İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

FARKLI LİF TİPLERİYLE ÜRETİLEN LAMİNE KUMAŞLARIN PERFORMANSININ İNCELENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Müh. Osman Gazi ARMAĞAN

Anabilim Dalı: Tekstil Mühendisliği

Programı: Tekstil Mühendisliği

MAYIS 2007

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

FARKLI LİF TİPLERİYLE ÜRETİLEN LAMİNE KUMAŞLARIN PERFORMANSININ İNCELENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ
Müh. Osman Gazi ARMAĞAN
503051816

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 7 Mayıs 2007
Tezin Savunulduğu Tarih : 13 Haziran 2007

Tez Danışmanı : Doç.Dr. Hale KARAKAŞ
Diğer Jüri Üyeleri Prof.Dr. Cevza CANDAN
Doç.Dr. Ender YAZGAN BULGUN (D.E.Ü.)

MAYIS 2007

ÖNSÖZ

Bu tezin oluşmasında desteğini esirgemeyen tez danışmanım sayın Doç. Dr. Hale KARAKAŞ'a, bu çalışma boyunca bana destek olan çalışma arkadaşlarıma, ilgi ve sevgilerini hep üzerimde hissettiğim aileme teşekkür ederim.

Numunelerin elde edilmesinde; iplik temini ve kumaş örülmesinde yardımcı olan Burcu Çetinkaya ve Ozan Emre Bilaç nezdinde ATATEKS firmasına, kumaşların laminasyon işlemine destek veren sayın Aydın ORUÇ nezdinde DİMA Laminasyon firmasına, kumaşların SEM görüntülerinin alınmasında yardımlarını esirgemeyen Prof. Dr. Onuralp Yücel, Malzeme ve Metalurji Mühendisliği Fakültesi Öğretim Üyesi Prof. Dr. Mustafa Ürgen ve Teknisyen Sevgin Türkeli'ye teşekkürü borç bilirim. Ayrıca, Bilimsel araştırma projesi kapsamında tezimi destekleyen İ.T.Ü. B.A.P. birimine ve deneyler sırasında yardımlarını esirgemeyen İTÜ Tekstil Laboratuarı çalışanlarına da teşekkürlerimi sunuyorum.

MAYIS, 2007 Osman Gazi ARMAĞAN

İÇİNDEKİLER

KISALTMALAR **vii**
TABLO LİSTESİ **viii**
ŞEKİL LİSTESİ **ix**
SEMBOL LİSTESİ **x**
ÖZET **xi**
SUMMARY **xii**

1. GİRİŞ **1**
1.1. Giriş ve Çalışmanın Amacı 1

2. LİTERATÜR ÇALIŞMASI **3**
2.1. Giriş 3
2.1.1. Tanım 3
2.1.2. Tarihsel Gelişim 3
2.2. Kumaş Laminasyonunda Kullanılan Malzemeler ve Özellikleri 4
2.2.1. Tekstil Yapıları 4
2.2.2. Laminasyon Malzemeleri 6
2.2.2.1. Membranlar 6
2.2.2.2. Poliüretan Köpük 8
2.2.2.3. Poliolefin Köpük 9
2.2.2.4. PVC Köpük 10
2.2.3. Yapışkanlar 10
2.2.3.1. Yapışmanın Mekanizması 11
2.2.3.2. Yapışkan Tipleri 11
2.2.3.3. Solvent Bazlı ve Su Bazlı Yapışkanlar 12
2.2.3.4. Sıcak Eriyik Yapışkanlar 12
2.2.3.5. Yapışkan Filmler ve Ağlar 12
2.2.3.6. Sıcak Eriyik Yapışkan Tozlar 14
2.2.3.7. Poliüretanlar Yapışkanlar 14
2.3. Laminasyon Üretim Yöntemleri 14
2.3.1. Alevle Laminasyon 15
2.3.2. Sıcak Eriyik Laminasyon 17
2.3.2.1. Flat bed laminatörler-silindirler 17
2.3.2.2. IR Isıtıcı 19
2.3.2.3. Toz Saçma 19

2.3.2.4. Kuru Toz Baskı (Nokta Toz) 20
2.3.2.5. Döner Ekran Nokta Baskı 20
2.3.2.6. Yapışkan Patın Doktor Rakle ile Uygulanması 21
2.3.2.7. Eriyik Baskı Gravür - Silindir 21
2.3.2.8. Sıcak Eriyik Şablon Uygulama 22
2.3.2.9. Yarık Kalıplı Ekstrüder 22
2.3.2.10. Sprey Uygulama 23
2.3.3. Farklı Metotların Karşılaştırılması 24
2.4. Lamine Kumaş Ürünleri 24
2.4.1. Koruyucu Giysiler 25
2.4.1.1. Elbiselik, Serbest ve Spor Koruyucu Giysi 26
2.4.1.2. Nefes Alabilir Su Geçirmez Malzemeler 26
2.4.1.3. Endüstriyel ve Özel Koruyucu Giysiler 27
2.4.1.4. Yüksek Görülebilirliğe Sahip Giysiler 28
2.4.1.5. Uzay Giysileri 28
2.4.2. Endüstriyel ve Fonksiyonel Ürünler 28
2.4.3. Otomotiv Uygulamaları 29
2.4.4. Deniz Uygulamaları 30
2.4.5. Binalar ve İnşaat 30
2.4.6. Evle İlgili Ürünler 30
2.4.7. Tıbbi Kullanımlar 31
2.4.8. Askeri Kullanımlar 31
2.4.9. Diğer 31
2.5. Laminasyonun Çevreye Etkisi 31
2.6. Su Geçirmez Nefes Alabilir Kumaşlar 33
2.6.1. Genel Bilgi 33
2.6.2. Su Geçirmez Nefes Alabilen Kumaş Çeşitleri 36
2.6.2.1. Sık Dokunmuş Kumaşlar 36
2.6.2.2. Membranlar 38
2.6.2.3. Birleştirme Metotları 40
2.6.3. Kaplamalar 41
2.6.4. Termal Konfor 41
2.6.5. Su Geçirmez Nefes Alabilir Kumaşlar Üzerine Yapılmış Çalışmalar 42
2.7. Çalışmada Kullanılan Lifler Hakkında Bilgiler 52
2.7.1. Viskon Lifi 52
2.7.2. Polyester Lifi 54
2.7.3. Pamuk Lifi 55
2.7.4. Viskon, Pamuk ve Polyester Lifinin Karsılaştırılması 56

2.7.4. Bambu Lifi 56

3. DENEYSEL ÇALIŞMA 58
3.1. Malzeme 58
3.2. Metod 60
3.3. Fiziki Performans Testleri 60
3.3.1. Gramaj Testi 60
3.3.2. Kalınlık Testi 60
3.3.3. Patlama Mukavemeti Testi 60
3.3.4. Boncuklaşma Testi 61
3.3.5. Aşınma dayanımı Testi 61
3.3.6. Boyutsal Değişim 61
3.3.7. May Dönmesi Testi 61
3.4. Konfor Özellikleri Tespit Testleri 62
3.4.1. Su Geçirgenliği 62
3.4.2. Hava Geçirgenliği Testi 62
3.4.3. Su Buharı Geçirgenliği 62
3.4.4. Transfer Kılcal Islanma Testi 62
3.4.5. Dikey Kılcal Islanma Testi 63
3.4.6. Nem Kazanımı Tespiti 63
3.4.7. Kuruma Hızı Testi 64
3.5. SEM Görüntüleri 64

4. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRMELER 65
4.1. Gramaj Testi Sonuçları 65
4.2. Kalınlık Tespiti Sonuçları 66
4.3. Patlama Mukavemet Testi Sonuçları 67
4.4. Boncuklaşma Testi Sonuçları 68
4.5. Aşınma Dayanım Testi Sonuçları 69
4.6. Boyutsal Değişim Testi sonuçları 71
4.7. May Dönmesi Sonuçları 72
4.8. Su Geçirgenliği Sonuçları 73
4.9. Hava Geçirgenliği Test Sonuçları 74
4.10. Su Buharı Geçirgenliği Testi Sonuçları 76
4.11. Transfer Islanma Test Sonuçları 77
4.12. Dikey Kılcal Islanma Test Sonuçları 79
4.13. Nem Kazanımı Test Sonuçları 81
4.14. Kuruma Testi Sonuçları 82
4.15. SEM Görüntüsü Sonuçları 83
4.16. Korelasyon Analizi 85

4.17. Kumaş Bazında Genel Değerlendirme 87

5. SONUÇ **90**

KAYNAKLAR **92**

ÖZGEÇMİŞ **95**

KISALTMALAR

PTFE	**:** Polytetrafluoroethylene
UV	**:** Ultraviolet
IR	: Infrared
O_2	: Oxygen
FR	: Flame Retardant
SEM	: Scanning Electron Microscope
PVC	: Polyvinylchloride
PU	: Polyurethane
PVDF	: Polyvinylidenefluoride
PURRC	: Polyurethane Recycle and Recovery Council
ISOPA	: The European Isocyanate Producers' Association
WVP	: Water Vapor Permeability
TS	: Türk Standartları
AATCC	: American Association Textile Chemists and Colorists
BS	: British Standard
ASTM	: American Society for Testing and Materials
ISO	: International Standard Organization

TABLO LİSTESİ

Sayfa No

Tablo 2.1 Kaplama ve Laminasyonda Kullanılan Belli Başlı Lifler ve Özellikleri..5
Tablo 2.2 Yapışkan Türü Bilgileri 12
Tablo 2.3 Çeşitli Aktiviteler Sonucu Oluşan Isı Enerjisi ve Bununla Orantılı Terleme Oranları 34
Tablo 2.4 Su Geçirmez Nefes Alabilen Kumaş Uygulamaları 36
Tablo 2.5 Su Buharı Transfer Değerleri 43
Tablo 2.6 Su Buharı Transferi Sonuçları.....44
Tablo 2.7 Su Buharı Geçirgenlik Değerleri.....46
Tablo 2.8 Farklı Şartlar Altında Membranların Su Buharı Geçirgenlikleri 50
Tablo 2.9 Viskon Lifinin Bazı Özellikleri.....54
Tablo 2.10 Polyester Lifinin Bazı Özellikleri.....54
Tablo 2.11 Pamuk Lifinin Bazı Özellikleri 55
Tablo 2.12 Viskon, Pamuk ve Polyester Liflerinin Karşılaştırılması 56
Tablo 2.13 Bambu Lifinin Bazı Özellikleri.....57
Tablo 3.1 İplik Özellikleri 58
Tablo 3.2 Kumaş Özellikleri.....59
Tablo 3.3 Kullanılan Membranların Özellikleri 59
Tablo 4.1 Numunelerin Gramaj Değerleri.....65
Tablo 4.2 Numunelerin Kalınlık Değerleri.....66
Tablo 4.3 Numunelerin Patlama Mukavemeti Değerleri 67
Tablo 4.4 Ham Numunelerin ICI Boncuklaşma Değerleri.....68
Tablo 4.5 Diğer Numunelerin ICI Boncuklaşma Değerleri 68
Tablo 4.6 Ham Numunelerin Örme Yüzeylerinin Aşınma Sonucu Yüzde Kütle Kaybı Değerleri 69
Tablo 4.7 Diğer Numunelerin Örme Yüzeylerinin Aşınma Sonucu Yüzde Kütle Kaybı Değerleri 69
Tablo 4.8 Numunelerin Membran Yüzeylerinin Aşınma Sonucu Yüzde Kütle Kaybı Değerleri 70
Tablo 4.9 Numunelerin Boyutsal Değişim Değerleri.....71
Tablo 4.10 Numunelerin May Dönmesi Değerleri 72
Tablo 4.11 Numunelerin Kumaşların Yırtılma Sonucu Su Geçirgenliği Değerleri..73
Tablo 4.12 Ham Numunelerin Hava Geçirgenliği Değerleri 74
Tablo 4.13 Lamine Numunelerin Hava Geçirgenliği Değerleri 74
Tablo 4.14 Ham Kumaşların Su Buharı Geçirgenliği Değerleri 76
Tablo 4.15 Diğer Numunelerin Su Buharı Geçirgenliği Değerleri 76
Tablo 4.16 Numenelerin Transfer Islanma Oranları 77
Tablo 4.17 Numenelerin Dikey Kılcal Islanma Oranları 79
Tablo 4.18 Numenelerin Nem Kazanım Değerleri 81
Tablo 4.19 Ham Numunelerin Kuruma Süreleri 82
Tablo 4.20 Diğer Numunelerin Kuruma Süreleri 82
Tablo 4.21 Fiziksel Özelliklerin Kendi Aralarında Koralasyonu 85
Tablo 4.22 Konfor Özelliklerin Kendi Aralarında Koralasyonu 86

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa No

Şekil 2.1 Sıcak Eriyik Yapışkan Uygulama Metotları 23
Şekil 2.2 Üç Tabakalı Çok Amaçlı Bir Laminasyonun Şematik Gösterimi 25
Şekil 2.3 Atık Kullanımı 32
Şekil 2.4 Su Geçirmez Nefes Alabilir Kumaş Diyagramı 34
Şekil 2.5 Ventile Kumaşın SEM Görüntüsü 37
Şekil 2.6 Mikroflament Kumaşın SEM Görüntüsü 37
Şekil 2.7 Tipik Bir Membran Sisteminin Şematik Diyagrami 39
Şekil 2.8 Mikrogözenekli Membranın SEM Görüntüsü 39
Şekil 2.9 Hidrofilik Polimer Mekanizmasının Şematik Diyagrami 40
Şekil 2.10 Hidrofilik membranin SEM Görüntüsü 40
Şekil 2.11 Membran Birleştirme Metotları 40
Şekil 2.12 Farklı Tipte Nefes Alabilen Kumaşların Nitelikleri 51
Şekil 2.13 Viskon Lifinin Enine ve Boyuna SEM Görüntüsü 53
Şekil 2.14 Polyester Lifinin Boyuna Kesit SEM Görüntüsü 55
Şekil 2.15 Pamuk Lifinin Enine ve Boyuna Kesit SEM Görüntüsü 55
Şekil 2.16 Bambu Elyafının Enine SEM Görüntüsü 57
Şekil 3.1 Cavimelt Hot-Melt Gravüler Silindirli Laminasyon Makinesi 59
Şekil 4.1 Numunelerin Gramaj Değerlerinin Karşılaştırması 65
Şekil 4.2 Numunelerin Kalınlık Değerlerinin Karşılaştırması.....66
Şekil 4.3 Numunelerin Patlama Mukavemeti Değerlerinin Karşılaştırması 68
Şekil 4.4 Örme Yüzeylerin Aşınma Sonucu Yüzde Kütle Kaybı Değerleri 69
Şekil 4.5 Memebran Yüzeylerin Aşınma Sonucu Yüzde Kütle Kaybı Değerleri ..70
Şekil 4.6 Numunelerin Boyutsal Değişim Değerlerinin Karşılaştırması 71
Şekil 4.7 Numunelerin May Dönmesi Değerlerinin Karşılaştırması 72
Şekil 4.8 Numunelerin Yırtılma Sonucu Ölçülen Su Geçirgenlik Değerlerinin karşılaştırması 74
Şekil 4.9 Ham Numunelerin Hava Geçirgenliği Değerlerinin Karşılaştırması 75
Şekil 4.10 Lamine Numunelerin Hava Geçirgenliği Değerlerinin Karşılaştırması...75
Şekil 4.11 Su Buharı Geçirgenliği Değerleri 76
Şekil 4.12 Ham Numenelerin Transfer Islanma Oranları 77
Şekil 4.13 Diğer Numenelerin Transfer Islanma Oranları 78
Şekil 4.14 Dikey Kılcal Islanma Değerleri 80
Şekil 4.15 Numenelerin Nem Kazanım Değerlerinin Karşılaştırılması 81
Şekil 4.16 Numunelerin Kuruma Süreleri 82
Şekil 4.17 Bambu Kumaşın A Membranlı Yüzeyinin SEM Görüntüsü.....83
Şekil 4.18 Bambu Kumaşın A Membranlı Aşınmış Yüzeyinin SEM Görüntüsü.....84
Şekil 4.19 Bambu Kumaşın A Membranlı Yüzeyinin Yıkama Sonrası SEM Görüntüsü..... 84
Şekil 4.20 Bambu Kumaşın A Membranlı Yüzeyinin Yıkama Sonrası Aşınmış SEM Görüntüsü 84

Şekil 4.21 Bambu Kumaşın B Membranlı Yüzeyinin Yıkama Sonrası Aşınmış SEM Görüntüsü 85

FARKLI LİF TİPLERİYLE ÜRETİLEN LAMİNE KUMAŞLARIN PERFORMANSININ İNCELENMESİ

ÖZET

Teknik tekstil üretimi, Türk tekstil sektörünün Uzak Doğu ve Asya'daki ülkeler karşısında rekabet şansının artırılması ve katma değeri yüksek ürün elde edilmesi için büyük önem arz etmektedir. Teknik tekstiller içinde araştırma ve yeniliklere açık bir ürün gurubunu oluşturan lamine kumaşlar ile su geçirmezlik ve nefes alabilirlik elde edilebilmektedir. Su geçirmez, nefes alabilen kumaşlar yağmur ve rüzgara karşı koruma sağlarken, terin nem buharı şeklinde atmosfere iletilmesini de sağlamakta ve bu sayede giysiyi giyen kişinin kuru, serin ve rahat kalmasına yardımcı olmaktadır. Bu tür ürünlerde özel filmler kullanılmaktadır.

Su geçirmez nefes alabilir kumaşlar üzerine yapılmış çalışmalar daha çok dokuma kumaşlar üzerinde yoğunlaşmıştır. Örme kumaşın boşluklu yapısı ve esnemeye olan meyli dolası ile tercih edilmediği görülmüştür. Bunda kuşkusuz outdoor dediğimiz dışarıda giyilen ve özellikle kış şartları gibi kötü hava koşullarında giyilen giysi tasarımlarına ağırlık verilmesinin de etkisi vardır. Bu çalışmada, T-şört, spor forması ve spor kıyafetleri gibi giysiler ile daha çok tıbbi kullanımlar gibi endüstriyel uygulamalarda kullanılabilecek son ürünlere yönelik olarak üretilen lamine örme kumaşların performansı araştırılmıştır.

Bu kapsamda; viskon, polyester, pamuk ve bambu ipliklerinden üretilen süprem örme kumaşların, birer yüzeyleri, aynı incelikte fakat farklı yoğunlukta su geçirmez ve nefes alabilir poliüretandan filmler ile lamine edilmiştir. Bağlayıcı olarak ısı etkisi ile eriyen katı haldeki reaktif poliüretan yapışkan kullanılmıştır.

Hazırlanan numuneler fiziksel özellikleri ve konfor performansları açısından test edilmiştir. Yapılan deneyler ile elyaf türü ve farklı membran tipinin örme kumaşta yarattığı etki karşılaştırmalı olarak incelenmiştir.

INVESTIGATION OF THE PERFORMANCE OF LAMINATED FABRICS PRODUCED WITH DIFFERENT FIBER TYPES

SUMMARY

Technical textile production plays a significant role for the competitive power of Turkish textile sector against Far Eastern and Asian countries for products with high added values. Laminated fabrics are convenient for investigation and innovation amongst the technical textiles by using their water-proofness and breathability. Waterproof breathable fabrics provide complete protection against rain and wind while allowing the perspiration to be transmitted into the atmosphere in the form of moisture vapor. This helps the wearer to remain dry, cool and comfortable. Specialty films are used in these products

Studies related with the waterproof and breathable fabrics are focused on woven fabrics. Knitted fabrics are not preferred because of the spaced structure and flexibility. Outdoor clothes and bad weather garments are the main reasons of this situation. In this study, we are examined the knitted laminated fabrics performance related with the sports wear, T-short end uses etc. and industrial applications such as medical end uses.

Within this scope, one side of the jersey knitted fabrics produced with viscose, polyester, cotton and bamboo yarns are laminated with the waterproof and breathable polyurethane membranes which have the same fineness but different densities. Solid reactive polyurethane hot melt adhesives, melting by the action of heat, are used in this lamination as binders.

Prepared samples are tested for physical properties and comfort performances. The effects of fiber types and different membranes on knitted fabrics are analyzed comparatively by the results of tests.

1. GİRİŞ

1.1 Giriş ve Çalışmanın Amacı

Teknik tekstiller, dünyadaki gelişmiş ülkelerin tekstil endüstrisinde önemli bir yer teşkil etmekte ve bu rakamın gelecek yıllarda daha da artması beklenmektedir. Teknik tekstil üretimi son yıllarda gittikçe önem kazanmıştır. Teknik tekstil üretimi Türkiye'nin en önemli sektörlerinin başında yer alan tekstil sektörünün Uzak Doğu ve Asya'daki ülkeler karşısında rekabet şansının artırılması ve katma değeri yüksek ürün elde edilmesi için büyük önem arz etmektedir. Teknik tekstiller içinde araştırma ve yeniliklere açık bir ürün gurubunu oluşturan lamine kumaşlar, tekstil endüstrisinde önemli bir yere sahiptir.

Lamine kumaşlar teknik tekstil uygulamaları içinde taşıma, endüstriyel, giysi, koruyucu giysi, askeri uygulamalar, spor uygulamaları ve tıbbi uygulamalarda yer almaktadır. Lamine edilmiş kumaşların en çok kullanıldığı uygulamalar arasında su geçirmez ve nefes alabilir koruyucu giysiler yer almaktadır.

Lamine kumaşlar ile su geçirmezlik ve nefes alabilirlik elde edilebilmektedir. Su geçirmez, nefes alabilen kumaşlar yağmur ve rüzgara karşı koruma sağlarken, terin nem buharı şeklinde atmosfere iletilmesini de sağlamakta ve bu sayede giysiyi giyen kişinin kuru, serin ve rahat kalmasına yardımcı olmaktadır. Bu tür ürünlerde özel filmler kullanılmaktadır.

Su geçirmez nefes alabilir kumaşlar üzerine yapılmış çalışmalar daha çok dokuma kumaşlar üzerinde yoğunlaşmıştır. Örme kumaşın boşluklu yapısı ve esnemeye olan meyili dolasıyla tercih edilmediği görülmüştür. Bunda kuşkusuz outdoor dediğimiz dışarıda giyilen ve özellikle kış şartları gibi kötü hava koşullarında giyilen giysi tasarımlarına ağırlık verilmesinin de etkisi vardır. Bu çalışmada, T-şört, spor forması ve spor kıyafetleri gibi giysiler ile daha çok tıbbi kullanımlar gibi endüstriyel uygulamalarda kullanılabilecek son ürünlere yönelik olarak üretilen lamine örme kumaşların performansı araştırılmıştır.

Bu çalışmanın amacı, Türk tekstil sektöründe de gittikçe daha fazla önem kazanan teknik tekstil ürünlerinden biri olan lamine kumaşların performansının incelenmesidir. Bu çerçevede, viskon, polyester, pamuk ve bambu ipliklerinden üretilen süprem örme kumaşların, birer yüzeyleri, ısı etkisi ile eriyen katı haldeki reaktif poliüretan yapışkan tipi kullanılarak, aynı incelikte fakat farklı yoğunlukta birisi parlak birisi mat su geçirmez ve nefes alabilir poliüretandan filmler ile lamine edilmiştir. Elde edilen lamine kumaşlar fiziksel ve konfor özellikleri açısından test edilmiştir. Lif tipinin ve farklı membran kullanımının lamine kumaş performansına etkileri incelenmiş ve lamine kumaşların performansı birbiri ile kıyaslanmıştır.

2. LİTERARATÜR

2.1 Giriş

2.1.1 Tanım

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 [1]. Lamine kumaşlara bağlanmış (bonded) kumaşlar ve katlı (layered) 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 tabasının arasında kalır.

2.1.2 Tarihsel Gelişim

Lamine kumaşların ne zaman kullanılmaya başladığı bu terimsel kelimenin nasıl anlaşıldığı ile alakalı olarak değişmekle beraber, ilk kullanımın kaplama kumaş olarak eski mısırda mumyalamada kullanıldığını göstermektedir. Yakın çağda ise, kumaşı yağlayarak, genellikle doğal yağ ile suya ve rüzgara 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 iplikle dikerek yapmıştır. Bir tıp öğrencisi olan Jamas Syme kömür katranında kauçuğu çözdü ve çözücüyü buharlaştırıp film halinde kauçuk elde ederek bu kullanışsız malzemenin ticari kullanımını sağladı. Macintosh bu prosesin 1823 yılında patentini alarak su geçirmez malzeme üretimine girdi. Dezavantaj olarak hantal yapısı ve hoş olmayan kokusu vardı. Thomas Hancock "vulcanisation-vulkanize etme" icadı ile yüksek sıcaklıkta ham kauçuğun çapraz bağlanmasını

sağlayarak bu dezavantajları gidermeye çalıştı. 19. yüzyılın ortalarında özellikle pamuk kumaş kaplama için nitro-selüloz keşfedildi. 1. dünya savaşı yıllarında İngiliz hükümeti, Dreyfus Kardeşlere uçak kanadı kaplamasında kullanılan selüloz asetat üretim fabrikası kurdurdular ve daha sonra bu fabrikada asetat ipliği üretildi. 20. yüzyılın ilk yarısında birçok yeni polimer ve sentetik kauçuk icat edildi. Bunlar arasında en önemleri PVC (polivinilklorid), poliklorine (Neoprene by Dupont), akrilat ve poliüretandır. Bu polimerler birçok üstün özellik sağlamasına rağmen iyileştirme ve çevre dostu malzeme ve üretim prosesleri hala araştırılmaktadır [2].

Önceleri insanlar yapıştırıcı olarak balmumu, katran, sakız, hayvan kemiği türevleri, yumurta beyazı gibi doğal malzemeler kullanılıyordu. Mühür mumu (sealing wax) muhtemelen ilk kullanılan sıcak eriyik yapışkandı ve modern laminasyon endüstrisi giyim endüstrisinde bunun temellerine dayanır. 1930'larda selüloz asetat boyunbağında ilk üretilen plastik oldu ama yaş proses olduğundan uygun değildi. 1948'de Harold Rose, kuru proses olarak polivinil asetatı dibütil ftalat ile deneylerde kullanmaya başladı. Çözücü kullanılmıyordu ve Hoffman ütüsü ile yeni tela ısıl 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 [2].

2.2 Kumaş Laminasyonunda Kullanılan Malzemeler ve Özellikleri

2.2.1 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 iyi 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 yapışma göstermektedir. Pamuğun pürüzlü yüzeyi ve kısa lif uzunluğu polimerin mekanik bağlanması için bir fırsat sağlar. Laminasyon ve kaplamada kullanılan bazı liflerin özellikleri Tablo 2.1'de gösterilmiştir [2].

Tablo 2.1: Kaplama ve Laminasyonda Kullanılan Belli Başlı Lifler ve Özellikleri

Lif	Yoğunluk (g/cc)	Erime Noktası (oC)	Mukavemet (g/den)	Rijitlik (g/den)	O_2 limiti (% oxijen)	Aşınma Dayanımı	Günışığı ve UV Dayanımı
Akrilik	1,12 - 1,19	150d	2,0 - 5,0HT	5,0 - 8,0	18	Orta	Mükemmel
Naylon	1,13	215	4,3 - 8,8HT	17 - 48	20	Çok iyi	Düşük
Polyester	1,4	260	4,2 - 7,5HT	10--30	21	Çok iyi	İyi
Pamuk	1,51	150d	3,2	60-70	18	Orta	Orta
Yün	1,15-1,30	132d	1,0 - 1,7	4,5	25	Orta	Orta
Polipropilen	0,9	165	4,0 - 8,5 HT	20-30	18	İyi	Düşük
Aramid	1,38 - 1,45	427d	5,3 - 22	500-1000	29-33	Orta	Orta
Karbon	1,79 - 1,86	3500d	9,8 - 19,1	350-1500	64	Kırılgan	Mükemmel
Cam	2,5 - 2,7	700	6,3 - 11,7	310-380	Yanmaz	Kırılgan	Mükemmel
d: Erimez bozulmaya başlar							
HT: Yüksek mukavemet							

Örme kumaşlar esneklik gerektiği zaman kullanılırlar ama genelde açık yapıları ve uzamaları nedeniyle kullanılmazlar. Bezayağı, dimi ve sepet dokuma yapıları sıklıkla kullanılan kumaş yapılarıdır. Nonwovenlar 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 [2].

Bir lamine kumaşta esas önemli olan kumaşların birbiri ile güçlü bir kombinasyon oluşturması ve kumaş ömrü boyunca ayrılmamasıdır. Laminasyon maddesinin erkenden bozulmasının en önemli nedeni delinmelerdir. İyi bir yapışma için kumaş temiz ve lekesiz olmalıdır. Yağ, mum, silikon esaslı maddeler az miktarda olsalar bile bağ kuvvetini düşürürler. Kir temizleme 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. Sert suya sahip bölgelerde kir yumuşatıcı kullanmak temizleme için gereklidir. Eğer materyal 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 [2].

Teorik olarak tamamen temiz kumaş bulmak imkansızdır ancak üzerinde bitim 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 bitim işlemi gerekli ise bu minimum konsantrasyonda olmalıdır ve seri üretime geçmeden önce bunun yapıştırmaya etkisi incelenmelidir. Kumaş laminasyonu ısıl işlemi gerektirmektedir. Termoplastik bazlı kumaşlarda ısı ayarı lamine işleminden yüksek sıcaklıklarda yapılmalıdır yoksa kumaş çekme eğiliminde olacaktır. Aşırı gerilimli kumaşlar kırışmaya 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 ısıl ayarı kir temizleme işleminden sonra yapılır çünkü her tip kir kumaşa yerleşebilir ve uzaklaştırması zorlaşır [2].

Laminasyonda kumaş, genellikle bir silindire sarılarak laminasyon ünitesine besleme yapılır böylece sürekli işleyen bir üretim için, birçok parçanın birlikte uzun ve sürekli bir yapı oluşturması sağlanır.

2.2.2 Laminasyon Malzemeleri

2.2.2.1 Membranlar (Filmler)

Membranlar hafif ağırlıkta giysilerde 100% kapama avantajına sahiptir; genelde sıvıları ve gazları geçirmez özelliktedirler ve hatta toz ve diğer partiküllere karşı da mükemmel kalkandırlar. Membranlar/kumaş laminasyonlar yelken yapımında, sıcak hava balonlarında ve hava gemilerinde kullanılırlar. Membranlar, 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. Membran üretimi, başlıca ambalaj üretmek için daha az sayıda polimerin çok farklı varyantta kullanıldığı, geniş hacimli bir endüstridir. Üretim metodu ve başlangıç maddesine bağlı olarak, membranlar çok ucuz olabilir polietilen gibi veya çok pahalı olabilir Kapton(Dupont) gibi. Membran kaplama yaygın olarak; ısı derecesi, düşük gaz geçirgenliği, baskı yapılabilirliği ve diğer kendine has özellikleri vermede kullanılır.

Elektrik boşalması(corona discharge) ve plazma muamele gibi ön muameleler de ıslanabilirlik, yapışma ve diğer proseslere yardım etmek için yapılır [2].

