

**İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**TEK KULLANIMLIK HİDROFİL ANTİMİKROBİYEL  
DOKUSUZ YÜZEY LAMİNE ÇARŞAF**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ  
Murat ONAN**

**Anabilim Dalı : Tekstil Bilimleri**

**Programı : Tekstil Mühendisliği**

**Tez Danışmanı: Doç. Dr. Gülay ÖZCAN**

**OCAK 2010**







**İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**TEK KULLANIMLIK HİDROFİL ANTİMİKROBİYEL  
DOKUSUZ YÜZEY LAMİNE ÇARŞAF**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ  
Murat ONAN  
(503941145)**

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 25 Aralık 2009  
Tezin Savunulduğu Tarih : 29 Ocak 2010**

**Tez Danışmanı : Doç. Dr. Gülay ÖZCAN (İTÜ)  
Diğer Jüri Üyeleri : Doç. Dr. Nevin Çiğdem GÜRSOY (İTÜ)  
Prof. Dr. Seyhan ONBAŞIOĞLU (İTÜ)**

**OCAK 2010**



*Hayat arkadaşım Sultan Hanım'a ve oğlum Tarık'a,*



## ÖNSÖZ

Günümüz tekstil endüstrisinde, tekstil malzemelerinin üretim süreçlerinde veya atık olarak çevreye verdiği zararlar ve maliyetleri büyük öneme sahiptir. Sürekli artan çevre yaptırımları neticesinde tekstil malzemelerinin yıkanması esnasında kullanılan kimyasal maddelerin biyolojik olarak parçalanabilirliğinin, atık sulara ve maliyetlere getirdiği yükün önemi iyice artmıştır. Nüfus ve sanayileşmenin hızla artması ile kimyasal madde kullanımında sürekli bir artış meydana geldiği açıktır.

Hastane kaynaklı enfeksiyonlar hastalarda fonksiyonel bozukluklara, duygusal strese, yaşam kalitesinin düşmesine veya ölüme neden olabilmektedir. Hastalıklar, ziyaretçiler ya da çalışanlar vasıtasıyla topluma yayılabilmektedir. Ayrıca hastanede yatış süresinin uzaması, iş kaybı oluşması, ilaç kullanımının artması, izolasyon ihtiyacının olması, ekstra laboratuvar ve tanı yöntemleri kullanılması gibi nedenlerden dolayı ekonomik yükü de artırmaktadır. Hastaneye yatan hastaların %5-15' inde hastane enfeksiyonu geliştiği tespit edilmiştir. Türkiye'de bu enfeksiyonların görülme sıklığı yatan hasta sayısının %1-16.5' i arasında değiştiği görülmektedir.

“Tek Kullanımlık Hidrofil Antimikrobiyel Dokusuz Yüzey Lamine Çarşaf” üretimi projesi gerçekleştiğinde, hastanelerde enfeksiyonların hastalara ve/ veya diğer kişilere çarşaf yoluyla bulaşması önlenebilecektir. Zira geleneksel pamuklu kumaşlar antimikrobiyel etki göstermediği gibi mikrop üremesi için de daha elverişlidirler. Ayrıca maliyetleri sebebiyle tek kullanımlık değildirler ve 30-50 arası yıkanarak yeniden kullanılırlar. Lamine çarşaf kullanıldığında, pamuklu çarşafırlara göre kullanım maliyeti daha düşük olacak ve yıkama işlemini ortadan kaldırdığı için de su ve enerjiden büyük ölçüde tasarruf sağlanacaktır.

Tezimin hazırlanmasında her konuda bana yol gösteren tez danışmanım Sayın Doç.Dr.Gülay ÖZCAN'a, teknik çalışmalarda yardımlarını esirgemeyen ÖZTEK A.Ş. firmasından Sayın Serdar Bey'e, dokusuz yüzey tedariki ve fiyatlandırmasında yardımcı olan GENERAL NONWOVENS, TELASİS ve VATEKS firmaları yetkililerine, tüm İTÜ Tekstil Laboratuvarı personeline ve özellikle tez yazım kuralları konusunda büyük destek veren Sakarya Üniversitesi, Uzaktan Eğitim Bölümü araştırma görevlisi Sayın Mustafa Cemil KARACADAĞ' a teşekkürü bir borç bilirim.

Aralık 2009

Murat ONAN

(Tekstil Mühendisi)



## İÇİNDEKİLER

### Sayfa

|                                                                               |      |
|-------------------------------------------------------------------------------|------|
| ÖNSÖZ.....                                                                    | v    |
| İÇİNDEKİLER .....                                                             | vii  |
| KISALTMALAR .....                                                             | xi   |
| ÇİZELGE LİSTESİ.....                                                          | xiii |
| ŞEKİL LİSTESİ.....                                                            | xv   |
| ÖZET.....                                                                     | xvii |
| SUMMARY .....                                                                 | xix  |
| 1. GİRİŞ .....                                                                | 1    |
| 1.1 Hastanelerde Kullanılan Çarşafların İncelenmesi .....                     | 2    |
| 1.1.1 %100 pamuklu kumaşlar .....                                             | 2    |
| 1.1.2 Pamuk / Polyester karışımı kumaşlar .....                               | 3    |
| 2. TEKNİK TEKSTİLLER.....                                                     | 5    |
| 2.1 Teknik Tekstillerin Tanımı ve Uygulama Alanları .....                     | 5    |
| 2.2 Teknik Tekstil Amaçlı Dokusuz Yüzeyler .....                              | 7    |
| 2.2.1 Dokusuz yüzey tanımı.....                                               | 8    |
| 2.2.2 Dokusuz yüzey pazarı ülkemizdeki durum .....                            | 11   |
| 2.2.3 Dokusuz yüzey oluşturma teknikleri.....                                 | 11   |
| 2.2.3.1 Tülbent oluşumu .....                                                 | 12   |
| 2.2.3.2 Tülbent bağlama-sabitleştirme .....                                   | 17   |
| 2.2.3.3 Apre işlemleri.....                                                   | 18   |
| 2.3 Tıbbi ve Hijyenik Tekstil Alanında Dokusuz Yüzey Ürünleri .....           | 39   |
| 2.4 Tıbbi ve Hijyenik Tekstillerin Sınıflandırılması .....                    | 40   |
| 2.5 Tıbbi Tekstillerde Kullanılan Lifler ve Özellikleri .....                 | 43   |
| 2.5.1 Pamuk.....                                                              | 43   |
| 2.5.2 Linter .....                                                            | 43   |
| 2.5.3 Odun talaşı .....                                                       | 44   |
| 2.5.4 Rejenere lifler.....                                                    | 44   |
| 2.5.5 Kollajen.....                                                           | 44   |
| 2.5.6 Alginat lifleri.....                                                    | 45   |
| 2.5.7 Kitin .....                                                             | 45   |
| 2.5.8 Polipropilen.....                                                       | 46   |
| 2.5.9 Poliester.....                                                          | 50   |
| 2.5.10 Diğer lif grupları .....                                               | 53   |
| 2.6 Tıbbi Tekstiller İçin Uygulanan Standart Testler.....                     | 54   |
| 3. TEKSTİL MALZEMELERİNİN YÜZEY MODİFİKASYONLARINDA KULLANILAN YÖNTEMLER..... | 57   |
| 3.1 Kimyasal Yöntemler .....                                                  | 57   |
| 3.2 Biyokimyasal Yöntemler.....                                               | 58   |
| 3.3 Fizikokimyasal Yöntemler .....                                            | 59   |
| 3.3.1 Isıl işlemler.....                                                      | 59   |
| 3.3.2 UV radyasyonu .....                                                     | 59   |

|                                                                        |            |
|------------------------------------------------------------------------|------------|
| 3.3.3 Elektron demeti bombardımanı .....                               | 60         |
| 3.3.4 $\gamma$ Radyasyonu .....                                        | 61         |
| 3.3.5 İyon demeti bombardımanı .....                                   | 61         |
| 3.3.6 Plazma .....                                                     | 63         |
| 3.3.6.1 Plazmanın tanımı ve temel özellikleri .....                    | 63         |
| 3.3.6.2 Plazmaların sınıflandırılması .....                            | 64         |
| 3.3.6.3 Plazma işlemine etki eden parametreler .....                   | 68         |
| 3.3.6.4 Plazma işlemi sonunda elde edilen etkiler .....                | 70         |
| 3.3.6.5 Plazmanın kullanım alanları .....                              | 72         |
| 3.3.7 Korona boşalması (deşarjı) .....                                 | 83         |
| 3.3.8 Ozon .....                                                       | 84         |
| 3.3.9 Lazer .....                                                      | 85         |
| <b>4. LAMİNASYON .....</b>                                             | <b>87</b>  |
| 4.1 Kumaş Laminasyonunda Kullanılan Malzemeler ve Özellikleri .....    | 88         |
| 4.1.1 Tekstil yapıları .....                                           | 88         |
| 4.1.2 Laminasyon malzemeleri .....                                     | 90         |
| 4.1.2.1 Gözenekli filmler .....                                        | 90         |
| 4.1.2.2 Poliüretan köpük .....                                         | 92         |
| 4.1.2.3 Poliolefin köpük .....                                         | 93         |
| 4.1.2.4 PVC köpük .....                                                | 93         |
| 4.1.3 Yapışkanlar .....                                                | 93         |
| 4.1.3.1 Yapışmanın mekanizması .....                                   | 93         |
| 4.1.3.2 Yapışkan tipleri .....                                         | 94         |
| 4.2 Laminasyon üretim yöntemleri .....                                 | 96         |
| 4.2.1 Alevle laminasyon .....                                          | 97         |
| 4.2.2 Sıcak eriyik laminasyon .....                                    | 98         |
| 4.2.2.1 Düz yatak laminatörler - silindirler .....                     | 98         |
| 4.2.2.2 IR ısıtıcı .....                                               | 98         |
| 4.2.2.3 Toz saçma .....                                                | 99         |
| 4.2.2.4 Kuru toz baskı (Nokta toz) .....                               | 99         |
| 4.2.2.5 Rotasyon şablon nokta baskı .....                              | 100        |
| 4.2.2.6 Yapışkan patın rakle ile uygulanması .....                     | 100        |
| 4.2.2.7 Eriyik baskı gravür - silindir .....                           | 100        |
| 4.2.2.8 Sıcak eriyik şablon uygulama .....                             | 101        |
| 4.2.2.9 Yarıkalıplı ekstrüder .....                                    | 101        |
| 4.2.2.10 Sprey uygulama .....                                          | 102        |
| 4.3 Lamine Kumaş Ürünlerinin Tıbbi Kullanımı .....                     | 103        |
| 4.4 Laminasyonun Çevreye Etkisi .....                                  | 103        |
| <b>5. DENEYSEL ÇALIŞMA .....</b>                                       | <b>105</b> |
| 5.1 Malzeme .....                                                      | 105        |
| 5.1.1 Dokusuz yüzeyler .....                                           | 105        |
| 5.1.2 Antimikrobiyel kimyasallar .....                                 | 107        |
| 5.1.2.1 ISys (Akıllı Sistemler-Intelligent Systems) apre maddesi ..... | 107        |
| 5.1.2.2 Reputex 20 apre maddesi .....                                  | 108        |
| 5.1.3 Laminasyon için kullanılan hot-melt malzeme .....                | 108        |
| 5.1.4 Makina .....                                                     | 108        |
| 5.2 Metod .....                                                        | 109        |
| 5.2.1 Plazma yöntemi ile polipropilenin hidrofilleştirilmesi .....     | 109        |
| 5.2.2 Antimikrobiyel apre maddelerinin uygulanması .....               | 110        |
| 5.2.2.1 ISys antimikrobiyel apre maddesinin uygulanması .....          | 110        |

|                                                                     |            |
|---------------------------------------------------------------------|------------|
| 5.2.2.2 Reputex 20 antimikrobiyel apre maddesinin uygulanması ..... | 110        |
| 5.2.3 Kurutma ve fikseleme .....                                    | 110        |
| 5.2.4 Laminasyon işlemi .....                                       | 111        |
| <b>6. BULGULAR VE DEĞERLENDİRMELER .....</b>                        | <b>113</b> |
| 6.1 Sıvı Transferi ve Geri Islatma Testleri .....                   | 115        |
| 6.2 Gramaj ve Kalınlık Ölçüm Testleri .....                         | 121        |
| 6.3 Kopma Mukavemeti Testi .....                                    | 125        |
| 6.4 Yırtılma Mukavemeti Testi .....                                 | 127        |
| 6.5 Uzama Testi.....                                                | 131        |
| 6.6 Hava Geçirgenliği Testi.....                                    | 133        |
| 6.7 Su Buharı Geçirgenliği Testi .....                              | 134        |
| 6.8 Antimikrobiyel Test .....                                       | 135        |
| 6.9 Maliyet Analizi.....                                            | 136        |
| <b>7. SONUÇ.....</b>                                                | <b>139</b> |
| <b>KAYNAKLAR .....</b>                                              | <b>143</b> |



## KISALTMALAR

|                 |                                                          |
|-----------------|----------------------------------------------------------|
| <b>ABD</b>      | : Amerika Birleşik Devletleri                            |
| <b>ASTM</b>     | : American Standarts and Test Methods                    |
| <b>AATCC</b>    | : American Association of Textile Chemists and Colorists |
| <b>ATR-FTIR</b> | : Attenuated Total Reflection Fourier Transform Infrared |
| <b>AMS</b>      | : AGEIS Microbe Shield                                   |
| <b>BS</b>       | : British Standarts                                      |
| <b>BTTG</b>     | : The British Textile Technology Group                   |
| <b>DNA</b>      | : Deoksiribonükleik asit                                 |
| <b>DBD</b>      | : Dielectric Barrier Discharge                           |
| <b>EDANA</b>    | : European Disposables and Nonwovens Association         |
| <b>ENR</b>      | : Enrofloksasilin                                        |
| <b>EPA</b>      | : Environmental Protection Agency                        |
| <b>EN</b>       | : European Norms                                         |
| <b>ELV</b>      | : End of Life Vehicles                                   |
| <b>EVA</b>      | : EtilenVinilAsetat                                      |
| <b>FR</b>       | : Flame Retardency                                       |
| <b>FIBC</b>     | : Flexiable Intermediate Bulk Containers                 |
| <b>HEPA</b>     | : High Efficiency Particulate Arresting                  |
| <b>HDMS</b>     | : Hegzametildisilokzan                                   |
| <b>INDA</b>     | : Association of The Nonwovens Fabric Industry           |
| <b>ISO</b>      | : International Standardization Organization             |
| <b>IR</b>       | : InfraRed                                               |
| <b>LTD</b>      | : Lokal Termodinamik Denge                               |
| <b>MDMH</b>     | : Monometilol-5.5-dimetilalanin                          |
| <b>PP</b>       | : Polipropilen                                           |
| <b>PET</b>      | : Polietilenteraftalat                                   |
| <b>PA</b>       | : Poliamid                                               |
| <b>PVA</b>      | : Polivinilalkol                                         |
| <b>PVC</b>      | : Polivinilklorür                                        |
| <b>PTFE</b>     | : Polytetrafluoroethylene                                |
| <b>PHMB</b>     | : Polihegzametenbiguanid                                 |
| <b>RF</b>       | : Radyo Frekansı                                         |
| <b>SEM</b>      | : Scanning Electron Microscope                           |
| <b>UHMW-PE</b>  | : Ultra High Molecular Weight Polietilen                 |
| <b>UV</b>       | : Ultraviyole                                            |
| <b>XPS</b>      | : X-ray Photoelectron Spectroscopy                       |



## ÇİZELGE LİSTESİ

### Sayfa

|                                                                                |     |
|--------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Çizelge 1.1 : Hastane enfeksiyonlarının neden olduğu ek yatış süresi. ....     | 2   |
| Çizelge 2.1 : Bölgelere göre dünya dokusuz yüzey üretimi. ....                 | 7   |
| Çizelge 2.2 : Bazı bakteri ve mantar türleri. ....                             | 29  |
| Çizelge 2.3 : Polipropilen lifi bazı fiziksel özellikleri. ....                | 48  |
| Çizelge 2.4 : Poliester lifinin çeşitli fiziksel ve kimyasal özellikleri. .... | 52  |
| Çizelge 5.1 : Çalışmada kullanılan dokusuz yüzeyler. ....                      | 106 |
| Çizelge 5.2 : Plazma işlem parametreleri. ....                                 | 109 |
| Çizelge 5.3 : Antibakteriyel apre uygulama şartları. ....                      | 110 |
| Çizelge 6.1 : Uygulanan testler ve kullanılan standartlar. ....                | 113 |
| Çizelge 6.2 : Sıvı transferi test sonuçları. ....                              | 116 |
| Çizelge 6.3 : Geri ıslatma test sonuçları. ....                                | 118 |
| Çizelge 6.4 : Gramaj testi sonuçları. ....                                     | 122 |
| Çizelge 6.5 : Kalınlık testi sonuçları. ....                                   | 124 |
| Çizelge 6.6 : Kopma mukavemeti testi sonuçları. ....                           | 126 |
| Çizelge 6.7 : Yırtılma mukavemeti testi sonuçları. ....                        | 129 |
| Çizelge 6.8 : Uzama testi sonuçları. ....                                      | 132 |
| Çizelge 6.9 : Hava geçirgenliği test sonuçları. ....                           | 133 |
| Çizelge 6.10 : Su buharı geçirgenliği test sonuçları. ....                     | 134 |
| Çizelge 6.11 : Antibakteriyel test sonuçları. ....                             | 136 |
| Çizelge 6.12 : Hastanelerde kullanılan çarşafların maliyeti. ....              | 137 |
| Çizelge 6.13 : Başarılı şamine çarşaf kombinasyonlarının maliyeti (TL) ....    | 137 |



## ŞEKİL LİSTESİ

### Sayfa

|                                                                                            |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Şekil 1.1 : Selülozun yapısı.....                                                          | 3   |
| Şekil 2.1 : Dünyada tüketilen teknik tekstillerin 2000 yılı dağılımı. ....                 | 6   |
| Şekil 2.2 : Teknik tekstil kullanım tahminleri (10 <sup>6</sup> .Ton-D.Rugby Assoc.). .... | 6   |
| Şekil 2.3 : Dünya dokusuz yüzey pazarı. ....                                               | 8   |
| Şekil 2.4 : Dokusuz yüzey üretim ana aşamaları. ....                                       | 10  |
| Şekil 2.5 : Havalı serme tekniği. ....                                                     | 13  |
| Şekil 2.6 : Spunbond tekniği. ....                                                         | 15  |
| Şekil 2.7 : İğneleme. ....                                                                 | 18  |
| Şekil 2.8 : Toplatma işleminin akışı (Kamath ve Arkadaşları, 2004). ....                   | 20  |
| Şekil 2.9 : Krepleme işlemi ( Kamath ve Arkadaşları, 2004). ....                           | 21  |
| Şekil 2.10 : İki ve üç silindirli kalandırlar. ....                                        | 22  |
| Şekil 2.11 : Antimikrobiyel ürünlerin kullanım alanları.....                               | 27  |
| Şekil 2.12 : Mikropların tekstiller üzerindeki etkileri.....                               | 30  |
| Şekil 2.13 : Biyostat ve biyosidlerin mikroorganizmalar üzerindeki etkisi. ....            | 31  |
| Şekil 2.14 : Çeşitli antimikrobiyel kimyasal yapılar.....                                  | 32  |
| Şekil 2.15 : Triklosanın yapısı. ....                                                      | 33  |
| Şekil 2.16 : Gentamisinin yapısı. ....                                                     | 34  |
| Şekil 2.17 : Sentetik zeolit yapısı.....                                                   | 34  |
| Şekil 2.18 : Rejenerasyon mekanizması. ....                                                | 36  |
| Şekil 2.19 : MDMH'ın rejenerasyon mekanizması. ....                                        | 36  |
| Şekil 2.20 : MDMH'ın yapısı. ....                                                          | 37  |
| Şekil 2.21 : Kitosanın yapısı. ....                                                        | 37  |
| Şekil 2.22 : AEGIS mikrop kalkanı (AMS) yapısı. ....                                       | 38  |
| Şekil 2.23 : Polipropilen polimerizasyonu.....                                             | 47  |
| Şekil 2.24 : Beton takviyesinde kullanılan polipropilenin boşluklu yapısı. ....            | 50  |
| Şekil 2.25 : Lif takviyesiz ve lif takviyeli beton.....                                    | 50  |
| Şekil 2.26 : Uçuntu oluşturma testi.....                                                   | 54  |
| Şekil 2.27 : Kuru ve yaş mikrobiyel penetrasyona karşı direnç testi. ....                  | 55  |
| Şekil 2.28 : Mikrobiyal temizlik testi. ....                                               | 55  |
| Şekil 3.1: Doğal plazma.....                                                               | 64  |
| Şekil 4.1 : Sıcak eriyik uygulama metotları.....                                           | 103 |
| Şekil 4.2 : Atık kullanımı.....                                                            | 104 |
| Şekil 6.1 : Ortalama sıvı transferi süreleri (5 ml Test Sıvısı). ....                      | 117 |
| Şekil 6.2 : Ortalama sıvı transferi süreleri (22 ml Test Sıvısı). ....                     | 117 |
| Şekil 6.3 : Ortalama geri ıslatma miktarları (g) (5 ml Test Sıvısı). ....                  | 119 |
| Şekil 6.4 : Ortalama geri ıslatma miktarları (g) (22 ml Test Sıvısı). ....                 | 119 |
| Şekil 6.5 : Sıvı transferi ve yeniden ıslatma testleri için LISTER AC. ....                | 120 |
| Şekil 6.6 : Sıvı transferi ve yeniden ıslatma testleri için LISTER AC. ....                | 121 |
| Şekil 6.7 : Ortalama gramaj değerleri. ....                                                | 123 |
| Şekil 6.8 : Kalınlık gramaj arası ilişki. ....                                             | 125 |
| Şekil 6.9 : Ortalama kopma mukavemeti değerleri. ....                                      | 127 |

|                                                                           |     |
|---------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>Şekil 6.10 :</b> Birim ağırlık / kopma mukavemeti ilişkisi. ....       | 127 |
| <b>Şekil 6.11 :</b> Ortalama yırtılma mukavemeti değerleri. ....          | 130 |
| <b>Şekil 6.12 :</b> Kopma mukavemeti / yırtılma mukavemeti ilişkisi. .... | 131 |
| <b>Şekil 6.13 :</b> Ortalama uzama değerleri. ....                        | 133 |
| <b>Şekil 6.14 :</b> Ortalama hava geçirgenliği değerleri. ....            | 134 |
| <b>Şekil 6.15 :</b> Ortalama su buharı geçirgenliği değerleri. ....       | 135 |
| <b>Şekil 6.16 :</b> S.Aureus ile antibakteriyel test. ....                | 136 |

## **TEK KULLANIMLIK HİDROFİL ANTİMİKROBİYEL DOKUSUZ YÜZEY LAMİNE ÇARŞAF**

### **ÖZET**

“Tek Kullanımlık Hidrofil Antimikrobiyel Dokusuz Yüzey Lamine Çarşaf” ile hastanelerde hasta kalış süresince enfeksiyonların hastalara ve/ veya diğer kişilere çarşaf yoluyla bulaşmasının önlenebileceği öngörülmektedir. Çünkü hastanelerde kullanılan geleneksel pamuklu çarşaf lar antimikrobiyel etkiye sahip olmadığı gibi mikrop üremesi için de açık ortam yaratmaktadır. Ayrıca maliyetleri sebebiyle tek kullanımlık değildirler ve en az 30-50 arası yıkamak gerekir. Lamine çarşaf kullanıldığında ise antimikrobiyel korumanın yanısıra maliyet avantajı da sağlayacaktır.

Tez konusu lamine çarşaf, sıcaklıkla eritme (hot-melt) tekniği ile birbirine yapıştırılmış (lamine edilmiş) üç ayrı dokusuz yüzeyden meydana gelmektedir. Üst dokusuz yüzeyler spunbond ve termal bond teknolojisi ile üretilmiş farklı gramajlardaki % 100 Polipropilen elyaftan mamuldür. Alt dokusuz yüzeyler ise sıvı geçişini önleyecek şekilde spunbond %100 Polipropilen malzemeden üretilmiştir. Spunbond Polipropilen üst yüzeylerin hidrofilleştirilmesi için plazma teknolojisi kullanılmıştır. Üst yüzey olarak kullanılan termalbond dokusuz yüzeyler ise kimyasal olarak hidrofil edilmiş halde temin edilmiştir. Ara yüzey olarak yüksek sıvı emme kabiliyetine sahip % 100 viskon elyaftan mamul farklı gramajlarda dokusuz yüzeyler kullanılmıştır. Her üç yüzeyin birbirine yapıştırılması, ara katmanlarda etilenvinilasetat esaslı sıcaklıkla eriyebilen bir dokusuz yüzey kullanılarak, sıcak pres tekniği ile gerçekleştirilmiştir. Antimikrobiyel etki ise hidrofilleştirilmiş üst yüzeye gümüş ve antibiyotik esaslı kimyasalların emdirme metoduna göre uygulanması ile temin edilmiştir. Bütün yapılan çalışmaların ISO ve BS standartlarında kalite ve performans testleri gerçekleştirilmiştir.



# **DISPOSABLE      HYDROPHILIC      ANTIMICROBIAL      LAMINATED NONWOVEN BED SHEET**

## **SUMMARY**

By the “Disposable Hydrophilic-Antimicrobial Laminated Nonwoven Bed Sheet” transmissions of infections to patients and/ or others through bed sheets during staying period is being foresighted. Because the traditional bed sheets made of cotton used in hospitals does not have any antimicrobial effect and are very suitable mediums for microbes to survive. In addition, due to their costs they are not disposable and have to be washed minimum 30-50 times. If disposable hydrophilic-antimicrobial laminated nonwoven bed sheets are used, both antimicrobial protection and cost advantage will be occurred.

Disposable bed sheet which is the subject of the thesis is consist of three layers which are laminated to each other by hot-melt technique. Upper and lower layers are different weights of 100 % polypropylene produced by spunbond technology. Plasma technology has been used to make the hydrophobic polypropylene upper layers hydrophilic. Additionally, as upper layers, 100 % polypropylene sheets on which chemical hydrophilic finish exist, produced by thermalbond technology have been used. As medium layer, different weights of 100 % viscose sheets which have high liquid suction capacity have been used. Hot press technique has been used to laminate all three layers by the use of etylenevinylacetate hot-melt sheets in between them. Antimicrobial effect has been reached by the impregnation of silver and antibiotic based chemicals onto hydrophilic surface of upper layers. Quality control and performance tests of all these works have been done according to ISO and BS norms.



## 1. GİRİŞ

Hastane enfeksiyonları, genel olarak enfeksiyon dışında bir nedenle hastaneye başvuran hastada, hastanede gelişen enfeksiyon olarak bilinmektedir. Hasta, hastaneye yattığı dönemde inkübasyon döneminde değilse veya o enfeksiyonun belirti ve bulguları yoksa hastanede ortaya çıkan enfeksiyonlar hastane enfeksiyonu olarak değerlendirilir. Hastane enfeksiyonları genel olarak hasta hastaneye yattıktan sonra 48-72 saat içinde veya taburcu olduktan sonraki 10 günlük dönemde ortaya çıkmaktadır. Hastane hizmetlerindeki gelişmelere rağmen; yatan hastalardaki enfeksiyonlar tüm dünyada görülmeye devam etmektedir ve ölüm riski artmaktadır. Bu durumdan hastane personeli de etkilenebilmektedir. Hastane enfeksiyonları, hem hasta hem de çevresi için önemli bir tehdit oluşturmaktadır.

Hastane kaynaklı enfeksiyonlar hastalarda fonksiyonel bozukluklara, duygusal strese, yaşam kalitesinin düşmesine veya ölüme neden olabilmektedir. Hastalıklar, ziyaretçiler ya da çalışanlar vasıtasıyla topluma yayılabilmektedir. Ayrıca hastanede yatış süresinin uzaması, iş kaybı oluşması, ilaç kullanımının artması, izolasyon ihtiyacının olması, ekstra laboratuvar ve tanı yöntemleri kullanılması gibi nedenlerden dolayı ekonomik yükü de artırmaktadır. Hastaneye yatan hastaların %5-15' inde hastane enfeksiyonu geliştiği tespit edilmiştir. Türkiye'de bu enfeksiyonların görülme sıklığı yatan hasta sayısının %1-16.5' i arasında değiştiği görülmektedir.

ABD'de yılda yaklaşık 2 milyon hastane enfeksiyonu geliştiği ve 90.000 kişinin bu yüzden hayatını kaybettiği bilinmektedir. Hastane enfeksiyonlarının ABD'ye yıllık mali yükü 6.7 milyar dolar civarındadır. Bu rakam İngiltere'de 1.7 milyar dolar düzeyindedir. Sadece 4 milyon nüfusa sahip Norveç'e yükü ise 132 milyon dolar olarak kaydedilmiştir. Türkiye'de ise hastane enfeksiyonlarının maliyetinin 1500 USD / hasta olduğu saptanmıştır. Hastane enfeksiyonları nedeniyle hastaların hastanede kalış süreleri ise 4 - 33.5 gün arasındadır. Bu oranın ülkelere göre dağılımı Çizelge 1.1' de verilmiştir.

**Çizelge 1.1 : Hastane enfeksiyonlarının neden olduğu ek yatış süresi.**

| Çalışma            | Ülke      | Ek yatış (gün) |
|--------------------|-----------|----------------|
| 1974 (Westwood)    | ABD       | 22.0           |
| 1980 (Haley)       | ABD       | 13.4           |
| 1991 (French)      | Hong Kong | 23.4           |
| 1993 (Diaz-Molina) | İspanya   | 4.3            |
| 1995 (Erbaydar)    | Türkiye   | 10.6           |
| 1997 (Yalçın)      | Türkiye   | 20.3           |
| 1997 (Leroyer)*    | Fransa    | 5.2            |
| 1998 (Orrett)      | Trinidad  | 33.5           |
| 1998 (Andersen)    | Norveç    | 4.0            |
| 1999 (Navarette)*  | Meksika   | 9.6            |
| 1999 (J Munoz)*    | Meksika   | 7.4            |
| 2001 (Plowman)     | İngiltere | 11.0           |
| 2005 (Chen)        | Tayvan    | 18.2           |

\* Pediatri.

Bu çalışmada, özellikle hastanelerde kullanılmak üzere, enfeksiyonların çarşaf yoluyla insanlara bulaşmasını önlemek amacıyla, üst yüzeyi hidrofil ve antimikrobiyel özellikli, ara yüzeyi yüksek sıvı emme kapasitesine sahip ve alt yüzeyi emilen sıvının yatağa bulaşmasını önleyecek şekilde hidrofob özellikli, laminasyon teknolojisi ile üretilmiş bir çarşaf geliştirilmiştir.

Bu sayede hastane enfeksiyonu ve yatan hasta enfeksiyonunun diğer hasta ve yakınlarına bulaşma riski ortadan kaldırılmış olacaktır. Tek kullanımlık olması sebebiyle hasta ve yakınları için sürekli hijyen temin edecektir.

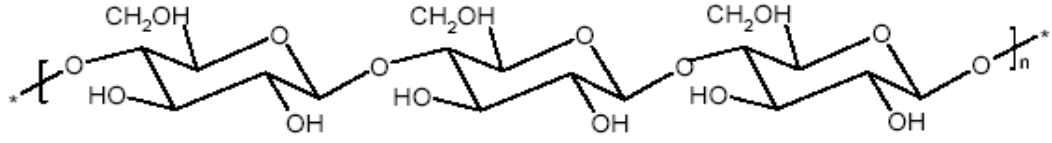
Ayrıca yıkanmayacağı için klasik pamuklu yatak çarşaflarına göre su, yıkama kimyasalları ve enerji sarfiyatına sebep olmayacak, dolayısıyla çevre sağlığını tehdit etmeyecek, çevreyle dost bir ürün olacaktır.

## **1.1 Hastanelerde Kullanılan Çarşafların İncelenmesi**

Ülkemizde hastanelerde, çarşaf olarak, genellikle evlerde de kullanılan, bez ayağı veya saten dokuma %100 pamuklu kumaşlar kullanılmaktadır. Çok fazla olmamakla birlikte Pamuk/ Polyester karışımları da kullanılabilmektedir (Ünal, 2009).

### **1.1.1 %100 pamuklu kumaşlar**

Pamuğun yapı taşı selülozdur. Selüloz ise temel yapı taşı glikoz olan bir polisakkarittir. Selüloz makromolekülleri, pek çok  $\beta$ -D glikopiranoz yapı taşının 1. ve 4. karbon atomları üzerinden oksijen köprüleri ile bağlanması sonucu oluşur.



**Şekil 1.1 : Selülozun yapısı.**

Pamuk yapısında bulunan hidroksil (-OH) grupları nedeniyle hidrofiliktir. Hidroksil grupları nedeniyle polar bir yapı kazanan pamuk, bu nedenle su molekülleri için çekici özelliktedir. Emicilik, ter ve diğer vücut sıvılarını tutmak açısından iyi bir özellik teşkil etmektedir, ancak bakterilerin bu su molekülleri ile taşınması mümkün olduğundan pamuk elyaf enfeksiyonlara karşı açık bir malzemedir.

### **1.1.2 Pamuk / Polyester karışımı kumaşlar**

Pamuk/ Polyester karışımları, pamuğun su emicilik ve doğallık özellikleri ile polyesterin sağlamlık özelliklerinden bir arada yararlanmak amacıyla kullanılmaktadır. Bu tür çarşafklar daha uzun süre kullanılabilirler. Antimikrobiyel olarak %100 pamuklu kumaşla benzer özellik göstermektedirler (Ünal, 2009).



## 2. TEKNİK TEKSTİLLER

### 2.1 Teknik Tekstillerin Tanımı ve Uygulama Alanları

Teknik tekstiller, estetik veya dekoratif özelliklerinden çok sahip oldukları teknik ve performans özellikleri için imal edilen tekstil malzemeleridir. Özel olarak tasarlanan, herhangi bir üründe, belli bir işlemin içinde veya tek başına belirli bir özelliği yerine getirmek amacıyla kullanılan malzemelere teknik tekstiller denilmektedir (Dandik ve Müjdecı, 2005). Teknik tekstiller son 30 yılda, dünyada yıllık %7-15 oranında büyüyen dev bir sektör olmuştur. Çeşitli liflere uygulanan ileri teknikler sonucu artık hijyen, yapı teknolojisi, temizlik, tıp, mobilya, dekorasyon, jeotekstil gibi pek çok alanda kullanılmaktadır (Usta, 2004).

Kullanım alanları olarak başlıca üç gruba ayrılabilirler:

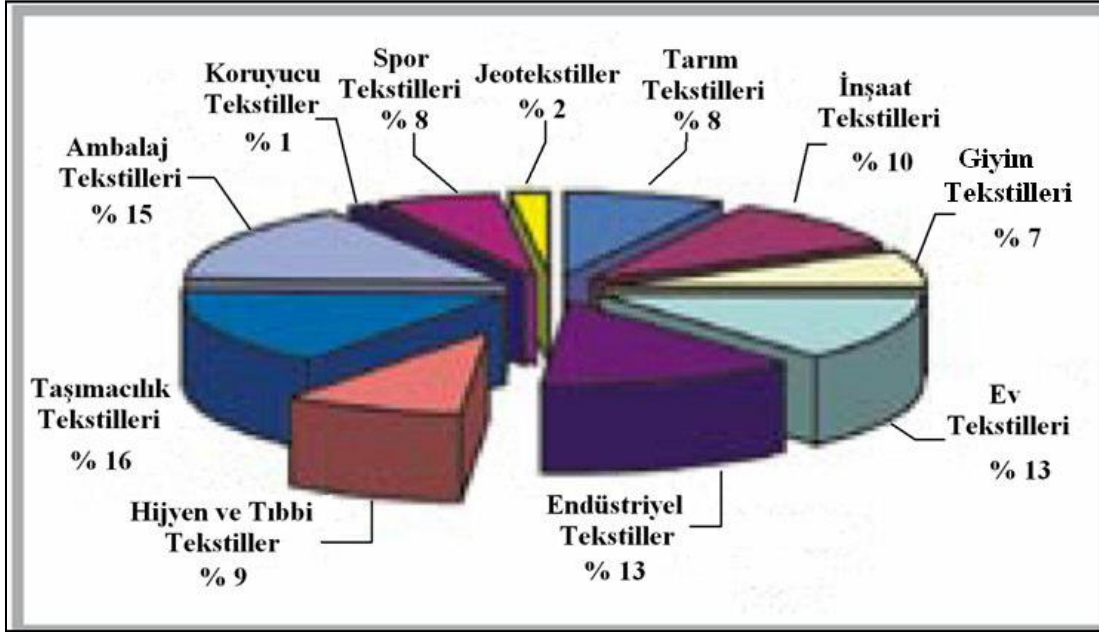
1. Endüstriyel bir ürünün bileşeni olarak: Araba lastiğinde kullanılan kord bezi, uzay roket motorlarında kullanılan karbon elyafı gibi
2. Herhangi bir işlemde malzeme olarak: Diyaliz makinelerindeki filtreler, yol yapımında kullanılan gözenekli filmler, suni damarlar gibi.
3. Bir veya daha fazla özelliği yerine getirecek şekilde tek başına kullanılanlar: Su geçirmezlik apresi ile kaplanmış kumaşlar, güç tutuşur kumaşlar, antimikrobiyel kumaşlar gibi (Yıldırım ve Arkadaşları, 2006).

Teknik tekstillerin 12 temel uygulama alanı bulunmaktadır (DRA, 2005). Bunlar:

- AGROTECH : Tarım, bahçecilik ve ormancılık,
- BUILDTECH : Bina ve inşaat,
- CLOTHTECH : Ayakkabı ve giysilerin teknik bileşenleri,
- GEOTECH : Jeotekstiller ve inşaat mühendisliği,
- HOMETECH : Mobilya, döşemelik ve yer kaplamalarının bileşenleri,
- INDUTECH : Filtrasyon, temizleme ve diğer endüstriyel kullanımlar,
- MEDTECH : Hijyen ve tıbbi kullanımlar,
- MOBILTECH : Otomobiller, gemiler, demir yolları ve roketler,

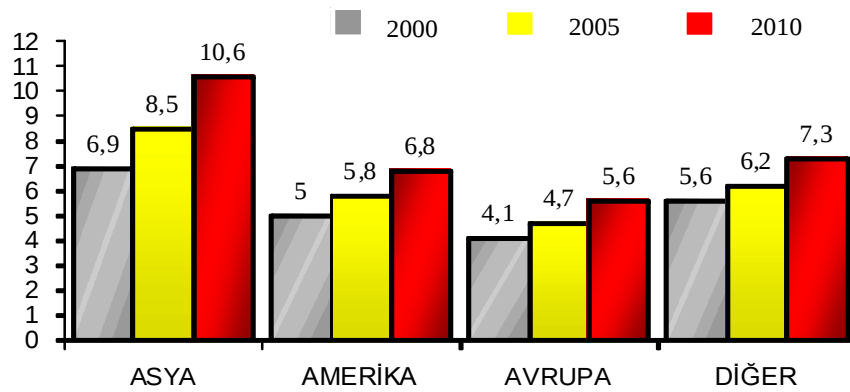
- OEKOTECH : Çevre koruması uygulamaları,
- PACKTECH : Ambalajlama,
- PROTECH : Kişisel korunma ve mülkiyet koruması,
- SPORTECH : Spor ve boş zaman uygulamalarıdır.

Şekil 2.1 dünyada tüketilen teknik tekstillerin 2000 yılı itibarıyla dağılımını göstermektedir.



Şekil 2.1 : Dünyada tüketilen teknik tekstillerin 2000 yılı dağılımı.

Bölgeler itibarıyla dünyadaki teknik tekstil kullanımı ise Şekil 2.2' de verilmiştir.



Şekil 2.2 : Teknik tekstil kullanım tahminleri (10<sup>6</sup>.Ton-D.Rigby Assoc.).

Teknik tekstillerin ülkeler bazındaki dökümü şöyledir (Dandik ve Müjdecı, 2005):

Kuzey Amerika'daki teknik tekstil endüstrisi dünyadaki en büyük teknik tekstil endüstrisidir. Dünya çapındaki pazar payının %30' una sahiptir (Horrocks ve Anand, 2000).

Güney Amerika ve Brezilya'da üretimin yaklaşık %50' si teknik tekstil sektörüne aittir. Brezilya, Güney Amerika'nın kalbi durumundadır. Özellikle hijyen ve tıbbi tekstiller uygulama alanları genişledikçe pazarda artan oranda kullanılmaktadır (Horrocks ve Anand, 2000).

Asya'daki gelişmekte olan ülkeler, bu alandaki pazar gelişiminde rekabet için henüz yeteri kadar nitelikli halde olmadıklarından birçok can alıcı teknolojik noktalarda gelişmeye ihtiyaç duymaktadırlar (Horrocks ve Anand, 2000).

Japonya hem Ar-Ge hem de teknik tekstil üretimi açısından dünya lideridir. Ancak son yıllarda diğer ülkelerde gerçekleştirilen teknik gelişmeler Japonya'yı pazarlama yönü daha yüksek teknik seviyeli ürünler ortaya çıkarmakta zorlamaktadır (Horrocks ve Anand, 2000).

Günümüzde Çizelge 2.1'de de görüldüğü gibi Dünya dokusuz yüzey üretiminin çok önemli bir kısmının Kuzey Amerika, Batı Avrupa ve Asya – Pasifik bölgesinde üretildiği gözlenmektedir

**Çizelge 2.1 : Bölgelere göre dünya dokusuz yüzey üretimi.**

|               | 2004 | 2009 | Büyüme Oranı |
|---------------|------|------|--------------|
| Kuzey Amerika | 1.16 | 1.54 | 32.76%       |
| Batı Avrupa   | 1.36 | 1.87 | 37.50%       |
| Japonya       | 0.31 | 0.39 | 25.81%       |
| Asya Pasifik  | 1.02 | 1.72 | 68.63%       |
| Latin Amerika | 0.31 | 0.43 | 38.71%       |
| Orta Doğu     | 0.18 | 0.38 | 111.11%      |
| Diğer Ülkeler | 0.09 | 0.18 | 100.00%      |
| Dünya         | 4.43 | 6.51 | 46.95%       |

Kaynakça: INDA ve EDANA 2004 tahminleri

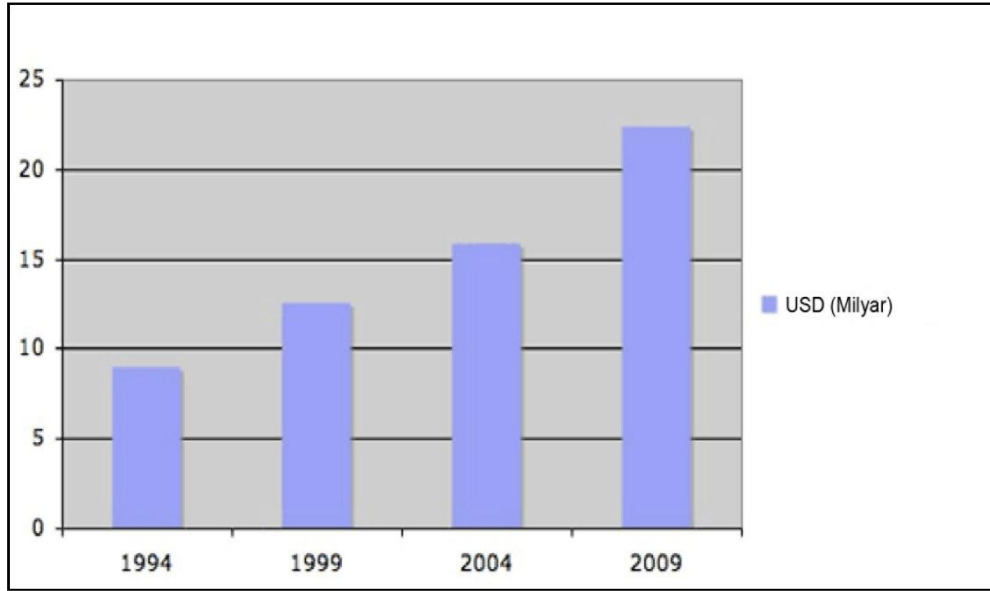
## 2.2 Teknik Tekstil Amaçlı Dokusuz Yüzeyler

Dokusuz tekstil yüzeylerinin üretimi sanıldığı gibi yeni değildir. Dokuma yoluyla tekstil mamullerin üretiminden önce insanoğlu tekstil ve giyim ihtiyaçlarını yünden çeşitli kimyasal maddeler yardımıyla, ayakla ezme veya tokmakla dövme gibi mekanik etkileri kullanarak ilk çağlarda üretmekteydi (keçe üretimi). Ancak dokuma ve örme teknolojilerinin geliştirilmesi ile bu eski teknik bir anda ikinci plana

itilmiştir. 2. Dünya Savaşından sonra sentetik lif ve inşaat sektörünün hızla gelişmesi ile dokusuz yüzey teknolojisi yeniden doğmuş ve dokuma ve örme sektörlerini gerilerde bırakmıştır (Dandik ve Müjdeci, 2005).

Giderek artan hayat temposunda yaşamın kolaylaştırılmasına hizmet eden dokusuz yüzey ürünlerine olan ihtiyaç sürekli artmakta ve ürün yelpazesine her gün yenileri eklenmektedir (Cevahiroğlu, 1994).

Dokusuz yüzey sanayinin toplam cirosu son 15 yıl içinde yaklaşık dört kat büyümüştür (Şekil 2.3). 1994’de yıllık toplam 7 milyar dolar civarında olan pazar değerinin bu yıl sonunda 23 milyar dolar civarında olacağı tahmin edilmektedir ([http://www.nonwovens-industry.com/market\\_reports](http://www.nonwovens-industry.com/market_reports), 2009).



Şekil 2.3 : Dünya dokusuz yüzey pazarı.

### 2.2.1 Dokusuz yüzey tanımı

American Society for Testing Materials - ASTM D111780 tanımı şu şekildedir: Dokusuz yüzeyler, mekanik, kimyasal, ısıl işlemler yardımıyla veya çözücülerle liflerin birbirine bağlanması veya birbiriyle karışması ile oluşturulan tekstil yapılarıdır.

ISO standartlarına göre (ISO 9092: 1988 & CEN Standart: EN 29092), dokusuz yüzey tanımına kâğıt, dokunmuş, örülmüş, tafting yüzeyler, dikişle birleştirilmiş iplik veya keçeler ve/veya yüzeyler girmemektedir. Yine bu standarda göre dokusuz yüzey; kesikli veya sonsuz halde, doğal ya da yapay liflerden oluşturulmuş, liflerin

yönlendirildiği veya rastgele düzenlendiği ve birçok bağlama tekniklerinden herhangi birisi ile bağlanmış tabaka veya yüzeyler şeklinde tanımlanmaktadır (Philip, 2000).

Bu tanımı EDANA (European Disposables and Nonwovens Association, [www.edana.org/story.cfm?section=edana](http://www.edana.org/story.cfm?section=edana) , 26.09.2005 ) ve INDA (Association of the Nonwovens Fabrics Industry, [www.inda.org/category/nwn\\_index](http://www.inda.org/category/nwn_index) , 02.09.2005) da desteklemektedir.

Malzeme aşağıdaki özelliklere sahipse dokusuz yüzey olarak tanımlanmaktadır. EDANA ve INDA tarafından belirlenen bu özellikleri şöyle sıralayabiliriz:

1. Lifli miktar, tüm dokunun %50'sinden fazlasını meydana getiriyorsa ve lif uzunluğun çapına oranı 300'den büyük ise, ya da
2. Dokunun lifli miktarı toplam kütlenin %30'undan daha fazlaysa ve aşağıdaki ölçütlerden birini veya ikisini yerine getiriyorsa,
  - Uzunluğun çapına oranı 600' den fazla ise,
  - Dokunun yoğunluğu  $0.4 \text{ g/cm}^3$  değerinden az ise,

dokusuz yüzey olarak adlandırılmaktadır (Usta ve Arkadaşları, 2004).

Tanımlardan da anlaşılacağı gibi, dokusuz yüzey ürünler gerek üretim teknikleri gerekse kullanılan hammaddeler bakımından klasik tekstil ürünlerinden çok farklıdır. Dokusuz yüzey ürünlerinin en büyük avantajlarından biri düşük maliyetli olmalarıdır. Bunun en büyük nedeni hammadden çok daha az ara işleme ve yüksek üretim hızlarıyla son ürüne ulaşılabilmesidir. Dokusuz yüzeyler, liflerden en çok yararlanan bir üretim teknolojisine sahiptir. Seçilen lif, büyük oranda üretilecek ürünün özelliklerini belirlemektedir. Lifler, müşteri gereksinimleri, maliyet, işlenebilirlikler, elyaf fiyatları ve son ürün özelliklerine göre seçilmektedir (Duran, 2004).

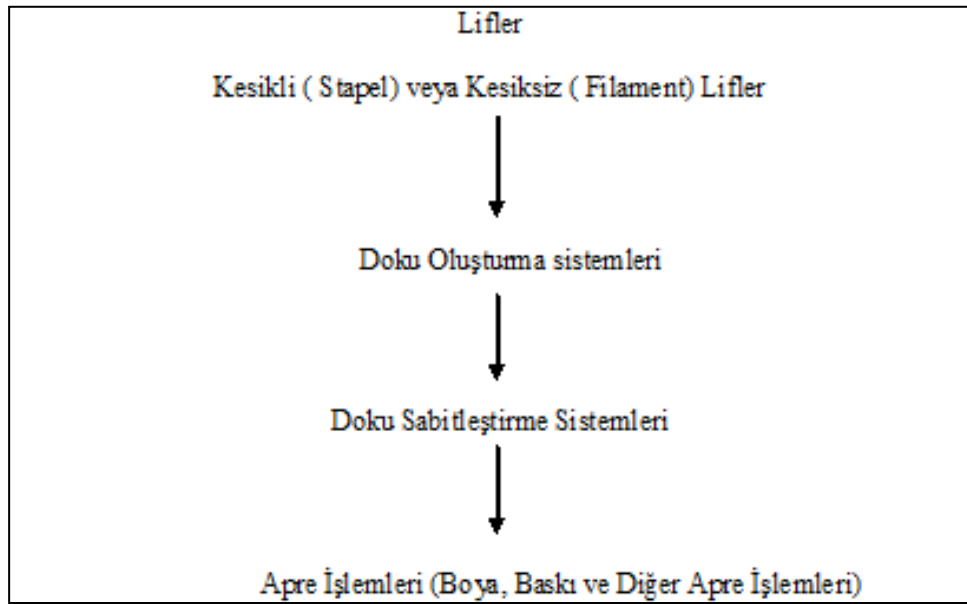
Genel olarak liflerin dokusuz yüzey üzerinde etkili olan özellikleri şunlardır;

- a) Elyaf denye veya boyutu,
- b) Kesit şekli,
- c) Yüzey özellikleri, .
- d) Kıvrım özellikleri,

- e) İçerdiği terbiye (apre) malzemesi,
- f) Nem tutma,
- g) Esneklik,
- h) Mukavemet,
- i) Uzama ( Duran, 2004).

Tıbbi uygulamalarda kullanılan tüm lifler; zehirsiz, işlevsel, sterilize edilebilir, biyo uyumlu olmalı ve alerjik olmamalıdır (Onar, 2005).

Dokusuz yüzey kumaşlarda kullanılan liflerin % 60' ı termoplastik sentetik lifler, % 30 u yapay selüloz, geri kalanı doğal ve diğer liflerden oluşmaktadır. Doğal liflerin son yıllarda daha fazla kullanıldığı ve yapılan tahminlerde artışın devam edeceği açıkça görülmektedir (Daulstrom, 1992). Şekil 2.4'de dokusuz yüzey üretiminin ana aşamaları verilmektedir.



**Şekil 2.4 : Dokusuz yüzey üretim ana aşamaları.**

Dokusuz yüzey üretim teknolojisine bağlı olarak monomerden başlayarak sadece iki aşamada son ürüne ulaşmak mümkündür. Aynı ağırlıktaki dokuma kumaş ile dokusuz yüzey maliyet bakımından karşılaştırıldığında; % 23 maliyet oranlı hammadde her ikisi için gerekirken, dokusuz yüzey için % 18 maliyet oranlı iplik üretim safhası ortadan kalkmaktadır. Bunun yanında, çözgü hazırlama, haşıl ve kumaş sarmadan oluşan %33 maliyet oranlı dokuma harcamaları yerini, %26' lık bir orana sahip yüzey oluşturma işlemlerine bırakmaktadır. Terbiye maliyeti ise

tamamen ortadan kalkmaktadır. Dokusuz yüzeylerde maliyet açısından dezavantaj oluşturacak faktör, ürün yapılarındaki bazı kısıtlamalardır (Emek, 2004 ; [www.gpoabs.com.mx/cricher/history.htm](http://www.gpoabs.com.mx/cricher/history.htm) , 06.10.2005).

Diğer yandan doku oluşturma metotlarının verimliliği karşılaştırıldığında; dokuma yöntemiyle 5-40 (m/ saat), örgü yöntemiyle 100 (m/ saat ), ve mekanik doku oluşturma yöntemiyle 3.000 (m/ saat) üretim yapılırken spunbond dokusuz yüzey yöntemiyle 9.000 (m/ saat) üretim yapılmaktadır (Baykaşoğlu ve Dereli, 2005).

