atkı: Kuru:4 Yaş:3	zg: Kuru:4 Yaş:3 Atkı: Kuru:4 Yaş:3	zg: Kuru:4 Yaş:3 Atkı: Kuru:4 Yaş:3
Ter Haşlığı (TS EN ISO 105-E04)	Alkali Akma: İkincil Asetat: 4, Ağartılmış Pamuk: 4, Poliamid: 4-5, Poliester: 4-5, Akrilik: 5, Yn: 5. Solma: 5 Asidik Akma: İkincil Asetat: 4, Ağartılmış Pamuk: 4, Poliamid: 5, Poliester: 5, Akrilik: 5, Yn: 5. Solma: 5	Alkali Akma: İkincil Asetat: 4, Ağartılmış Pamuk: 4, Poliamid: 4-5, Poliester: 4-5, Akrilik: 5, Yn: 5. Solma: 5 Asidik Akma: İkincil Asetat: 4, Ağartılmış Pamuk: 4, Poliamid: 5, Poliester: 5, Akrilik: 5, Yn: 5. Solma: 5	Alkali Akma: İkincil Asetat: 4, Ağartılmış Pamuk: 4, Poliamid: 5, Poliester: 4-5, Akrilik: 5, Yn: 5. Solma: 5 Asidik Akma: İkincil Asetat: 4, Ağartılmış Pamuk: 4, Poliamid: 5, Poliester: 5, Akrilik: 5, Yn: 5. Solma: 5
Boncuklanma (TS EN ISO 12945-2)	7000 devirde: 4	7000 devirde: 4	7000 devirde: 4

Pamuk-poliester kumaşta gama işınlama uygulanmış numunelerin referans numuneye göre kumaş özelliklerindeki değişimi

Pamuk-Poliester Kumaş	Bulunan Sonuçlar ve Değerlendirme		
	Referans Kumaş	18 kGy dozunda işınlanmış kumaş	30 kGy dozunda işınlanmış kumaş
Testler			
Antibakteriyel	Sonuçlar negatiftir	Sonuçlar negatiftir	Sonuçlar negatiftir
Kopma Mukavemeti (TS EN ISO 13934-1)	zg: 1700 N Atkı: 900 N	zg: 1300 N Atkı: 900 N	zg: 1400 N Atkı: 900 N
Yırtılma Mukavemeti (TS EN ISO 13937-2)	zg: 33,43 N Atkı: 49,09 N	zg: 34,18 N Atkı: 48,26 N	zg: 37,42 N Atkı: 49,22 N
Yıkama Hashđı (40°C) (TS EN ISO 105-C06)	Akma: İkincil Asetat: 4-5, Ağartılmış Pamuk: 4-5, Poliamid: 4-5, Poliester: 4-5, Akrilik: 4-5, Yn: 4-5. Solma: 4-5	Akma: İkincil Asetat: 4, Ağartılmış Pamuk: 4-5, Poliamid: 5, Poliester: 5, Akrilik: 4-5, Yn: 4-5. Solma: 4-5	Akma: İkincil Asetat: 4, Ağartılmış Pamuk: 4-5, Poliamid: 5, Poliester: 5, Akrilik: 4-5, Yn: 4-5. Solma: 4-5
Srtme Hashđı (TS EN ISO 105-X12)	zg: Kuru:4-5 Yaş:4 Atkı: Kuru:4-5 Yaş:4	zg: Kuru:4-5 Yaş:4 Atkı: Kuru:4-5 Yaş:4	zg: Kuru:4-5 Yaş:4 Atkı: Kuru:4-5 Yaş:4
Ter Hashđı	Alkali Akma: İkincil Asetat: 4, Ağartılmış Pamuk: 5, Poliamid: 4-5, Poliester: 4-5, Akrilik: 5, Yn: 5. Solma: 5 Asidik Akma: İkincil Asetat: 4, Ağartılmış Pamuk: 4, Poliamid: 5, Poliester: 5, Akrilik: 5, Yn: 5. Solma: 5	Alkali Akma: İkincil Asetat: 4, Ağartılmış Pamuk: 5, Poliamid: 4-5, Poliester: 4-5, Akrilik: 5, Yn: 5. Solma: 5 Asidik Akma: İkincil Asetat: 4, Ağartılmış Pamuk: 4, Poliamid: 5, Poliester: 5, Akrilik: 5, Yn: 5. Solma: 5	Alkali Akma: İkincil Asetat: 4, Ağartılmış Pamuk: 5, Poliamid: 5, Poliester: 4-5, Akrilik: 5, Yn: 5. Solma: 5 Asidik Akma: İkincil Asetat: 4, Ağartılmış Pamuk: 4, Poliamid: 5, Poliester: 5, Akrilik: 5, Yn: 5. Solma: 5
Boncuklanma	7000 devirde: 4	7000 devirde: 4	7000 devirde: 4