Özel membranlar, geniş biçimde su geçirmez ve nefes alabilir olarak koruyucu giysilerde hava şartlarına karşı kalkan olarak kullanılırlar. Ayrıca ayakkabıda kullanılır, ve sağlık uygulamarında kullanımı araştırılmaktadır. Pazar liderleri; bir PTFE filmi olan Gore-tex, polyesterden yapılan Sympatex(Acordis), ve poliüretan bazlı Porelle(Porvair). Daha bir çok marka, poliüretandan yapılan su geçirmez ve nefes alabilir, membran de vardır. Bu membranlar başlıca iki tipe ayrılırlar; mikro gözenekli ve "katı(solid)"- bazen hidrofilik olarak da anılan yek pare katı maddelerdir. Mikro gözenekli türler, Gore-Tex ve Porelle gibi, yapılarında çok küçük porlara sahiptir, su damlalarının geçişine izin vermeyecek kadar küçük ama su buharı moleküllerinin geçmesine izin verecek kadar geniş, bu da onların nefes alabilirliğini sağlıyor. "Katı" film tipi, Sympathex gibi, polimer ağı içinde hidrofilik kısımdan hidrofobik kısma doğru su moleküllerinin göç etmesi esası işlemi ile nefes alabilir özelliktedir. Her tipin kendine göre avantaj ve dezavantajı vardır; yüzey gerilimini azaltan maddelerin mikrogözenekli fimlerde sızıntıya sebep olduğuna inanılır ama katı filmlerde olmaz, su katı filmleri şişirir ama mikrogözenekli filmleri etkilemez. Genellikle katı filmler daha iyi yırtılma mukavemetine sahiptir, ve kokulara ve bazı mikroplara karşı daha iyi bariyerdirler. Sympatex, mikrogözenekli 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 Smpatex kadar fiziksel dayanıma ve performansa sahip değildir [2].

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^{o}C aralığındaki Dupod'un poliimid filmi Kapton, yine Dupond'un –250 ile 260^{o}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 ekztrüzyon 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 prosesi ile filmler her iki tarafında iki farklı kimyasalla yapılabilirler ve bu yeni bir özellik sunar. Bazı yapışkan filmler bu yolla üretilirler ve iki farkı maddenin birleşmesine izin verir [2].

2.2.2.2 Poliüretan Köpük

Poliüretan köpükler, farklı yoğunluk, FR özellikleri, farklı gözeneklik ve diğer fiziksel ve kimyasal özellikler gibi değişik kalitede bulunurlar. Poliüretan köpükler için en geniş ürün grubu otomobil koltuk kaplama ve diğer araba iç kaplamalarında kullanılan tekstil laminatlarıdır. Genel formu, 2 ve 10 mm arasında veya daha çok, incelikteki kağıt köpük şeklindedir, kumaşın ön yüzüne lamine edilir ve diğer yüzü de hafif "scrim(ince dokulu)" kumaştır. Bu üç kat lamine 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" tek gereksinimse, hafif nonwoven 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 [2].

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 işe 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^2 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 sıcağa karşı düşük elastikiyete sahip, birçok nonwoven kumaş türünü ve spacer(aralıklı) örme kumaşlarını içine alır [2].

Poliüretan köpük/tekstil laminasyonları ayakkabı sanayinde ve kemer, çocuk bezi, kişisel hijyen ürünleri gibi özelliklerde de kullanılmaktadır. Elbiselik kumaşlarda daha iyi esneklik ve dayanımın tercih edilmesiyle ve dahası yıkama ve kuru temizlemede laminasyonun bozulması ile ürün popülaritesini kaybetmiştir.

2.2.2.3 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 kararlığı 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.

Materyaller parçalı olarak çapraz bağlanırlar, ve eritme ve şekil vermeyle gerçek geri kazanım, enjeksiyonla kalıba dökmek için doğal polimerin dahil olduğu, ağırlıkça 10-15 % ile sınırlıdır. Diğer geri kazanım olanakları, inşaat uygulamaların için drenaj matları içersine köpük cipslerinin parçalaması ve ısıl bağlanmasını kapsar, ya da hacmi düşürmek ve yakmak için topaklanmasını. Poliolefinler yakıldığında ve diğer maddeleri yakmak için yakıt olarak kullanıldığında yüksek kalori değerine sahip olur, ancak dumanın işlenmesi gerekir ve poliolefin köpüğün FR çeşitleri, Bromine gibi, FR kimyasalları içerebilir. Poliolefin köpükler iyi çarpışma direncine sahiptir ve bagajda, kasketlerde, ayakkabı ve spor eşyalarında, ince koruyucu nesne ve omuz pedleri gibi, vatka ve ara elemanı olarak kullanılırlar [2].

2.2.2.4 PVC Köpük

PVC köpükler ise, kolay laminasyon yapmak ve üstün kaynama avantajına sahip olduğu için üretilirler. "Touch(tuşesi)" poliüretan köpüğe benzerdir [2].

2.2.3 Yapışkanlar

2.2.3.1 Yapışmanın Mekanizması

Dört tip mekanizma vardır. Bunlar; materyallerin birbirine mekanik bağlanması, polimer molekülü difüzyonunun ara yüzden geçmesi, elektrostatik kuvvetler ve son olarak da birleşen materyallerdeki atomlar ve moleküllerin, atomlar arası ve moleküller arası etkileşimleri örneğin yapışkan ve bir tabakası. Yapışkan, iki katmanı birleştiren bir vasıtadır. Son grup güçlü ve sürekli bağ üreten kimyasal bağları içerir. Mekanik bağlanma ve elektrostatik kuvvetler fiziksel bağlama mekanizmalarıdır [3].

"Islanma" geniş bir anlamda kullanılır ve bu sadece su ile ıslanma değildir, sıvı su bazlı yapıştırıcı, solvent bazlı bir yapışkan veya sıvı hotmelt yapışkan olabilir. Yüzey gerilimi ıslanmayı kolaylaştıran fiziksel bir özelliktir. Eğer sıvının yüzey gerilimi katının yüzey geriliminden büyük olursa sıvı yüzeyi ıslatmayacak ancak boncuk formunu alacaktır örneğin yüzeydeki küresel damlacıklar. Eğer katının yüzey gerilimi sıvının yüzey geriliminden büyük olursa sıvı, katının yüzeyine yayılacak ve ıslatacaktır. Kumaş söz konusu olduğunda yüzeydeki deliklerden dolayı biraz daha karışık olsa da aynı durumlar geçerlidir. Bu durumda (bitim işleminden sonra) lifin yüzey gerilimi ıslanmayı etkiler. Her kumaş, iplik ve lif bazı bitim kalıntılarına sahiptir. Aynı yüzey gerilimi, kumaşın su geçirmez veya iticiliğini belirleyecektir.

Florokarbon bitim işlemi kumaşa düşük yüzey gerilimi vereceğinden materyale su geçirmezlik veya iticilik kazandıracaktır. Yağ ve silikon bitim işlemleri de düşük yüzey gerilimi ve su geçirmezlik sağlar ancak bu bitim işlemleri yağ bazlı kirleticileri çeker çünkü da yağlar düşük yüzey gerilimine sahiptir [2].

2.2.3.2 Yapışkan Tipleri

Yapışkanlar su ve solvent içinde çözelti olarak ya da su da 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. Polivinil asetat oldukça pahalıdır ama su 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 materyallere karşı bir afiniteye sahip olmalıdır. Bunlar, önce ıslanmalı, kaplanmalı ve birleşen yüzeylere penetre olmalı, ve taşıyıcı sıvının buharlaşması ile katılaşarak kalıcı bağ oluşturması esasına dayanan mekanizmadır. 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. Tablo 2.2'de en çok kullanılan yapışkan tipleri karşılaştırmalı olarak verilmiştir [2].

Tablo 2.2: Yapışkan Türü Bilgileri

	SU BAZLI	SOLVENT BAZLI	HOTMELT
YAPISI	Eriyik ve suda dispersiyon	Çözeltide eriyik	Tanecik, toz, jel, ağ, film
AVANTAJ	• Alev almaz • Güvenli kullanım • Kolay temizlenir • Kolay depolanır • Düşük sağlık ve güvenlik problemi	• İyi tutunma • Hızlı kuruma • İyi su direnci • Yüzeyi kolay ıslatma	• Temiz • Gerekli kurutma yok • Duman yok • Hemen bağlanma • Kolay depolanma
DEZAVANTAJ	• Suyun uzaklaştırılması için yüksek enerji • İşlem yavaş olur • Düşük katı içeriği • Yıkama ve neme düşük dayanım • Yüzeyi ıslatması ve yayması zor	• Dumanı zehirli • Emisyon gerekli • Çevreye zararlı atıklar • Yasal gereklilikler • Dikkatlı depolama gerekli • Yangın riski • Sağlık ve güvenlik gereklilikleri	• İlk kurulum pahalı • Isı gerekli aktivasyon için • Yüksek operasyon kabiliyeti
FİYAT	• Ucuz	• Pahalı	• Tozlar; ucuz-normal • Ağlar; normal-pahalı • Filmler; pahalı-çok pahalı • Jeller; pahalı-çok pahalı

2.2.3.3 Solvent Bazlı ve Su Bazlı Yapışkanlar

Solvent bazlı yapışkanlar çevre dostu değillerdir, 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 iyi ıslatsalar da çok hızlı kururlar ve iyi kavrarlar. Solvent bazlı yapışkanların ömrü de su bazlılardan iyidir çünkü organik içerikler solvent içinde çözelti olarak kararlıdır su içindeki dispersiyonlara göre. Su bazlıların kullanımı daha güvenlidir ve daha az çevresel probleme yol açar [2].

2.2.3.4 Sıcak Eriyik Yapışkanlar

Sıcak eriyik yapışkanlar popularite 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 materyalin

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 penetre olmasına 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 (iki kimyasal karışıp birleşir ve poliolefin olarak tanılır), poliamid, polyester ve poliüretandır. Her birinin kopolimer tipi vardır ve geniş bir çeşitlilik içerirler, erime noktaları, yıkama ve kuru temizlemeye karşı dayanımları ve ısı dirençleri açısından. Poliolefinler en ekonomik olanıdır ancak düşük dayanıma sahiptirler. Poliüretanlar en pahalısıdır ama yumuşak, daha esnek ve mukavemetli laminasyan yapılabilir [2].

2.2.3.5 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. Bikomponent ya da çift taraflı film yapışkanlar da kullanılır ki her tip materyalin diğer her tip bir materyalle birleşmesine olanak sağlar. Film yapışkanları ile ortaya çıkan olası bir problem de aşırı gerilme boyunca eninde bir kayıp olmadan laminasyon makinesine filmin beslenebilmesidir. En kaybına ve kırışmaya 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 [2].

2.2.3.6 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 üretilebilir [2].

2.2.3.7 Poliüretanlar Yapışkanlar

Bu yapışkanlarlar 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, düseden ekstrüde ederek ve silindir baskı ile uygulanabilir. Oldukça az katkı maddesi ile güçlü bağlar oluşturduklarından dayanıklı, tuşesi iyi esnek laminasyonlar yapılabilir. Bu yüzden yıkanabilir giysiliklerde, koruyucu giysilerde ve araba koltuk örtülerinde kullanılır. Ancak bu yapışkanlar pahalıdır ve uygulamanın kontrolü ve tabakalara penetrasyonu kritiktir [2].

2.3 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 Press kullanarak laboratuar da modellenebilir.

Laminasyon tanımı iki materyalin birleşmesidir ve fiziksel özelliklerin modifikasyonunda her bir materyalin karekterisitiği rol oynar. Eğer bir bileşende sadece çözgü mukavemeti iyi diğerinin ise atkı mukavemeti iyi ise oluşan üründa 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 "çatlak"lardır. Çatlamaya aşırı miktarda kullanılan yapışkanlar veya alevle laminasyondaki aşırı köpük kullanımı neden olur. Laminasyon için kumaşın uygunluğu; çok esnek, iyi tutum ve örtmeye sahip lamine kumaş olmasıdır. Genelde yapışkan olarak üçüncü bir materyal kullanılır ancak bazen poliüretan köpüğün alevle laminasyonunda birleşen bir malzeme kendiliğinden yapışkan gibi davranabilir.

2.3.1 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 laminaslarında geniş biçimde kullanılmaktadır. Üç bileşen; yüz kumaşı, poliüretan köpük ve kaba kumaş laminasyon makinasına 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 makinada bu iki kere olur. Yakılan köpüğü denklemek 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 nonwoven malzemeye(poliüretan köpük yerine) mini köpük kullanarak, mesela 1-2 mm kalınlıkta, alevle laminasyon yapmak mümkündür. Köpük yapışkan tamamen yanar ancak bu tatmin edici değildir çünkü poliüretan köpük yerine nonwoven kumaş kullanılmasının amacı alevle laminasyon ihtiyacını gidermektir [2].

Makine ayarları ile kontrolü sağlanan alev sıcaklığı(hava/gaz oranı), yakma uzaklığı, silindirlerin gaz dağıtması ve hız, her kalite köpük ve lamine edilecek kumaş için optimize edilmelidir. Gaz alevin fiili sıcaklığı kullanılan gaza ve köpüğe uygulanacak alevin kendi pozisyonuna da bağlıdır. Belirlenen kalite kumaş ve köpük ile kararlı sonuçlar için aynı ayarlar kullanılmalıdır. İki tip farklı özellikte poliüretan köpük kullanılmaktadır, polieter poliüretan ve polyester poliüretan olmak üzere. Polieterin hidroliz dayanımı polyesterden yüksektir. Alev laminasyonla oluşturulan bağlanmanın hem fiziksel hem de kimyasal bir birleşme olduğuna inanılmaktadır ve nihai maksimum bağ mukavemeti oluşması için 12 saat kadar zaman gereklidir. Alev laminasyon ile kumaşın estetiğini bozmadan yüksek bağ mukavemetli esnek laminasyonlar üretilir. Araba koltuklarında lamine kumaşlardan istenen çatlama olmadan içbükey ve dışbükey eğriler oluşturabilmesidir. Giriş gerilimleri çok dikkatli kontrol edilmeli ve düzgün dağıtılmalıdır. Öncesinde düzenli bakım ve temizlik, bağlanma işleminde ise tetikte olma işlemin başarı olması için gereklidir. Tekli yakma boruları kül ile kapanabilir ve düşük bağ mukavemetli alanlar oluşmasına sebep olabilir ve yakıcıda küller birikerek sonunda kumaşa düşebilir. Alevle laminasyon işleminde iki poliüretan olmayan köpük malzemeyi birleştirmek için ısı ile aktive olan sıcak eriyik filmler de kullanılabilir mesela bir PVC filmi bir polyester kumaşa. Normal alevden küçük sadece bir yakıcı kullanılır. Poliolefin köpükler de belirli malzemelere lamine edilebilirler ve düşük işlem sıcaklığı gerektirirler. Bu işlemler poliüretan köpüğün alevle laminasyonundan çok daha temizdir [2].

Alev laminasyon işlemi son zamanlarda çevresel incelemeyi beraberinde getirdi çünkü bu poliüretanın yanması potansiyel toksin duman üretiyor. Alternatif metot 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 [4].

2.3.2 Sıcak Eriyik Laminasyon

2.3.2.1 Düz Yatak Laminatörler - Silindirler

Silindir prensibi, iki materyal bir sandviç gibi merkeze sıcak eriyik yapışkan film, ağ ya da toz ile birleştirilir. Bu sonra silindire beslenir, materyal 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 makinanın 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. Glue line(yapışkan madde hattı) sıcaklığı önemlidir, bu yapışkanın bulunduğu iki katın arasındaki sıcaklıktır, makine kontrol panelindeki sıcaklık değildir. Lamine edilen tabakaların kalınlığına ve makine hızına bağlı olarak ayar paneli sıcaklığı fiili 'glue line' sıcaklığından 20-30^{o}C yüksek olabilir ve belki sıcak eriyik yapışkan hala erimemiş olabilir. Glue line'daki sıcaklığı belirlemek için ısıya duyarlı kağıt kullanılmalıdır. Optimum ısıtıcı sıcaklığı, yükseklik ayarı, basınç ve hız ayarı denemelerle belirlenerek en uygun koşullarlarda maksimum hızda ticari üretim için istenen kalitede lamine kumaş üretilmelidir. Modern makinalar tüm proses şartlarını doğru kaydediyor ve bilgisayar kontrolü çalışıyorlar. Eğer şartlar çok hafifse yapışkan erimeyecek ve istenen bağ mukavemeti meydana gelmeyecektir. Eğer çok şiddetli olursa da kumaş görünümü sırlı, yassılmış katlı veya tekstüreli olarak hasarlı olacaktır. Erimiş sıcak eriyik yapışkanın viskozitesi önemlidir çünkü bağlanma sıcaklığında kat alanını kaplaması için akması katların birleşmesi gereklidir. Çok akış olursa kat boyunca sertleşmeye ve bazı durumlarda da yüzeyden taşmaya ve sonuçta zayıf bir bağlanmaya neden olur. Silindirler çok değişik dizaynlarda üretilmektedirler. Isıtma bölgelerinin yerleşimi, ısıtıcı düzenlemesi, bazılarında soğutma ünitelerinin içerde bazılarında dışarıda olması gibi. Silindir metodun dezavantajı sıcak eriyik yapışkanlara tabakalar aracılığıyla verilen ısının, tabakaya zarar verebilmesidir, özellikle tekstüre ya da katlı kumaşlara. Bu durum iki tabakanın, ikisi de sıcak, sıkıştırılarak bağ oluşturmasında daha da kötüleşir. Otomotiv tekstil endüstrisinde tekstüre polyester kumaş, nonwoven malzeme ve poliüretan köpük birleştirilerek oluşan malzemeler iyi ısı

yalıtıcılardır ve bu nedenle işlem oldukça yavaştır. Silindirlerde ya da diğer laminasyon makinalarında işleme konan kumaş ilk önce laminasyon işlemi boyunca maruz kalacağı sıcaklıktan yüksek bir sıcaklıkta ısıl dengeye gelmelidir. Kumaş yığını ya da kabaran yüzeyler lifin erime noktasının altındaki bir sıcaklıkta hasar görebilir. Polyester mesela, 73^{o}C civarında yumuşamaya başlar, o da yüksek basınç altında ancak fark edilir, basınç ne kadar yüksek ve uzun süreli olursa hasar o kadar fazla olur. Hem poliüretan köpük hem de nonwoven kumaş malzeme iyi ısı izolatörleridir ve hızlı ısı transferi için biraz sıkıştırma gereklidir. Poliüretan köpük iyileştirilebilir ama nonwoven kumaş olmayabilir- sıcaklık ve uygulanan basınca bağlı olarak- önceden kontrol edilmelidir. Çoklu besleme sistemi olduğu sürece her sayıda katlı malzeme birleştirilebilir ancak sınırlayıcı faktör hızda olacaktır çünkü ısının tüm katlara penetre olması, 'glue line'a ulaşmak ve sıcak eriyik yapışkanı aktive etmek zaman alacaktır. Genelde tercih düşük sıcaklıkta makine ayarıdır, materyal özelliklerini korur ama bu düşük üretim hızında olur veya yüksek sıcaklık ayarında yüksek üretim hızı verilir ancak bunda da kumaşa ya da diğer kata termal hasar riski vardır. Yüksek sıcaklıklarda tatmin edici olmayan sonuçlar üretilir nedeni termal şok, malzemenin çekmesi, yapışkanın çarpmasıdır. Uzun ısıtma bölgesi, düşük sıcaklıkta dereceli ve yumuşak ısıtma sağlar böylece bu problemlerin üstesinden gelinir ve makul üretim hızlarına olanak sağlar. Hafif ve yüzeye duyarlı malzemeler düzenli aralıklarda işaretlenerek kemerle birleştirilir. Birleşen kemerler kalite olarak değişiklik göstermesine rağmen sürekli kemerler daha pahalı olan birleşen kemerlere göre tercih edilirler. Düz yatak laminatör olarak anılan silindirler geniş olarak başlıklarda ve diğer tekstil otomotiv bileşenlerinde kullanılmaktadır, çünkü materyalin birçok katı, aralarında yapışkan tabaka bulunan, bir geçitle birleştirilir. Silindirlerin kullanımı oldukça düşük hızdan dolayı koltuk kaplama veya kumaş/köpük birleşimi işlemleri için yüksek hacimde alevle laminasyon için bir alternatif değildir. Silindirler yuvarlanmayan maddelerin laminasyonunda kullanılır, deri kaplama gibi, köpükle ve düşük ölçekte laminasyon üretilir. Gerçek düz yatak makinesi – az sayıda kavisli ısıtma yolları vardır- rijit materyal işlemede kullanılır. A4 boyutundaki parçalardan binlerce metreye kadar uygun numune hazırlama ve geliştirmede kullanılır [2].

2.3.2.2 IR Isıtıcı

Kızılötesi ısıtıcılar sıcak eriyik laminasyonda materyalleri ve yapışkanı sıkıca birleşmeden önce ısıtmada ya da ön ısıtmada yaygın olarak kullanılır. Isıtıcılar radayasyonu 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 saniye alır, ama bazı üreticiler 5 saniyede 66% çıktı alındığını iddia etmektedirler. Orta dalga boylu IR ısıtıcılar yaklaşık olarak 800^{o}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 materyalin rengine çok duyarlıdır. IR ısıtıcılara yakın çalışanlar dikkatli olmalı, kurutmak için alev alıcı solventler kullanılmamalıdır [2].

2.3.2.3 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 makinalarda kendini destekleyememektedir. Kaba kısmı lamine edildiğinde toz köpüğüm 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 materyal 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 denge zamanı(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 [2].

2.3.2.4 Kuru Toz Baskı (Nokta Toz)

Toz, baskı silindirleri kullanarak kuru baskı tekniği ile kumaşa direk uygulanır. Bu metod nokta toz (powder point) 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 doktor 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 [2].

2.3.2.5 Döner Ekran Nokta Baskı

Toz, bir döner ekran (ör:Stork aparatı) boyunca nokta baskı için bir hamur içinde karışır. Bu metodun faydası hafif, hassas malzemeler işlenebilir çünkü reçine döner ekranın rotası ile aynı hızla hareket eden tabakaya yerleştirilir. 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 nonwoven 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 ızgara(mesh) boyutu kararlaştırılmalıdır [2].

2.3.2.6 Yapışkan Patın Doktor Rakle ile Uygulanması

Bir viskoz hamurdaki ince yapışkan toz bileşiği doktor bıçağı kullanarak direk kaplama metodu ile uygulanabilir. Eğer hamur yapışkan 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 işe yarar [2].

2.3.2.7 Eriyik Baskı Gravür - Silindir

Bu proseste sıcak eriyik toz ve tanecikleri bir olukta eritilir ve ya ısıtılmış borulardan oluğa taşınır. Birçok makinedeki oluk bir doktor bıçağı tarafından oluşturulur, silindirlere karşı tutunmak için. Doktor 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. Nem çapraz bağlı poliüretan yapışkan bir davul taşıyıcıdan bıçak/oyuk a boruyla taşınır. Yapışkan eklenti; silindirin bıçak açısıyla, basınçla ve viskozite(tam olarak 3g/m^2) ile kontrol edilir ve yapışkan çeşitli nokta büyüklüğü ve deseni ile uygulanabilir. Yüksek eklenti 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. Tek silindir oturma kumaşları için eklenti bölgesini muhtemelen kaplayacaktır [2].

2.3.2.8 Sıcak Eriyik Şablon Uygulama

Sıcak eriyik eriyik yapışkanlar döner ızgara ekranı kullanarak da uygulanabilir. Izgara büyüklüğü ve deseni istenen bağ mukavemetinde ve tuşede bir laminasyon üretmek için kritiktir. Eriyik yapışkan viskozitesi ve sıcaklığı dikkat edilmesi gereken diğer faktörlerdir. Bu prosesin bir dezavantajı, yapışkanın ve ya ekranın değişeceği zaman makinenin temizliği için gereken durgun sürenin miktarıdır. Kumaşlara sıcak eriyik yapışkan uygulama için döner ekranlı birkaç operatör kullanabileceği düşünülmektedir [2].

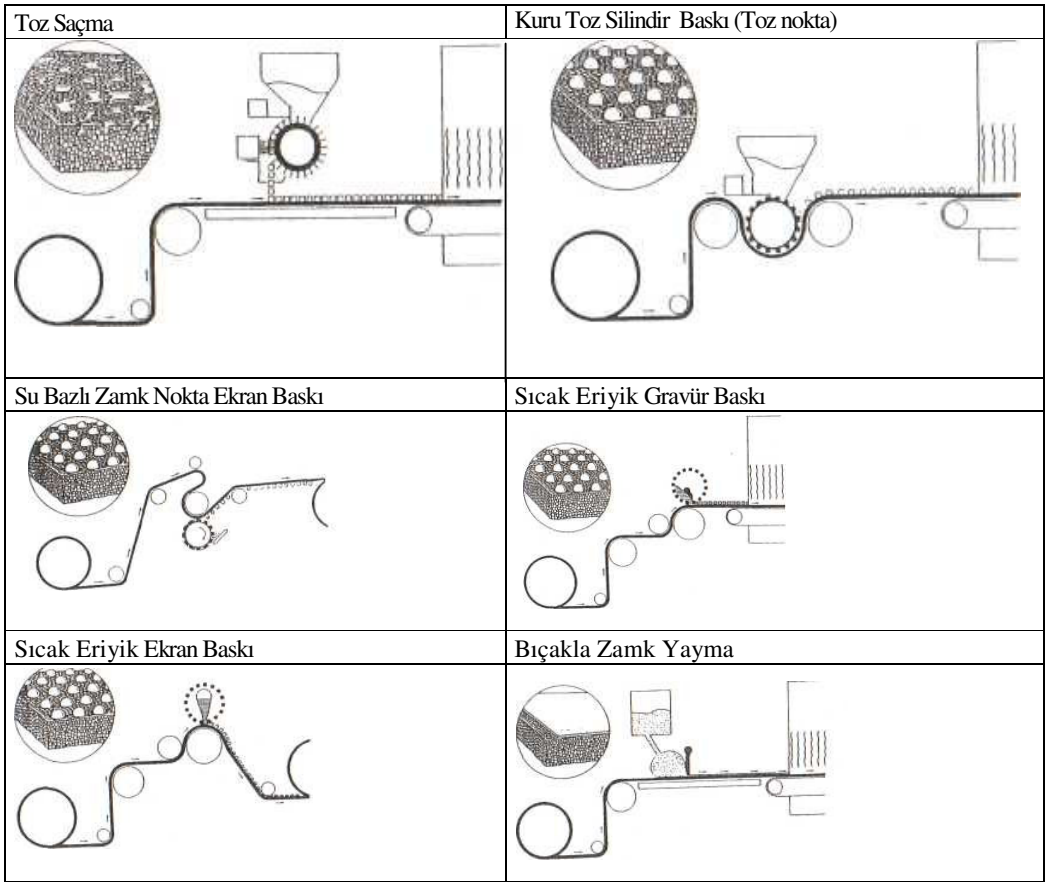
2.3.2.9 Yarık Kalıplı Ekstrüder

Pompalı bu tip 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 g/m^2 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 zaman, sıcaklık ve basınç dengesi gereklidir, doğru bağ mukavemeti, sert olmayan laminasyon ve yapışkan vizkozitesinin doğru olması için. Eriyik yapışkan tabakaların birine uygulanır, bir çift sıkıştırma silindirlerinin önünde ve ikinci malzemeyi tanıtmadan hemen önce. Bu metodun önemli avantajı laminasyon boyunca tabakaların kendileri ısıya maruz kalmıyorlar ve böylece kumaşın tekstüre ve kat estetiği için minumum zarar riski oluyor. Sıcak eriyik yapışkan kuvvetle tamamen çevrelendiğinden, nem korumalı poliüretan yapışkanlar minimum ön çapraz bağlanma riski ile kullanabilirler. 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. Bu proseste makine durma zamanının (down time) az olduğuna inanılmaktadır çünkü yapışkan sistem tarafından tamamen çevrelenmiş ve tüm parçalar ısıtılıyor. Nitrojen gibi durgun bir gaz kümesi yapışkanın erken çapraz bağını önlemek için gereklidir, durgun zamanda. Son çıkan yapışkanlar da bu gerekli değildir [2].

2.3.2.10 Sprey Uygulama

Sprey uygulamada problemler; homojenlik ve uygulamanın kesinliği, kumaş tabakanın penetrasyonu, 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 katı türleri. Pratikte, ancak, sıcak eriyikler önceden katılaşmaması ya da kavrulmaması için pahalı aparatlara ihtiyaç vardır, solventlerin alev alma problemi vardır, su bazlı yapışkanlar ise ticari hızlarda kurumayabilirler. Son zamanlarda reaktive poliüretan yapışkanlar geliştirildi, düşük eklenti seviyesinde yüksek bağ mukavemeti sağlayan. Nem korumalı poliüretan yapışkanlar çapraz bağlanma için yüksek sıcaklığa ihtiyaç duymazlar, jel kıvamında bulunurlar ve nerdeyse 100% katı içeriğe sahiptir [2].

Bazı hotmelt yapışkan uygulama yolları Şekil 2.1'de gösterilmektedir.

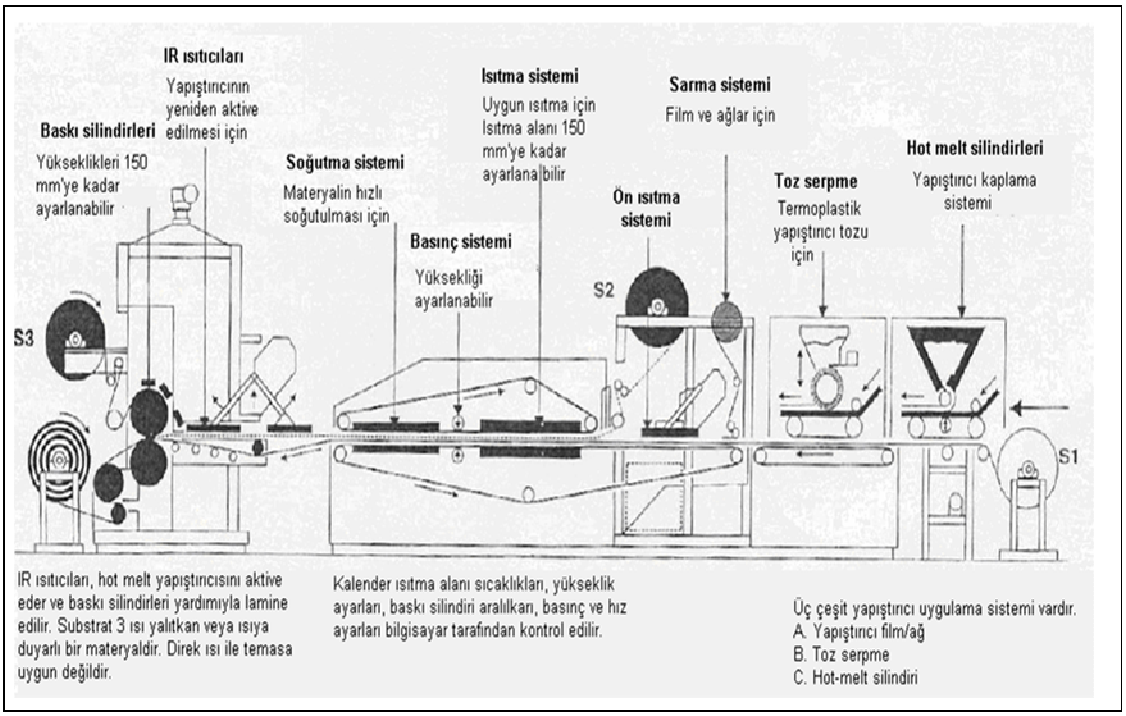


Şekil 2.1: Sıcak Eriyik Yapışkan Uygulama Metotları

2.3.3 Farklı Metotların Karşılaştırılması

Tüm laminasyon metotlarında, tabakalar laminasyon başlığına iletilir, burda düz bir şekilde birleştirilir, serbest gerilimli boyutsal kararlı laminasyonlar üretilmiş olur. Kolay esneyen poliüretan köpükle hafif kaba örme kumaş için bu durum kolay değildir, özellikle de uygun bir ticari işlem için gerekli laminasyon hızında. Laminasyon kritik bir işlemdir ve tutarlı gerilim ve ayar özelliklerinde (kalınlık, bağ mukavemeti ve doğru panel kesimi için düz şekilde yayılması) tam bir kontrol yürütülmelidir. Makine besleme ve sarım üniteleri de laminasyon ünitelerinin kendisi kadar önemlidir. Laminasyonun işlem durmadan (yüz kumaş, köpük ve kaba kumaş birleşip rulo yapılırken) ticari hızlarda devam etmesi için, dikkatli bir tasarım ve kurulum gereklidir. Bu lojistik malzemeler tüm laminasyon metotları için ortaktır. Kumaş yüzey geometrisi, işlem durumları, işlenecek hacim, uygun teçhizat ve kişisel beceri hepsi sıcak eriyik uygulama metoduna katkı sağlar. Tüm sıcak eriyik işlemlerindeki temel problem ikinci materyal tanıtılmadan önce sıcak eriyik yapışkanın havada yapışkanlığını kaybetmesine neden olan hızlı soğutmadır. Bu özellikle, ısısını çevresine çok hızlı veren küçük tekli parçacıklar halinde olan toz yapışkanlarla ilgilidir. Küçük ikinci bir ısıtıcı, bir IR çubuk ya da küçük seramik ısıtıcı çubuk birleşmeden önceki bu açık zamanda ekstra bir ısı sağlamak için kullanılır. Yapışkan maliyeti, enerji tüketimi, proses hızı, temizlik ve bakım için harcanan süre, değişik kalitede üretim, eleman sayısı, köpüğün yanması ve kalınlığın düşmesi dikkate alınması gereken parametrelerdir. Duman azaltma ve ikinci kalite malzeme üretim maliyeti-kurulum ve işlem maliyeti- dikkate alınmadı. Diğer yardımcı öğeler kapsama alındı; depolama kolaylığı, özellikle yanıcı solvent yapışkanlar, davul(tambur) boşaltma aparatları, sıcak eriyik ekstruder ve pompalar. Su bazlı yapışkanları kurutmak için gerekli yüksek enerji hesabı da dikkate alınmadı. Yanıcı solvent yapışkanlar için gerekli yüksek sigorta primi ihmal edilmedi. Yüksek üretim miktarı için poliüretan köpük içeren alev laminasyon emisyon kontrolü maliyeti yüksek olmasına rağmen hala en ekonomik yoldur. Alev laminasyonda en önemli faktör yanan köpüğün maliyetidir. Kaliteli köpükler, çok yoğun tipler ve bunları yakmak için gerekli maliyet sıradan sıcak eriyik köpüklerden çok pahalı olabilmektedir. Alternatif metotlardan, gravure roller ve yarık kalıplı ekstrüzyon yüksek hacimde üretim için mesela araba koltuğunda, en uygunu gibi görünmektedir. Gravure roller ekipmanı maliyeti yarık kalıplı ekstrüderden daha ucuzdur ancak

eklenen yapışkan kontrolü ikinci metotta daha kolaydır. Çok amaçlı bir laminasyon alanının şeması Şekil 2.2'de gösterilmektedir [2].