Kısaca, spunbond dokusuz yüzey yönteminin diğer üç yöntemle karşı çok ciddi üstünlüğü olduğu söylenebilir. Ayrıca dokusuz yüzey ile tekstil ürünleri birçok ölçüt açısından değerlendirildiğinde, dokusuz yüzeylerin pek çok yönden üstün olduğu söylenebilir.

### **2.2.2 Dokusuz yüzey pazarı ülkemizdeki durum**

Türkiye'de geleneksel bir dokusuz yüzey kültürü önceden beri mevcuttur. Keçe işlemeden gelen bu kültür hazır giyim ve tekstil ile harmanlanmıştır. Türkiye'deki dokusuz yüzey üretimi, son 4 yıl içinde 2 kat artış göstermiştir. Yapılan kapasite hesaplamalarında, Türkiye'deki yıllık dokusuz yüzey kullanımının, üretimin üstünde gerçekleştiği görülmektedir (Cevahiroğlu, 1994).

Türkiye'de dolaylı veya direkt ihracat yapabilen 92.547 adet tekstil işletmesinin % 5' inin, kısa vadede dokusuz yüzey teknolojilerine yatırım yapması beklenmektedir. Bu ise önümüzdeki birkaç yılda 5 milyar USD yatırım anlamına gelmektedir. Üstelik yalnızca kısa değil orta vade için de gelecek söz konusu olmaktadır (Cevahiroğlu, 1994).

### **2.2.3 Dokusuz yüzey oluşturma teknikleri**

Dokusuz tekstil yüzeylerinin üretiminde prensip olarak üç ana üretim adımı bulunmaktadır. Bunlar:

1. Tülbent oluşumu
2. Tülbent bağlama-sabitleştirme
3. Apre işlemleri

### **2.2.3.1 Tülbent oluşumu**

Dokusuz yüzey üretiminde ilk basamak kesikli veya sonsuz haldeki elyaftan ince bir lif tlbendi oluşturma tır. Daha sonra bu tülbent, katmanlar halinde üst üste getirilerek tabaka halinde vatka oluşturulur. Elyaf vatkası, taşıyıcı veya şekillendirici bant üzerine biriktirilir veya yerleştirilir. Bu faz kuru, yaş, sıkıştırılmış veya eritilmış olabilir. Doku oluşumunda temelde aşağıdaki üç teknik kullanılır (Duran, 2005):

1. Kuru serme
2. Yaş serme
3. Sonsuz elyaftan direk tülbent retimi

#### **Kuru serme**

Bu yöntemle elde edilen dokusuz yüzeylerde tülbent oluşturma adımında tarak makineleri kullanıldığından genellikle "taranmış dokusuz yüzey" olarak bilinmektedirler. Hız ve lif yönlendirme durumuna göre çeşitli varyasyonlar uygulamak mümkün olmaktadır. Serme işleminde 1,2–20 cm uzunluğındaki kesikli elyaf kullanılmaktadır. Özel gereksinimler, farklı denye, uzunluk ve lif tipleri ile karşılanabilmektedir. Kullanılacak lif seçimi çok önemlidir. Lif seçiminde emicilik, aşındırma mukavemeti, patlama mukavemeti, geçirgenlik ve yumuşaklık özellikleri iyi olan lifler kullanılmalıdır.

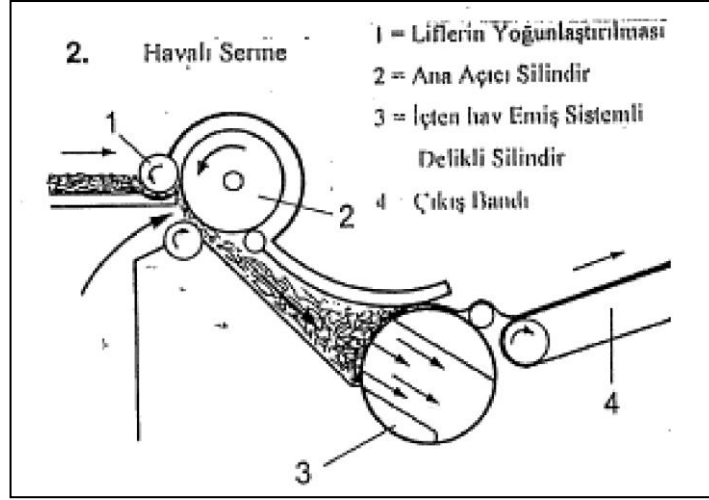
#### **Tarak makinesi (Mekanik yolla kesikli elyaftan tülbent retimi)**

Tarama işleminin amacı elyafın içindeki yabancı maddeleri temizlemek, paralellik sağlamak ve elyafa belli bir doku (tülbent) formu kazandırmaktır. Bunun için ard arda yerleştirilen birkaç taraktan yararlanılır. Harmanlanan elyaf makine içinde karşılaşacağı elektriklenme ve sürtünmeye karşı kimyasal maddelerle işlem görmüştür. Tarama işlemi sonucunda elyafta oluşan yönlenme çok önemlidir. Tlbentte istenilen oranda yönlenme olmamışsa doku karışık olarak anizotrop (her yerinde aynı özelliğı göstermeyen madde) bir hale gelir. Elyaf yönlenmesi de makine yönüne paralel, çapraz ynl karışık doku oluşumu şeklindedir. Tlbentin farklı şekillerde yönlendirilmesi mukavemetini büyük oranda etkilemektedir. Taraklanmış tek kat tülbentin gramajı en fazla  $680 \text{ g/m}^2$  ' dir (Duran, 2004).

#### **Havalı serme makinesi (Aerodinamik yolla kesik elyaftan tülbent retimi)**

Havalı sermede gelişigüzel serme yapılarak tülbent oluşturulmaktadır. Gelişigüzel olarak lif yönlenmesi tülbent ağırlıının ve kalınlıının her noktada eşit olarak

yayılmasını ve böylece homojen bir yapı oluşmasını sağlamaktadır. Bu sistemde açılan, karıştırılan ve taraklanan lifler hava akımıyla taşınır. Delikli tamburun üzerinde lifler halinde tutunmaktadır. Liflerin gelişigüzel vaziyette yönlendirildiği ince vatka bir hasır üzerine alınmaktadır.



Şekil 2.5 : Havalı serme tekniği.

Bu şekilde elde edilen tülbentler taraklarda üretilenlere göre daha sık daha yumuşak ve tabakalar halinde ayrılmayan bir yapıdadır. Kuru yolla tülbent üretim yöntemleri sırasında lifler tülbent içerisinde paralel, çapraz ve karışık formda yönlenmiş olabilirler. Paralel lif yönlendirmeli tülbentlerin boyuna mukavemetleri düşüktür. Karışık ve çapraz lif yönlendirmeli tülbentlerde genellikle enine ve boyuna mukavemet daha iyidir. Bu yöntemle tek tabaka, 10–2500 g/ m<sup>2</sup> ağırlığa sahiptir.

Hava ile serilmiş dokusuz yüzeyli kumaşlar temizlik ve hijyen alanında kullanılmaktadır. Bu yöntemle daha yumuşak dokular üretilir. Yüksek üretim hızı, tabakalar halinde ayrılmayan yapısı, az döküntü oranı, tüm liflerin kullanılabilir olması önemli avantajlarıdır. Yüksek enerji tüketimi ve kısa lif kullanma gerekliliği, lif açma özelliğinin az olması ise dezavantajıdır. Hava ile serme işleminin en bariz özelliği çok kısa liflerle çalışılmasıdır. Kullanılan elyaf boyu en fazla 76 mm' dir (Duran, 2004, 2005).

### Yaş serme

Kâğıt üretimi yönteminden değiştirilerek geliştirilen tülbent oluşturma şeklidir. Diğer metodlara göre en hızlı yöntemdir (serim hızı 1000 m/ dik). Hafif kumaş üretimi için kullanılmaktadır. Lifler su içerisinde homojen süspansiyon halde bulunur. Süspansiyonun içerisine bağlayıcı madde (genellikle polivinilasetat veya poliakrilat)

ilave edilmektedir. Karışım delikli ve hareketli bandın üzerinde tülbent haline getirilmektedir. Süspansiyondan su süzülme ve suyun fazlasını almak için silindirlerde sıkılmakta, fırından geçirilerek kuruması sağlanmaktadır. Son çıkan doku oldukça stabil bir yapıya sahiptir. Elde edilen dokunun mukavemeti her yönde aynıdır. Genellikle 2-6 mm arası lifler tercih edilmektedir. İşlemden sonra da isteğe bağlı olarak kimyasal veya bağlayıcılar eklenebilir.

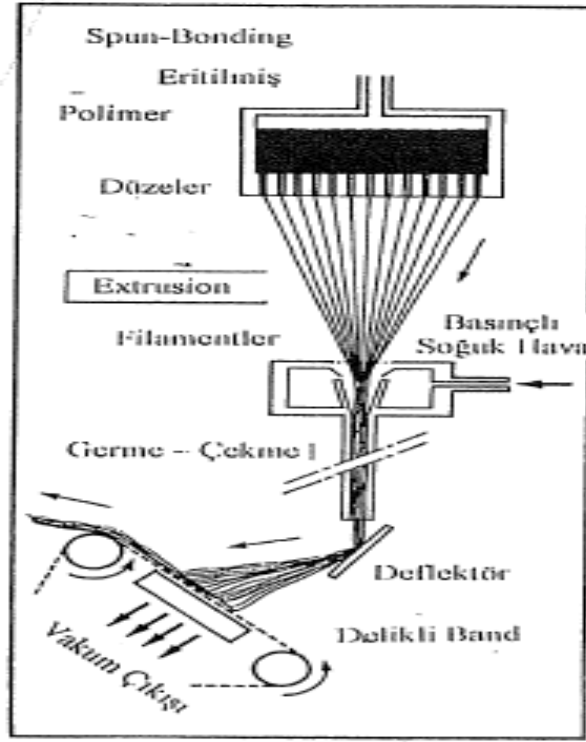
Islak serme yönteminde elyaf süspansiyonunun iyi ayarlanması gerekir. Süspansiyon içerisindeki lif konsantrasyonu %0,1-0,5 arasındadır. Sınırlı karıştırma olanağı vardır. Maliyeti çok yüksektir. Buna karşı verimi de ters orantılı olarak yüksektir. Genellikle odun hamuru lifleri kullanılır. Üretilen tülbentlerin kullanım yeri olarak hijyen yatak çarşafı, masa örtüsü, dekorasyon malzemeleri sayılabilir (Duran,2005).

#### **Kesiksiz elyaftan direkt tülbent üretimi**

Bu yöntemde prensip olarak granül haldeki bir polimer eritilmekte ve düzelerden sonsuz lif halinde çekildikten sonra soğutulmakta ve sonsuz bir taşıma bandı üzerine tülbent tabaka halinde serilmektedir. Daha sonra bir ısı işlem ve bağlayıcı kimyasal uygulaması ile filamentler birbirine yapıştırılmaktadır ([www.tad.com.tr/mt/nw](http://www.tad.com.tr/mt/nw) , 03.05.2005).

#### **Kesiksiz elyaflı işlem**

Lifler elektrostatik yükler veya hava jetleri tarafından doku tabakaları oluşumu sırasında ayrılmaktadır. Kontrolsüz yerleşimi ve hava zararlarını engellemek için toplama yüzeyi deliklidir. Dokuların bağlanması sıcak iğneler, sıcak silindirler veya polimerlerin belli bölgeleri eritilerek sağlanmaktadır. Bağlanma noktalarında molekül yönelmesi artar, bu nedenle yüksek oranda çekilmemiş lifler ısı bağlama lifleri, yüksek molekül ağırlığına sahip PP, PET, PA lifleri kullanılmaktadır. Bu teknoloji bağlama işlemi liflerin eğilmesi sırasında olabileceği gibi ayrı bir işlem olarak da uygulanabilmektedir. Aynı doku üzerinde birkaç bağlama yöntemi kullanılırsa doku daha da esnekleşmektedir (Toprakkaya ve Orhan, 2002).



Şekil 2.6 : Spunbond tekniği.

Spunbond teknolojisinde filament uçları 6000 m/ dk hızla çekilerek yerleştirilmesi sağlanmaktadır. Elde edilen dokular oldukça düşük ( $17 \text{ g/ m}^2$ ) ağırlıktadır. 3200 m/ dk hızla çekilirse kısmen yönlenme sağlanmış olmaktadır. Bu da mukavemeti artırırken, uzayabilme yeteneğini azaltmaktadır. Bu şekilde üretilen kumaşlar bebek bezlerinin üst tabakası olarak kullanım için oldukça uygundur. Bu dokuları bağlamak için mekanik iğneleme, ısıl bağlama ve kimyasal bağlama işlemleri kullanılabilir (Huang ve Gao,2002; Kiekens ve Zamfir, 2002).

Spunbond kumaşlar çok ağır ve sert yapılardan hafif ve esnek yapıya kadar dokular elde edilmektedir. Genel olarak doku bir bölgede yüksek opaklığa sahiptir. Örne, dokuma ve diğer dokusuz yüzeyler ile karşılaştırıldığı zaman aynı ağırlıkta yüksek dayanım göstermektedir. Oldukça fazla boşluk içermesi nedeni ile yüksek su tutma kapasitesine sahiptirler. Yüksek kayma direnci ve düşük kıvrılabilirlik özelliklerine sahiptirler Dayanım tüm yönlerde aynıdır. Yüzeyin dökümlülük özelliği düşüktür. Bebek bezleri ve yetişkinler için ped üretiminde kaplama olarak kullanılmaktadır. Kuru kalması ve rahatlık hissi veren bir yapıda olması kullanımını arttırmaktadır (Jean, 2001).

Spunbond dokusuz tekstil ürünleri, yumuşak ve dayanıklıdır. Bu ürünler başlıca; tıbbi alanda (cerrahi elbise ve örtüler, operasyon kaplamaları, tamponlar, yara

bantları), sıhhi ürünlerde (bebekler için bezler, hijyen bağları, pedler ve ıslak mendiller), ev tekstillerinde (masa örtüleri, peçeteler ve perdeler, telalar, ev temizliği için silme bezleri), sentetik deri için kaplama malzemeleri olarak ve otomotiv endüstrisinde kullanılmaktadır (Duran, 2005).

### **Eriyikten püskürtme**

Eriyikten püskürtme işlemi mikro denye (0,1–15 mikron) inceliğindeki termoplastik elyafın dokusuz yüzeyi oluşturacak şekilde işlem gördüğü tek aşamalı bir işlem olarak tanımlanmaktadır. Mikro denye inceliğindeki elyaf üretiminde lif üretimi kesiksiz şekilde gerçekleştirilmesine rağmen lifler belli aralıklarda havanın üfleme kuvveti ve liflerin kendi ağırlıklarının etkisi ile kopmakta ve kesikli lif formunda yüzeye düşmektedirler. Düse çıkışındaki lifler sıcak ve yüksek hızdaki hava ile üflenerek inceltme işlemine tabi tutulmakta ve aşağı doğru sabit düşme hareketine maruz bırakılmaktadırlar. Taşıma bandı üzerinde toplanan lifler burada bir yüzey oluştururlar. Yüzey oluşumunda liflerin yerleşiminin karışık konumda olması istenmektedir.

En yaygın kullanılan lif türü Polipropilen' dir. Tülbent gramajı 4-1000 g/ m<sup>2</sup> aralığındadır. Yüzey yumuşak tutumludur. Filtreleme ve sıvı emme yeteneği iyidir. Mukavemeti yeterli düzeydedir (Duran, 2004).

Meltblown dokusuz yüzeyler, yüz maskeleri, ameliyat eldivenleri, bir kez kullanıp atılan önlükler, steril sargılar, bayanların kullandığı pedler ve yetişkinler için kullanılan emici ürünler, solunum koruma ürünleri, sıvı gemi torbaları, sigara filtreleri ve bazı özel HEPA filtrelerinde kullanılırlar (Toprakkaya ve Orhan, 2002).

### **Elektrostatik serme**

Elektrik akımıyla kutuplaştırılarak elektrostatik olarak şarj edilmiş karşılıklı konuşlandırılmış iki elektrot arasında lifler tekdüze bir yapı oluştururlar. Ayrıca sistem, liflerin düzleme dağılma yönünün, düzenlenmesini mümkün kılar. Lifler elektrostatik etki ile düzleme dik olarak yerleştirilmektedir. Elde edilen tülbendin kütlesi en az 10 g/ m<sup>2</sup> olabilmektedir ( [www.gdm-spa.com](http://www.gdm-spa.com) , 01.05.2005).

### 2.2.3.2 Tülbent bağlama-sabitleştirme

Oluşan tlbentler mekanik, kimyasal veya termik yöntemlerle uygun bir doku bağlama işlemi sonucunda, birbirine tutturulmaktadır. Bağlama derecesindeki temel faktörler; son üründen istenilen mukavemet, hava ve su buharı geçirgenliği değerleri, gevşeklik, yumuşaklık ve yoğunluktur. Bağlama işlemi genellikle doku oluşturma işleminden hemen sonra uygulanmakla birlikte, bağımsız bir operasyon şeklinde de uygulanabilmektedir. Ürünün kimyasal ve fiziksel özelliklerini arttırmak için birden fazla bağlama işlemi uygulanabilmektedir. Tülbent oluşturma yöntemlerinde olduğu gibi, tülbent sabitleştirme yöntemlerinin seçilmesinde de ekonomiklik, çok yönlülük ve istenilen ürün özellikleri temel rol oynamaktadır.

Tülbent bağlamada aşağıdaki üç teknik kullanılır:

#### 1. Kimyasal Bağlama

#### 2. Mekanik Bağlama

- İğneleme (Needle Punching)
- Su Jeti ile Bağlama (Spunlace)
- Dikerek Bağlama (Stitch Bonding)

#### 3. Termal Bağlama (Usta, 2004).

#### **Kimyasal bağlama**

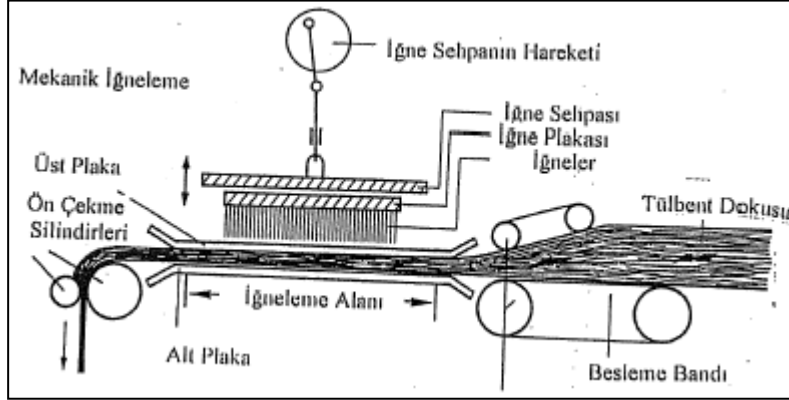
Kimyasallar ve reçineler gibi polimer esaslı kimyasal bağlayıcıların lifler arası bağlar oluşturduğu tülbent bağlama yöntemleridir. Isıl işlemlerle beraber uygulanmaktadır. (Ağırgan, 2003).

#### **Mekanik bağlama**

#### **İğneleme**

Her elyaf türüne uygulanabilen bir yöntemdir. Sonsuz elyaflı işlem, havalı serme ve tarama işlemlerinden gelen tülbent üzerine, özel dizayn edilmiş iğneler dikey olarak indirilmekte ve lifler iğnelerin çıkıntılarına takılıp, birbiri içine sürüklenerek dolaştırılmakta, doku keeleşmektedir. Ana iğneleme yapılmadan önce dokuya belirli bir sağlamlık ve mukavemet vermek üzere hafif bir n iğneleme yapılmaktadır. Farklı karakterlerdeki dokular birbirine iğnelenerek istenilen son ürün değerleri elde

edilebilir. İğnelemede 800g/ m<sup>2</sup> ağırlığında kumaşlar üretmek mümkündür (Ağırhan, 2003).



Şekil 2.7 : İğneleme.

### Dikerek bağlama

Bu işlemde tülbent iplikle dikilerek bağlanır. Tülbent düz dikme (Arachne, Maliwatt, Voltex) ve örme dikme (Malimo, Malipol) olmak üzere iki farklı yöntemle bağlanır (Duran, 2005).

### Su jeti ile bağlama

Çok ince ve yüksek basınçlı (250–600 bar) su kullanılarak liflerin karıştırılması ve birbiri içine sokulması ile yapılan tülbent bağlama yöntemidir. Daha sonra alttan vakum uygulanarak su uzaklaştırılır. Hava veya silindirli kurutma işleminden geçirilerek kurutulur. Bu yöntemde herhangi bir termik veya kimyasal işlem uygulanmamasına rağmen üretilen kumaşların mukavemet değeri oldukça yüksektir. En önemli özelliği maliyeti azaltması ve üretim hızını arttırmasıdır. Bu yöntemle elde edilen dokular esnek ve yumuşak bir tutuma sahiptir (Ağırhan, 2003).

### Termal bağlama

Termoplastik özellikli polimerlerden üretilmiş liflerden meydana gelen tülbentlerin ısı özelliklerinden faydalanarak oluşturulan bağlama metotlarıdır. Bağlayıcı lifler, kolay erimeleri ve çözünmeleri sayesinde yanında bulunan liflere kenetlenerek veya yapışarak bağlanmaktadır. Sıcak silindirlerle ısı bağlama kullanıldığında bağlayıcı elyaf için uygun erime sıcaklıkları seçilmelidir ([www.gdm-spa.com](http://www.gdm-spa.com) , 01.05.2005).

### 2.2.3.3 Apre işlemleri

Dokusuz yüzeyler tekstilin bir koludur ve genel olarak dokuma ve örme yapıları ile benzer şekilde apre işlemlerine tabii tutulurlar . Ancak dokusuz yüzeylerde kullanım

alanına bağılı olarak istenen bazı kullanım ve estetik özellikleri kazandırmak için değişik apre işlemleri uygulanabilir. Kullanım özellikleri olarak nem kazanımı ve taşınımı, güç tutuşurluk, elektrik iletkenliği veya yalıtkanlığı ve sürtünme davranışı gibi özellikleri sayabiliriz. Estetik özelliklere ise görünüm, yüzey yapısı, renk ve kokuyu örnek verebiliriz.

Dokusuz yüzeylerin apre işlemlerini birkaç değişik şekilde sınıflandırabiliriz. Bazı kaynaklarda apre işlemleri kimyasal, fiziksel, yada ısı/ fiziksel işlemler olarak üçe ayrılmaktadır. Fakat genel olarak, dokusuz yüzeylerin apre işlemlerini kuru işlemler ve yaş işlemler olmak üzere ikiye ayırmak daha uygun olacaktır:

### **Kuru apre işlemleri**

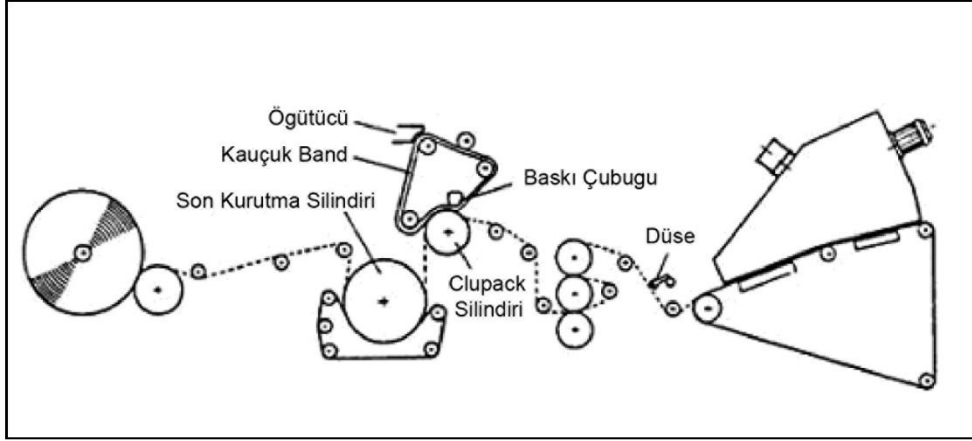
#### **Çekme**

Çekmenin düzeltildiği toplatma işlemi aynı zamanda yapının gramajının ve yoğunluğunun istenilen düzeye getirildiği, daha hacimli ve yüksek mukavemetli bir hal aldığı işlemdir. Çekme, lif tipine göre yaş veya kuru halde oluşabilir. Isıl çekme özellikle sentetik elyafların yoğun olarak kullanıldığı dokusuz yüzeylerde görülür. Bu yapıların kurutulduğu silindirli kurutucularda, silindir hızı giderek arttırılarak yapının ısı ve artan hız etkisiyle çekmesi sağlanmaktadır.

İkinci tip çekme ise daha çok doğal liflerin yoğun olarak kullanıldığı yüzeylerde görülmektedir. Bu tür yapılar önce sıcak sudan geçirildikten sonra ardından gerilimsiz olarak kurutulmaktadır. Bazı özel yapılı sentetik liflerde bu ikinci tür çekme işlemine tabi tutulabilir.

#### **Toplatma**

Sanford Cluett tarafından geliştirilen sanfarloma benzeri clupak işlemi, ilk olarak 1957 yılında kağıt endüstrisinde daha sonra da yaş serme yöntemi ile elde edilen dokusuz yüzeylerde kullanılmaya başlanmıştır.



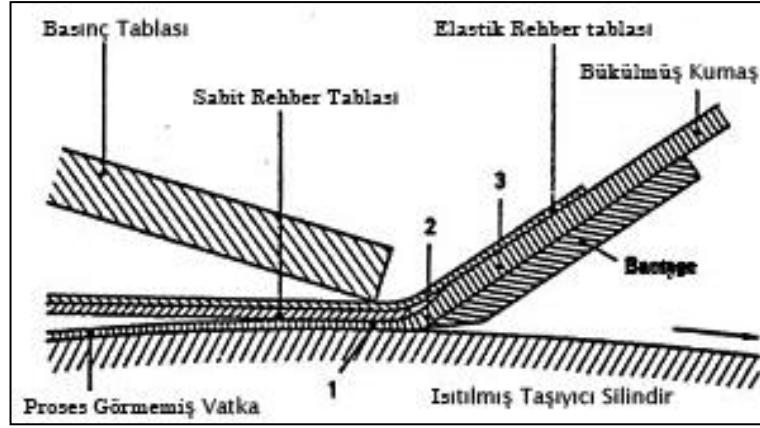
**Şekil 2.8 :** Toplatma işleminin akışı (Kamath ve Arkadaşları, 2004).

Şekil 2.8 de gösterilen makina; yaklaşık 25 mm kalınlığında sonsuz bir kauçuk keçe ile krom kaplı ısıtılmalı partatılmış bir kurutma silindirinden oluşmuştur. Tülbent silindirin karşısında, dönmeyen sıkıştırma çubuğuna ilk temas ettiği noktada preslenir. Kauçuk kol yapıyı silindire kendi arasında kalan kısımda boyuna yönde sıkıştırır, bu yapıdaki liflerin toplatılmasına dolayısıyla da boyuna yönde kıvrımlaştırılmasına yol açar. Tülbent ilk olarak silindir ile keçe arasındaki boşlukta nemlendirilir. Toplatma efekti kurutma ile fikselenir ( Kamath ve Arkadaşları, 2004).

Bu işlem hidrofilik lifler için hidrofoblara göre çok daha uygundur. Polyolefin grubu lifler düşük hidrofilite ve ısıya karşı hassasiyet nedeniyle bu işleme çok uygun değildir. Elde edilen etki nemlendirme oranı %20'lere kadar çıkartıldığında artmaktadır, fakat kullanılan bağlayıcı oranı %50'den fazla ise bu geçerli değildir.

### **Krepleme**

Micrex-mikro krep işlemi olarak adlandırılan bu işlemte, tülbentin toplatılması oldukça yüksektir bu nedenle elde edilen krep efekti gözle görülebilir ve esnemedeki ve gramajdaki artış kolaylıkla ölçülebilir. Esneklik Clupak işleminden daha fazla geliştirilir.



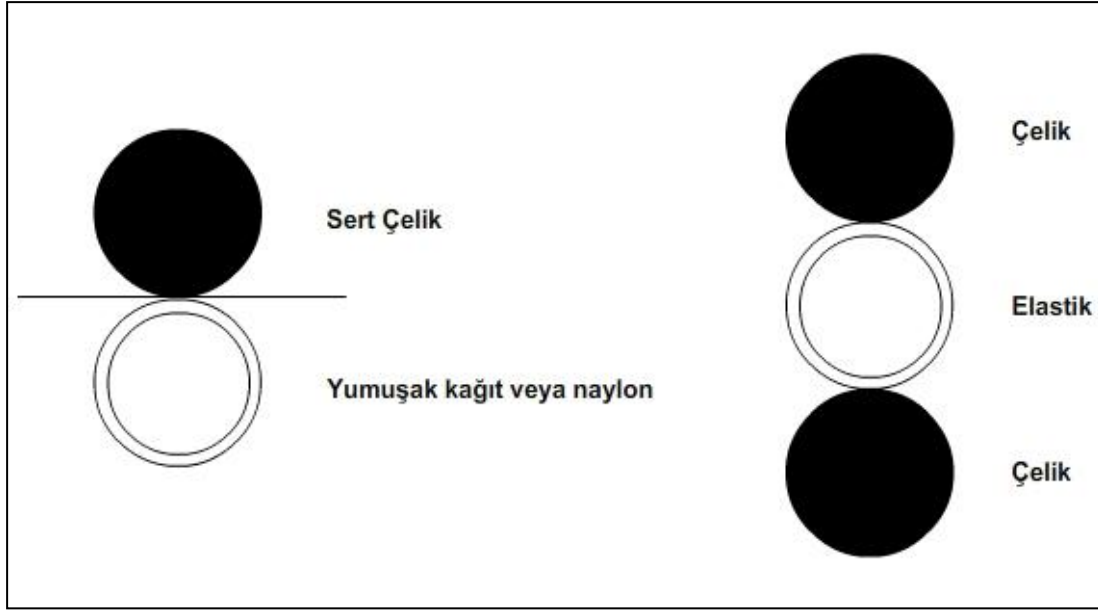
**Şekil 2.9 :** Krepleme işlemi ( Kamath ve Arkadaşları, 2004).

Şekil 2.9’de gösterilen micrex makinesi, dönen taşıyıcı bir silindir ile silindirin karşısında şekilde görüldüğü gibi yerleştirilmiş biri sabit diğeri elastik iki kılavuzdan oluşmaktadır. Toplatma işlemi bu yapının arasında gerçekleşir. Tülbent ilk boşlukta toplatılır ve ardından silindirden rahatlatma bölgesine geçer. Bu sistemde çalışma hızı 150-200 m/ dak arasındadır. Tülbent kuru işleme tabii tutulur. Burada uygulanan sıcaklık clupak yöntemine nazaran oldukça düşüktür. Metod oldukça stabil olarak taraklanmış tülbentlerin, yaş veya kuru serilmiş yapıların, spun-bonded ve spunlaced ürünlerin kreplenmesinde kullanılabilir (Kamath ve Arkadaşları, 2004).

### **Kalandırlama**

Bu metod dokusuz yüzeylerin düzgünlük ya da desenlendirme gibi yüzey özelliklerini geliştirmek için uygulanır. İşlemlerin tümü sürekli ve bir ya da birkaç basınç altındaki silindirden geçirmek suretiyle yapılır.

Kumaş yüzeyinin ısı ve basınç etkisiyle modifikasyonudur. Etki, kumaşın hızı ve basınç değiştirilebilen, ısıtılmış, döner silindirler arasından geçirilmesiyle sağlanır. Kalandır silindir sayısı 2-7 arasında değişir. Genelde 3 silindir kullanılır. Şekil 2.10 da örnek silindirler gösterilmiştir. Silindirlerin konstrüksiyonu sertleştirilmiş krom kaplı çelikten elastik termoplastik silindirlere kadar değişebilir. Yüzeyleri pürüzsüz veya gravürlü olabilir.



**Şekil 2.10 :** İki ve üç silindirli kalandırlar.

Kalandırlama ile:

- Kumaş yüzeyi pürüzsüz hale getirilir,
- Kumaşın parlaklığı artırılır,
- Kumaşı oluşturan iplikler yakınlaştırılır,
- Hava geçirgenliği azaltılır,
- Kumaşın opaklığı artırılır,
- Kumaşın tutumu geliştirilir,
- İplikteki düğümler düzleştirilir,
- İpek benzerinden yüksek parlaklığa kadar çeşitli görünüm sağlanır,
- Baskı kalandırı ile yüzey desenlendirilir,
- Tülbentler sabitleştirilir.

### **Yaş apre işlemleri**

#### **Boyama**

Zemin kaplaması, yatak ya da masa örtüsü gibi dekoratif amaçla kullanılacak dokusuz yüzeyler düz ya da desenli renklendirme işlemlerine tabii tutulabilirler. Dokusuz yüzeylerin boyanması polymer halden başlayarak tülbent formuna kadar her aşamada yapılabilir.

*Polimer Halde Boyama:* Polyester, polipropilen gibi bazı elyafın extrude edilmeden önce karışımlarına boyalar eklenerek boyanması mümkündür. Bu işlem üretici boyaması ya da eriyik boyama olarak da adlandırılır. Özellikle boyarmaddelere karşı afinitesi olmayan polipropilenin bu şekilde boyanması yaygındır. Bu yöntemin avantajları; dokusuz yüzey yapının ağır boyama koşullarında işlem görmesinin engellenmesi ve elde edilen yüksek boya haslıklarıdır.

*Boyama ve Bağlama:* Kimyasal olarak bağlama yapıldığı durumlarda boyarmadde bağlama yapılacak banyoya ilave edilebilir. Bağlayıcı madde liflere düzgün şekilde dağıldığı için boyanın iyi bir şekilde banyoda dispersiyonunu da sağlamış olur. Ayrıca bağlama maddesi kullanılan boyarmaddenin de bağlayıcısı görevini üstlenecektir. Bağlayıcı liflere çok iyi tutunduğu için; normalde boyalarda elde edilemeyen yüksek sürtme, renk, ter ve ütü haslıkları elde edilebilmektedir. Eğer yapıdaki lifler aynı boyarmadde ile boyanabiliyorsa bu yöntem çok etkilidir. Örneğin pamuk / rayon karışımları direkt boyalar ile doğrudan boyanabilir. Bu yöntemde karşılaşılabilecek en büyük sorun bağlayıcı maddenin çalıştığı pH aralığının boyama için de uygun olmamasıdır. Bu durumda aynı pH aralığında çalışabilecek boyarmadde ve bağlayıcı kullanılmalıdır.

*Sonradan Boyama:* Eğer elde edilen tülbent değişik liflerin karışımından oluşuyorsa aynı anda bağlama ve boyama oldukça zordur. Bu ve buna benzer durumlarda boyama işlemi daha sonradan ayrı olarak yapılır. Boyama işlemi dokuma ya da örme kumaşlarda kullanılan klasik yöntemlere göre bağlama işleminden sonra ayrı olarak yapılır.

Ağır ve yüksek hacimli dokusuz yüzeyler küçük partiler halinde jigger ya da boyama levendlerinde boyanır. Kesikli bir çalışma olduğu için yüksek maliyetli bir boyama yöntemidir. Polyester dokusuz yüzeyler jigerde yüksek sıcaklıkta boyanabilir, ancak 102 °C'nin üzerindeki sıcaklıklarda bağlayıcının özelliğini yitirmeye başladığı görülmektedir, bu nedenle mümkünse keriyer ile boyama yapılmalıdır. Ayrıca boyanacak dokusuz yüzeylerin düzgün şekilde sarılması da çok önemlidir.

*Soğuk pad batch boyama:* Bu metod daha çok poliamid dokusuz yüzeylerin boyanmasında kullanılır. Bağlayıcı olarak akrilik asit esterleri kullanılması durumunda, asit ya da metal kompleks boyarmaddeleri ile yapılan soğuk pad batch boyama sonucu, bağlayıcılar lifle hidrojen bağları oluşturmaktadır. Bu da migrasyon

oluşumunu engellemektedir. Dokusuz yüzeye önce boya ve gerekli kimyasallar emdirilir, polietilen folyo ile sarıldıktan sonra 24 saat bekletilir ve ardından ılık bir durulama, sabunlama ve tekrar durulama yapılır.

*Kesiksiz Boyama:* Dokusuz yüzeylerin kontinü boyanmasında klasik pad-steam yöntemi kullanılır. Boya ve gerekli kimyasalların emdirilmesinden sonra buhar ile fikse işlemi yapılır. Buharlamayı durulama ve yıkama takip eder .

### **Baskı**

Dokusuz yüzeylerin özellikle mobilya sektöründe kullanımının giderek önem kazanması, baskı işlemlerinin önemini de arttırmaktadır. En çok kullanılan baskı yöntemleri rotasyon ve filmdruck baskılardır. Baskı işlemi genel olarak klasik örgü ve dokuma baskı işlemlerine benzemektedir.

Pigment baskı çok kullanılır. Zira reçete gereği kullanılan binderler yapının bir arada tutulmasını kolaylaştırdığı için çok önemlidir. Bu etki özellikle spun bonded dokusuz yüzeylerde daha da belirgindir. Baskı işlemleri klasik olarak fikse ile devam ettirilir. Pigment baskı özellikle düşük gramajlı dokusuz yüzeylerin baskısı için uygundur.

Özellikle polyester dokusuz yüzeylerde transfer baskı da tercih edilmektedir. Yöntemin esası, kağıt üzerindeki süblimasyon katsayısı çok düşük olan seçilmiş dispers boyarmaddelerin yüksek sıcaklıkta süblime olarak dokusuz yüzeye transferidir.

### **Fonksiyonel apre işlemleri**

Dokusuz yüzeylere uygulanan apre işlemleriyle antistatik etki, su, yağ ve kir iticilik, güç tutuşurluk ve antimikrobiyel etki, hava geçirgenlik ve UV ışınlarını emme gibi pek çok özellik kazandırılmaktadır. Ayrıca boyama, baskı işlemleri ile renklendirme, kaplama, lamine ve flok işlemleri uygulanmaktadır (Duran, 2004).

*Antistatik Apre İşlemleri:* Statik elektriklenme özellikle sentetik yapıli malzemelerde sıkça rastlanan bir problemdir. Bu durum üretim sırasında malzemenin makine parçalarına takılmasına ve çekmesine, kullanım sırasında yine çekmelere ve istenmeyen kalite problemlerine hatta patlayıcı atmosferlerde bu riskin gerçekleşmesine neden olabilirler. Dokusuz yüzeylerin antistatik apre işlemleri konvansiyonel yollarla yapılır. Bu amaçla kullanılan kimyasalların 3 değişik etki mekanizması vardır. Liflerin iletkenliğini arttırarak, lifin yüzeyinde nem tutacak ince bir tabaka oluşturarak ve lifi tutacağı yükü nötralize edecek şekilde yükleyerek etki

gösterirler. Apreler yıkamaya dayanıklı ya da dayanıksız olabilir. Dayanıklı antistatik maddelere örnek olarak polyaminler, amonyum tuzları ve karboksilik tuzlar verilebilir. Yıkamaya dayanıksız olanlar ise genellikle inorganik veya organik tuzlar ya da higroskopik organik malzemelerdir.

*Antimikrobiyel Maddeler:* Bakteri, mantar, yosun ve virüs gibi mikroorganizmaların üremesini durdurmak amacıyla yapılır. Tekstil liflerini her türlü mikroorganizmaya karşı koruyan, mikroorganizmaların tekstil veya insan derisi üzerinde gelişmesini ve üremesini durduran ve/ veya onları öldüren kimyasal bir apre işlemidir. Özellikle hastane, huzur evleri, çocuk yuvası gibi toplu yaşamın söz konusu olduğu yerlerde kullanılan dokusuz yüzeylere uygulanmaktadır (Duran, 2004).

*Su itici apreler:* Bu işlemin esası, tekstil malzemesinin üzerinde, çok ince hidrofob bir zar oluşturmaktır. Tekstil mamulünün ıslanması veya ıslanmaması hava-su, hava-kumaş ve kumaş-su arasındaki yüzey gerilim kuvvetleriyle ilgilidir. Tekstil mamulünün su iticilik özelliklerini arttırmak için, tekstil mamulü ile hava arasındaki yüzey gerilimini azaltan, tekstil mamulü ile su arasındaki yüzey gerilimini ise yükselten bir maddeden oluşan film tabakası meydana getirmek gerekir. Değişik kimyasal maddeler kullanılarak yıkamaya dayanıklı veya dayanıksız su iticilik özelliği kazandırılabilir (Star, 2003; Duran, 2005).

*UV ışınlarını absorbe ediciler ve polimer stabilizatörler:* Ultraviyole ışık polimerler üzerinde fotolitik parçalanma, sararma, mukavemet kaybı ve solma gibi pek çok önemli hasara yol açabilirler. Hasar genelde polimerde bulunan serbest radikallerin yapısının bozulmasından kaynaklanır. Kimyasallar, lifi kalkanlayarak, ışığı absorblayarak ya da serbest radikalleri koruyarak etki gösterirler .

*Yumuşatıcılar:* Yumuşatıcılar yapının estetik ve fonksiyonel özelliklerini geliştirmek için uygulanırlar. Tutum, döküm, aşınma dayanımı, dikilebilirlik ve yırtılma mukavemeti yumuşatıcı ile geliştirilebilecek özelliklerdir. Temel etkilerini lifler arasındaki sürtünme katsayısını azaltarak gösterirler. Temel yumuşatıcı sınıfları iyonitelerine göre anyonik (sülfatlar ya da sülfonatlar), katyonik (aminler ve quater aminler) ve nonyonik (silikonlar, etilen oksid türevleri ve hidrokarbon vaksları) şeklinde sınıflandırılırlar.

*Optik Beyazlatıcılar:* Optik beyazlatıcılar insan gözünün göremediği dalga boyundaki ışınları görülebilen bölgeye kaydırarak daha mavimsi beyaz görülmesini sağlayan kimyasal yapılardır. Selüloz elyaf için genelde stilben türevleri kullanılır.

*Laminasyon:* Bu işlem, farklı türdeki kumaşları ya da bir kumaş ve bir filmi birbirine yapıştırmak ve ütülemektir. Laminasyon işlemi ile yapıştırılmış ürünlerin kullanım alanları arasında, kompozitler, ultrafiltrasyon ürünler, temizlik ürünleri, ambalaj maddeleri, steril bandajlar ve cerrahi elbiseler bulunmaktadır (Star, 2003).

### **Antimikrobiyel apre işlemleri**

Antimikrobiyel maddelerin kullanımı binlerce yıl öncesine, Antik Mısır dönemlerine kadar dayanır. Mısırlılar ölülerini toprağa vermeden önce, tamamen doğal antimikrobik özellikteki doğal maddelerle mumyalarlardı. Bu maddelerin tekstilde kullanılmaya başlaması ise 2. dünya savaşına dayanır.

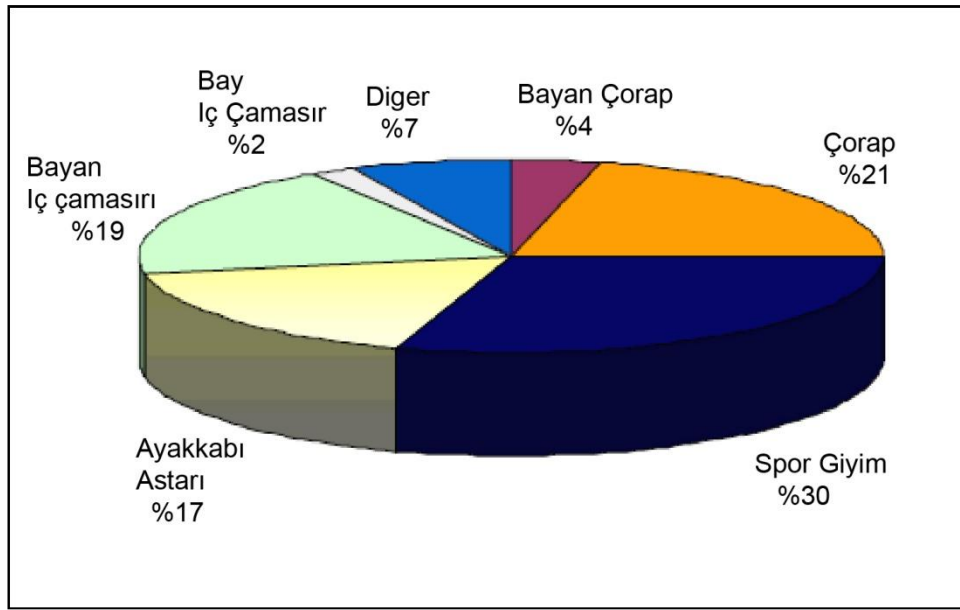
Savaş sırasında pamuklu kumaşlar uyku tulumlarında, çadırlarda, askeri araç brandalarında yüksek oranlarda kullanılıyordu. Bu sırada kumaşların çürümeye ve bakteri oluşumuna karşı zayıf olması sorunlar yarattı. Özellikle doğu Pasifik cephesinde çarpışan Amerikan birlikleri; yoğun ormanların bulunduğu bu nemli bölgede önemli sorunlar yaşadı. Bu nedenle kırklı yılların başında Amerikan Askeri birlikleri, tropikal bölgelerdeki tekstil malzemelerinde bakteriler, mantarlar ve çürükçül canlıların üremeleri ile ilgili bilgi topladılar. Ardından pamuklu dokuma, tülbent vb. şekillerdeki askeri kumaşlar; klorlu vakslar, bakır ve antimon tuzları karışımları ile terbiye edilmeye başlandı. Böylece kumaşlar daha sert ve kokuya karşı dayanıklı bir yapıya kavuştu.

Bu dönemde kullanılan maddelerin çevreye etkisi ve toksik özellikleri tartışma konusu değildi. Savaşın ardından 1950' li yılların ortalarına kadar 8-hidroksigulanin tuzları, bakır naftanat, bakır amonyumflorid çok kullanılan antimikrobiyel maddelerdi. Bu tarihten sonra hükümetlerin ve endüstrinin çevreye karşı daha duyarlı olmaya başlaması bu maddelerin yasaklanmasına neden oldu. Ardından çalışmalar çevreye daha duyarlı, toksik olmayan ve insan vücuduna zarar vermeyen maddeler üzerine yoğunlaştı. Bu arada başlangıçta sadece pamuk odaklı olan çalışmalar diğer tüm sentetik ve doğal elyaflara da kaydırıldı.

Günümüzde antimikrobiyel tekstiller spor giyimden, çoraba, iç giyimden , spora kadar tekstilin her alanında kullanım sahası bulmuştur. 2000'li yılların başında

Sadece Avrupa’da kullanılan yıllık antimikrobiyel tekstil miktarı 30.000 tonu aşmıştır.

Askeri alanda üniformalar, çadırlar, ayrıca geotekstiller gibi teknik tekstillerde antimikrobik apreler yoğun şekilde kullanılmaktadır. Bunun yanı sıra perdeler, banyo örtüleri, duş perdeleri gibi ev tekstilleri, out-door giysiler, tıbbi giysiler ve örtüler, spor giysileri ve iç çamaşırlarında da önemli ölçüde yer bulmaktadırlar. Özellikle antimikrobiyel özellikteki lifler, hijyen sektöründe, cerrahi uygulamalarda, filtre yapımında, otomotiv endüstrisinde, gıda sanayinde vb. pek çok alanda kendilerine yer edinmeye başlamışlardır.



**Şekil 2.11 : Antimikrobiyel ürünlerin kullanım alanları**

Antimikrobiyel aprelerin genel apre maddeleri arasında kullanım olarak %1,4 , değer olarak ise %3,8 ‘lik bir paya sahiptir.

### **Mikrop tanımı**

Mikroplar ; gözle görülemeyen en küçük canlılar olarak tanımlayabiliriz. Mikrop; bakteriler, mantarlar, yosunlar ve virüsler gibi pek çok mikroorganizma için ortak kullanılan bir isimdir.

**Mantarlar** bakterilere oranla daha düşük çoğalma hızına sahip mikro organizmalardır. Kumaşta kokuya ve performans özelliklerinde azalmaya neden olurlar. Genellikle pH 6,5 seviyesinde aktiflerdir.

**Yosunlar** bakteriyel ya da mantar özellik gösterebilen mikroorganizmalardır. Yaşayabilmek için sürekli su ve güneş ışığına ihtiyaç duyarlar. Kumaşta koyu lekeler meydana getirirler. Genellikle pH 7-8 arasında aktiflerdir.

**Toz maytları** genellikle battaniye, çarşaf, yastık halı gibi ev tekstillerinde bulunan 8 bacaklı canlılardır. Genellikle insan deri parçacıkları ve serbest haldeki atık maddelerle beslenirler. İnsanlarda alerjik reaksiyonlara ve solunum bozukluklarına yol açarlar.

### **Bakteriler**

Bakteriler, nemli ortamlarda çok hızlı üreyebilen mikro organizmalardır. Hayatta kalabilmek için sürekli suya ve besine ihtiyaç duyarlar. Burada yiyecek deri hücreleri veya toz formunda; su ise havadaki nem, vücut teri, vücut sıvıları ve/veya tekstillerdeki nem şeklinde olabilir. Bakteriler yuvarlak (cocci), çubuk (bacilli) ve spiral (spirillum) olmak üzere 3 değişik şekilde olabilirler. Bakteriler çiftler, kümeler veya zincirler halinde yaşarlar. Temel olarak rijit bir tabaka ile stoplazmik zarı oluştururlar. Stoplazmik zar iç kısımdır ve ribozom ile nükleotid içerir. Nükleotid hücrenin DNA'sıdır, ribozom ise genetik kodu proteinlere geçirmekle görevlidir. Rijid kısım ise kapsül, hücre duvarı ve plazma zarından oluşur. Kapsül, hücre duvarını korur ve bakteriye temel şeklini verir. Plazma zarı ise iyon, besin ve atıklar gibi maddelerin geçişinden sorumludur.

Bakterileri en temel olarak gram pozitif ve gram negatif olarak sınıflandırmaktayız. Ayrıca spor oluşturanlar ve spor oluşturmeyenler olarak da sınıflandırılabilir.

**Gram pozitif bakteriler:** Gram boyası ile kirletme sonrası hücre duvarı mor bir renk alan bakterilerdir. Bu tür bakteriler peptidoglik ve teichoic asit içerir. Hücre duvarının %90'ı amino asitten ve şekerden oluşur.

**Gram negatif bakteriler:** Bu tür bakteriler gram boyası ile hücre duvarında lekelenme oluşmayan bakterilerdir. Gram pozitif bakterilerden tek farkları dış zarlarında ilave bir tabaka olmasıdır. Bu tabaka lipo polisakkarid ve porinden oluşur.

**Çizelge 2.2 :** Bazı bakteri ve mantar türleri.

|                   | <b>Gram pozitif</b>       | <b>Gram Negatif</b>          |
|-------------------|---------------------------|------------------------------|
| <b>Bakteriler</b> | S. Aureus                 | E. coli                      |
|                   | s. epidermidis            | K. pneumonie                 |
|                   | Corynebacterium           | P. Vulgaris                  |
|                   | Diphtheroids              | Vibrio cholerae              |
|                   | <b>Giysiye zara veren</b> | <b>Hastalara zarar Veren</b> |
| <b>Mantarlar</b>  | Aspergillus niger         | Fusarium species             |
|                   | Aspergillus fumigatus     | R. solani                    |
|                   | Trichoderma viride        | S. rolsii                    |
|                   | Penicillium species       |                              |
|                   |                           |                              |

### **Bakterilerin taşınımı**

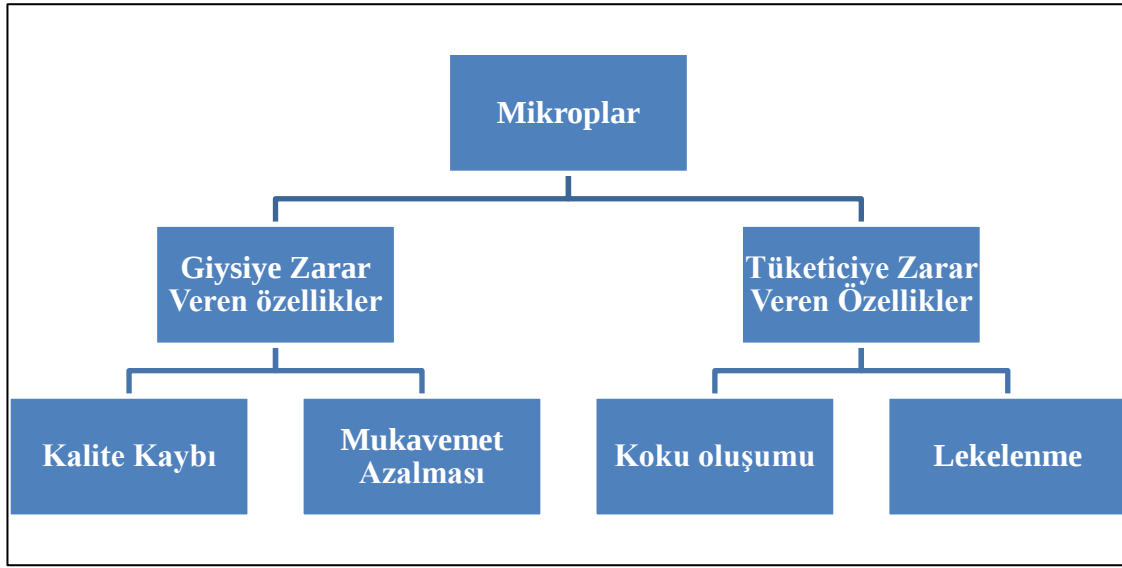
Bakteriler bir yerden bir yere kendileri gitmek yerine, toz, kan, alkol, vücut teri gibi bir taşıyıcı ile giderler. Taşıyıcının likit veya hava formunda olması gerekir.

