

**DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

# **FONKSİYONEL BİR SPOR GİYSİSİ TASARIMI**



**Şükran KARA**

**Ocak, 2017**

**İZMİR**

# FONKSİYONEL BİR SPOR GİYSİSİ TASARIMI

Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü

Doktora Tezi

Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı

Şükran KARA

Ocak, 2017

İZMİR

## DOKTORA TEZİ SINAV SONUÇ FORMU

ŞÜKRAN KARA tarafından PROF. DR. M. SEVİL YEŞİLPINAR yönetiminde hazırlanan “FONKSİYONEL BİR SPOR GİYSİSİ TASARIMI” başlıklı tez tarafımızdan okunmuş, kapsamı ve niteliği açısından bir doktora tezi olarak kabul edilmiştir.

  
Prof. Dr. M. Sevil YEŞİLPINAR

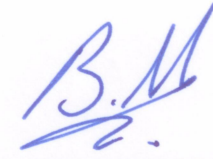
Yönetici

  
Prof. Dr. Aysun AKŞİT


Tez İzleme Komitesi Üyesi

  
Yrd. Doç. Dr. Aylin ZİYYLAN

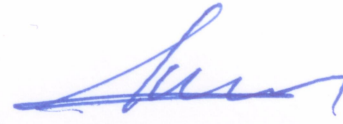
Tez İzleme Komitesi Üyesi

  
Prof. Dr. Binnaç KAPLANGIRAY

Jüri Üyesi

  
Prof. Dr. Hale CANBAZ KARAKAŞ

Jüri Üyesi

  
Prof. Dr. Emine İlknur CÖCEN

Müdür

Fen Bilimleri Enstitüsü

## TEŞEKKÜR

Doktora tez konumun belirlenmesi ve yürütülmesini sağlayan, bu süreçte benimle bilgi birikimini ve deneyimlerini paylaşan danışman hocam Sayın Prof. Dr. M. Sevil YEŞİLPINAR'a çok teşekkür ederim.

Doktora tez jürimde yer alan ve değerli fikirleriyle tezimin sürdürülmesinde önemli katkıları olan sayın hocalarım Prof. Dr. Aysun AKŞİT ve Yard. Doç. Dr. Aylin ZİYYLAN'a katkıları için çok teşekkür ederim.

Doktora tezimin yürütülmesi sürecinde birçok firmadan ücretsiz malzeme ve hizmet sağlanmıştır. Bu kapsamda; kaplama polimeri ve yardımcı kimyasallarını sağlayan Rudolf Duraner A.Ş.'ye (Bursa), laminasyon filmi sağlayan Karizma Tekstil (İstanbul) ve Astela Tekstil San. Tic. ve Ltd. Şti'ne (İstanbul), kaplama çalışmalarımın başlangıcında teknik desteğini esirgemeyen Rultrans Transmisyon A.Ş.'ye (İzmir), kumaş temininde yardımcı olan Akdoku Tekstil ve Kimya San. Tic. Ltd. Şti'ne (İstanbul) teşekkürü bir borç bilirim. Tezimdeki tüm laminasyon işlemleri Liteks Plastik İmperteks Tekstil San. ve Tic. Ltd. Şti (İstanbul) tarafından yapılmış ve firma poliester laminasyon filmlerini sağlamıştır. Firmaya maddi ve manevi her türlü desteği için çok teşekkür ederim. Fonksiyonel yelken giysisinin estetik ve teknik tasarımlarının yapılması ve numunelerin dikilmesi sürecinde yardımlarını esirgemeyen Cu Tekstil San. ve Tic. A.Ş.'ye (İzmir) ve Germaturk Spor Giyim'e (İzmir) teşekkürlerimi sunarım. Elektronik ekipmanın montaj denemelerinin gerçekleştirildiği yelken giysisini gönderen Sailman Firmasına (İstanbul) teşekkür ederim.