Şekil 2.2: Üç Tabakalı Çok Amaçlı Bir Laminasyonun Şematik Gösterimi

2.4 Lamine Kumaş Ürünleri

2.4.1 Koruyucu Giysiler

İster spor ister iş için kullanılsın elbise için temel gereksinim fiziksel ve psikolojik rahatlıktır. Özetle, giysi; hafif olmalı, vücut hareketlerini kısıtlamadan esnek olmalı, kullanıcı için doğru renk, ebat ve tasarımda olmalı ve terin geçmesi için minimum sıkılıkta olmalıdır. Son olarak tabi ki istenen korumayı sağlamalıdır. Koruyucu giysiler insan vücudunu güneş, yağmur, rüzgar, kimyasallar, ısı ve ateş, biyolojik maddeler, mikroplar, erimiş metaller, darbe, keskin kenarlar, ani voltaj yükselmesi gibi durumlardan korumak için kullanılır. Otoyol işçilerinde yüksek görülebilirlik, askeri üniformalarda düşük görülebilirlik önemlidir. Nefes alabilir su geçirmez malzemeler ısıl konfor için geliştirilirler. Giysi yukarıdakilere ek olarak, kolay yapılabilir, ucuz, giyildiğinde dayanıklı olamalı, yıkanabilir ve depoda bozulmamalıdır. Bu özelliklerin hepsi ve ya çoğu pazar ihtiyacına göre giyside bulunmalıdır.

2.4.1.1 Elbiselik, Serbest ve Spor Koruyucu Giysi

Genelde insan vucudunu rüzgar ve yağmura karşı korurlar. Koruma derecesine göre bunlar üçe ayrılır. Birincisi en düşüktür, hafif sağanak yağmur geçirmez (showerproof). İkincisi yoğun hava koşullarına karşı olan yağmur itici (rain repellent, rainproof, stormproof, wheatherproof). Son olarak en yüksek koruma olan su geçirmez [5].

Kuru kalmak önemlidir, hem konfor hem de sağlık açısından. Islak kumaşın ısıl yalıtım özellikleri düşüktür çünkü kalınlık azalır ve suyun ısı iletimi havadan yüksektir. Sugeçirmezlik sadece malzemeye değil nasıl yapıldığına da bağlıdır. Isı ve basınçla sıcak eriyik maddesi kullanarak en iyi sonuç alınır.

2.4.1.2 Nefes Alabilir Su Geçirmez Malzemeler

Poliüretan, PVC ya da kauçuk kaplama kumaşlar su geçirmezdirler ancak nefes alamazlar. Mesela vücudun soğuması için terin geçişine izin vermezler. Ter yoğunlaşarak giysinin ıslanmasını sağlar. 1970 lerde WL Gore, yüksek derecede nefes alabilen ve aynı anda su geçirmez özellikte olan Gore-Tex maddesini tanıttı. Gore-Tex PTFE film olup bir inçte dokuz milyon delik vardır. Bu delikler bir su damlasından 20.000 kat daha küçük ama bir su molekülünden 700 kat daha büyüktür. Böylece sıvı suyun geçmesi için çok küçük ama su buharı molekülünün geçmesi için yeterli genişliktedir. Ancak çok pahalı bir maddedir ve gelecekte benzer alternatiflerinin geliştirileceğini düşünebiliriz. 1970 lerin sonunda AKZO, Sympatex polyester film mateyali ile katı film tipi üründe ticari bir başarı yakaladı. Kısa bir süre sonra da Porvair, Porelle markası ile mikrogözenekli poliüretan filmi geliştirdi. Daha sonrasında çok sayıda yeni ürün geliştirildi. Bir tartışma da nefes alabilirlik için hangi test metodunun kullanılması gerektiğinde çıktı. Her firma kendi ürününün en iyi sonucu verdiği test metodunu benimsedi. Bu karışıklığı önlemek için BSI (British Standarts Institute) bir standart belirletti, BS 7209; 1990. iki tip nefes alma mekanizması vardır; birisi mikro gözenekli film diğeri katı(hidrofilik) film buna bazen monolitik film de denir. Bu yeni materyaller dış spor giyiminde oldukça popülerlik kazandı. Yüz kumaşa lamine edilip iki katlı kullanıldığı gibi, ilave bir kaba kumaşla üç katlı olarak da kullanılabilirler ki bu filmi korumaya yöneliktir. Genellikle bu üçüncü kat açık ağ yapıda örme kumaş olmaktadır, böylece terin geçişine izin verir. Nem ve yoğuşma olayı kumaş için önemlidir. İki katlı

laminasyonlar üç katlılara göre daha yumuşak ve esnektirler. Düşük gramajlara sahip kumaşlar kullanarak bu özellikler sağlanmaktadır. Su geçirmez nefes alabilir membranlar ayakkabı, eldiven ve çorap üretiminde kullanılmaktadırlar. Bir diğer su geçirmez nefes alabilir tür de kapalı dokuma kumaşlardır. Bunlar kaplama ve laminasyondan farklı olarak nefes alması için aralıklar vardır. Islandığında ise pamuk şişer ve boşluklar kısmen kapanarak suyun geçişine izin vermez. En iyi bilineni Ventile materyalidir, İngiliz ordusu için ikinci dünya savaşında geliştirilmiştir. Sadece 20 dakika kadar yağmuru geçirmez, uzun süreli etkisi yoktur. Islanınca çok şişmemesine rağmen, polyester mikrofiberden sıkı dokunmuş kumaşlarda da benzer prensip vardır. Bu tip kumaşlar rahat, yumuşak, esnek, kaplama ve lamine kumaşlara göre hışırtısızdır [2].

Su geçirmez nefes alabilir kumaşlara Bölüm 2.6' de ayrıntılı olarak yer verilecektir.

2.4.1.3 Endüstriyel ve Özel Koruyucu Giysiler

Bunlar iş kıyafeti, spor ve serbest kıyafetlerdir. Spor ve serbest kıyafetlerde estetik ve moda etkili olurken iş kıyafetinde fiziksel ve mental rahatlık, güvenlik ön palandadır. Kimyasallara, ateşe, ısıya, radyasyona, biyolojik maddelere, keskin kenar gibi mekanik etkilere karşı koruma için özel giysiler kullanılmaktadır. Bu kullanımlar için temel faktörler:

- Rahatlık; fiziksel ve psikolojik nedenler olan ısıl rahatlık, tuşe, deriye temas duyarlığı, estetik görünüm, tasarım, renk, moda, önyargılar, doğru boyut ve uygunlukta olması.
- Teknik faktörler olan; performans, temizlenebilirliği, depolama ve atılabilirliği.
- Üretim ve ticari faktörler olan; kullanılabilirlik, fiyat, üretim kolaylığı, kesim dikim panoları, verimli dikiş, üretim, depolama, dağıtım masrafları.

PVC ucuzluğundan dolayı en çok kullanılanıdır. Özel amaçlı koruyucu giysilerde Noeprane, nitrile rubber, butyl rubber ve Viton da kullanılmaktadır. Temel kumaşlar polyester ve naylondur. Sıcak iklimlerde rahatlık için pamuk ve polyester/pamuk karışımları da üretilmektedir. DuPont'un yüksek yoğunluklu polietilenden bir spunbond nonwoven olan Tyvek ürünü bariyer koruma özelliği ile değişik uygulamalarda kullanılmaktadır. Bazı Tyvek ürünleri 75cm civarında ön Hydrostatic

head'e sahiptir, ayrıca asitlere ve bazlara karşı da dayanıklıdırlar. Amerika'da itfaiye elemanı giysileri de üç katlı materyalin laminasyonu ile oluşur. Dış tabaka aramid veya karışımı kumaş, orta kat nem, buhar ya da tahriş edici sıvılara karşı bariyer ve iç tabaka da ısıl yalıtım maddesidir aramid, yün keçe gibi. Orta tabaka naylona lamine edilmiş bir Gore-Tex filmidir. DuPont'un Mylar isimli polyester filmin alüminyum ile kaplanarak elde edilen ürünü kumaşta iyi sonuçlar gösterir, yayılan ısıyı 90% yansıtır. Isıl yalıtım malzemenin kalınlığına ve keçenin iyi hacim sağlamasına bağlıdır [2].

2.4.1.4 Yüksek Görülebilirliğe Sahip Giysiler

Günışığı ve florasan altında parlayan pigmentler içeren filmlerin kumaşlara lamine edilmesiyle kumaşa karanlıkta bile parlayabilen yüksek görülebilirlik sağlarlar. İtfaiye işçileri, polisler, motor yolu çalışanları, koşucu ve bisiklet sürücüleri de bu özellikte giysiler kullanmaktadırlar.

2.4.1.5 Uzay Giysileri

2.4.2 Endüstriyel ve Fonksiyonel Ürünler

• *Giysi Astarları*: Bunlarda genellikle sıcak eriyik yapışkanlar kullanılır. Yaygın olarak polietilen, poliamid ve polyester lifler kullanılır. Polivinil asetat, PVC de kullanılmaktadır.

▪ *Muşamba Çadırı(tarpaulins):* Bunlar; kamyon gibi araçların römorklarını kaplayan çadır kumaşlarıdır. 100-1000g/m^2 aralığındadır. Dokuma kumaşlara ek olarak örme kumaş denemeline de başlanmıştır.

▪ *PVC olmayan muşambalar ve kaplamalar*: Bunlar; genelde polietilenden üretilen ambalaj, kaplama ve torba ve balyalamada kullanılmaktadır. 4 metre genişliğe kadar üretilebilirler ve gerektiğinde yok edilmesi de kolay olan malzemelerdir. Aşınmaya, yırtılmaya karşı dayanımı ile nefes alabilirlik ve antistatik özellikler üzerine gelişmeler de devam etmektedir.

▪ *FIBCs(esnek hacimli kaplar(container) ve hacimli çantalar):* Bunlar 100 kg a kadar kapasiteli torbalar ve 1500 kg a kadar kapasiteli konteynırlardır. Bunlarda polipropilen dokuma iplikleri kullanılır, önceden polyester de kullanılmaktaydı. Temizlemesi zor ve üretimi ucuz olduğundan tek kullanımlıktırlar.

• *Emniyet Kemerleri*

• *Sıcak Hava Balonları ve Hava Gemileri*

• *Yazıcı Örtüsü*: Üç kat dokuma kumaşın kauçuk bileşimlerle birleşmesinden meydana gelir.

• *Sergi Panosu Örtüsü*: Kabarmış örme kumaştan yapılır.

• *Geomembranlar*

• *Geotekstiller:* Drenaj, filtre, ayırma, takviye elemanı olarak kullanılır. Suya karşı bariyer olarak da kullanılır [2].

2.4.3 Otomotiv Uygulamaları

Her bir araç 20 kg kadar teknik tekstil malzemesi içermektedir. Bunların içersinde laminasyon ürünleri de vardır. Koltuk kaplama, kapı panelleri, başlıklar, kemerler, lastikler vs.. özellikle 1990 lardan sonra araba iç döşemeleri önem kazandı, estetik, konfor ve dayanım için. Düşük fiyat, hafif ağırlık(enerji kazancı), verimli geniş yelpazede üretim tekniklerine uygunluğu önemlidir. Üreticiler geri dönüşebilir ve doğal liflere yönelmiş durumdadırlar [2].

• *Koltuk Kumaşı:* 90%'ı polyesterdir, çünkü yüksek performansı düşük ücrete karşılar. Camdan gelen UV radyasyona karşı dayanıklıdır. Yün ya da yün/polyester de kullanılır. Tüm kumaşlar poliüretan köpükle kaba kumaşa lamine edilmişlerdir. Bu üç kat lamine kumaş, yumuşak bir tuşeye sahiptir ve kırışıklıklığı önler. Alttaki kaba kumaş örmelerde esnekliği sağlarken, hafif dokumalarda önemli olan dikiş mukavemetini de artırır. Kaba kumaş genellikle örme naylon ve ya polyesterdir. Koltuk kumaşında; Pile dokuma kumaşlar ile velur örme kumaşlar en çok tercih edilenlerken, deri ve sentetik deri kullanımı da gittikçe artmaktadır.

• *Koltuk Kaplama Malzemeleri(örtüler):* Aşınmaya dayanımlı, ışığa ve UV radyasyonuna dayanım önemli. Alevle laminasyon ile üretilmektedir. Poliüretan köpük kullanarak, tek proseste, hızlı ve ekonomik olarak. 30m/dak gibi bir hızla yapılır. Ancak dumanın kontrol edilmesi gerekir çevresel etkileri için, bu yüzden alternatif üretim metotlarının kullanılması gerekmektedir.

• *Araba Başlıkları, Astarları*: Yedi ve daha çok bileşenin lamine edilerek biraraya gelmesiyle oluşur. Her bir tabakanın farklı bir özelliği vardır, başlıca ses ve titreşim

olmak üzere. Kumaş olarak nonwovenlar örmenin yerini almaktadır; düşük ücret, düşük çekme, ama yüzeyi derin çiziklere izin verir.

• *Diğer İç Kaplamalar(yerler, kapı panelleri.)***:** Kapı kaplama, raflar, yerler, kol koyma ve kafa yaslama yerleri,

• *Hava Yastığı ve İlgili Ürünler, kafa koruması için yükselebilir perde*

• *Başlık astarı*: Amaç motor gürültüsünü azaltma ve nemi içeri çekme.

• *Tekerlek kavis astarı*: Polyester ipliğinden örme kullanılarak hafiflik de sağlanır.

• *Araba Halıları*: Estetiklik yanında ses ve titreşim kontrolü de sağlar. Her bir araçta 3,5-4,5 kg halı vardır.

• *Ses Yalıtımı ve titreşim kontrolü*: Yoğunluk, hava gözenekleri ve kalınlık etkili rol oynar, ses dalgasının frekansı da ilgilidir.

• *Sürücü Kemeri***:** Bu da birçok katmandan oluşur

2.4.4 Deniz Uygulamaları

• Şişme botlar

• Deniz güvenlik ürünleri, can yelekleri, gölgelikler, kişisel yüzme araçları

• Deniz uçağı yanları

• Yelkenler

2.4.5 Binalar ve İnşaat

• Çadırlar

• Tente, Güneşlik

• Çatı kaplama malzemeleri

2.4.6 Evle İlgili Ürünler

Bunlar formaldehit açığa çıkarmayan ve deriyi tahriş etmeyen olması gerekir.

• Döşemelik mobilyalar; FR özellikte, renk ve ışık haslığı, lekelenme haslığı önemlidir.

• Yatak örtüsü, minderi

- Yastık yüzü, Yorgan
- Duş perdesi; su geçirmezlikten ziyade yağmur dayanımı testi gerekir.
- Güneşlik ve Perde Astarı
- Bebek bezi kumaşı
- Ütü sehpası kaplaması
- Halılar

2.4.7 Tıbbi Kullanımlar

- Koruyucu kullanımlar; örnek, tek kullanımlık Kimberly-Clark tarafından üretilen laminasyonlar, su geçirmez nefesalabilir filmlerle.
- Yatak örtüleri
- Sağlık bakım maddeleri; tek kullanımlık, atılabilir ama tekrar kullanılabilen ve yıkanabilen tiplerde üretilmektedir.

2.4.8 Askeri Kullanımlar

- *Koruyucu giysiler:* NBC(nükleer, biyolojik ve kimyasal) savaş giysileri, kötü hava giysileri(yağmur, rüzgar, soğuk..), elektromanyetik koruyucu özel tasarımlar.

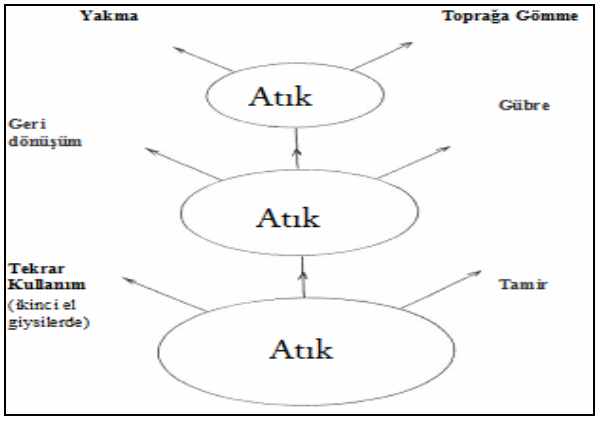
2.4.9 Diğer

- Şerit örme ürünleri, doğal deri, yapay deri ve süetler

2.5 Laminasyonun Çevreye Etkisi

Tüm insan aktivitelerinde olduğu gibi laminasyonunda 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 materyal ve üretim metotlarına başvurulmalıdır. Solvent bazlı yapışkan spray 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 çok yaygındır. Alev laminasyon dumanı gözlenmekte ve etkili metotlarla muamele edilmektedir, gerekirse karbon soğurma teknikleri ile. Birçok

Eko etiketleme sistemi vardır. “Blue Angels” Almanya’da, “White Swan” İskandinav ülkelerinde, “Green Seal” Amerika’da. Öko-Tex etiketi, Tekstil Ekolojisi alanındaki Almanya’daki Hohenstiein Institute ve İngiltere’deki BTTG (The British Textile Technology Group)’yi de içeren uluslararası araştırma ve test birliğinin çatısı altındadır. ELV(end of life vehicles) terimi, otomobil parçalarının geri dönüşümünde kullanılır. Araba oturma 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 nonwoven, örme kumaş (spacer fabric, yün/polyester karışımı) kullanılır. Polyester yüz kumaşı geri dönüşüme uğrayıp nonwoven 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. 1990’lı yıllarda PURRC (Poliüretan Recylcle and Recovery Council of the (American) Society of the Plastics Industry). Amerika’da köpüğün geri dönüşümü ve yeni ürünlerde kullanımı için, mesela halı takviyesinde, bir pazar bile mevcuttur. ISOPA (The European Isocyanate Producers’ Association) avrupada geri dönüşüm konusunda duyarlılık göstermektedir. Bazı otomobil koltuk üreticileri köpük kullanımını geri almış durumdadır. Lamine kumaşların geri kazanımları kolay değildir çünkü en az iki madde çok sıkı şekilde bağlıdır. Bu uygulamalarda kullanılan bazı kimyasallar zararlıdır ve özellikle giyimde, ev tekstilinde ve otomotiv uygulamalarında kullanılması yasaklanmıştır. Endüstriyel koruma amaçlı uygulamalarda ise az miktarda olması koşuluyla izin verilmiştir. Şekil 2.3’de atık kullanımı ile ilgili bir diyagram gösterilmiştir [2].



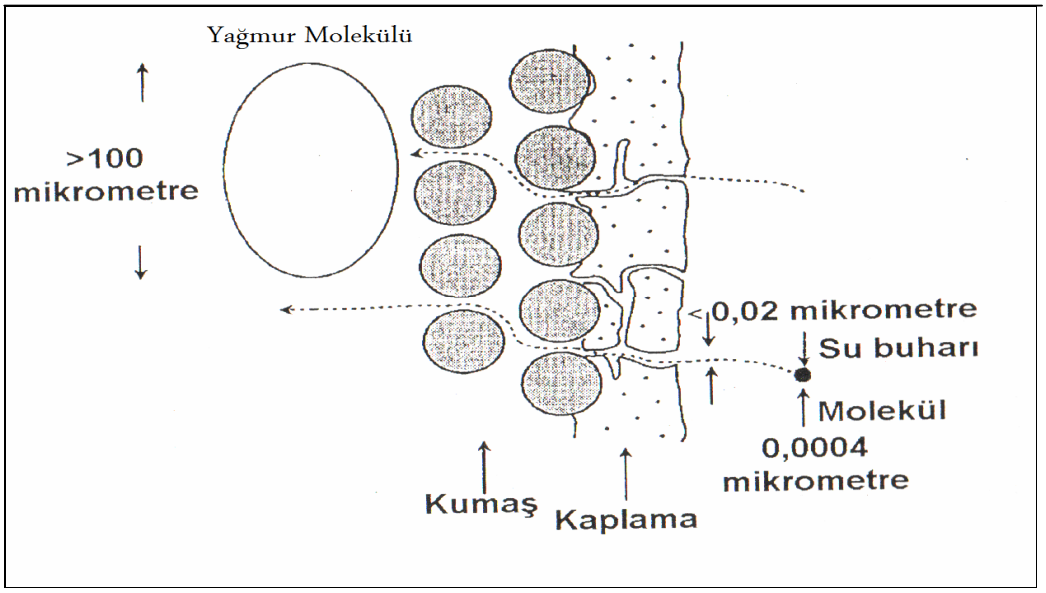
Şekil 2.3: Atık Kullanımı

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

2.6 Su Geçirmez Nefes Alabilir Kumaşlar

2.6.1 Genel Bilgi

Su geçirmez, nefes alabilen kumaşlar; yağmur, rüzgar gibi hava şartlarına ve vücudun ısı kaybına karşı koruma sağlayan giysilerde kullanım için dizayn edilmiştir. Hava şartlarına karşı koruma sağlayan giysiler binlerce yıldır kullanılmaktadır. Bu amaçla kullanılmış ilk materyal büyük olasılıkla deri idi fakat tekstil kumaşları da uzun zamandır bu amaçlı kullanılmaktadır. Su geçirmez kumaşlar, su itici (ya da duşa dayanıklı) kumaşların aksine sıvı suyun penetrasyon (geçiş) ve absorpsiyonunu (emilme) önlerler. Geleneksel olarak kumaşlar kontinü, su geçirmez, esnek bir materyal ile kaplanarak su geçirmez yapılırdı. Kullanılmış ilk kaplama materyali hayvani yağ, wax ve katılaştırılmış bitkisel yağlardı. Şimdileri ise polivinil klorür (PVC) ve poliüretan gibi sentetik polimerler kullanılmaktadır. Kaplanmış kumaşlar oldukça sert olmalarından ve terleme buharının çıkışına izin vermediklerinden dolayı su itici kumaşlara göre giyim açısından daha rahatsız olarak düşünülür. Su itici kumaşların giyimi daha rahattır fakat bunların da suya dayanım özellikleri kısa sürelidir. Nefes alabilir terimi kumaşın aktif olarak havalandığını vurgular. Nefes alabilen kumaşlar halen sıvı suyun penetrasyonunu önlemelerine rağmen, su buharının difüzyonuna pasif olarak müsaade ederler. Şekil 2.4 de bu durum gösterilmiştir. Cilt tarafından üretilen su buharı, vücut sıcaklığının korunması için faydalıdır. Vücudun normal iç sıcaklığı 37°C dir ve cilt sıcaklığı da şartlara bağlı olarak 33-35°C arasındadır. Eğer vücut iç sıcaklığı 24°C ve 45°C arasındaki kritik limitlerin dışına çıkarsa ölüm olur. 34°C ve 42°C'lık dar limitler kişide yön bilinçsizliği ve titreme gibi kötü etkilere sebep olabilir. Eğer bu duruma maruz kalan kişinin geçmişten gelen riskli bir durumu mevcut ise ya da riskli bir iş ile meşgul ise durum hastalık ile sonuçlanır [7].



Şekil 2.4: Su Geçirmez Nefes Alabilen Kumaş Diyagramı

Fiziksel aktiviteler esnasında vücut duyarsız terleme üreterek kısmen soğutma yapar. Eğer su buharı, çevreleyen atmosfere kaçamaz ise giysi içindeki küçük alanlı iklimin bağıl nemi artar, bu durum da izole havanın termal iletkenliğinin benzer şekilde artmasına sebebiyet verir ve giysi rahatsız edici olur, durum hipotermia ile sonuçlanabilir. Örneğin fiziksel aktivite durduğu zaman vücut iç sıcaklığında düşme olur. Eğer ter buharlaşamaz ise ve sıvı ter (duyarlı terleme) oluşursa vücut soğumaya karşı üretilen ısı ile aynı oranda korunur; fiziksel aktivite esnasında ve vücut iç sıcaklığının artması ile hipothermia oluşabilmesi buna örnektir. Çeşitli aktiviteler esnasında; vücudun sıcaklık kontrolünü yeterince sağlayabilmek için gerekli ısı enerjisi ve terleme oranlan Tablo 2.3 'de verilmiştir. Bu tabloda uyumadan itibaren maksimum iş gücüne kadar belirtilen bilgileri gösterilmektedir [8].

Tablo 2.3: Çeşitli Aktiviteler Sonucu Oluşan Isı Enerjisi ve Bununla Orantılı Terleme Oranları

AKTİVİTE	**Güç (Watt)**	**Terleme oranı (g / gün)**
Uyumak	60	2280
Oturmak	100	3800
Yavaş yürüyüş	200	7600
Hızlı yürüyüş	300	11500
Hafif yük ile	400	15200
Ağır yük ile	500	19000
Ağır yük ile dağ yürüyüşü	600-800	22800-30400
Maksimum güç	1000-1200	38000-45600

Eğer vücuttan psikolojik olarak gereksinim duyulan sıcaklıkta kalması beklenirse; giysi, Tablo 2.3'de gösterilen aktivite şartlarının altındaki oranlarda terden su buharının geçişine izin vermek zorundadır. Kumaşın, su buharının geçişine izin verme kabiliyeti yaygın bir şekilde nefes alabilirlik olarak bilinir. Bu özellik daha bilimsel bir şekilde su buharı geçirgenliği olarak belirtilmelidir. Terleme oranları ve su buharı geçirgenliği genellikle bir gündeki gram ve bir gündeki m^2 deki gram şeklindeki birimler ile anılmasına rağmen maksimum iş gücü çok kısa bir zaman için tespit edilmiştir.

Fiziksel aktivite esnasında fazla vücut ısısı asıl olarak terin buharlaşmasıyla kaybedilirken, istirahat esnasında ekstra vücut ısısının tümü iletim ve ışınım yolu ile kaybedilir. Vücudun güç işlere dayanma süresinin kumaşın su buharı geçirgenliğindeki azalmayla orantılı olarak lineer bir şekilde azaldığı bulunmuştur. Aynı zamanda buhar bariyerli bir giysiyi giyen bir deneğin maksimum performansının aynı fakat buhar bariyersiz giysiyi giyen deneğinkinden %60 kadar daha düşük olduğu gösterilmiştir. Hatta su buharı geçirgenliğinde küçük varyasyonlar gösteren iki takım giysiyi giyenlerin performansları arasındaki farkın önemli bir boyutta olduğu da gösterilmiştir [9].

İtfaiyeciler arasındaki meslek hastalıklarının en yaygın sebeplerinden biri, ter oluşumu için gerekli vucut sıvısı kaybının sebep olduğu ısı geriliminden dolayı oluşan kalp krizidir. 1982 Amerika yangın ölümleri istatistiğine göre, yangın ölümlerinin %46,1'i kalp krizi sonucu ölüm olup yalnızca %2,6'sı yanarak ölümdür. İtfaiyeciler yangına yakın yerde oldukları zaman saatte yaklaşık 4 litre (4000g) kadar sıvı kaybederler [10].

Su geçirmez nefes alabilen kumaşlar; giysinin içerisindeki su buharının atmosfere çıkışına imkan sağlarken, sıvı suyun giysinin dışından içine penetrasyonunu önlerler.

Tablo 2.4'de bazı su geçirmez, nefes alabilen kumaşların uygulama örnekleri gösterilmiştir [7].