**Bakterilerin hava ile taşınımı :** Bakterilerin hava ile taşınımı; toz, partikül yada deri parçacıklarının hareketi ile olur. İnsan derisi aracılığıyla ortalama dakikada 1000 adet bakteri hareket etmektedir.( Bu da özellikle medikal alanda bakterilerin hava ile taşınımının engellenmesinin önemini göstermektedir.)

**Bakterilerin sıvı ile taşınımı :** Bakterilerin sıvı ile taşınımı; kan, tuz çözeltileri, ter ve havadaki nem ile olmaktadır.

### **Etkili antimikrobiyel aphenin özellikleri**

Mikropların uygun ortam bulunduğunda üreme hızı oldukça yüksektir. Örneğin bir bakteri popülasyonu, ideal koşullar altında (36-40 C ve pH 5-9) , her 20-30 dakikada 2 kat çoğalmaktadır. Bu durumda tek bir bakteri hücresi 7 saat sonra 1048576 adet olmaktadır. Bu durumda antimikrobiyel madde çok hızlı etki göstermelidir. Mikropların tekstil üzerindeki etkilerini aşağıdaki gibi sınıflandırabiliriz.



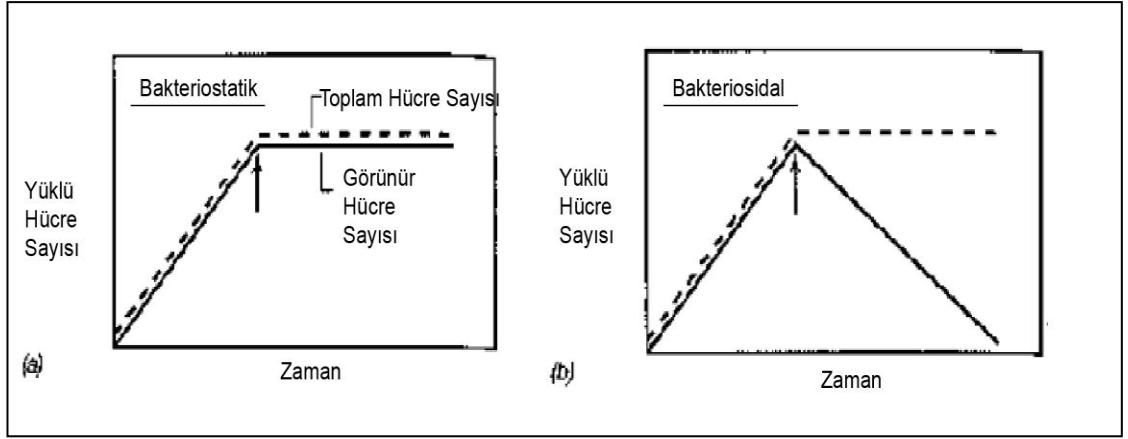
**Şekil 2.12 :** Mikropların tekstiller üzerindeki etkileri.

Bu durumda antimikrobiyel 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.

#### **Antimikrobiyel maddelerin etki mekanizması**

Antimikrobiyel malzemeler eğer mikropların yayılmasını ve gelişmesini frenleyici özellik gösteriyorsa bunlar biyostat olarak adlandırılır. Örneğin bakteriostat, fungistat gibi. Ürün tekstil üzerindeki mikro organizmaları tamamen öldürüyorsa biyosid olarak adlandırılır. Örneğin bakteriosid, fungisid gibi.



**Şekil 2.13 :** Biyostat ve biyosidlerin mikroorganizmalar üzerindeki etkisi.

Antimikrobiyeller temelde mikroorganizmalar üzerinde iki şekilde etki ederler:

- Temas ile: Lif üzerindeki antimikrobiyeller difüzyona uğramazlar ve mikro organizma üzerinde etkili olmaları için temas etmeleri gerekir
- Difüzyon ile: Lif üzerinde veya içerisinde bulunan antimikrobiyel madde, mikro organizmalara ulaşmak ve gelişmelerini frenlemek için, nemli bir dış ortam bulunduğunda, değişken bir hızda dışarıya diffüze olurlar.

Bu maddelerin mikro organizmaların gelişimi üzerindeki etki mekanizmaları oldukça farklıdır. Hücre yenilenmesini önlemek, enzimleri bloke etmek, hücre zarı ile reaksiyona girmek, hücre zarını imha etmek böylelikle hücreyi zehirlemek, protein ve nükleik asid sentezini engellemek gibi pek çok etki mekanizmaları mevcuttur.

Antimikrobiyel kimyasallar tekstil malzemelerine çektirme , emdirme , kaplama , sprey veya köpük yöntemleri ile uygulanabilir. Ayrıca kimyasal maddeler doğrudan lif çekim banyosuna da ilave edilebilir.

Mikro organizmaların gelişimine engel olan antimikrobiyel karışımlar doğal lifler için kaplama malzemesi olarak kullanılabilirler veya yapay liflerle doğrudan doğruya karıştırılabilirler (Alistair, 2000).

#### **Antimikrobiyel apre kimyasal yapıları**

##### **Yüzey ile bağ yapmayan antimikrobiyel apreler**

Bu tür antimikrobiyel apreler tekstil malzemesi üzerine kimyasal olarak bağlanmazlar. Bu tür maddeler bir rezervuar içinden lif veya kumaş yüzeyine yavaşça salıverilir. Mikro organizmalar üzerinde etkili olabilmek için yüzeyden

yayılırlar, Mikro organizmaların içine girerler ve metobolizmaları üzerinde etkiyerek öldürürler.

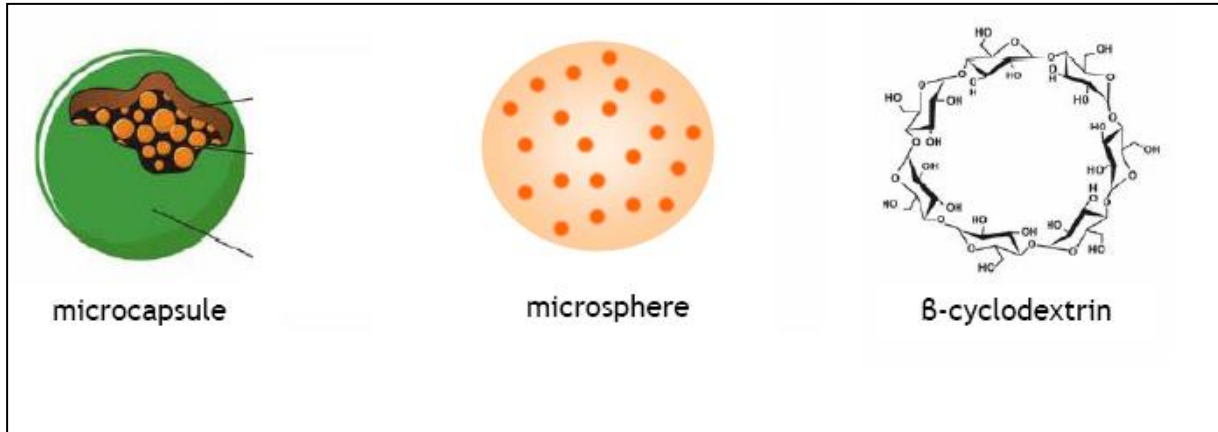
Cilt ile temaslarında cilde faydalı bakterileri etkileyebilirler. Ayrıca cilt tahrişlerine neden olabilirler. Yıkamaya karşı oldukça dayanıksızdırlar. Bunun yanı sıra mikroplar kullanılan kimyasala zamanla bağışıklık kazanırlar.

Bu tür apre maddeleri genellikle spesifik organizmalara karşı etkilidirler, geniş bir spectruma sahip değildir. Küflere ve mantarlara karşı etkili değildir.

Toksik açıdan uygulanan kimyasalın yapısı çok önemlidir. Örneğin pek çok organo-kalay içeren antimikrobiyel madde hem uygulamayı yapan işçinin sağlığına hem tüketiciye hem de çevreye önemli zararlar verir.

Bu tür kimyasalların uygulaması genelde 3 değişik şekilde yapılır;

- 1) Mikrokapsüller: Aktif antimikrobiyel madde inert bir difüzyon bariyeri ile sarılmıştır.
- 2) Mikrokürecikler: Aktif antimikrobiyel madde inert bir polimer içinde çözülür veya dispers edilir.
- 3) Aktif antimikrobiyel madde halka şeklinde bir molekülün içine hapsedilir.



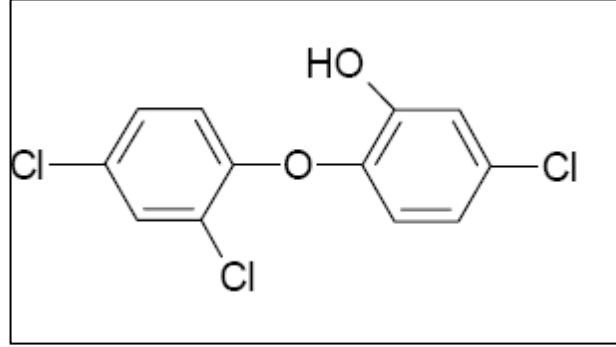
Şekil 2.14 : Çeşitli antimikrobiyel kimyasal yapılar.

### Kullanılan kimyasallar

**Formaldehit** : Formaldehit, biyosid ve koruma maddesi olarak geniş bir kullanım alanına sahiptir. Formaldehitin suda çözünebilir formu olan formalin, enfeksiyonların temizlenmesinde ve biyolojik numunelerin saklanması gibi koruma amaçlı olarak

kullanılır. Ancak formaldehit kullanım sırasında, en azından yıkanana kadar, küçük miktarlarla da olsa açığa çıkabilir. Bu nedenle bazı antimikrobik yan etkilerine rastlamak mümkündür.

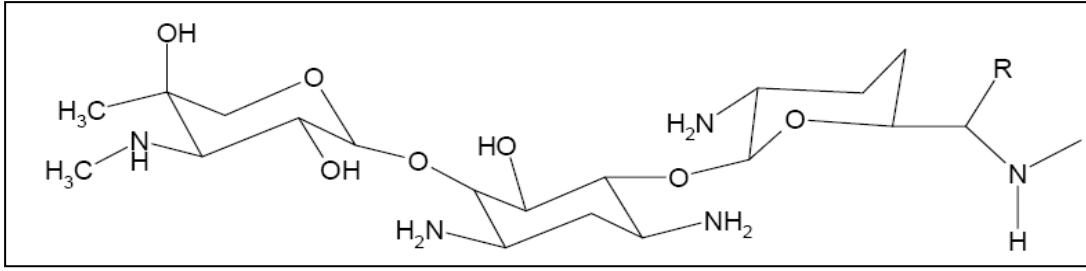
**Triklosan :** En yaygın kullanılan antimikrobiyel maddelerden biri de triklosandır. Triklosan aslında 2,4,4 trikloro-2'-hidroksidifenileter yada 5-klor-2- (2,4- diklor fenoksi) fenol olarak da bilinen bir difenileter ( bis-fenil) türevidir.



**Şekil 2.15 :** Triklosanın yapısı.

Triklosan diş macunu, sabun, deodorant, deterjan, kozmetik ürünleri, antimikrobik kremler, losyonlar gibi pek çok temizlik ve bakım ürününde kullanılan geniş spektrumlu antimikrobiyel bir maddedir. Triklosan, bakterilerin yağ asidi sentezinde önemli rol oynayan ENR adlı enzimi bloke eder. Yağ asidlerinin yokluğunda hücre zarı yapımı ve yenilenmesi mümkün olmayacağından bakteri ölür. İnsanlarda ENR enzimi bulunmadığından, kullanımında zarar yoktur. Çok etkili bir inhibitör olduğundan, küçük miktarlarda kullanımı bile bakteriler üzerinde oldukça etkilidir. Yapılan araştırmalar sonunda hem gram negatif hem de gram pozitif bakteriler üzerinde etkili olduğu gözlemlenmiştir. Ancak antifugal etkisi zayıftır. Ayrıca deri üzerinde alerjik reaksiyonlar gösterme riski de mevcuttur. Tekstil alanında da antimikrobiyel olarak geniş bir kullanım alanına sahip olan kimyasalın; suda çözünürlüğü çok düşük olduğu için, sulu aplikasyonlarda dispergatör ya da binder kullanılması zorunludur. Tekstil alanında en çok life eklenerek kullanılır. Bir polimerin yapısına katıldığında yüzeye migrasyon yapar ve buraya bağlanır. Suda çözünürlüğü çok kısıtlı olduğu için buradan akmaz ve yüzeye temas halindeki bakterilerin gelişimini önler.

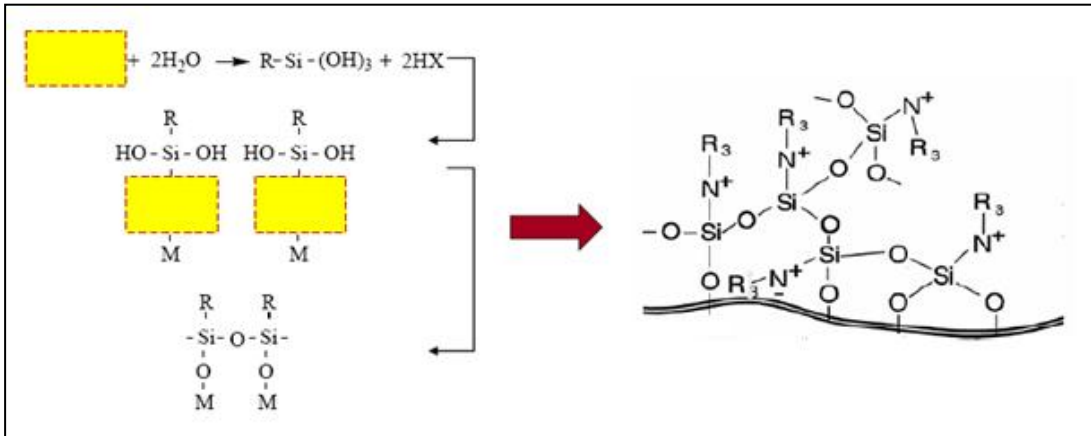
**Gentamisin :** Aminoglisin antibiyotik kompleksidir.



**Şekil 2.16 :** Gentamisinin yapısı.

Bakterilerin protein sentezini durdurarak etki gösteren gentamisin, özellikle hastanelerde antibiyotik olarak yaygın kullanım alanına sahiptir. Gram pozitif ve gram negatif bakterileri üzerinde etkilidir.

**Organo-gümüş bileşikler ve gümüş zeolitleri :** Sentetik ve doğal zeolitler simetrik olarak dizilmiş alüminyum ve silikat tetrahedralı hidratlanmış alüminyum silikatlarıdır. Yapı eksi yüklü, stabil ve petek şeklindedir. Boşluklardaki eksi yükler sodyum gibi artı yüklü iyonlarla nötrleştirilir. Belirlenen zeolit sayısı yüzeyinin üzerindedir. En basit sentetik zeolit yapısı bir silikat, bir alüminyum, bir sodyum katyonu moleküler oranına sahiptir.



**Şekil 2.17 :** Sentetik zeolit yapısı.

Simetrik, doğal zeolit yapısı çok daha karmaşıktır ve grafik olarak gösterilemez. Burada, çeşitli katyonların doldurduğu 3 boyutlu iskelet yapısına sahip alüminyum silikat çatının büyük oranda oluşturduğu zeolitte katyonlar antimikrobiyel gümüş iyonları ile yer değiştirir. Gümüşün bakteriler üzerindeki çoğalmayı önleyici etkisi yüzyıllardır bilinmektedir. Sayısı 650'yi geçen bakteri, maya, mantar ve küf türü gümüşe karşı hassastır.

Ayrıca kuarter amonyum tuzları da özellikle yüzme havuzlarının dezenfekte edilmesi gibi temizlik işlerinde yoğun kullanılan antimikrobiyel maddelerdir. Ancak suda çözünürlüklerinin çok yüksek olması tekstil apre işleminde kullanılmalarını sınırlamaktadır.

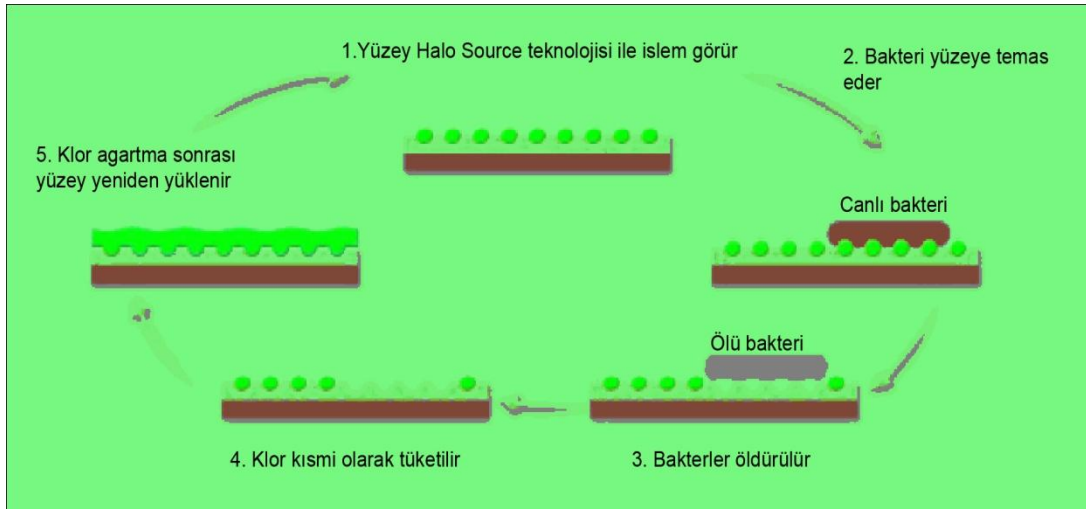
### **Yüzey ile bağ yapan antimikrobiyel apre maddeler**

Bu tür antimikrobiyel apreler tekstil malzemesi üzerine kimyasal olarak bağlanırlar. Mikro organizmaların hücre zarını delerek, hayatsal faaliyetlerini durdururlar ve ölmelerine neden olurlar. Yüzeye tutundukları yani migrasyona uğramadıkları için uygulamadan sonra aktif madde miktarında azalma olmaz. Kimyasal bağ yaptıkları için yıkanmaya karşı dayanıklıdırlar.

Kimyasal olarak bağlanan antimikrobiyeller gösterdikleri özel etki mekanizmaları sayesinde geniş bir spektruma sahiptirler. Pek çok bakteri, küf, maya ve yosun çeşidi bu tür antimikrobiyeller ile kontrol altına alınabilir.

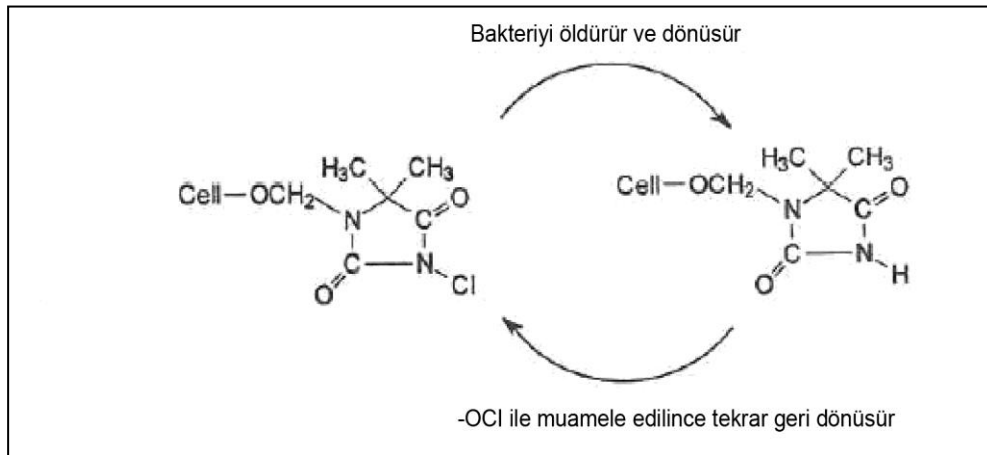
Bu tür maddeler güvenlik ve toksikolojik açıdan oldukça uygundur. Piyasada en yoğun kullanılan kuarter amonyum tuzları EPA tarafından incelenmiş ve ticari kullanımı uygun bulunmuştur. Bu tür antimikrobiyeller banyoya anyonik yüzey aktif maddeler ilave edilerek kolayca deaktive edilebilmektedirler. Bu da atıkların çevreye vereceği zararı önemli ölçüde azaltır.

**Rejenerasyon mekanizması:** Antimikrobiyel apre uygulamalarında son gelişmelerden birisi de rejenerasyondur. Rejenerasyona uyumlu (örneğin MDMH) ile müdahale edilen kumaş, daha sonra hipoklorit ile ağartıldığında , hipokloritte bulunan kloramin kısmı, antimikrobiyel ektiği tekrar aktifleştirmektedir. Böylece antimikrobiyel etki gösteren tekstil malzemesi ev yıkaması veya ağartması sonucu eski etkisine tekrar kavuşabilmektedir.



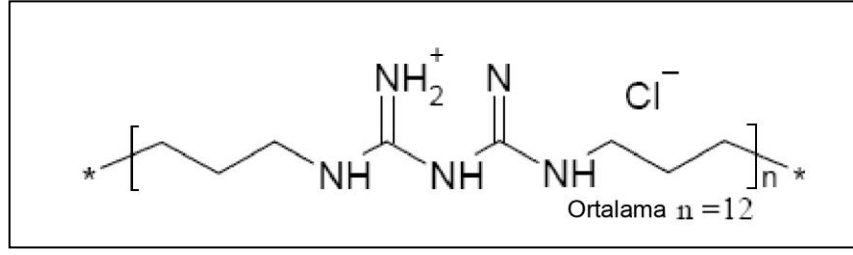
**Şekil 2.18 :** Rejenerasyon mekanizması.

**MDMH:** Rejenerasyon yeteneğine sahip MDMH aslında monometilol-5,5-dimetilalanin dir. Yüzme havuzlarının dezenfekte edilmesinde kullanılan MDMH, pamuk içeren kumaşların kalıcı antimikrobiyel özellik kazanmasında da kullanılır. Hücre zarını delerek etki gösteren MDMH, kumaşla kovalent bağ yapar ve ağartma sonucunda eski antimikrobik etkisini yeniden kazanır. Hem gram pozitif hem de gram negatif bakteriler üzerinde etkilidir. Yüksek miktarlarda kullanımında yüksek ısı ile temas sonucu (örneğin ütude) içerdiği kloraminler nedeniyle sararma ve oksiselüloz oluşumu nedeniyle lifte hasar ile mukavemet kaybı gözlemlenir.



**Şekil 2.19 :** MDMH'in rejenerasyon mekanizması.

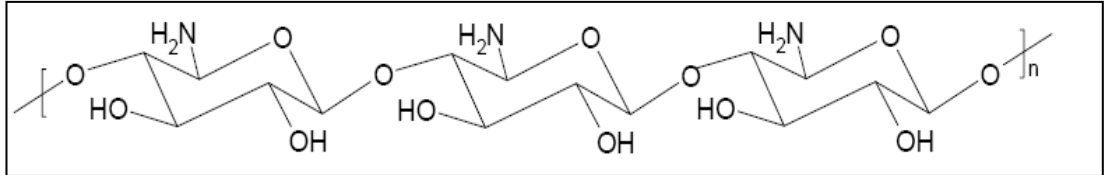
**PoliHegzametilenBiguanid (PHMB) :** PHMB bir molekülünde ortalama 12 biguanid olan bir oligomerdir. Gram pozitif gram negatif bakterileri, mantarlar ve küf mantarları üzerinde etkilidir.



**Şekil 2.20 :** MDMH'in yapısı.

Kozmetik sanayi, gıda endüstrisi ve yüzme havuzlarının dezenfekte edilmesinde yıllardır kullanılır. Biguanid grupların mikro organizmanın hücre zarını delici etkileri mevcuttur. Pamuklu havlular üzerinde yapılan denemeler sonucu koku oluşumunun azaldığı gözlemlenmiştir.

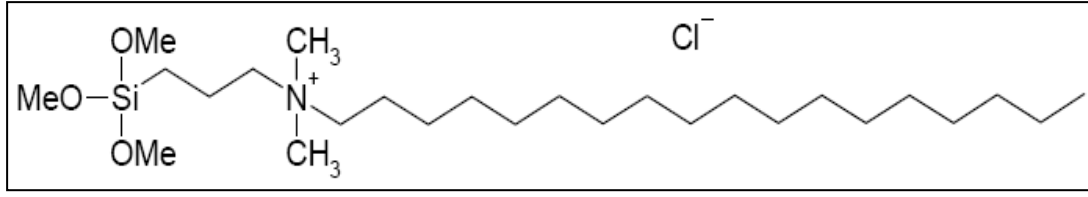
**Kitosan :** Kitosan bir kitin türevidir. Kitinin yapısı selüloza çok benzer. Selülozdaki hidroksil grupları kitinde amino grubuna dönüşmüştür. Kitin N-asetil-2-amino-deoksi-D-glukopiranoz yapısında doğrusal bir polimerdir. En çok kabuklu canlılarda, böceklerde ve mantarlarda bulunur. Kitosan; kitinin N-deasetile türevidir. Kitosan da selülozdaki hidroksi gruplarının yerini N-asetil gruplarının almış halidir.



**Şekil 2.21 :** Kitosanın yapısı.

Etki mekanizmaları bakterilerin hücre duvarını imha ederek çalışır. Bakterilere, mantarlara ve virüslere karşı etkilidirler. Toksik veya alerjik değildir. Kitosan mikrokapsülasyon veya reaktif kovalant bağlanma yöntemleriye pamuğa aplike edilebilir. Yüksek absorpsiyon özelliği, nem kontrol, yaraların iyileşme hızını arttırması ve biyolojik olarak bozuna bilme özelliği önemli avantajlarındandır.

**AEGIS mikrop kalkanı (AMS) :** AMS ; QAS ve aloksilanın kombinasyonu olan trimetoksipropilidimetiloktadesil amonyum klorid'tir.



**Şekil 2.22 :** AEGIS mikrop kalkanı (AMS) yapısı.

QAS bileşeni mikroorganizmanın hücre zarını bozar, silanol kısmı ise kumaş yüzeyi ile kovalent bağ oluşturur. AMS'nin kumaş yüzeyine uygulanması iki adımda gerçekleşir. İlk adımda AMS kumaş yüzeyinde bulunan suyun protonları ile yer değiştirir. Böylece kumaş yüzeyindeki su molekülleri eksi yüklenir. İkinci adım ise kumaş yüzeyine kaplanan silikon gruplarının polimerizasyonudur.

Yapılan araştırmalar AMS uygulanmış çorapların 40 yıkama sonunda bile antimikrobik etki gösterdiklerini kanıtlamıştır. Ayrıca istenmeyen kokuları maskeleyici özelliğe sahiptir. Gram pozitif bakteriler karşısında oldukça etkili iken; gram negatif bakteriler karşısında aynı etkiyi gösterebilmesi için konsantrasyonunun 10 kat artırılması gerekmektedir (Ünal, 2009).

### **Antimikrobiyel etki test yöntemleri**

#### **AATCC test metodu 147-1998 agar difüzyon testi**

Bu yöntemde 25x50 mm ebadındaki test numunesi, steril agar içeren bir kaba yerleştirilir ve burada gram negatif veya gram pozitif bakterileri içeren çözelti ile muamele edilir. 18-24 saat 35°C'de bekletilen numune, çıkarılarak bakterilerin çoğalması kontrol edilir. Eğer numunede bakteri üremesi tespit edilmediyse antimikrobiyel etki kanıtlanmış olur. Hızlı sonuç alınabilen bir yöntem olmasına karşın biyostatik ve biyosidal etkileri gözlemleyebilmek için daha nicel bir test yöntemine ihtiyaç vardır.

#### **AATCC test metodu 100-1999**

Tekstil mamullerinin antimikrobiyel etkilerinin daha nicel bir şekilde değerlendirilebilmesi için geliştirilmiş bir yöntemdir. 4,8 cm çapında antimikrobiyel madde aplike edilmiş test parçası, bakteri içeren (gram pozitif veya gram negatif) çözeltiye batırılır ve 18-24 saat 37°C'de bekletilir. Ardından çıkarılan numune ekstrakte edilir ve bakteri sayısı hesaplanır.

Yöntemin esası antimikrobiyel uygulaması yapılmış test parçası ile aynı kumaş konstrüksiyonuna sahip antimikrobiyel uygulanmamış kumaş parçası üzerindeki bakteri miktarlarını oranlamaya dayanır.

### **AATCC test metodu 30-1999 antifungal testi**

Bu metod antifungal etkinin belirlenmesi için 4 değişik metod sunar. Bunlardan ilki (toprağa gömme yöntemi), 4x15 cm ebatındaki test numunesinin mantar içeren bir toprakta 28°C’de 2-16 hafta bekletilmesi esasına dayanır.

İkinci metod da ise 4 cm çapında dairesel veya 4x15 cm boyutunda düz numune standart mantar (*Chaetomium globosum*) çözeltisine daldırılır ve standart agar içeren kapta bekletilir.

Üçüncü metod da ikinci metodun bir benzeridir, yalnız kullanılan mantar *Aspergillus niger*’dir.

Son metoda ise (Doygun atmosferde bekletme yöntemi) 2,5x7,6 cm ebatındaki test numunesi, üç değişik tür mantar içeren bir çözeltiye daldırıldıktan sonra yüksek nem içeren bir kavanoz içerisinde 14-28 gün bekletilir.

Tüm metodlarda mantar çoğalması gözle değerlendirilir ve “çoğalma yok”, “mikroskopik ölçüde çoğalma” veya “makroskopik ölçüde çoğalma”, şeklinde değerlendirilir. Üçüncü metod hariç tüm metodlarda kumaştaki mukavemet kaybı da ölçülür.

### **2.3 Tıbbi ve Hijyenik Tekstil Alanında Dokusuz Yüzey Ürünleri**

Tıp sektörü, tekstil sanayinin her çeşit ürününü gittikçe artan bir taleple kullanır hale gelmiştir. Kullanılan malzemeler monofilament veya multifilament iplikler, dokuma, örme, dokusuz yüzey ve kompozit yapılı kumaşlardır. Yeni tekstil lifleri ve değişik tekstil yüzeylerinin üretilmesiyle uygulamalar ameliyat ipliklerinden kemik naklinde kullanılan karmaşık kompozit yapılara ve basit temizlik bezlerinden ameliyathanelerde kullanılan gelişmiş koruyucu önlük kumaşlarına kadar büyük çeşitlilik göstermektedir. Hijyenik ve temizlik bez ürünlerinin artan popülaritesi dokusuz yüzey toz bezi ürünleri, kozmetik bezleri, mutfaklar ve banyolara yönelik antimikrobiyel bezler, dokusuz yüzey endüstrisinin büyümesinde itici bir güç sağlamaktadır (Yükseloğlu ve Canoğlu, 2005).

Colgate Palmolive tarafından pazara sunulan üç katmanlı bulaşık bezleri, ABD’ de Isolyser firmasının geliştirdiği, kullanımdan sonra suda çözünebilen, polivinilalkol bazlı bir medikal kumaş ve ayrıca Hangzhou firmasının geliştirdiği yüksek kan emici yumuşak plaster dokusuz yüzey malzemeleri örnek olarak verilebilir ([www.tad.com.tr/nt/nw](http://www.tad.com.tr/nt/nw) , 03.05.2005).

## **2.4 Tıbbi ve Hijyenik Tekstillerin Sınıflandırılması**

Tıbbi tekstiller kullanım alanlarına göre aşağıdaki gibi sınıflandırılabilir [Adanur, 1995] :

### **1. Cerrahi tekstiller**

A. Tekrar kullanılabilen edilen tekstiller (dikişler, damar dokuları, kalp kapakçıkları ve tedavisi için kullanılan kumaşlar, yapay eklemler, fıtık tedavisi için kullanılan kumaşlar, cerrahi destek ağları, yapay kemik vb.)

B. Tekrar kullanılamayan tekstiller (bandajlar, sargı bezleri, plasterler vb.)

2. Vücut dışı cihazlarda kullanılan tekstiller: Vücut dışı cihazlarda kullanılan tekstiller yapay böbrek, yapay karaciğer ve yapay akciğerdir.

3. Bakım ve hijyen ürünleri (yatak takımları, koruyucu giysiler, cerrahi giysiler, örtüler, temizlik bezleri vb.)’ dir. Bakım ve hijyen ürünleri tek kullanımlık ya da yeniden kullanılabilen olmak üzere iki tipte mevcuttur.

### **Bakım ve hijyen ürünlerinin sahip olması gereken özellikler ise;**

**1.Toz, uçuntu oluşturmamalı ve bunların geçişine izin vermemeli:** Hastaya enfeksiyon geçişinin olası kaynaklarından birisi, bakteri taşıyan hastane personelinden saçılan kirletici parçacıklardır. Ortalama bir insan tek bir kasını bile hareket ettirmeden çevreye dakikada 100.000 kirli parçacık saçar. Tek bir adım atmak bu rakamı 5 milyona çıkarır. Cerrahi önlükler havayı kirleten parçacıkların yayılmasını önlemek için bariyer gibi davranmalı, personelden hastaya hastadan personele enfeksiyon geçişine engel olmalıdır. Özellikle bağışıklık sistemi zayıf olan hastalarda bu durum hayati önem taşımaktadır. Bazı kumaş yapıları ise kendileri uçuntu oluşturmakta, bu parçacıklar yaranın iyileşmesini geciktirmektedir (Kavuşturan, Y., 2002).

**2.Su geçirmez veya su itici olmalı:** Cerrahi ekibin cilt ya da mukozasındaki küçük bir lezyon mikro organizmaların girişine izin verilebileceği için cerrahi uygulamalar sırasında kullanılan kumaş yapılarının sıvı geçirmez nitelikte olması gereklidir. Özellikle Hepatit B ve C ve AIDS gibi hastalıklar söz konusu ise acil servis personeli cerrahi personelden de fazla risk altında olacaktır (Kavuşturan, Y., 2002).

Kan ya da enfeksiyon taşıması muhtemel malzemeler ile iyice ıslanma riski olan uygulamalarda su geçirmez giysiler kullanılmalıdır. Kan ya da enfeksiyon taşıması olası malzemelerin sıçrama ya da püskürmesi olasılığı olan durumlarda ise sıvıya dayanıklı, sıvıyı itici özellikte giysiler kullanılmalıdır. Sıvı iticilik sınırlı sıvı geçirmezlik durumudur (Kavuşturan, Y., 2002).

**3.Nefes alabilir özellikte olmalı:** Koruyucu malzeme sıvı geçirmez fakat nefes alabilir yapıda olmalıdır, nemin geçişini engellememelidir aynı zamanda da terletmemelidir. Bu birbirleriyle çelişen talepleri karşılayabilmek için iki tip malzeme kullanılmaktadır (Kavuşturan, Y., 2002).

- *Monolitik gözenekli filmler:* Bu gözenekli filmler molekül zincirinde sert ve yumuşak segmentlerden oluşmuş polimerler içerir.
- *Mikro gözenekli filmler:* Vücut terinin cilt yüzeyinden havaya kumaş boyunca taşınmasına izin vererek konfor sağlar. Gözenek boyutu 0.1-0.2  $\mu$ 'dur. Bu gözeneklerden 0.0004  $\mu$  boyutlu su buharı geçer ancak sıvı haldeki su geçemez.

**4.Zehirli olmamalı:** Bu özellik, cilt tahrişi, alerjik reaksiyonlar, doku ve hücre zedelenmelerini önlemek amacıyla istenmektedir (Kavuşturan, Y., 2002).

**5.Alerji yapmamalı:** Hastane kumaşları için uygulanan boya-terbiye tekniklerinin sonucunda alerjik yapı kazanmaları olasılığı bulunmaktadır. Örneğin; formaldehit ile apre işlemi yapılmış bir giysinin giyilmesi durumunda cilt zarar görebilir.

**6.Antimikrobiyel özellik göstermeli:** Özellikle vücudumuz ısı, nem ve besin kaynağı olması nedeniyle mikro organizmaların üremesine uygun bir zemin yaratmaktadır. Tekstil malzemesi üzerindeki mikrobiyel üremeler birçok ciddi sorunlar ortaya çıkarabilir. İstenmeyen kokular ve lekeler oluşabilir. Özellikle hastanelerde bulaşıcı virüslerin yayılma riski fazla olan sağlık personeli ve hastaların sağlığı, rahatı için çevreyi kontrol altına alma gereksinimi duyulmakta, kullanılan ürünlerin antimikrobiyel özellik taşıması istenmektedir. Bu gibi olumsuz durumlara engel olmak amacıyla ya antimikrobiyel özelliğe sahip çeşitli lifleri kullanmak ya da

tekstillere antimikrobiyel apre işlemleri yapmak gerekmektedir (Kavuşturan, Y., 2002).

- *Antimikrobiyel lifler:* Courtek M, kumaşta ve tıbbi ekipmanlarda bakteri gelişimini önleyen yüksek performanslı bir akrilik lifidir. Rhovyl, hijyenin önemli olduğu yerlerde mikro organizmaların üremesine karşı savaşmak için tasarlanmış Mercurobutol (4-terciyer-Butil-2-kloro-civafenol) bileşiği içeren bir liftir. Bu molekül üretim süreci sırasında temel polimer molekülü içerisine hapsedilmektedir dolayısıyla tekrarlı yıkamalara karşı dayanıklıdır. Silfresh isimli antimikrobiyel asetat ipliği, lif çekimi sırasında bakteriyostatik bir madde olan triklosan eklenerek üretilmektedir. Maske, elbise, astar, iç giysi, spor giysi, gecelik üretiminde ve tıp ve hijyen sektörlerinde kullanılan bu liften yapılmış kumaşlar, düşük sıvı emme kabiliyeti, nefes alma yeteneği, yumuşaklık ve rahatlık sağlar ve hastane ortamında yaygın olarak bulunan bakteri ve mantarların büyük bir kısmını kontrol etme yeteneğine sahiptir. “Microsafe, Trevira” tarafından üretilen antimikrobiyel asetat lifidir ve bu liften üretilmiş dokusuz yüzey halindeki gazlı bezler 200 yıkamadan sonra bile bakteriyostatik etki gösterebilmektedir (Adanur, S., 1995; Beklin NL, 2002; Kavuşturan, Y., 2002).

- *Antimikrobiyel apre işlemleri:* Kullanımı kanıtlanmış, mantar oluşumunu önleyici, antibakteriyel, koku azaltıcı, bağışıklık kazanmış dirençli mikro organizma yaratma riski olmayan, cilt bariyerini aşma riski taşımayan antimikrobiyel maddelerin seçilmesi gereklidir (Kavuşturan, Y., 2002).

**7.Statik olarak elektriklenmemeli:** Koruyucu giysilerde kullanılacak kumaş, taşıyıcının vücuduna yapışma ve toz çekme gibi olumsuz durumlara yol açmamak için iyi antielektrostatik etki göstermelidir. Sentetik lifler statik yükleri artırmaya ve elektrik kıvılcımları oluşturmaya eğilimlidir. Bu tür kumaşlarda statik elektriklenmeden korunmak için “statik elektrik dağıtıcı” özellikteki lifler kumaş içerisine belirli aralıklarla yerleştirilmektedir (Kavuşturan, Y., 2002).

**8.Güç tutuşur olmalı:** Narkoz olarak kullanılan gaz karışımları oksijen içerdiklerinden çabuk tutuşur ya da patlayabilir. Bu nedenle kıvılcım olasılığı yüksek olan lazer ve fiber optik cihazları yakınında kullanılan tekstil malzemeleri güç tutuşur olmalıdır (Kavuşturan, Y., 2002).

**9.Sterilizasyon ve yıkama dayanımı yeterli olmalı:** İster tek kullanımlık ister yeniden kullanılabilir nitelikte olsun ameliyathanede kullanılacak olan kumaşlar bilinen tüm yöntemlerle sterilize edilebilmelidirler. Uzun süre kullanılacak koruyucu giysilerin birçok yıkamaya ve 120 °C’de sterilizasyona, yırtılma, aşınma mukavemeti ve boyut değişiminde problem olmaksızın dayanması gerekmektedir (Kavuşturan, Y., 2002).

**10.Konforlu olmalı:** Ürünler kullanım amacına uygun özellikte olmalı, kullanıcıya konfor sağlamalıdır (Kavuşturan, Y., 2002).

**11.Mukavemeti yeterli olmalı:** İğne ve keskin objelerin saplanması sonucu olabilecek hasarlar, sağlık personelinin enfeksiyon kapması için temel nedenlerdendir. Riskleri azaltabilmek için giysilerin dikiş bölgelerinin uygun bir şekilde kapatılması, iğne ve keskin objelerin kumaşa girişinin önlenmesi gereklidir. Aşınmaya karşı dayanıklı kumaş kullanımı ile bariyer malzemesinin güvenliği artacaktır. Kumaşın dayanıklılığının tespitinde kopma, yırtılma, patlama mukavemetleri de önem taşımaktadır. Kumaşların renk haslıkları da ölçülmelidir (Kavuşturan, Y., 2002).

## **2.5 Tıbbi Tekstillerde Kullanılan Lifler ve Özellikleri**

### **2.5.1 Pamuk**

Pamuk elyafı yüksek nem tutma yeteneğine sahip olduğundan, vücuttan çıkan her türlü sıvıyı (idrar, kan) kolaylıkla emebilmekte ve doğal elyaf olması nedeniyle de biyolojik olarak parçalanabilmekte, hava teneffüsünü olanaklı kılmaktadır.

Pamuk lifleri özellikle yas haldeyken yüksek mukavemet göstermektedir. Bunun yanında kolay sterilize edilebilme, ısıya karşı dayanıklılık, alerjik olmama, geri kazanılabilir olma, yumuşaklık gibi özelliklerinden dolayı pamuk özel bakım ürünlerinde çokça tercih edilmektedir (Anonim, 1995).

### **2.5.2 Linter**

Pamuk linteri ya da linter, pamuktan elde edilen tohum lifleridir. Pamuk tohumu üzerinde yapısal olarak birbirinden belirgin şekilde ayrılan iki farklı tipte lif vardır. Bunlar uzun lifler (pamuk) ile kısa liflerdir (linter). Genellikle kısa lifler pamuk tohumu üzerinden kesilerek uzaklaştırılmaktadır (Doğmaz,1994).

Odun ve buğday sapı selülozunun ekstrakte edilmesi pamuk linterine göre daha zordur. Çünkü bu malzemelerde selüloz kimyasal olarak lignin, hemiselüloz ve diğer ekstraktif maddelere çok yakından bağlanmıştır. Daha yoğun bir kimyasal işlem bu ayırımı için gereklidir ki bu da selüloz moleküllerinin daha çok degradasyonuna neden olmakta ve verim önemli oranda düşmektedir (Doğmaz, 1994).

### 2.5.3 Odun talaşı

Odun talaşı iki ana tabakadan oluşur. Birincisi karbonhidrat yapısıdır, bu yapı selülozdan oluşur ve hemiselüloz olarak da adlandırılır. İkinci kısım ise daha amorf yapıda olan lignin kısmıdır. Selüloz bütün bitki, ot ve ağaçların yapı taşlarından biridir. Doğada saf halde bulunmamaktadır. Odunun ağırlıkça %40'ını oluşturur. Selüloz oranı yüksek kızılçam, ladin, kayın, kavak gibi ağaçlardan veya saman, pamuk linteri, ayçiçeği, keten, kenevir saplarından yararlanılmaktadır (Zelzele, 1994).

### 2.5.4 Rejenere lifler

Odun hamurundan elde edilen selülozdan, bir düze vasıtası ile ipeğe benzer Viskoz rayonu oluşturulmaktadır. Yüksek mukavemetli ve yüksek yas modüllü viskoz, hem kuru, hem de ıslak koşullar altında pamuk ile karşılaştırılmaktadır. Viskoz Rayonu tek kullanımlık ve hijyenik alanda kullanılacak dokusuz yüzey kumaşların üretiminde kullanılmaktadır. İçi boş viskoz modifikasyonları gelişmiş bir hacimlilik ve nem emme özelliği vermektedir (Demir, 1999).

### 2.5.5 Kollajen

Sığır derisinden elde edilen *kollajen*; lif şeklinde veya hidrojel halinde birçok tıbbi ve cerrahi uygulamalarda kullanılan bir protein maddesi olup; % 5-10'luk sulu çözeltiğinde hidrojel şeklindedir. Hidrojeller suda şişebilen çapraz bağlı polimerik yapılardır ve çözünmezler. Tıbbi uygulamalar açısından sahip oldukları üstün özellikler ve yüksek oksijen geçirgenliği nedeniyle ilgi odağı olmuştur. Kontak lenslerde, yapay tendon malzemelerinde, yara iyileşmelerinde, yapay böbrek zarları, yapay deri, estetik cerrahide malzeme, emilebilen ameliyat iplikleriyle birlikte birçok tıbbi ve cerrahi uygulamalarda kullanılmaktadır. İpek kadar dayanıklıdır ve biyolojik olarak bozunabilir. Elektrokimyasal uyarıları mekanik ise çeviren akıllı hidrojeller, insan kas dokusu işlevi görebilir. Bu özellikten yararlanarak yapay kaslar

yapılmaktadır. Fizikokimyasal uyarılara karşı tersinir büzülme ve genişleme kabiliyetine sahiptir (Gümüşderelioğlu, 2002; Öktem ve Seventekin, 2000).

#### **2.5.6 Alginat lifleri**

Nemli koşullar altındaki yaralar daha iyi ve hızlı bir şekilde iyileşmektedir ve iyileşmekte olan yaraya liflerin sıkışması problemi de böylece giderilmektedir. Nemli ortamdaki iyileşme kavramı, yara iyileştirme tekniklerini ve hasta bakımını büyük ölçüde destekleyen birçok lifin gelişimine yol açmıştır. Alginat lifleri buna bir örnek oluşturmaktadır. Çok sayıda değişik yaranın tedavisinde denenerek bu liflerin tedavi edici özelliklere sahip olduğu belirlenmiştir. Kalsiyum alginattan üretilmiş yara örtücü malzemelerin toksik etkisi olmayıp, biyolojik olarak bozunabilen kan durduruculardır (Öktem ve Seventekin, 2000; [www.sagliktekstilleri.com](http://www.sagliktekstilleri.com) , 2005).

Bu lifler, yaradan akan sıvı ile temas ettiklerinde, kısmen suda çözünabilir sodyum alginat haline dönüşmektedir. Bunlar daha sonra yara etrafında şişerek bir jel haline gelirler ve böylece iyileşme periyodu sırasında yaranın nemli kalmasını temin ederler. Tedavinin bitiminde ise kolaylıkla uzaklaştırılabilirler (Öktem ve Seventekin, 2000; Karakaş, 2005).

#### **2.5.7 Kitin**

Kitin, selülozdan sonra en bol bulunan bir doğal polimerdir. Kitin ve kitosan çeşitli hayvanlardan ekstrakte edilen polisakkarit esaslı biyoparçalanabilir doğal polimerler olarak bilinmektedir. Özellikle Yengeç ve karides kabuklarından elde edilir. Kitin, mantar, küf ve maya gibi bazı mikroorganizmaların hücre duvarlarında ve omurgasızların ekzoiskeleti ve kutikularında bulunur. Kitosan ise yalnızca birkaç mantar türünde bulunmaktadır. Kitin ve onun en önemli türevi olan kitosan yüksek mukavemeti, biyoparçalanabilirlik ve zehirli olmama gibi faydalı pek çok fiziksel ve kimyasal özelliğe sahiptirler (Gümüşderelioğlu, 2002).

Kitinden yapılmış lif ve kumaşlar olağanüstü antitrombojenik özelliğe sahiptir. Bunlar vücut tarafından emilir ve tedavi edicidir. Yapay deri olarak kullanılan kitinden yapılmış dokusuz yüzey kumaşlar vücuda anında yapışmakta yeni deri oluşumunu hızlandırmakta ve ağrıları azaltmaktadır. Kitinin alkali ile muamele edilmesinde kitosan denilen bir madde elde edilir. Bu madde viskoz ipeği ile aynı dayanıklılığa sahip filamentler halinde eğrilebilmektedir (Gümüşderelioğlu, 2002).

Kitin ailesi polimerleri yaygın olarak tıp, ziraat ve atık muamelesinde kullanılmaktadır. Biyomedikal alanında kitosan yara tedavisinde bandaj ve ameliyat ipliklerinde kullanılmaktadır. Çünkü kitosan dayanıklı, suyu emen, oksijen geçiren biyouyumlu bir film oluşturmaktadır. Kitosan doku onarımını hızlandırmak için kullanılabilir ve yanıkları tedavide sulu bir çözelti olarak direk olarak uygulanabilmektedir. Yüksek oksijen geçirgenliği nedeni ile kitosan kontak lenslerde de kullanılmaktadır (Onar, 2005).

Kitosan aynı zamanda kan pıhtılaşmasını hızlandırmak içinde kullanılmaktadır. Kitin bileşiği biyoparçalanabilir (insan kanı kitini basit karbonhidratlara, karbondioksit ve suya parçalar) ve bu özellik kitini ilaç salınım sistemleri için uyumlu kılmaktadır. Kitosan taşıyıcılar yavaş ilaç salınımı sağlamaktadır. Bu özelliği nedeniyle kitosan kanser kemoterapisinde oldukça önemlidir (Onar, 2005).

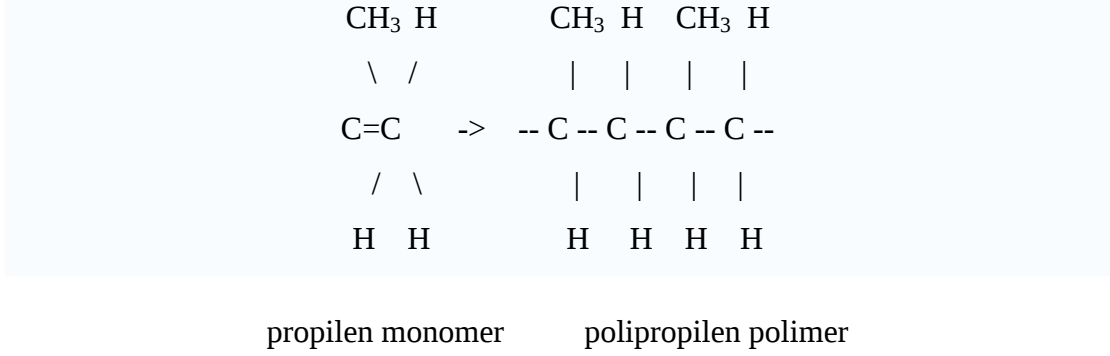
Kitin ve kitosanın biyotıp uygulamalarındaki tercih edilirliliği aşağıda belirtilen noktalara dayanmaktadır.

Bunlar:

- Doğal ve biyolojik olarak parçalanabilir,
- Birçok yaşam sistemine uygundur,
- Fiziksel formu çok yönlüdür, örneğin toz, sulu çözeltiler, filmler, şekilli cisimler, süngerler gibi,
- İlaçların taşınması ve sevki için kullanılır (Onar, 2005).

### 2.5.8 Polipropilen

Polipropilen, polietilenle beraber olefinler grubunda yer alan termoplastik yapıli polimerik bir malzemedir. Günümüzde plastik endüstrisinin en önemli malzemelerinden biri olan polipropilenin, lif formunda üretimi 1950’li yıllarda başlamıştır ve kullanımı her geçen gün artmaktadır. İlk olarak Natta tarafından bulunan polipropilenin atomik monomer yapısı  $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_3$  şeklindedir. Polimerik yapının oluşumu Şekil 2.23’de gösterildiği gibi Ziegler-Natta katalizörleri olarak bilinen  $\text{TiCl}_3$  katalizörü etkisinde aradaki çift bağ açılarak açık uçlara  $-\text{CH}_3$  ve  $-\text{H}$  radikallerinin bağlanmasıyla gerçekleşir. Oluşan zincirin sonuna  $-\text{H}$  radikali bağlandığında, zincir oluşumu sona erer ve bir polimer zinciri 5000 ile 10000 üniteden oluşmaktadır.