Tezim kapsamında; elektronik sistemin geliştirilmesinde iş birliği yaptığımız ve tezime farklı bir bakış açısı kazandıran değerli hocalarım Dokuz Eylül Üniversitesi öğretim üyeleri Yrd. Doç. Dr. Yavuz ŞENOL ve Yrd. Doç. Dr. Taner AKKAN'a, ayrıca elektronik sistem ile ilgili teknik destek aldığım Elektrik ve Elektronik Mühendisleri Murat UÇAN ve Emin VİLGENOĞLU'na, anket çalışması sırasında destek aldığım Tekstil Mühendisi Yavuz KAYTAZ'a destekleri için çok teşekkür ederim.



ederim. Tezimde, Çok Kriterli Karar Verme Yönteminin uygulanmasında destek gördüğüm Endüstri Mühendisliği Bölümü araştırma görevlisi İlker GÖLCÜK'e teşekkürlerimi sunarım.

Deney sonuçlarımın değerlendirilmesinde desteğini esirgemeyen ve beni yönlendiren sayın Doç. Dr. Vildan SÜLAR'a, mukavemet testlerime yardımcı olan Tekstil Teknikeri Özlem ERGUN'a ve ayrıca bu süreçte manevi desteğini gördüğüm sevgili çalışma arkadaşlarıma teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmam Dokuz Eylül Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından 2012.KB.FEN.013 numaralı proje ile desteklenmiştir. Tez çalışmalarına yaptığı maddi destek için DEÜ Bilimsel Araştırma Projeleri Şube Müdürlüğü'ne çok teşekkür ederim.

Yüksek lisans ve doktora eğitimim boyunca Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK)- BİDEB tarafından başarı bursu ile desteklenmiş bulunmaktayım. Lisansüstü eğitimimi destekleyen ve beni bu süreçte maddi kaygılardan uzak tutan TÜBİTAK- BİDEB'e ve özellikle doktoram süresince desteklendiğim TÜBİTAK-BİDEB 2211 programına çok teşekkür ederim.

Ayrıca tüm hayatım ve öğrenimim boyunca her zaman arkamda duran ve en büyük destekçim olan sevgili annem Seliha KARA'ya, babam Kadim KARA'ya, ağabeylerim Erhan KARA ve Serkan KARA'ya bana olan sonsuz sevgi ve güvenleri için şükranlarımı sunarım. Varlıkları ile hayata olan umudumu diri tutan sevgili yeğenlerim Yiğit Fatih, Özge, Alperen, Bilge ve Göksu KARA'ya içten bir teşekkürü borç bilirim.

Tezimi biricik anneme ve geleceğimiz olan sevgili yeğenlerime ithaf ediyorum.

Şükran KARA

## FONKSİYONEL BİR SPOR GIYSİSİ TASARIMI

### ÖZ

İnsanların spora olan ilgisinin artması, günlük ve aktif spor giysilerinin daha fazla kullanılması ve çeşitlenmesi ile sonuçlanmıştır. Günümüzde kullanıcılar; aktif spor giysilerinin sadece estetik özellikler göstermesini yeterli bulmamakta, bu giysilerin performans ve fonksiyonellik açısından da avantajlı olmasını beklemektedir.

Bu çalışma kapsamında fonksiyonel bir spor giysisinin tasarımı gerçekleştirilmiştir. Spor giysisi olarak, aktif bir spor dalı olan yelkencilığe yönelik üst giysi üzerine odaklanılmıştır. Bunun sebebi; yelkencilikte sporcunun korunması gereken birçok dış etmen bulunması, giysi konfor özelliklerinin geliştirilmeye açık olması, elektronik fonksiyonların giysiye eklenmesiyle sporcunun performansının ve güvenliğinin artırılmasına uygun bir spor dalı olması ve sonuç olarak yüksek katma değerli ürünlerin elde edilmesidir.

Çalışma; literatürde yelken giysileri ile ilgili yeterli nitelik ve nicelikte araştırma bulunmadığından, bir anket çalışması ile başlamıştır. Anket sonuçlarından yararlanılarak, yelkenci güvenliğini artıracak akıllı bir üst giysi tasarımı, Dokuz Eylül Üniversitesi Elektrik-Elektronik Mühendisliği ve Mekatronik Bölümü öğretim üyeleri iş birliği ile gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla Bluetooth iletişim olanaklarının prensip edinildiği ve bir ana sistem ile ilave uydu sistemlerden oluşan elektronik bir sistem kurulmuştur. Oluşturulan uydu sistem ile çevre sıcaklığı ve yelkencinin kalp atış hızı başarıyla tespit edilmiştir. Ayrıca yelken giysisi beklentilerini sağlamak üzere; kaplanmış ve lamine edilmiş numuneler sistematik olarak üretilmiş ve tasarımda kullanılacak en uygun kumaş tipleri uygulanan testler sonucunda belirlenmiştir. Çalışmada pamuk, poliester ve poliamid kumaşlara ve en çok kullanılan bu hammaddelere alternatif oluşturmak üzere polipropilen kumaşlara kaplama ve laminasyon işlemleri yapılmıştır. Zemin kumaş, kaplama parametreleri ve laminasyon filmleri değiştirilerek yelken giysisinde kullanılacak alternatifler üretilmiştir. Yapılan çalışmalar sonucunda lamine numunelerin su geçirmezlik ve