Tablo 2.4: Su Geçirmez Nefes Alabilen Kumaş Uygulamaları

İş dışında kullanılan tekstiller	İş için kullanılan tekstiller
Dayanıklı, kötü hava şartlan için: Anoraklar, yağmurluklar, sırt çantaları, slopetler, şapkalar, eldivenler, tozluklar	Kötü hava şartları için: Koruyucu giysiler, özel koruyucu askeri giysiler, temiz oda giysileri, cerrahi giysiler, hastane örtüleri, yatak ve koltuk örtüleri, özel brandalar, paketleme, bandaj, filtrasyon malzemeleri
Hava şartlarına karşı şık koruyucular: Yağmurluk, kayak giysileri, golf takımları, yürüyüş botu astarlan, panelleri ve ara ekleri, spor ayakkabı astarlan, panelleri ve ara ekleri	Ev ve taşımacılık için: Alerjik olmayan yatak takımları, araba örtüleri, gemi perdeleri, uçaklardaki kargo paketlemeleri

2.6.2 Su Geçirmez Nefes Alabilen Kumaş Çeşitleri

• Sık dokunmuş kumaşlar

• Membran

• Kaplama

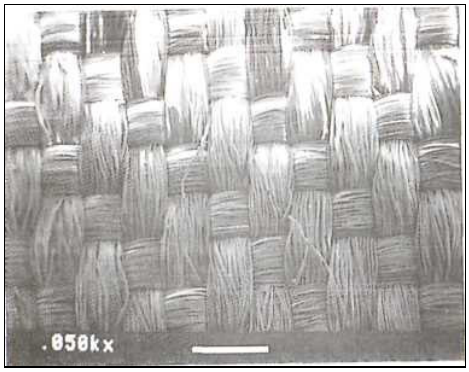
2.6.2.1 Sık Dokunmuş Kumaşlar

İlk efektif nefes alabilen, su geçirmez kumaş; Ventile olarak bilinen 1940'lı yıllarda askeri amaçlı olarak geliştirilmiş kumaştır. Uzun stapelli pamuğun en iyi tipi seçilir ve böylece lifler arasında çok küçük boşluklar kalır. Pamuk, penye iplik şeklinde işlenir ve sonra bükülür. Böylece düzgünlük artar ve liflerin iplik eksenine mümkün olduğu kadar paralel bir şekilde yerleşmesi sağlanır bu sayede suyun girebileceği büyük gözenekler bulunmaz. Çözgüdeki iki ipliğin beraberce hareketi ile düz dokunmuş bir yapı olan Oxford dokuma kullanılarak dokunur. Bu durumda tekrar liflerin kumaş yüzeyine mümkün olduğunca paralel olmaları sağlanarak atkıya minimum kıvrım verilir. Kumaş yüzeyi su ile ıslatıldığı zaman, pamuk lifleri enine şişerler, bu sayede kumaştaki gözenek boyutları azalır ve penetrasyon için yüksek basınç gerekir Böylece kumaş herhangi bir su iticilik bitim işlemine gerek olmaksızın su geçirmez hale getirilmiş olur. Bu tip, ilk kez askeri uygulamalar için yapılmıştı ancak imalatçılar artık pazar cazibelerini genişletmek için farklı çeşitler üretmekteler. Askeri varyantlar cm'de 98 kadar yüksek sıklıkta iplik yoğunluğu kullanırlar. Diğer uygulamalar için kullanılan kumaşlarda daha düşük iplik

yoğunluğu kullanılır ancak bunların su geçirmez özelliğe sahip olabilmeleri için su itici bilim işlemlerine tabi olmaları gerekmektedir. Sık dokunmuş kumaşlar aynı zamanda sentetik mikroflament ipliklerden de yapılabilirler. Her bir flamentin çapı 10µm'den daha küçüktür, böylece lifler çok küçük gözenekler bulunduracak şekilde yerleştirilebilir. Mikroflamentler poliamid ya da polieslerden yapılırlar. Poliester, kendine has su itici özelliğinden dolayı daha kullanışlıdır. Silikon ya da florokarbon bitim işlemlerinin uygulanması ile kumaşın su penetrasyon dayanım özellikleri iyileştirilir. Mikroflamentlerden yapılmış kumaşlar yumuşak tutumlu olmalarına rağmen bunların pek çoğu rüzgar geçirmezler, fakat sentetik flamentler ıslandıklarında şişmedikleri için bunlar gerçekten su geçirmez değildirler. Şekil 2.5'de Ventile kumaşın Şekil 2.6'da ise mikrofilament kumaşın SEM görüntüleri verilmiştir [7].



Şekil 2.5: Ventile Kumaşın SEM Görüntüsü



Şekil 2.6: Mikrofilament Kumaşın SEM Görüntüsü

Çok ince liflerin, filamentlerin ve sık yapıların kullanımı kumaşın klasik tipteki kumaşa göre çok küçük gözenekli olmasını sağlar. Su geçirmez bir kumaş için tipik gözenek boyutu yaklaşık 10µm iken klasik tipteki kumaşta bu boyut

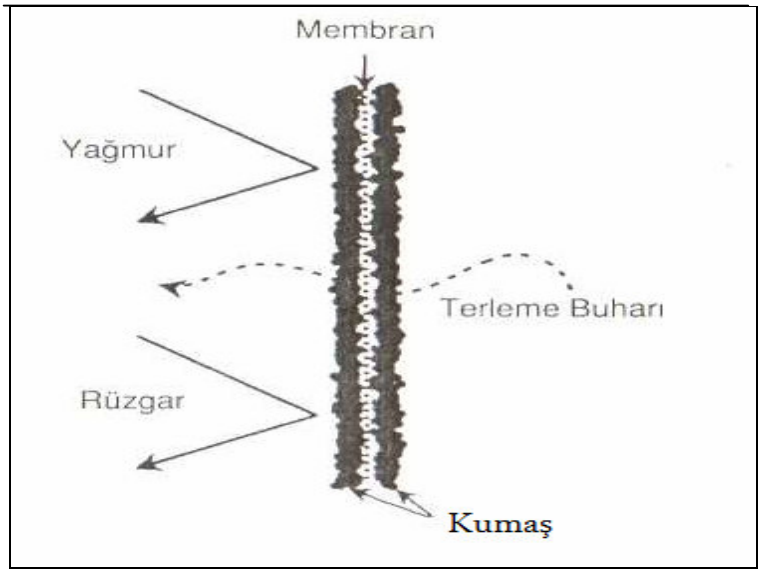
yaklaşık 6Oμm'dir. Ventile kumaş kuru halde 10μm, yaş halde ise 3-4μm gözenek çapına sahiptir. Mikroflamentlerden yapılmış kumaşlarda cm'de 7000'e kadar flament vardır. Ventile kumaşın askeri varyantının cm'de yaklaşık 6000 lif bulundurduğunu tahmini olarak hesaplamıştır [6].

2.6.2.2 Membranlar

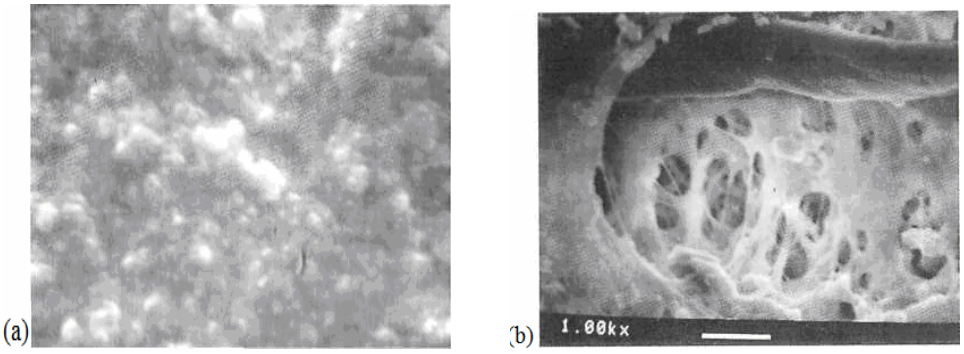
Membranlar, polimerik materyalden yapılmış, su buharının geçişine izin vermesine rağmen sıvı suyun penetrasyonuna karşı çok yüksek seviyede dayanım gösterecek şekilde tasarlanmış oldukça ince filmlerdir. Tipik bir membran yalnızca yaklaşık 10μm kalınlıktadır ve gerekli mekanik gücü sağlamak için klasik tekstil kumaşı üzerine lamine edilir. Membranlar, mikrogözenekli ve hidrofilik olmak üzere iki çeşittir.

- **Mikrogözenekli Membranlar**

İlk ve muhtemelen en iyi bilinen mikrogözenekli membran, Gore-Tex (www.gorefabrics.com) olarak bilinen, W Göre tarafından 1976 yılında geliştirildi ve tanıtıldı. Bu, santimetre karesinde 1,4 milyon tane küçücük delikler bulunduğu iddia edilen politetrafloretilen (PTFE) polimerinin ince bir filmidir. Bu delikler, su buharı molekülünden (40 x 10^{-6}μm) çok daha büyük olmasına rağmen, en küçük yağmur damlasından (100μm'ye kıyasla 2-3μm) bile çok daha küçüktür. Diğer imalatçılar direkt olarak kumaşın üzerine dökülen mikro gözenekli polivinilidenflorür (PVDF) esaslı benzer membranlar denerler. Polimerin hidrofobik sapısı ve küçük delik boyutları suyun penetrasyonu için çok yüksek basınç gerektirir. Membrana; vücut yağı, partikül kir, pestisid kalıntıları, böcekleri kovan ilaçlar, güneş losyonları, temizlemede kullanılan tuz, deterjan ve yüzey aktif maddelerin bulaşması ile su geçirmezliğin ve membranın su buharını geçirmesinin düştüğü düşünülür. Bu sebeple mikrogözenekli membranlar kirlenme etkisini azaltabilmek için genellikle hidrofilik bir poliüretan tabakasına sahiptirler. Şekil 2.7'de tipik bir membran sisteminin şematik gösterimi, Şekil 2.8'da ise mikrogözenekli membran ihtiva eden bir kumaşın şematik diyagramı gösterilmiştir [7].



Şekil 2.7: Tipik Bir Membran Sisteminin Şematik Diyagramı

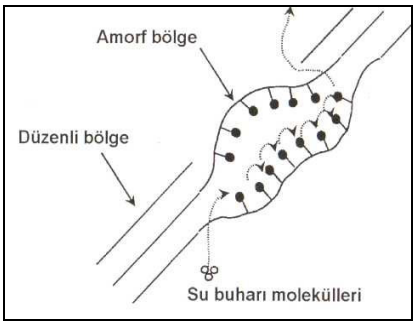


Şekil 2.8 Mikrogözenekli Membranın SEM Görüntüsü. (a) Hidrofilik Poliüretan Yüzey Tabakası, (b) Hidrofilik Tabakanın Kısmen Uzaklaştırılması ile PTFE Tabakasının Görünümü

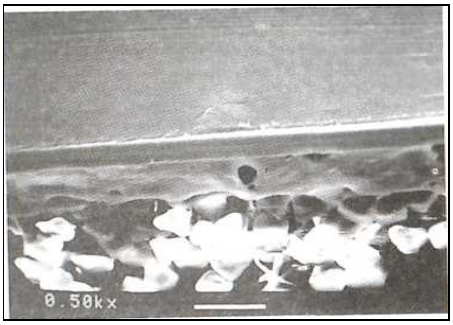
- **Hidrofilik Membranlar**

Hidrofilik membranlar kimyasal olarak modifiye edilmiş, hiç delik ihtiva etmeyen çok ince poliester ya da poliüretan filmler olup bu yüzden bazen gözeneksiz (non-poromerik) olarak ifade edilir. Terlemeden gelen oldukça büyük miktarlardaki su buharı membran üzerine yayılabilir. Poliester ya da poliüretan polimer, ağırlığının % 40'ına varan miktarlara kadar poli(etilen oksit) ilavesi ile modifiye edilir. Poli(etilen oksit), poliüretan polimer sisteminin amorf bölge kısımlarını oluşturarak membranın hidrofilik kısmını teşkil eder. Bu, su buharının hızlı difüzyonu için gerekli olan, su molekülleri için düşük enerji afinitesine sahiptir. Bu amorf bölgeler, katı haldeki membran tabakası üzerinde moleküller arası etki gösteren ve su

buharı moleküllerinin geçmesine izin verip sıvı suyun penetrasyonunu önleyen gözenekler olarak tanımlanırlar. Şekil 2.9'da hidrofilik polimerin buhar taşıma sistemi diyagram halinde gösterilmiştir. Şekil 2.10'da ise hidrofilik membranın SEM görüntüsü verilmiştir [7].



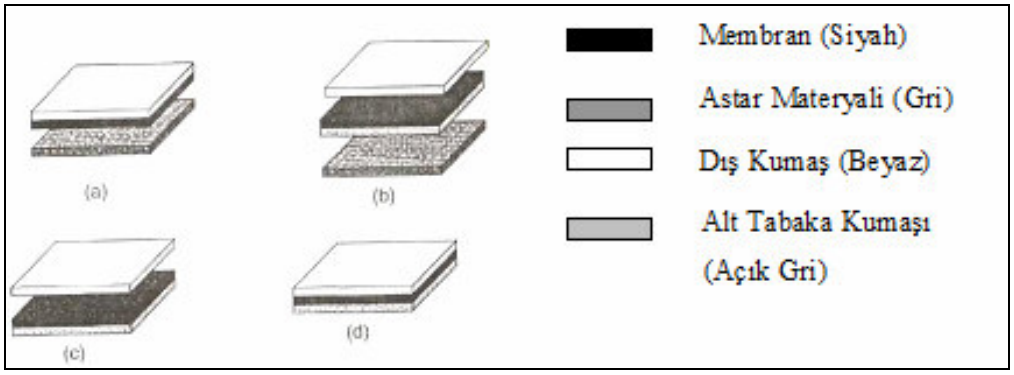
Şekil 2.9: Hidrofilik Polimer Mekanizmasının Şematik Diyagrami



Şekil 2.10: Hidrofilik Membranin SEM Görüntüsü

2.6.2.3 Membran Birleştirme Metotları

Membranlar, kumaşın tutumunu, dökümünü ve görsel etkisini olumsuz olarak etkilemeksizin ileri teknoloji fonksiyonlarını maksimize edecek bir şekilde tekstil mamullerine birleştirilmelidir. Uygulanan metot maliyete, talep edilen fonksiyona ve proses şartlarına bağlıdır. Şekil 2.11 da gösterildiği gibi tekstil yüzeylerine membranların birleştirilmesinin dört temel yöntemi vardır [11]:



Sekil 2.11: Membran Birlestirme Metotları

1. Membran ve dış tabakanın laminasyonu (Şekil 2.11a)- İki tabakalı sistem oluşturmak için membran dış kumaşın alt kısmına kimine edilir. Bu metodun; kağıda benzer tulumda, hışırtı oluşturan bir yapıda mamul vermesi gibi estetik cazibeyi azaltacak dezavantajları olup bunun yanında mamullerin rüzgar ve su geçirmezlik açısından çok efektif koruma özelliklerine sahip olmaları da metotun avantajıdır. Bu metot asıl olarak koruyucu giysi yapımında kullanılır.

2. Astar ya da ara eki prosesi (Şekil 2.11b)- Membran hafif bir örme ya da dokuma kumaşa lamine edilir. Parçalar materyalin şeklinde kesilir, birlikte dikilirler ve dikişler özel bir sızdırmazlık şeridi ile su geçirmez hale getirilir. Bu yapı daha sonra gevşek bir şekilde dış kumaş ve astar arasına konulur. Üç materyal (dış, lamine, astar) gizli bir dikiş (üzeri sızdırmazlık şeridi ile örtülmüş) ile birleştirilirler. Eğer yüksek termal yalıtım gerekirse, o zaman bu hafif ağırlık pamuk, yün ya da dolgu kumaş ile desteklenir. Bu metot yumuşak tutumu ve dökümünün iyi olmasından dolayı avantajlıdır. Dış kumaş moda taleplerine göre modifiye edilebilir.

3. Membran ya da astar kumaşın laminasyonu (Şekil 2.11c)- Laminasyon astar materyalinin doğru tarafına yapılır. Fonksiyonel tabaka, dış kumaştan bağımsız ayrı bir tabaka olarak giysiye birleştirilir. Bu metot, moda açısından maksimize edilebildiği için avantajlıdır.

4. Dış kumaş, membran ve astar laminasyonu (Şekil 2.11d)- Bu yöntem üç tabakalı sistem oluşturup diğer sistemlere göre kumaşın tutumu ve dökümü açısından daha düşük cazibeli bir ürün sunduğundan pek yaygın olarak kullanılmaz.

2.6.3 Kaplamalar

Bunlar kumaşın bir yüzüne uygulanan polimerik materyal tabakası içerirler. Kaplama materyali olarak poliüretan kullanılır. Membranlar gibi kaplamalar da mikrogözenekli ve hidrofilik olmak üzere iki çeşittirler. Bu kaplamalar membranlardan çok daha kalındırlar.

2.6.4 Termal Konfor

En önemli problem terleyen birinin bunu dışarı atmasıdır. İnsan vücudundaki enerji dengesi korunur; ortam soğuksa vücut titreyerek ısı üretir, sıcaksa terleyerek sıvının

buharlaşmasıyla soğutur. Isı vücuttan 4 değişik mekanizma ile atılır. Fiziksel temasla iletim(conduction), hava ve rüzgarla iletim(convection), ışıma ve terin deriden buharlaşmasıyla olur. Aşırı ısının uzaklaştırılması için temel mekanizma terlemedir. Güçlü rüzgarlar hissedilen sıcaklığı artırmaktadır. Su ısıyı havadan 25 kat daha hızlı iletir. Islak giysiler düşük yalıtım özelliğine sahiptir ve vücudu ılık tutma kabiliyetini azaltır. Bu yüzden su geçirmez giysiler hem rahatlık ve bazı unsurlara karşı koruma sağlarken hem de çok soğuk hava şartlarında hayati öneme sahiptir. Çoğu su geçirmez materyal, terin geçmesine de izin vermez. Gerçek nefesalabilir su geçirmez kumaş, nefes alabilmeli ve hydrostatic head en az 100 cm olmalıdır. Nefes alabilirliği ölçen değişik metotlar vardır. Birisi, belirlenen bir zamanda, genelde 24 saat, bir metrekare kumaş alanından kaç gram nemin geçtiğinin birimidir. Diğeri biraz daha akademik olan su buharı direncini milimetre cincinden ölçerek verir, daha kolaydır [2].

2.6.5 Su Geçirmez Nefes Alabilen Kumaşlar Üzerine Yapılmış Çalışmalar

Birkaç araştırmacı, farklı tipteki su geçirmez nefes alabilen kumaşların performans karakteristiklerini karşılaştırmıştır.

Salz [12], bu konuda şöyle söylemektedir: Su geçirmezlik ve konfor düşünüldüğünde objektif bir kıyaslama yapmak mümkün değildir. Pek çok kumaş l00cm (9800Pa)'lik hidrostatik kafaya dayanabilir. Bu durum kumaşları yeterinden daha iyi gösterir. Buhar iletim oranlarını karşılaştırmak genellikte güçtür çünkü test metotları çok çeşitlidir ve aynı zamanda da test esnasındaki kumaş için tasarlanmış şartlar da yağmurlu hava şartlarını çok az yansıtır.

l.omax [13], iki tabakalı bir PTFE laminasyon örneği için iki farklı tanınmış metot kullanarak su buharı geçirgenlik değerini ölçmüştür. Metotlardan birinde su buharı geçirgenlik değeri 500 $gm^{-2}gün^{-1}$ olarak bulunurken aynı numunenin kullanıldığı diğer metoda göre bu değer 20000 $gm^{-2}gün^{-1}$ olarak bulunmuştur. Bu büyük fark, test şartlarının farklılığından kaynaklanmaktadır.

Standart su buharı geçirgenlik testlerinde; çanağın iç sıcaklığı dışarıdaki laboratuar atmosferi ile aynı sıcaklıktadır (örneğin 29°C), oysa kullanımda giysi içindeki şartlar 37°C'a ulaşan bir sıcaklıkta olacaktır. Hava yağmurlu olduğu zaman dışarının bağıl nemi, standartta kullanılan %50 ya da 65'den daha fazla olduğunda doyma değerine daha

yakındır. Çanak metodu kullanılarak farklı tip dış giysi kumaşları üzerinden elde edilmiş bazı su buharı dayanım değerleri Tablo 2.5'de verilmiş ve normal giysi tabakası için her tipe uygun değer ile karşılaştırma yapılmıştır [13]. Testin uygulanış şartları belirtilmemiş fakat veriler karşılaştırma amaçlı olarak kullanabilmek için uygundur. Genelde aşağıdaki sonuçlara varılabilir:

Nefes alabilen materyaller; klasik su geçirmez materyaller ile kaplanmış kumaşlardan çok daha iyidirler. Nefes alabilen kumaşlar sıradan dokunmuş ya da örülmüş giysi kumaşlarına göre daha yüksek buhar iletim dayanımına sahiptirler fakat bazı durumlarda bu fark çok büyük olur. Sınırlı sayıdaki durumlarda nefes alabilen kumaşlar bazı sıradan giysi kumaşlarından daha düşük buhar dayanımına sahiptirler. Nefes alabilen membranların ve kaplamaların buhar dayanımları uygulanan zemin kumaşından etkilenir.

Tablo 2.5: Su Buharı Transfer Değerleri

Kumaş	**WVR(mm, durgun havada)**
Dış(kabuk) Materyali	
Neoprane, kauçuk yada PVC kaplama	1000-1200
Klasik PVC Kaplama	300-400
Waxlanmış pamuk	1000+
Yün Kaplanması	6-13
Deri	7-8
Dokunmuş Mikrolif	3-5
Sıkı Dokunmuş pamuk	2-4
Ventile L128	3-5
Diğer ventileler	1-3
İki tabakalı PTFE laminasyonu	2-3
Üç tabakalı Laminasyonlar (PTFE, poliester)	3-6
Mikrogözenekli Poliüretan (çeşitli tiplerde)	3-14
Açık Gözenek	3-5
Kapalı Gözenek	6-14
Hidrofilik kaplama	
Naylon poliester üzerine	9-16
Pamuk poliester üzerine	5-10
Süper kurutulmuş	6-14
Pamuk, poliester/pamuk üzerine	4-7
Astar kumaş üzerine	3-4
Su geçirmez nefesalabilir astarlar(kaplama ve laminasyon)	2-4
İç giysi	
Yelekler(pamuk, yün)	1,5-3
Gömlekler(pamuk, yün)	0,8-3
Kazak(hafif aırlıklı yün)	3-5

Standart şartlardan öte simüle edilmiş gerçek hava şartları altında performans incelemesi yapabilmek için girişimlerde bulunulmuştur. Saltz [12], yapay bir yağmur düzeneği ile birleştirilmiş ısıtılmış kupa metodu kullanarak bir laboratuar metodu geliştirmiştir. Simüle edilmiş yağmur testi cihazı, mekanik hareket ve fitil etkisini birleştirmiştir. Kupa içerisindeki su 36°C'da ve duşlama için gerekli olan su da 20°C'da tutulur. Duşlama, simüle edilmiş standart yağmur testlerinden çok daha uzun süreli olup bu süre 1 saattir. İki ya da üç tabakalı PTFE laminasyonları, normal ve mikrogözenekli kaplama, hidrofilik poliüretan laminasyonlu, Ventile ve mikrolif içeren bir seri kumaş hem kuru hem de yağmur şartları altında test edilmiştir. Su buharı transfer sonuçları Tablo 2.6'da verilmiştir [12].

Tablo 2.6: Su Buharı Transfer Sonuçları

MATERYAL	**WVT (g.saat^{-1}m^{-2})**	
	Kuru	**Yağmur**
Mikrogözenekli PU Kaplamalı A Kumaşı	142	34
Mikrogözenekli PU Kaplamalı B Kumaşı	206	72
İki tabakalı PTFE Laminasyonu	205	269
Üç tabakalı PTFE Laminasyonu	174	141
Hidrofilik PU Laminasyonu	119	23
Mikrogözenekli AC Kaplamalı Kumaş	143	17
Mikrolif Kumaş	190	50
PU Kaplamalı Kumaş	18	4

Genel olarak mikrogözenekli kaplamaların ve laminasyonların, hidrofilik laminasyonlardan daha yüksek buhar taşıma özelliğine sahip olduklarını görülmüştür. Bunların hepsinin buhar taşıması normal kaplamalı kumaşlardan önemli miktarda daha yüksektir. Mikrolif kumaş, en yüksek değere sahiptir. Yağmurun, buhar taşınımı üzerinde ana etkiye sahip olduğu sonucuna varılmıştır. Pek çok durumda, yağmur ile ıslanma buhar iletim oranını düşürür. İki tabakalı PTFE laminasyonu; yağmura maruz kaldığında buhar taşınımında artış gösterdiği için bu genel kuralın dışında tutulur. Bu artsa, yağmurun soğutucu etkisinden dolayı kumaşın ters yüzü üzerindeki kaçan su buharının kondensasyonunun(yoğuşma) sebep olduğu iddia edilir. Böylece, kuru testte buhar dayanımı oluşturan hava tabakası, yağmurlu şartlarda köprü görevi görür. Yağmurdaki buhar taşınımının aşağıdaki faktörlerden etkilendiği varsayılır:

- Mikrogözenekli kumaşlar, yağmur ile mikrogözeneklerin bloke edilmesi (kapanması) sayesinde yağmurda hemen hemen su ve hava geçirmez olurlar.

• Eğer kumaştaki gözenekler çok küçük ve oldukça hidrofobik ise, o zaman bloke olma durumu oluşmaz.

• Hidrofilik membranların yağmur suyu ile doyması su buharının ısıtılmış kupadan absorblanmasını önleyebilir.

Yapılmış çalışmaların, en iyisinde 200 $gm^{-2}saat^{-1}$'e kadar su buharı taşınmasına imkan sağlamasına rağmen kuru şartlarda yağmur çoğu kumaşın değerini 50 $gr^{-2}saat^{-1}$'lik maksimum değerine kadar azaltır. Bu, özellikle zor şartlarda çalışan kişiler için durumun yetersiz olduğunu kanıtlayabilir. Yağmurun soğutma etkisi, kaçan buharın kondensasyonuna sebep olabilir. Kaçan buhar, giysiyi giyen kişinin ıslanmasına sebep olur. Kol hareketleri gibi mekanik hareketlerin, bazı mikro gözenekli kumaşların, yağmur direncini azalttığı bulunmuştur. Çok yüksek su penetrasyon basıncı gerektiren bazı kumaşlar standart hidrostatik basınçta test edildiğinde mekanik hareket altında simüle edilen diğer kumaşlara kıyasla kötü direnç göstermişlerdir.

Holmes, Grundy ve Rowe [14], atmosferik şartların, su geçirmez ve hava geçirgen özelliği olan çeşitli kumaşların su buharı geçirme karakteristiği üzerine olan etkisini araştırmışlar. Araştırmada BS 7209'un bir modifikasyonu kullanılmıştır. Sıcaklığı ısıtma ve soğutma devreleri ile kontrol edilen su banyosunda, kaptaki suyun 37 C sıcaklığında kalması sağlanmıştır. Belli sıcaklık ve bağıl nem oranı aralığında kumaşın etrafındaki havayı kontrol etmek için, tüm sistem kapalı bir ortama konulmuştur. Genel olarak, kumaşların buhar geçirgenliğini büyükten küçüğe doğru sıralayacak olursak, durum aşağıdaki gibi olmuştur:

- Sıkı dokuma:
  - Sıkı dokunmuş sentetik mikrofilament
  - Sıkı dokunmuş pamuk
- Membranlar:
  - Mikrogözenckli membran
  - Hidrofilik membran
- Kaplamalar
  - Hidrofilik kaplamalar

Bu sıralama Ruckman'ın sıralaması [15] ve Salz'ın sonuçları [12] ile uyuşur. Atmosferli şartların buhar geçirgenliği üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğu görülmüştür. Buhar geçirgenliği, standart şartlar altında ölçülen

değerden çok daha az olabilir. Gerçekte, yüksek sıcaklık ve bağıl nem oranlarında; buhar, atmosferden kumaşın içersine doğru geçiş yapabilir. Su buharı geçirgenliği, kumaşın iki yüzeyi arasındaki buhar basınç farkının fonksiyonudur. Buhar geçirgenliği ile buhar basıncı farkı arasında karmaşık bir ilişki vardır ve 3. dereceden bir polinom ile ifade edilebilir (Örneğin WVP = $ax + bx^2 + cx^3 + C$; a, b, c sabit ve x ise buhar basıncı farkı).

Nefes alabilen kumaştan yapılmış bir giysinin toplam nefes alabilirliği tahmini olarak hesaplanmıştır. Sonuçlar Tablo 2.7'de gösterilmiştir. Yayınlanmış terleme oranlarıyla bu bilgiler kıyaslandığında, en iyi kumaşın hafif bir yük ile aktif yürüyüş ötesindeki aktivitelerin ve en kötü kumaşın da çok hafif yürüyüş ötesindeki aktivitelerin üstesinden gelmediği görülmüştür.

Tablo 2.7: Su Buharı Geçirgenlik Değerleri

	Su Buharı Geçirgenliği (WVP) ($gm^{-2}gün^{-1}$)	
Buhar Basıncı Farkı (kPa)	5,33	5,84
Pamuklu Dokuma Kumaş	6300	7080
Hidrofilik Kaplamalı Kumaş	4200	4530
	Hesaplanmış Toplam WVP ($g.gün^{-1}$)	
Pamuklu Dokuma Giysi	15000	17000
Hidrofilik Kaplanmış Kumaş	10000	10900

Ruckman, su geçirmez nefes alabilen kumaşlar için yağmurlu, rüzgarlı, yağmurlu ve rüzgarlı sabit şartlar altında su buharı transferi konusunda bir seri araştırmalar yapmıştır [15-17]. Mikrolif, pamuk Ventile, laminasyonlu, hidrofilik laminasyonlu, poliüretan kaplamalı ve gözenekli poliüretan kaplamalı kumaşlardan oluşan 29 numuneyi incelemiştir. Bir çanak yöntemi kullanılmıştır, çanak içerisindeki su, vücut ısısına benzetilebilmek için 33°C'da kontrol edilmiştir ve çevre sıcaklığı -20 ile +20°C arasında belirlenmiştir. Su buharı geçişinin çevre sıcaklığından etkilendiği, çevre sıcaklığı azaldıkça geçirgenliğin düştüğü bulunmuştur. En düşük ve en yüksek arasında yaklaşık dört faktör olmasına rağmen düşük çevre sıcaklıklarında çeşitli kumaşlar arasında çok az bir fark vardır. Bu etkiye, kumaşın yüzleri arasındaki buhar basıncındaki farkların sebep olduğu görülmüştür. Su buharı geçiş grafikleri (birim buhar basıncı farkı için su buhar geçirgenliği) muhtemelen 0°C'nin altındaki ortam sıcaklıklarında kumaşın iç yüzeyindeki kondensasyondan dolayı çok karmaşık davranışlar göstermiştir.

Rüzgar şartlarının etkisi, kumaş yüzeyine paralel düşük hava türbülansı oluşturabilmek için bir fan kullanılarak incelenmiştir [16]. Deneyler sıfır ile 10.0 m s^{-1} arasındaki rüzgar hızları ve sıfır ile 20°C arasındaki hava sıcaklıkları kullanılarak yapılmıştır. Rüzgarın, kumaşın bir tarafından öbür tarafına doğru olan buhar basıncı farklılıklarındaki artışa sebep olarak buhar geçirgenliğini artırdığı bulunmuştur. Bu etki mikrolif ve pamuk Ventile kumaşlarda en fazla olup hava sıcaklığının düşmesi ile artar. Düşük sıcaklıklardaki su buharı kondensasyonu, buhar transfer oranını düşürür. Spor giysiler ve kötü hava şartlarında özellikle rüzgarlı havalarda kullanılacak giysilerin üretimi için su geçirmez, nefes alabilen kumaşlar seçileceği zaman son kullanıma uygunluğun dikkatli bir şekilde göz önünde bulundurulması önerilmektedir. Özellikle rüzgarlı havalarda kondensasyon açısından farklı tip ürünlerin farklı davrandığı göz önünde bulundurulmalıdır.

Yağmurlu ve rüzgarlı şartlar modifiye edilmiş çanak metodu kullanılarak incelenmiştir. Böylece numune belli bir açıda tutularak kaçabilecek bütün yağmuru alabilmektedir fakat bu durumda su sıcaklığı kontrol edildiğinden sıcak plaka etkilenmemiştir [17]. Çeşitli sıcaklıklarda AATCC standart yağmur testinin gereklerine uyan bir takım duş başlıkları tarafından simüle edilmiş yağmur sağlanmıştır, Deneyler yağmurda, rüzgarlı yağmurda ve devam eden yağmurda yapılmıştır, Mikrolif kumaşların dışındaki diğer bütün kumaşlar yağmurlu şartlarda nefes almaya devam etmişler, mikrolif kumaşların ise 2 saatten daha az bir sürelik yağmurda nefes alabilmeleri durmuştur. Kumaşa hiç yağmur geçmemesine rağmen yağmurun soğutucu etkisi kumaşın iç yüzeyinde kondensasyona sebep olmuştur. Bu etki PTFE laminasyonlu kumaşlarda en az olarak görülmüştür.

Ruckman çalışmalarında aşağıdaki sonuçları çıkarmıştır:

1. Su geçirmez, nefesalabilen kumaşlardaki su buharı transferi yağmur sıcaklığı artıkça azalır.

2. Su geçirmez, nefes alabilen kumaşlar yağmurlu koşullarda da nefes almaya devam ederler. Bununla birlikte pek çoğunun nefes alabilirliği devam eden aşırı yağmurlu şartlara uzun süre maruz kalma sonucunda eninde sonunda durur.