**Şekil 2.23 :** Polipropilen polimerizasyonu.

Polipropilen hammaddesi çeşitli formlarda lif haline getirilebilen bir polimerdir. Polipropilenden; kesikli, bikomponent, monofilament ve multifilament gibi çeşitli formlarda lif üretilebilir. Üretilen liflerden iplik üretimi ve sonrasında dokuma ve örme kumaş oluşumu sağlanabilirken, günümüzde polipropilenin asıl önemli kullanım alanı dokusuz yüzey kumaş üretimidir.

Polipropilenin erime noktasının (160-170°C) düşük olması lifler arasında ısı bağlanmanın kolayca oluşabilmesini sağlamaktadır ve bu durum dokusuz yüzey üretiminde polipropilenin tercih edilmesinin önemli sebeplerinden biridir. Çünkü bu özellikler daha düşük enerjiyle, düşük maliyetli ve çevreye daha dost bir üretim imkânı sağlanmaktadır.

Bunun yanı sıra polipropilenin özgül yoğunluğunun sudan daha düşük olması (0,905 g/cm<sup>3</sup>) yapısal avantajlardan biridir. Bu özelliğiyle denizcilik uygulamalarında halat, ağ vb. yapımında tercih edilmektedir. Aynı zamanda daha hafif ürünlerin tasarlanmasına olanak sağlayarak otomotiv ve diğer enerji sarfiyatının önemli olduğu alanlarda da yaygın olarak kullanılmaktadır. Çizelge 2.3’ de Polipropilen lifine ait bazı fiziksel özellikler görülmektedir.

Bu özelliklerinin yanı sıra düşük maliyetli bir lif olması kullanım alanının genişlemesini sağlamaktadır. Tek kullanımlık, çocuk bezi, ıslak mendil gibi ürünlerde en çok kullanılan liflerden biridir.

Polipropilenin öne çıktığı diğer kullanım alanlarından biri de filtrasyon endüstrisidir. Kimyasallara, çürümeye ve neme dayanıklılığı sebebiyle tercih edilmektedir. Genellikle dokusuz yüzey kumaş formunda kullanılmaktadır. (<http://www.fibersource.com/f-tutor/olefin.htm>, 2009).

**Çizelge 2.3 : Polipropilen lifi bazı fiziksel özellikleri.**

| ASTM  | Özellikler                     | Homopolimer |
|-------|--------------------------------|-------------|
| D792  | Yoğunluk(g/cm <sup>3</sup> )   | 0.905       |
| D570  | Su emilimi, 24 saat (%)        | <0.01       |
| D638  | Çekme dayanımı (psi)           | 4,800       |
| D638  | Çekme modülü (psi)             | 195,000     |
| D790  | Eğilme dayanımı (psi)          | 7,000       |
| D695  | Basma dayanımı (psi)           | 7,000       |
| D785  | Sertlik, Rockwell              | 92          |
| D256  | IZOD Çentikli darbe (ft-lb/in) | 1.9         |
| D3418 | Erime sıcaklığı (°F / °C)      | 327 / 164   |
| D3214 | Camsı Geçiş Sıcaklığı (°C)     | -20         |

**Avantajları;**

- Tüm elyaflara oranla en hafif elyafıdır.
- Islak ve kuru dayanıklılıkları iyidir.
- Kimyasallara, çürümeye, neme dayanıklıdır.
- Sürtünmeye dirençlidir
- Nem absorbiyonu azdır.
- Kolayca lekelenmez.
- Güneşe dayanıklıdır.
- Yıkanması kolaydır, çabuk kurur.
- Isıl geçirgenliği düşüktür, sıcak tutar.
- Şekillendirilmesi kolaydır.
- Isıyla kolayca eritilip yapıştırılabilir.

**Dezavantajları;**

- Erime noktasının düşük olması sebebiyle yüksek sıcaklıklarda kullanım problemi yaşanabilir ve pamuklu, kumaşlar gibi ütülenemez.
- Renklendirilmesi zordur. Eriyik halde yapıya pigment boyalar eklenerek boyanabilir.

- Çok kristallidir, ısıyı az iletir. Isıyla şekil verme işlemlerinde ısıtma sürelerinin uzun tutulması gerekir.
- UV dayanımı düşüktür. Özel katkıların ilavesi gerekebilir.
- PET ve Naylona göre malzeme esnekliğinin korunması daha kötüdür.
- Yanıcıdır. Mum gibi yanar,erir ve akar.

### **Polipropilen lifinin kullanım alanları**

Tekstil Endüstrisi : Polipropilen tekstil endüstrisi içerisinde pek çok farklı alanda kullanılabilmektedir. Renklendirilmesinin zor olması ve tutum özelliklerinin çok iyi olmaması sebebiyle günlük giysilerde pek tercih edilmemektedir.

Giysilerde kullanımı, çeşitli spor giysileri, termal iç giysiler, çoraplar, astar kumaşı ve telalardadır.

Polipropilenin en çok kullanıldığı alanlar şöyledir:

- 1) Halı ve döşemelik kumaş
- 2) Filtrasyon malzemeleri: Sigara filtresi, gıda endüstrisi filtreleri, jeotekstil malzemeleri
- 3) Çocuk bezi ve benzeri dokusuz yüzeytek kullanımlık ürünler
- 4) Otomotiv tekstilleri: İç panel kaplamaları, koltuk döşemeleri, hava filtreleri
- 5) Kompozit Endüstrisi: Termoplastik yapılı ve geri dönüşümü mümkün polipropilen hammaddesi hem takviye hem de matris malzemesi olarak kompozit endüstrisinde tercih edilen polimerlerden biridir.

Polipropilen lifleri, diğer çeşitli plastiklerin veya beton gibi malzemelerin içerisine katılarak; o malzemelerin mekanik özelliklerinin gelişmesini sağlayabilmektedir. Bu tür polipropilen liflerinin kesit yapısı Şekil 2.24'de gösterilmiştir. Malzeme içerisine katılan lifler; yapı içerisinde yük dağılımını sağlayarak, yükün lokal birikmesini önlemektedir. Bu durum malzemenin dayanımının gelişmesini sağlamaktadır.



**Şekil 2.24 :** Beton takviyesinde kullanılan polipropilenin boşluklu yapısı.

Yapı içerisine katılan lifler; betonda mikro çatlakların oluşumunu önlemekte, bu sayede daha düzgün ve kapalı bir iç yapı oluşmakta, korozyon azalmakta ve betonun kullanım ömrü artmaktadır. Polipropilen, bu özellikleriyle metal katkıları kadar olmasa da cam liflerine benzer bir performans gösterebilmektedir. Polipropilen ilaveli ve ilavesiz betonlar Şekil 2.25'te gösterilmiştir. (<http://www.swicofil.com/ppfibersfiller.html>, 2009).



**Şekil 2.25 :** Lif takviyesiz ve lif takviyeli beton

### 2.5.9 Poliester

Kimyasal adı polietilentereftalat (PET) olan polyester, Whinfield ve Dickson tarafından keşfedilmiş olup, ilk defa 1941 yılında ticari ölçüde üretilmiştir. Hoechst, Du Pont ve Eastmann polyester üreten dünyanın en büyük firmalarıdır. Polyester elyafın üretimindeki büyüme çok yakın gelecekte Asya'da da görülecektir. Petrol sanayinin bir türevi olan polietilenteraftalat'tan, eriyikten lif çekme işlemi ile üretilen poliester elyaf dünyada çok önemli bir elyafıdır. İlk önceleri pek kullanılmasa da zamanla kullanımı yaygınlaşmış ve daha da geliştirilmiştir. Polyester lifleri tek başına kullanıldığı gibi doğal ve yapay diğer liflerle de kullanılabilirler. Kuru ve ıslak mukavemetleri oldukça iyidir. Kimyasalların çoğuna dayanıklı ve sıcak fiksaj

işlemlerine de yatkındırlar. Deriyi tahriş etmeyen niteliğinin de bunlara katılması genel olarak poliester liflerine, sentetik lifler arasında ayrı bir önem kazandırmıştır.

#### **Polyester liflerinin fiziksel özellikleri**

- Kolay kopmaz. Kopma dayanımı 4,5-5,5 g/denye dir.
- Kopma anındaki uzama yüzdesi %15-25 tir.
- Özgül ağırlığı 1,38 g/cm<sup>3</sup> tür.
- Normal şartlarda nem oranı %0,4 tür.
- Enine kesitleri genellikle yuvarlaktır. Özel amaçlarla üretilen bazı liflerin kesitleri değişik olabilir.

#### **Poliester liflerinin kimyasal özellikleri**

- Asitlere karşı dayanımı oldukça yüksektir. Normal koşullar altında kuvvetli anorganik asitlere karşı bile dayanıklıdır. Yapılarındaki ester bağlarının bazlara karşı dayanıksız olması sebebiyle dayanımları daha sınırlı olsa da sıkı moleküller arası yapı nedeniyle belli bir dayanım gösterirler.
- Yükseltgen ve indirgen maddelere karşı dayanıklıdır.
- Birçok çözücü içerisinde çözünmemekle beraber, fenol ve türevleri, benzilalkol, m-kresol gibi bazı çözenler içerisinde kolaylıkla çözünmektedir.
- Az miktarda rutubet ihtiva ettiği için elektrik iletkenliği düşüktür.
- Güve ve zararlı böceklerden etkilenmez. Aynı şekilde küf ve mantar gibi mikroorganizmalardan da zarar görmez.
- UV dayanımları oldukça yüksektir ( Seventekin , 2004).

Lifin temel fiziksel ve kimyasal özellikleri Çizelge 2.4’de gösterilmiştir.

**Çizelge 2.4 : Poliester lifinin çeşitli fiziksel ve kimyasal özellikleri.**

| ÖZELLİK                                          | Poliester Lifi     |                  |
|--------------------------------------------------|--------------------|------------------|
|                                                  | Kesiksiz (Flament) | Kesikli (Staple) |
| Yoğunluk ( g/cm <sup>3</sup> )                   | 1.38               | 1.38             |
| Kopma Muk. (10 <sup>3</sup> lb/in <sup>2</sup> ) | 77-88              | 56-78            |
| Kopma Dayanımı (g/denye)                         | 4.4-5.0            | 3.2-4.4          |
| Maksimum Uzama (%)                               | 19-23              | 30-36            |
| Uzama Sonu Geri Dönme (%)                        | 80                 | -                |
| Uzama (%)                                        | 8                  | -                |
| Higroskopik Nem (%)                              | 0.4                | 0.4              |
| Camsı Geçiş Sıcaklığı (°C)                       | 80-85              | 80-85            |
| Yumuşama Bölgesi (°C)                            | 230-240            | 230-240          |
| Erime Noktası (°C)                               | 255-260            | 255-260          |

Özellikleri: Yumuşak, pütürlü tuşe. Güçlüdür, çekme ve aşınmaya karşı dirençlidir. Yıkabilir, kuru temizlenebilir. Çabuk kurur. Kırışmaya karşı dirençlidir, ısı uygulandığında kıvrılma özelliği vardır. Kimyasallara karşı dayanıklıdır. Statik ve tüylenme problemi olabilir.

#### **Poliester lifinin kullanım alanları**

- Kumaş üretimi için lifler (ve mikrolifler)
- Şişeler
- Film şeritler
- Fotoğraf filmleri
- Yaygın olarak kullanılan camla güçlendirilmiş (fiberglas) kompozit malzeme ve diğer kompozit malzemeler
- LCD (likit kristal ekran)
- Hologramlar
- Filtreler
- Sığaçlar için dielektrik film ve teller için yalıtım filmi ve yalıtım bandı
- Halı
- Hazır Giyim/ bluz, elbise, ceket, spor kıyafetleri, takım elbise, gömlek, pantolon, yağmurluk, çocuk giyimi, bayan iç çamaşırı.

- Ev Tekstili/ perde, yer kaplaması, döşemelik, nevresim, lif dolgusu.

Likit kristal poliesterler, likit kristal polimerlerdir. Oldukça iyi mekanik özelliklere ve ekstra ısı direncine sahiptirler. Bunun için, jet motorlarında aşınma contası olarak da kullanılırlar.

Termoset polyester reçineler ise genellikle döküm malzemeleri olarak kullanılırlar, fiberglass kaplanmış reçineler ve metalik olmayan oto gövde dolgularında olduğu gibi. Bir çok uygulamada, polimerizasyon ve çapraz bağlar, metil etil keton peroksit veya benzol peroksit gibi organik peroksit içeren ekzotermik tepkime başlatırlar.

Poliester, yüksek mukavemet/ağırlık oranına sahiptir ve ticari kullanımda en başarılı yapay elyafıdır. Standart ev tekstili (yatak takımları, çarşaflar, yastık, perde, mobilya döşemeleri, halılar), lastik, çorap ve kemerlerde destekleyici elyaf olarak kullanılırlar. Yeni yalıtılan polyester elyaf dolgu ürünleri, 'Everest Dağı' nda dağcılar tarafından test edilmiştir ve tırmanma elbiseleri, uyku tulumları, parkalar ve diğer yüksek performanslı açık hava giyimlerinde de başarılı olmuşlardır.

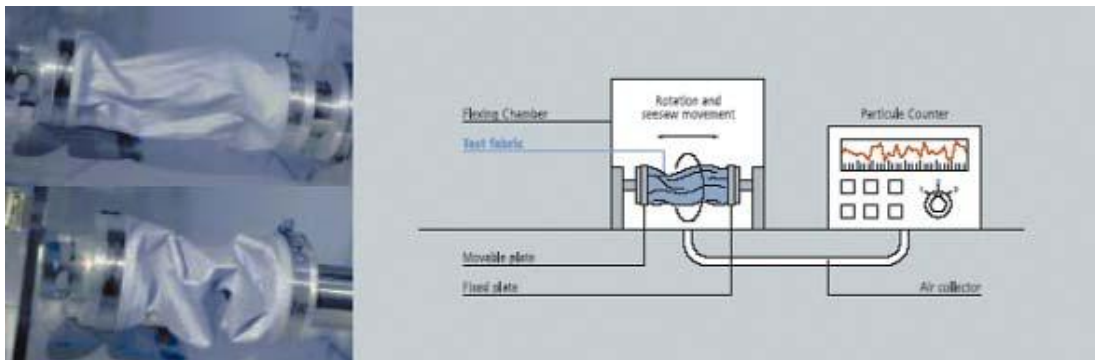
#### **2.5.10 Diğer lif grupları**

Diğer lif grupları ise yeni yeni kullanım alanı bulan Polihidroksialkanoatlar (PHA), Polikaprolaktan (PCL) ve Polipropiolaktan (PPL) lifleridir. Termoplastik polimerler olan Polihidroksialkanoatlar (PHA) kimyasal yapılarına bağlı olarak kırılğan yapıdan esnek plastiklere çeşitli malzeme özellikleri gösterebilir. Günümüzde PHA polimerlerin tıbbi uygulamalarda kullanım potansiyeli araştırılmaktadır. Biyopoliesterler biyoyumlulukları nedeniyle aynı zamanda ilaçlarda da kullanım alanı bulmaktadır. PHA polimerlerin tıbbi uygulamaları; kontrollü ilaç salınımı, ameliyat iplikleri, gazlı bezler, bandajlar, kemik plakaları ve yara bakımındır. Aynı zamanda PHA polimerler kişisel bakım ürünleri ve ambalaj sanayisinde kullanılabilmektedir (Yükseloğlu ve Canoğlu, 2005).

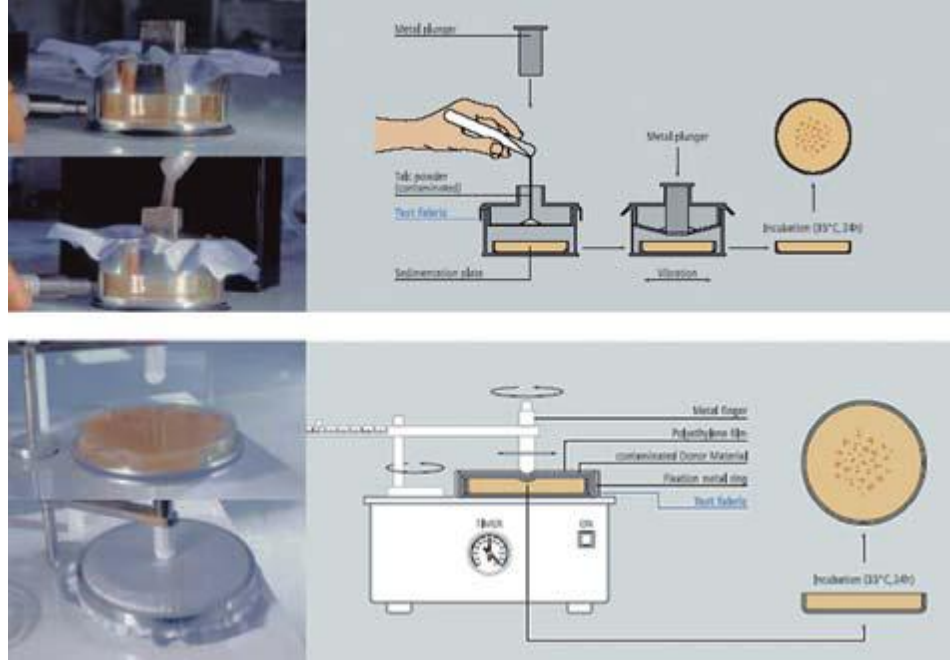
Geliştirilme çalışmaları devam eden Polikaprolaktan (PCL) ve Polipropiolaktan (PPL) içeren bazı lifler, selülozik liflerle karışım yapılarak esnekliği yüksek ve pahalı olmayan, biyolojik olarak çözünebilen dokusuz yüzeylerin üretiminde kullanılabilmektedir. Eriyikten çekme yöntemiyle laktik asitten elde edilen lifler naylona benzer mukavemet ve ısı özelliklerine sahiptirler ve aynı zamanda biyolojik olarak da çözünebilmektedirler (Karakaş, 2005).

## 2.6 Tıbbi Tekstiller İçin Uygulanan Standart Testler

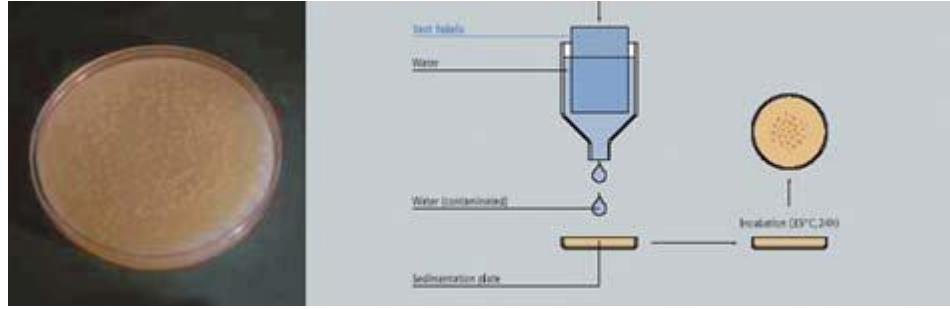
1. Yapısal ve boyutsal özellikler (kumaş eni, sıklıklar, metrekafe ağırlığı).
2. Patlama (ISO 13938-2) ve kopma (ISO 13934-1) mukavemeti (kuru ve yaş):  
Mukavemet gereklilikleri arasında gerilmeye, yırtılmaya, patlamaya, aşınmaya ve delinmeye karşı direnç bulunmaktadır.
3. Boncuklanma ve aşınma direnci (ISO 12947-1).
4. Eğilme direnci (ISO 4604), şekil alabilirlik, dökümlülük (ISO 9073-9).
5. Hava geçirgenliği (ISO 9237).
6. Su buharı geçirgenliği (BS 7209).
7. Su iticilik testi (EN 24920).
8. Sıvı penetrasyonuna karşı direnç (artan su basıncı altında su geçirmezlik testi) (EN 20811).
9. Güç tutuşurluk testi.
10. Uçuntu oluşturmama ve parçacıklara karşı temizlik testi (ISO/FDIS 9073-10):  
Uçuntu oluşumu olmamalıdır, çünkü giysi ve örtülerden yayılan parçacıklar, yara iyileşme sürecini güçleştirmektedir (Şekil 2.26).
11. Mikrobiyel penetrasyona karşı direnç (kuru ve yaş) (Şekil 2.27).
12. Temizlik (mikrobiyel yönden) (Şekil 2.28).



**Şekil 2.26 : Uçuntu oluşturma testi.**



Şekil 2.27 : Kuru ve yaş mikrobiyel penetrasyona karşı direnç testi.



Şekil 2.28 : Mikrobiyal temizlik testi.



### **3. TEKSTİL MALZEMELERİNİN YÜZEY MODİFİKASYONLARINDA KULLANILAN YÖNTEMLER**

Modifikasyon; herhangi bir malzemede meydana gelen sınırlı değişiklik olarak tanımlanmaktadır. Yüzey değişikliği, malzemelerin temel özelliklerinin değiştirilmeden, yüzeylerinde fiziksel ve/ veya kimyasal değişimler meydana gelmesini sağlamak demektir. Tekstil malzemelerinin değiştirilmesi, mamülden beklenen özelliğe göre ön terbiye ve apre işlemleri ile elde edilebilmektedir. Ön terbiye işlemlerinde meydana gelen modifikasyonlar ile boyamayı engelleyen her türlü madde uzaklaştırılabilirken, apre işlemlerinde elde edilen modifikasyonlarla tekstil mamulüne yeni fonksiyonlar kazandırılmaktadır. Tekstil malzemelerinin yüzey değişikliği için kullanılan yöntemler temelde kimyasal, biyokimyasal ve fizikokimyasal olarak üçe ayrılmaktadır. Halen yaygın olarak kullanılan kimyasal yöntemlere karşın biyokimyasal ve fizikokimyasal yöntemlerin endüstriyel ölçekte uygulanabilirliğinin yaygınlaştırılması için çalışmalar devam etmektedir.

#### **3.1 Kimyasal Yöntemler**

Tekstil malzemelerinde kimyasal modifikasyon, herhangi bir kimyasal maddenin uygulanması sonucunda meydana gelen kimyasal reaksiyon ve kimyasal maddelerin tekstil malzemelerinin yüzeyine kovalent bağlar ile bağlanması şeklinde meydana gelmektedir. Değişikliğin etkinliği, kimyasal maddenin malzemeye olan difüzyonu ile meydana gelen reaksiyon arasındaki oran ile reaksiyon süresinden kontrol edilebilmektedir. Bu parametrelerin kontrolü, değişikliğin derecesi ve optimizasyonu açısından önemlidir. Tekstil mamulünün kimyasal maddelere uzun süre maruz kalması sonucunda, rengi bozulmakta, lifler zarar görmekte ve mekanik özellikleri bozulabilmektedir. Kimyasal maddelerin tekstil mamulüne fonksiyonellik kazandırabilmesi için genellikle ısıtılı işlemlere gereksinim duyulmaktadır. Bu işlemler, sadece kurutma işlemleri olmayıp, kimyasal maddelerin aktive olup yüzeye iyice bağlanması için gerekli olan ve yüksek sıcaklıklarda gerçekleşen fikse işlemleridir. Bu aşamada da mamulün özelliklerinin korunması açısından hassas bir denge söz konusu olmaktadır. Kimyasal maddeler kullanarak elde edilen

buruşmazlık, keçeleşmezlik, güç tutuşurluk, kir-yağ-su iticilik, su geçirmezlik gibi birçok apre işlemi tekstil malzemelerinin kimyasal değişikliğine örnek olarak verilebilmektedir.

Kimyasal modifikasyonlar, tekstil mamullerine estetik, mekanik ve fonksiyonel açıdan önemli özellikler kazandırmasına rağmen kullanılan kimyasal madde miktarının fazla olması, işlemlerin yüksek sıcaklıklarda gerçekleşmesi gibi birçok dezavantajı da bulunmaktadır. Birçok tekstil malzemesinin emici özellikte olması nedeniyle, kimyasal maddeleri yapısına kolayca alıp, iç kısımlara kadar iletebilmesi karşılaşılan en önemli sorunlardan birisidir. İç kısımlarına kadar ilerleyebilen kimyasal maddeler, tekstil malzemelerinin temel özelliklerini de etkileyebilmektedir. Artan maliyetler ve ekolojik kaygılar da bu işlemlere alternatif yöntemlerin geliştirilmesini zorunlu kılmaktadır (Matthews, 2005; Garbassi, 1998; [www.tft.csiro.au](http://www.tft.csiro.au) , 2009).

### **3.2 Biyokimyasal Yöntemler**

Kimyasal yöntemlerin dezavantajlarını ortadan kaldırmak amacıyla geliştirilen alternatif yöntemlerden birisi de tekstil terbiyesinde enzim kullanımıdır.

Enzimler, spesifik kimyasal tepkimeleri katalizleme yeteneğine sahip, yüksek moleküllü protein yapıda olan kompleks organik polimerlerdir. Endüstriyel olarak mikroorganizmaların fermentasyonu sonucu elde edilmektedirler. Üretimleri için çeşitli besi ortamları kullanılmakta; filtrasyon ve saflaştırma işlemlerinden sonra kullanıma hazır hale getirilmektedirler.

Enzimler katalitik aktiviteye sahip biyokimyasal katalizörler olarak, reaksiyonları spesifik olarak katalizlemekte, az miktar kullanılmakta, yan ürün meydana getirmemekte, enerji, zaman tasarrufu sağlamakta, insan sağlığına ve çevreye zarar vermemektedir.

Enzim aktivitesini pH, sıcaklık, ortamdaki iyonlar, yükseltgen-indirgen maddeler, tensidler, inhibitörler, aktivatörler, mekanik etki gibi çeşitli faktörler etkileyebilmektedir. Bu etkenler işlemi sınırlayan faktörler olup, bir enzim ile ancak belirli koşullar altında çalışılabilmektedir. Spesifiklik, enzimleri diğer katalizörlerden ayıran önemli bir özelliktir. Enzimin etki ettiği malzeme spesifik olup diğer moleküllere karşı tepkisizdir.

Tekstil endüstrisine ilk olarak haşıl sökme işleminde amilaz kullanımı ile giren enzimler günümüzde hem doğal hem de sentetik liflerin ön terbiye, boyama ve apre işlemleri olmak üzere bir çok alanda kullanılmaktadır.

### **3.3 Fizikokimyasal Yöntemler**

Kimyasal yöntemlerin dezavantajlarının fazla olması, son yıllarda fizikokimyasal yöntemlerin ticari anlamda önemini artırmıştır. Bunun sonucu olarak, mamul özelliklerinin değiştirilmesinde klasik yaş işlemlerin yerini alacak şekilde çalışmalar yoğunlaşmıştır. Fizikokimyasal yöntemlere örnek olarak; korona boşalması, ısıt işlemler, plazmalar, UV ve  $\gamma$ -radyasyonu, elektron veya iyon bombardımanı, ozon, lazer gibi işlemler verilmektedir (Matthews, 2005).

#### **3.3.1 Isıl işlemler**

Isıl işlemlerde, korona boşalmasında olduğu gibi, polimer/ kumaş yüzeyinde oksidasyon meydana gelmektedir. Radikallerin ve iyonların aktivasyonu, moleküllerin uyarılması yüksek sıcaklık etkisi ile meydana gelmektedir.

Hava/gaz oranı, gazın akış oranı, numune ile alev arasındaki mesafe, işlem suresi gibi değişkenler işlem verimini etkileyen parametrelerdir (Matthews, 2005; Chan, 1999)

#### **3.3.2 UV radyasyonu**

UV ışınları elektromanyetik spektrumda X ışınları ile görünür ışınlar arasında (200–400 nm) yer almaktadır. Bu ışınlar görülmeyen ve iyonize olmayan ışınlardır. İyonize olmayan bir ışın molekül tarafından emildiği için molekülleri pozitif veya negatif yüklü iyonlara dönüştürememektedir. Görünür ışınlardan UV ışınlarına doğru gidildikçe dalga boyu küçülmekte, enerji miktarı ve frekansı artmaktadır. Bir ışının dalga boyunun küçülmesi ve dolayısıyla enerjisinin artması sonucunda yüzeye nüfuz etme kabiliyeti de artmaktadır. UVR olarak adlandırılan ve 200–400 nm arasında yer alan ultraviyole (mor ötesi) radyasyonu dalga boylarına ve enerjilerine göre temelde üçe ayrılmaktadır: UV-A, UV-B ve UV-C'dir. UV-A, dalga boyu 320 400 nm arasında değişen ışınlardan oluşmaktadır. UV ışınları içinde dalga boyu en fazla ve enerjisi en az olan ışınlardır. Endüstride genellikle ışıklandırma sistemlerinde kullanılmaktadır. UV-B, dalga boyu 280–320 nm arasında olan ve hem enerji hem de dalga boyu açısından UV bandının ortasında yer alan ışınlardır. Güneş kaynaklı UV-

B ışınlarının % 70'e yakın bir kısmı atmosfer tarafından tutulmaktadır. Endüstride ışıklendirme sistemlerinde kullanılmaktadır. UV-C, dalga boyu 100–280 nm arasında, dalga boyu en kısa, enerjisi en yüksek olan ışınlardır. Koruyucu önlemler alınmadan hiçbir şekilde UVC radyasyonuna maruz kalınmamalıdır. Güneş kaynaklı UVC ışınları ozon tabakası tarafından filtre edilmekte veya atmosferdeki gazlar tarafından tutulmaktadır. Bu yüzden ancak elektronik-endüstriyel işlemler sonucunda elektrik enerjisi kullanılarak üretilmektedir. Herhangi bir yüzeye değer değmez enerjisini kaybettiği için özellikle son zamanlarda yüzey modifikasyonlarında kullanılmaktadır. Çarptığı yüzeylerde, zayıf bağların kopup yeni fonksiyonel grupların oluşmasını sağlamaktadır. Bu sayede malzemelerin, ıslanabilirlik, tutunma gibi özelliklerinin artmasını sağlarken; fotooksidasyon etkisi ile yüzeyin antistatik özellikleri de değişmektedir ( <http://en.wikipedia.org>, 2009 ).

Yapılan çalışmalarda, foto modifikasyon olarak adlandırılan UV işlemleri sonucunda tekstil malzemelerinde hidrofilliğin, boyama ve baskı işlemleri sonunda elde edilen renk veriminin arttığını, boyamanın daha kısa sürede ve daha düşük sıcaklıkta gerçekleşebildiğini, yünlü ve pamuklu örme kumaşlarda boncuklaşma eğiliminin azaldığını bildirmiştir ( [www.tft.csiro.au](http://www.tft.csiro.au) , 2009 ).

Tüm yüksek enerji kaynaklarında olduğu gibi, aşırı UV radyasyonu sonucu foto-degradasyon meydana gelmekte ve mamulün bazı fiziksel özellikleri bozulabilmektedir (Walter, 1992).

### **3.3.3 Elektron demeti bombardımanı**

Elektron bombardımanında çapraz bağlanma tepkimeleri ve polimerizasyonu başlatmak için, yüksek enerjili elektronlar kullanılmakta; malzemenin fiziksel ve kimyasal özellikleri değişmektedir (Jagur, 1997).

Bu işlem, hızlandırıcı kullanarak gerçekleşmektedir. Hızlandırıcıda, yüksek enerjili elektron demetleri oluşturulmaktadır. Yüksek hıza sahip bu elektron demetleri malzemeye yönlendirilmekte ve yüzey değişikliği gerçekleşmektedir. Elektron demeti oluşturan sistemler, enerjisine göre 60 keV'den (düşük enerjili) 300 keV'ye (yüksek enerjili) kadar değişebilmektedir. Bu sistemde, elektron demeti sıcak kesiksiz lifden termiyonik (ısıl-elektronik) yayılım ile üretilmekte ve metal pencere (anot) ile kesiksiz lif (katot) arasındaki yüksek voltaj etkisi ile oluşan yüksek yoğunluktaki elektriksel alanda hızlandırılmaktadır. Radyasyon derecesi,

malzemenin geçiş hızı veya bombardıman yoğunluğunun değiştirilmesiyle kontrol edilmektedir. Bu işlemden, elektron demetleri malzeme ile veya malzeme üzerindeki kaplama ile direk olarak etkileşime girmekte ve radikaller üretmektedir. Elektronlar çok hafif ve negatif yüklü parçacıklar olduğu için, direk olarak radikal polimerizasyonunu başlatmakta ve böylece çapraz bağlanmayı sağlamaktadır. Bu işlemlerin ortam sıcaklığında fiksaj yapılabilmesi, işlemin kısa sürmesi ve maliyetlerde azalma sağlaması gibi birçok avantajı bulunmaktadır. Uzun işlem süreleri sonunda yüksek enerjili elektronların oluşturduğu darbe etkileri sonucu degradasyon meydana gelmesi, malzemenin temel özelliklerinin bozulması, sistemin kesiksiz şekilde çalışmaya uygun olmaması ve güvenlik açısından eksiklikleri olması en önemli dezavantajlarındandır (Roger, 1996).

### **3.3.4  Radyasyonu**

Gama ışınları elektromanyetik spektrumun en yüksek enerjili ışınlarıdır. Genellikle enerjileri 10 keV'tan başlamaktadır. Dalga boyu 124 pm (10 -12 m) civarındadır ve nükleer değişimlerde oluşan yüksek enerjili elektromanyetik radyasyondur. Gama ışınları iyonize olabilmekte ve iyi bir şekilde nüfuz edebilmektedir (<http://en.wikipedia.org> , 2009 ).

Gama radyasyonu polimerlerin çapraz bağlanmasında ve aşılmasında kullanılabilir. Oksijen varlığında, yüksek enerjili fotonlar malzeme yüzeyinde radikallerin oluşumuna neden olmaktadır. Oluşan radikaller atmosferik oksijenle reaksiyona girip aşılama için gerekli olan fonksiyonel grupların oluşmasını sağlamaktadır. Bu işlemin butilakrilat ve iklohegzilmetakrilatın UHMW-PE (yüksek mukavemetli polietilen)'ye aşılmasında etkili olduğu kanıtlanmıştır (Garbassi, 1998; Jagur, 1997).

İşlemden yüksek enerjili -ışınlarının malzeme içine nüfuz etme oranının yüksek olmasına bağlı olarak, temel özelliklerde değişim gözlenmektedir. Aşılamaı kontrol etmek için, düşük dozlarda radyasyon kullanılmalı ve dozaj miktarı polimeri paralamayacak şekilde ayarlanmalıdır (Roger.,1996).

### **3.3.5 İyon demeti bombardımanı**

İyonlar, kütlelerine bağlı olarak yüksek momentum ve ortalama kısa bir serbest yola sahip enerji yüklü türlerdir. Bu özellikler sayesinde, iyon aşılmasında bir veya

birden fazla elementin atomları, pozitif iyonlar halinde hızlandırılarak yüksek enerjilerle malzeme yüzeyine bombardıman edilmektedir. Yüzeyden içeriye doğru yaklaşık 0.01–2 µm derinlikteki bölgeye nüfuz etmektedir. İşlem sonunda, malzemenin yüzey bileşimi değişmekte ve fizikokimyasal bir modifikasyon meydana gelmektedir. İyon (demeti) modifikasyonu, iki farklı yöntem kullanılarak uygulanmaktadır ( Matthews, 2005; Final report by IBT, 1996):

### **Direk aşılama**

İstenen elementin iyon demeti yüzeye direk bir şekilde aşılansaktadır. Sistemin maliyeti daha ucuz ve yüksek iyon ışını akımı (20-50mA) ile çalışması nedeniyle aşılama süresi daha kısa ve daha ekonomiktir. Direk iyon aşılama sistemlerinde aşılama, iyon ışını doğrultusunda yapılmaktadır (Final report by IBT, 1996).

### **Plazma iyon aşılama sistemi**

Bu sistemde, aşılama yapılacak numunenin içinde bulunduğu vakum odasında plazma oluşturulmaktadır. Numune çok yüksek negatif voltaj ile çok kısa darbeler ile yüklenmektedir. Plazmadaki pozitif yüklü iyonlar, çok yüksek gerilim altında ve yüksek enerjilerde hızlanarak numune yüzeyini 90° lik açı altında bombardıman edip yüzeye aşılansaktadırlar. Burada dikkat edilecek husus, darbelerin çok kısa süreli olmasıdır (Final report by IBT, 1996).

İyonlar yüzey ile çarpıştıklarında, bağlar kopmakta ve serbest radikaller oluşmaktadır. Bu kısımlar hidrofilik gruplar oluşturmak için oksijenle reaksiyona girmekte veya komşu moleküllerle çapraz bağlanmalar yapmaktadır (Park, 1998).

İyon bombardımanı ile yüzey pürüzlülüğü ve polimer özellikleri fark edilir düzeyde değişmektedir. Zincir kopması sonucu elde edilen en belirgin etkiler ıslanabilirlik ve tutunmada elde edilmiştir. İşlem süresinin ve kopan zincir sayısının artması polimerin zarar görüp, parçalanmasına sebep olmaktadır (Venkatesan, 1983).

İşlemin dezavantajı, elektron (demet) bombardımanında olduğu gibi, istenilen iyon enerjisine ulaşabilmek için iyon hızlandırıcısına ihtiyaç duyulmasıdır. Öktem ve arkadaşları, PET kumaşın yüzey direncini azaltmak amacı ile bakır iyonlarını yüzeye aşılansaktadırlar. Yapılan ölçümler sonucunda yüzey direncinin 1013'den 109'a düştüğü belirtilmiştir. Aynı çalışmada Titanyum (Ti) iyonlarının PET kumaşa direk

aşılması sonunda aşınma direncinin artırıldığı ve yüzey sürtünme katsayısının azaltıldığı belirtilmiştir (Öktem, 2005).

### **3.3.6 Plazma**

Fizikokimyasal modifikasyon olan plazma, malzemenin temel özelliklerini değiştirmeden sadece yüzeyde çeşitli modifikasyonların meydana gelmesini sağlamaktadır. Günümüzde kâğıt endüstrisinde, biyoloji ve biyomedikal, malzeme aşındırma veya sertleştirme teknolojisinde, uzay sanayisinde, yarı iletken teknolojisinde, elektronik cip yapımında, iletişim teknolojisinde, elmas yapımında, kaplama ve dekorasyon teknolojisinde, sterilizasyon ve arıtma sistemlerinde, güneş enerjisi ve optik sanayisinde, otomobil ve tekstil endüstrisi gibi birçok alanda kullanılmaktadır. Su gereksinimi olmaması, işlemin gaz fazında gerçekleşmesi, kullanılan kimyasal madde miktarının çok az olması, kısa işlem süresi, endüstriyel atığa sebep olmaması, tekstil malzemenin mekanik özelliklerine zarar vermemesi, işlemin sadece lif yüzeyinde etkili olması ve enerji tasarrufu sağlaması, plazma işleminin avantajları arasında sayılabilmektedir. Meydana gelen modifikasyonların sonucu olarak, lif yüzeyinin kimyasal reaktivitesi, lifler arasındaki kohezyon, hidrofilit, boyanabilirlik, lif yüzeyinin kaplamalara ve matrislere tutunması artmaktadır. Lif yüzeyi temizlenmekte, kullanılan kimyasallar daha iyi nüfuz edebilmekte, mikro ve nano liflerin filtrasyon kapasitelerinde artma meydana gelmektedir. Kullanılan monomerlerin özelliğine göre; güç tutuşurluk, antimikrobiyellik, su, yağ, kir iticilik gibi yeni fonksiyonlar kazandırılırken mamulün temel özellikleri değişmeden kalmaktadır.

#### **3.3.6.1 Plazmanın tanımı ve temel özellikleri**

Plazma, maddenin dördüncü hali olup, temel veya uyarılmış halde bulunan elektronlardan, iyonlardan gaz atomlarından ve moleküllerinden oluşan ve toplam yükü nötr olan iyonize gaz olarak tanımlanabilmektedir (Thompson, 1962).

Termal dengedeki katı bir madde, genellikle sabit basınçta sıcaklığının artırılması ile sıvı hale geçmekte, sıcaklık artırılmaya devam ederse, sıvı; gaz haline geçmektedir. Yeterince yüksek bir sıcaklıkta gaz içindeki moleküller, rastgele doğrultularda serbestçe hareket eden gaz atomlarını oluşturmak için ayrışmaktadır. Eğer sıcaklık daha fazla arttırılırsa gaz atomlarından bir ya da birkaç elektron kopmakta ve serbest hareket eden yüklü parçacıklara (pozitif iyonlar ve elektronlar) ayrışarak maddenin

dördüncü hali olan "PLAZMA"yı oluşturmaktadır. Plazmada radikaller, elektronlar, iyonlar, nötr atomlar, uyarılmış parçacıklar, UV ışınları bulunmaktadır.

Maddenin plazma hali, çok yüksek sıcaklıklarda veya güçlü elektrik ve/veya manyetik alanlarla oluşturulabilmektedir. 10.000 °K'nın üzerindeki sıcaklıklarda tüm molekül ve atomlar iyon haline geçmektedir. Güneş sisteminin dışında, evrenin % 99'unun plazma halinde olduğu düşünülmektedir. Atmosferin katmanlarından iyonosfer, güneş (hidrojen plazma), şimşek ve yıldırım doğal plazmalara verilebilecek örneklerdendir ( Gril, 1993; Akan, 2005; Nehra, 2005; Verschuren and Kieken, 2005).



**Şekil 3.1:** Doğal plazma.

### **3.3.6.2 Plazmaların sınıflandırılması**

Plazmalar üretim yöntemlerine göre sınıflandırılabilirdiği gibi, plazması elde edilen gazın sıcaklığına, basıncına, parçacık yoğunluğuna ve iyonlaşma derecelerine göre ve donanım özelliklerine göre de sınıflandırılabilir.

#### **A.Sıcaklığa göre sınıflandırma**

Plazma, içindeki parçacıkların sıcaklığına göre yapılan sınıflandırmada :

- Toplam termodinamik dengede olan plazmalar (TTD Plazmaları),
- Lokal termodinamik dengede olan plazmalar (LTD Plazmaları),
- Lokal termodinamik dengede olmayan plazmalar (Non-LTD

Plazmalar) olarak üç gruba ayrılmaktadır (Thompson, 1962; Akan, 2005).

#### **Toplam termodinamik dengede olan plazmalar (TTD Plazmaları)**

Eğer plazma içindeki her türün sıcaklığı eşit ise yani,

$$T_g \cong T_u \cong T_i \cong T_a \cong T_f \cong T_e = T_p$$

$T_g$ ; nötr atomların yani plazmayı oluşturulan gazın sıcaklığı,

Tu; uyarılmış atomların sıcaklığı,

Ti; iyonların sıcaklığı,

Te; elektronların sıcaklığı,

Ta; ayrılmış atom sıcaklığı ve

Tf; fotonların enerjisini karakterize eden foton sıcaklığını ifade etmekte,

Tp ; “Plazma Sıcaklığı” olarak tanımlanmaktadır.

İşte bu plazma, “TTD Plazma” olarak isimlendirilmekte olup, yalnızca güneşte ve yıldızlarda meydana gelen doğal plazmalardır (Akan, 2005).

### **Lokal termodinamik dengede olmayan plazmalar (Non-Ltd plazmalar)**

Daha düşük basınçlarda elektronlar ile nötr atomlar ve iyonlar arasında termal dengeye ulaşamaz. Bu nedenle, elektronların sıcaklıklarının  $T_e \gg T_i > T_g > T_u$  şeklinde diğer türlerden çok büyük olduğu ve türler arasındaki sıcaklığın farklı olduğu plazmalar “Non-LTD plazmalar” olarak adlandırılmaktadır. Plazması elde edilen gazın basıncı düşük olduğu için elektronlar, diğer türlerle az sayıda çarpışma yapmakta ve diğer türlere enerjisini aktarmaktadır. Bu nedenle düşük basınç plazmalarında elektronların sıcaklıkları, diğer türlerden her zaman çok daha büyük olmaktadır. “Düşük Basınç Plazmaları” olarak adlandırılan Non-LTD plazmalarında nötr atomların sıcaklığı (gazın sıcaklığı) çok düşük (oda sıcaklığı) olduğu için, bu plazmalar aynı zamanda “Soğuk Plazmalar” olarak da adlandırılmaktadır. Tekstil malzemelerinin yüzey modifikasyonlarında da yaygın olarak kullanılan plazma soğuk plazmadır (Akan, 2005).

### **Lokal termodinamik dengede olan plazmalar (LTD Plazmaları)**

Plazma içinde foton sıcaklığı haricinde  $T_g \cong T_u \cong T_i \cong T_a \cong T_e \neq T_f$  şeklinde her türün sıcaklıkları eşit ise; bu plazma, “LTD Plazma” olarak isimlendirilmektedir. Laboratuvar koşullarında atmosferik basınçlarda lokal termodinamik dengede plazmalar üretilebilmekte ve bunlar genellikle “Termal Plazmalar” olarak adlandırılmaktadır. Termal plazmalar yüksek basınçlarda meydana geldiği için “Yüksek Basınç Plazmaları” olarak da adlandırılmaktadır (Kral 1973; Gril 1993; Akan, 2005; Nehra, 2005; Verschuren and Kiekens, 2005) .

## **B. Basınca göre sınıflandırma**

Plazmaların sınıflandırılmasında kullanılan diğer bir kriter de basınçtır. Bu sınıflandırmada plazmalar temel olarak atmosferik ve vakum olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Her iki plazma da temizleme, aşılama, fonksiyonelleştirme gibi yüzey modifikasyonlarının elde edilmesinde kullanılabilir. Her iki işlem sonunda elde edilen modifikasyon etkinliği uyarılmış türlerin enerjisine bağlı olarak değişmektedir. Vakum plazmalarda, elektron, iyon, VUV ve UV ışınlarının sinerjik etkisi yüzey modifikasyonunu önemli boyutta etkilemektedir. Enerji ve malzeme ile reaksiyona giren türlerin yoğunluğu dışında bu iki işlem arasında fark oluşturan diğer bir faktör deşarj sıcaklığıdır. Bu etken kimyasal değişimlerin yanında ısı-thermal değişimlerin oluşmasına neden olabilmektedir (Kral 1973; Gril 1993; Lynch, 1999; Canup, 2000; Potts and Hugill; 2000 Shenton, 2001; Shenton, 2002; Akan, 2005; Nehra, 2005; Verschuren and Kiekens, 2005, Cai and Qiu, 2006) .

## **Vakum plazmalar**

Vakum plazmalar genellikle 10 mTorr ve 1 Torr altındaki basınçlarda oluşan plazma türüdür. İşlemci kontrollü, kapalı bir sistemde gerçekleşmektedir. Düşük basınçta elektron ve iyonların ortalama serbest yol uzunluğu artmaktadır; yani ortamda bulunan gaz molekülü, atomu veya uyarılmış tür sayısı az olduğu için meydana gelen çarpışma sayısı da azalmakta; diğer türlerin yüzeyle etkileşim olasılığı artmaktadır. Bunların yanında vakum plazmalarda, elektron, iyon, VUV ve UV ışınlarının sinerjik etkisi yüzey modifikasyonunu önemli boyutta etkilemekte ve atmosferik plazmadan daha etkili sonuçların elde edilmesini sağlamaktadır. Vakum plazmanın atmosferik plazmaya göre avantajlarından birisi de; cihaz içine verilen gaz miktarının kontrol edilebilmesidir. Hem reaktif hem de reaktif olmayan gazlar tek başlarına veya kombine bir şekilde istenilen oranlarda kontrollü bir şekilde kullanılabilir. Bu avantajlarının yanında, pahalı olması, işlem görececek malzeme özelliklerinin cihaza bağımlı olması, işlemin kesikli olması sistemin en önemli dezavantajlarından. Kapalı sistemlerde yarı kesikli çalışabilen donanımlar olsa da çok fazla yer kaplamakta, kapasitesi sınırlı olmakta ve ekonomik açıdan birçok uygulama için kullanılamamaktadır. Kullanılan gaz, gaz akışı, basınç, uygulanan güç gibi değişkenler işlem etkinliğini belirlemektedir (Kral 1973; Gril 1993; Canup, 2000; Akan, 2005; Nehra, 2005; Verschuren and Kiekens, 2005) .

### **Atmosferik plazmalar**

Vakum plazmanın dezavantajlarından kaçınmak için son yıllarda cazip bir işlem haline gelen atmosferik plazma; atmosferik koşullar altında meydana gelen bir plazma çeşididir. Atmosferik plazmanın vakum plazmadan en önemli farkı vakum tertibatına gerek duyulmadan ve açık en kesiksiz bir şekilde çalışılabilmesidir. Ancak elde edilen etkiler vakum plazmadaki kadar etkili değildir. Bu yüzden yapılan çalışmalar yeni donanımların geliştirilmesi ve bu donanımların endüstriyel uygulanabilirliğinin sağlanması şeklindedir ( Gril, 1993; Akan, 2005; Nehra, 2005; Verschuren and Kiekens; 2005).

### **C. Donanım özelliklerine göre plazmanın sınıflandırılması**

Plazmalar donanımın özelliklerine göre de kor deşarj, dielektrik bariyer deşarj ve korona deşarj olmak üzere sınıflandırılmaktadır.

#### **Kor deşarj**

En eski plazma tipidir. Düşük ve atmosferik basınçta inert veya reaktif bir gazla üretilmektedir. Tüm plazma türleri içinde en yüksek düzgünlüğe ve esnekliğe sahiptir. Kapalı bir sistemde bir çift veya bir seri elektroda DC, AC, RF, MW gibi farklı gerilimler uygulanarak elde edilebilmektedir. Potansiyel farka bağlı olarak, katotdan sürekli yayılan kozmik radyasyondan etkilenen elektronlar, katotdan uzaklaştıkça hızlanmakta; gaz atomları veya molekülleri ile çarpışmaya sebep olmaktadır. Bu durumda uyarılma, iyonizasyon ve parçalanma meydana gelebilmektedir. Bu iyonizasyon çarpışmaları sonunda iyon-elektron çiftleri oluşmakta; iyonlar, katoda doğru hızlanmakta ve ortada ikincil elektronlarını serbest bırakmaktadır. Bu elektronlar, katottan uzaklaştıkça hızlanmakta ve daha fazla iyonize çarpışmaya neden olmaktadır. Bu uyarılmış türler, ortama ışık yaymakta ve uyarılmış halden eski hallerine dönmektedir. Bunlara alternatif olarak, vakum plazmada güç kaynağı olarak mikrodalga kullanılabilmektedir. Atmosferik basınçta üretilen kor deşarj, tekdüze ve stabil olması açısından avantaj yaratmaktadır (Dai and Kviz, 2001; Verschuren and Kiekens; 2005; [www.webhost.ua.ac.be](http://www.webhost.ua.ac.be) , 2009).

#### **Dielektrik bariyer deşarj**

En az birisi dielektrik malzeme ile kaplanmış bir elektrot çiftine voltaj uygulanmasıyla oluşmaktadır. Klasik atmosferik plazmalarda, meydana gelen arklar sonucunda bölgesel ısınmalar ve tekdüze olmayan bir etki oluşmaktadır. DBD’de ise dielektrik kaplama kapasitör görevi görmekte, termal olmayan plazma oluşumunu

sağlamakta ve korona plazmaya göre daha homojen etkiler sağlamaktadır. Bu tür plazmada dadeşarjlar parlak ışımlar şeklinde meydana gelmektedir. İşlem sırasında meydana gelen mikro ışımlar dielektrik malzemeye çarptığı anda, yüklenmesini sağlamaktadır. Dielektrik üzerindeki yükün hareketliliği sebebiyle yüklenme, ışımların meydana geldiği bölgelerde olmaktadır. Bu yüzden plazma oluşumu sınırlandırılmaktadır. Bölgesel dielektrik yüklendiğinde ve elektrotlar arasında kalan boşluktaki voltaj düşürüldüğünde ışımlar ortadan kalkmakta ve ark oluşumu önlenmektedir. Işımlar yaklaşık olarak 10 ns sürmektedir. Endüstriyel boyuttaki uygulamalarda kullanılan güç kaynağı genellikle 500 Hz ile 500 kHz arasında değişmektedir. Plazmanın elde edilmesi için, uygulanan voltajın, gazların bozunması için gerekli olan voltajdan büyük olması gerekmektedir (Kral 1973; Gril 1993; Canup, 2000; Dai and Kviz, 2001; Akan, 2005).

### **Koronadeşarj**

Atmosferik basınç altında, düşük frekansta veya darbe şeklindeki yüksek voltlarda bir çift elektrot arasında meydana gelmektedir. Sivri uçlu, yüksek voltajlı elektrottan malzeme doğru yönelmiş parlak filamentlerle karakterize edilmektedir.

Korona boşalması tam bir plazma değildir, iyonlaşma etkisi ile elektronlar ve iyonlar oluşmaktadır. Ayrıca, boşalma enerjisi iyonlaşmamış atomların ve moleküllerin uyarılması için yeterli olmaktadır. Boşalma sonucu oluşan elektronlar, iyonlar, uyarılmış nötr türler ve fotonlar polimer yüzeyi ile reaksiyona girip, yüzey radikallerinin oluşmasını sağlamaktadır. Bu radikaller daha sonra yüzeyde etkili bir fizikokimyasal modifikasyonun meydana gelmesini sağlayan fonksiyonel grupları oluşturmak üzere yeniden düzenlenmektedir. Tekdüze olmaması, yüzeyde küçük deliklerin oluşması, işlem kontrolünün zor olması bu işlemin dezavantajları arasında sayılabilmektedir. Tekdüze etkiler elde edilmemesinin temel sebepleri, iyon ve elektron enerjilerindeki değişimler ve her birinin rastgele bir halde bulunmasıdır. Oluşan küçük arklar (korona darbeleri), yüzeyde bölgesel ısınmaya ve dolayısı ile yüzeyde oyukların oluşmasına sebep olmaktadır (Kral 1973; Gril 1993; Canup, 2000; Dai and Kviz, 2001; Akan, 2005).