yıkamaya karşı dayanıklılık açısından kaplanmış kumaşlara göre daha avantajlı olduğu saptanmıştır. Polipropilen lamine numuneler birçok özelliği ile ön plana çıkmıştır. Numune seçimi Çok Değişkenli Karar Verme Yöntemlerinden yararlanılarak desteklenmiştir. Sonuç olarak seçilen optimum özellikteki kumaş tipi ile bir yelken üst giysisinin prototipi hazırlanmış ve üretilen elektronik ekipmanlar bu giysiye yerleştirilerek fonksiyonel bir spor giysisinin tasarımı tamamlanmıştır.

**Anahtar kelimeler:** Fonksiyonel giysi, spor giysisi, yelken giysisi, kaplama, kaplama parametreleri, laminasyon, hidrofilik membran, mikrogözenekli membran, elektronik devre tasarımı.



# DESIGN OF A FUNCTIONAL SPORTSWEAR

## ABSTRACT

Types and consumption of leisure and active sportswear have increased as a result of increasing interest in sports. Nowadays, consumers do not satisfy only with the appearance of the active sportswear, but they also expect some performance and functional properties from their garments.

A functional sportswear was designed in this research. Sailing top garment was selected as an active sportswear. Because, sailors should avoid from various external factors during sailing, there are many ways to enhance the comfort properties of these garments, the performance and safety of the sailors can be improved by integrating electronic functions to the sailing garment and the end-product has high added value.

This study was started according to a survey conducted to professional sailors, as there is not enough literature. According to the survey results, an electronic system was developed in cooperation with the academicians in Dokuz Eylul University, Electrical-Electronics Engineering Department and Mechatronics Department. The electronic system containing master and slave systems, was constructed to detect fall situation of sailors by using Bluetooth communication principle. Also, slave system determined the ambient temperature and sailors' pulses successfully. Besides, systematically coated and laminated fabrics were produced in order to provide the sailing garment expectations. For this purpose cotton, polyester and polyamide fabrics were coated or laminated and tested to select the optimum choice. As an alternative, polypropylene samples were produced. By changing the base fabric, coating parameters and lamination films, alternatives were created. Laminated fabrics were found more advantageous when compared to coated equivalents according to waterproofness and durability to washing. Among all fabrics, laminated polypropylene specimens outshined. Fabric decision process was supported by Multi Criteria Decision Making Methods. Consequently, a sailing garment prototype was

sewn by the optimum fabric. The electronic system was implemented to this prototype and the design of functional sportswear was completed.

**Keywords:** Functional garment, sportswear, sailing garment, coating, coating parameters, lamination, hydrophilic membrane, microporous membrane, electronic system design.



## İÇİNDEKİLER

	<b>Sayfa</b>
DOKTORA TEZİ SINAV SONUÇ FORMU .....	ii
TEŞEKKÜR .....	iii
ÖZ .....	v
ABSTRACT .....	vii
ŞEKİLLER LİSTESİ .....	xiii
TABLolar LİSTESİ .....	xv
<b>BÖLÜM BİR - GİRİŞ</b> .....	<b>1</b>
1.1 Spor Giysileri .....	2
1.1.1 Spor Giysilerinde Kullanılan Lifler.....	6
1.1.2 Spor Giysilerinde Kullanılan İplik ve Kumaş Tipleri .....	10
1.1.3 Spor Giysilerine Uygulanan Bitim İşlemleri.....	11
1.2 Kaplama ve Laminasyon İşlemleri .....	13
1.2.1 Kaplanmış ve Lamine Kumaşların Tanımlanması .....	13
1.2.2 Kaplama ve Laminasyonda Kullanılan Polimerler .....	16
1.2.2.1 Poliüretan Polimeri .....	22
1.2.2.1.1 Poliizosiyanatlar .....	23
1.2.2.1.2 Polioller .....	23
1.2.2.1.3 Poliüretanlar için Çapraz Bağlayıcılar ve Zincir Büyütücüleri.....	24
1.2.2.1.4 Poliüretan Kaplamaları .....	25
1.2.2.2 Politetrafloretillen Polimeri .....	25
1.2.2.3 Poliester Polimeri .....	26
1.2.3 Kaplama ve Laminasyonda Kullanılan Yöntemler .....	27
1.2.4 Kaplama ve Laminasyon Tipleri .....	34
1.2.4.1 Geçirimsiz Kaplanmış ve Lamine Kumaşlar .....	34
1.2.4.2 Nefes Alabilen Kaplanmış veya Lamine Kumaşlar .....	34
1.2.5 Kaplanmış ve Lamine Edilmiş Kumaşlardan Elde Edilen Spor Ürünleri .....	37