Nefes alabilirliğin kesilme süreleri artan sırada aşağıdaki gibi sıralanabilir.

- Mikrolif
- Pamuk ventile

- Gözenekli poliüretan laminasyon
- PTFE laminasyon
- Poliüretan kaplama
- Hidrofilik laminasyon

3. PTFE laminasyonlu kumaşlar haricindeki bütün kumaşlarda yağmurlu şartlarda kuru şartlardakinden daha fazla kondensasyon oluşur.

4. Rüzgar tahrikli yağmurlu şartlar altında su buharı transfer oranı, yağmurlu şartlara kıyasla hem yağmur hemde kondensasyon etkisine sahip bütün kumaşlar için daha düşüktür.

Ruckman yukarıda anlatılan kapsamlı araştırmaları neticesinde genel sonuçlara varmıştır. Bunlar; nefes alabilen kumaşların su buharı transferinin atmosferik artlara çok fazla bağlı olduğudur. Genellikle kumaşın su buharı transfer oranlarını rüzgar artırır ve yağmur azaltır, rüzgarlı, kuru, rüzgar tahrikli yağmurlu ve yağmurlu şartlar azalan sırada su buharı transfer performansı verecek kumaşın su buharı transfer oranını azaltır. Bulgular, kötü hava şartlan kıyafetleri ve spor giysi üretimi için uygun su geçirmez, nefes alabilen kumaş seçerken dikkatli olunması kliğini öne sürer. Giysi ve hangi çevre içerisinde kullanılacağı düşünülerek bu duruma daima özen gösterilmelidir.

Nefes alabilen kumaşların su buharı transfer özelliklerine sıfırın altındaki sıcaklıkların etkisi Oszevski [18] tarafından incelenmiştir fakat inceleme Gore-Tex II'nin hidrofilik komponenti ile sınırlı kalmıştır. Deney, kumaş çok soğuk havalarda kullanıldığında iç yüzeyi üzerinde bir buz tabakası oluşabileceğinden dolayı giysinin dış yüzeyi üzerindeki kabuğun buz kaplamalı tarafından diğer tarafına doğru su buharı difüzyonunun simülasyonu için tasarlanmıştır. Bu prosedür, kumaş numunesinin bir yüzü ile temas halinde yada çok yakın bir şekilde buz bloğu kullanan ASTM adsorpsiyon metotuna [19] benzer. Deneyler bir çevresel hücre içersinde -24 C kadar düşük, değişik sıcaklıklarda yapıldı. Buz üzerindeki buhar basıncı çok düşük değerdedir ve böylece kumaşın bir yüzünden öbür yüzüne kadar çok küçük buhar basıncı farklılıkları oluşturduğu için su buharı difüzyon dayanımının exponansiyel (üstel) bir şekilde sıcaklık azaldıkça arttığı bulunmuştur. Su buharının 10°C'da kumaş içerisinden difüzif akışı yalnızca oda sıcaklığındaki değerin yaklaşık % 4'ü kadarı olduğu tahmin edilir. Yüksek teknolojili su geçirmez

materyaller, nefes alamayan materyallerden daha çabuk kurumak zorunda olmasına rağmen hidrofilik yağmur giysisi kumaşları için bu durumun muhtemelen doğru olduğu hakkında spekülasyonlar vardır.

Su geçirmez nefes alabilen kumaşlar kapsamındaki giysi sistemleri içerisindeki diğer giysi tabakaları ve oluşan kondensasyon, Gretton ile arkadaşları tarafından incelenmiştir [20-21]. Poliester astar kumaş, poliester vatka ve pamuklu jarse T-shirt kumaşı kapsayan standart giysi sistemleri ile her tipte nefes alabilen kumaş çeşitleri kullanılmıştır. BS 7209 standardına dayanan ısıtılmış buharlaştırıcı çanak prosedürü 5-20^{o}C arasındaki ortam sıcaklıklarında ve sabit bağıl nemde kullanıldı. Elde edilen sonuçlar alan denemesinin kullanımı ile onaylandı. Kondensasyonun 10^{o}C'nin altındaki sıcaklıklarında oluştuğu bulundu. Kondensasyon oluşumunun ve giysi içindeki dağılmasının birkaç mekanizması vardır. Oluşan mekanizma nefes alabilen kumaşın cinsine bağlı olup aynı zamanda kondensasyon ile birbirini etkiler ve giysi sisteminin geçiş özelliklerini değiştirir.

Büyük bir miktar kondensasyon mikrogözenekli kaplamada toplanır ve bu önemli bir şekilde su buharı transferini engeller. Benzeri kaplamalardan kondensasyon kolaylıkla uzaklaştrılamaz çünkü sıvı su, polimerin gözenek ağı içerisinde gezinemez. Hidrofilik kaplamalar mikrogözenekli kaplamalardan daha az kondensasyon toplarlar çünkü sıvı su hidrofilik polimere tekrar buharlaşma ihtiyacı olmaksızın absorplanır ve içinden nakil edilir. Kondensasyonun sebep olduğu polimerin yüksek miktarda su ihtiva etmesi, oldukça yüksek sicaklıklardaki su buharı transferini artırarak polimeri yumuşatır ve şişirir. Bununla birlikte düşük sıcaklıklar yumuşamanın faydalarını dengeler.

Kondensasyon, mikrogözenekli PTFE membranların gözenekleri içerisinde oluşabilir fakat bikomponent versiyonları içerisindeki hidrofilik tabaka bunu küçük bir değere düşürür ve aynı zamanda yüzeydeki kondensasyon oluşumunu önler. Bununla birlikte, kondensasyon bir kez oluştuğunda tekrar buharlaşma yavaş olur. Laminasyonlu kumaşların soğuk çevre şartlan altında kaplanmış kumaşlardan daha iyi performans gösterdikleri bulunmuştur.

Kondensasyon ile ilgili olarak su geçirmez nefes alabilen kumaşlardaki durumu etkilemek için astar kumaşların mevcudiyeti bulunmuştur. Hidrofilik polimerlerde kondensasyonu uzaklaştırmayan astarlar, buhar taşınımında iyileşme sağlarken,

mikrogözenekli polimerde ise kondensasyonu aktif olarak çekip uzaklaştıran astar kumaşlar buhar taşınım özelliklerini geliştirirler.

Diğer giysi tabakalarının birleştirilmesi nefes alabilen tabakanın buhar geçiş özelliğini düşürür. Bu durumun; ilave yalıtımın, buhar sürüş kuvvetini düşürerek nefes alabilen iç tabakayı oldukça düşük sıcaklıkta koruduğundan dolayı olduğu iddia edilir. Fiziksel aktivite esnasında duyarlı bir terleme oluşur, dolgu elyaf gibi yalıtım tabakasının uzaklaştırılması nefes alabilen tabakanın sıcaklığını arlını, buhar transferini iyileştirerek ve kondensasyonu azaltarak giysi sisteminin konforunu geliştirmelidir. Laminasyonlu vatka kullanımı (tahminen rüzgara dayanıklı tip), vatka ve su geçirmez nefes alabilen kumaş üzerinde kondensasyon oluşumunu destekler. Bu, vatkanın termal yalıtımını şiddetli bir şekilde düşürmüştür. Vücuda doğru iç kısımda olan elyaf demeti eskidiğinde kondensasyon, vücuttan vatka kumaşın örmeden yapılmış arka kısmına doğru taşındığı için vatka kumaşının efektif bir şekilde kondensasyon ile ilgisi olduğu bulunmuştur. Diğer araştırmacılar [17] gibi Gretton [21] standart test metotlarını kullanarak su geçirmez nefes alabilen kumaşların değerlendirilmesinin gerçekteki kullanma durumlarının doğru bir şekilde göstergesi olmadığı sonucuna varmıştır. Performanslı giysi sistemlerinin iletim özelliklerin değerlendirilmesi, bunların atmosferik şart alanlarındaki kullanımlarına benzer olmaları açısından önemlidir.

Marxmeier [22], nefes alabilen alabilen materyallerin ıslanma özellikleri üzerine yaptığı çalışmada membranları tek başlarına ele almış ve Tablo 2.8'deki değerlere ulaşılmıştır. Kuru şartlar altında membranlar arasında az bir fark varken ıslak şartlar altında membran geçirgenlikleri düşmüştür. Hidrofilik tipte bu düşüş küçük bir miktar iken mikrogözenekli tipte çarpıcı şekilde düşmüştür. Bu fark buhar transfer mekanizması ile açıklanabilir. Su difüzyon katsayısını artırarak hidrofilik membranı şişirirerek su buharı transferini zorlaştırmaktadır. PTFE mikrogözenekli membran hidrofobik olduğundan gözenek çapları değişmeyecek ve basınç farkından dolayı geçirgenlik artacaktır.

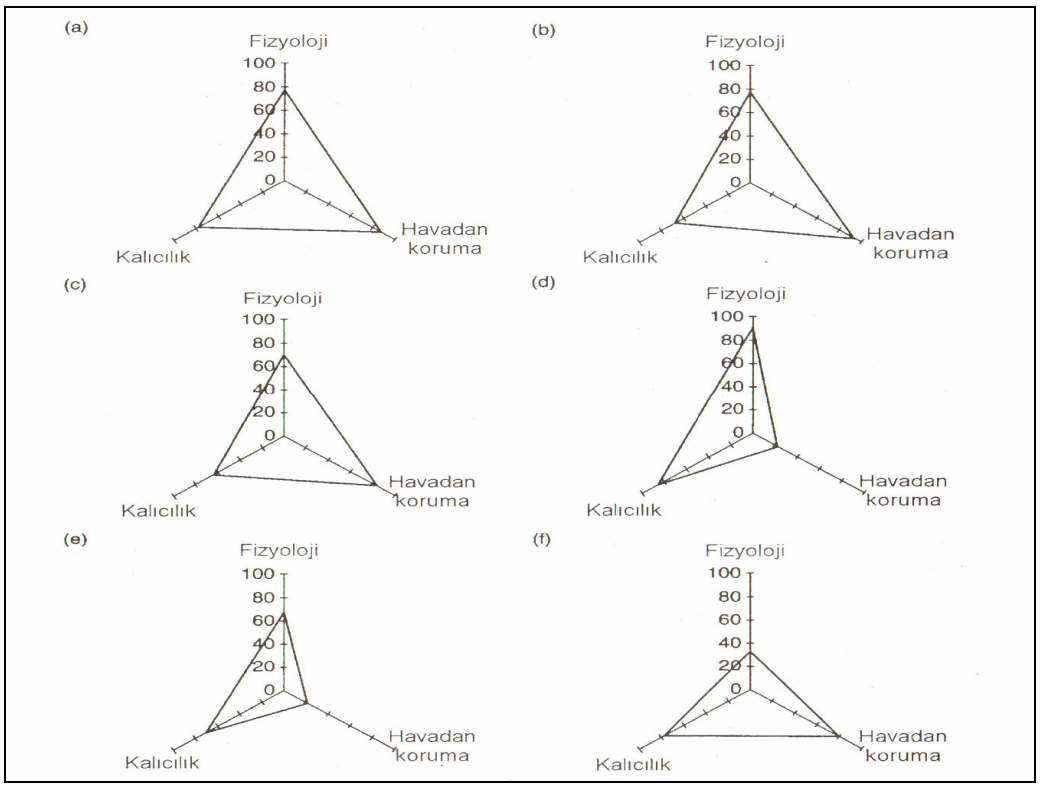
Tablo 2.8: Farklı Şartlar Altında Membranların Su Buharı Geçirgenlikleri

	Su Buharı Geçirgenliği ($gm^{-2}saat^{-1}$)	
Membran Tipi	**Kuru**	**Islak**
Mikrogözenekli PTFE	4000	3200
Hidrofilik	4400	4300

Su geçirmez, nefes alabilen kumaş performansları üzerine yapılmış çalışmaların çoğu buhar geçiş karakteristikleri üzerine yoğunlaşmıştır. Weder [23] nefes alabilen yağmurluk materyallerin koruma, fizyoloji ve dayanıklılıkları ile ilgili olarak bunların performansları üzerine kapsamlı bir araştırma yapmıştır. Aşağıdaki kategorilerdeki su geçirmez nefes alabilen kumaştan yapılmış yirmi üç numune test edilmiştir.

- PU kaplamalar, PTFE membranlar, PES membranlar, Pamuk Ventile
- Nefes alamayan PVC kaplamalı kumaş ve sıradan poliester giysi kumaşı da kıyaslama için dahil edilmiştir.

Numuneler pek çok sayıda simüle edilmiş performans testlerine maruz bırakılmıştır. Mümkün olan her numune kombinasyonu ve testi detaylı olarak tartışılmıştır. Çeşitli numune kategorileri hava şartlarından koruma, fizyoloji ve dayanıklılıktan oluşmuş örümcek ağı diyagramları olarak tanımlanan üç boyutlu diyagramlar çizilerek karşılaştırılmıştır. Bunlar Şekil 2.12'de verilmiştir.



Şekil 2.12: Farklı Tipte Nefes Alabilen Kumaşların Nitelikleri a)PTFE Laminasyon b) PES Laminasyon c)PU Kaplama d)PES/Pamuk karışımı e)Ventile f)PVC Kaplama

Test sonuçları şu şekildedir:

1. Çeşitli kategorilerdeki nefes alabilen kumaşlar arasında önemli bir fark yoktur.

2. Dayanıklılığa katkı sağlayan ana parametre su geçirmez polimerin iliştirildiği dış materyaldir.

3. Bunlar iş dışında kullanılan (tatil giysileri) için pek bir anlam ifade etmez çünkü profesyonel giysilerindeki sıkı standartların benzerleri ile kullanımda nadiren karşılaşılır.

4. Poliüretan kaplamalar mekanik hasar için PTFE ve PES laminasyonlarından daha iyi dayanıma sahiptirler.

5. Hemen hemen bütün numunelerin buhar geçiş özellikleri iyidir. Fakat giysideki havalandırma delikleri önemlidir, çünkü kumaşların su geçirme kabiliyeti orta fiziksel özellikler için yeterli değildir.

6. Nihai ürünün hatasız bir şekilde üretimi kumaşın su geçirme dayanımı özellikleri kadar önemlidir.

7. Hangi ürünün performansının daha iyi olduğu sorusu cevaplanamaz. Uygulanan şartlar ve ürünü etkileyen ilgili talepler oldukça farklıdır.

2.7 Çalışmada Kullanılan Lifler Hakkında Bilgiler

2.7.1 Viskon Lifi

Viskon lifi üretim sırasında kullanılan düze başlığına bağlı olarak farklı inceliklerde elde edilebilir. Enine kesiti dairesel değil, kıvrımlıdır [24]. Viskon lifi rejenere selülozik lif olduğundan pamuğun birçok özelliğini barındırmaktadır. Viskon pamuk ile karşılaştırıldığında, her ikisi de %100 selüloz olmasına rağmen polimerizasyon derecelerinin farklı olmasından dolayı birçok farklı özelliğe sahiptir. Polimerizasyon derecesi pamukta 2000 – 10000 arası, viskonda ise 200 – 250 arasındadır. Kristalin bölgelerin oranı pamukta %70 iken viskonda %40'tır. Kimyasal yapıdaki bu farklılıklar viskonun mekanik, konfor ve estetik özelliklerinde farklılıklar yaratmaktadır. Bu sebeple, viskon lifi pamuktan daha mukavemetsiz ve kimyasal reaktiflere karsı daha az dirençlidir. Buna karsın emici olma özelliğinden dolayı bu liften üretilen tekstiller oldukça konforlu, tene uyumlu, nefes alabilen, yumuşak ve dökümlü bir yapıya sahiptir [25].

Aşağıda viskon lifinin olumlu ve olumsuz özellikleri sıralanmıştır [26]:

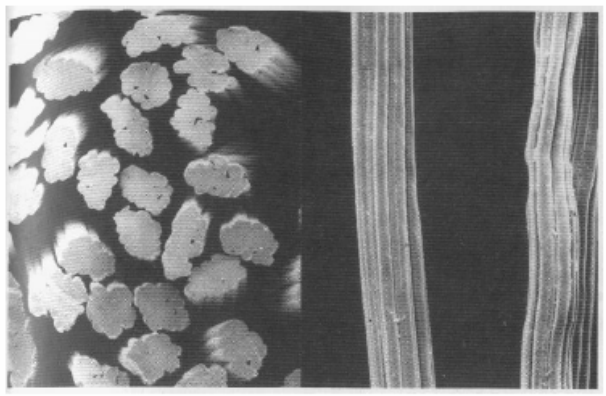
• *Mukavemet*: Viskon lifinin en dikkat çeken özelliği ıslandığında mukavemetinin çok düşmesidir. Mukavemeti kuru halde 2.0 – 2.6 g/denye; ıslak halde 0.95 – 1.5 g/denyedir. Kopmadan %17 – 25 oranında uzama gösterebilir.

• *Emicilik*: Viskonun bir başka önemli özelliği bütün selülozik lifler içinde en emici lif olmasıdır. Teri çok iyi emer, bundan dolayı yazlık giysilerde tercih edilmektedir. Emicilik özelliği sayesinde rahatlıkla boyanabilir. Suda ve bazik çözeltilerde pamuktan daha fazla şişer. %60 bağıl nemde %11 – 13 oranında nem çeker.

• *Kullanım*: Kullanıcı açısından viskonda en belirgin problem ıslak mukavemetinin düşük olması ve çok fazla nem çekmesinden dolayı boyut sabitliğinin çok az olmasıdır. Boydan ve enden benzeri pamuklu kumaşlardan daha fazla kısalır, asarak kurutma yapıldığında salar. Örme viskon kumaşlarda may dönmesi problemi ile karşılaşılır. Ayrıca sık kullanım sırasında boncuklanma sorunu yaşanabilir. Diğer selülozik lifler gibi esnek olmadığından aşınma dayanımı kötüdür, kolaylıkla hasar görebilir; çabuk kırışır, ütüleme sırasında sıcağa karsı pamuktan daha az dayanıklıdır.

• *Görünüm*: Viskon lifi düzgün yüzeyli ve çok parlaktır. Bu özelliğinden dolayı dayanıklılığın önemli olmadığı yerlerde ipek yerine kullanılabilir.

Şekil 2.13'de Viskon lifinin enine ve boyuna SEM görüntüsü ve Tablo 2.9'da Viskon lifinin bazı özellikleri gösterilmiştir.



Şekil 2.13: Viskon Lifinin Enine ve Boyuna SEM Görüntüsü

Tablo 2.9: Viskon Lifinin Bazı Özellikleri

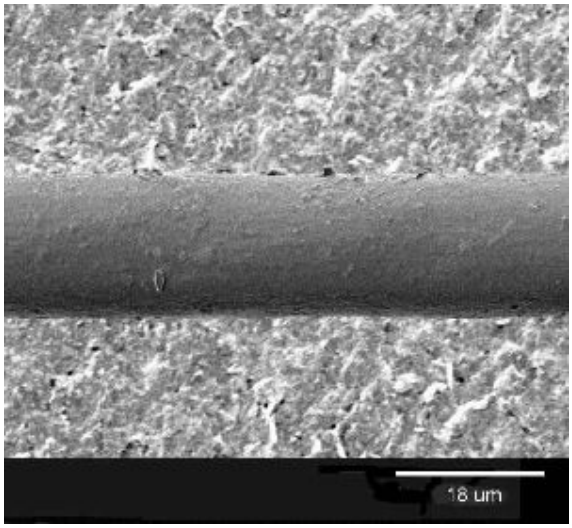
	Viskon Lifi
Özgül ağırlık (g/cm^3)	1,51
Mukavemet (g/d)	
Kuru	1,0-2,5
Islak	0,5-1,5
Nem Çekme (%)	11-15
Esneklik	Kötü
Yanma	Erimez, Yanar
İletkenlik	
Isı	Yüksek
Elektrik	Yüksek
Dayanım Özellikleri	
Mikroorganizmalara ve böceklere	Mantar ve Bakteri zarar verir
Günışığına	Mukavemet düşer
Kimyasallar	
Kuvvetli Asitlere	Kötü
Kuvvetli Bazlara	Kötü
Oksitlere	İyi
Çözücülere	İyi

2.7.2 Polyester Lifi

Polyester lifleri genel olarak; mukavemetli, uzama ve çekmeye karşı dayanıklı, çoğu kimyasallara karşı dayanıklı, hızlı kurur, kırışmaya, küflenmeye ve aşınmaya dayanıklıdır. Tablo 2.10'de bazı lif özellikleri ile Şekil 2.14'de boyuna kesit SEM görüntüsü yer almaktadır [28].

Tablo 2.10: Polyester Lifinin Bazı Özellikleri

Polyester	**Lif Özellikleri**
Özgül ağırlık	1,22-138 g/cm^3
Mukavemet	0 - 85cN/tex
Nem kazanımı	0,2 - 0,6 %
Erime sıcaklığı	249-288 ^{o}C



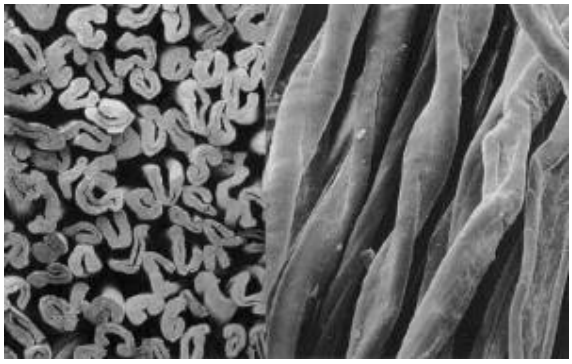
Şekil 2.14: Polyester Lifinin Boyuna Kesit SEM Görüntüsü

2.7.3 Pamuk Lifi

Pamuk doğal selülozik bir olarak, yumuşak rahat bir tuşesi vardır. İyi emicilik özelliği, renk tutması, iyi baskı yapılabilmesi, kuru temizleme ve makinede yıkanabilir özellikte olması, mukvemetinin ve dökümlülüğünün iyi olması başlıca özellikleirdir. Pamuk lifinin bazı özellikleri Tablo 2.11'de verilmiştir. Pamuk lifinin enine ve boyuna kesit SEM örüntüsü de Şekil 2.15'de gösterilmiştir [29].

Tablo 2.11: Pamuk Lifinin Bazı Özellikleri

Pamuk	**Lif Özellikleri**
Özgül ağırlık	1,54 g/cm^3
Mukavemet	3 - 4.9 g/d
Elastikiyet	Oldukça düşük
Nem kazanımı	7 - 8 %
Erime sıcaklığı	150 ^{o}C bozunur.



Şekil 2.15: Pamuk Lifinin Enine ve Boyuna Kesit SEM Görüntüsü

2.7.4 Viskon, Pamuk ve Polyester Liflerinin Karşılaştırılması

Viskon pamuk ve polyesterin bazı özelliklerini taşımakla birlikte, birçok açıdan her iki liften de daha üstün özelliklere sahiptir. Tablo 2.12'de viskon lifinin pamuk ve polyester ile karsılaştırılması yapılmıştır. Bu tabloda üç lif için konfor, estetik ve kullanım özelliklerine iliksin derecelendirmeler yer almaktadır. Tablodan da görüldüğü gibi viskon lifinin konfor ve estetik özellikleri iyi olmasına karsın "yıkanabilirlik" özelliği kötüdür [27].

Tablo 2.12: Viskon, Pamuk ve Polyester Liflerinin Karşılaştırılması

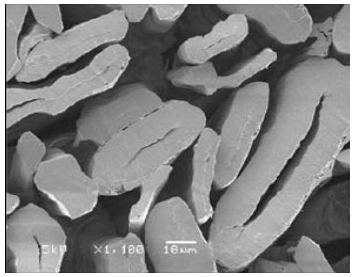
	Karşılaştırma		
Parametreler	**Pamuk**	**Viskon**	**Polyester**
Konfor			
Nem Çekme	iyi	çok iyi	kötü
Isı Koruma	iyi	çok iyi	kötü
Hava Geçirgenliği	çok iyi	iyi	kötü
Yumuşaklık	iyi	çok iyi	kötü
Statik Dağıtım	iyi	çok iyi	kötü
Estetik			
Dökümlülük	iyi	çok iyi	kötü
Parlaklık	köyü	çok iyi	çok iyi
Ütü Yutumu	iyi	iyi	çok iyi
Düzgün Yüzey	köyü	çok iyi	iyi
Kullanım			
Antipilling	iyi	çok iyi	kötü
Yıkanabilirlik	iyi	kötü	çok iyi

2.7.5 Bambu Lifi

Bambu bitkisinin selülozundan elde edilen bu elyafın kesit yapısında (Şekil 2.16) bulunan mikro boşuklar ve mikro delikler sayesinde iyi bir nem emişi ve havalandırma özelliğine sahiptir. Bu özelliği dolayısıyla yaz kıyafetleri için uygun bir seçenek oluşturmaktadır. Bambu elyafının en önemli özelliği içinde barındırdığı maddeler dolayısıyla doğal anti bakteriyel olmasıdır. Ayrıca lif çekimi sırasında herhangi bir kimyasal işlemden geçmediği için doğal ve biyolojik bozunurluluk özelliklerine de sahiptir. Bambu lifinin bazı özellikleri Tablo 2.13'de verilmiştir. Bambu lifinin enine kesit SEM görüntüsü de Şekil 2.16' gösterilmiştir [30].

Tablo 2.13: Bambu Lifinin Bazı Özellikleri

Mukavemet	cN/tex	23.3
Kopma Uzaması	%	23.8
Mukavemet, Yaş	cN/tex	13.7
Kopma Uzaması, Yaş	%	17.8
Nem Kazanımı	%	13.03



Şekil 2.16: Bambu Elyafının Enine SEM Görüntüsü

3. DENEYSEL ÇALIŞMA

Deneysel çalışmada ilk olarak örme kumaşın içeriğinde kullanılacak lifler belirlenmiştir. Bu çerçevede, örme kumaşlarda sıkça kullanılan pamuk, viskon, bambu ve polyester(kesik elyaf) lifleri seçilmiştir. Kullanılan lif tipinin lamine kumaş özelliklerine etkisini incelemek amacıyla, her bir lif tipinden aynı numarada üretilen iplikler kullanılmış ve bu ipliklerden aynı örme makinasında süprem kumaşlar oluşturulmuştur. Oluşturulan kumaşlara lamine edilmeden önce ramda en sabitlenmesi yapılmıştır. Daha sonra kumaşların yüzeyi yapışkan vasıtasıyla membranlarla birleştirilmiştir.

3.1 Malzeme

Deneysel çalışmada kullanılan iplik özellikleri Tablo 3.1'de verilmektedir. Yapılacak deneylerde kumaşların konfor ve fiziksel özelliklerine elyaf cinsinin etkileri inceleneceğinden ipliklerde söz konusu lifin % 100 karışımı kullanılmış olup, ayrıca iplikler birbirine yakın büküm değerlerinde üretilmeye çalışılmıştır. Kumaş parametrelerinin sabit tutulması amacıyla, kumaşların hepsi aynı makinada, aynı besleme ve gerilim ayarlarında örülmüştür. Makina olarak 32 pus 28 fine tek plaka Mayer CIE Relanit II marka yuvarlak örme makinası kullanılmıştır. Üretilen süprem örme kumaşların özellikleri Tablo 3.2'de görülmektedir. Numuneler karışmaması için kodlanmıştır. Her kumaş tipi meydan geldiği lifin ilk üç harfi ile temsil edilmiştir.(Viskon:Vis, Polyester:Pol, Pamuk:Pam, Bambu:Bam). Lamine kumaşlar daha sonra 5 kez yıkama & kurutma işlemine tabi tutulmuştur. Ham kumaşlar 'H' simgesi ile, membranlarla lamine edilmiş kumaşlar 'L' ile, beş yıkama sonrası ise 'YS' olarak kodlanmıştır. Membranlar ise "A" ve "B" olmak üzere kodlanmıştır.

Tablo 3.1: İplik Özellikleri

Lif	İplik Cinsi	İplik Numarası	İplik Tipi	Büküm
Viskon	%100 Viskon	Ne 30/1 (Ne 29,59)	Ring	816 (T/m)
Polyester	%100 Polyester	Ne 30/1 (Ne 30,57)	Ring	650 (T/m)
Pamuk	%100 Pamuk	Ne 30/1 (Ne 30,46)	Ring	719 (T/m)
Bambu	%100 Bambu	Ne 30/1 (Ne 29,50)	Ring	707 (T/m)

Tablo 3.2: Kumaş Özellikleri

Kumaş	**May Sıklığı (1/cm)**	**Sıra Sıklığı (1/cm)**	**İlmek Yoğunluğu ($1/cm^2$)**	**Örgü Tipi**	**Gramaj (g/m^2)**	**İlmek İplik Uzunluğu (mm)**
Viskon	15	21	315	Süprem	160,65	2,60
Polyester	15	21	315	Süprem	162,35	2,69
Pamuk	15	21	315	Süprem	161,95	2,65
Bambu	15	21	315	Süprem	162,75	2,61

Örme kumaşlar Tablo 3.3'de belirtilen iki farklı tip membranla birleştirilerek lamine kumaşlar elde edilmiştir. Laminasyonda, Şekil 3.1'de gösterilen Cavitech firmasının Cavimelt marka Hot-Melt Gravüler Silindirli noktalama sistemi kullanılmıştır. Membran olarak Collano Xiro firmasının (A olarak kodlu) ve Dima Laminasyon firmasının (B olarak kodlu) olmak üzere iki farklı membran kumaşlara birleştirilmiştir. Bu membranlar aynı kalınlıkta, fakat farklı yoğunlukta seçilmiştir. Yapıştırıcı olarak da Forbo/Swift firmasının HMPUR 281 kodlu reaktif poliüretanı kullanılmıştır.



Şekil 3.1: Cavimelt Hot-Melt Gravüler Silindirli Laminasyon Makinesi

Tablo 3.3: Kullanılan Membranların Özellikleri

Kod	**Membran**	**Kalınlık**	**Renk**	**Yoğunluk (g/cm^3)**
A	Polyester bazlı Poliüretan	20µm	Beyaz, Yarı Saydam	1,17
B	Polieter bazlı Poliüretan	20µm	Beyaz, Mat	1,23

Farklı firmalara ait 2 tip membran kullanılmıştır. A membranı 20 µm incelikte, beyaz renkte yarı saydam, 1,17g/cm^3 özgül ağırlıkta polyester bazlı poliüretandır. B membranı ise yine 20µm incelikte beyaz renkte, mat, 1,23 g/cm^3 özgül ağırlıkta polieter bazlı poliüretandır.

Yapışkan olarak; 1,1 g/cm^3 yoğunlukta, 70-110 ^{0}C uygulama aralığına sahip, m^2 de 10-40 g ağırlıkta, 3300 mPa.s viskozitesi olan, reaktif katı poliüretan kullanılmıştır.

3.2 Metod

Kumaş numunelerine yapılacak testler üç ana başlık altında toplanmıştır:

- Fiziki Performans Testleri:

  Gramaj, kalınlık, patlama mukavemeti, boncuklaşma, aşınma dayanımı, boyutsal değişim, may dönmesi

- Konfor Özellikleri Testleri:

  Su geçirgenliği, hava geçirgenliği, su buharı geçirgenliği, transfer ıslanma, kılcal ıslanma, nem kazanımı, kuruma hızı.

- SEM Görünümleri

3.3 Fiziki Performans Testleri

3.3.1 Gramaj Tespiti

TS251 [31] standardı baz alınarak, gramaj alma aletiyle kumaş numunelerinin 100 cm^2 lik dairesel bir alanda kesilip hassas terazide tartılmasıyla, kumaşın g/m^2 olarak gramaj değerleri elde edilmiştir.