### **3.3.6.3 Plazma işlemine etki eden parametreler**

Plazmanın fiziksel ve kimyasal özelliklerini dolayısıyla elde edilen yüzey modifikasyon derecesini etkileyen birçok faktör bulunmaktadır. Parametreler, cihaz

ile ilgili parametreler, işlem ile ilgili parametreler ve diğer parametreler olarak sınıflandırılabilir.

### **Cihaz parametreleri**

Elektriksel alanın cinsi, elektrotlar ( bağlanma şekli, şekli, yüzey alan oranı, elektrotların kaplaması), manyetik alan, gaz akış tertibatı (basınç, kapasite, debi) gibi faktörler bu grupta değerlendirilmektedir.

### **Elektriksel alanın cinsi**

DC, AC, RF, MW gibi farklı kaynaklar kullanılarak plazma oluşturulabilmektedir. Uygulanan elektriksel alan; gazın iyonizasyonunu sağlayacak enerjiyi sağlamalıdır(Akan, 2005; Ward and Benerito, 1982).

### **Elektrotların yapısı**

Plazma genellikle elektrot ciftleri arasına farklı frekanslarda elektriksel alanın uygulanması ile elde edildiği için, kullanılan elektrotların yapısı işlem etkinliği açısından çok önemlidir. Bu yüzden cihazda bulunan elektrotların şekilleri, yerleşimi, bağlanma şekilleri, toplam yüzey alanına oranı, (varsa) yüzeyinde bulunan kaplamanın cinsi, kalınlığı, elektriksel özellikleri gibi faktörler dikkate alınmalıdır. Elektrotların içeride veya dışarıda bulunması plazmanın kimyasal bileşimini etkilerken; kapasitif veya indüktif olarak bağlanması homojeniteyi etkilemektedir. Yüzeyde bulunan her hangi bir kaplama ise deşarjların homojenitesini dolayısıyla verimi etkilemektedir ( Choi.,2005).

### **Pompa yapısı**

Cihazın içine gaz transferini ve işlem sonunda meydana gelen uçucu bileşiklerin uzaklaşmasını sağlayan pompanın basıncı ve kapasitesi sistemin temizliğini ve işlem süresini etkilemektedir.

### **İşlem parametreleri**

Kullanılan gaz özellikleri, uygulanan basınç ve güç, malzeme özellikleri işlem parametreleri olarak değerlendirilmekte ve işlem etkinliğini belirlemektedir.

### **Kullanılan gaz**

Plazmayı oluşturan gaz cinsi, debisi, bileşimi, plazma yoğunluğunu (plazmada bulunan iyonların, elektronların, nötr ve uyarılmış moleküllerin, fotonların oranı) dolayısıyla yüzeyde meydana gelecek değişikliği etkilemektedir.

Plazma iyonize olmuş gazlardan oluşmaktadır. İyonizasyon, herhangi bir nedenden dolayı atomdan bir elektron kopartılması veya atoma bir elektron bağlanması ile atomun yük dengesinin bozulmasıdır. İyonizasyon sonucu oluşan nötr atom iyonla dönüşmektedir. Bu durum, yüksek enerjili elektron veya fotonlardan kaynaklanabilmektedir. İyonizasyon, kimyasal parçalanmalara kıyasla daha yüksek enerjilerde meydana gelme eğilimi göstermektedir. Reaktif gazlarda 106 molekülden 104'ü serbest radikaller oluştururken; 106 molekülden 1 tanesi iyonize olmaktadır. Bu nedenle reaktif gazlarda baskın olan etki serbest radikal oluşumdur. Soygazlar havaya nazaran daha kolay iyonize olurlar; yani iyonlaşma potansiyelleri daha düşüktür. Poletti ve arkadaşları tarafından yapılan bir çalışmada argon plazma, helyum ve hava plazmadan daha etkili bulunmuştur. Bu durum, yüzey bombardımanında etkin olan iyon çapının artması ile açıklanmıştır (Seventekin, 1983; Lynch, 1999; Poletti, 2003).

#### **3.3.6.4 Plazma işlemi sonunda elde edilen etkiler**

Plazma malzeme ile etkileşime geçtiğinde, plazmayı oluşturan türler çarpışmalar sonunda enerjilerini malzemeye vermekte; yüzeyde bulunan bazı bağlar kopmakta, radikaller oluşmakta ve buna bağlı olarak yüzeyde modifikasyonlar meydana gelmektedir. Yüzey aktivasyonu, aşındırma, çapraz bağlanma, zincir kopması, dekrizalizasyon, oksidasyon ve diğer kimyasal reaksiyonlar bu modifikasyonlara örnek olarak verilebilmektedir. Tüm bu modifikasyonların sonunda malzemenin temel özellikleri değişmeden kalmaktadır. Plazma işlemi sonunda tekstil mamullerinin hidrofilitesi, tutunması, temizliği, sterilizasyon derecesi, yüzey enerjisi, yüzey sürtünme katsayısı artırılabilir. Bunların yanında uygun monomerler kullanılarak yüzeyde oluşturulan ince film tabakaları ile su, yağ, kir iticilik, güç tutuşurluk, antimikrobiyellik gibi etkiler elde edilebilmektedir (Shenton and Stevens, 2001; Shenton, 2002; Virk., 2004; Shahidi, 2005).

Plazma işlemi esnasında oluşan reaktif parçacıklar, polimerin temel özelliklerini bozmadan yüzeyde çeşitli modifikasyonlara sebep olmaktadır. Bu modifikasyonlar, yüzey aktivasyonu, temizleme, aşındırma, aşılama, çapraz bağlanma şeklinde meydana gelebilmektedir ( [www.dienerelectronic.de](http://www.dienerelectronic.de), 2009 ).

### **Yüzey aktivasyonu**

Yüzey aktivasyonu, zayıf bağların reaktif karbonil, karboksil ve hidroksil grupları ile yer değiştirmesidir. Plazma işleminden sonra yüzey süper aktif hale gelmekte ve amino grubu gibi fonksiyonel gruplar sayesinde de aktivasyon gerçekleşebilmektedir.

### **Temizleme**

Temizleme, yüzeyden organik artıkların uzaklaştırılması işlemidir. İyon bombardımanı sırasında yüzeyde bulunan gözle görülmeyen kirlilikler (yağ filmleri, Si-artıkları, kısmen emilmiş kirler) fiziksel olarak buharlaştırılarak uzaklaştırılmaktadır. İşlemin etkinliği kirlilik miktarına ve kullanılan gaza göre değişmektedir. Plazma işleminde mekanik bir etkileşim olmadığı için parçacıklar veya anorganik kirlilikler uzaklaştırılamamaktadır.

### **Aşındırma**

Aşındırma ile yüzeydeki zayıf kovalent bağlar koparılmakta, plazma ile katı yüzey arasındaki etkileşim sonucu gazlı ürünler oluşmaktadır. Malzemede meydana gelen aşınma maddenin buharlaşması sonucu meydana gelmektedir. Aşınma etkisi ile toplam yüzey alanı artmaktadır. Böylece, malzemenin özellikle tutunma özelliği artırılmaktadır.

### **Aşılama**

Aşılama, plazma polimerizasyonu etkisiyle yüzeyde ince bir polimer tabakasının oluşturulmasıdır. Gaz seçimi ve işlem parametrelerine bağlı olarak hidrofil, hidrofob gibi farklı özelliklere sahip bir tabaka oluşturulmaktadır.

### **Çapraz bağlanma**

Çapraz bağlanma, plazma işlemi sırasında polimer yapısında meydana gelen parçalanmalar sonunda oluşan reaktif grupların etkileşimi sonucu oluşmaktadır. Çapraz bağlanmalar sonunda polimer zincirleri bağlanıp üç boyutlu bir ağ oluşturmaktadır. Bu işlem için işlem gazında karbon, silisyum veya kükürt gibi bağ yapıcı atomlar bulunmalıdır. Çapraz bağlanma seviyesi basınç, gaz akısı, uygulanan elektriksel güç gibi işlem parametrelerine bağlı olarak değişmektedir.

Yüzeyde meydana gelen bu modifikasyonlar sonucu; yüzeyin temizlenmesi sağlanmakta, malzemenin hidrofiliği, yüzeyin kimyasal reaktivitesi ve bununla bağlantılı olarak kaplamalara ve matrislere olan tutunma kuvveti artmaktadır ([www.dienerelectronic.de](http://www.dienerelectronic.de) ,2009 ; [www.ipfdd.de](http://www.ipfdd.de) , 2009 ).

### **3.3.6.5 Plazmanın kullanım alanları**

Plazma; kâğıt endüstrisinde, biyoloji ve biyomedikalde, malzeme aşındırma veya sertleştirme teknolojisinde, uzay sanayisinde, tekstil endüstrisinde, yarı iletken teknolojisinde, elektronik çip yapımında, iletişim teknolojisinde, elmas yapımında, kaplama ve dekorasyon teknolojisinde, sterilizasyon ve arıtma sistemlerinde, güneş enerjisi ve optik sanayisinde, otomobil ve uçak endüstrisinde, savunma sanayinde, radar ve füzyon araştırmaları gibi birçok alanda kullanılmaktadır (Akan, 2005).

Plazma işleminin tekstilde kullanımı 1960'lara dayanmaktadır. Aynı yıllarda Rus bilim adamları endüstriyel boyutta vakum plazma cihazını geliştirmiştir. Günümüzde ise endüstriyel boyutta kullanılan gerek vakum gerekse atmosferik plazma cihazları bulunmaktadır (Verschuren and Kiekens, 2005).

Plazma teknolojisi, su gereksinimi olmaması, işlemin gaz fazında gerçekleşmesi, kullanılan kimyasal madde miktarının çok az olması, kısa işlem süresi, endüstriyel atığa sebep olmaması, tekstil malzemesinin mekanik özelliklerine zarar vermemesi, işlemin sadece lif yüzeyinde etkili olması ve enerji tasarrufu sağlaması gibi avantajları nedeniyle son zamanlarda yaş işlemlere göre önemli bir alternatif oluşturmaktadır. Tekstil malzemelerinin plazma işlemi sonunda yüzeyinde aşınma, aktivasyon, aşılama, çapraz bağlanma gibi bazı modifikasyonlar meydana gelmektedir (Dai and Kviz, 2001).

Plazma işlemleri hem doğal hem de sentetik esaslı tekstil mamullerine fonksiyonellik kazandırmak amacıyla ön terbiyeden apre işlemlerine kadar birçok alanda kullanılabilmektedir (Gril, 1993; Verschuren and Kiekens, 2005).

### **Doğal liflerde vakum plazma teknolojisinin kullanımı**

#### **Selülozik lifler**

Selülozik liflerin vakum plazma ile yapılan çalışmalarında nişasta haşılının uzaklaştırılmasında, hidrofilitenin ve boyanabilirliğin artmasında başarı sağlanırken; bazı monomerlerin kullanımı ile liflere su-kir itici özellik kazandırılmıştır. Dokuma kumaş üzerinde bulunan haşılın boyama öncesi uzaklaştırılması gerekmektedir. Enerji, su ve enzim tüketimini ortadan kaldırmak ya da azaltmak amacıyla haşıl sökmenin plazma ile gerçekleşmesi yönünde olan çalışmalar bulunmaktadır. North Carolina State Üniversitesi'nde yapılan bir çalışmada; pamuklu kumaşların nişasta haşılının uzaklaştırılması için; 10, 15, 20 mTorr basınç altında 3 dakika boyunca 500,

1000 ve 1500 W' lık güç altında vakum plazma ile denemeler yapılmıştır. En iyi sonuçlar oksijen plazma ile elde edilirken; renk açılması, ağırlık kaybı ve mukavemet kaybı gibi çeşitli etkiler ortaya çıkmıştır. En iyi sonuçlar renk açılmasının en fazla olduğu kısımlardan elde edilmiştir (Mc.Cord, 2005).

Plazma işleminin (N<sub>2</sub>, Ar, Hava) pamuklu kumaşların hidrofilliğini artırdığı birçok araştırmacı tarafından bildirilmiştir. Ham kumaşın yüzeyinde bulunan vaksların, yağların plazma etkisiyle okside olması ve işlem sırasında buharlaşabilen daha düşük molekül ağırlığına sahip bileşiklere dönüşmesinin yanında, yüzeyde yeni kanalların ve polar grupların oluşumu da hidrofilitenin artmasına neden olmaktadır. Plazma ve enzimatik işlem kombinasyonu ile pamuklu kumaşların boyanabilirliklerinin arttığı Yoon ve arkadaşlarının yaptığı bir çalışmada bildirilmiştir (Yoon, 1996).

Wong ve arkadaşlarının yaptığı bir diğer çalışmada, keten liflerinin yüzey değişikliğinde plazma ve enzimatik işlem kombine bir şekilde kullanmıştır. Boyanabilirlik incelendiğinde ise; tek başına plazma işleminin herhangi bir etkisi olmazken; plazma ve enzim beraber kullanımının özellikle büyük moleküllü boyarmaddeler kullanıldığında önemli artışa neden olduğu bildirilmiştir. Bunun sebebi, selülozun yüzeydeki amorf bölgelerinin hidrolize olmasının sağlanması ve büyük moleküllü boyarmaddelerin nüfuz etme derecelerinin artması şeklinde açıklanmıştır (Wong.,2000).

Plazma teknolojisinin selülozik esaslı mamullerin ön terbiyesi ve boyanması yanında apre işlemlerine uygulanabilirliği ile ilgili çalışmalar da bulunmaktadır. Bu çalışmalarda su iticilik, kir iticilik, antimikrobiyellik, güç tutuşurluk gibi fonksiyonel özelliklerin daha az enerji ve kimyasal madde tüketimi ile elde edilmesi amaçlanmaktadır. Hocker hegzametildisiloksan plazma ile pamuklu mamullerde lotus efektinin elde edildiğini bildirmiştir (Hocker, 2002).

### **Protein lifleri**

Vakum plazma işlemi sonunda yünlü mamullerin yüzeyinde çeşitli modifikasyonlar meydana gelmektedir. Bu etkiler iplik eldesinde verimin, hidrofilliğin artması, daha iyi çekmezlik değerlerinin elde edilmesi, boyanabilirlik ve basılabilirliğin artması şeklinde gerçekleşmektedir. Yün liflerinin dış kısmı boyarmadde alımı sırasında bariyer görevi gören pulcuk tabakası ile kaplıdır. Yüzeyde meydana gelen aşınma sonunda; -OH, -C=O, -COOH gibi hidrofilik gruplar artmakta, sistin bağları sisteik aside dönüşmekte, endokutikula ve hücre zar kompleksi değişikliğe uğramakta, yağ

asitlerinin kovalent bağlarla bağlandığı F-tabakası olarak bilinen tabakada bulunan kovalent bağlarla bağlanmış yağ asitleri kısmen parçalanmakta, epikutikula (10–30 Å) kısmen parçalanmakta ve tüm bunların sonunda yün liflerinin hidrofilliği, boyanabilirliği ve basılabilirliği artmaktadır.

Zuchairah ve arkadaşları, oksijen plazma ile polimer uygulamalarını kombine ederek yünlü kumaşlarda çekmeçlik değerlerinin geliştiğini belirtmişlerdir. Vakum plazma işlemi ardından uygulanan polimerin cinsine bağlı olarak çekmeçlik değerleri değişim göstermektedir (Zuchairah, 1997).

Thai ipeğinin hidrofobik karakterini artırmak amacıyla plazma işlemlerinde SF<sub>6</sub> gazı kullanılmıştır. İşlemler 1, 3, 5, 7 mTorr'luk basınç altında, 25–75 W arasında değişen güçlerde gerçekleştirilmiş ve optimum işlem koşulları belirlenmiştir. İşlem sonunda hidrofobik etkinin elde edildiği artan temas açıları ile kanıtlanmıştır (Chaivan, 2005).

İpek lifleri ile yapılan bir diğer çalışmada, Bombyx Mori ipeği oksijen plazma işlemine tabi tutulmuştur. Yapılan incelemeler sonunda, yüzeyde aşınmanın meydana geldiği, lif yapısının değişip, kristalinitenin azaldığı, lifin stanik asit bağlayabilme kapasitesinin arttığı, lif ağırlığı azalırken mukavemette önemli modifikasyonlar olmadığı bildirilmiştir (Chen., 2003).

## **Doğal liflerde atmosferik plazma teknolojisinin kullanımı**

### **Selülozik lifler**

Selülozik liflerin atmosferik plazma ile yapılan çalışmalarında eğrilebilirlik, hidrofilite ve konfor özelliklerinde gelişme sağlanırken; PVA haşılın daha ılıman koşullarda uzaklaştırılması sağlanmıştır. Atmosferik plazma ile yapılan ilk çalışmalardan birisi, 1971 yılında Thorsen ve arkadaşları tarafından gerçekleştirilmiştir. Pamuk bantları, korona işlemine tabi tutulmuş ve elde edilen sonuçlar doğrultusunda, korona işleminin lif mukavemetini etkilemeden, eğrilebilirliği artırdığı belirtilmiştir. İşlem ardından üretilen ipliklerden dokunan kumaşların mukavemeti ve aşınma direncinin de işlemsiz numunelerden daha iyi olduğu belirtilmiştir. Elde edilen olumlu özelliklerin artan lifler arası tutunmadan kaynaklandığı sonucuna varılmıştır. Korona haznesine seyreltik klor gazı beslenmesi ile elde edilen etkilerin arttığı belirtilmiştir (Thorsen,1971). Bu çalışmaya benzer bir diğer çalışma da pamuk bantlarının tutunması ile ilgilidir. İşlem atmosferik basınç altında kesiksiz bir şekilde CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub> ve Ar gazları ile farklı sürelerde ve farklı

güçlerde gerçekleştirilmiştir. İşlem süresinin ve uygulanan gücün artması ile lif tutunmasının arttığı belirtilmiştir (Abbott, 1977).

Cai ve arkadaşları, rayon kumaşlardan PVA haşılının atmosferik plazma etkisi ile uzaklaştırılabilirliği üzerine çalışmalar yapmıştır. Genellikle ön terbiye amacıyla kullanılmasının yanı sıra korona işlemlerinin pamuk liflerinin konfor özelliklerini de çok belirgin olmasa da olumlu yönde etkilediği Belino tarafından bildirilmiştir (Belino., 2005). Atmosferik plazma ardından farklı konsantrasyonlarda AgNO<sub>3</sub> ve gentamisin sülfat ile keten kumaşlara yapılan işlemin antimikrobiyellik etkisi sağladığı bildirilmiştir (Skundric, 2005).

### **Protein lifleri**

Thorsen ve arkadaşlarının atmosferik şartlar altında gerçekleştirdiği çalışmalarda, sıcaklığın, klor gazının ve ortamdaki nemin yün ve moher liflerinin eğrilebilirliklerine ve çekme dirençlerine olan etkisi incelenmiştir. Elde edilen sonuçlar, klor gazı ve su buharının işlem etkinliğini artırdığını göstermiştir. Korona işlemi görmüş liflerin eğrilebilirliklerinin işlem görmeyenlerden daha yüksek olduğu; bu gelişmenin liflerin sürtünme katsayısının ve dolayısıyla lifler arasındaki tutunmanın artmasından kaynaklandığı belirtilmiştir. Eğrilebilirliğin artmasının yanında moher ipliklerinde tüylülüğün daha az olduğu ve dinamik iplik sürtünmesinin arttığı bildirilmiştir. Bu avantajlarının yanında, çekme direncinin de arttığı belirtilmiştir (Thorsen, 1966; Thorsen, 1968; Thorsen and Landwehr, 1970).

Berlin ve arkadaşları, yün liflerinin atmosferik plazma etkisi altındaki değişimlerini incelemişler, hidrofilite ve boyanabilirlik değerlerinde artış olduğunu bu etkinin lif yüzeyinin kısmen değişim göstermesinden kaynaklandığını belirtmişlerdir. Kordeşarj ile elde edilen sonuçların kıvılcımdeşarjlardan daha iyi olduğu ortamdaki nispi nemin ve yünün içerdiği nemin kıvılcımdeşarjlara sebep olduğu da belirtilmiştir (Berlin.,1983).

Wakida atmosferik plazma işlemi sonunda asit boyarmaddelerinin difüzyon hızlarında artış meydana geldiğini ve benzer etkilerin vakum plazma ile de elde edildiğini belirtmiştir. (Wakida, 1993).

Ryu ve Wakida korona işleminin yün liflerinin yüzeyinde meydana getirdiği değişimi ve basılabilirliğe etkisini incelemişlerdir. Çalışmada yün lifleri O<sub>2</sub> vakum plazma ve korona işlemine tabi tutulmuştur. İşlem ardından hidrofilite, çekme direnci

ve yüzey sürtünme katsayıları belirlenmiştir. Yapılan değerlendirmeler sonunda O<sub>2</sub> plazma koronadan daha etkili bulunmuştur (Ryu and Wakida, 1991).

### **Sentetik liflerde vakum plazma teknolojisinin kullanımı**

Sentetik liflerin özellikle teknik tekstil, biyomedikaller ve kompozitlerde kullanımlarının artması nedeniyle, liflerin temel özelliklerine zarar vermeden bazı özelliklerin değiştirilmesi için yapılan çalışmalar her geçen gün artmaktadır. Vakum plazma teknolojisini kullanımı ile sentetik liflerin boyanabilirlik, basılabilirlik, hidrofilite ve tutunma özelliklerinde artış sağlanırken, elektriksel iletkenlik ve antibakteriyellik gibi özellikler de kazandırılabilir. Polipropilen, Propilen gazının polimerizasyonu ile üretilen polipropilen lifleri hidrokarbon yapıda olup, yapısında az miktarda reaktif grup içermektedir. Bu nedenle polipropilen liflerinde karşılaşılan sorunlar arasında hidrofobite, tutunma ve boyama zorluğu bulunmaktadır. Polipropilen liflerinin dezavantajlarını gidermek amacıyla plazma işlemi uygulanmakta ve yüzeyde polar gruplar oluşturulmaktadır. Oksijen, azot, argon, aseton-argon ve helyum-argon plazma hidrofobiteyi azaltırken, tetraflormetan plazma arttırmaktadır. Helyum/argon, oksijen ve azot plazma işlemleri ile yüzeyde aşınma meydana gelirken, aseton/argon plazma ile yüzeyde asetonun polimerizasyonu sonucu hidrofil gruplar elde edilmektedir. Tetraflormetan plazma işlemi ile polimere aşılana polar olmayan flor içeren gruplar nedeniyle polimerin yağ ve su iticiliği artarken, oksijen plazma etkisiyle oluşan polar gruplar sayesinde boyarmaddenin life olan ilgisi, boyarmaddenin life nüfuzu ve boyarmadde verimi artmaktadır (Canup, 2000).

Argon plazma işlemi görmüş polipropilen malzemelerin oksijen içeriği işlem süresinin artışı ile artmaktadır. Oksijen ve argon plazma işlemi ile PP film yüzeyinde oluşan fonksiyonel gruplar ve oksijen miktarları benzer şekilde olmaktadır (Kang and Sarmadi, 2004 ).

Plazma işlemi sırasında organik veya inorganik maddelerin kullanımı ile polimer üzerine farklı fonksiyonel gruplar aşılanabilmekte ve değişik özellikler kazandırılabilir. CF<sub>3</sub>H plazma işlemi ile polimer üzerinde bir film tabakası oluşmaktadır. CF<sub>3</sub>Cl ve CF<sub>3</sub>Br plazma işlemi ile PP yüzeyde klorlama veya bromlama meydana gelirken, PP yüzeye bağlanma oranı Cl>Br>CF<sub>3</sub> şeklinde olmaktadır (Stroel, 1985).

İşlem parametrelerinin yanında malzeme özellikleri de işlem etkinliğini belirlemektedir. Yapılan bir çalışmada, oksijen kordeşarj ile işlem görmüş PP kumaşların kalınlığı arttıkça hidrofilliklerinin azaldığı belirtilmektedir. Bariyerdeşarj plazma işlemi ile PP ve PET kumaşlara kazandırılan hidrofillik kordeşarj ile kazandırılardan daha düşük olmaktadır (Opwis, 2002).

Polipropilen tülbentlere CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>, O<sub>2</sub> ve bu gazların kombinasyonları ile plazma işlemi farklı koşullar altında uygulanmış ve malzemenin hidrofilliğinde artış sağlanmıştır. Plazma işlemi görmüş kumaşlarda hidrofillik artışının frekansa, uygulanan gerilime, elektrotlar arası mesafeye, gaza ve süreye bağlı olarak değiştiği ve plazma işlemi ile lif yüzeyinde mikro çatlaklar oluştuğu bildirilmiştir. Gözenek çapının, lif çapının, lif yüzey pürüzlülüğünün, lifin yüzey yapısının ve lifin kimyasal yapısının kumaş ıslanabilirliğini etkilediği belirtilmiştir (Canup, 2000).

Oksijen veya hava plazma işlemi görmüş polipropilen malzemelerin üst yüzeyinde oksijen içeren fonksiyonel gruplar oluşmaktadır. Gahr ve arkadaşları plazma işlemi görmüş polipropilen dokusuz yüzeyleri farklı küp boyarmaddeleri ile boyamışlardır. Plazma işlemi küp boyarmaddeleri ile polipropilen malzemelerin boyanabilirliğini artırmakta, ışık haslığını iyileştirmektedir. Plazma işlemi ile polipropilen malzemelerin pamuk ve viskon ile birlikte boyanabilmesi sağlanmaktadır (Gahr, 2006).

### **Polyester**

Poliester liflerin yüzeyinde bulunan polar grup miktarı az olduğu için hidrofobtur. Buna bağlı olarak yüzey enerjisi düşük ve bünyesinde tuttuğu nem miktarı da azdır. Bu hidrofob karakter liflerin boyanması, basılması, kaplanması sırasında birçok soruna neden olmaktadır. Yüzey enerjisini artırıp, hidrofil bir karakter kazandırmak amacıyla oksijen, azot, helyum, argon gibi gazların plazmaları kullanılabilir. Yüzey enerjisinin artması yüzeyde oluşan polar gruplardan kaynaklanmaktadır. Genellikle yüzey oksijen bileşiminin artması şeklinde ortaya çıkan durum, yüzeyde oluşan mikro gözenek ve çatlaklar ile sinerjik etki göstermekte ve hidrofilitenin artmasını sağlamaktadır. Wrobel ve arkadaşları poliester kumaşlara N<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, hava, CO<sub>2</sub> ve NH<sub>3</sub> vakum plazma işlemi uygulamış; işlem koşullarına, kullanılan gaza bağlı olarak değişen yüzey modifikasyonları ve hidrofillik elde etmişlerdir. En iyi sonuçlar azot, hava ve oksijen plazma ile elde edilmiş; soğuk plazma işleminin

kumaşların nem tutma miktarını çok fazla değiştirmediği belirtilmiştir (Wrobel, 1978).

Poliester dokusuz yzeylerin dispers ve asit boyarmaddeleri ile boyanma ozelliklerini geliştirmek amacıyla farklı çalışma koşullarında  $SO_2$ ,  $O_2$ ,  $N_2$ ,  $H_2$ , He,  $(CO_2+O_2+He)$ ,  $(He+O_2+CF_4)$ ,  $(N_2+NO+He)$ ,  $(He+O_2)$ ,  $(SO_2+O_2)$ ,  $(N_2+He+H_2)$  ve  $(He+N_2O)$  gazları kullanılarak plazma işlemleri uygulanmıştır. Çalışmalarda, işlem gazına bağlı olarak farklı fonksiyonel gruplar oluştuğu belirtilmiştir.  $SO_2+O_2$  ve  $N_2+He+H_2$  plazma işlemleri ile poliester dokusuz yzey kumaş yzeyinde oluşan fonksiyonel gruplar nedeniyle asit boyarmaddeler ile boyanabilirliğin arttığı; oksijen daha reaktif olduğu için  $(SO_2+O_2)$  plazma işlemi ile elde edilen renk koyuluğu, derinliği ve parlaklığının daha fazla olduğu belirtilmiştir. Işlem boyama suresinin ve banyo sıcaklığının artması ile işlemlili ve işlemsiz numuneler arasındaki farkın azaldığı belirtilmiştir.  $N_2+H_2+He$  plazma işlemi gormuş polyester lifler ile işlem gormemiş polyester liflerinin yzeyi pürüzsüz görünürken,  $SO_2+O_2$  plazma yzeyde pürüzlülüğe sebep olmaktadır.  $SO_2+O_2$  plazma ile oluşan etki  $N_2+H_2+He$  plazmadan daha fazla olmaktadır (Zhao, 2003).

Poliester kumaşlara oksijen ve azot plazma işlemi ile hegzametildisiloksan (HMDS), 1,1,2,-trikloreten, trikloretilen ve alilamin bileşikleri aşılanarak güç tutuşurluk ozelliği kazandırılmaya çalışılmıştır. Poliester kumaş üzerine aşılanan bileşik miktarı ve plazma işlemi sırasında meydana gelen reaksiyonlar (oksidasyon, çapraz bağlanma gibi) yanma eğilimini etkilemektedir. Yanma sırasında polimerde erimeler ve damlamalar meydana gelmektedir. Plazma işlemi sırasında meydana gelen çapraz bağlanmalar damlama oranını azaltsa da işlem gormuş poliester kumaşlarda g tutuşurlukta çok az bir artış olmakta veya değişmemektedir (Akovalı and Takrouri, 1991).

Tutunma, bir molekülün diğer moleküle tutunması, tekstil malzemelerinde ise iki farklı malzemenin birbirine tutunabilme kabiliyeti olarak tanımlanmaktadır. Tutunma kuvvetleri tekstil malzemesinin bir polimer ile kaplanması sırasında veya bir matris içerisinde bulunması durumunda önem kazanmaktadır. İki yzey arasındaki tutunma kuvveti, malzemenin difüzyon karakteristiğine ve yzeyin mikro pürüzlülüğüne bağlı olarak değişmektedir. Bunun yanında malzemenin mekanik, hidrofil veya hidrofob olması, kimyasal ve elektrostatik ozellikleri de bu ozelliği etkilemektedir. Poliesterin yzey oksidasyonu ile yzey serbest enerjisi artırılmakta ve böylece kaplama işlemi

sırasında malzemenin tutunma özelliği artırılabilir. Plazma işlemi ile esas olarak zayıf bağlarla bağlanan yüzey kirlilikleri uzaklaştırılmakta, yüzeyde aşınma olmakta ve fonksiyonel gruplar meydana gelmektedir. Elde edilen bu etkiler sayesinde kaplama malzemesinin yüzeye daha iyi bir şekilde yapışması sağlanmaktadır (Kang and Sarmadi, 2004 ).

### **Poliamid**

Poliamid 6 kumaşların iletkenliğini geliştirmek için argon,  $\text{NH}_3$  ve  $\text{O}_2$  plazma işlemleri görmüş kumaşlara anilinhidroklorür çözeltisi emdirilip anilin, amonyum peroksidisülfat ve HCl içeren banyoda polimerizasyon işlemi yapılmıştır. Oksijen plazma işlemi ile daha fazla anilin polimerizasyonuna neden olan asidik fonksiyonel gruplar (C-OH, C=O ve C-O) oluştuğu için Poliamid 6 kumaşların iletkenliğinin daha fazla arttığı bildirilmiştir (Kang and Sarmadi, 2004 ).

1992’de Japonya’da yapılan bir çalışmada, farklı sıcaklıklarda lif çekimi yapılan Poliamid 6,6 lifleri için hava plazmanın aşındırma ve lif kristalinitesine olan etkisi ve boyanabilirlikleri incelenmiştir. Yüksek sıcaklıklarda lif çekimi yapılan Poliamid 6,6 liflerinin kristalitesine daha yüksek olduğu görülmüştür.  $180^\circ\text{C}$  altındaki sıcaklıklarda yapılan lif çekiminin plazma işlemine karşı hassasiyetinin daha düşük olduğu görülmüştür. Bu durum üç-faz yarı kristalin polimer modeli ile açıklanabilmektedir. Modele göre bir polimerin yapısında, amorf bölgelerde boyanamayan, sıkı yerleşmiş ancak kristalin yapıda olmayan kısımlar bulunmaktadır. Düşük sıcaklıklarda lif çekimi yapıldığında, boyanabilen amorf bölge miktarı azalırken boyanamayan amorf bölge miktarı değişmemektedir. Bu değişim, kristalin bölge artışından kaynaklanmaktadır. Modele göre plazma işlemi sonucunda sıcaklık artışı ile boyanabilirliğin azalması deneysel çalışma ile de doğrulanmıştır (Okuno, 1992).

1996’da, yapılan başka bir çalışmada, poliamid kumaşlara düşük sıcaklıkta  $\text{O}_2$  plazma işlemi uygulanarak, asit ve bazik boyarmadde nüfuziyeti ve boyanma özellikleri incelenmiştir. Poliamid 6’nın yapısı, kimyasal ve fiziksel açıdan homojen olduğu için boyanma özelliklerinde lifin elektronegatifliği önemli bir rol oynamaktadır. Oksijen plazma işlemi ile (zeta-potansiyelinin artması nedeniyle) lifin negatif yüzey yükü artmış ve bazik boyarmaddeler ile boyama verimi artarken, anyonik karakterli asidik boyarmadde ile boyama verimi azalmıştır (Wakida, 1996).

Yip ve arkadaşları 2002 yılında oksijen, argon ve CF<sub>4</sub> ile soğuk plazma işlemi görmüş PA kumaşların yüzey özellikleri, mukavemet, kayma, eğilme ve sıkıştırılabilirlik özelliklerini incelenmiştir. İşlem görmüş kumaşların mekanik özelliklerinin plazma gazına bağlı olarak değiştiği belirtilmektedir. Mekanik özelliklerdeki değişim ise, lifler ve iplikler arası sürtünme kuvvetlerine bağlıdır. Oksijen ve argon plazma işlemleri yüzeyde aşınmaya sebep olurken, CF<sub>4</sub> plazma işlemi ile yüzeyde film tabakası oluştuğu bildirilmiştir. Oksijen, argon ve CF<sub>4</sub> plazma işlemi görmüş poliamid kumaşların yüzeyleri pürüzlü hale geldiği için, eğilme rijitliği, germe enerjisi, kayma sertliği, sıkıştırma enerjisi değerleri artarken, germe direnci ve sıkıştırma direncinin azaldığı bildirilmektedir (Yip, 2002).

2004 yılında yapılan bir çalışmada vakum oksijen plazma işlemi görmüş poliamid 6 kumaşlar 1,1,2,2-tetrahidroperflorodesil akrilat (AC<sub>8</sub>) monomeri içerisinde bekletildikten sonra argon plazma işlemine tabi tutulmuş ve PA kumaşların güç tutuşurluk özelliği kazandığı belirtilmiştir. Elde edilen etki, CF<sub>x</sub> radikallerinin polimerin farklı kısımlarının C-H zincirleri ile reaksiyona girip, ısıl bozunmayı azaltması şeklinde açıklanmıştır (Errifai, 2004).

### **Poliakrilonitril**

Poliakrilonitril liflerine güç tutuşurluk, hidrofobite, kir ve yağ iticilik gibi fonksiyonellik kazandırmak amacıyla plazma işlemleri uygulanabilmektedir. Argon plazma işlemi görmüş poliakrilonitril kumaşa 1,1,2,3, tetrahidroperflorodesil akrilat (AC<sub>8</sub>) bileşiği vakum plazma işlemi ile aşılandığında, kumaşın su ve yağ itici özellik kazandığı belirtilmiştir. Florlu bileşiklerin yüzey gerilimlerinin düşük olması ve sıvının yüzeyde tutunma olanağının olmaması nedeniyle florlanmış polimeri su veya organik bir bileşik ile ıslatmak oldukça zor olmaktadır. Poliakrilonitril kumaşlara su ve yağ itici özellik kazandırmak için perfloralkilmetakrilatın homo ve kopolimerleri de kullanılabilir. Monomer buharı direk plazma ortamına verilip aşılama işlemi de gerçekleştirilebilmektedir (Hochart, 2003).

### **Sentetik liflerde atmosferik plazma teknolojinin kullanımı**

#### **Polipropilen**

Polipropilen, düşük bir yüzey enerjisine sahip olduğu için, hidrofob bir karaktere sahiptir. Plazma işlemleri ile yüzey enerjisi artırılan polipropilenin hidrofilitesi de artmaktadır (Yousefi., 2003).

Polipropilen esaslı dokusuz yüzey kumaş atmosferik kor deşarj işlemine tabi tutulmuştur. İşlemde gaz olarak He kullanılmıştır. Kumaş aralarındaki mesafe 3,5 cm olan iki paralel plaka elektrodun arasına yerleştirilmiştir. İşlem süresi 30 s, 60 s, 90 s ve 120 s olarak değiştirilmiştir. İşlem ardından % ağırlık kaybı, hidrofilitesi, yüzey morfolojisi, mukavemet, mekanik özellikler, hava geçirgenliği incelenmiştir. He plazmanın polipropilen kumaşlarda hem fiziksel hem de kimyasal değişimlere neden olduğu belirtilmiş ve işlem süresinin artmasıyla elde edilen etkinliğin arttığı belirtilmiştir. SEM resimleri ve % ağırlık kaybı değerleri, yüzeyin pürüzlülüğünün arttığını göstermektedir. Artan pürüzlülük sayesinde, lif lif tutunmasının ve buna bağlı olarak da kopma mukavemetinin arttığı belirtilmiştir. XPS analizleri, yüzeyde hidrofil grupların oluştuğunu göstermektedir. Bunun yanında kumaşların depolama sırasında kaybettikleri ağırlığı geri kazandıkları ve kurutma sonunda yine ağırlık kaybı meydana geldiği belirtilmiştir. Bu sonuçtan da anlaşılabileceği gibi plazma ile gerçekleşen yüzey oksidasyonunun havadaki nemin emilmesini sağladığı anlaşılmaktadır (Hwang, 2005).

Dokusuz yüzey polipropilen kumaşlar 30 s ile 180 s arasında değişen sürelerde He ve He/O<sub>2</sub> atmosferik plazma işlemine tabi tutulmuştur. SEM resimlerinden yüzeyde belirgin farklılıklar oluştuğu ve yüzeyin oksijen, nitrojen içeriğinin arttığı belirtilmiştir. Bunların yanında He/O<sub>2</sub> plazma daha etkili bulunmuştur (Mc.Cord, 2002).

Roth, yaptığı çalışmada, eriyikten püskürtme polipropilen kumaşları, farklı sürelerde plazma işlemine tabi tutmuştur. İşlem ardından ve belli süre aralıkları ile yüzey enerjileri ölçülmüştür. Yapılan değerlendirmeler sonunda yüzey enerjisinin, hidrofilitenin ve kapilaritenin arttığı ve işlem kalıcılığının, kabul edilebilir düzeylerde olduğu belirtilmiştir (Roth, 2005).

### **Poliester**

Plazma işleminde kullanılan gaz, monomer, işlem süresi, uygulanan güç gibi işlem parametrelerinin yanında kullanılan malzemenin yapısı, sıklık, gramaj, hava geçirgenliği gibi fiziksel özellikleri de elde edilen sonuçları değiştirmektedir. Campagne ve arkadaşları poliester dokusuz yüzey ve dokuma kumaş üzerine atmosferik hava plazmanın etkisini incelemiştir. Farklı hava geçirgenliğine sahip kumaş ve dokusuz yüzeyler seçilmiştir. Çalışmada, daha sık yapıda olan kumaşlarda

daha etkin oksidasyon gerçekleştiği ve daha dşşk oksidasyon enerjisine ihtiyaç olduğu belirtilmiştir (Campagne, 2005).

Wakida ve arkadaşları, PET yüzeylerin atmosferik plazma ile başarılı bir şekilde modifiye edilebildiğini belirtmişlerdir (Wakida., 1993).

Shin ve arkadaşları, PET dokusuz yüzeylerin atmosferik He/O<sub>2</sub> (He (99%)/O<sub>2</sub> (1%)) plazma işlemine tabi tutmuşlardır. Kristalinite, yzeyim kimyasal bileşimi, hidrofilite ve boyarmadde alımı değerlendirilmiştir. İşlem sonundaki kristalinite meydana gelen artışın, amorf bölgelerin aşınmasından kaynaklandığı; yüzeydeki oksijen oranının % 27,1'den % 31,6'ya çıktığı belirtilmiştir. İşlemsiz numune ile karşılaştırıldığında, hidrofilitede yaklaşık 10 kat; nem tutma kapasitesinde ise 3 kat kadar bir artış gözlenirken; boyarmadde alımında belirgin bir fark gözlenmemiştir (Shin, 2005).

Shenton ve arkadaşları, PET filmlere vakum ve atmosferik plazma işlemi uygulamışlardır. Atmosferik plazma işlemlerinde gaz olarak hava, nitrojen, helyum, argon kullanılmış ve işlem suresi 0–30 s arasında değerştirilmiştir. İşlem ardından ATR-FTIR, XPS, AFM, NSEM analizleri yapılmış ve iki teknik karşılaştırılmıştır. Yapılan değerlendirmeler sonunda, iki yöntemin yüzey değerikliği kapasitelerinin bir birine yakın olduğu ve her iki plazmanın da temizleme, aktivasyon, aşındırma ve aşılama amaçlı kullanılabileceği belirtilmiştir (Shenton and Stevens, 2001).

Yokoma ve arkadaşları atmosferik basınç altında PET filmlerin florlanması üzerine çalışmışlardır. İşlemlerde Pyrex cam reaktör kullanılmıştır. İşlem gazı olarak CF<sub>4</sub> ve O<sub>2</sub> kullanılmıştır. Atmosferik plazma işlemi vakum plazma ile karşılaştırılmış ve atmosferik plazma da elde edilen hidrofobik etkinin daha belirgin olduğu bildirilmiştir. İşlemin kalıcılığını belirlemek amacıyla Daiflon (C<sub>2</sub>Cl<sub>3</sub>F<sub>3</sub>) zgeninde yıkama yapılmış ve değerışim olmadığı görülmüştür. Fakat yıkamada su kullanıldığı zaman aynı verim elde edilememiştir (Yokoyama, 1990).

Melinex PET filmler, He ve O<sub>2</sub>/He atmosferik plazma işlemine maruz kaldıklarında, işlem süresine bağlı olarak aşınmanın, ağırlık kaybının ve işlem süresinin gereğinden fazla olmasının aşınan uçucu bileşiklerin yüzeyde yeniden birikmelerine sebep olduğu belirtilmiştir. Bunların yanında amorf bölgelerin aşınması sonucu % kristalitenin arttığı bildirilmiştir (Matthews, 2004).

### **Polietilen (PE)**

PE filmlerin plazma işlemleri, APP-DB (Paralel plakalardan oluşan dielektrik bariyer atmosferik plazma) cihazı ile gerçekleştirilmiştir. İşlemde hava, O<sub>2</sub>/He, CO<sub>2</sub>/O<sub>2</sub>/He, and NO/N<sub>2</sub> gibi gazlar kullanılmıştır. İşlem yüksek ve düşük güç altında farklı hızlarda gerçekleştirilmiş ve elde edilen sonuçlar karşılaştırılmıştır. Hidrofilite, polar yüzey gerilimi bileşenleri, aktivasyon derecesi, malzemenin zarar görme derecesi, işlemin kalıcılığı, yüzey pürüzlülüğü, yüzeyin atomik bileşimi CA, XPS ve AFM ile incelenmiştir. İşlem sonunda DBD atmosferik plazmanın koronaya kıyasla daha etkili olduğu ve işlem etkinliğinin ve plazmanın yüzey modifikasyon mekanizmasının büyük oranda kullanılan gaza bağlı olduğu belirtilmiştir (Lynch, 1999).

Yapılan bir diğer çalışmada APNEP atmosferik plazma cihazı HDPE (high density polyethylene) filmlerin yüzey modifikasyonu için kullanılmıştır. Temizleme, uçucu bileşiklerin uzaklaştırılması, aşılama, çapraz bağlanma, oksidasyon, aşınma gibi etkilerin temel mekanizmaları vakum ve atmosferik plazmalarda karşılaştırmalı olarak incelenmiştir. Her iki işlem sonunda da HDPE'nin yüzey enerjisi artmış ve yüzey morfolojisinde benzer modifikasyonlar elde edilmiş ve her iki işlemin temizleme, aktivasyon, aşındırma ve aşılama amaçlı kullanılabileceği belirtilmiştir (Shenton, 2001).

### **Diğerleri**

Poliüretan nanolifler ve dokusuz yüzeyler kor deşarj atmosferik plazma cihazıyla işleme tabi tutulmuştur. İşlem sonunda yüzey enerjisinin ve buna bağlı olarak hidrofilitenin arttığı belirtilmiştir (Tsai, 2005).

Genellikle tıbbi uygulamalarda kullanılan Sontarar dokusuz yüzeyler, antimikrobiyel apre işlemi görmüş ve C<sub>3</sub>F<sub>6</sub> plazmaya tabi tutulmuştur. İşlem süresi 8 dk, güç 4,8 kW olarak belirlenmiştir. Yapılan değerlendirmeler sonunda plazma işleminin kumaşın ağırlık, kalınlık, sertlik, hava geçirgenliği, yırtılma mukavemeti ve uzama gibi özelliklerinde önemli bir değişime neden olmadığı belirlenmiştir.

#### **3.3.7 Korona boşalması (deşarjı)**

Elektriksel korona boşalması, yüklü ince teller veya noktalardaki iyonlaşma sonucu yüksek enerjili elektromanyetik alanların oluşmasıdır (Garbassi, 1998).

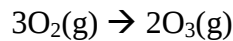
Korona boşalması tam bir plazma değildir, iyonlaşma etkisi ile elektronlar ve iyonlar oluşmaktadır. Ayrıca, boşalma enerjisi iyonlaşmamış atomların ve moleküllerin uyarılması için yeterli olmaktadır. Boşalma sonucu oluşan elektronlar, iyonlar, uyarılmış nötr türler ve fotonlar polimer yüzeyi ile reaksiyona girip, yüzey radikallerinin oluşmasını sağlamaktadır. Bu radikaller daha sonra yüzeyde etkili bir fizikokimyasal değişikliğin meydana gelmesini sağlayan fonksiyonel grupları oluşturmak üzere yeniden düzenlenmektedir. Bu işlemin tekdüze olmaması, yüzeyde küçük deliklerin oluşması, işlem kontrolünün zor olması dezavantajları arasında sayılabilmektedir. İyon ve elektron enerjilerindeki değişimler ve her birinin rastgele bir halde bulunması tekdüze etkiler elde edilmemesinin temel sebepleridir. Oluşan küçük arklar (korona darbeleri), yüzeyde bölgesel ısınmaya ve dolayısı ile yüzeyde oyukların oluşmasına sebep olmaktadır ( Chan, 1994; <http://en.wikipedia.org> , 2009 ; Verschuren and Kiekens, 2002 ).

WO 2005/115063 A1 numaralı patentte, pamuk, keten, kenevir gibi selülozik liflerin ve bunların rejenere ve sentetik liflerle olan karışımlarının kesiksiz veya kesikli bir şekilde atmosferik koşullarda 20–40 kHz’lik frekans altında korona işlemine maruz bırakılması sonunda hidrofilliğin arttığı belirtilmiştir.

### 3.3.8 Ozon

Ozon gazı normalde atmosferin üst katmanlarından stratosferde bulunan en önemli gazlardan birisidir (10–50 km yükseklikte). Endüstriyel ozon, atmosferdeki havanın içinde bulunan oksijen (O<sub>2</sub>) gazından elde edilen ozon (O<sub>3</sub>) gazı ile havanın karışımı sonucu oluşmaktadır. Başlıca kullanım alanı şehir su şebekesinin sterilizasyonu ve kimyasal beyazlatma işlemleridir.

Oksijen diatomik molekül, (O<sub>2</sub>) ve ozon ise triatomik molekül (O<sub>3</sub>) halinde doğada bulunmaktadır. Kimyasal benzerlikleri, hiç kütle değişimine uğramadan birinin diğerine dönüştürülebilmesi ile gösterilebilmektedir. Oksijenin ozona dönüşümü;



96 gram 96gram

şeklinde ifade edilebilir. Ozon, bilinen en etkili oksidantdır. Hipoklorik asit’ten 25 kat, hipokloritten 2500 kat daha etkili olmasına karşın, bu maddeler gibi atık ve zararlı maddeler ortaya çıkarmamaktadır. Ozon organik bileşiklerle elektrofilik

etkiyle direk veya işlem pH'ına bağlı olarak radikal zincir reaksiyonlarıyla dolaylı olarak reaksiyona girmektedir ([www.kimyaokulu.com](http://www.kimyaokulu.com) , 2009 ; [www.meteor.gov.tr](http://www.meteor.gov.tr) , 2009 ; <http://tr.wikipedia.org> , 2009 ; <http://en.wikipedia.org> , 2009 ).

Yapılan bir çalışmada, pamuklu kumaşların ozon etkisi ile oksidasyonu araştırılmıştır. Ham pamuklu kumaş ozon/ oksijen gaz karışımı ile beyazlatılmış, ozon konsantrasyonu ve işlem süresinin kumaş beyazlığına olan etkisi incelenmiştir. Beyazlık indeksi, mukavemet, kopma uzaması, uzaklaştırılan yabancı madde miktarı (vaks, haşıl, organik maddeler), kimyasal modifikasyon derecesi (karboksil ve aldehit grupları) ve reaktif boyarmadde alma kapasitesi klasik yöntemlerle (asidik haşıl sökme hidrofilleştirme, peroksit/ kalsiyumhipoklorit ağartması) ağartılan kumaşlarla karşılaştırılmıştır. Klasik yöntemlere kıyasla çok daha kısa bir sürede (boyamaya hazır) beyazlık derecesi elde edildiği görülmüştür. Bu işlem zararlı kimyasal madde kullanılmaması, kısa sürede yapılması, daha az su tüketimi ve oda sıcaklığında tatmin edici bir beyazlık etkisi sayesinde alternatif bir yöntem olarak karşımıza çıkmaktadır (Prabaharan, 2000).

Genel olarak mamullerin ağartılmasında kullanılan ozon, Thorsen tarafından yünlü kumaşların çekmezlik değerlerin geliştirilmesi amacıyla kullanılmıştır. Yüzeyde bulunan ve çekmeye, keçeleşmeye sebep olan pulcuk tabakası ozon etkisiyle aşındırılmıştır (Thorsen, 1974).

Wakida ve arkadaşları da ipek ve yünlü kumaşlarda ozon kullanarak yüzeyin modifiye edilmesini sağlamış ve kumaşların boyanabilirliğinde, hidrofilitesinde, ve çekmezlik değerlerinde olumlu sonuçlar elde etmişlerdir (Wakida, 2004).

### **3.3.9 Lazer**

Lazer, "light amplication by stimulated emission of radiation" tanımlamasının, yani uyarılmış salınım ile ışığın güçlendirilmesi" tanımlamasının kısaltılmış halidir. Lazerin temeli atom veya molekül enerji düzeyleri arasındaki elektron geçişlerine dayanmaktadır. Enerji seviyesi yükseltelen atomlar düşük enerjili seviyede olma eğiliminde oldukları için, bu seviyeye dönerken etrafa belli miktar foton yaymaktadır. Eğer atom bu salınımı kendiliğinden yaparsa salınan fotonun yönü tamamen rastgele olmakta, eğer başka bir fotonla etkileşerek bir alt enerji düzeyine inerse bu şekilde salınan atomun yönü ve fazı geçişe etki eden fotonla aynı olmaktadır. Bu ikinci geçiş biçimine uyarılmış salınım denilmekte ve lazerin

alışmasının ana ilkesini oluşturmaktadır. Çarpışmaların sayısını yükseltebilmek ve daha çok ışık kazanabilmek için, lazerin karşılıklı iki kenarına paralel iki ayna yerleştirilmektedir. Bu aynalardan birine rastlantısal olarak dik bir açıyla çarpan ışık dalgası, karşıdaki aynaya yansıtılmakta ve ardından sürekli iki ayna arasında gidip gelmekte, dışarıya çıkmamaktadır. Işık parçacıkları, lazerin yapımında kullanılan malzemenin içinden geçerken, yolunun üzerinde enerji pompalanmış diğerk atomlarla karşılaşmakta ve onları da, depolamış oldukları enerjiyi ışık olarak açığa çıkarmaları için zorlamakta, böylece "parlayan" (ışıldayan) atomların sayısı ve bununla birlikte ışığın miktarı sürekli artmaktadır (Atağ, 1984, [www.focusdergisi.com.tr](http://www.focusdergisi.com.tr) , 2009; <http://tr.wikipedia.org> , 2009 ).

Zeng, excimer laser kullanarak, yüksek moleküler ağırlığa sahip polietilen liflerinin yüzeyinde oluşturulan modifikasyon sonucu, epoksi reçinelere olan tutunmasının artırıldığını belirtmiştir (Zeng and Netravali, 2004).