Yün-poliester kumaşta gama ışınlama uygulanmış numunelerin referans numuneye göre kumaş özelliklerindeki değişimi

Yün-Poliester Kumaş	Bulunan Sonuçlar ve Değerlendirme		
	Referans Kumaş	18 kGy dozunda ışınlanmış kumaş	30 kGy dozunda ışınlanmış kumaş
Antibakteriyel	Sonuçlar negatiftir	Sonuçlar negatiftir	Sonuçlar negatiftir
Kopma Mukavemeti (TS EN ISO 13934-1)	Çözü: 880 N Atkı: 600 N	Çözü: 880 N Atkı: 600 N	Çözü: 800 N Atkı: 600 N
Yırtılma Mukavemeti (TS EN ISO 13937-2)	Çözü: 21,68 N Atkı: 26,24 N	Çözü: 23,10 N Atkı: 28,29 N	Çözü: 22,06 N Atkı: 27,44 N
Yıkama Hashğı (40°C) (TS EN ISO 105-C06)	Akma: İkincil Asetat: 4, Ağartılmış Pamuk: 4-5, Poliamid: 4-5, Poliester: 4-5, Akrilik: 4-5, Yün: 4. Solma: 4-5	Akma: İkincil Asetat: 4, Ağartılmış Pamuk: 4-5, Poliamid: 5, Poliester: 5, Akrilik: 4-5, Yün: 4. Solma: 4-5	Akma: İkincil Asetat: 4, Ağartılmış Pamuk: 4-5, Poliamid: 5, Poliester: 5, Akrilik: 4-5, Yün: 4. Solma: 4-5
Sürtme Hashğı (TS EN ISO 105-X12)	Çözü: Kuru:4-5 Yaş:4 Atkı: Kuru:4-5 Yaş:4	Çözü: Kuru:4-5 Yaş:4 Atkı: Kuru:4-5 Yaş:4	Çözü: Kuru:4-5 Yaş:4 Atkı: Kuru:4-5 Yaş:4
Ter Hashğı (TS EN ISO 105-E04)	Alkali Akma: İkincil Asetat: 4, Ağartılmış Pamuk: 5, Poliamid: 4-5, Poliester: 4-5, Akrilik: 5, Yün: 5. Solma: 5 Asidik Akma: İkincil Asetat: 4, Ağartılmış Pamuk: 4, Poliamid: 5, Poliester: 5, Akrilik: 5, Yün: 4. Solma: 5	Alkali Akma: İkincil Asetat: 4, Ağartılmış Pamuk: 5, Poliamid: 4-5, Poliester: 4-5, Akrilik: 5, Yün: 5. Solma: 5 Asidik Akma: İkincil Asetat: 4, Ağartılmış Pamuk: 4, Poliamid: 5, Poliester: 4, Akrilik: 4, Yün: 5. Solma: 5	Alkali Akma: İkincil Asetat: 4, Ağartılmış Pamuk: 5, Poliamid: 5, Poliester: 4-5, Akrilik: 5, Yün: 5. Solma: 5 Asidik Akma: İkincil Asetat: 4, Ağartılmış Pamuk: 4, Poliamid: 5, Poliester: 5, Akrilik: 4, Yün: 4. Solma: 5
Boncuklanma (TS EN ISO 12945-2)	7000 devirde: 4	7000 devirde: 4	7000 devirde: 4

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Naciye Sündüz OĞUZ

Doğum Yeri ve Yılı : Denizli

Medeni Hali : Bekar

Yabancı Dili : İngilizce

Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl)

Lise : 2000-2004 Denizli Anafartalar Lisesi (Yabancı Dil Ağırlıklı)

Lisans : 2005-2009 Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Tekstil Mühendisliği Bölümü

Yüksek Lisans : 2009-... Süleyman Demirel Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Tekstil Mühendisliği Bölümü