3.3.2 Kalınlık Tespiti

BS 2544 [32] standardı baz alınarak, kumaş kalınlıklarının tespitinde James H. Heal marka kalınlık ölçüm cihazı kullanılmıştır. Ölçümler için makina basıncı 10 g/cm^2 olarak ayarlanmıştır. Her bir grup için 5 ölçüm yapılmış ve bunların ortalama değeri kumaşın kalınlığı olarak kaydedilmiştir.

3.3.3 Patlama Mukavemeti Testi

TS393 [33] standardına göre yapılan testlerde kumaş numuneleri 33 mm lik çapa sahip bir diyafram üzerine yerleştirilmiş ve 5 kg/cm^2 lik bir basınç altında sıkıştırılmıştır. Diyafram şişirilmeye başlanarak kumaş patlatılmaya zorlanmıştır. Kumaşların patladığı andaki ekrandaki basınç değeri kumaşların patlama mukavemeti olarak kaydedilmiştir.

3.3.4 Boncuklaşma Testi

Boncuklaşma testi için ISO 12945-1 [34] standardı esas alınarak ICI Bonuklaşma test cihazı kullanılmıştır. Numuneler 12.5x12.5 cm ebadında kesilip bir tüp formu oluşturacak şekilde katlanarak dikilmiştir. Dikilen her numune bir poliüretan tüpe geçirilerek iki ucundan sıkıca tüpe bantlanmıştır. Her gurptan 3 er tane hazırlanan numuneler cihaz üzerinde bulunan iç yüzeyi mantar kaplı dört kutuya her kutuda aynı cins numune olacak şekilde yerleştirilmiştir. Örme kumaşlar için belirtilen devirede (7000 tur) kutular döndürüldükten sonra tüplerden çıkarılan numunler ışık kabini içinde 45° lik açıyla yerleştirilmiş platform üzerine konarak standard boncuklaşma tablosuna göre değerlendirilmiştir. Sonuçlar 1 en kötü 5 en iyi olmak üzere 1 ile 5 arasında değerlendirilmiştir.

3.3.5 Aşınma Dayanımı Testi

Test, ISO 12947-2 [35] standardı esas alınarak ve Martindale aşınma test cihazında yapılmıştır. Kesme aparatıyla 38 mm çapında hazırlanan numuneler 9 Pa lık basınç altında 20.000 tur aşınmaya maruz bırakılmıştır. 20.000 turdan sonra ağırlıkları ölçülen numulerin başlangıç ağırlıklarına göre kaybettikleri kütleleri hesaplanarak aşınma değerlendirmesi yapılmıştır.

3.3.6 Boyutsal Değişim Testi

Numunelerin boyutsal değişimi, TS 392 [36] standardına göre yapılmıştır. Numuneler tüp formuna getirilerek boyutsal değişim cetveliyle enden ve boydan işaretlenmiş ve Vaskatörde 15A nolu programda yıkandıktan sonra serilerek kurutulmuştur. Kuruyan numuneler işaretli yerlerinden boyutsal değişim cetveliyle ölçülerek değerler kaydedilmiştir.

3.3.7 May Dönmesi Testi

Numunelerin may dönmesi AATCC 179 [37] standardına göre yapılmıştır. Boyutsal değişim için hazırlanan numuneler ayrıca may dönmesi cetveli ile de işaretlenmiş yıkama sonrası serilerek kurutulan numuneler yine cetvel kullanarak ölçülmüş ve % olarak kaydedilmiştir.

3.4 Konfor Özellikleri Testleri

3.4.1 Su Geçirgenliği Testi

TS 257 EN 20811 [38] standardına göre yapılmıştır. 100 cm^2 lik test kafasına artan su basıncı uygulanır. Bu oran 60 cm H_2O/dakika'dır. Deney numunesinden çıkan üçüncü su damlasından sonra değer cm SS (Su Seviyesi) olarak kaydedilir. 10 değerin ortalaması alınır.

3.4.2 Hava Geçirgenliği Testi

TS 391 EN ISO 9237 [39] standardına göre yapılmıştır. 20 cm^2 lik test kafalarına 100 Pa basınçta yerleştirilen numunelere hava akımı uygulanmıştır. Kumaşın iki yüzeyi arasındaki basınç farkından numunlerin hava geçirgenliği cihaz göstergesinden mm/s olarak kaydedilmiştir. 10 değerin ortalaması alınmıştır.

3.4.3 Su Buharı Geçirgenliği Testi

Su buharı geçirgenliği için ASTM E96-00 [40] yöntemi esas alınarak test düzeneği kurulmuştur. Buna göre 20 mm derinliğindeki dairesel petri kaplarına 85±5 g olacak şekilde eşit miktarda 23 °C deki saf su konduktan sonra kabın üstü test alanı haricinde hava alamayacak şekilde test yapılacak numune ile kapatılmıştır. Prosedüre uygun olarak su ile kumaş arasında 16 mm boşluk bırakılmıştır. Hazırlanan kaplar 22 °C, %65 RH atmosfer şartlarında bir gün süreyle beklemeye alınmıştır. Su buharı transfer hızını tespit edebilmek için saatte bir ölçüm alınmıştır. 24 saat sonundaki ağırlık ölçümü alınarak, kaptaki suyun azalma miktarının tespit edilmesiyle, su buharı geçirgenliği formüle uygun olarak g/m^2.24sa olarak hesaplanmıştır.

3.4.4 Transfer Kılcal Islanma Testi

Transfer ıslanma testi için, Zhuang ve arkadaşlarının [41] kullandıkları test yöntemi esas alınmıştır. Bunun için 7.45 cm çapında dairesel numuneler hazırlanmıştır. Aynı kumaştan kesilen iki parçadan biri ıslatıp fazla suyu kurutma kağıdıyla alındıktan sonra yaş tabaka olarak ön yüzü üstte kalacak şekilde zemine yerleştirilmiştir. Kuru kalan kumaş da yine önyüzü üstte kalacak şekilde yaş tabakanın üzerine konulduktan sonra en üste sabit bir basınç sağlaması açısından bir ağırlık konmuştur. Kullanılan ağırlık, Zhuang' ın [41] çalışmasında belirttiği optimum aralık içinde bulunan 15,6 kg/m^2 lık bir ağırlık seçilmiştir. 5, 10, 15, 20, 25, 30. dakikalarda olmak üzere toplam 8 ölçüm kaydedilmiştir.

Numuner için ıslanma oranını(1-R) bulurken, denklem 3.1 den yararlanılır.

Islanma oranı (1-R); $$R = \frac{C_1 - C_0}{C_r - C_0} \quad \textbf{(3.1)}$$

C_1: Kuru kumaşın transferden sonraki her bir ağırlığı

C_0: Islanan kumaşın ıslanmadan önceki ilk ağırlığı

C_t: Islanan kumaşın ıslandıktan sonraki ilk ağırlığı

3.4.5 Dikey Kılcal Islanma Testi

Testler DIN 53924 [42] nolu standarda göre göre yapılmıştır. Numuneler 25 x 100mm ebatlarında şeritler halinde kumaşın eni ve boyu yönlerinde olmak üzere 3 er tane hazırlanmıştır. Kumaşların üzerine ölçüm kolaylığı için mesafeler işaretlenmiştir. İçine saf su konmuş bir kabın üstünde numuneler suya 3 mm dalacak şekilde sabitlenmiştir. 30. saniyede ve 1.-5. dakikalarda suyun kumaş üzerinde yükseldiği noktalar okunarak 5 dakika sonunda suyun yükselme mesafesi tespit edilmiştir.

3.4.6 Nem Kazanımı Tespiti

Nem kazanımı hesaplayabilmek için kumaşın kuru ağırlığının tespiti gerekmektedir. Bunun için ASTM D2654 [43] standardı esas alınmıştır. Kondisyonlanmış numuneler ilk ağırlıkları tespit edildikten sonra 105 °C ye ısıtılmış etüve konmuştur. Aralıklarla kuruyan numunenin ağırlığı ölçülüp üst üste 3 ölçümden de aynı sonuç alındığında test durdurulup bulunan değer kuru ağırlık (D) olarak kaydedilmiştir. Kurutulan numuneler standard şartlarda (22 °C, 65 RH) bekletilerek birer saat aralıkla ağırlık ölçümü yapılmıştır. Ölçülen 3 değerin aynı olduğu durumunda ölçüm durdurulup son değer nemli ağırlık (M) olarak kaydedilmiştir. Nem kazanımı ve nem içeriği denklem 3.2 ve 3.3 de gösterilmiştir.

Nem kazanımı: $R = \frac{M - D}{D} \times 100$ formülüyle hesaplanmıştır **(3.2)**

Ayrıca nem içeriği: $C = \frac{M - D}{M} \times 100$ formülüyle hesaplanmıştır **(3.3)**

3.4.7 Kuruma Testi

Bu test için Fourt ve arkadaşlarının [44] yaptığı çalışmalar baz alınmıştır. 8x16 cm ebadında kesilen numunelerin ağırlıkları tespit edilmiştir. Daha sonra saf su içinde yarım saat bekletilerek tamamen ıslanması ve üzerinde hiç hava kabarcığı kalmaması sağlanmıştır. Sudan çıkarılan numunelerin fazla suyu hafifçe sıkılarak kalan suyun uzaklaştırılması için numunelerin her iki yüzü 1 er dakika kurutma kağıdı üzerinde bekletilmiştir. Fazla suyu alınan kumaşlar, ıslak ağırlığı tespit edildikten sonra, kurumaları için, standart atmosfer şartlarında kurutma telleri üzerine serilmiştir. Saatte bir alınan ağırlık ölçümleri yardımıyla kumaştaki fazla nem miktarının oranı tespit edilmiştir. Kumaşlar, %5 lik fazla nem seviyesinde kuru olarak kabul edilmiş ve bu seviyeye karşılık gelen zaman kumaşın kuruma süresi olarak kaydedilmiştir.

3.5 SEM Görüntüleri

Kumaş numunelerinin membran kısmı iletken olmadığından dolayı önce altınla kaplatıldı. Sonra ise Joel firmasının JSM-5410LW marka taramalı elektron mikroskobu ile görüntüleri alındı. Numune sınırlamasından dolayı sadece A tipi membranlı lamine bambu kumaşın; lamine edilmiş, lamine edilmiş beş yıkama sonrası, lamine edilmiş mebran yüzü aşınmış, lamine edilmiş beş yıkama sonrası membran yüzü aşınmış kumaşlar ve son olarak da B tipi membranla lamine edilmiş beş yıkama sonrası membran yüzü aşınmış kumaşın görüntüleri alınmıştır. Görsel olarak değerlendirilmiştir.

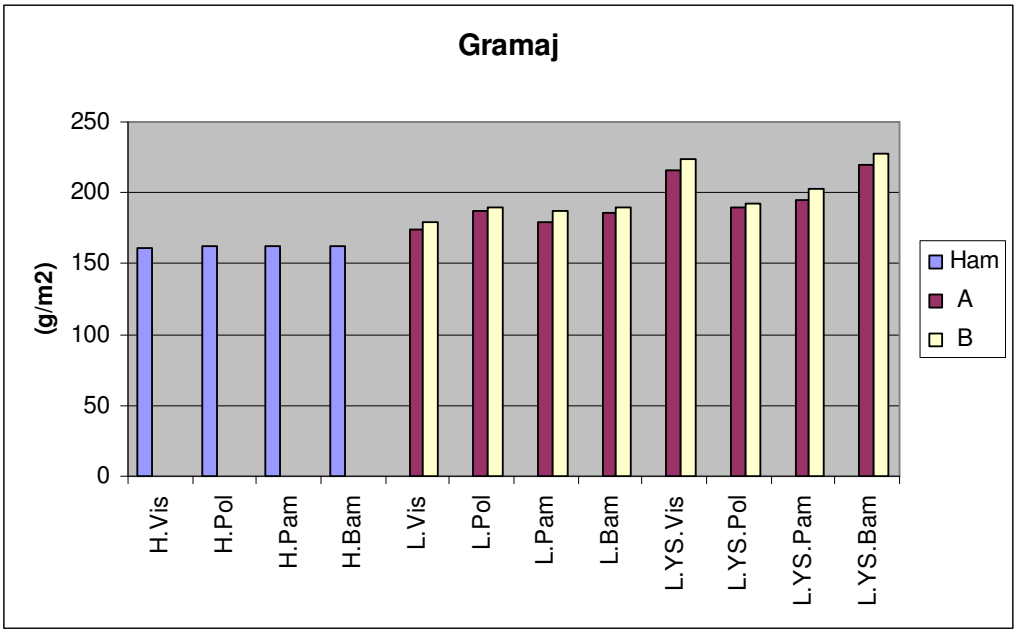
4. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRMELER

4.1 Gramaj Testi Sonuçları

Numunelerin Gramaj değerleri ve karşılaştırmaları g/m^2 olarak Tablo 4.1 ve Şekil 4.1'de verilmiştir.

Tablo 4.1: Numunelerin Gramaj Değerleri (g/m^2)

A	Ham	Lamine	YS Lam.	B	Ham	Lamine	YS Lam.
Vis	160,65	174,4	215,6	**Vis**	160,65	178,7	223,6
Pol	162,35	186,8	189,3	**Pol**	162,35	190,3	192,8
Pam	161,95	179,4	194,6	**Pam**	161,95	186,8	202,5
Bam	162,75	185,6	220,3	**Bam**	162,75	190,1	227,3



Şekil 4.1: Numunelerin Gramaj Değerlerinin Karşılaştırması

A membranının yoğunluğu B membranından %5 oranında daha düşüktür ve bu fark lamine kumaşların gramajlarına da yansımıştır. B membranı kullanılarak lamine edilen kumaşlar buna bağlı olarak daha yüksek gramaja sahiptir. Numunelerin yıkama sonrası gramaj değişimleri, boyutsal değişim değerleri ile açıklanabilir. Yıkama sonrası polyester çok fazla boyutsal değişim göstermediğinden, gramajında çok az miktarda değişim görülmüştür. Viskon ve bambu kumaşlar ise yüksek oranda

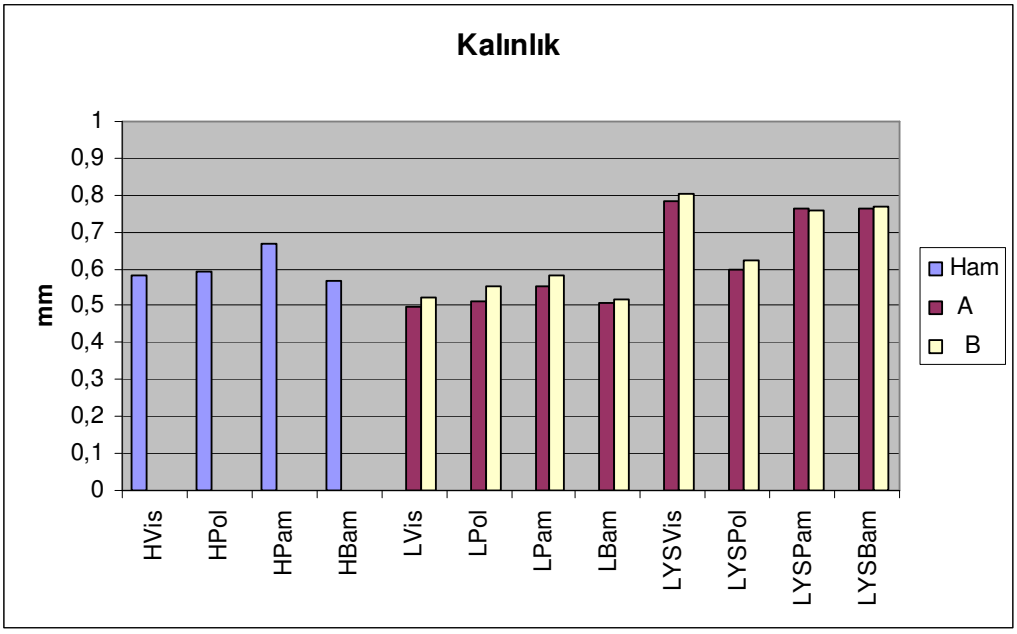
boyutsal değişim göstermiştir. Bu numuneler özellikle boyuna yönde yüksek oranda çekme sergilemiş ve gramajlarındaki değişim fark edilir seviyede artmıştır. Yıkama sonrası lamine kumaşlarda artışlar Viskon kumaş için %25, Polyester kumaş için %1, Bambu kumaş için %20, Pamuk kumaş için %10 olarak görülmüştür.

4.2 Kalınlık Testi Sonuçları

Numunelerin beş ölçüm sonundaki ortalama kalınlık değerleri ve karşılaştırmaları Tablo 4.2 ve Şekil 4.2'de verilmiştir.

Tablo 4.2: Numunelerin Kalınlık Değerleri (mm)

Kalınlık (mm)	**Ham**	**A**	**B**
HVis	0,583	-	-
HPol	0,592	-	-
HPam	0,667	-	-
HBam	0,570	-	-
LVis	-	0,500	0,523
LPol	-	0,513	0,553
LPam	-	0,553	0,583
LBam	-	0,507	0,517
LYSVis	-	0,785	0,802
LYSPol	-	0,597	0,622
LYSPam	-	0,762	0,758
LYSBam	-	0,763	0,769



Şekil 4.2: Numunelerin Kalınlık Değerlerinin Karşılaştırması

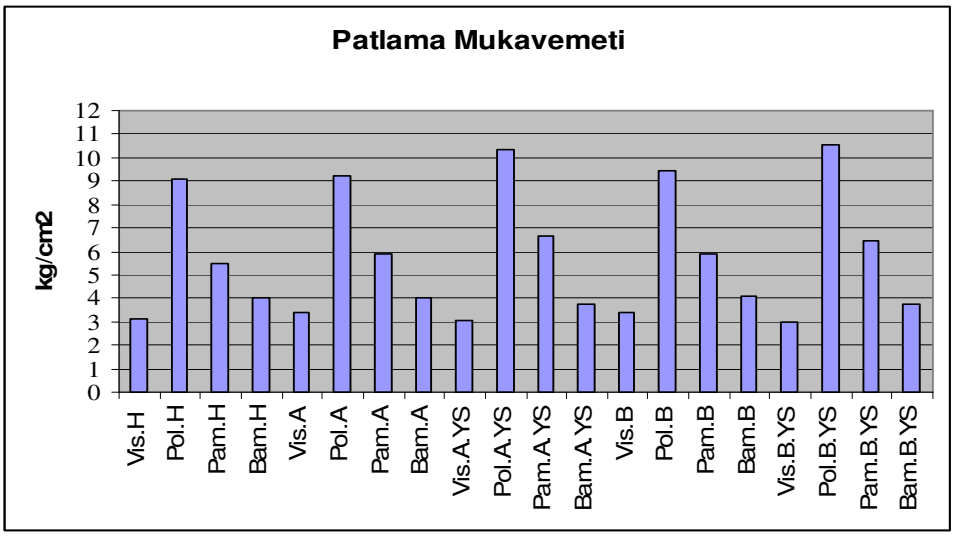
Laminasyon ile birlikte kalınlıkta bir azalma olduğu görülmektedir. Numuneler ham halde uniform bir gerginlikte değildir. Membranlarımız 20 mikron(0,02mm) olduğu için burda önemli bir parametre membran uygulanırken kumaşta bir baskı ve gerilim oluşturulmasıdır. Kumaş, membran uygulanırken bu etki karşısında incelmekte ve bu nedenle lamine kumaşların kalınlığı ham kumaştan düşük olmaktadır. Yıkama sonrasında ise kumaşlar çekmesine rağmen, membranlar çekmeyip kırışarak sıkışmakta ve bu nedenle kumaşların kalınlığı artmaktadır, bu durum özellikle viskon ve bambuda daha belirgin görülmektedir. Yıkama sonrası lamine kumaşların kalınlık artışları; viskon ve bambu için %50 seviyelerinde iken bu oran pamukta %35, polyester de ise %15 olmuştur. B membranlı kumaşların A membranlı kumaşlara göre %2 mertebesinde kalın olduğu da bulunmuştur.

4.3 Patlama Mukavemeti Testi Sonuçları

Numunelerin beş ölçüm sonundaki ortalama patlama mukavemeti değerleri ve karşılaştırmaları Tablo 4.3 ve Şekil 4.3'de verilmiştir.

Tablo 4.3: Numunelerin Patlama Mukavemeti Değerleri

Numuneler	Patlama Mukavemeti (kg/cm^2)
Vis.H	3,140
Pol.H	9,091
Pam.H	5,481
Bam.H	4,037
Vis.A	3,406
Pol.A	9,220
Pam.A	5,866
Bam.A	4,052
Vis.A.YS	3,037
Pol.A.YS	10,343
Pam.A.YS	6,690
Bam.A.YS	3,717
Vis.B	3,425
Pol.B	9,418
Pam.B	5,906
Bam.B	4,113
Vis.B.YS	2,983
Pol.B.YS	10,517
Pam.B.YS	6,433
Bam.B.YS	3,770



Şekil 4.3: Numunelerin Patlama Mukavemeti Değerlerinin Karşılaştırması

Değerler incelendiğinde, laminasyonun patlama mukavemetinde artışa neden olduğu, B membranlı kumaşların mukavemetinin daha yüksek olduğu görülmektedir. Viskon ve pamuklu kumaşlarda sırasıyla yaklaşık olarak %8-9 ve %6-8 artışa sebep olurken, Polyester kumaşta %2-3, bambu kumaşda ise % 1-2 seviyelerinde artışa sebep olmuştur. Yıkama sonrası membranlı kumaşlarda ilk dikkat çekici özellik viskon ve bambunun patlama mukavemetinin düştüğü buna karşılık polyester ve pamuğun arttığı yönde olmasıdır. Viskon %10 seviyesinde düşerken, bambu %8 seviyesinde düşmüştür. Polyester %11 mertebesinde artarken pamuk ise %10 seviyesinde artmıştır. Bu durum numunelerde görülen boyutsal değişim ile açıklanabilir. Daha fazla çekme davranışı sergileyen kumaşlarda membran daha fazla kırışarak efektif bir bağlanma sağlayamamakta ve sonuç olarak mukavemet düşmektedir.

4.4 Boncuklaşma Testi Sonuçları

Numunelerin ICI boncuklaşma değerleri Tablo 4.4 ve Tablo 4.5'de verilmiştir.

Tablo 4.4: Ham Numunelerin ICI boncuklaşma Değerleri

Boncuklaşma	**H.Vis**	**H.Pol**	**H.Pam**	**H.Bam**
ICI Pilling Box	3	3-4	4	4

Tablo 4.5: Diğer Numunelerin ICI boncuklaşma Değerleri

	L.Vis	**L.Pol**	**L.Pam**	**L.Bam**	**L.YS.Vis**	**L.YS.Pol**	**L.YS.Pam**	**L.YS.Bam**
A	3	3-4	3	3	2	2-3	2	2-3
B	2-3	3-4	3	3	2	2-3	2	2

Lamine edilmiş kumaşlarda boncuklaşma değerleri incelendiğinde, lamine kumaşların polyester kumaş hariç daha fazla boncuklaşma gösterdiği görülmektedir. Beş yıkama sonrasında numunelerin boncuklaşma değeri daha da artmıştır. Sonuç olarak kullanılan kumaşlar için laminasyonla boncuklaşma kötüleşmiştir.

4.5 Aşınma Dayanımı Testi Sonuçları

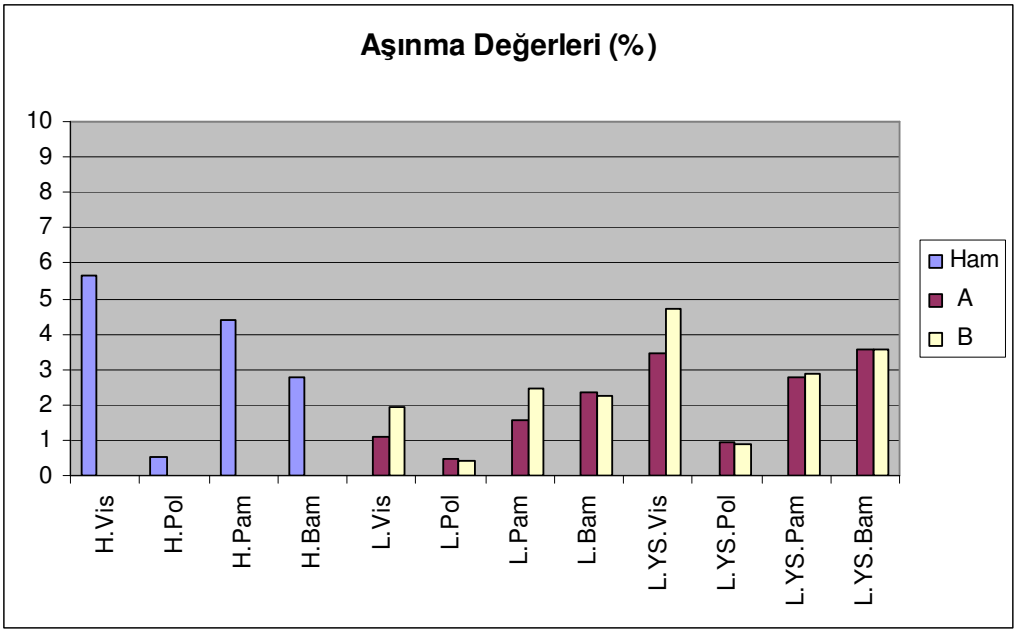
Martindale aşınma cihazındaki 20000 devir sonunda numunelerin örme yüzeyindeki yüzde aşınma değerleri Tablo 4.6, Tablo 4.7 ve Şekil 4.4'de verilmiştir.

Tablo 4.6: Ham Numunelerin Örme Yüzeylerinin Aşınma Sonucu Yüzde Kütle Kaybı Değerleri

	Vis	**Pol**	**Pam**	**Bam**
Ham	5,641	0,505	4,39	2,752

Tablo 4.7: Diğer Numunelerin Örme Yüzeylerinin Aşınma Sonucu Yüzde Kütle Kaybı Değerleri

	L.Vis	**L.Pol**	**L.Pam**	**L.Bam**	**L.YS.Vis**	**L.YS.Pol**	**L.YS.Pam**	**L.YS.Bam**
A	1,119	0,457	1,594	2,358	3,478	0,957	2,791	3,540
B	1,923	0,439	2,463	2,273	4,706	0,897	2,905	3,571



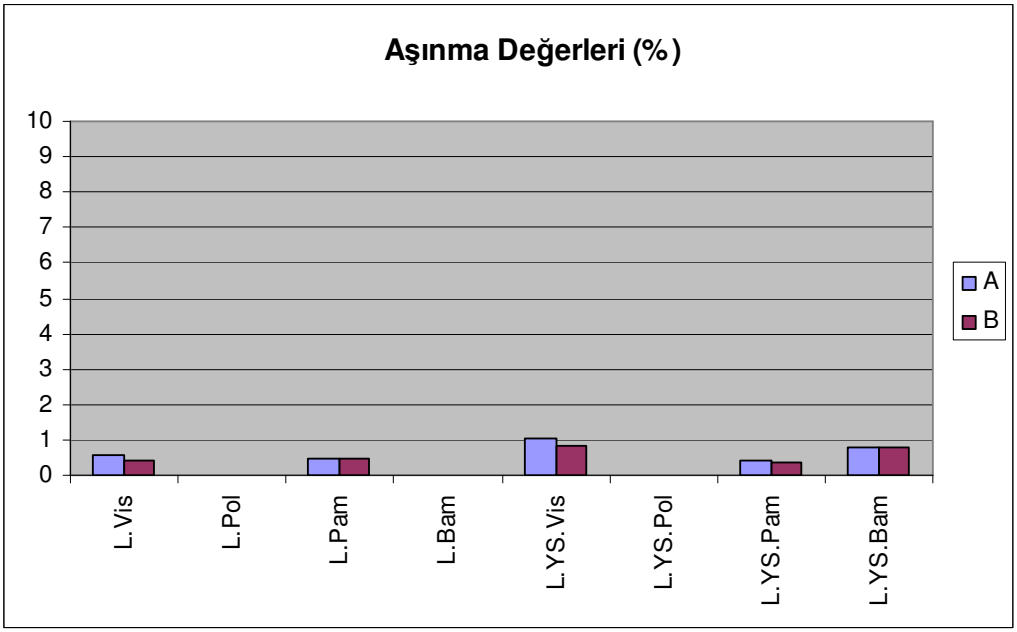
Şekil 4.4: Örme Yüzeylerin Aşınma Sonucu Yüzde Kütle Kaybı Değerleri

Şekil 4.4'de görüldüğü gibi laminasyonun özellike viskon ve pamukta olmak üzere aşınma dayanımın artırdığı, buna karşılık yıkama sonrası sonrasında yıkama öncesine göre aşınma dayanımlarının azaldığı görülmüştür. Membran bazında baktığımızda A tipi membranın viskon ve pamukta iyi bir aşınma dayanımını verdiği görülürken polyester ve bambu için membran tipinin bir etkisi olmadığı görülmüştür.

Martindale aşınma cihazındaki 20000 devir sonunda numunelerin membran yüzeyindeki yüzde aşınma değerleri Tablo 4.8 ve Şekil 4.5'de verilmiştir.

Tablo 4.8: Numunelerin Membran Yüzeylerinin Aşınma Sonucu Yüzde Kütle Kaybı Değerleri

	L.Vis	**L.Pol**	**L.Pam**	**L.Bam**	**L.YS.Vis**	**L.YS.Pol**	**L.YS.Pam**	**L.YS.Bam**
A	0,576	0	0,483	0	1,024	0	0,424	0,791
B	0,442	0	0,469	0	0,813	0	0,386	0,760



Şekil 4.5: Membran Yüzeylerin Aşınma Sonucu Yüzde Kütle Kaybı Değerleri

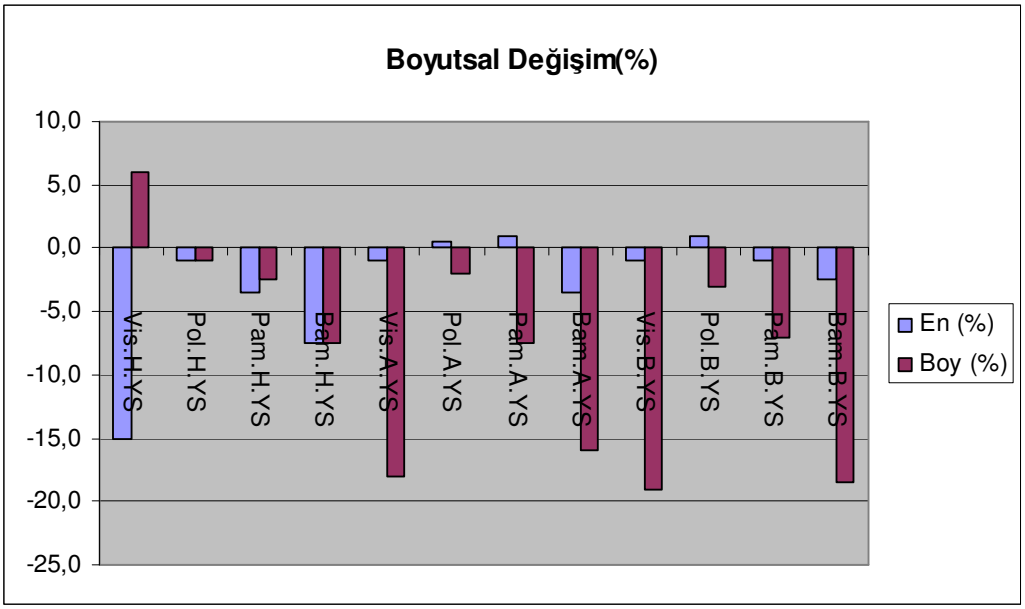
Numunelerin membran yüzlerinin aşınma sonucu yüzde ağırlık kayıplarına baktığımızda sıfıra yakın bir değer çıktığını hatta polyester kumaşa lamine edilen membranların aşınma değerinin sıfır olduğunu görmekteyiz. Membranların kendi aralarında bir değerlendirme yaptığımız da ise B membranının çok az da olsa iyi bir aşınma direnci gösterdiği söylenebilir.