#### 4. LAMİNASYON

The Textile Institute yayını olan “Textile Terms and Definitions”a göre; “Lamine kumaş”, en az biri tekstil kumaşı olmak üzere iki veya daha çok tabakanın birleşmesiyle oluşan, ilave edilen bir yapıştırıcıyla veya bir ya da iki bileşenli tabakanın yapıştırıcı etkisiyle birbirine bağlanan bir malzeme olarak tanımlanır. Lamine kumaşlara bağlanmış kumaşlar veya katlı kumaşlar da denmektedir. Kaplama kumaşlardan farkı ise kaplama kumaşların sadece bir yüzeyin ilave bir polimer tabakası ile kaplanmasıdır ve genellikle kumaş ile kimyasal bağ kurulur. Lamine kumaşlarda ise laminasyonu sağlayan tabaka genellikle bir bağlayıcı yardımıyla kumaşa fiziksel olarak bağlanır ve iki kumaş tabakasının arasında kalır.

Lamine kumaşların ne zaman kullanılmaya başladığı bu kelimenin nasıl anlaşıldığı ile alakalı olarak değişmekle beraber, ilk kaplamalı kumaşın eski mısırdaki mumyalamada kullanıldığı tahmin edilmektedir. Yakın çağda ise, kumaşı genellikle doğal yağ ile yağlayarak, suya ve rüzgâra karşı koruma sağlandığıdır. Bu yağlı giysi sanayi 1700’ lerde Almanya ve İngiltere’de, farklı yağ tipinin pamuk ve ipeğe uygulanmasıyla giysi, yelken, çadır ve diğer kaplamalarda kullanılmıştır. Yine aynı dönemlerde kauçuk ortaya çıkmış ve yağmurluk yapma denemeleri olmuştur. Birçok yazara göre modern kaplama ve laminasyon endüstrisinin kurucusu Charles Macintosh’tur. İki kumaşı araya naftalin çözeltisi koyarak birleştirmiş ve sonraki denemesinde ise kauçuk bir filmi kumaşa iğne ve iplik ile dikerek yapıştırmıştır. Bir tıp öğrencisi olan James Syme kömür katranında kauçuğu çözmüş ve çözücüyü buharlaştırıp film halinde kauçuk elde ederek bu kullanışsız malzemenin ticari kullanımını sağlamıştır. Macintosh bu işlemin 1823 yılında patentini alarak su geçirmez malzeme üretimine girmiştir. Dezavantaj olarak hantal yapısı ve hoş olmayan kokusu vardı. Thomas Hancock “vulkanize etme” icadı ile yüksek sıcaklıkta ham kauçuğun çapraz bağlanmasını sağlayarak bu dezavantajları gidermeye çalışmıştır. 19. yüzyılın ortalarında özellikle pamuk kumaş kaplama için nitro-selüloz keşfedilmiştir. I. Dünya savaşı yıllarında İngiliz hükümeti, Dreyfus Kardeşlere uçak kanadı kaplamasında kullanılan selüloz asetat üretim fabrikası kurdurmuş ve daha

sonra bu fabrikada asetat ipliği üretilmiştir. 20. yüzyılın ilk yarısında birçok yeni polimer ve sentetik kauçuk icat edilmiştir. Bunlar arasında en önemleri PVC (polivinilklorit), poliklorit (Neoprene by Dupont), akrilat ve poliüretandır. Bu polimerler birçok üstün özellik sağlamasına rağmen iyileştirme ve çevre dostu malzeme ve üretim işlemleri hala araştırılmaktadır.

Önceleri insanlar yapıştırıcı olarak balmumu, katran, sakız, hayvan kemiği türevleri, yumurta beyazı gibi doğal malzemeler kullanılıyordu. Mühür mumu ilk kullanılan sıcak eriyik yapışkandı ve modern laminasyon endüstrisi giyim endüstrisinde bunun temellerine dayanmaktadır. 1930’larda selüloz asetat boyunbağında ilk üretilen plastik oldu ama yaş işlem olduğundan uygun değildi. 1948’de Harold Rose, kuru işlem olarak polivinil asetatı dibütil fitalat ile deneylerde kullanmaya başladı. Çözücü kullanılmıyordu ve Hoffman ütüsü ile yeni tela ısıtma aktivasyona uğruyordu. Rose, Staflex firmasını 1951’de kurdu. 1965’de 5 milyon pound, 1975’de ise 30 milyon pound ciro elde etti. İlk zamanlarda yakalarda polietilen kullanılıyordu ama hava geçirgenliğinin zayıf olması ve konforsuz olması nedeniyle bundan vazgeçildi. Son zamanlarda ise sıcak eriyik yapıştırıcılara daha çok değer veriliyor çünkü çözücü kullanılmıyor ve suyu uzaklaştırmak için çok fazla enerjiye gerek olmuyor (Fung, W., 2002).

#### **4.1 Kumaş Laminasyonunda Kullanılan Malzemeler ve Özellikleri**

##### **4.1.1 Tekstil yapıları**

Polyester ve naylon, mukavemetleri iyi olması ayrıca ve neme, yağlara, mikroorganizmalara ve bilinen birçok kimyasala karşı genel dirençlerinden dolayı en çok kullanılan kumaş türleridir. Polyesterin ışığa karşı direnci ve UV dayanımı naylondan iyi iken naylon da hidrolize karşı daha dirençlidir. Polyester boyutsal dayanımı, çekme direnci, düşük uzaması ve daha ucuz olması ile naylondan daha değerlidir. Yüksek UV dayanımının gerekli olduğu yerlerde akrilik lifleri de kullanılır; güneşlik, araba rafları ve açılabilir başlıkları gibi. Pamuk ise en geniş kullanım alanı ile ilk kullanılan liftir ama mukavemetin gerekli olduğu uygulamalarda yerini naylon ve polyestere bırakmıştır. Pamuk küflenmeye ve mikrobiyel saldırılara karşı zayıftır ama sentetik liflerden daha iyi polimer yapısı göstermektedir; pamuğun pürüzlü yüzeyi ve kısa lif uzunluğu polimerin mekanik bağlanması için bir fırsat sağlamaktadır.

Örme kumaşlar esneklik gerektiği zaman kullanılırlar ama genelde açık yapıları ve uzamaları nedeniyle tercih edilmezler. Bezayağı, dimi ve sepet dokuma yapıları sıklıkla kullanılan kumaş yapılarıdır. Dokusuz yüzeyler ise kendi başına bir sektördür. Kendine has bağlayıcıları vardır, kullanıldıktan sonra atılan koruyucu giysiler hariç giyimde kullanılmazlar. Düşük gerilimleri ve kaba yüzeyleri dolayısıyla tercih edilmezler.

Bir lamine kumaşta esas önemli olan kumaşların birbiri ile güçlü bir birliktelik oluşturması ve kumaş ömrü boyunca ayrılmamasıdır. Lamine kumaşların erkenden bozulmasının en önemli nedeni delinmelerdir. İyi bir yapışma için kumaş temiz ve lekesiz olmalıdır. Yağ, vaks, silikon esaslı maddeler az miktarda olsalar bile bağ kuvvetini düşürürler. Kir temizleme işlemi bazen problemlere sebep olabilir, eğer kumaş iyi durulanmazsa kir temizleme kimyasalları kendiliğinden kirlilik oluşturur ve yapışmayı azaltır. Tipik kir temizleme sıvısı; bazik, ıslatıcı madde ve yağları uzaklaştıran bir temizlik maddesi olan ve kumaşta tortu bırakmayan sodyum karbonattır. Eğer malzeme hemen ıslanamıyor ise ıslatma maddesi gerekli olabilir ancak laminasyonu tehlikeye atmadan bunu uzaklaştırmak için fazladan kimyasal gereklidir. Bazen kir temizleme sırasında köpürme meydana gelmektedir, özellikle yüksek hızlarda, bunun için köpük önleyiciler kullanılmaktadır. Yapıştırıcının performansı için bunların yüksek miktarlarından da kaçınmak gerekir.

Teorik olarak tamamen temiz kumaş bulmak imkânsızdır ancak üzerinde apre ve yağ kalıntıları olmayan sentetik kumaşları işleme almak statik elektrik oluşturduğu için zordur. Statik elektrik kumaşın silindirlere ve kapların yanlarına yapışmasına neden olacaktır ve zararlı statik elektrik şokları vermek çalışma elemanlarının güvenliğini tehlikeye sokacaktır. Eğer apre işlemi gerekli ise bu minimum konsantrasyonda olmalıdır ve seri üretime geçmeden önce bunun yapıştırmaya etkisi incelenmelidir.

Kumaş laminasyonu ısı işlemi gerektirmektedir. Termoplastik bazlı kumaşlarda ısı ayarı lamine işleminden yüksek sıcaklıklarda yapılmalıdır yoksa kumaş çekme eğiliminde olacaktır. Aşırı gerilimli kumaşlar kırılmaya sebep olurlar. Kırışıklar, sarkık kenarlar gibi hatalar da laminasyonda probleme yol açacaktır. Kumaş laminasyon işlemine sabit gerilimli durumda sunulması kumaşın düz ve doğru ende olması için gereklidir. Kumaşın ısı ayarı kir temizleme işleminden sonra yapılır çünkü her tip kir kumaşa yerleşebilir ve uzaklaştırması zorlaşır (Fung, W., 2002).

#### **4.1.2 Laminasyon malzemeleri**

##### **4.1.2.1 Gözenekli filmler**

Gözenekli filmler hafif ağırlıkta giysilerde %100 kapama avantajına sahiptir; genelde sıvıları ve gazları geçirmez özelliktedirler ve hatta toz ve diğer partiküllere karşı da mükemmel kalkandırılar. Gözenekli filmler/ kumaş laminasyonlar yelken yapımında, sıcak hava balonlarında ve hava gemilerinde kullanılırlar. Gözenekli filmler, kumaştan üretilene göre daha yüksek verimliliğe sahip yansıtma yüzeyleri üretmek için kullanılabilirler. Fakat bunlar büküldüğünde genellikle kolay yırtılır, kolay delinir ve zarar görürler, ama bu tip bazı kısıtlamalar bir kumaşa lamine edilmesiyle giderilebiliyor ve iki bileşenin birleşmesi çok geniş çeşitlilikte faydalı özellik sunuyor. Gözenekli film üretimi, başlıca ambalaj üretmek için daha az sayıda polimerin çok farklı varyantta kullanıldığı, geniş hacimli bir endüstridir. Üretim metodu ve başlangıç maddesine bağlı olarak, gözenekli filmler çok ucuz olabilir polietilen gibi veya çok pahalı olabilir Kapton (Dupont) gibi. Gözenekli film kaplama yaygın olarak; ısı derecesi, düşük gaz geçirgenliği, baskı yapılabilirliği ve diğer kendine has özellikleri vermede kullanılır. Elektrik boşalması (coronadeşarj) ve plazma işlemi gibi ön muameleler de ıslanabilirlik, yapışma ve diğer işlemlere yardım etmek için yapılır.

Özel gözenekli filmler, geniş biçimde su geçirmez ve nefes alabilir olarak koruyucu giysilerde hava şartlarına karşı kalkan olarak kullanılırlar. Ayrıca ayakkabıda kullanılır ve sağlık uygulamalarında kullanımı da araştırılmaktadır.

Gözenekli filmde pazar liderleri; bir PTFE filmi olan Gore-Tex, polyesterden yapılan Sympatex (Acordis), ve poliüretan bazlı Porelle (Porvair). Daha birçok marka, poliüretandan yapılan su geçirmez ve nefes alabilir, gözenekli film de vardır. Bu gözenekli filmler başlıca iki tipe ayrılırlar; mikro gözenekli ve katı bazen hidrofilik olarak da anılan yekpare katı malzemelerdir. Mikro gözenekli tipler, Gore-Tex ve Porelle gibi, yapılarında çok küçük gözeneklere sahiptir. Bu gözenekler su damlalarının geçişine izin vermeyecek kadar küçük ama su buharı moleküllerinin geçmesine izin verecek kadar geniştir. Böylece nefes alabilirlik temin edilmektedir. “Katı” film tipi, Sympatex gibi, polimer ağı içinde hidrofilik kısımdan hidrofobik kısma doğru su moleküllerinin göç etmesi esası ile nefes alabilir özelliktedir. Her tipin kendine göre avantaj ve dezavantajı vardır; yüzey gerilimini azaltan maddelerin

mikro gözenekli filmlerde sızıntıya sebep olduğuna inanılır ama katı filmlerde olmaz, su katı filmleri şişirir ama mikro gözenekli filmleri etkilemez. Genellikle katı filmler daha iyi yırtılma mukavemetine sahiptir ve kokulara ve bazı mikroplara karşı daha iyi bariyerdirler. Sympatex, mikro gözenekli filmlerdeki gözeneklerin, dirseklerde ve dizlerde film gerildiğinde genişlediği bunun su geçişini kolaylaştırdığı, kendi filmlerinin ise herhangi bir yönde %300 gerilebildiği ve hala “katı” ve su geçirmez kaldığını iddia etmektedir. Şu anda hem suya dayanıklı hem nefes alabilir son tekniklerle yapılan çok sayıda film vardır, mesela mikroskopik katı tanecikler içeren film, gerilmeler tanecikler etrafında minik delikler üretirler. Ancak, bu filmlerin çoğu Gore-Tex ve Sympatex kadar fiziksel dayanıma ve performansa sahip değildir.

Bazı filmler, sıcak eriyik yapıştırıcı toz ile nokta baskılı olarak satışa sunulur. Bu en uygun formdur; müşteri, istediği zaman basit aparatlı ve toz dağıtım elemansız lamine ürün üretmek için yapıştırıcıyı tekrar etkinleştirebilir. Çok geniş çalışma sıcaklıklarında ve kendine has özelliklerde çok sayıda film vardır, mesela çalışma sıcaklığı  $-270$  ile  $400^{\circ}\text{C}$  aralığındaki Dupont’un poliimid filmi Kapton, yine Dupont’un  $-250$  ile  $260^{\circ}\text{C}$  çalışma sıcaklığı aralığına sahip bir PTFE madde olan Tedlar. Bu filmler, muhtemelen aramid kumaşla birleşerek yeni geliştirilen ürünün temeli olabilir. Film/ kumaş laminasyonlar yelken yapımında, sıcak hava balonlarında ve son zamanlarda tanıtılan bazı hava yastıklarında kullanılırlar. Fonksiyonel özel kullanımlara ek olarak, yeni süsleme filmleri de vardır, çoklu ekstrüzyon işlemlerinden üretilenler gibi, karışık ışık efektleri ile üretilen ve renkli desenler veren filmler. Bu filmler Mearl Corporation/ Cornelius tarafından piyasada bulunur, başlıca ambalaj endüstrisinde kullanılır, ancak eğer siyah veya koyu renk kumaşa lamine edilirse, ilginç renkli efektler üretilebilir. Süs amaçlı filmler, lazer kullanarak mikroskopla görülmeyecek çizgilerin aşındırılmasıyla alüminyumlaşmış yüzey üzerinde metalik renkli efektler üretmek için uygundur. Bu filmler de ambalaj endüstrisinde kullanılırlar, ama giysilerde ve perdeliklerde yaratıcı süs efektleri için kumaşa lamine edilebilirler. Birlikte ekstrüzyon işlemi ile filmler her iki tarafında iki farklı kimyasalla yapılabilirler ve bu yeni bir özellik sunar. Bazı yapışkan filmler bu yolla üretilirler (Fung, W., 2002).

#### 4.1.2.2 Poliüretan köpük

Poliüretan köpükler, farklı yoğunluk, güç tutuşurluk özellikleri, farklı gözeneklik ve diğer fiziksel ve kimyasal özellikler gibi değişik kalitede bulunurlar. Poliüretan köpükler genellikle otomobil koltuk kaplama ve diğer araba iç kaplamalarında tekstil kumaşlarıyla lamine edilmiş olarak kullanılır. Genel formu, 2 ve 10 mm arasında veya daha çok, incelikteki kâğıt köpük seklindedir, kumaşın ön yüzüne lamine edilir ve diğer yüzünde de hafif ince dokulu kumaş kullanılır. Bu üç kat laminasyon dünyada birçok firma tarafından kullanılmaktadır ve bu form yumuşak tuşeli ve kırışık veya torbalanma olmayan bir malzeme üretmek içindir. Ek olarak, malzeme dikildiğinde derin çekici dikiş çizgileri üretilir. İnce dokulu kumaş, naylon veya polyesterden örülmüş, gerginliğin kontrol edilmesine yardım eder, dikiş mukavemetini iyileştirir, koltuk yapımında ve dikim sırasında kaymaya yardımcı olarak davranır. Eğer “kaymaya yardımcı” olmak tek gereksinimse, hafif dokusuz yüzey kumaş kullanılır. Kapı panellerinde ve arabanın diğer kısımlarında kullanılan kumaşlar, yumuşak bir tuşe ve konfor için poliüretan köpükle lamine edilebilirler, titreşimi ve gürültüyü düşürmeye yardım ederler. Bu durumlarda ince dokuya genellikle gerek yoktur.

Poliüretan köpük, polyester-poliüretan veya polieter-poliüretan olabilir. Polyesterden olan genellikle alev laminasyon tekniği ile kolayca lamine edilirler, ancak hidrolize karşı dirençleri sınırlıdır. Dünyanın sıcak nemli bölgelerinde, polyester poliüretan köpük ise yaramaz duruma gelebilir ve bu bölgelerde polieter poliüretan köpük daha sık kullanılır. Bozulmamış polieter poliüretan köpük, alev laminasyonu olamaz ve köpüğe eklenen kimyasallar bunu mümkün kılar. Otomotiv endüstrisi oldukça rekabetçi ve fiyatlar çok önemlidir ki şu anda alevle laminasyon büyük hacimde araba koltuğu kumaşı üretmek için en ekonomik yoldur. Her yıl dünyada 48 milyonun üzerinde araba yapılmaktadır ve hepsi koltuklarında poliüretan köpüğe lamine edilmiş en az 7 m<sup>2</sup> dekorasyon için yüz kumaşı içermektedir. Poliüretan köpüğe lamine edilmiş kumaş, arabanın diğer iç kısımlarında da vardır; kapı kasketinde, başlıklarda ve güneşliklerinde olduğu gibi. Çevresel duyarlılıktan dolayı, alevle laminasyon ve geri dönüşebilirlik açısından poliüretan köpüğün alternatifleri araştırılmaktadır. Bunlar, farklı bir tuşeye ve ısıya karşı düşük elastikiyete sahip, birçok dokusuz yüzey kumaş türünü ve aralıklı örme kumaşlarını içine alır (Fung, W., 2002).

#### **4.1.2.3 Poliolefin köpük**

Polipropilen ve polietilen köpükler silindir formda piyasada bulunurlar. Poliolefinler üstün mikrobiyel, yağlanma, çözünme ve kimyasal dirence sahiptir ve otomobil iç bileşeni gibi düz, iyi sınırlanmış çerçevede üretmek için vakum formunda ve kalıplama tekniğinde imal edilebilir. Bu köpükler, başlıklarda, kontrol panelinde, kapı kaplama ve güneşliklerde yumuşak bir tuşe sağlar ve dahası ısı, ses ve titreşim yalıtımına katkı sağlar. Yumuşak tuşesi poliüretan köpükten oldukça sağlamdır. Poliolefin köpüklerin poliüretan köpüklerden, otomobillerde “sislenme” yapmama ve daha iyi kimyasal dayanım ve olgunluk özellikleri gibi belirgin avantajları vardır ancak yapıştırıcı laminasyonu, poliolefinlerin hareketsiz doğasına bağlı olarak dikkatli düşünmeyi gerektirir. Hem sıcak eriyik yapıştırıcı tozlar hem de yapıştırıcı filmler bağlanma için uygundur. Yüksek işlem sıcaklığı kararlılığı gereken yerlerdeki uygulamalarda, reaktif çapraz yapıştırıcılar kullanılır. Alveo (parent-Sekisui) gibi üreticilerden bilgi alınabilir ve corona deşarjı birçok durumda yapıştırıcıyı geliştirmek için kullanılır. Alevle laminasyon belirli alt tabakalarda ve tekstillerde mümkündür ve poliüretanın alevle laminasyonuna göre daha temiz bir işlemdir. Poliolefinler yakıldığında ve diğer maddeleri yakmak için yakıt olarak kullanıldığında yüksek kalori değerine sahip olur, ancak dumanın işlenmesi gerekir ve poliolefin köpüğün güç tutuşur çeşitleri, Bromine gibi, güç tutuşur kimyasalları içerebilir. Poliolefin köpükler iyi çarpışma direncine sahiptir ve bagajda, kasketlerde, ayakkabı ve spor eşyalarında ve omuz pedlerinde, votka ve ara elemanı olarak kullanılırlar (Fung, W., 2002).

#### **4.1.2.4 PVC köpük**

PVC köpükler ise, kolay laminasyon yapmak ve üstün kaynama avantajına sahip olduğu için üretilirler. Tuşeleri poliüretan köpüğe benzerdir (Fung, W., 2002).

#### **4.1.3 Yapışkanlar**

##### **4.1.3.1 Yapışmanın mekanizması**

Dört tip mekanizma vardır. Bunlar; malzemelerin birbirine mekanik bağlanması, polimer molekülü difüzyonunun ara yüzden geçmesi, elektrostatik kuvvetler ve son olarak da birleşen malzemelerdeki atomlar ve moleküllerin, atomlar arası ve moleküller arası etkileşimleri. Yapışkan, iki katmanı birleştiren bir vasıtaadır. Son

grup güçlü ve sürekli bağ üreten kimyasal bağları içerir. Mekanik bağlanma ve elektrostatik kuvvetler fiziksel bağlama mekanizmalarıdır (Kinloch, A. J., 1984).

#### **4.1.3.2 Yapışkan tipleri**

Yapışkanlar su ve solvent içinde çözelti olarak ya da suda dispersiyon olarak ya da ısı etkisinde eriyen katı olarak kullanılırlar. Kimyasal yapısı genellikle yapışkanın özelliğini belirler. Mesela poliüretan yapışkanlar esnek ve mukavimdir ancak bazılarının rengi bozulabilir ve pahalıdır. Polivinilasetat ise oldukça ucuzdur ve yıkama dayanımı sınırlıdır. Genellikle karışım halinde kullanılarak istenen özellikte elde edilirler. Örneğin sıcak eriyik yapışkan kopoliester karışımı ile modifiye polietilen içerebilirler. Tüm yapışkanlar birleşen malzemelere karşı bir afiniteye sahip olmalıdır. Bunlar, önce ıslanmalı, kaplanmalı ve birleşen yüzeylere nüfuz edebilmeli ve taşıyıcı sıvının buharlaşması ile katılarak kalıcı bağ oluşturmalarıdır. Sıcak eriyik yapışkanlar da ise bağ soğuma ile oluşur. Sıcak eriyik yapışkanlar birçok formda olabilirler; ağ, sürekli bir film, ya da toz veya tanecikli formda olabilir. Bazı yapışkanlar sıvı veya jöle olarak kullanılırlar, bunlar yaklaşık 100% solvent ve ya su içermeyen aktif maddelerdir. İlk sıcak eriyik yapışkan muhtemelen zarflar için kullanılan mühür mumudur (Fung, W., 2002).

#### **Solvent bazlı ve su bazlı yapışkanlar**

Solvent bazlı yapışkanlar çevre dostu değildir, ek olarak çoğu yanıcıdır ve dumanı nefes olarak içeri çekildiğinde sağlık için zararlıdır. Solventler ayrıca suya göre pahalıdır. Genel olarak solvent yapışkanlar birleşen yüzeyleri su bazlı yapışkanlara göre daha iyi ıslatsalar da çok hızlı kururlar ve iyi kavrarlar. Solvent bazlı yapışkanların ömrü de su bazlılardan iyidir çünkü organik içerikler solvent içinde, çözelti olarak, su içindeki dispersiyonlara göre daha karardır. Su bazlıların kullanımı daha güvenlidir ve daha az çevresel probleme yol açar (Fung, W., 2002).

#### **Sıcak eriyik yapışkanlar**

Sıcak eriyik yapışkanlar popülerite kazanmaktadır ancak iyi seçilmelidirler. İyi bir dayanım için, yumuşama ve erime noktaları kullanım sırasında maruz kalacağı sıcaklıktan çok daha yüksek olmalıdır, araba iç yerleri gibi. Tüm yapıştırıcı tipleri gibi bağ mukavemeti, neme karşı dayanımı, nemlilik, ısıl yaşlandırma, ışık ve UV bozulması ve her tip kumaş renk efekti dikkate alınmalıdır. Hangi yapışkanın ve hangi laminasyon makinesinin kullanılacağına karar vermek için birleşen

malzemenin doğası, nerde kullanılacağı ve fiziksel özelliklerinin dikkate alınması gerekir. Sıcak eriyik yapışkan seçimi tuşeyi iki şekilde etkiler. İlki, yapıştırıcı maddenin kendi fiziksel özelliğidir, yumuşak mı sert mi olduğu. İkincisi, kumaşa batma derecesidir. Erime karakteristikleri, akma özelliği sıcak eriyik yapışkanın viskozitesi de önemlidir. Eğer fazla ısı uygulanırsa birleşen yüzeylerin dışına akabilir, bu da kötü bağlanmaya neden olur. Bu aşırı akma laminasyonun sertleşmesine ve lamine olan kumaşın ön yüzüne geçmesine sebep olur. Yapıştırıcı üreticileri yapışkanları sınıflara ayırarak, kullanım için en uygununun seçilmesini sunmalıdırlar. Bunlar; tavsiye edilen bağlanma sıcaklığını, ısı dayanımını, suya ve çözücüye karşı dayanımını içeren bilgiyi içermelidirler. Üreticiler ayrıca PVC katılması durumunda, PVC plastik migrasyonuna karşı direncini de sunmalıdırlar. Kimyasal tipleri; polietilen, polipropilen, poliamid, polyester ve poliüretandır. Her birinin kopolimer tipi vardır ve erime noktaları, yıkama ve kuru temizlemeye karşı dayanımları ve ısı dirençleri açısından geniş bir çeşitlilik içerirler. Poliolefinler en ekonomik olanıdır ancak düşük dayanıma sahiptirler. Poliüretanlar en pahalısıdır ama yumuşak, daha esnek ve mukavemetli laminasyon yapılabilir (Fung, W., 2002).

### **Yapışkan filmler ve ağlar**

Film ve ağ yapıdaki yapıştırıcılar genellikle ilgili yapıştırıcı tozlardan daha pahalıdır. Yapışkan ağlar süreksiz filmlerdir, ağ perdelere oldukça benzerdir ve değişik özellik ve erime noktalarında farklı kimyasallardan yapılan silindir formda tedarik edilir. Esnek, gözenekli ve nefes alabilir laminasyonlar üretirler. Sürekli film yapıştırıcılar, gösteri veya sergi panolarında ya da araba başlıklarında problem olmayan katılaşmaya sebep olur. Film yapıştırıcılarında küçük iğne delikleri de mevcuttur; bu, laminasyon sırasında hava kabarcıklarının tuzaklarını önlemeye yardım eder ve ayrıca bir miktar su geçirgenliği de verecektir. Çift bileşenli ya da çift taraflı film yapışkanlar da kullanılır ki her tip malzemenin diğer her tip malzeme ile birleşmesine olanak sağlar. Film yapışkanları ile ortaya çıkan olası bir problem de aşırı gerilme olmadan filmin laminasyon makinesine beslenebilmesidir. En kaybına ve kırılmaya sebep olan çok fazla gerilme oluşmadan filmleri desteklemek ve tekrar sermek gereklidir. Bazı yapışkan filmler de yapıştırıcı olmayan taşıyıcı bir filmle desteklenir. Taşıyıcı film genellikle yapışkan filmin kendi kendine bağlanmasını önlemek içindir ve yapışkan film üretiminde işleme yardımcı olarak düşünülebilir. Bu taşıyıcı film işlem başlamadan uzaklaştırılmalıdır ve laminasyon makinesinde

bunun için ek bir toplayıcı silindire ihtiyaç vardır. Basınç duyarlı zamklardan da bahsetmek gerekirse bantlarda geniş bir kullanım alanına sahiptir. Basınç duyarlı yapışkanlar akrilik de içeren çok sayıda polimerden oluşurlar ve farklı tipleri vardır, oldukça pahalı ama temiz ve uygulamak için hiçbir özel aparata ihtiyaç yoktur (Fung, W., 2002).

### **Sıcak eriyik yapışkan tozlar**

Yapışkan tozlar çoğu kimyasalda bulunur ve parçacık büyüklüğü 500 mikrometreye kadar çıkmaktadır. Büyüklük seçimi birçok faktöre bağlıdır; kullanılacak makinelere, tabaka yüzeyinin doğasına, tutuma ve istenen özelliklere. Sıcak eriyik yapışkan tozların uygulanabildiği çok sayıda yöntem vardır ve her birinin avantajları vardır. Bazen yapışkan tozlar bir UV florasan maddesi ya da toz uygulama noktasının yanına konan bir UV lambası ile birlikte sunulur. Bunun sebebi de küçük toz parçacıklarının UV ile kolay görülebilmesidir ki bu uygulamanın daha iyi kontrol edilebilmesini sağlar. Yapışkanın nokta baskısı ile kumaşlara nefes alabilir su geçirmez filmlerden laminasyon yapılarak mükemmel yumuşaklık ve tutuma sahip nefes alabilir laminasyonlar üretilir.

### **Poliüretan yapışkanlar**

Bu yapışkanlar oldukça düşük eklentili güçlü yapışkan bağlara müsaade eder, çünkü bunlar nem varlığında çapraz bağlanırlar. Kimyasal reaksiyonu başlatmak için kumaşların kendilerinde yeterli nem bulunur. Bunlar spreyleme olarak, düsedan ekstrüde ederek ve silindir baskı ile uygulanabilir. Oldukça az katkı maddesi ile güçlü bağlar oluşturdıklarından dayanıklı, tuşesi iyi esnek laminasyonlar yapılabilir. Bu yüzden yıkanabilir giysiliklerde, koruyucu giysilerde ve araba koltuk örtülerinde kullanılır. Ancak bu yapışkanlar pahalıdır, uygulamanın kontrolü ve tabakalara nüfuz edebilmesi kritiktir (Fung, W., 2002).

## **4.2 Laminasyon üretim yöntemleri**

Bu bölüm üretim metotları ve kullanılan makineleri içermektedir. Besleme sürekli ve uzunluğu maksimum olacak şekilde olmalıdır. Küçük parçalar halinde yapılması fazladan işlem, süre ve maliyet getirir. Laminasyon, basit düz bir ütü ya da Hoffman Pres kullanarak laboratuvar da modellenir. Laminasyon tanımı iki malzemenin birleşmesidir ve fiziksel özelliklerin değişikliğinde her bir malzemenin karakteristiği rol oynar. Eğer bir bileşende sadece çözgü mukavemeti iyi diğerinin ise atkı

mukavemeti iyi ise oluşan üründe hem atkı hem de çözgü mukavemeti iyi olacaktır. Laminasyonla üretilen ürün her iki bileşenden de katı olabilmektedir bunun minimize etmenin yolu ise en uygun laminasyon yöntemi ve yapışkanın seçimidir. Yapışkan seçiminde ölçüt en az miktarda yapışkan ile en güçlü bağı oluşturmaktır. Lamine kumaşların en yaygın problemi, birleşen bir veya iki malzemenin de yeterli esnekliği olmadığı için laminasyonun bir yay gibi eğilmesini sınırlayan çatlaklardır. Çatlamaya aşırı miktarda kullanılan yapışkanlar veya alevle laminasyondaki aşırı köpük kullanımı neden olur. Laminasyon için kumaşın uygunluğu önemlidir; kumaş çok esnek, iyi tutum ve örtmeye sahip olmalıdır. Genelde yapışkan olarak üçüncü bir malzeme kullanılır ancak bazen poliüretan köpüğün alevle laminasyonunda birleşen bir malzeme kendiliğinden yapışkan gibi davranabilir.

#### **4.2.1 Alevle laminasyon**

Alevle laminasyon işlemi dünya genelinde yaygın olarak kullanılmaktadır. 1950' lerde icat edilmiş (orijinal patenti Reeves kardeşlere atfedilir) ve geniş ticari kullanımı 1970' lerde olmuştur. Bu laminasyon metodu ilk olarak giysilik, perdeliklerde denenmiş, poliüretan köpüğün kendisi yapışkan olarak kullanılmıştır. Hızlı ve ekonomiktir ancak biraz teknik beceri, düzenli bakım ve oluşan dumanı azaltmak gerekmektedir. Araba koltuk kumaşı laminasyonlarında geniş biçimde kullanılmaktadır. Üç bileşen; yüz kumaşı, poliüretan köpük ve kaba kumaş laminasyon makinesine beslenir. Bu üç malzeme, dakika da 25-40 metre hızda birleşir. Gaz alev, hareketli köpüğe temas edip eriterek kumaşa yayar ve yapışmasını sağlar. Çift başlı bir makinede bu iki kere olur. Yakılan köpüğü denkleme için köpük gerektiğinden biraz kalın verilir. Başlıklarda ve kapı kaplamalarda yüz kumaşı genelde benzer yolla üretilir, kaba kumaşsız iki tabaka olarak. Polyester yüz kumaşı polyester dokusuz yüzey malzemeye (poliüretan köpük yerine) mini köpük kullanarak, mesela 1-2 mm kalınlıkta, alevle laminasyon yapmak mümkündür (Fung, W., 2002).

Alev laminasyon işlemi son zamanlarda çevresel incelemeyi beraberinde getirdi çünkü bu poliüretanın yanması potansiyel toksin duman üretiyor. Alternatif metod olarak sıcak eriyik yapışkanların kullanımı geliştirilmiştir. Ancak emisyon kontrolünün pahalılığı, işlemin ve yüksek hacimde üretimin ekonomikliği nedeniyle işletmeciler alevle laminasyona devam etmeyi seçmektedirler. Karbon soğurma gibi

etkili duman kontrol donanımları kurulması çevresel yetkilileri tatmin etmektedir ancak müşteriler baskı gruplarının etkisinde kalarak alevle laminasyonu onaylamamakta ve alternatif metotlar denenmesi için baskı oluşturmaktadırlar (Mc. Bride, R. And Sellers, J., 1994).

#### **4.2.2 Sıcak eriyik laminasyon**

##### **4.2.2.1 Düz yatak laminatörler - silindirler**

Silindir prensibi, iki malzeme bir sandviç gibi merkeze sıcak eriyik yapışkan film, gümüş ya da toz ile birleştirilir. Bu sonra silindire beslenir, malzeme ısıtılır ve yapışkan eriyerek bir laminasyon üretilir. Filmler ve ağlar sadece sabit en ve ağırlıkta uygulanır ama özel durumlarda hacim yeteri kadar genişse istenen ende temin edilir. Tozun avantajı her ağırlıkta, her ende, hem uzun hem kısa üretimde rahatlıkla uygulanabilir oluşudur. Silindirler elektrikle ısıtılırlar, ısı transferi hızlı olmayan bir iletimle olur. Isı makinenin dışından çevreye yayılarak kaybolmaktadır. Ek olarak malzemelerdeki nem, özellikle pamuk gibi doğal liflerdeki ve poliüretan köpükteki, ilk olarak ısıtılıp buharlaştırılmalıdır. Bundan dolayı bağ mukavemeti üretim esnasında sıklıkla kontrol edilmelidir (Fung, W., 2002).

##### **4.2.2.2 IR ısıtıcı**

Kızılötesi ısıtıcılar sıcak eriyik laminasyonda malzemeleri ve yapışkanı sıkıca birleşmeden önce ısıtmada ya da ön ısıtmada yaygın olarak kullanılır. Isıtıcılar radyasyonu IR elektromanyetik spektrumun kısa, orta ya da uzun dalga kesiminde yayar ve enerjiyi emmek yerine geri yansıtır. Ticari ısıtıcılar “renk körü” olarak parlak ve karanlık alanları eşit ısıtırlar. IR ısıtıcıların başlıca sınırlaması kontrole cevap vermesidir, kumaş hızı değiştiğinde ya da üretim bazı sebeplerden durduğunda. Bu da kumaşın ve sıcak eriyik yapışkanların az ya da aşırı ısıtılmasına sebep olur. Ticari orta dalga IR ısıtıcıların maksimum sıcaklığa ulaşması 10 s alır, ama bazı üreticiler 5 saniyede % 66 çıktı alındığını iddia etmektedirler. Orta dalga boylu IR ısıtıcılar yaklaşık olarak 800 °C maksimum sıcaklığa ulaşmaktadır. Daha yüksek sıcaklıklara ulaşmak kısa dalgalı IR’ lerde mümkündür ve yanıt zamanı da kısadır ancak ısıtma elemanının ömrü oldukça düşüktür ve radyasyon ısıtılan malzemenin rengine çok duyarlıdır. IR ısıtıcılara yakın çalışanlar dikkatli olmalı, kurutmak için alev alıcı solventler kullanılmamalıdır (Fung, W., 2002).

#### **4.2.2.3 Toz saçma**

Toz yapışkan laminasyon, en becerikli ve muhtemelen en ekonomik sıcak eriyik laminasyon metodudur, çünkü toz her tip optimize ağırlık ve ende uygulanabilir ve toz ilgili ağ ya da film gibi pahalı da değildir. Tozun hangi tip tabakaya saçılmasına karar vermek için iyi düşünme ve ön deneme gereklidir. Otomotiv kumaşların laminasyonunda alışılmış işlem, tozun ilk yüz kumaşa saçılmasıdır, çünkü desteksiz köpük bazı makinelerde kendini destekleyememektedir. Kaba kısmı lamine edildiğinde toz köpüğün üstüne konur çünkü çoğu durumda kaba yapı tozun saçılması için çok serbesttir. Bu durumda, toz köpük gözeneklerin içine batar ve boşa harcanır böylece parçacık büyüklüğü seçimi dikkate alınmalıdır. Küçük parçacıklar sadece boşa gitmez ayrıca köpüğün esnekliğini de kaybeder ve gözenekliliğini düşürür. Bazen sıcak eriyik tozlar optik parlatma ajanı ile muamele edilerek temin edilir ki UV ışık altında küçük parçacıklar daha görülebilir olmaktadır. Makine altta baskı silindiri ile toz içeren halkadan oluşur, tablanın boş kısmının kullanımı ile etkin uzunluk kontrol edilir. Silindir döner ve halkanın dışındaki lastik bir fırça ile kazıyarak tozu alır. Sonra toz hareketli tabakaya düşer. Tozun miktarı baskı silindirinin ve hareketli tabakanın dönüş hızıyla kontrol edilir. Üstünde toz olan tabaka yapışkanı eriten IR ısıtıcının altında geçer. Hız aşırı olmamalı ve yapışkan toz yeterli erimemelidir. İkinci tabaka eriyen yapışkanın üzerine yerleştirilir ve iki malzeme bir çift sıkıştırma silindiri ile birleştirilir ya da diğer bir tabaka daha silindirden geçirilir. IR ısıtıcılar ve sıkma silindirleri kullanıldığında, silindirlerle ilişkili bahsedilen sıcak eriyik yapışkanlar uygulanır. Tatmin edici sonuçlar için erimiş yapışkan bağlanma sıcaklığında doğru viskoziteye sahip olmalıdır. Doğru hız, sıcaklık ve basınç iyi ayarlanmalıdır. Silindirlerde, çok fazla basınç ve zaman alması ile yapışkan tabakada görünüm ve sertleşmeye yol açacaktır. Eğer sıcaklık düşük, hız çok fazla ve basınç düşükse, zayıf bir bağ oluşur. Tamamlanan laminasyonda kıvrım olmaması için dikkatli soğutma gereklidir. Makinenin altındaki bir tabla tabakaya düşmeyen tozları toparlar ve halkaya geri vererek atığı minimize eder (Fung, W., 2002).

#### **4.2.2.4 Kuru toz baskı (Nokta toz)**

Toz, baskı silindirleri kullanarak kuru baskı tekniği ile kumaşa direk uygulanır. Bu metod nokta toz olarak anılır ve Intaglio Process olarak bilinir. Bir halkadaki 0–200

mikrometre ebatındaki sıcak eriyik toz baskı silindirinin girintilerine doldurulur. Bu baskı silindiri bazen tozun erime sıcaklığının tam altında ısıtılır ki tozu bir arada tutmak için. Bir rakle ile fazla toz uzaklaştırılır. Kumaş veya tabaka tozun erime noktasının üzerinde bir ısıtıcı silindir teması ile ısıtılarak birleştirilir. Girintilerdeki tozlar, baskı silindirlerine temas edilince erir ve hareketli kumaşa bir sıra katı nokta halinde aktarılır. Kumaş sonra ısıtılmış çemberden ya da IR ısıtıcıdan geçer, toz eritilir ve sıkıca kumaşa yapıştırılır. Düzleştirilmiş yapışkan noktalarla basılmış malzeme sonraki uygulamalar için hazırdır ya da sarılarak depolanabilir. Bu metot giysi astarları hazırlamak için yaygın olarak kullanılır (Fung, W., 2002).

#### **4.2.2.5 Rotasyon şablon nokta baskı**

Toz, bir rotasyon şablon boyunca nokta baskı için bir hamur içinde karışır. Bu metodun faydası hafif, hassas malzemelerin işlenebilir olmasıdır. Önemli bir avantajı da tabakaların ısıtılması için en az ısı gerekmesi ve daha az sertleşme ve renk bozulması riskidir. Nokta baskıdan sonra ısı uygulanması sadece hamurdaki suyun uzaklaştırılması ve sıcak eriyik yapışkanın erimesi ya da katılaşmaması içindir. Bu işlemle kumaş ayrıca gerekiyorsa kurutmadan sonra sarılarak daha sonra için aktive edilebilir. Bu teknik dokusuz yüzey sanayinde yaygın olarak kullanılır. Hamurun hazırlanması beceri gerektiren bir işlemdir, çünkü hamurun yapışma için doğru viskozitede, kararlılıkta ve akış özelliğinde üretilmesi gerekmektedir. 0–80 mikrometre ince parçacık boyutlu toz kullanılır, istenen tutum ve bağ mukavemetinde lamine elde etmek için şablon gözenek boyutu iyi kararlaştırılmalıdır (Fung, W., 2002).

#### **4.2.2.6 Yapışkan patın rakle ile uygulanması**

Bir viskoz hamurdaki ince yapışkan toz bileşiği rakle kullanarak direk kaplama metodu ile uygulanabilir. Eğer hamur yapışkanı dikkatli seçilirse, otomotiv kumaşında akrilik kaplama yerine sıcak eriyik yapışkan kullanılabilir ve kumaşı köpükle ya da diğer tabakalarla lamine etmek mümkün olur. Sıcak eriyik yapışkan hem akrilik kaplamada hem de yapışkan laminasyonda ise yarar (Fung, W., 2002).

#### **4.2.2.7 Eriyik baskı gravür - silindir**

Bu işlemte sıcak eriyik toz ve tanecikleri bir olukta eritilir veya ısıtılmış borulardan oluğa taşınır. Rakle bıçağı silindir hareketiyle fazla yapışkanı kazıyarak dışarı alır.

Sıcak eriyik nem korumalı poliüretan yapışkanlar, bir jel kıvamındadır, bu metotla uygulanır. Erken yapışkan çapraz bağını önlemek için durgun nitrojen gazı kümesi gereklidir. Ancak, en son sıcak eriyik nem korumalı poliüretanların iki veya daha fazla saat açık kalabildiği ve durgun gaz örtüsüne de ihtiyaç olmadığı iddia edilmektedir. Yapışkan eklenti; silindirin bıçak açısıyla, basınçla ve viskozite ile kontrol edilir ve yapışkan çeşitli nokta büyüklüğü ve deseni ile uygulanabilir. Yüksek uygulama miktarı farklı silindirlerle mümkündür ve görevlendirilen laminatör geniş bir alan için birden fazla sıkıştırma silindirine ihtiyaç duyabilir. Nem korumalı yapışkan poliüretan için temizleme hızlı ve basit olur, sıcak eriyik yapışkanlara göre. Fazla ısıtılırsa kavrulur, soğutulursa sertleşir. Eriyik baskı sıkıştırma silindiri üreticileri bu metodun büyük ölçekli araba koltuk laminasyonlarında alev laminasyonunun yerine geçeceğine inanmaktadırlar (Fung, W., 2002).

#### **4.2.2.8 Sıcak eriyik şablon uygulama**

Sıcak eriyik yapışkanlar rotasyon şablon kullanılarak da uygulanabilir. Şablon tipi, gözenek büyüklüğü ve deseni istenen bağ mukavemetinde ve tuşede bir laminasyon üretmek için kritiktir. Eriyik yapışkan viskozitesi ve sıcaklığı dikkat edilmesi gereken diğer faktörlerdir. Bu işlemin dezavantajı, yapışkan veya şablon değişeceği zaman makinenin temizliği için gereken duruş süresininin uzunluğudur (Fung, W., 2002).

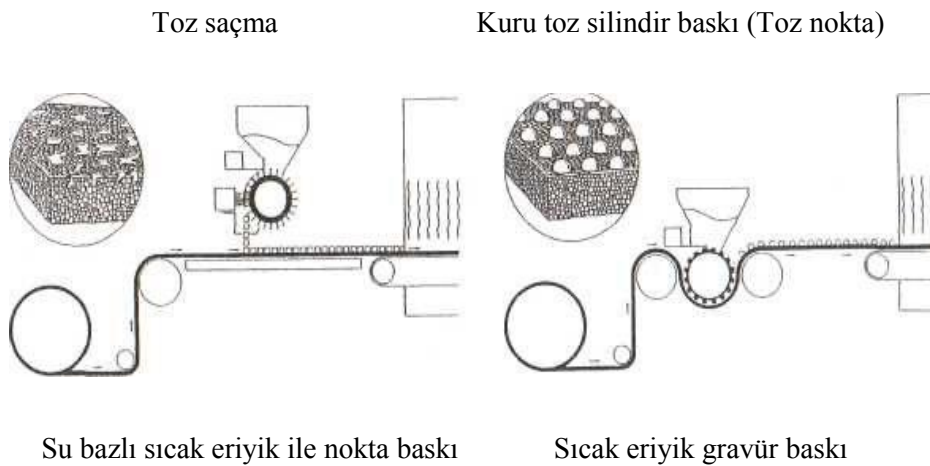
#### **4.2.2.9 Yarık kalıplı ekstrüder**

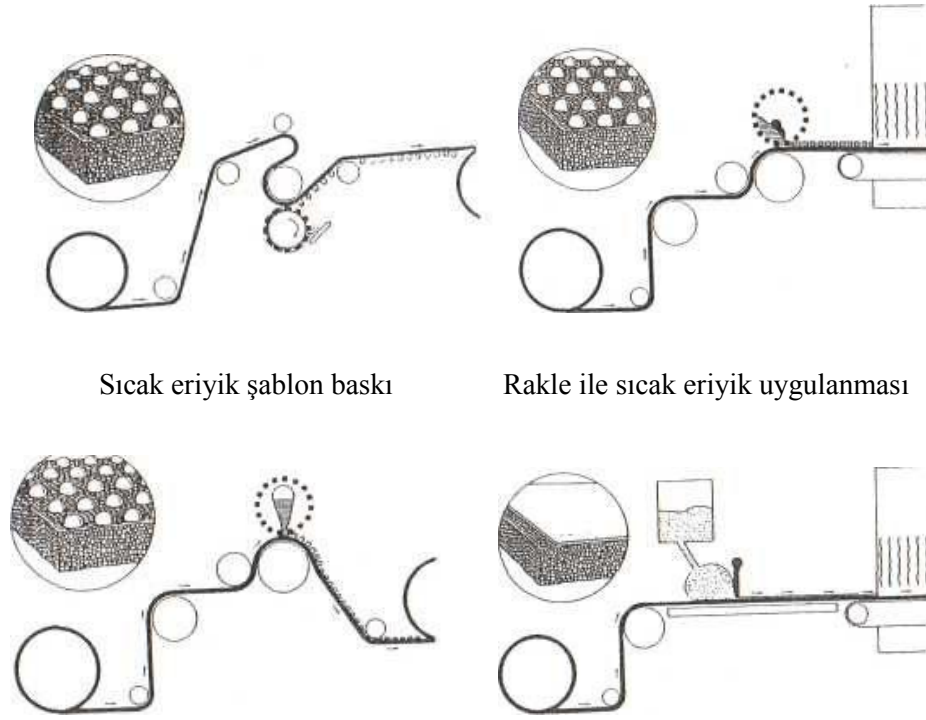
Pompalı tip bu makineler sıvı eriyik yapışkanı iletme kapasitesine sahiptir, ısıtılmış borular ve kaplama kafası yapışkanı malzemenin eni boyunca düzenli vermeyi sağlar. Jel formundaki yapışkan için ısıtılmış silindirli davul boşaltıcı ve toz ya da tanecikli yapışkan için ise vidalı bir ekstrüder gereklidir. Makine sürekli bir film malzemeyi çekebilir ama esnek bir laminasyon üretmek için yapışkan süreksiz bir sıra küçük noktalar ya da çizgiler halinde  $2 \text{ g/m}^2$  ye kadar düşük oranda eklentiler olarak çekilir. Polimerin ekstrüder kafasından iletim hızı düşük bir orana çekilerek bu sağlanır, böylece polimer süreksiz olarak ortaya çıkar. Yine doğru bağ mukavemeti, sert olmayan laminasyon ve yapışkan viskozitesinin doğru olması için doğru zaman, sıcaklık ve basınç dengesi gereklidir. Eriyik, sıkıştırma silindirlerinin önünde ve ikinci malzemeyi beslemeden hemen önce yapışkan tabakaların birine

uygulanır. Bu metodun önemli avantajı laminasyon boyunca tabakaların kendileri ısıya maruz kalmıyorlar ve böylece kumaşın tekstüre ve kat estetiği için minimum zarar riski olmasıdır. Bu yapışkanlar havadaki ve tabakaların kendisindeki nemle aktive olurlar. Kimyasal çapraz bağlanma düşük eklentiler ile yüksek bağ mukavemetine izin verirler, çünkü bunlar solvent içermeyen %100 aktif maddelerdir, çevre dostudurlar. (Fung, W., 2002).

#### 4.2.2.10 Sprey uygulama

Sprey uygulamada problemler; homojenlik ve uygulamanın kesinliği, spray memenin olağan tıkanması, spreylenen sıvının kontrolü (genelde solvent) ve sıvının sürekli kurutulmasıdır. Teoride tüm yapışkan tipleri püskürtülebilir; sıcak eriyik, solvent bazlı, su bazlı, yüksek oranda katı madde ihtiva edenler gibi. Pratikte ise, sıcak eriyiklerin önceden katılaşmaması ya da kavrulmaması için pahalı aparatlara ihtiyaç vardır, solventlerin alev alma problemi vardır, su bazlı yapışkanlar ise ticari hızlarda kurumayabilirler. Son zamanlarda reaktif poliüretan yapışkanlar geliştirildi, düşük uygulama miktarları ile yüksek bağ mukavemeti sağlayan. Nem korumalı poliüretan yapışkanlar çapraz bağlanma için yüksek sıcaklığa ihtiyaç duymazlar, jel kıvamında bulunurlar ve nerdeyse %100 katı içeriğe sahiptir. Bazı sıcak eriyik yapışkan uygulama yolları Şekil 4.1’de gösterilmektedir.





Sıcak eriyik şablon baskı

Rakle ile sıcak eriyik uygulanması

Şekil 4.1 : Sıcak eriyik uygulama metotları.

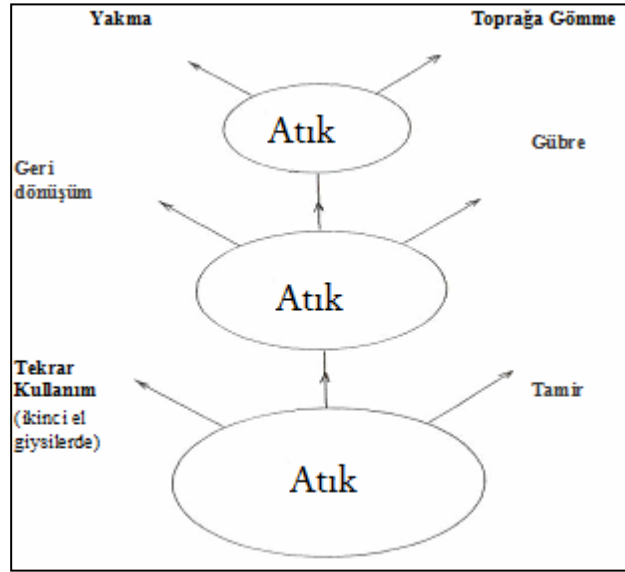
#### 4.3 Lamine Kumaş Ürünlerinin Tıbbi Kullanımı

- Koruyucu kullanımlar; Tek kullanımlık, su geçirmez nefes alabilir filmlerle yapılmış Kimberly-Clark tarafından üretilen laminasyonlar,
- Yatak örtüleri
- Sağlık bakım maddeleri; Genelde tek kullanımlık ve atılabilir. Ancak tekrar kullanılabilen ve yıkanabilen tipler de üretilmektedir.