4.6 Boyutsal Değişim Testi Sonuçları

Numunelerin 5 yıkama sonrasındaki boyutsal değişim değerleri ve karşılaştırması Tablo 4.9 ve Şekil 4.6'da verilmiştir.

Tablo 4.9: Numunelerin Boyutsal Değişim Değerleri

Numune	En (%)	Boy (%)
Vis.H.YS	-15,0	6,0
Pol.H.YS	-1,0	-1,0
Pam.H.YS	-3,5	-2,5
Bam.H.YS	-7,5	-7,5
Vis.A.YS	-1,0	-18,0
Pol.A.YS	0,5	-2,0
Pam.A.YS	1,0	-7,5
Bam.A.YS	-3,5	-16,0
Vis.B.YS	-1,0	-19,0
Pol.B.YS	1,0	-3,0
Pam.B.YS	-1,0	-7,0
Bam.B.YS	-2,5	-18,5



Şekil 4.6: Numunelerin Boyutsal Değişim Değerlerinin Karşılaştırması

Genel olarak laminasyonla birlikte kumaşların boyutsal değişimi enden azalmış buna karşılık boydan artmıştır. Ham viskon kumaş enden yüksek oranda çekme ve boydan uzama göstermiş, laminasyondan sonra ise boydaki bir miktar daha artmış, enden ise oldukça düşmüştür. Ham polyester kumaş enden ve boydan çok düşük çekme gösterirken laminasyondan sonra boydan çekmesi biraz artmış enden ise çok az

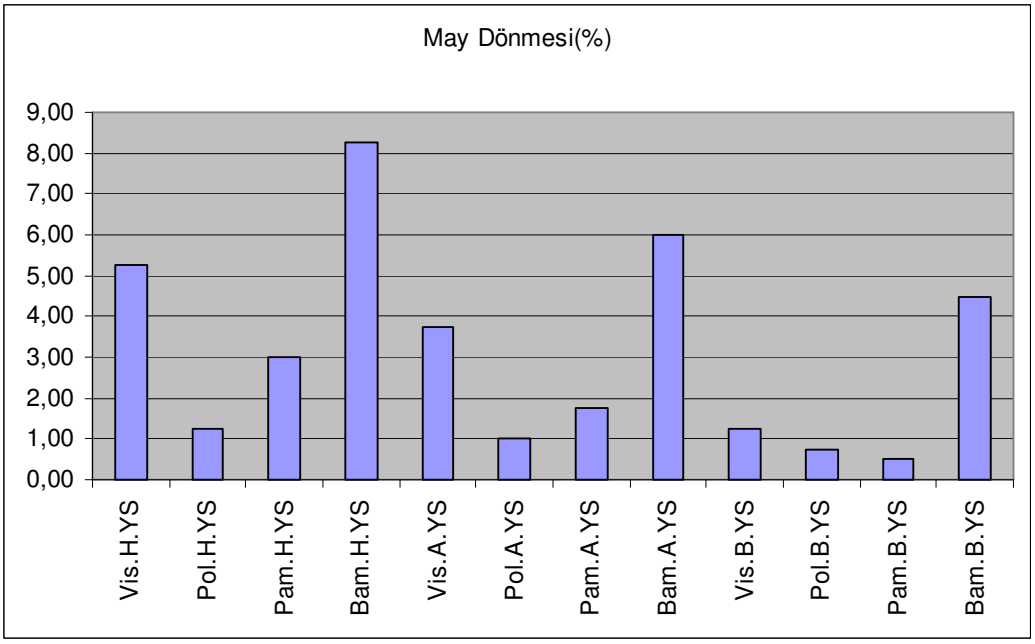
salmıştır. Ham pamuklu kumaşlar enden ve boydan % 2-3 çekme gösterirken, lamine halde boydan çekme değerleri % 7'lere çıkmış, endeki boyutsal değişim azalmıştır. Bambu kumaşlarda ham halde birbirine eşit olan enden ve boydan çekme değerleri (%7,5) enden azalma ve boydan artma eğilimi göstermiştir. Gözlenen bu boyutsal değişim davranışı her iki membran tipi için de paralel olmuştur.

4.7 May Dönmesi Testi Sonuçları

Numunelerin 5 yıkama sonrasındaki may dönmesi değerleri Tablo 4.10'da verilmiştir

Tablo 4.10: Numunelerin Yüzde May Dönmesi Değerleri

Numune	May Dönmesi(%)
Vis.H.YS	5,25
Pol.H.YS	1,25
Pam.H.YS	3,00
Bam.H.YS	8,25
Vis.A.YS	3,75
Pol.A.YS	1,00
Pam.A.YS	1,75
Bam.A.YS	6,00
Vis.B.YS	1,25
Pol.B.YS	0,75
Pam.B.YS	0,50
Bam.B.YS	4,50



Şekil 4.7: Numunelerin May Dönmesi Değerlerinin Karşılaştırması

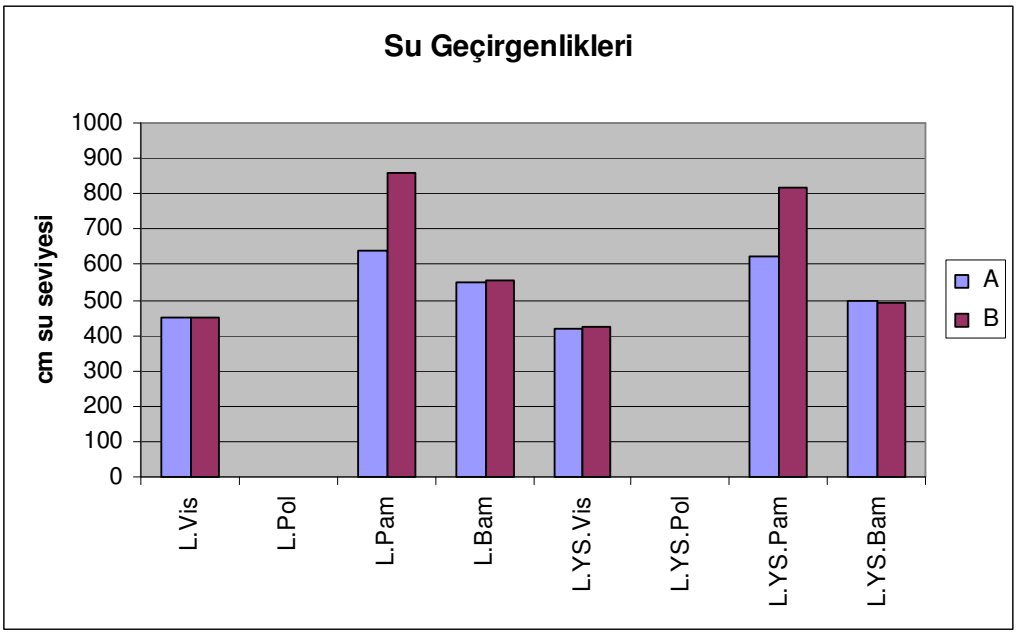
Şekil 4.7'de gösterildiği gibi ham kumaşlarda bambunun may dönmesi en fazla, ondan sonra da viskon gelmektedir. Polyesterde ise en az seviyededir. Membran laminasyonu sonrasında kumaşların may dönmelerinde azalma meydana gelmektedir. Ham halde kumaşlarda daha fazla may dönmesi görülmesi, laminasyon işleminden sonra kumaşların membran ile sabitlenerek daha stabil bir yapı göstermeleri şeklinde açıklanabilir. Membran bazında değerlendirecek olursak B membranının may dönmesine karşı daha iyi sonuç verdiği de görülmektedir.

4.8 Su Geçirgenliği Testi Sonuçları

Test numunelerinden su geçişi olmadığı görülmüştür. Bunun için numunelerde yırtılma olduğu andaki su geçirmezlik değeri test sonucu olarak verilmiştir. Polyesterin mukavemetinin çok yüksek olması dolasıyla numunelerde yırtılma olmamış bunun yerine kenardan yoğun su çıkışı olduğu anda test durdurulmuştur. Bu yüzden polyester hakında bir değer yazılamamış ama en yüksek su geçirmezlik değerine sahip olduğu söylenebilmektedir. Yırtılma sonucu ölçülen su geçirgenlik değerleri patlama mukavemeti değerleri ile de paralellik göstermiştir. Numunelerde su geçişi olmaması zaten amaçlanan bir durumdur. Bir sıralama yapmak gerekirse polyester en yüksek su geçirmezlik değerine sahipken onu sırasıyla pamuk, bambu ve viskon takip etmektedir. Numunelerde yırtılma olduğu anda 5 ölçüm sonundaki ortalama su geçirgenlik değerleri ve karşılaştırması cm SS(su seviyesi) olarak Tablo 4.11 ve Şekil 4.8'de verilmiştir.

Tablo 4.11: Numunelerin Yırtılma Sonucu Ölçülen Su Geçirgenlik Değerleri

cm SS	L.Vis	L.Pol	L.Pam	L.Bam	L.YS.Vis	L.YS.Pol	L.YS.Pam	L.YS.Bam
A	451	-	640	548	420	-	624	497
B	452	-	858	555	422	-	817	490



Şekil 4.8: Numunelerin Yırtılma Sonucu Ölçülen Su Geçirgenlik Değerlerinin Karşılaştırılması

4.9 Hava Geçirgenliği Testi Sonuçları

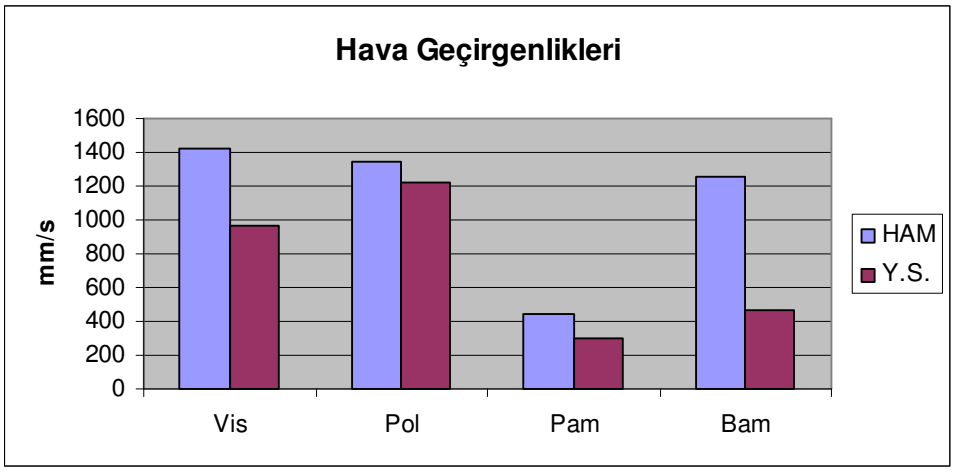
Numunelerin 10 ölçüm sunundaki ortalama hava geçirgenlikleri değerleri ve karşılaştırması mm/s olarak Tablo 4.12 ile Tablo 4.13 ve Şekil 4.9 ile 4.10'da verilmiştir.

Tablo 4.12: Ham Numunelerinin Hava Geçirgenliği Değerleri (mm/s)

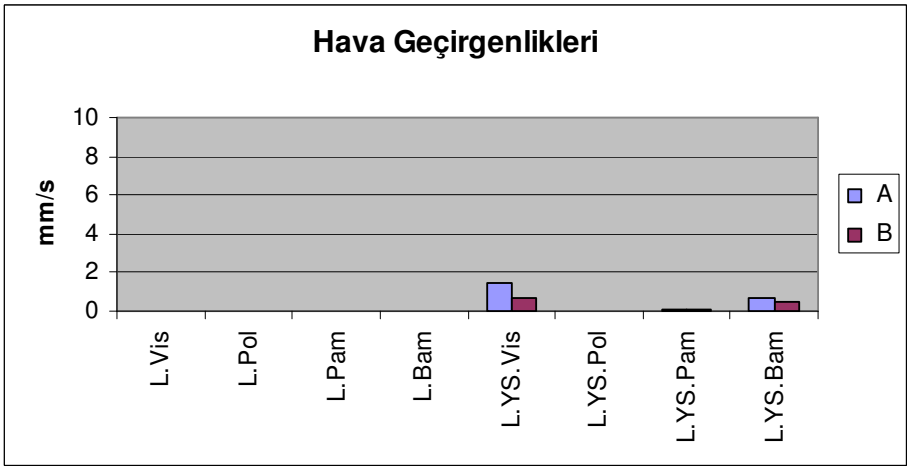
	H.Vis	**H.Pol**	**H.Pam**	**H.Bam**
HAM	1420	1350	439	1260
Y.S.	963	1220	301	463

Tablo 4.13: Lamine Numunelerinin Hava Geçirgenliği Değerleri (mm/s)

	L.Vis	**L.Pol**	**L.Pam**	**L.Bam**	**L.YS.Vis**	**L.YS.Pol**	**L.YS.Pam**	**L.YS.Bam**
A	0	0	0	0	1,43	0	0,14	0,71
B	0	0	0	0	0,7	0	0,13	0,44



Şekil 4.9: Ham Numunelerinin Hava Geçirgenliği Değerlerinin Karşılaştırması



Şekil 4.10: Lamine Numunelerinin Hava Geçirgenliği Değerlerinin Karşılaştırılması

Ham kumaşların hava geçirgenlik değerlerinin çok yüksek olduğu görülmektedir. 5 yıkama sonrasında hava geçirgenlikleri düşmüştür. Bu duruma kumaşların çekerek sıkışması ve örme kumaş boşluklarının azalması sebep gösterilebilir. Kumaşlar lamine edildiğinde hava geçirmedikleri görülmüştür. Bu durum rüzgar geçirmez özellikleri açısından son derece önemlidir. Yıkama sonrasında ise ihmal edilebilecek seviyede bir geçirgenlik göstermişlerdir. Polyesterde yıkama sonrasında bile lamine kumaşta herhangi bir geçirgenlik görülmemiştir.

4.10 Su Buharı Geçirgenliği Testi Sonuçları

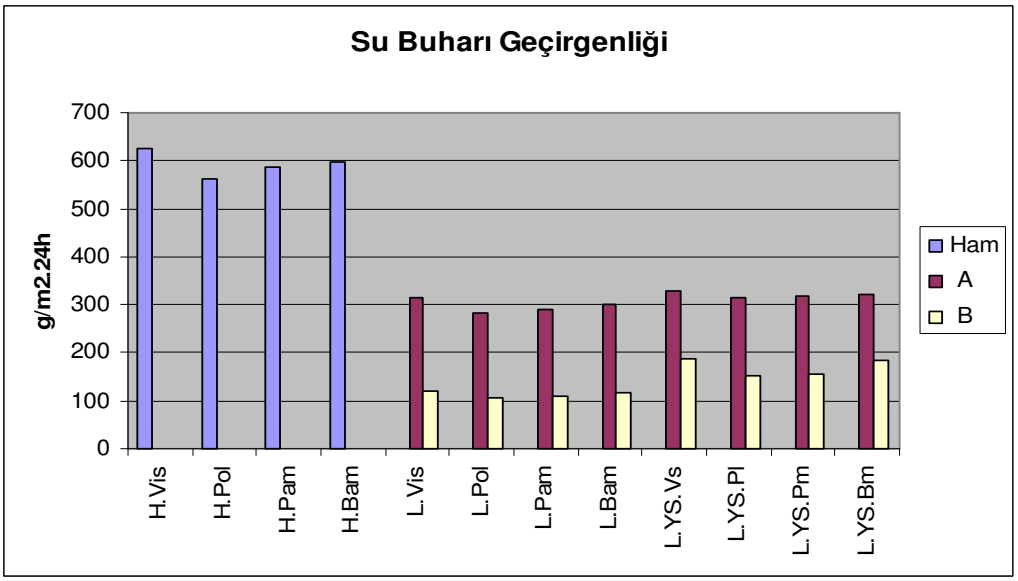
Su buharı geçirgenlik değerleri g/m^2.24sa olarak Tablo 4.14, Tablo 4.15 ve Şekil 4.11'de verilmiştir.

Tablo 4.14: Ham Kumaşların Su Buharı Geçirgenliği Değerleri (g/m^2.24sa)

H.Vis	H.Pol	H.Pam	H.Bam
624,936	561,313	587,042	598,446

Tablo 4.15: Diğer Numunelerin Su Buharı Geçirgenliği Değerleri(g/m^2.24sa)

	L.Vis	L.Pol	L.Pam	L.Bam	L.YS.Vis	L.YS.Pol	L.YS.Pam	L.YS.Bam
A	313,929	284,389	290,514	299,489	330,011	313,712	319,719	322,058
B	119,23	106,464	110,605	116,353	187,037	150,892	155,382	182,649



Şekil 4.11: Su Buharı Geçirgenlik Değerleri

Şekil 4.11'de su buharı geçirgenlik değerleri gösterilmiştir. Ham kumaşlarda viskonun su buharı geçirgenliği en fazla iken daha sonra bambu ve pamuk birbirine yakın değerler göstermekte ve en az geçirgenlik değeri de polyesterde görülmektedir. Nefes alabilir membranlarla lamine edilmiş kumaşlar da su buharı geçirgenliğinin doğal olarak düştüğü, ama istenen seviyede geçişin meydana geldiği gözlemlenmiştir. A tipi membranın B'ye göre büyük oranda daha fazla geçirgen olduğu söylenebilmektedir. Lamine kumaşlarda da su buharı geçirgenlik değerleri

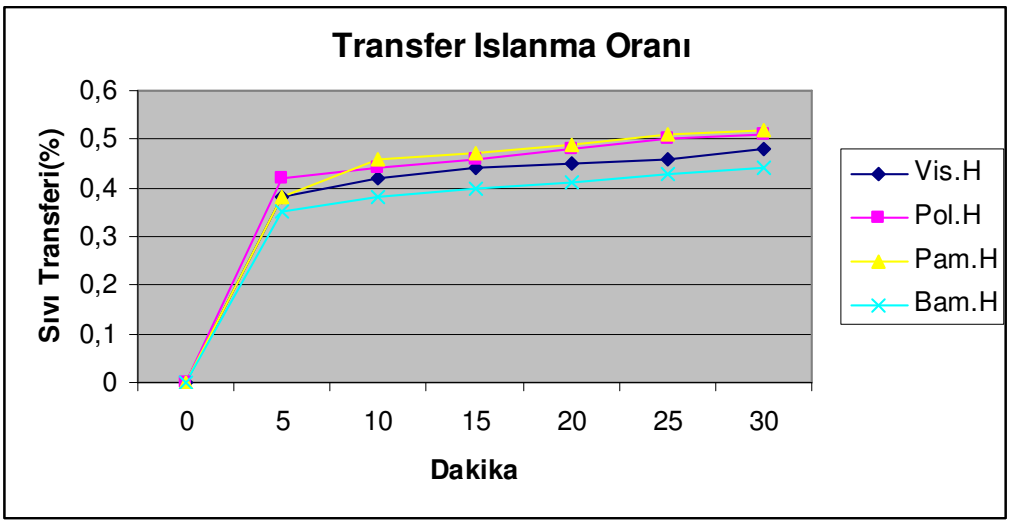
ham kumaşlardaki gibi en fazla viskonda görülmekte, sonra sırasıyla bambu, pamuk ve polyester gelmektedir. Membran bazındaki farklılığın kaynağının gözenek sayısı ve boyutları ile yoğunluklarının farklı olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Bu durum yıkama sonrasında aşınmış haldeki SEM fotoğraflarında da görülmektedir. Yıkama sonrası su buharı geçirgenliği artmaktadır. Yıkama sonrası artışın sebebinin ise membran gözeneklerinin açılması ve kumaş çekerken membranın kırışarak boşlukların artması olarak düşünülmektedir.

4.11 Transfer Islanma Testi Sonuçları

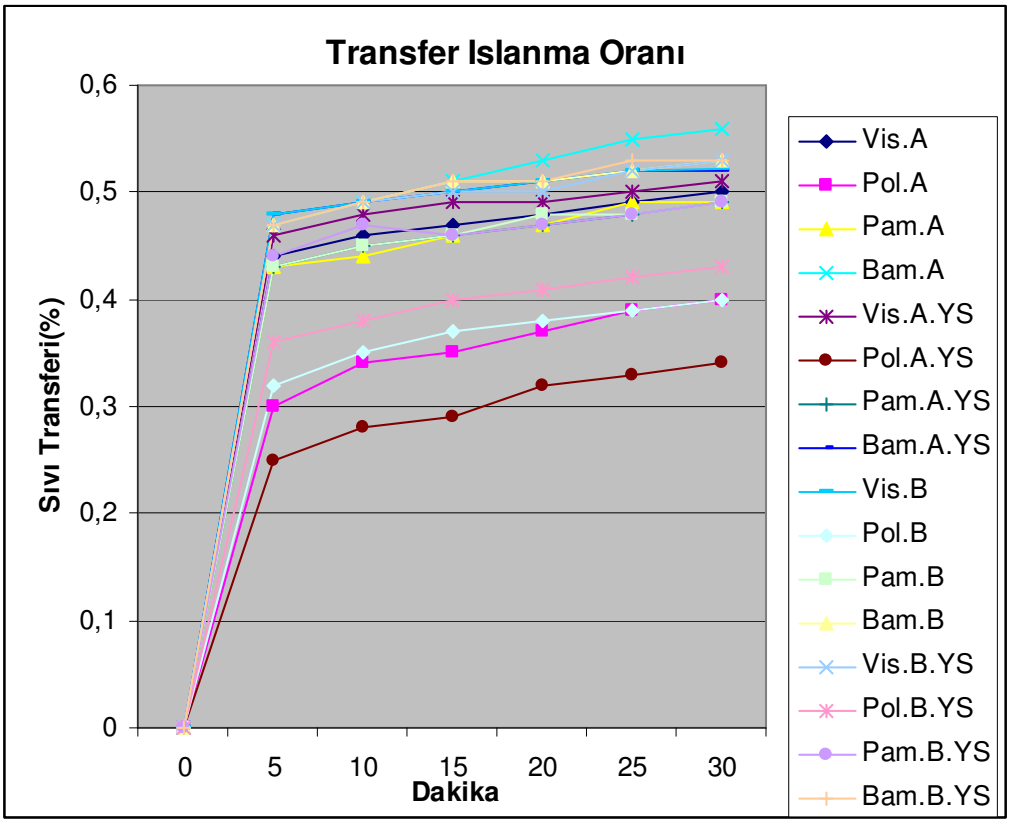
Yüzde transfer ıslanma değerleri Tablo 4.16, Şekil 4.12 ve Şekil 4.13'de verilmiştir.

Tablo 4.16: Numenelerin Transfer Islanma Oranları

	Transfer Islanma Oranı (%)						
Numune / Süre	**0'.**	**5'.**	**10'.**	**15'.**	**20'.**	**25'.**	**30'.**
Vis.H	0	0,38	0,42	0,44	0,45	0,46	0,48
Pol.H	0	0,42	0,44	0,46	0,48	0,50	0,51
Pam.H	0	0,38	0,46	0,47	0,49	0,51	0,52
Bam.H	0	0,35	0,38	0,40	0,41	0,43	0,44
Vis.A	0	0,44	0,46	0,47	0,48	0,49	0,50
Pol.A	0	0,30	0,34	0,35	0,37	0,39	0,40
Pam.A	0	0,43	0,44	0,46	0,47	0,49	0,49
Bam.A	0	0,47	0,49	0,51	0,53	0,55	0,56
Vis.A.YS	0	0,46	0,48	0,49	0,49	0,50	0,51
Pol.A.YS	0	0,25	0,28	0,29	0,32	0,33	0,34
Pam.A.YS	0	0,43	0,45	0,46	0,47	0,48	0,49
Bam.A.YS	0	0,48	0,49	0,50	0,51	0,52	0,52
Vis.B	0	0,48	0,49	0,50	0,51	0,52	0,52
Pol.B	0	0,32	0,35	0,37	0,38	0,39	0,40
Pam.B	0	0,43	0,45	0,46	0,48	0,48	0,49
Bam.B	0	0,47	0,49	0,51	0,51	0,52	0,53
Vis.B.YS	0	0,47	0,49	0,50	0,50	0,52	0,53
Pol.B.YS	0	0,36	0,38	0,40	0,41	0,42	0,43
Pam.B.YS	0	0,44	0,47	0,46	0,47	0,48	0,49
Bam.B.YS	0	0,47	0,49	0,51	0,51	0,53	0,53



Şekil 4.12: Ham Numenelerin Transfer Islanma Oranları



Şekil 4.13: Diğer Numenelerin Transfer Islanma Oranları

Şekil 4.13'de numunelerin transfer ıslanma oranları gösterilmiştir. Ham kumaşlar için pamuğun ıslanma oranı en yüksek çıkarken, bambununki en düşüktür. Membran laminasyonu ile polyesterin transfer ıslanma oranı önemli ölçüde düşerken bambunun transfer ıslanma oranı önemli ölçüde artmıştır, viskonun ıslanma oranı

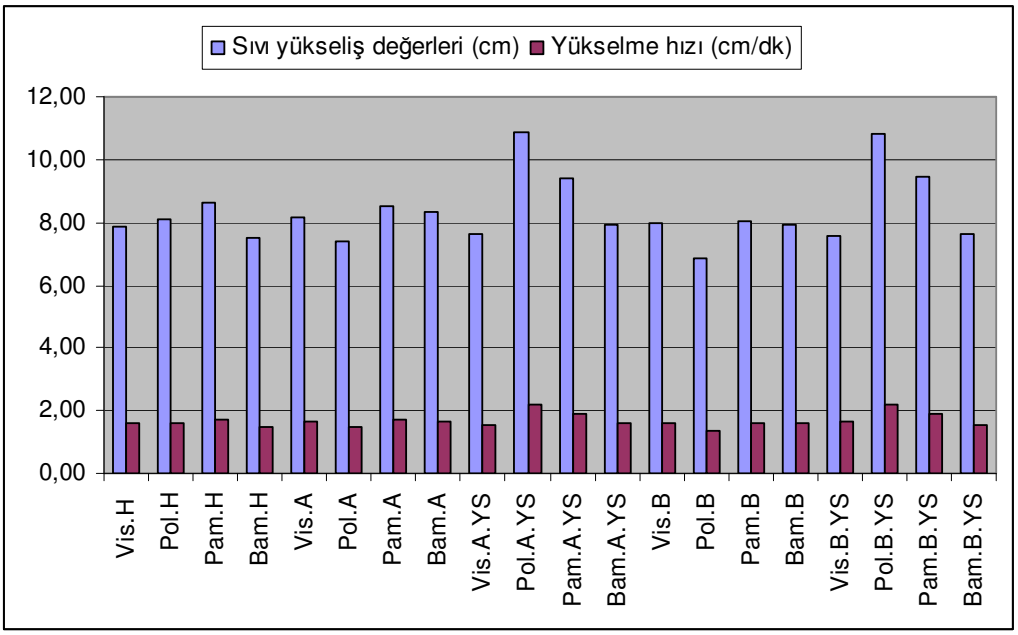
artarken, pamuk kumaşta düşme gözlemlenmiştir. Yıkama sonrası lamine kumaşlara baktığımızda yıkama öncesine göre dikkate değer bir değişim gözlenmemiştir. Genel olarak laminasyonun transfer ıslanmaya etkisi polyesterde negatif olurken bambuda pozitif bir etki meydana getirmiştir. Viskon ve pamukta dikkate değer bir etki göstermemiştir. Membran bazında anlamlı bir farklılık gözlemlenmemiştir.

4.12 Dikey Kılcal Islanma Testi Sonuçları

Dikey kılcal ıslanma testi sonuçları Tablo 4.17 ve Şekil 4.14 de verilmiştir.

Tablo 4.17: Numunelerin Dikey Kılcal Islanma Değerleri

Numune	Sıvı Yükseliş Değerleri (cm)	Yükselme Hızı (cm/dk)
Vis.H	7,85	1,57
Pol.H	8,10	1,62
Pam.H	8,65	1,73
Bam.H	7,50	1,50
Vis.A	8,13	1,63
Pol.A	7,40	1,48
Pam.A	8,53	1,71
Bam.A	8,33	1,67
Vis.A.S	7,65	1,53
Pol.A.S	10,85	2,17
Pam.A.S	9,40	1,88
Bam.AYS	7,90	1,58
Vis.B	8,00	1,60
Pol.B	6,87	1,37
Pam.B	8,03	1,61
Bam.B	7,93	1,59
Vis.B.YS	7,55	1,63
Pol.B.YS	10,80	2,16
Pam.B.YS	9,45	1,89
Bam.B.YS	7,60	1,52



Şekil 4.14: Dikey Kılcal Islanma Değerleri

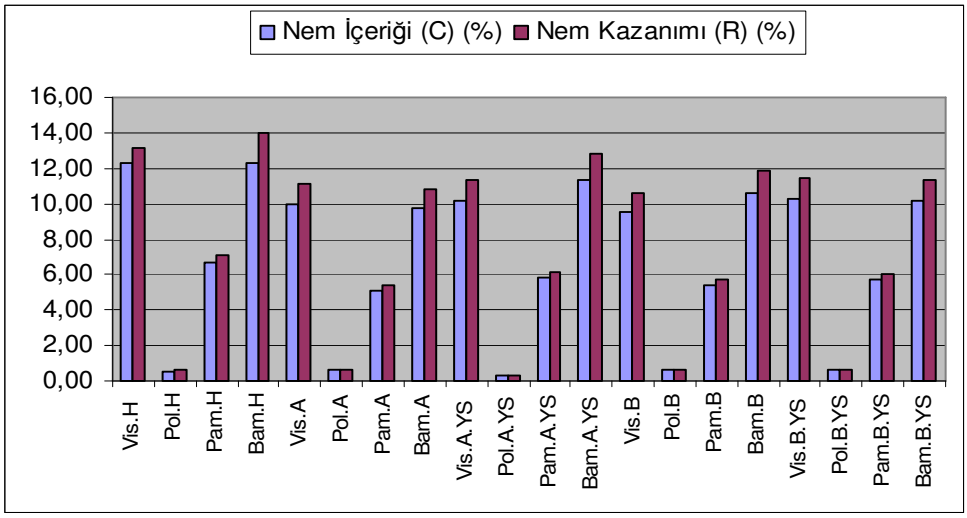
Ham kumaşlarda pamuğun yükselme değeri en yüksek çıkarken onu polyester, daha sonra viskon izlemiş ve en düşük yükselme değeri bambu kumaşta görülmüştür. Laminasyonla birlikte viskon ve bambunun sıvı yükseliş değerlerinde artma görülürken, polyester ve pamukta bir azalma görülmüştür. Yıkama sonrası değerlerde; özellikle polyester pamukla birlikte bir artış göstermiş viskon ve bambuda az da olsa bir azalış gözlemlenmiştir. Membran bazında A membranının yükseliş değerleri B membranının yükseliş değerlerinden iyi olduğu görülmüştür.

4.13 Nem Kazanımı Testi Sonuçları

Nem kazanım testi sonuçları Tablo 4.18 ve Şekil 4.15 de verilmiştir.