#### 4.4 Laminasyonun Çevreye Etkisi

Tüm insan aktivitelerinde olduğu gibi laminasyonun da çevreye etkileri vardır. Temel etkiler üretimdeki akıntı ve emisyonlarla, atılacak artık maddelerdir. Çevresel duyarlılık için geri dönüşebilirlik veya atıklar için uygun imha yolları bulunmalı, çevre dostu malzeme ve üretim metotlarına başvurulmalıdır. Solvent bazlı yapışkan, sprey uygulama metotları ile birleştirme ve alev laminasyon yüksek kirlilik potansiyeline sahiptir ve birçok solvent bazlı yapışkan, sıcak eriyik, yüksek katı içerikli ve su bazlı çeşitlerle değiştirilmektedir. Ancak solvent bazlı reçine ve yapışkanlar hala teknik ve ticari avantajlar sebebiyle çok yaygındır. Almanya’ da “Blue Angels”, İskandinav ülkelerinde “White Swan”, Amerika’ da “Green Seal” gibi çevre etiketleri mevcuttur. Oeko-Tex firması, tekstil ekolojisi alanındaki

Almanya'daki Hohenstein Institute ve İngiltere'deki BTTG (The British Textile Technology Group)'yi de içeren uluslararası araştırma ve test birliğinin çatısı altındadır. “Araç ömrünün sonu” terimi, otomobil parçalarının geri dönüşümünde kullanılır. Araba oturma grubu laminasyonu genelde polyester yüz kumaşından, poliüretan köpükten ve naylon ya da polyester kaba kumaştan meydana gelir. Bunlar kolay ayrılmazlar ve geri dönüşümü de zordur. Bu üç bileşeni ayırmak için kimyasal hidroliz gerekmektedir. Poliüretan köpük yerine değişik tipte dokusuz yüzey , örme kumaş kullanılır. Polyester yüz kumaşı, geri dönüşüme uğrayıp dokusuz yüzey polyester kumaş arasına katılarak bir nevi tekrar kullanılır. Mesela %30 geri dönüşümlü, %70 yeni olarak. Poliüretan köpüğün tekrar kullanımı, geri dönüştürülebilmesi ve çevreyi en az etkileyecek şekilde atılması üreticilerin üzerinde uğraştıkları bir konudur. ISOPA (The European Isocyanate Producers' Association) avrupada geri dönüşüm konusunda duyarlılık göstermektedir. Bazı otomobil koltuk üreticileri köpük kullanımını geri almış durumdadır. Şekil 4.2’de atık kullanımı ile ilgili bir diyagram gösterilmiştir (Fung, W., 2002).



**Şekil 4.2 : Atık kullanımı.**

Son yıllarda doğal malzemelerin kullanımına ağırlık verilmiştir çünkü yenilenebilir ve çevresel duyarlılık ön plana çıkmaktadır. Biyolojik olarak bozunabilir polimerler de uygulanmaya başlanmıştır.

## **5. DENEYSEL ÇALIŞMA**

### **5.1 Malzeme**

Hastanelerde enfeksiyonların hastalara ve/ veya diğer kişilere çarşaf yoluyla bulaşması önlemek, su ve enerjiden tasarruf sağlamak amaçlı buluşumuz olan Tek Kullanımlık Hidrofil Antimikrobiyel Dokusuz Yüzey Lamine Çarşaf, hot-melt tekniği ile birbirine lamine edilmiş üç ayrı dokusuz yüzeyden meydana gelmektedir. Üst ve alt dokusuz yüzeyler spun-bond teknolojisi ile üretilmiş % 100 Polipropilen elyaftan mamuldür. Üst yüzeylerin hidrofilleştirilmesi için plazma teknolojisi kullanılmıştır. Üst yüzey olarak ayrıca thermal-bond tekniği ile üretilmiş, hidrofilik % 100 Polipropilen dokusuz yüzeyler de kullanılmıştır. Orta yüzey olarak yüksek sıvı emme kabiliyetine sahip % 100 viskon elyaftan mamul dokusuz yüzeyler kullanılmıştır. Her üç yüzeyin birbirine lamine edilmesi, ara katmanlarda etilenvinilasetat esaslı hot-melt bir dokusuz yüzey kullanılarak sıcak pres tekniği ile gerçekleştirilmiştir. Antimikrobiyel etki ise hidrofilleştirilmiş üst yüzeye gümüş ve antibiyotik esaslı kimyevilerin emdirme metoduna göre uygulanması ile elde edilmiştir. Bütün yapılan çalışmaların ISO ve BS standartlarında kalite ve performans testleri gerçekleştirilmiştir.

Etilnvinilasetat hot-melt dokusuz yüzey ile birbirine lamine edilen farklı gramajlardaki üst, orta ve alt dokusuz yüzeyler, kalite ve performans testlerine tabi tutulmuştur. Bu testlerin sonuçları değerlendirilerek belirli testleri geçemeyenler bir sonraki teste tabi tutulmamış ve böylece elemeler yapılarak fonksiyonellik ve performans açısından optimum değerleri veren lamine kumaş belirlenmiştir.

#### **5.1.1 Dokusuz yüzeyler**

Çalışmada kullanılan polipropilen dokusuz yüzeyler spunbond ve thermal-bond tekniği ile üretilmiş ve Gaziantep de kurulu bulunan GENERAL NONWOVENS ile

İstanbul’ da yerleşik TELASİS firmalarından temin edilmiştir. Kullanılan % 100 CV kumaşlar ise İstanbul’ da kurulu VATEKS firmasından alınmıştır.

Üst yüzey olarak iki tip dokusuz yüzey kullanılmıştır. İlki spunbond tekniği ile üretilmiş, % 100 Polipropilen hidrofob yapıdadır. Lamine çarşaf tasarımının bir özelliği olarak üst yüzeyin hidrofil ve antimikrobiyel olması gerektiğinden bu dokusuz yüzeyde önce plazma tekniği kullanılarak yüzeysel hidrofilleştirme sağlanmış sonrasında gümüş ve antibiyotik esaslı antimikrobiyel aprelerin uygulanması ile antimikrobiyel özellik kazandırılmıştır. İkinci dokusuz yüzey ise termalbond tekniği ile üretilmiş % 100 polipropilen yapıdadır ve üretimi esnasında kimyasal olarak hidrofil hale getirildiği için plazma edilmeden direkt antimikrobiyel apre işlemine tabi tutulmuştur.

Çalışmada kullanılan dokusuz yüzeylerin karakteristik özellikleri aşağıdaki çizelgede gösterilmiştir.

**Çizelge 5.1 :** Çalışmada kullanılan dokusuz yüzeyler.

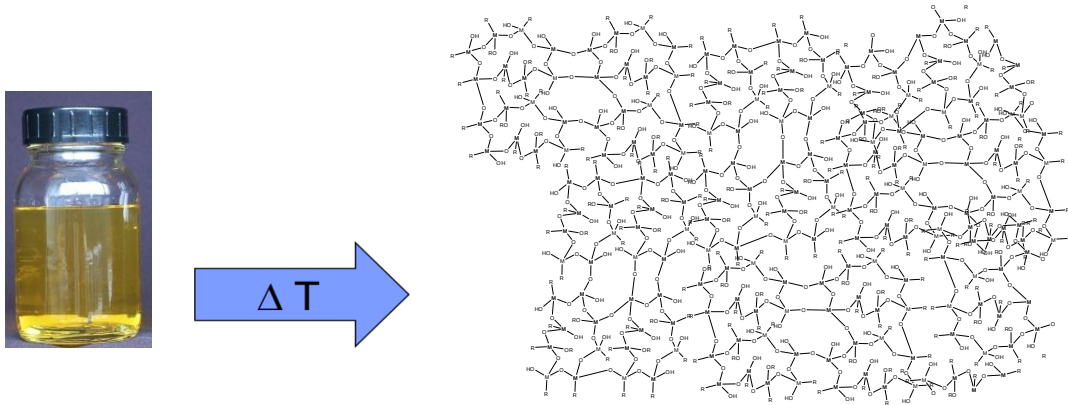
| <b>Elyaf</b> | <b>Gramaj<br/>(g/ m<sup>2</sup>)</b> | <b>Tedarikçi Firma</b> |
|--------------|--------------------------------------|------------------------|
| % 100 PP     | 15                                   | GENERAL NONWOVENS      |
| % 100 PP     | 25                                   | GENERAL NONWOVENS      |
| % 100 PP     | 35                                   | GENERAL NONWOVENS      |
| % 100 PP     | 18                                   | TELASİS                |
| % 100 PP     | 25                                   | TELASİS                |
| % 100 CV     | 20                                   | VATEKS                 |
| % 100 CV     | 30                                   | VATEKS                 |
| % 100 CV     | 35                                   | VATEKS                 |
| % 100 CV     | 50                                   | VATEKS                 |

## 5.1.2 Antimikrobiyel kimyasallar

### 5.1.2.1 ISys (Akıllı Sistemler-Intelligent Systems) apre maddesi

ISys antibakteriyel apre maddesi CHT R.BEITLICH GmbH tarafından üretilmekte ve Türkiye’deki kardeş firması olan CHT TEKSTİL KİMYA SAN. ve TİC. A.Ş. tarafından pazarlanmaktadır.

Sistem iki üründen oluşmaktadır: ISys AG ve ISys MTX. ISys AG nano partikül büyüklüğüne sahip sulu gümüş iyonları çözeltisi iken ISys MTX sol-gel teknolojisine göre üretilmiş su içermeyen özel bir bindir. ISys MTX, esasen çizilmez gözlük camı ve porselen imalatında kullanılan ve çok yüksek sıcaklıklarda fıkse edilen binderin tekstile uyarlanmış hali olan inovatif bir üründür.



**Şekil 5.1 :** ISys MTX ve fıkse sonrası elyaf yüzeyinde oluşturduğu ağ.

Dokuma, örme veya dokusuz yüzeylerden üretilmiş her türlü doğal ya da sentetik elyafa uygulanabilirler. ISys AG yapısındaki nano boyuttaki gümüş iyonları etkisini üç şekilde gösterir:

- enzimlerle etkileşime girer ve mikroorganizmaların metabolizmasını rahatsız eder,
- mikroorganizmaların hücre zarını parçalayarak ölümüne sebep verir,
- mikroorganizmaların DNA ve RNA’ sı ile etkileşime girerek hücre bölünmesini durdurur

Oldukça geniş spektruma sahip bir kimyasal olup, hem gram negatif hem de gram pozitif bakteriler üzerinde etkilidir. Yıkamaya karşı dayanıklıdır, uygulanması kolaydır, nanosilver partiküllerinin yüksek antibakteriyel etkisi sayesinde düşük

miktarlarda kullanımı yeterli olmaktadır. Kimyasalın stabilitesi yüksektir, kolay bozunmaz. Çalışmalarımızda düşük maliyet ön planda olduğu ve yıkama haslığı istenmediği için sistemin haslık veren ikinci bileşeni ISys MTX kullanılmamıştır.

#### **5.1.2.2 Reputex 20 apre maddesi**

Reputex 20 PHMB (polih egzametilenbiguanid) esaslı bir kimyasal maddedir. GEMSAN firması tarafından tedarik edilmektedir. Kimyasal aktivitesini biguanid fonksiyonel gruplarından almaktadır. Bu fonksiyonel gruplar bakterilerin hücre zarını tahrip ederek etki etmektedir. Gram pozitif, gram negatif bakteriler, funguslar gibi geniş bir spektrum üzerinde etkilidirler. Oldukça kuvvetli biyosid etki gösterirler. Deri ile temaslarında tahriş etkisi gösterdiklerine dair bulgulara rastlanmamıştır. Emdirme ve çekirme metodları ile aplikasyona uygundur.

#### **5.1.3 Laminasyon için kullanılan hot-melt malzeme**

Çalışmamızda üst, orta ve ara yüzeyleri birbirine lamine edebilmek için EVA (etilenvinilasetat) esaslı dokusuz yüzey kullanılmıştır. Herbir dokusuz yüzey arasına yerleştirilen bu malzeme İstanbul’ da yerleşik ATEG Mühendislik firmasından temin edilmiştir. Bu dokusuz yüzey özel kimyasal yapısı sayesinde 70-90°C arasında eriyerek yapışkan özellik kazanmaktadır.

#### **5.1.4 Makina**

AHLBRANDT marka PLASMA STAR model atmosferik plazma makinası. Özellikleri :

- Deşarj bölgesine, nitrojen, karbondioksit, oksijen...vb gibi gazların gönderilmesi suretiyle çalışan atmosferik plazma makinası,
- Kontinü atmosferik plazma işlemi,
- Yüksek kaliteli yüzeyler üretilmesi,
- Yeni fonksiyonel gruplu (örneğin daha iyi tutunma için nitrojen) yüzeylerin üretimi,
- Farklı gazların kullanılabilmesi ile yüksek üretim esnekliği,
- Hava ile temas sonucu malzemelerin nihai oksidasyonu,
- Ozon oluşumunun engellenmesi,
- Corona apresi için de kullanım.

## 5.2 Metod

Çalışmada öncelikle, GENERAL NONWOVENS firmasından temin edilen ve lamine çarşafın üst ve alt yüzeyleri olarak kullanılan % 100 PP spun-bond dokusuz yüzeye, plazma tekniği kullanılarak hidrofilleştirme işlemi yapılmıştır. Hidrofilleştirme işlemi sadece üst yüzey olarak kullanılacak çeşitli gramajlardaki dokusuz yüzeylere uygulanmıştır. Amaç, daha sonra emdirme metoduna göre uygulanacak antimikrobiyel apre sıvısını üzerine alabilmesi ve de kullanım şartlarında üzerine dökülen sıvıyı emerek aşağıdaki esas emici tabakaya iletmesidir. Bu arada hidrofilitenin sadece üst yüzeyde olması ve üst dokusuz yüzeyin arka tarafının yine orijinal haliyle hidrofob kalması neticesinde kişiye ıslaklık hissi verme durumu da önlenmektedir.

Hidrofilitenin sağlanmasının ardından yukarıda bilgisi verilen iki farklı antimikrobiyel apre ile emdirme metoduna göre uygulama yapılmıştır. Kumaşların kurutma ve fiksesi ise dokusuz yüzeylerin zarar görmemesi için serbest kurutucuda gerçekleştirilmiştir.

Kumaşlara uygulanan plazma işlemi ve antimikrobiyel apre uygulamaları ÖZTEK-Stampa Tekstil' in Çorlu/ Tekirdağ'daki tesislerinde gerçekleştirilmiştir.

Kumaşların antimikrobiyel özelliklerinin testi İstanbul' da yerleşik EKOTEKS laboratuvarında gerçekleştirilmiştir. Burada AATCC 100 metoduna göre S. Aureus bakterisi ile test ettirilmiştir. Kumaşların diğer fiziksel performans testleri ise İ.T.Ü. Tekstil Mühendisliği Bölümü laboratuvarlarında yapılmıştır.

### 5.2.1 Plazma yöntemi ile polipropilenin hidrofilleştirilmesi

Çalışmada atmosferik basınç altında soğuk O<sub>2</sub> plazma modifikasyonu gerçekleştirilmiştir. İşlem düşük frekanslı veya kesik kesik seviyelerdeki yüksek voltaj altında çiftli elektrodlar ile uygulanmıştır. İşlem parametreleri Çizelge 5.2'de gösterilmiştir.

**Çizelge 5.2 :** Plazma işlem parametreleri.

| Kullanılan Gaz       | O <sub>2</sub> |
|----------------------|----------------|
| Basınç               | Atmosferik     |
| Voltaj ( V)          | 3500           |
| Makine Hızı ( m / s) | 15             |

Kumaşlar aynı şartlar altında üç defa plazma makinasından geçirilmiştir. Kumaşlar her geçişte makinada 20 saniye işlem görmüştür ve toplamda 1 dakika plazma ile yüzeysel modifikasyona tabi tutulmuşlardır.

## 5.2.2 Antimikrobiyel apre maddelerinin uygulanması

### 5.2.2.1 ISys antimikrobiyel apre maddesinin uygulanması

Aplikasyon işlemi Küsters emdirme makinasında yapılmıştır.

İşlem reçetesi;

|                        |                              |
|------------------------|------------------------------|
| ISys AG Antibakteriyel | 2 g/ L                       |
| Asetik asit (%85)      | 0,3 g/ L ( pH 5 – 5.5 arası) |
| Toplam su              | 50 L                         |

İşlem şartları Çizelge 5.3’de gösterildiği gibidir:

**Çizelge 5.3 :** Antibakteriyel apre uygulama şartları.

|                         |       |
|-------------------------|-------|
| Makine Hızı ( Mt / Dak) | 20    |
| Sıkma Basıncı ( Bar)    | 2,4   |
| Toplam Flotte ( L)      | 50    |
| Flotte Sıcaklığı ( C)   | 20-25 |
| Emdirme Oranı ( %)      | 40-45 |

### 5.2.2.2 Reputex 20 antimikrobiyel apre maddesinin uygulanması

Reputex 20 ile uygulanan reçete aşağıdaki gibidir:

|                   |          |
|-------------------|----------|
| Reputex 20        | 20 g/ L  |
| Asetik asit (%85) | pH 7–7,5 |
| Toplam su hacmi   | 50 L     |

İşlem ISys AG ile aynı şartlarda uygulanmıştır dolayısıyla Çizelge 5.3’deki şartlar burada da geçerlidir.

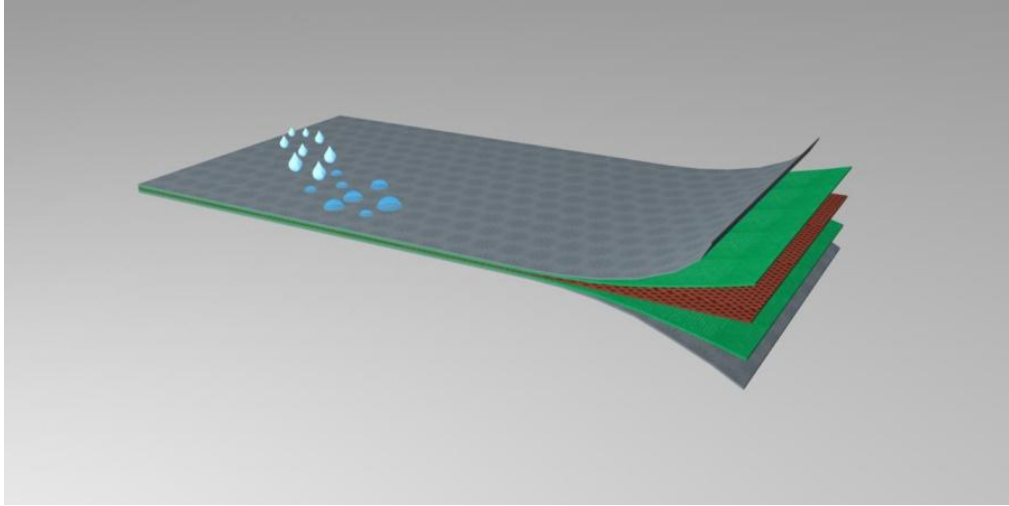
## 5.2.3 Kurutma ve fikseleme

Apres işleminden sonra kumaşların kurutulması ve apre maddelerinin fikselenmesi SANTEX marka serbest kurutucuda gerçekleştirilmiştir. İşlem sıcaklığı 150 °C, makina hızı 15 m/ dk’ dır. Kumaşın makina içerisinde kalma süresi 75 s

dolayındadır. Bu sürenin ilk 45 saniyesi kuruma için, son 30 saniyesi ise apre maddelerinin life bağlanması ( fikse) için gereklidir.

#### 5.2.4 Laminasyon işlemi

Bu işlem İ.T.Ü. Tekstil Kalite Kontrol Laboratuvarında bulunan ARÇELİK Pres Ütü’ de gerçekleştirilmiştir. Lamine edilecek kumaşlar bezle kaplı ütü alt yüzeyi üzerine sırasıyla ve herbirinin arasına bir hot-melt EVA dokusuz yüzey gelecek şekilde yerleştirildikten sonra üçüncü kademeye ısıtılmış (80-90°C) ütünün metal üst yüzeyi, serili dokusuz yüzeylerin üzerine kapatılarak kendi presi ile (ilave bir güç uygulamadan) kumaş kalınlığına bağlı olarak 30-40 saniye arasında preslenerek lamine edilmiştir.



**Şekil 5.2 :** Lamine edilmiş kumaşların şematik gösterimi, Gri: PP, Kiremit: Viskon, Yeşil: EVA

Laminasyon esnasında düşük gramajlı kumaşların sıcaklıktan etkilenip deforme olmamaları için bütün laminasyon işlemlerinde hem en alt hem de en üst yüzeyde 50 g/ m<sup>2</sup>’ lik bir viskon tabaka kullanılmıştır.



## 6. BULGULAR VE DEĞERLENDİRMELER

Deneylerde uygulanan testler ve kullanılan standartlar Çizelge 6.1’de gösterilmiştir:

**Çizelge 6.1 : Uygulanan testler ve kullanılan standartlar.**

| UYGULANAN TEST            | KULLANILAN STANDART                  |
|---------------------------|--------------------------------------|
| Gramaj Tayini             | TS 251                               |
| Kalınlık Tayini           | TS 4117 EN ISO 2589                  |
| Kopma Mukavemeti ve Uzama | TSE EN ISO 13934-1                   |
| Yırtılma Mukavemeti       | TSE EN ISO 13937-2                   |
| Geri Islatma              | EDANA 151.3.02                       |
| Sıvı Transferi            | EDANA 150.5.02                       |
| Hava Geçirgenliği         | TS 391 EN ISO 9237                   |
| Su Buharı Geçirgenliği    | BS 7209                              |
| Antimikrobiyel Etki       | AATCC 100 ( S. Aureus bakterisi ile) |

Deneylerde kullanılan lamine çarşaf kombinasyon grupları aşağıdaki gibidir :

ABG : Antibiyotik Apreli GENERAL NONWOVENS % 100 PP Dokusuz Yüzey,

ABT : Antibiyotik Apreli TELASİS % 100 PP Dokusuz Yüzey,

GG : Gümüş İyonları Apreli GENERAL NONWOVENS % 100 PP Dokusuz Yüzey,

GT : Gümüş İyonları Apreli TELASİS % 100 PP Dokusuz Yüzey,

VATEKS : % 100 CV Hidrofilik Apreli Dokusuz Yüzey,

HG : % 100 PP Hidrofobik GENERAL NONWOVENS Dokusuz Yüzey

1. ABG 15 (Üst) + VATEKS 20 (Orta) + HG 15,
2. ABG 15 (Üst) + VATEKS 35 (Orta) + HG 15,
3. ABG 25 (Üst) + VATEKS 20 (Orta) + HG 25,
4. ABG 25 (Üst) + VATEKS 35 (Orta) + HG 25,
5. ABG 35 (Üst) + VATEKS 20 (Orta) + HG 35,
6. ABG 35 (Üst) + VATEKS 35 (Orta) + HG 35,

7. GG 15 (Üst) + VATEKS 20 (Orta) + HG 15,
8. GG 15 (Üst) + VATEKS 35 (Orta) + HG 15,
9. GG 25 (Üst) + VATEKS 20 (Orta) + HG 25,
10. GG 25 (Üst) + VATEKS 35 (Orta) + HG 25,
11. GG 35 (Üst) + VATEKS 20 (Orta) + HG 35,
12. GG 35 (Üst) + VATEKS 35 (Orta) + HG 35,

- I. ABT 19 (Üst) + VATEKS 20 (Orta) + HG 15,
- II. ABT 19 (Üst) + VATEKS 30 (Orta) + HG 15,
- III. ABT 19 (Üst) + VATEKS 50 (Orta) + HG 25,
- IV. ABT 25 (Üst) + VATEKS 20 (Orta) + HG 25,
- V. ABT 25 (Üst) + VATEKS 30 (Orta) + HG 25,
- VI. ABT 25 (Üst) + VATEKS 50 (Orta) + HG 25,
- VII. GT 19 (Üst) + VATEKS 20 (Orta) + HG 25,
- VIII. GT 19 (Üst) + VATEKS 30 (Orta) + HG 25,
- IX. GT 19 (Üst) + VATEKS 50 (Orta) + HG 25,
- X. GT 25 (Üst) + VATEKS 20 (Orta) + HG 25,
- XI. GT 25 (Üst) + VATEKS 30 (Orta) + HG 25,
- XII. GT 25 (Üst) + VATEKS 50 (Orta) + HG 25,

- A. ABG 23 (Üst) + VATEKS 20 (Orta) + HG 25,
- B. ABG 23 (Üst) + VATEKS 30 (Orta) + HG 25,
- C. ABG 23 (Üst) + VATEKS 50 (Orta) + HG 25,
- D. GG 23 (Üst) + VATEKS 20 (Orta) + HG 25,
- E. GG 23 (Üst) + VATEKS 30 (Orta) + HG 25,
- F. GG 23 (Üst) + VATEKS 50 (Orta) + HG 25,

P. ABG 50 (Üst) + VATEKS 20 (Orta) + HG 25,  
Q. ABG 50 (Üst) + VATEKS 30 (Orta) + HG 25,  
R. ABG 50 (Üst) + VATEKS 50 (Orta) + HG 25,  
S. ABG 50 (Üst) + VATEKS 20 (Orta) + HG 25,  
T. ABG 50 (Üst) + VATEKS 30 (Orta) + HG 25,  
U. ABG 50 (Üst) + VATEKS 50 (Orta) + HG 25,

A1. ABG 15 (Üst) + VATEKS 20 (Orta) + HG 25,  
A2. ABG 15 (Üst) + VATEKS 30 (Orta) + HG 25,  
A3. ABG 15 (Üst) + VATEKS 50 (Orta) + HG 25,  
A4. ABG 25 (Üst) + VATEKS 20 (Orta) + HG 25,  
A5. ABG 25 (Üst) + VATEKS 30 (Orta) + HG 25,  
A6. ABG 25 (Üst) + VATEKS 50 (Orta) + HG 25,  
A7. ABG 35 (Üst) + VATEKS 20 (Orta) + HG 25,  
A8. ABG 35 (Üst) + VATEKS 30 (Orta) + HG 25,  
A9. ABG 35 (Üst) + VATEKS 50 (Orta) + HG 25,

### **6.1 Sıvı Transferi ve Geri Islatma Testleri**

TS 259 EN 24920 standartına göre TELASİS firmasının, İstanbul-Hadımköy’ deki fabrikalarının kalite kontrol laboratuvarında gerçekleştirilmiştir.

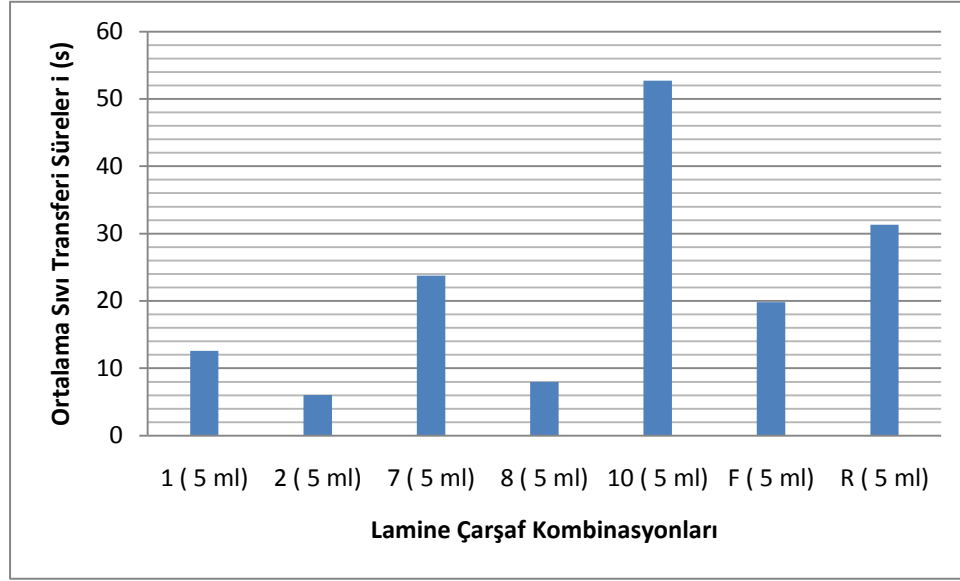
Farklı gramajlardaki üst, orta ve alt dokusuz yüzeylerin kombinasyonu ile elde edilmiş lamine çarşafların ilk önce sıvı transferi ve yeniden ıslatma testleri yapılmıştır. Mutlaka istenilen iyi değerleri vermesi gereken bu testlerden olumsuz değerler alan lamine çarşafların diğer kalite ve performans testleri yapılmamıştır. Sıvı Transferi testinden ortalama sıvı transferi süresi 60 s ve altında değerler veren ve

geri ıslatma testinden ise mümkün olan en küçük ortalama ağırlık değerlerini veren sonuçlar olumlu kabul edilmiştir. Olumlu sonuçları veren numuneler Çizelge 6.2 ve 6.3’ de görülmektedir.

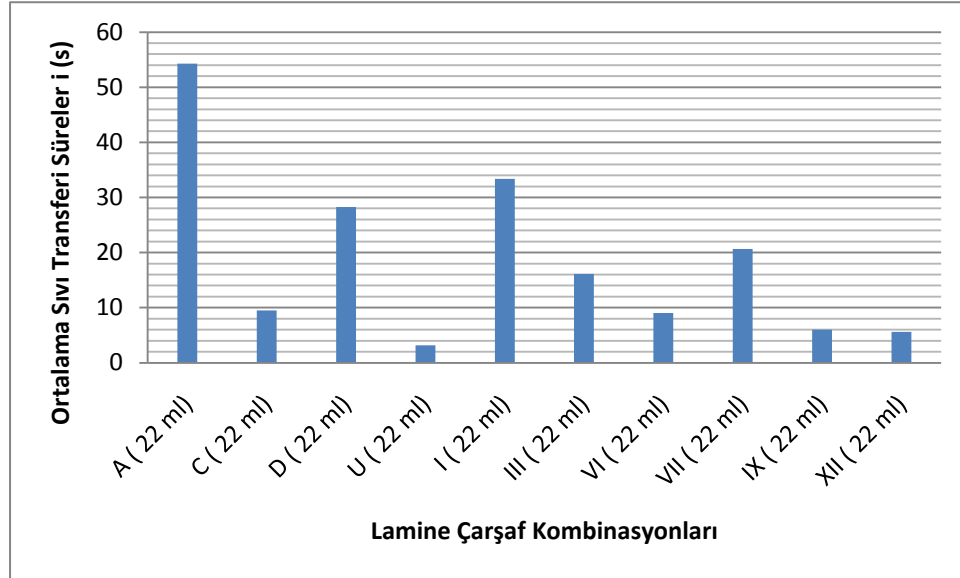
**Çizelge 6.2 : Sıvı transferi test sonuçları.**

| <b>NUMUNE TÜRÜ</b> | <b>TEST 1</b> | <b>TEST 2</b> | <b>TEST 3</b> | <b>ORTALAMA (s)</b> |
|--------------------|---------------|---------------|---------------|---------------------|
| 1 ( 5 ml)          | 11,42         | 14,44         | 11,91         | 12,59               |
| 2 ( 5 ml)          | 8,33          | 5,40          | 4,30          | 6,01                |
| 7 ( 5 ml)          | 14,75         | 31,57         | 25,01         | 23,77               |
| 8 ( 5 ml)          | 7,65          | 12,51         | 3,85          | 8,00                |
| 10 ( 5 ml)         | 20,89         | 68,49         | 68,69         | 52,69               |
| A ( 22 ml)         | 59,03         | 48,56         | 55,27         | 54,28               |
| C ( 22 ml)         | 9,41          | 9,76          | 9,29          | 9,48                |
| D ( 22 ml)         | 15,04         | 46,35         | 23,45         | 28,28               |
| F ( 5 ml)          | 18,47         | 21,34         | 19,65         | 19,82               |
| R ( 5 ml)          | 29,01         | 31,74         | 33,18         | 31,31               |
| U ( 22 ml)         | 1,42          | 4,35          | 3,74          | 3,15                |
| I ( 22 ml)         | 27,69         | 28,20         | 44,29         | 33,39               |
| III ( 22 ml)       | 17,67         | 15,37         | 15,25         | 16,09               |
| VI ( 22 ml)        | 11,22         | 11,16         | 4,66          | 9,01                |
| VII ( 22 ml)       | 24,73         | 23,11         | 14,08         | 20,64               |
| IX ( 22 ml)        | 8,98          | 5,56          | 3,60          | 6,04                |
| XII ( 22 ml)       | 5,08          | 7,22          | 4,55          | 5,61                |

Ortalama sıvı transferi sürelerine ait grafikler Şekil 6.1 ve 6.2’ de görülmektedir.



Şekil 6.1 : Ortalama sıvı transferi süreleri (5 ml Test Sıvısı).

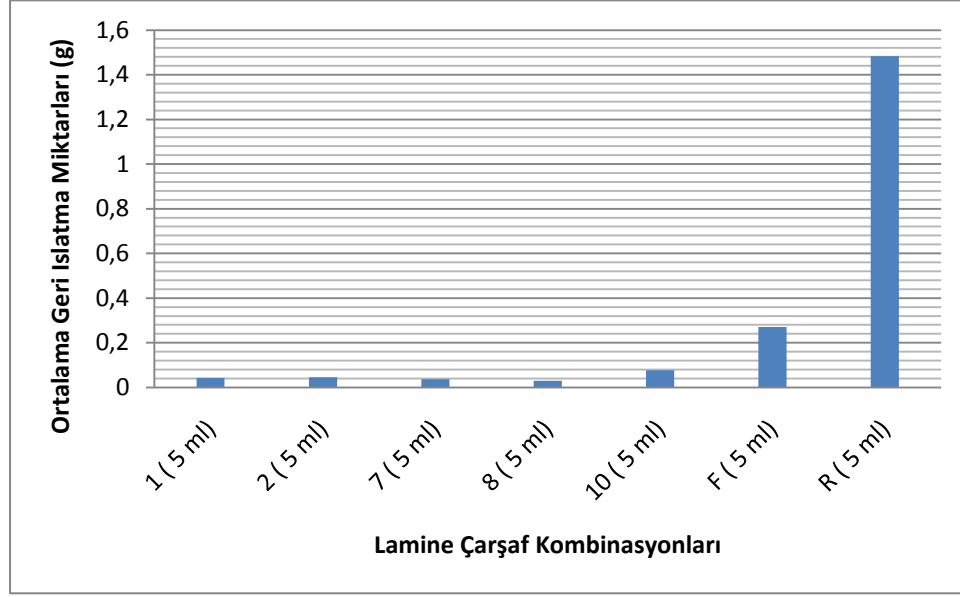


Şekil 6.2 : Ortalama sıvı transferi süreleri (22 ml Test Sıvısı).

**Çizelge 6.3 : Geri ıslatma test sonuçları.**

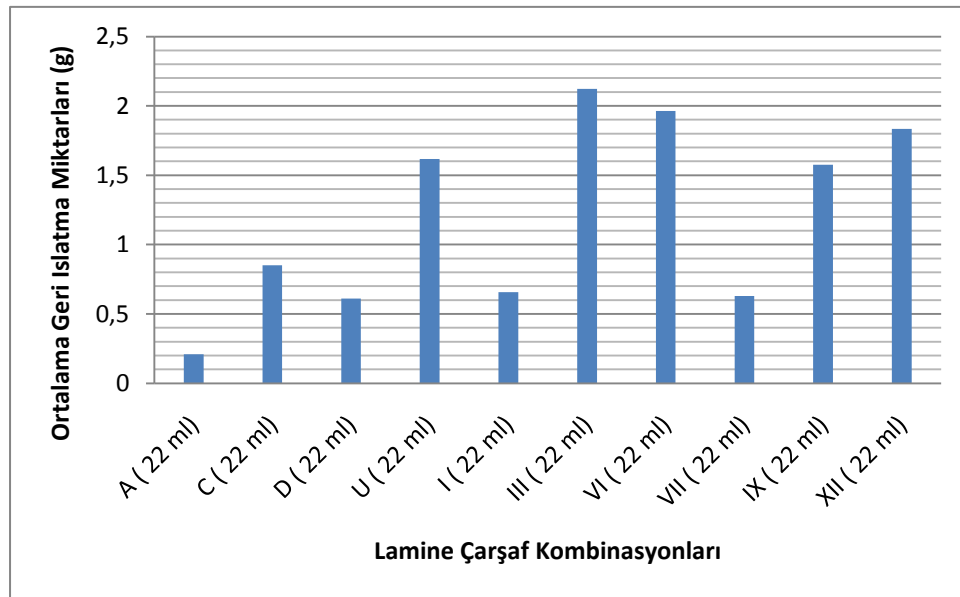
| <b>NUMUNE TÜRÜ</b> | <b>TEST 1</b> | <b>TEST 2</b> | <b>TEST 3</b> | <b>ORTALAMA (g)</b> |
|--------------------|---------------|---------------|---------------|---------------------|
| 1 ( 5 ml)          | 0,05          | 0,04          | 0,04          | 0,043               |
| 2 ( 5 ml)          | 0,06          | 0,04          | 0,04          | 0,046               |
| 7 ( 5 ml)          | 0,04          | 0,03          | 0,04          | 0,037               |
| 8 ( 5 ml)          | 0,03          | 0,03          | 0,03          | 0,030               |
| 10 ( 5 ml)         | 0,06          | 0,09          | 0,08          | 0,077               |
| A ( 22 ml)         | 0,24          | 0,18          | 0,21          | 0,210               |
| C ( 22 ml)         | 0,76          | 0,95          | 0,84          | 0,850               |
| D ( 22 ml)         | 0,70          | 0,51          | 0,63          | 0,610               |
| F ( 5 ml)          | 0,25          | 0,16          | 0,39          | 0,270               |
| R ( 5 ml)          | 1,76          | 1,44          | 1,25          | 1,483               |
| U ( 22 ml)         | 1,76          | 1,47          | 1,62          | 1,616               |
| I ( 22 ml)         | 0,72          | 0,27          | 0,98          | 0,656               |
| III ( 22 ml)       | 2,12          | 2,05          | 2,2           | 2,123               |
| VI ( 22 ml)        | 2,29          | 2,14          | 1,46          | 1,963               |
| VII ( 22 ml)       | 0,28          | 0,84          | 0,77          | 0,630               |
| IX ( 22 ml)        | 2,08          | 1,72          | 0,93          | 1,576               |
| XII ( 22 ml)       | 1,65          | 2,14          | 1,71          | 1,833               |

Ortalama geri ıslatma miktarlarına ait grafik Şekil 6.3 ve 6.4’ de görülmektedir.



**Şekil 6.3 :** Ortalama geri ıslatma miktarları (g) (5 ml Test Sıvısı).

Sıvı Transferi Süresi-İdrar Simülasyonu (s) ERT 150.5-02, ISO 9073-8 ve Geri İslatma-İslaklık Hissi (g) ERT 151.3-02 standartlarına göre LISTER AC cihazında yapılmıştır. Test numunelerinin kondisyonlanmasında EDANA firmasının ERT 60.2-99 ve numune almada da ERT 130.2-89 standartları uygulanmıştır. Test standartları esasen bebek bezleri için kullanıldığından ve bebek bezlerinin sıvı tutma kapasitesi bizim lamine çarşaf dizaynımıza göre çok daha yüksek seviyede olduğundan bazı numunelerin testlerinde standart sıvı miktarı olan 22 ml yerine 5 ml sıvı kullanılmıştır.



**Şekil 6.4 :** Ortalama geri ıslatma miktarları (g) (22 ml Test Sıvısı).

Sıvı transferi metodu, hacmi belli bir sıvının (idrar simülasyonu) test edilecek dokusuz yüzeye aplike edilmesi ve ön yüzeyden arka yüzeye kaç saniye içinde geçtiğinin tespit edilmesi esasına dayanır. Şöyle ki, belirlenmiş miktardaki simüle edilmiş idrar sıvısı tanımlanmış miktarda ve belirlenmiş koşullar altında test edilecek numunenin üzerine dökülür. Bu numune emici bir pede monte edilmiştir ve test numunesinden geçen sıvı miktarı elektronik olarak hassas bir şekilde ölçülür.

Geri Islatma testinin amacı ise sıvının aplike edildiği lamine çarşafın sıvıyı tekrar yüzeye doğru ne kadar geri bırakacağını anlamaktır. Bu test “Tek kullanımlık Hidrofilik-Antimikrobiyel Lamine Çarşaf” üzerinde yatan kişinin ıslaklık hissi duymaması açısından önemlidir.

Geri Islatma Testi’ nin yapılışında test edilecek numune standart emici ped üzerine yerleştirilir. Daha sonra üzerine simüle edilmiş idrar sıvısı dökülür ve test numunesine iyice yayılması için üzerlerine standart bir ağırlık yerleştirilir. Daha sonra, önceden tartılmış emici bir kağıt test numunesi üzerine konulur. Emici kağıdın emdiği su miktarı hasas bir şekilde tespit edilir.



**Şekil 6.5 :** Sıvı transferi ve yeniden ıslatma testleri için LISTER AC.



**Şekil 6.6 :** Sıvı transferi ve yeniden ısılatma testleri için LISTER AC.

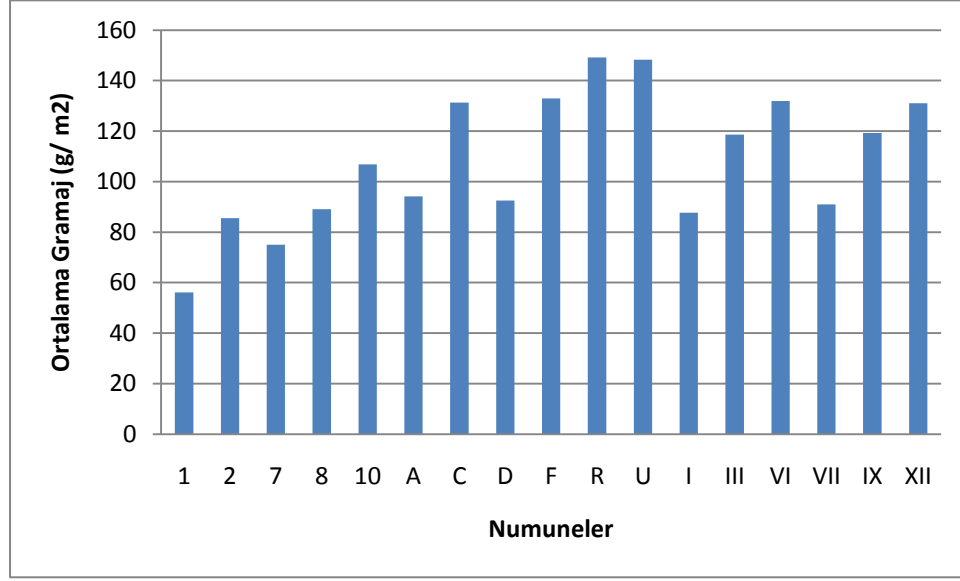
## **6.2 Gramaj ve Kalınlık Ölçüm Testleri**

Farklı gramajlardaki üst, orta ve alt dokusuz yüzey kombinasyonlarından oluşan lamine çarşaf numunelerinin herbirinden kenar-orta-kenar olacak şekilde üçer adet gramaj numunesi alınmış ve sonuçlar değerlendirilmiştir. Gramaj testinde elde edilen sonuçlar Çizelge 6.4’de gösterilmiştir.

**Çizelge 6.4 : Gramaj testi sonuçları.**

| NUMUNE TÜRÜ | TEST<br>1 | TEST<br>2 | TEST<br>3 | ORTALAMA<br>(g/m <sup>2</sup> ) |
|-------------|-----------|-----------|-----------|---------------------------------|
| 1           | 78,32     | 80,51     | 81,56     | 56,13                           |
| 2           | 84,66     | 85,49     | 86,49     | 85,55                           |
| 7           | 73,87     | 78,85     | 72,21     | 74,98                           |
| 8           | 87,15     | 87,98     | 92,13     | 89,09                           |
| 10          | 104,58    | 108,73    | 107,07    | 106,79                          |
| A           | 97,23     | 92,15     | 93,26     | 94,21                           |
| C           | 132,25    | 123,85    | 137,70    | 131,27                          |
| D           | 95,27     | 89,36     | 93,05     | 92,56                           |
| F           | 133,02    | 136,48    | 129,15    | 132,88                          |
| R           | 146,08    | 148,88    | 152,47    | 149,14                          |
| U           | 155,55    | 141,93    | 147,31    | 148,26                          |
| I           | 88,05     | 83,27     | 91,56     | 87,63                           |
| III         | 115,12    | 127,45    | 113,22    | 118,60                          |
| VI          | 126,53    | 139,42    | 129,75    | 131,90                          |
| VII         | 92,96     | 93,79     | 86,25     | 91,00                           |
| IX          | 113,75    | 127,14    | 116,87    | 119,25                          |
| XII         | 122,50    | 137,85    | 132,67    | 131,00                          |

Ortalama gramaj değerlerine ait grafik Şekil 6.7’de görülmektedir.



**Şekil 6.7 :** Ortalama gramaj değerleri.

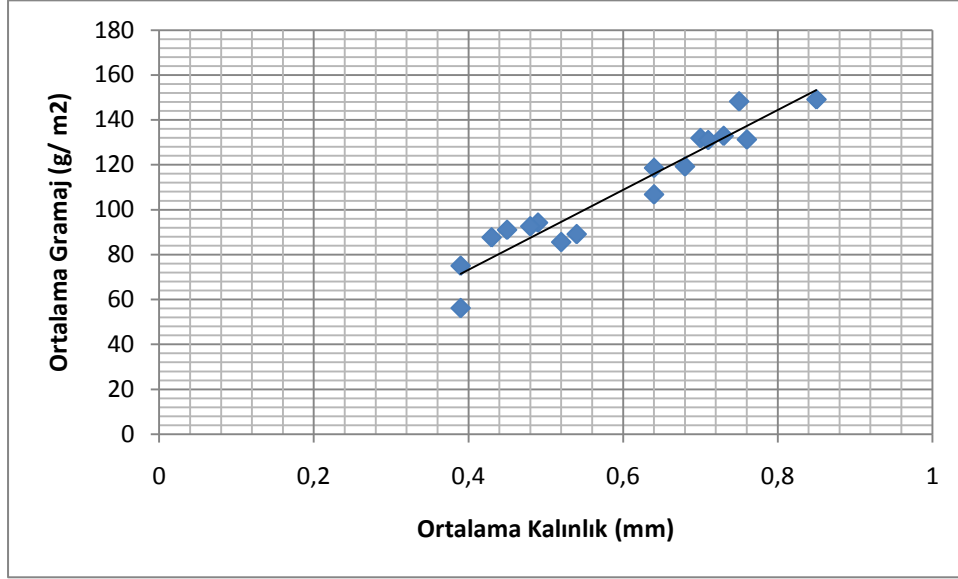
Farklı gramajlardaki üst, orta ve alt dokusuz yüzey kombinasyonlarından oluşan lamine çarşaf numunelerinin herbirinde kenar-orta-kenar olacak şekilde üçer adet kalınlık ölçümü yapılmış ve sonuçlar değerlendirilmiştir.

Kalınlık ölçümleri, İ.T.Ü. Tekstil Kalite Kontrol Laboratuvarı, Fiziksel Testler Bölümü' ndeki JAMES H. HEAL CO. & LTD., R&B Cloth Thickness Tester cihazında, 10 g/ cm<sup>2</sup> ön gerilim uygulanarak TS 4117 EN ISO 2589 standartına göre yapılmıştır. Kalınlık ölçümleri ile ilgili yapılan testlerin sonuçları Çizelge 6.5'de verilmiştir:

**Çizelge 6.5 :** Kalınlık testi sonuçları.

| NUMUNE TÜRÜ | TEST<br>1 | TEST<br>2 | TEST<br>3 | ORTALAMA<br>(mm) |
|-------------|-----------|-----------|-----------|------------------|
| 1           | 0,42      | 0,39      | 0,36      | 0,39             |
| 2           | 0,46      | 0,54      | 0,56      | 0,52             |
| 7           | 0,42      | 0,39      | 0,37      | 0,39             |
| 8           | 0,56      | 0,49      | 0,58      | 0,54             |
| 10          | 0,63      | 0,68      | 0,62      | 0,64             |
| A           | 0,48      | 0,46      | 0,52      | 0,49             |
| C           | 0,74      | 0,78      | 0,75      | 0,76             |
| D           | 0,47      | 0,46      | 0,50      | 0,48             |
| F           | 0,69      | 0,77      | 0,72      | 0,73             |
| R           | 0,80      | 0,84      | 0,90      | 0,85             |
| U           | 0,69      | 0,78      | 0,77      | 0,75             |
| I           | 0,42      | 0,44      | 0,44      | 0,43             |
| III         | 0,61      | 0,63      | 0,67      | 0,64             |
| VI          | 0,69      | 0,73      | 0,69      | 0,70             |
| VII         | 0,44      | 0,45      | 0,46      | 0,45             |
| IX          | 0,62      | 0,68      | 0,75      | 0,68             |
| XII         | 0,64      | 0,77      | 0,72      | 0,71             |

Bilindiği gibi aynı yapıdaki kumaşlarda kalınlık ile birim ağırlık arasında bir doğru orantı mevcuttur. Deneyde elde edilen bulgularla bu aradaki orantının kuvveti araştırılmıştır. Bu durum Şekil 6.8’ de gösterilmiştir.



**Şekil 6.8 :** Kalınlık gramaj arası ilişki.

Şekil 6.8’ de görüldüğü gibi gramaj / kalınlık arası ilişkide gramaj ile kalınlık birbirleri ile doğru orantılı olmakla birlikte, gramajı etkileyen tek faktör kalınlık olmayıp; yüzeydeki kimyasal apre miktarı, yapı gözenekliliği gibi özelliklerde kumaşın birim ağırlığına etki etmektedirler.

### **6.3 Kopma Mukavemeti Testi**

Kopma mukavemeti testleri TSE EN ISO 13934-1 standartına göre, İ.T.Ü. Tekstil Kalite Kontrol Laboratuvarı Fiziksel Testler Bölümü’ ndeki TİTAN UNIVERSAL STRENGTH TESTER, JAMES H. HEAL CO.& LTD. cihazında tek yönde yapılmıştır. Testlerde elde edilen sonuçlar Çizelge 6.6’da gösterilmiştir.

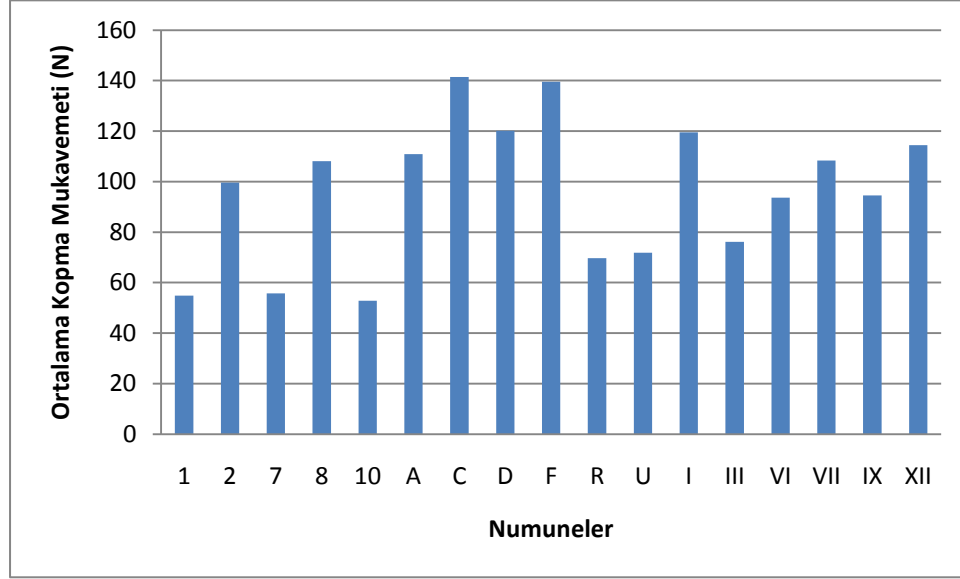
#### **Test parametreleri :**

|                |            |
|----------------|------------|
| Ön Gerilim     | 2 N        |
| Çene Aralığı   | 200 mm     |
| Uzama Hızı     | 100 mm/ dk |
| Kopma Algılama | % 5        |
| Maksimum Yük   | 3000 N     |

**Çizelge 6.6 :** Kopma mukavemeti testi sonuçları.

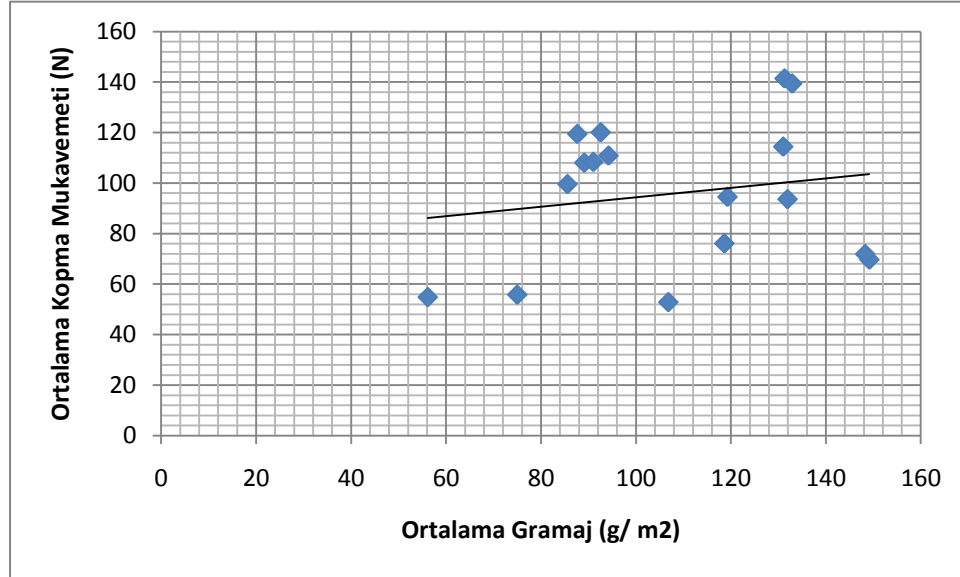
| NUMUNE TÜRÜ | TEST<br>1 | TEST<br>2 | TEST<br>3 | ORTALAMA<br>(N) |
|-------------|-----------|-----------|-----------|-----------------|
| 1           | 55,14     | 58,25     | 51,12     | 54,83           |
| 2           | 98,86     | 102,23    | 97,72     | 99,60           |
| 7           | 56,51     | 48,74     | 62,15     | 55,80           |
| 8           | 110,33    | 98,85     | 115,11    | 108,09          |
| 10          | 54,07     | 55,21     | 49,23     | 52,84           |
| A           | 115,27    | 105,88    | 111,56    | 110,90          |
| C           | 136,75    | 142,21    | 145,44    | 141,47          |
| D           | 116,65    | 125,24    | 118,47    | 120,12          |
| F           | 140,75    | 138,21    | 139,45    | 139,47          |
| R           | 67,78     | 69,20     | 72,04     | 69,67           |
| U           | 75,42     | 72,45     | 67,76     | 71,88           |
| I           | 116,20    | 116,82    | 125,41    | 119,48          |
| III         | 74,90     | 75,23     | 78,21     | 76,11           |
| VI          | 93,07     | 89,03     | 98,87     | 93,66           |
| VII         | 107,29    | 102,28    | 115,65    | 108,40          |
| IX          | 98,71     | 99,78     | 85,14     | 94,54           |
| XII         | 109,34    | 115,24    | 118,73    | 114,44          |

Kumaşların plazma modifikasyonu ve emdirme işlemi sırasında gerilime maruz kaldığı göz önünde bulundurulmalıdır. Şekil 6.9’da numunelerin ortalama kopma mukavemetleri gösterilmiştir.



**Şekil 6.9 :** Ortalama kopma mukavemeti değerleri.

Şekil 6.10’da ise kumaş birim ağırlığı ile kopma mukavemeti arasındaki ilişki irdelenmiştir. Test edilen lamine çarşaflarımız 3 tabakalı olduğundan ve orta tabakada süper emici olarak viskon ve kalın dokusuz yüzeyler kullanıldığından kumaş birim ağırlığı ile kopma mukavemeti korelasyonu çok yüksek çıkmamıştır.



**Şekil 6.10 :** Birim ağırlık / kopma mukavemeti ilişkisi.

#### 6.4 Yırtılma Mukavemeti Testi

Yırtılma mukavemeti testi TSE EN ISO 13937-2 standartına (Tek Dil Metodu) göre İ.T.Ü. Tekstil Kalite Kontrol Laboratuvarı Fiziksel Testler Bölümü’ ndeki TİTAN

UNIVERSAL STRENGTH TESTER, JAMES H. HEAL CO.& LTD. cihazında yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar Çizelge 6.7’de gösterilmiştir.

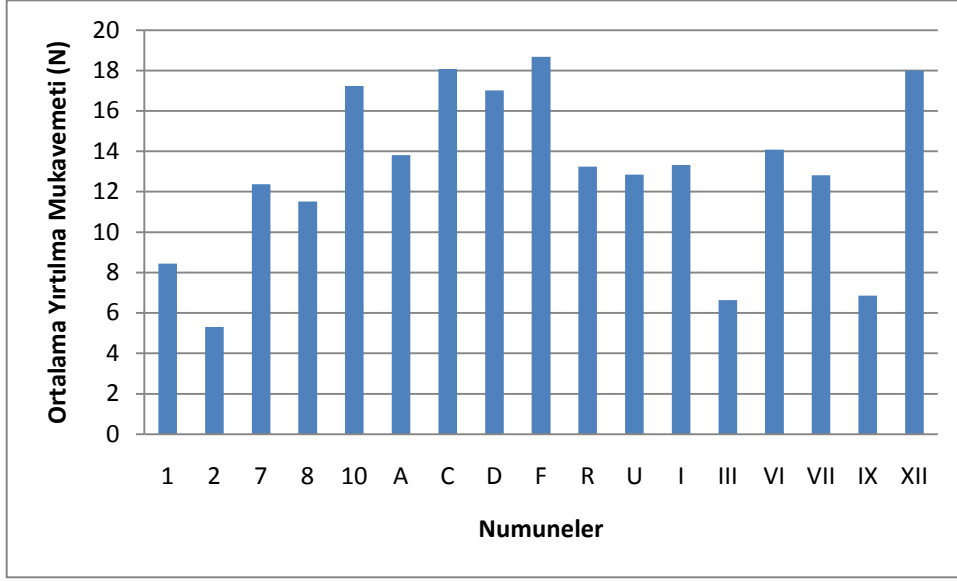
**Test parametreleri :**

|                 |            |
|-----------------|------------|
| Ön Gerilim      | 0 N        |
| Çene Aralığı    | 100 mm     |
| Uzama Hızı      | 100 mm/ dk |
| Kopma Algılama  | % 0        |
| İlk Pik Düşmesi | 0.50 N     |
| Maksimum Yük    | 3000 N     |

**Çizelge 6.7 :** Yırtılma mukavemeti testi sonuçları.

| NUMUNE TÜRÜ | TEST<br>1 | TEST<br>2 | TEST<br>3 | ORTALAMA<br>(N) |
|-------------|-----------|-----------|-----------|-----------------|
| 1           | 8,30      | 8,63      | 8,42      | 8,45            |
| 2           | 4,20      | 7,76      | 3,93      | 5,30            |
| 7           | 11,39     | 13,70     | 12,02     | 12,37           |
| 8           | 10,71     | 13,34     | 10,52     | 11,52           |
| 10          | 15,95     | 19,31     | 16,45     | 17,24           |
| A           | 12,80     | 15,29     | 13,36     | 13,82           |
| C           | 16,88     | 20,73     | 16,63     | 18,08           |
| D           | 15,63     | 18,69     | 16,73     | 17,02           |
| F           | 17,22     | 19,87     | 18,91     | 18,67           |
| R           | 12,22     | 11,89     | 15,64     | 13,25           |
| U           | 11,99     | 13,99     | 12,57     | 12,85           |
| I           | 12,20     | 15,18     | 12,61     | 13,33           |
| III         | 5,94      | 8,65      | 5,29      | 6,63            |
| VI          | 13,94     | 14,40     | 13,94     | 14,09           |
| VII         | 14,02     | 13,24     | 11,18     | 12,81           |
| IX          | 6,90      | 8,24      | 5,45      | 6,86            |
| XII         | 16,16     | 21,70     | 15,71     | 18,0            |

Ortalama yırtılma mukavemetlerine ait sonuçlar Şekil 6.11’ de görülmektedir.



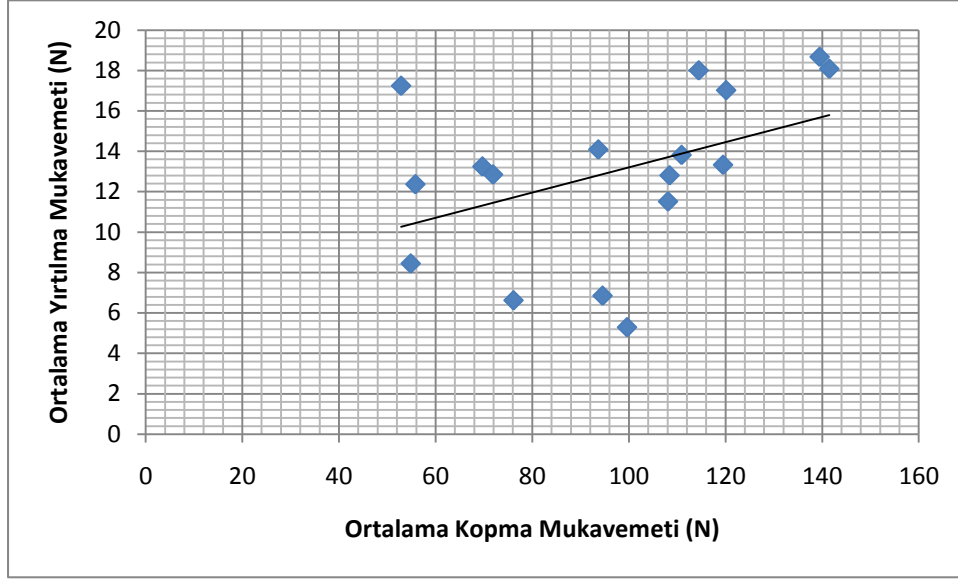
**Şekil 6.11 : Ortalama yırtılma mukavemeti değerleri.**

Kolay yırtılmanın gerekli olduğu sargı bezi gibi bazı özel amaçlı kumaşlar dışında tüm kumaşlarda yırtılma mukavemetinin yüksek olması istenir. Yırtılma mukavemeti; bir kumaş ya da ipliği, bir dönme momenti ile veya belirli bir eksen etrafında döndürerek, çekme etkisi ile kopartmak için gerekli kuvveti ifade etmektedir. Bir başka deyişle, bir kumaşta belirlenmiş koşullar altında bir yırtığı başlatmak, sürdürmek ya da yaymak için gereken karşı koyma kuvvetidir.

Yırtılma mukavemeti, daha çok dokunmuş kumaşlara uygulanan bir test standartıdır. Yırtılma mukavemeti kumaşın yapısıyla ilgilidir. Bir araya kümelenmiş iplikler gerilimi bölüşerek daha yüksek bir dayanım gösterirler. Eğer iplikler kumaş içerisinde kolayca yer değiştiriyorsa yırtılma kuvveti birbirini izleyen ipleri koparmayacak, bunun yerine yer değiştirerek bir araya gelmiş elyaf demetlerini koparacaktır. Nitekim deneyler esnasında III ve 8 numaralı numuneler hariç diğer hemen hepsi olması gerektiği gibi boyuna değil tamamen ya da kısmen enine yırtılma davranışı göstermiştir.

Kumaşları kaplayan ve ipliklerin hareketini kısıtlayan terbiye işlemleri, yırtılma dayanımını düşürebilmektedir. Bir kumaş yüksek kopma mukavemetine sahipken, düşük yırtılma mukavemetine sahip olması da mümkündür.

Şekil 6.12' de kopma mukavemeti ile yırtılma mukavemeti arasındaki ilişki incelenmiştir.



**Şekil 6.12 :** Kopma mukavemeti / yırtılma mukavemeti ilişkisi.

Şekil 6.12’den da görüldüğü gibi, kopma mukavemeti ile yırtılma mukavemeti arasında doğru orantı olmakla birlikte, korelasyon çok kuvvetli değildir. Bunun nedeni yırtılma mukavemetinin daha çok kumaşın yapısıyla ilgili olmasıdır. Yırtılma mukavemeti sonuçlarından da görülebileceği gibi; numunelerin mukavemetleri birkaç istisna hariç birbirine yakındır.. Elbette ki diğer parametreler aynı kaldığı sürece, elyaf kalınlığı / kopma mukavemeti arttıkça; yırtılma mukavemeti de bir miktar artacaktır.

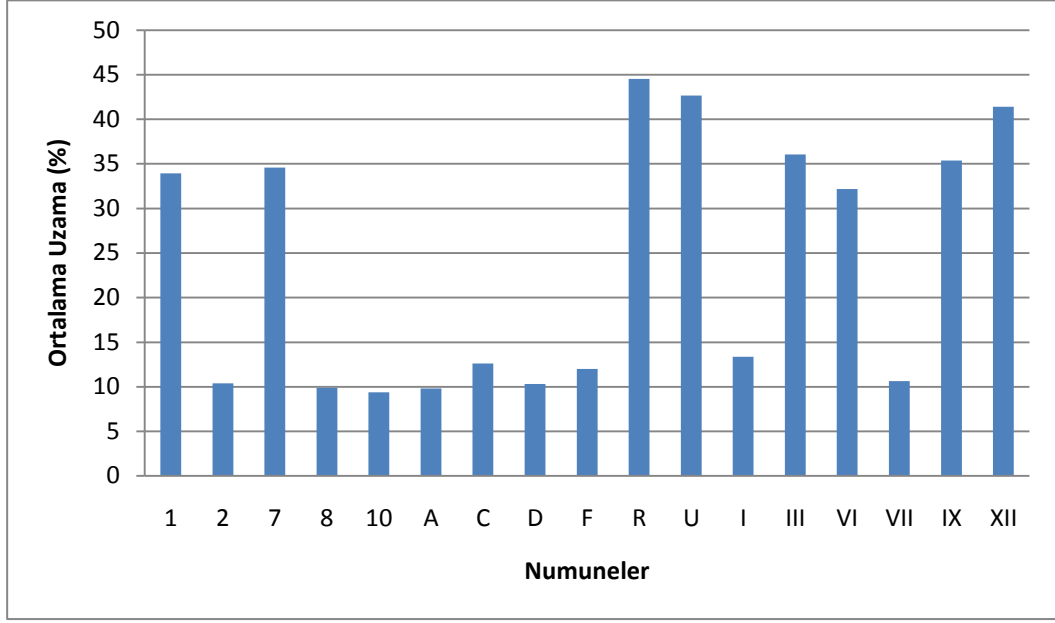
### 6.5 Uzama Testi

Uzama testleri kopma mukavemeti testleri ile beraber aynı TSE EN ISO 13934-1 standartına göre, İ.T.Ü. Tekstil Kalite Kontrol Laboratuvarı Fiziksel Testler Bölümü’ndeki TİTAN UNIVERSAL STRENGTH TESTER, JAMES H. HEAL CO.& LTD. cihazında gerçekleştirilmiştir. Deneylerde elde edilen sonuçlar Çizelge 6.8’de gösterilmiştir.

**Çizelge 6.8 :** Uzama testi sonuçları.

| NUMUNE TÜRÜ | TEST<br>1 | TEST<br>2 | TEST<br>3 | ORTALAMA<br>(%) |
|-------------|-----------|-----------|-----------|-----------------|
| 1           | 33,35     | 36,80     | 31,70     | 33,95           |
| 2           | 9,09      | 11,22     | 10,80     | 10,37           |
| 7           | 34,24     | 38,26     | 31,25     | 34,58           |
| 8           | 9,49      | 8,75      | 11,40     | 9,88            |
| 10          | 8,77      | 9,75      | 9,60      | 9,37            |
| A           | 10,32     | 9,23      | 9,86      | 9,80            |
| C           | 11,78     | 11,85     | 14,20     | 12,61           |
| D           | 10,64     | 9,89      | 10,45     | 10,33           |
| F           | 10,40     | 11,80     | 13,85     | 12,02           |
| R           | 40,64     | 46,78     | 46,20     | 44,54           |
| U           | 45,54     | 42,80     | 39,65     | 42,66           |
| I           | 11,61     | 15,70     | 12,84     | 13,38           |
| III         | 36,39     | 31,55     | 40,27     | 36,07           |
| VI          | 30,77     | 30,90     | 34,91     | 32,19           |
| VII         | 10,54     | 11,54     | 9,88      | 10,65           |
| IX          | 37,32     | 33,22     | 35,64     | 35,39           |
| XII         | 39,78     | 43,87     | 40,60     | 41,42           |

Sonuçlara ait ortalama değerler Şekil 6.13’ de gösterilmektedir.



Şekil 6.13 : Ortalama uzama değerleri.

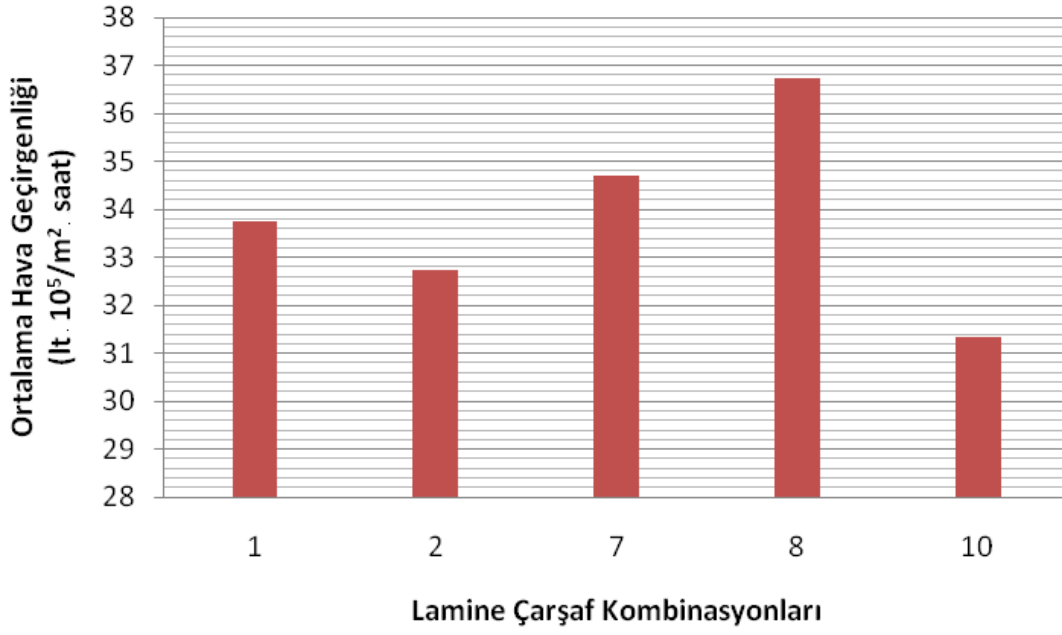
#### 6.6 Hava Geçirgenliği Testi

TS 391 EN ISO 9237 standartına göre TÜBİTAK-Butal, Bursa Tekstil Kalite Kontrol Laboratuvarı'nda gerçekleştirilmiştir. Test alanı 20 cm<sup>2</sup> ve uygulanan basınç 100 Pa olarak alınmıştır. Test 20 +/- 2°C sıcaklık ve % 65 +/- 5 bağıl nem şartlarında gerçekleştirilmiştir. Deneylerde elde edilen sonuçlar Çizelge 6.9' da gösterilmiştir.

Çizelge 6.9 : Hava geçirgenliği test sonuçları.

| NUMUNE TÜRÜ | TEST 1 | TEST 2 | TEST 3 | ORTALAMA<br>(L. 10 <sup>5</sup> / dm <sup>2</sup> .saat) |
|-------------|--------|--------|--------|----------------------------------------------------------|
| 1           | 32,82  | 33,54  | 34,86  | 33,74                                                    |
| 2           | 32,04  | 32,10  | 34,02  | 32,72                                                    |
| 7           | 36,90  | 33,30  | 33,90  | 34,70                                                    |
| 8           | 35,94  | 37,62  | 36,60  | 36,72                                                    |
| 10          | 32,20  | 30,48  | 31,38  | 31,35                                                    |

Sonuçlara ait ortalama değerler Şekil 6.14' de grafik olarak gösterilmektedir.



**Şekil 6.14 :** Ortalama hava geçirgenliği değerleri.

### 6.7 Su Buharı Geçirgenliği Testi

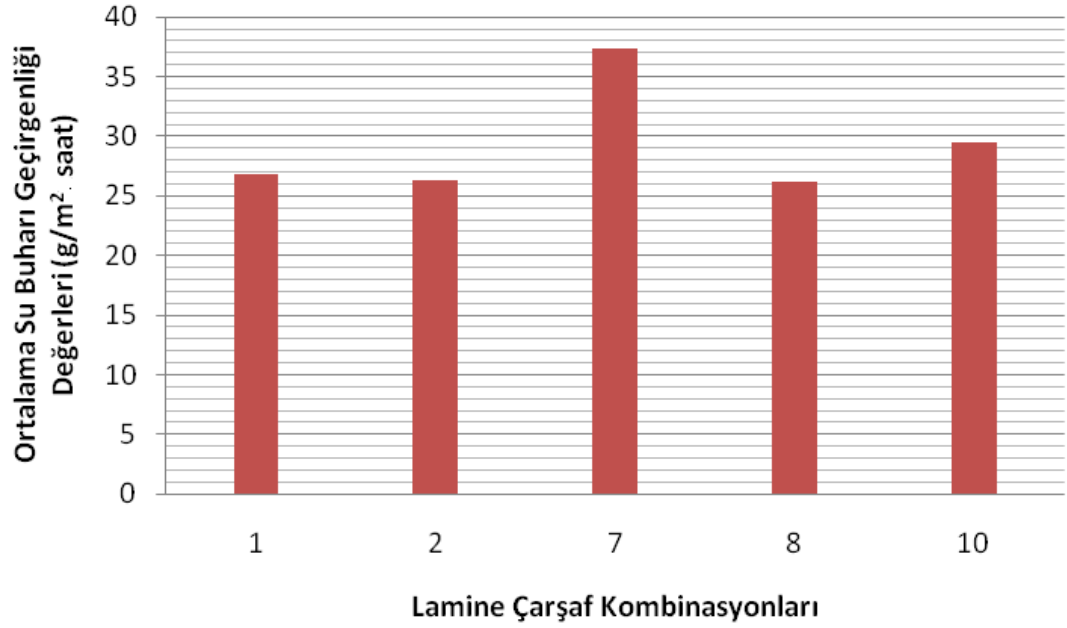
Su Buharı Geçirgenliği testi BS 7209 standartına göre İ.T.Ü. Tekstil Kalite Kontrol Laboratuvarı Fiziksel Testler Bölümü' ndeki ERGE marka cihazda yapılmıştır.

Ölçüm prensibi belirlenmiş bir alandan atmosferik şartlar altında birim zamanda ne kadar su buharı geçtiğinin elektronik olarak tespiti esasına dayanır. Bu amaçla, 10 dm<sup>2</sup> alana sahip kumaşlar ölçüm yapılacak aletin önceden 50 cc hacimde su konulmuş kablari üzerine gergin bir şekilde yerleştirilir ve 8 saat süre ile işleme tabi tutulur. İşlem sonucu değerler g/ m<sup>2</sup>. saat cinsinden ifade edilir. Deneylerde elde edilen sonuçlar Çizelge 6.10' da gösterilmiştir.

**Çizelge 6.10 :** Su buharı geçirgenliği test sonuçları.

| NUMUNE TÜRÜ | TEST 1 | TEST 2 | TEST 3 | ORTALAMA (g/ m <sup>2</sup> x saat) |
|-------------|--------|--------|--------|-------------------------------------|
| 1           | 26,81  |        |        | 26,81                               |
| 2           | 27,21  | 25,48  |        | 26,34                               |
| 7           | 37,36  |        |        | 37,36                               |
| 8           | 26,21  | 26,21  |        | 26,21                               |
| 10          | 29,51  |        |        | 29,51                               |

Su buharı geçirgenliği sonuçlarına ait ortalama değerler Şekil 6.15' de grafik olarak gösterilmektedir.

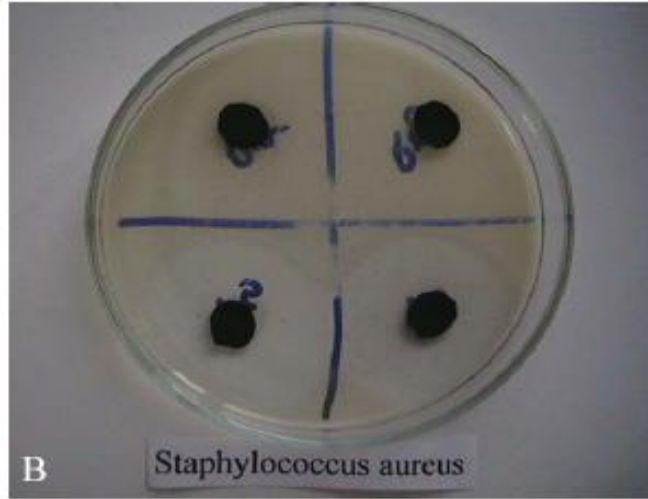


Şekil 6.15 : Ortalama su buharı geçirgenliği değerleri.

### 6.8 Antimikrobiyel Test

Antimikrobiyel testte kullanılan Staphylococcus Aureus (S.Aureus) bakterisi gram pozitif bir bakteri olup, cerrahi yaralarda en çok enfeksiyona neden olan bakteridir. Cerrahide enfeksiyonu önlemek için çok tedbir alınması gerekir. Hattâ cerrahi yapılan tüm hazırlıklar bu amaca yöneliktir (Sterilizasyon, paketlenme, depolama, özel giyim, havalandırma, cerrahi trafik vb.) ( <http://www.nuveforum.net/1493-tip-fakultesi/61572-hastane-infeksiyonlari-e-coli-olmak-uzere-barsak-bakterileri-staphylococcus-aureus-page2/> , 2009 )

Antimikrobiyel testler AATCC 100 standartına göre, hastane enfeksiyonlarına en çok neden olan S. Aureus bakterisi ile yapılmıştır. Testler EKOTEKS'in İstanbul'daki laboratuvarlarında gerçekleştirilmiştir. AATCC 100 metodu, 24 saat bakteri içerisinde bekletilen kumaş parçasındaki bakteri sayısını sayma esasına dayanır. Sonuçlar apresiz kumaş ve apreli kumaş üzerindeki bakteri azalmasını yüzde olarak verir. Testin yapılışından alınan resim Şekil 6.16'da gösterilmiştir.



**Şekil 6.16 :** S.Aureus ile antibakteriyel test.

Antimikrobiyel testten elde edilen sonuçlar ise Çizelge 6.11’de gösterilmiştir.

**Çizelge 6.11 :** Antibakteriyel test sonuçları.

| Kullanılan Kimyasal                | 24 h Sonu Bakteri Azalması (%) |               |
|------------------------------------|--------------------------------|---------------|
|                                    | Apreli Kumaş                   | Apresiz Kumaş |
| ISYS- AG ( Gümüş İçerikli)         | 99,9                           | 0             |
| Reputex-20 ( Antibiyotik içerikli) | 99,9                           | 0             |

## 6.9 Maliyet Analizi

Günümüzde hastanelerde kullanılan klasik bir çarşaf 20/1 50 tel poplin yapıda ve optik beyazdır. Bu çarşafın ortalama maliyeti 4,5 US\$/ adet’tir. Herbir çarşaf ortalama 30 defa yıkanmakta ve kullanılmaktadır. Bu durumda çarşafın tek seferlik kullanım maliyeti aşağıda hesaplanmıştır ve Çizelge 6.12’ de görülmektedir.

**Çizelge 6.12 :** Hastenelerde kullanılan çarşafların maliyeti.

|                         | <b>Başlangıç<br/>Maliyeti (adet)</b> | <b>Kullanım<br/>Maliyeti (Adet)</b> |
|-------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------|
| <b>Çarşaf Bedeli</b>    | 7,7 TL ( 4,5 US\$)                   | 0,26 TL                             |
| <b>Su ( Yıkama)</b>     |                                      | 0,02 TL                             |
| <b>Enerji ( Yıkama)</b> |                                      | 0,18 TL                             |
| <b>Diğer</b>            |                                      | 0,07 TL                             |
| <b>Toplam</b>           |                                      | 0,53 TL                             |

Maliyet hesaplanırken çarşafların 1 seferde ortalama 3 lt su harcanarak ve 90 °C’de (hastane çarşafı olduğu için yüksek derecede yıkanmaktadır) yıkandığı varsayılarak su ve enerji gideri hesaplanmıştır. Diğer giderler olarak ise yıkama işi ile görevli kişilerin maliyeti, kullanılan makinelerin amortismanı, kurutma gideri ve bu ekipmanlar için gerekli yerin maliyeti göz önüne alınarak ortalama bir değer verilmiştir. Bu maliyet hastanenin büyüklüğüne bağlı olarak 0,01 – 0,15 TL arasında değişmektedir. Bu koşullar altında hastanelerimizde kullanılan konvansiyonel çarşafların 1 seferlik işlem görme maliyeti 0,53 TL olarak hesaplanmıştır.

Sonuç olarak maliyeti toplam olarak, başlangıç (7.7 TL/ adet) ve kullanım (30 yıkama x 0.53 TL/ adet) 23.6 TL/ adet olacaktır.

Başarılı sonuçlar veren lamine çarşaf kombinasyonlarının maliyeti ise aşağıdaki çizelgedeki gibidir:

**Çizelge 6.13 :** Başarılı şamine çarşaf kombinasyonlarının maliyeti (TL)

|                             | <b>Kumaş<br/>Maliyeti<br/>(PP+CV)</b> | <b>Plazma<br/>İşlemi</b> | <b>Apr +<br/>Kurutma</b> | <b>Laminasyon<br/>İşlemi</b> | <b>Toplam</b> |
|-----------------------------|---------------------------------------|--------------------------|--------------------------|------------------------------|---------------|
| <b>8 No’ lu Kombinasyon</b> | 0,05x2+0,84                           | 0,63                     | 0,67                     | 0,53                         | 2,77          |
| <b>7 No’ lu Kombinasyon</b> | 0,05x2+0,46                           | 0,63                     | 0,67                     | 0,53                         | 2,39          |
| <b>1 No’ lu Kombinasyon</b> | 0,05x2+0,46                           | 0,63                     | 0,59                     | 0,53                         | 2,31          |

Polipropilen dokusuz yüzey maliyetleri GENERAL NONWOVENS tarafından verilmiştir. Plazma maliyeti, kullanılan kimyasalların maliyeti ve laminasyon işlemi (hot-melt makinasında yıkamaya dayanıklı işlem için 0,75 Euro/ m, lateksli

yıkamaya dayanıksız hot-melt makinada 0,25 Euro/ m) maliyetleri ise çalışmaların yapıldığı ÖZTEK TEKSTİL' den alınmıştır. Viskon dokusuz yüzey maliyetleri ise VATEKS firmasından temin edilmiştir.

## 7. SONUÇ

Yapılan testlere göre elde edilen sonuçlara ait özet çizelge, Çizelge 7.1’ de görülmektedir.

**Çizelge 7.1 : Test sonuçları özet çizelgesi (en iyiden kötüye doğru)**

| Sıvı Transferi | Geri Islatma | Kopma Mukavemeti | Yırtılma Mukavemeti | Uzama | Hava Geçirgenliği | Su Buharı Geçirgenliği |
|----------------|--------------|------------------|---------------------|-------|-------------------|------------------------|
| U              | 8            | C                | F                   | 10    | 8                 | 7                      |
| XII            | 7            | F                | C                   | A     | 7                 | 8                      |
| 2              | 1            | D                | XII                 | 8     | 1                 | 10                     |
| IX             | 2            | I                | 10                  | 2     | 2                 | 1                      |
| 8              | 10           | XII              | D                   | D     | 10                | 2                      |
| VI             | A            | A                | VI                  | VII   |                   |                        |
| C              | F            | 8                | A                   | F     |                   |                        |
| 1              | D            | VII              | I                   | C     |                   |                        |
| III            | VII          | 2                | R                   | I     |                   |                        |
| F              | I            | IX               | U                   | VI    |                   |                        |
| VII            | C            | VI               | VII                 | 1     |                   |                        |
| 7              | R            | III              | 7                   | 7     |                   |                        |
| D              | IX           | U                | 8                   | IX    |                   |                        |
| R              | U            | R                | 1                   | III   |                   |                        |
| I              | VII          | 7                | IX                  | XII   |                   |                        |
| 10             | VI           | 1                | III                 | U     |                   |                        |
| A              | III          | 10               | 2                   | R     |                   |                        |

Çizelge 7.1’ deki test sonuçlarından elde edilen veriler ışığında şunları söyleyebiliriz:

1. Yapılan farklı dokusuz yüzey kombinasyonları içinde ortalama sıvı transfer değerleri 60 s altı olan lamine çarşaflardan ortalama geri ıslatma değerleri çok iyi (0.5 g altı) olan 5 adet numune tespit edilmiştir : 1,2,7,8 ve 10 numaralı numuneler. Dolayısıyla yapılacak diğer testlerin bu numuneler referans alınarak yapılması düşünülmüştür.
2. 1,2,7,8 ve 10 numaralı numunelerin kopma ve yırtılma mukavemetleri performansına bakıldığında diğer numunelere göre vasat değerlere sahip olduğu görülmektedir. Ancak, lamine çarşafımızın tek kullanımlık olduğu ve yırtılmaların da hep enine yırtılma şeklinde olduğu dikkate alındığında vasat mukavemet değerlerinin gerçek kullanımda bir problem çıkarmayacağı düşünülmektedir.
3. 1,2,7,8 ve 10 numaralı numunelerin yapılan hava ve su buharı geçirgenliği değerleri dikkate alındığında nefes alabilirlik özelliği bulunduğu açıkça görülmektedir. Bu da lamine çarşaf üzerinde yatan kişinin konforu problemi yaşamayacağının ifadesidir.
4. En iyi sonuçları 8 numaralı lamine çarşaf kombinasyonu vermektedir. Hemen arkasından 7 numaralı kombinasyon gelmektedir. Bununla beraber 1 numaralı kombinasyon da kopma ve yırtılma mukavemet değerlerinin gerçek kullanımda problem çıkarmaması durumunda kullanılabilir.
5. Başarılı sonuçlar veren kombinasyonlar tekrar incelendiğinde ;
  - a. ABG 15 (Üst) + VATEKS 20 (Orta) + HG 15 (1 numaralı kombinasyon),
  - b. GG 15 (Üst) + VATEKS 20 (Orta) + HG 15 (7 numaralı kombinasyon),
  - c. GG 15 (Üst) + VATEKS 35 (Orta) + HG 15 (8 numaralı kombinasyon)

Genel olarak en düşük gramaj grubunda olanlar olduğu görülmektedir. Ayrıca hepsinin plazma işlemi gören kombinasyonlar olduğu dikkat çekmektedir. ABG ile başlayanlar antibiyotik esaslı antimikrobiyel madde ile GG ile başlayanlar ise gümüş iyonları esaslı antimikrobiyel madde ile işlem görmüş dokusuz yüzeyleri ifade etmektedir.

6. Başarılı lamine çarşaf kombinasyonlarının maliyetleri incelendiğinde lamine çarşaf maliyetlerinin standart dokuma kumaş maliyetine göre yaklaşık üç kat fazla çıktığı görülmektedir. Ancak bu maliyet fazlalığı, enfeksiyonların bulaşma riski ve sebep olduğu maliyetler dikkate alındığında gözardı edilebilir diye düşünülmektedir.



## KAYNAKLAR

- Abbott, G. M.**, 1997. The Corona Treatment of Cotton Part I: Sliver Cohesion, *Textile Research Journal*, February, 141-144.
- Abreu M. J., Silva, M. E., Schacher, L., Adolphe, D.**, 2003. *International Journal of Health Care Quality Assurance*, **16/5**, 4-261.
- Adanur, S.**, 1995. *Wellington Sears Handbook of Industrial Textiles*, Lancaster: Wellington Sears Co.
- Ağırhan, M.**, 2003. Dokusuz yüzey Esaslı Emici Bezlerde Lif cinsi ve Sıklığının Hava Isı Sıvı Geçirgenliğine Etkisi, Marmara Üniversitesi, *Yüksek Lisans Tezi*, İstanbul.
- Akan,T.**, 2006. Maddenin 4. Hali Plazma ve Temel Özellikleri, *Elektronik Çağdaş Fizik Dergisi*, **4**.
- Alistair, J.**, 2000. Tıbbi Tekstiller (A.R. Horrocks ve S.C. Anand editör). Çev.:M. E. Üreyen, *Teknik Tekstiller El Kitabı, 1. Baskı*, META Basım Yayıncılık, İzmir, 446-455.
- Atağ S.**, 1984. Laser Nedir , Tübitak Bilim Teknik Dergisi, Temmuz, Ankara, 2.
- Beklin, N. L.**, 2002. Association of Operating Room Nurses, *AORN Journal*, **76**, 53-648.
- Belino N. J. R., Nunes M., Geraldes M. J.**, 2005. Increasing Comfort Factors with Corona Plasma Treatment, Autex 2005, Portoroz Slovenia.
- Byrne, C.**, 2000. Teknik Tekstiller Piyasasına Genel Bakış, (A.R. Horrocks ve S.C. Anand editör). Çev.: H. Kadioğlu, *Teknik Tekstiller El Kitabı, 1. Baskı*, META Basım Yayıncılık, İzmir, 1-27.
- Cai, Z., Qiu, Y.**, 2006. The Mechanism of Air/Oxygen/Helium Atmospheric Plasma Action on PVA, *Journal of Applied Polymer Science*, **99**, 2233-2237.
- Canup,L.K.**, 2000. Non Aqueous Treatment of Fabrics Utilizing Plasmas, A Thesis Submitted To The Graduate Faculty Of North Carolina State University In Partial Fulfillment Of The Requirements For The Degree Of Master Of Science Textile Engineering And Science, Raleigh.
- Cevahiroğlu, R.**, 1994, Dokunmamış Ürünler ve Kullanım Alanları, *Teknik Tekstil Dergisi*, Sayı **3**, 102-109.

- Chaivan P., N., Boonyawan D., Suanpoot P., Vilaithong T.,** 2005. Low Temperature Plasma Treatment for Hydrophobicity Improvement of Silk, *Surface & Coatings Technology*, **193**, 356-360.
- Choi, J., H. K., Lee, S. J., Song, K. M., Lim, Y. S.,** 2005. Analysis of Polymer Surface Treated by Dielectric Barrier Discharge, *Plasma Sources Science Technology*, **14**, 363-367.
- Cireli, A., Kılıç, B., Saruşık, M., Okur, A.,** 2007. Tıbbi Tekstiller ve Test Yöntemleri, 5. *Ulusal Sterilizasyon Dezenfeksiyon Kongresi*, Kremlin Palace, Kundu, Antalya, Nisan.
- Dai, X. J., Kviz M. L.,** 2001. Study of Atmospheric and Low Pressure Plasma Modification on the Surface Properties of Synthetic and Natural Fibres, *An Odyssey in Fibres and Space*, Textile Institute 81st World Conference Melbourne, Australia, April.
- Dandik, L., Müjdecı, S.,** 2005. Dokusuz Yüzey Ürünlerin Teknik Tekstil Uygulamalarındaki Önemi, *II. International Technical Textile Congress*, İstanbul, 470-475.
- Daulstrom, N.,** 1992. Dokusuz Yüzey Tekstil Endüstrisine Genel Bakış, *Tekstil Teknik Dergisi*, **8**, 82-90.
- Doğmaz, Z.,** 1994. Soda Oksijen Yöntemiyle Linters Selüloz Üretimi, İstanbul Üniversitesi, *Yüksek Lisans Tezi*, İstanbul.
- DRA,** 2005. Technical Textiles and Nonwovens, World market forecasts, 13.03.2005.
- Duran, K.,** 2004. Dokusuz Tekstil Yüzeyleri ve Makinaları, *Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Yayınları*, **1**, 144-156.
- Duran, K.,** 2005. Dokusuz Tekstil Yüzeyleri, *Dokusuz Yüzey Technical Industrial Textiles, Türkiye Sayısı*, **1**, 143-148.
- Duran, K.,** 2005. Dokusuz Tekstil Yüzeyleri, *Dokusuz Yüzey Technical Industrial Textiles, Türkiye Sayısı*, **1**, 147-149.
- Emek, A.,** 2004. Teknik Tekstiller Dünya Pazarı Türkiye'nin üretim ve İhraç İmkanları, T.C. Başbakanlık, *İGEME Raporu*, Ankara.
- Fung, W.,** 2002. Coated and Laminated Textiles, *The Textile Institute*, Manchester.
- Garbassi, F., Mora, M., Occhiello, E.,** 1998. Polymer Surfaces: From Physics to Technology, John Wiley and Sons Ltd., Chichester, UK.
- Grill, A.,** 1993. Cold Plasma In Materials Fabrication, IEEE Press, New York, 256.
- Gümüşderelioğlu, M.,** 2002. Tıbbın Geleceği: Biyomalzemeler, *Bilim Teknik Dergisi*, **7**, 2-7.

- Hauser, P., Qiu, Y., Cuomo, J., Hankins, Q., Bourham, M.,** 2002. Man Team Participants, A Novel Non-Aqueous Fabric Finishing Process Annual Report.
- Höcker, H.,** 2002. Plasma Treatment of Textile Fibers, *Pure Appl. Chem.*, **74**, 423-427.
- Ion Beam Processing (IBP) Technologies Sector Study Final Report,** 1996. Prepared for the North American Technology and Industrial Base Organization (NATIBO) Prepared by BDM Fedara, Inc.
- Jagur-Grodzinski, J.,** 1997. Heterogeneous Modification of Polymers: Matrix and Surface Reactions, John Wiley and Sons Ltd., Chichester, UK.
- Jean, B.S.,** 2001. Theoretical Orientation Density Function of Spunbonded Dokusuz yüzey Fabric, *Textile Research Journal*, **71-6**, 509-513.
- Kang J., Sarmadi M.,** 2004, Textile Plasma Treatment Review - Natural Polymer - Based Textiles, *AATCC Rereview*, December, 28-32.
- Kavuşturan, Y.,** 2002. *Tekstil Maraton*, **6**, 71-80.
- Kinloch, A.J.,** 1984. Adhesion and Adhesives, *Chapman&Hall*, London, 30-79.
- Kral, N.A., Trivelpiece, A.W.,** 1973. Principles of Plasma Physics, McGraw - Hill Book Company, New York, 494.
- Lynch, J.B., Spence, P.D., Baker, D.E., Postlethwaite T.A.,** 1999. Atmospheric Pressure Plasma Treatment of Polyethylene via a Pulse Dielectric Barrier Discharge: Comparison Using Various Gas Compositions Versus Corona Discharge in Air, *Journal of Applied Polymer Science*, **71**, 319-331.
- Matthews, S.R., Hwang, Y.J., McCord, M.G., Bourham M.A.,** 2004. Investigation into Etching Mechanisms of Polyethylene Terephthalate (PET) Films Treated in Helium and Oxygenated - Helium Atmospheric Plasma, *Journal of Applied Polymer Science*, **94**, 2383-2389.
- Matthews, S.R.,** 2005. Plasma Aided Finishing of Textile Materials, A Thesis Submitted To The Graduate Faculty Of North Carolina State University In Partial Fulfillment Of The Requirements For The Degree Of PhD Textile Engineering And Science, Raleigh.
- Mc. Intyre, J.E., Daniels, P.E.,** 1995. Textile Terms and Definitions, Tenth Edition, *The Textile Institute*, Manchester.
- McBride, R., Sellers, J.,** 1994. Flame Lamination Meets Environmental Challenge, *Automotive and Transportation Interiors*, April, 60.
- McCord, M., Hinks, D., Cuomo, J., Qiu, Y., Tomasino, C.,** 2005. A Novel Non-

**Monkman, J. R. P.**, 1979. Water Repellency of Textile Materials, *Insight*, **2-4**, 1-3.

**New Multifunctional Textiles : Antimicrobial Treatments**, 2005. Intelligent Textile Structures-Application, Production&Testing, International Workshop, Thessaloniki, Greece, Amphitheater of Thessaloniki Technology Park, 12-13.05.2005.

**Onar, N.**, 2005. Tıbbi Uygulamalarda Biyopolimerlerin Kullanımı, *Dokusuz yüzey Technical Industrial Textiles*, *Türkiye Sayısı*, **3**, 153-155

**Öktem, T., Seventekin, N.**, 2000. Tıbbi Uygulamalarda Kullanılan Malzemeler, *Tekstil ve Konfeksiyon Dergisi*, **6**, 213-220.

**Öktem, T., Tarakçıoğlu, I., Öztarhan, A., Özdoğan, E., Tek, Z., Karaaslan, A., Namlıgöz, S.**, 2005. Investigating the Applicability of Metal Ion Implantation Technique (MEVVA) to the Textile Surfaces, *4th World Textile Conference*, AUTEX, France.

**P. Skundric, A. Medovic, M. Kostic, Lj. Simovic, B. Pejic, J. Puric, M. Kuraica, B. Obdravic**, 2005. Surface Modification of Fibrous and Textile Materials for Medical Application Using Plasma (DBD) Treatment, *5th World Textile Conference*, AUTEX, 27-29 June, Portoroz, Slovenia.

**Park, S., Koh, S., Kook, D.P.**, 1998. Effects of Surface Modification by Ar<sup>+</sup> Irradiation on Wettability of Surfaces of PET Films, *Polymer Engineering and Science*, **38**, .7,p.1185-1192.

**Philip, A.S.**, 2000. Teknik Kumaş Yapıları (A.R. Horrocks ve S.C. Anand editör), Çev.:T.G. Sadıkoğlu, *Teknik Tekstiller El Kitabı*, *1. Baskı*, META Basım Yayıncılık, İzmir, 141-145.

**Poletti, G., Orsini, F., Rafelle-Addamo, A., Riccardi, C., Selli, E.**, 2003. Cold Plasma Treatment of PET Fabrics: AFM Surface Morphology Characterisation, *Applied Surface Science*, **219**, 311-316.

**Prabaharan, M., Chandran, N. R., Selva K .N., Venkata, R. J.**, 2000. A Study on the Advanced Oxidation of a Cotton Fabric by Ozon, *Coloration Technology*, **116-3**, 83-86.

**Roger, L. C., Shalaby W. Shalaby, E.**, 1996. Irradiation of Polymers: Fundamentals and Technological Applications, *American Chemical Society*, Washington, D.C.

**Seventekin, N.**, 1983. Aşı Polimerizasyonu ile Tekstil Lliflerinin Yüzeysel Özelliklerinin Değiştirilmesi, *Doğa Bilim Dergisi: Müh./Çev.*, **7**, 59-70.

**Shahidi, S., Ghoranneviss, M., Moazzenchi, B., Dorranian, D., Rashidi, A.**,

2005. Water Repellency Properties Of Cotton And PET Fabrics Using Low Temperature Plasma of Argon, XXVIIth ICPIG, Eindhoven, the Netherlands, 18-22 July.

**Shenton, M. J., Stevens G. C.,** 2001, Surface Modification of Polymer Surfaces: Atmospheric Plasma Versus Vacuum Plasma Treatments, J. Phys.D:Applied Physics, **34**, 2761-2768.

**Shenton, M. J., Stevens G. C., Duan X., Wright, N.,** 2002. Chemical-Surface Modification of Polymers Using Atmospheric Pressure Nonequilibrium Plasma and Comparisons with Vacuum Plasmas, *Journal of Polymer Science: Part A:Polymer Chemistry*, **40**, 95-109.

**Star, J. R.,** 2003. Kullanılıp Atılabilen Nonwovenlara İlgi Artıyor, *Textile Technology*, **3**, 174-178.

**Sun, D., Stylos, G. K.,** 2004. Effects of Temperature Plasma Treatment on the Scouring and Dyeing of Natural Fabrics, *Textile Research Journal*, **74-9**, 751-756.

**Thompson, W. B.,** 1962. An Introduction to Plasma Physics, Addison-Wesley Series in Advanced Physics, Addison-Wesley Publishing Inc.

**Toprakkaya, D., Orhan, M.,** 2002, Spunbond ve Meltblown Tekniklerine Göre Yapılan Dokusuz Yüzeylerde Üretim Olanaklarının Karşılaştırılması, *Teknik Tekstil Dergisi*, **8**, 132-138.

**Usta, İ.,** 2004. Dokusuz Yüzey ve Elyafları, *TAD Dergisi*, **1**, 74-76.

**Url-1** <[www.dienerelectronic.de](http://www.dienerelectronic.de)>, alındığı tarih 29.12.2009.

**Url-2** <[www.edana.org/story.cfm?section=edana.](http://www.edana.org/story.cfm?section=edana.)>, alındığı tarih 26.09.2005.

**Url-3** <[www.en.wikipedia.org](http://www.en.wikipedia.org)>, alındığı tarih 29.12.2009.

**Url-4** <[www.fibersource.com/f-tutor/olefin.htm](http://www.fibersource.com/f-tutor/olefin.htm)>, alındığı tarih 29.12..2009.

**Url-5** <[www.focusdergisi.com.tr](http://www.focusdergisi.com.tr)>, alındığı tarih 29.12.200.

**Url-6** <[www.gdm-spa.com](http://www.gdm-spa.com)>, alındığı tarih 01.05.2005.

**Url-7** <[www.gpoabs.com.mx/cricher/history.htm5](http://www.gpoabs.com.mx/cricher/history.htm5)>, alındığı tarih 06.10.2009.

**Url-8** <[www.inda.org/category/nwn\\_index](http://www.inda.org/category/nwn_index)>, alındığı tarih 02.09.2005.

**Url-9** <[www.ipfdd.de](http://www.ipfdd.de)>, alındığı tarih 29.12.2009.

**Url-10** <[www.kimyaokulu.com](http://www.kimyaokulu.com)>, alındığı tarih 29.12.2009.

**Url-11** <[www.kolzer.it](http://www.kolzer.it)>, alındığı tarih 29.12.2009.

**Url-12** <[www.meteor.gov.tr](http://www.meteor.gov.tr)>, alındığı tarih 29.12.2009.

**Url-13** <[www.nonwovens-industry.com/marketreports](http://www.nonwovens-industry.com/marketreports)>, alındığı tarih 29.12.2009.

**Url-14** <[www.sagliktekstilleri.com](http://www.sagliktekstilleri.com)>, alındığı tarih 02.09.2005.

**Url-15** <[www.swicofil.com/ppfibersfiller.html](http://www.swicofil.com/ppfibersfiller.html)>, alındığı tarih 29.12.2009.

**Url-16** <[www.tad.com.tr/mt/nw](http://www.tad.com.tr/mt/nw)>, alındığı tarih 03.05.2005.

**Url-17** <[www.tft.csiro.au](http://www.tft.csiro.au)>, alındığı tarih 29.12.2009.

**Url-18** <[www.tr.wikipedia.org](http://www.tr.wikipedia.org)>, alındığı tarih 29.12.2009.

**Ünal, H.**, 2009. Tek Kullanımlık Hidrofil ve Antibakteriyel Polipropilen Nonwoven Çarşaf Eldesi, *İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, Mayıs 2009.

**Yıldırım, K., Aydın, N., Çelikkilek, A., Güçer, Ş.**, 2006. Kaliteli Yaşam İçin Teknik Tekstiller ve Kullanım Alanları, *TÜBİTAK-Butal*, Bursa.

**Yoon, M., Lim, Y., Tahara, M., Takagishi, A.**, 1996. Research and Development Activities About Technical Textiles and *Textile Research. Journal*, **63**, 329.

**Yükseloğlu, S. M., Canoğlu, S.**, 2005. Biyomedikal Uygulamalarda Kullanılan Tekstiller, 12-26.

**Zelzele, Ö. B.**, 1994. III. Kalite Hamur Kağıt Üretimi ve Standardizasyon Testlerinin Yapılması, *Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi*, İstanbul.

**Zeng, J., Netravali, A. N.**, 2004. Excimer Laser Surface Modification of Ultra High Molecular Weight Polyethylene Fibers for Improved Adhesion to Epoxy Resin, **3**, 159-182, *Polymer Surface Modification: Relevance to Adhesion*, K. L. Mittal Ed., VSP, Utrecht, The Netherlands.

**Zuchariah, I.M., Pailthorpe, M.T., David, S.K.**, 1997. Effect of Glow Discharge Polymer Treatments on The Shrinkage Behavior and physical Properties of Wool Fabric, *Textile Research Journal*, **67-1**, 69-74

## ÖZGEÇMİŞ



**Ad Soyad** : Murat ONAN

**Doğum Yeri ve Tarihi** : İstanbul, 20.10.1970

**Adres** : Çekirge Mahallesi, 1. Murat Cad., Ünlügüzel Apt.,  
No: 53, A Blok, D: 16, 16050, Osmangazi-BURSA

**Lisans Üniversite** : İ.T.Ü. Tekstil Mühendisliği Bölümü

Kadıköy Fenerbahçe lisesini bitirdi. 1989-1993 yılları arasında İ.T.Ü. Tekstil Mühendisliği Bölümünde okudu. 1993 yılında AKIN TEKSTİL' de iş hayatına başladı. 1996 yılında çalışmaya başladığı, tekstil kimyasalları üreten uluslararası Alman firmasında (CHT R.BEITLICH) 13 sene boyunca sırasıyla satış mühendisliği, bölge müdürlüğü ve ürün grup müdürlüğü gibi çeşitli konumlarda görev yaptı. 2009 yılı Ekim ayından beri T.C. Başbakanlık, Dış Ticaret Müsteşarlığı, Uludağ İhracatçı Birlikleri, Bursa Tekstil ve Konfeksiyon AR-GE Merkezi' nin Genel Müdür Yardımcılığı görevini yürütmektedir. Evli ve 1 erkek çocuk babasıdır. İngilizce bilmektedir.