Tablo 4.18: Numenelerin Nem Kazanım Değerleri

Numune Kodu	Nem İçeriği (C) (%)	Nem Kazanımı (R) (%)
Vis.H	12,27	13,10
Pol.H	0,58	0,59
Pam.H	6,67	7,14
Bam.H	12,25	13,96
Vis.A	10,01	11,12
Pol.A	0,64	0,65
Pam.A	5,08	5,36
Bam.A	9,75	10,80
Vis.A.YS	10,19	11,35
Pol.A.YS	0,33	0,33
Pam.A.YS	5,82	6,18
Bam.A.YS	11,33	12,77
Vis.B	9,56	10,58
Pol.B	0,67	0,67
Pam.B	5,44	5,75
Bam.B	10,58	11,84
Vis.B.YS	10,29	11,47
Pol.B.YS	0,63	0,64
Pam.B.YS	5,72	6,07
Bam.B.YS	10,17	11,32



Şekil 4.15: Numenelerin Nem Kazanım Değerlerinin Karşılaştırması

Ham kumaşların nem kazanımı değerleri, liflerin nem kazanım değerlerine birebir uymaktadır. Viskon kumaş %13, bambu kumaş %14 civarı nem kazanırken pamuk yaklaşık %7, polyester ise %0,6 oranında nem kazanmışlardır. Membran laminasyonu ile nem kazanımlarında polyesteri (değer çok düşük olduğu için) gözönünde bulundurmazsak düşme gözlenmiştir. Membran tipinin önemli bir etkisi olmamıştır. Yıkama sonrası değerlerinde bir artış gözlenmiştir. Yıkama sonrasındaki artışın nedeninin gözeneklerin açılması ve membranın kırışarak kumaş yüzeyinde mikro boşlukların oluşması söylenebilir.

4.14 Kuruma Testi Sonuçları

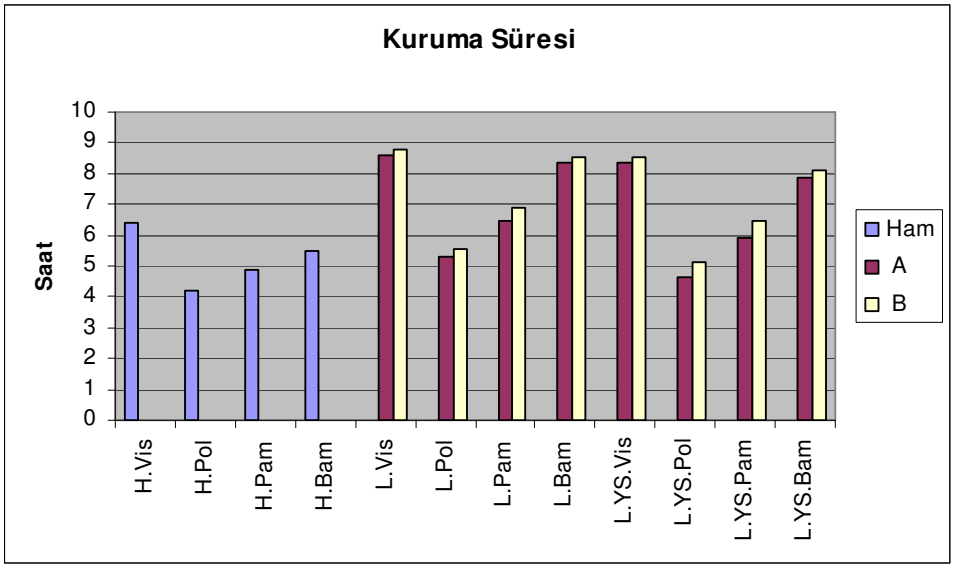
Numunelerin %5'lik fazla nem seviyesinde kuruduğu kabul edilen süreler ve ortalama kuruma hızları saat olarak Tablo 4.19 ile Tablo 4.20'de ve Şekil 4.16'da gösterilmiştir.

Tablo 4.19: Ham Numunelerin Kuruma Süreleri(Saat)

H.Vis	H.Pol	H.Pam	H.Bam
6,4	4,2	4,9	5,5

Tablo 4.20: Diğer Numunelerin Kuruma Süreleri(Saat)

	L.Vis	L.Pol	L.Pam	L.Bam	L.YS.Vis	L.YS.Pol	L.YS.Pam	L.YS.Bam
A	8,60	5,29	6,44	8,38	8,37	4,66	5,92	7,89
B	8,76	5,56	6,89	8,52	8,56	5,13	6,46	8,14

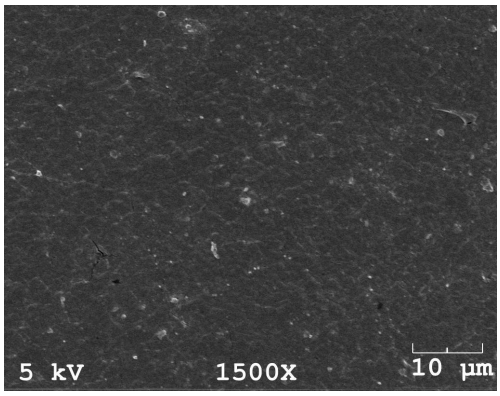


Şekil 4.16: Numunelerin Kuruma Süreleri

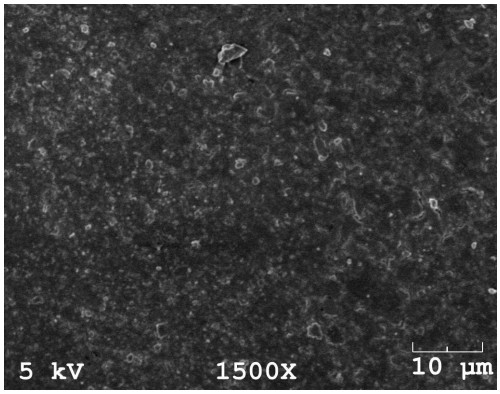
Ham kumaşlar arasında viskonun çok geç kuruduğu, onu sırasıyla bambu, pamuk ve polyesterin izlediği gözlenmiştir. Hidrofobik membran laminasyonu ile bu sürelerin arttığı, ama sıralamanın değişmediği yine en fazla sürenin viskonda geçtiği, onu sırasıyla bambu, pamuk ve polyester takip ettiği görülmektedir. Yıkama sonrasında ise kuruma süresinde düşüş gözlenmiştir. Bunun sebepleri olarak, membran gözeneklerinin açılması, kumaşın çekmesine karşılık membranın kırışarak kumaşla arasında boşlukların oluşması gösterilebilir. Membran bazında baktığımızda genel olarak B membranın kuruma süresini artırdığını söyleyebiliriz. Bunun sebebi ise B membranının yoğunluğunun daha yüksek olması düşünülmektedir.

4.15 SEM Görüntüsü Sonuçları

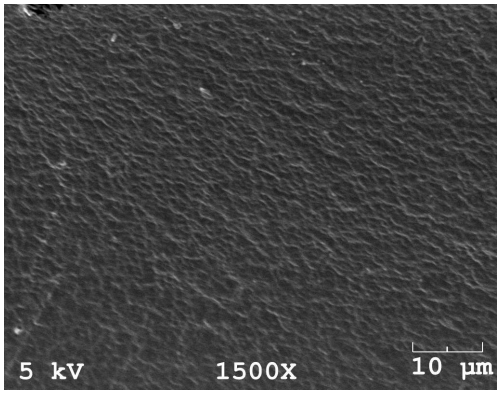
Joel firmasının JSM-5410LW marka taramalı elektron mikroskobu (SEM) ile alınan görüntüler Şekil 4.17, Şekil 4.18, Şekil 4.19, Şekil 4.20, Şekil 4.21 da gösterilmiştir. Numunelerin membran yüzlerinin elektrik iletkenliği olmadığı için önce altınla kaplanmış sonra üzerine 5kV voltaj uygunarak 1500 büyütmedeki görüntüleri alınmıştır. Numunelerin membran yüzeyleri pürüzlü olduğu için görüntüler netleşmemiş ve istenen görünümlere ulaşılmamıştır.



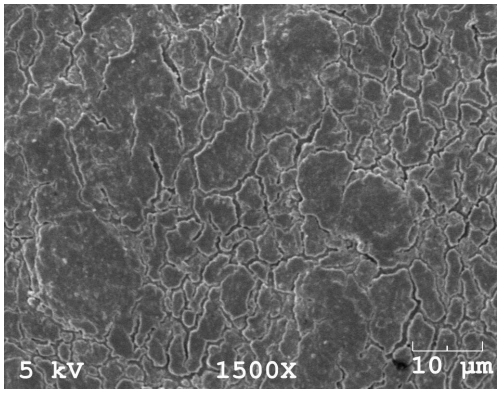
Şekil 4.17: Bambu Kumaşın A Membranlı Yüzeyinin SEM Görüntüsü



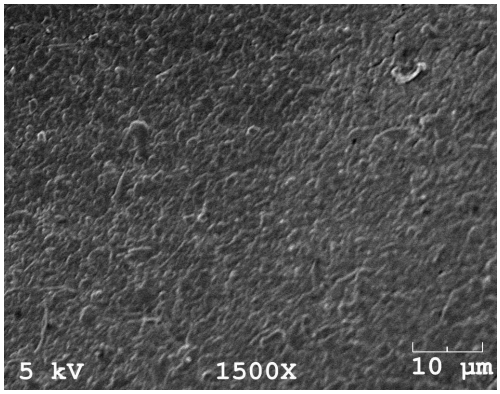
Şekil 4.18: Bambu Kumaşın A Membranlı Aşınmış Yüzeyinin SEM Görüntüsü



Şekil 4.19: Bambu Kumaşın A Membranlı Yüzeyinin Yıkama Sonrası SEM Görüntüsü



Şekil 4.20: Bambu Kumaşın A Membranlı Yüzeyinin Yıkama Sonrası Aşınmış SEM Görüntüsü



Şekil 4.21: Bambu Kumaşın B Membranlı Yüzeyinin Yıkama Sonrası Aşınmış SEM Görüntüsü

SEM görüntülerini incelediğimizde bambu kumaşların membran yüzeylerinde aşınma ile gözeneklerin hasara uğrayarak açıldığı söylenebilir. Membranın yıkama sonrasında kırışarak sıkıştığı da görülmektedir. Yıkama sonrası kumaşların membran yüzeylerinin aşınması testi sonunda gözeneklerin daha da açıldığı görülmektedir. Şekil 4.18 ve 4.19'de A ve B tipi membranlarla lamine edilen bambu kumaşlar karşılaştırıldığında ise A tipi membranın gözeneklerinin B'ye göre fark edilir seviyede büyük ve açılmış olduğu söylenebilmektedir.

4.16 Korelasyon Analizi

Tablo 4.21: Fiziksel Özelliklerin Kendi Aralarında Koralasyonu

		Patlama	Boncuk.	Asinma	Kalinlik	Boyutsal	May D.
Patlama	Pearson Correlation	1	,229	-,704(**)	-,202	-,957(**)	-,670
	Sig. (2-tailed)		,332	,001	,394	,000	,069
	N	20	20	20	20	8	8
Boncuk.	Pearson Correlation	,229	1	-,270	-,601(**)	-,439	-,057
	Sig. (2-tailed)	,332		,249	,005	,276	,894
	N	20	20	20	20	8	8
Asinma	Pearson Correlation	-,704(**)	-,270	1	,562(**)	,891(**)	,448
	Sig. (2-tailed)	,001	,249		,010	,003	,265
	N	20	20	20	20	8	8
Kalinlik	Pearson Correlation	-,202	-,601(**)	,562(**)	1	,814(*)	,467
	Sig. (2-tailed)	,394	,005	,010		,014	,244
	N	20	20	20	20	8	8
Boyutsal	Pearson Correlation	-,957(**)	-,439	,891(**)	,814(*)	1	,736(*)
	Sig. (2-tailed)	,000	,276	,003	,014		,037
	N	8	8	8	8	8	8
May D.	Pearson Correlation	-,670	-,057	,448	,467	,736(*)	1
	Sig. (2-tailed)	,069	,894	,265	,244	,037	
	N	8	8	8	8	8	8

** Korelasyon 0,01 seviyesinde anlamlıdır (2-yönlü). * Korelasyon 0,05 seviyesinde anlamlıdır (2-yönlü).

Tablo 4.19 da verilen fiziksel özelliklerin kendi içinde korelasyonlarına baktığımızda, patlama mukavemeti; %99 anlamlılık seviyesinde yüzde aşınma miktarı ile -0.704 ve boyutsal değişimle -0.957 değerinde yüksek bir negatif korelasyana sahip olduğu görülüyor. Boncuklaşma; %99 anlamlılık seviyesinde kalınlıkla -0,601 değerinde negatif korelasyona sahiptir. Aşınma miktarı; %99 anlamlılık seviyesinde patlama mukavemeti ile -0,704 değerinde negatif korelasyona sahipken kalınlıkla 0,562 ve boyutsal değişimle 0,891 pozitif korelasyona sahiptir. Boyutsal değişim ile may dönmesi %95 anlamlılık seviyesinde 0,736 pozitif korelasyona sahiptir.

Tablo 4.22: Konfor Özelliklerin Kendi Aralarında Koralasyonu

		Subuhari	Nem	Kuruma	Tr_isl	Dik_isl	Kalinlik	Hava
Subuhari	Pearson Correlation	1	,174	-,432	,003	-,064	-,032	,188
	Sig. (2-tailed)		,463	,057	,988	,789	,893	,812
	N	20	20	20	20	20	20	4
Nem	Pearson Correlation	,174	1	,736(**)	,645(**)	-,435	,195	,148
	Sig. (2-tailed)	,463		,000	,002	,055	,410	,852
	N	20	20	20	20	20	20	4
Kuruma	Pearson Correlation	-,432	,736(**)	1	,659(**)	-,389	,122	,295
	Sig. (2-tailed)	,057	,000		,002	,090	,608	,705
	N	20	20	20	20	20	20	4
Tr_isl	Pearson Correlation	,003	,645(**)	,659(**)	1	-,340	,251	-,525
	Sig. (2-tailed)	,988	,002	,002		,142	,285	,475
	N	20	20	20	20	20	20	4
Dik_isl	Pearson Correlation	-,064	-,435	-,389	-,340	1	,094	-,806
	Sig. (2-tailed)	,789	,055	,090	,142		,692	,194
	N	20	20	20	20	20	20	4
Kalinlik	Pearson Correlation	-,032	,195	,122	,251	,094	1	-,949
	Sig. (2-tailed)	,893	,410	,608	,285	,692		,051
	N	20	20	20	20	20	20	4
Hava	Pearson Correlation	,188	,148	,295	-,525	-,806	-,949	1
	Sig. (2-tailed)	,812	,852	,705	,475	,194	,051	
	N	4	4	4	4	4	4	4

** Korelasyon 0,01 seviyesinde anlamlıdır (2-yönlü).

Tablo 4.20'de verilen konfor özelliklerin kendi içinde korelasyonlarına baktığımızda Nem kazanımının %99 anlamlılık seviyesinde kuruma ile 0,736 değerinde ve transfer ıslanma ile 0,645 pozitif bir korelasyona sahip olduğu görülmektedir. Kuruma süresinin %99 anlamlılık seviyesinde transfer ıslanma ile 0,659 pozitif bir korelasyonu olmuştur. Dikey kılcal ıslanmanın hava geçirgenliği ile -0,806 negatif bir korelasyonu ve kalınlığın hava geçirgenliği ile -0,949 negatif bir korelasyonu görülmektedir.

4.17 Kumaş Bazında Genel Değerlendirme

Lamine Viskon Örme Kumaş;

Fiziksel performans açısından baktığımızda; yıkama sonrası boyutsal değişim değerlerinin çok kötü olması performans değerlerini kötüleştirmiştir, çünkü laminasyon ile birleştirilen hidrofob membran, kumaşın çekmesine karşılık çekmemiş, kırışarak kumaşa bağlanmasını kötüleştirmiştir. Patlama mukavemeti en düşük kumaştır. Laminasyonla birlikte bir miktar artma gözlenmiş ama yıkama sonrasında düşme göstermiştir. Aşınma dayanımı en kötü kumaş iken laminasyonla oldukça iyileşmiş ancak yıkama sonrasında tekrar düşmüştür. Boncuklaşma değeri diğer kumaşlar gibi düşmüştür. Boyutsal değişimi oldukça düzensizdir. Enden çekme değeri laminasyonla oldukça düşerken, boydan salma değeri aşırı bir çekmeye dönmüştür. May dönmesi değerleri laminasyonla iyileştirmiştir.

Konfor açısından baktığımızda; su ve hava geçirmediği görülmüştür. Su buharı geçirgenliğinde ise en iyi değere sahip kumaştır. Laminasyonla ıslanma oranı artarken, bu durum yıkama sonrasında azalmıştır. Nem kazanımı değeri laminasyonla düşerken yıkama sonrası artmıştır. Kuruma süresi laminasyonla artarken yıkama sonrasında düşmüştür.

Lamine Polyester Örme Kumaş:

Fiziksel performans açısından baktığımızda; yıkama sonrası boyutsal değişim değerlerinin çok iyi olması performans değerlerini iyileştirmiştir, çünkü kumaş laminasyon ile birleştirilen hidrofob membran gibi çekmemiş, bağlanma durumu bozulmamıştır. Patlama mukavemeti en yüksek kumaştır. Laminasyonla birlikte bir miktar artma gözlenmiş, yıkama sonrasında bu artış devam etmiştir. Aşınma dayanımı en yüksek kumaştır. Yıkama sonrasında az miktar düşmüştür. Boncuklaşma değeri diğer kumaşlar gibi düşmüştür. Boyutsal değişimi en az olan kumaştır. Enden çekme değeri laminasyonla salmaya dönmüş, boydan çekme değeri bir miktar artmıştır. May dönmesi değeri laminasyonla iyileştirmiştir.

Konfor açısından baktığımızda; su ve hava geçirmediği görülmüştür. Suya ve havaya karşı en dayanıklı kumaş olduğu söylenebilir çünkü yıkama sonrası değerlerinde bile hiç geçirgenlik göstermemiştir. Su buharı geçirgenliğinde ise en düşük değere sahip kumaştır ama bu fark önemsiz boyuttadır. Laminasyonla ıslanma oranı önemli ölçüde düşerken, bu durum yıkama sonrasında artarak düzelmiştir. Nem kazanımı değeri

zaten küçük boyutta olduğundan bir fark gözlenmemiştir. Kuruma süresi laminasyonla artarken yıkama sonrasında düşmüştür. En hızlı kuruyan kumaştır.

Lamine Pamuk Örme Kumaş;

Fiziksel performans açısından baktığımızda; yıkama sonrası boyutsal değişimi diğer kumaşlar gibi az ya da çok değil ortalama olması performans değerlerini de ortalama yapmamıştır. Patlama mukavemeti polyesterden sonra en yüksek kumaştır. Laminasyonla birlikte bir miktar artma gözlenmiş, yıkama sonrasında bu artış devam etmiştir. Aşınma dayanımı da polyesterden sonra en yüksek kumaştır. Yıkama sonrasında az miktar düşmüştür. Boncuklaşma değeri diğer kumaşlar gibi düşmüştür. Boyutsal değişimi polyesterden sonra en az olan kumaştır. Enden çekme değeri laminasyonla düşmüş, boydan çekme değeri bir miktar artmıştır. May dönmesi değeri laminasyonla iyileştirmiştir.

Konfor açısından baktığımızda; su ve hava geçirmediği görülmüştür. Bir kıyaslama yapılacak olursa suya ve havaya karşı polyesterden sonra en dayanıklı kumaş olduğu söylenebilir, yapılan analizlerden bu sonuç çıkmaktadır. Su buharı geçirgenliğinde ise diğer kumaşlara göre ortalama bir değerdedir. Laminasyondan transfer ıslanma oranı etkilenmezken, kılcal ıslanma oranı düşmüş ama bu oran yıkama sonrasında artmıştır. Nem kazanımı değeri laminasyonla düşerken yıkama sonrası artmıştır. Kuruma süresi ise laminasyonla artarken yıkama sonrasında düşmüştür.

Lamine Bambu Örme Kumaş;

Fiziksel performans açısından baktığımızda; yıkama sonrası boyutsal değişim değerlerinin çok kötü olması performans değerlerini kötüleştirmiştir, çünkü laminasyon ile birleştirilen hidrofob membran, kumaşın çekmesine karşılık çekmemiş, kırışarak kumaşa bağlanmasını kötüleştirmiştir. Patlama mukavemeti viskondan sonra en kötü kumaştır. Laminasyonla birlikte bir miktar artma gözlenmiş ama yıkama sonrasında düşme göstermiştir. Aşınma dayanımı viskondan sonra en kötü kumaş iken laminasyonla iyileşmiş ancak yıkama sonrasında tekrar düşmüştür. Boncuklaşma değeri diğer kumaşlar gibi düşmüştür. Boyutsal değişim olarak laminasyonla enden çekme değeri düşerken, boydan çekme değeri artma göstermiştir. May dönmesi değerleri laminasyonla iyileştirmiştir.

Konfor açısından baktığımızda; su ve hava geçirmediği görülmüştür. Su buharı geçirgenliğinde ise viskondan sonra en iyi değere sahip kumaştır. Laminasyonla

ıslanma oranı önemli ölçüde artarken, bu durum yıkama sonrasında azalmıştır. Nem kazanımı değeri laminasyonla düşerken yıkama sonrası artmıştır. Kuruma süresi laminasyonla artarken yıkama sonrasında düşmüştür.

5. SONUÇ

Fiziksel performans açısından değerlendirdiğimizde; laminasyon işlemi ile kumaşların mukavemeti ve aşınma dayanımını artırmış, kalınlığını azalmış, buna karşılık boncuklaşmasında kötüleşme olmuştur. Lamine kumaşlarda yıkama sonrasında fiziksel performans değerleri yıkama öncesine göre; aşınma dayanımı azalmış, boncuklaşma kötüleşmiş, mukavemet olarak pamuk ve polyesteri artıtırken viskon ve bambuda düşürmüştür. Boyutsal değişimde enden çekme azalıp taparlama gösterirken boydan çekme değerleri artmıştır. May dönmesi değerleri ise azalma göstermiştir.

Konfor özellikleri açısından değerlendirdiğimizde; laminasyonla birlikte kumaşların su ve hava geçirmediği tespit edilmiştir. Bu durum yağmur ve rüzgar gibi kötü hava koşullarında istenen performansın sağlandığını kanıtlamaktadır. Su buharı geçirgenliğinin ise istenen seviyelerde olduğu gözlemlenmiştir. Böylece vücutta oluşan terin su buharı şeklinde atılarak konfor özelliğini iyileştirdiğini de söylemek mümkündür. Islanma değerlerinde viskon ve bambu da bir artma görülürken, polyester ve pamukta düşme olmuştur. Yıkama sonrasında yıkama öncesine göre anlamlı bir değişme olmamıştır. Lamine kumaşların nem kazanımlarında düşme gözlemlenmiş yıkama sonrasında çok az da olsa artış gözlemlenmiştir. Lamine kumaşların kuruma sürelerinde artış gözlenmiş bu artışın yıkama sonrasında biraz düştüğü görülmüştür.

Farklı yoğunluktaki membranlar fiziksel ve konfor özeliklerine benzer şekillerde etki etmiş, anlamlı bir farklılık sadece su buharı geçirgenliklerinde görülmüştür. Yıkama sonrası davranışlarında ise membran tipinin fazla bir etkisi olamamıştır.

Bu sonuçlar dikkate alındığında benzer davranış sergileyen kumaşları; Pamuk-polyester grubu ve viskon-bambu grubu olarak iki ana kategoriye ayırabiliriz. Çok fazla boyutsal değişim gösteren viskon-bambu kumaşların yıkama sonrası performans değerleri kötüleşmiştir. Bu yüzden bu tip kumaşlar tek kullanımlık tıbbi tekstil ürünlerinde ve hijyen sektöründe çok verimli bir şekilde kullanılabilirler. Buna karşılık pamuk-polyester grubu kumaşlar yıkama sonrası performans değerlerini de

dikkate alarak T-şört, spor elbise gibi yüksek performans ve fazla aktivite gereken durumlarda yıkanıp tekrar giyilen giysi sistemleri için idealdir.

Bu çalışmada, farklı lif tiplerinden üretilen nefes alabilir hava ve su geçirmez süprem örme lamine kumaş performansları incelenmiştir. Laminasyonun tekstil kumaşlarına uygulanması hakkında bir kaynak niteliğinde de olan bu inceleme, bu alanda yapılacak sonraki çalışmalara temel oluşturmaktadır. Daha sonraki adımlarda; lif karışımları kullanılarak kumaş tipleri artırılabilir, boyanmış kumaşların lamine edilerek kimyasal performans özellikleri de incelenebilir. Lamine kumaş oluşturulmasında farklı özellikte membranlar kullanılarak farklı özelliklerde endüstriyel kumaşlar tasarlanabilir.

KAYNAKLAR

[1] **McIntyre, J.E. and Daniels, P.N**., 1995. Textile Terms and Definitions, Tenth Edition, The Textile Institute, Manchester.

[2] **Fung, W**., 2002. Coated and Laminated Textiles, The Textile Institute, Manchester.

[3] **Kinloch, A.J**., 1984. Adhesion and Adhesives, Chapman & Hall, London, 30-79.

[4] **McBride, R. and Sellers, J**., 1994. Flame Lamination meets environmental challenge, *Automotive & Transportation Interiors*, April, 60.

[5] **Monkman, J.R.P.,** 1979. Water repellency of textile materials, *Insight*, **2**, No 4, 1-3.

[6] **Lomax, G.R**., 1991. Breathable waterproof fabrics, *Textiles*, **No.4**,12.

[7] **Horrocks, A.R. and Anand, S.C.**, 2000. Technical Textiles Hand Book, The Textile Institute, Manchester.

[8] **Keighley, J.H.,** 1985. Breathable fabrics and comfort in clothing, *Journal of Coated Fabrics*, **Vol.15**, 89.

[9] **Benisek, L**., 1986. Performance of protective clothing, *ASTM Special Technical Publication 900*, Philadelphia, p 327.

[10] **Saville, N. and Squires, N**. 1993. Multiplex Panotex Textiles, *International Conference on lndustrial and Technical Textiles,* Huddersfield, 6-7th July.

[11] **Mayer, W., Mohr, U. and Schuierer,** 1989. *International Textile Bulletin*, **No 2**, p18.

[12] **Salz, P.,** 1988. 'Testing the quality of breathabletextiles', Performance of Protective clotlıing: Second Symposium, *ASTM Special Technical Publication 989,* Philedelphia p 295.

[13] **Lomax, G.R**. J, 1990. Hydrophilic polyurethane coated, *Journal of Coated Fabrics,* **20**, p 88.

[14] **Holmes, D.A., Grundy, C. and Rowe, H.D.,** 1995. The Charecteristics of Waterproof Breathable Fabrics, *Journal of Clothing Technology Management***.**

[15] **Ruckman, J.E**., 1997. Water vapour transfer in waterproof breathable fabrics, Part 1: Under steady-state conditions, *International Journal of Clothing Science and Technology,* **9(1)** 10-22.

[16] **Ruckman, J.E**., 1997. Water vapour transfer in waterproof breathable fabrics, Part 2: Under windy conditions, *International Journal of Clothing Science and Technology,* **9(1)** 23-33.

[17] **Ruckman, J.E**., 1997. Water vapour transfer in waterproof breathable fabrics, Part 3: Under rainy and windy conditions, *International Journal of Clothing Science and Technology,* **9(2)** 141-153.

[18] **Oszevski, R.J.,** 1996. Water Vapor Transfer Through a Hydrophilic Film at Subzero Temperatures, *Textile Research Journal,* **66(1)** 24.

[19] **ASTM Method E96-80.** *Standard Test Method for Water Vapor Transmission of Materials,* American Society for Testing and Materials.

[20] **Gretton, J.,** et al, 1998. Moisture Vapor Transport Through Waterproof Breathable Fabrics and Clothing Systems Under a Temperature Gradient. *Textile Research Journal*, **8**, 936-941.

[21] **Gretton, J.,** 1998. Condensation in Clothing Systems, *SurvivaI98 Conference,* University of Leeds, England, June.

[22] **Marxmeier, H.,** 1986. *Chemifarsen/ Textilindustrie,* **36/88**(July/August) 575.

[23] **Weder, M**., 1997. *Journal of Coated Fabrics,* **Vol 27**, 146-168.

[24] **Collier, J. B. and Tortora, P. G.**, 2001. Understanding Textiles, Sixth Edition, Prentice Hall Upper Saddle River, New Jersey.

[25] **Başer, G**., 1992. Elyaf Bilgisi, Marmara Üniversitesi Teknik Egitim Fakültesi, İstanbul.

[26] **Smith, J. A.**, 2002. Rayon – The Multifaceted Fiber, Ohio State University Extension Fact Sheet Textiles and Clothing.

[27] **Rayon Viscose,** 2007. Swicofil AG Textile Services, http://www.swicofil.com/products/200 viscose.html

[28] **Poliester,** 2007. Swicofil AG Textile Services, http://www.swicofil.com/pes.html

[29] **Cotton,** 2007. Swicofil AG Textile Services, http://www.swicofil.com/products/001cotton.html

[30] **Bamboo,** 2007. Bambrotex. http://bambrotex.com

[31] **TS 251**, Dokunmuş kumaşlar – Birim uzunluk ve birim alan kütlesinin tayini, *Türk Standartları Enstitüsü,* Ankara.

[32] **BS 2544,** 1991. Methods for Determination of Thickness of Textile Materials.

[33] **TS 393 EN ISO 13938-1,** 2002. Tekstil – Kumaşların Patlama Özellikleri, *Türk Standartları Enstitüsü,* Ankara.

[34] **TS EN ISO-12945-1**, 2002. Tekstil - Kumaslarda Yüzey Tüylenmesi ve Boncuklanma Yatkınlığının Tayini - Bölüm 1: Boncuklanma Kutusu Metodu, *Türk Standartları Enstitüsü,* Ankara.

[35] **TS EN ISO 12947-2,** 2001. Tekstil – Martindale Metoduyla Kumaşların Aşınmaya Karşı Dayanımının Tayini, *Türk Standartları Enstitüsü,* Ankara.

[36] **TS 392 EN 25077/**Şubat**,** 1996. Tekstil Mamulleri-Yıkama Ve Kurutmadan Sonra Boyut Değişmesinin Tayini, *Türk Standartları Enstitüsü,* Ankara.

[37] **AATCC 179** – 2004**:** Kumas ve giysilerde otomatik ev tipi yıkama sebebiyle may dönmesi degisimi.

[38] **TS 257 EN 20811/**Nisan 1996**,** Tekstil Kumaşları - Su Geçirmezlik Tayini Hidrostatik Basınç Deneyi, *Türk Standartları Enstitüsü,* Ankara.

[39] **TS 391 EN ISO 9237/**Nisan 1999**,** Tekstil - Kumaşlarda Hava Geçirgenliğinin Tayini, *Türk Standartları Enstitüsü,* Ankara.

[40] **ASTM E96-00,** 2000. Standard Test Methods For Water Vapor Transmission of Metarials, *ASTM Intermational,* PA, US.

[41] **Zhuang, Q., Harlock, S.C., Brook D.B.,** 2002. Transfer Wicking Mechanism of Knitted Fabric Used as Undergarment for Outdoor Activities, *Textile Research Journal,* **72(8)**, 727-734.

[42] **DIN 53924,** 1997. Velocity of suction of textile fabrics in respect of water method determining the rising height.

[43] **ASTM D2654,** 1971. Standard Methods of Test for moisture content and moisture regain of textile material, *ASTM Intermational,* PA, US.

[44] **Fourt, L., Sookne, A.M., Frishman, D. and Harris M.,** 1951. The Rate of Drying of Fabrics, *Textile Research Journal,* **21**, 26-32.

ÖZGEÇMİŞ

Osman Gazi ARMAĞAN 1982 yılında Sorgun'da doğdu. Orta ve Lise öğrenimini Amasya Anadolu Lisesinde tamamladı. 2000 yılında girdiği İ.T.Ü. Tekstil Mühendisliği Bölümünden 2005 yılında mezun oldu. Aynı yıl İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Tekstil Mühendisliği Ana Bilim Dalında Yüksek Lisans öğrenimine başladı. Nisan 2006 tarihinden itibaren İ.T.Ü. Tekstil Teknolojileri ve Tasarımı Fakültesinde araştırma görevlisi olarak çalışmaktadır.