1.3 Elektronik Fonksiyon İçeren Giysiler .....	39
1.4 Yelken Giysileri .....	42
1.5 Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri .....	45
1.6 Önceki Çalışmalar .....	48
<b>BÖLÜM İKİ - MATERYAL VE METOT .....</b>	<b>98</b>
2.1 Materyal .....	98
2.1.1 Anket Çalışması .....	98
2.1.2 Kumaş Üretiminde Kullanılan Hammaddeler .....	100
2.1.2.1 Zemin Kumaşlar .....	100
2.1.2.2 Kaplama Polimerleri ve Yardımcı Kimyasalları .....	101
2.1.2.3 Laminasyon Filmleri .....	103
2.1.3 Elektronik Malzemeler .....	103
2.2 Metot .....	106
2.2.1 Anketin Uygulanması .....	106
2.2.2 Nefes Alabilir - Su Geçirmez Kumaşların Üretimi .....	107
2.2.2.1 Kaplanmış Kumaşların Üretimi .....	107
2.2.2.2 Lamine Kumaşların Üretimi .....	114
2.2.3 Elektronik Sistemin Donanım ve Yazılımının Oluşturulması .....	116
2.2.4 Kumaşlara Uygulanan Testler .....	119
2.2.4.1 Zemin Kumaşların ve Laminasyon Filmlerinin SEM İncelemesi..	120
2.2.4.2 Kumaş Gramajı ve Yıkama Sonrası Gramaj Değişimi .....	120
2.2.4.3 Kumaş Kalınlıklarının Belirlenmesi .....	121
2.2.4.4 Su Geçirmezlik Testi .....	121
2.2.4.5 Su Buharı Geçirgenliği Testi .....	122
2.2.4.6 Hava Geçirgenliği Testi .....	122
2.2.4.7 Kumaş Kopma Mukavemeti Testi .....	122
2.2.4.8 Kumaş Yırtılma Mukavemeti Testi .....	123
2.2.4.9 Kumaş Eğilme Direncinin Belirlenmesi .....	123
2.2.4.10 Kumaş Aşınma Dayanımının Belirlenmesi .....	124
2.2.4.11 FTIR Analizi .....	124

2.2.4.12 Aşınmış Kumaşların Optik Mikroskop ile İncelenmesi .....	125
2.2.5 Giysinin Teknik ve Estetik Çizimlerinin Yapılması .....	125
2.2.6 Kaynak Bantlı Dikişlerin Yapılması .....	125
2.2.7 Çok Kriterli Karar Verme Yöntemlerinden TOPSIS'in Uygulanması .	126

## **BÖLÜM ÜÇ – BULGULAR VE TARTIŞMA ..... 131**

3.1 Anket Çalışmasının Sonuçları .....	131
3.1.1 Demografik Bilgiler ve Kaza Geçirme Durumları .....	131
3.1.2 Giysideki Elektronik Fonksiyon İhtiyacının Tespiti .....	133
3.1.3 Kullanılan Yelken Giysisi Tipleri ve Genel Alışkanlıklar .....	138
3.1.4 Yelken Giysilerinin Göstermesi Beklenen Özellikler .....	144
3.1.5 Katılımcı Önerileri .....	145
3.1.6 Anket ile İlgili Genel Sonuçlar .....	145
3.2 Geliştirilen Yelken Giysisi Kumaşlarının Test Sonuçları .....	147
3.2.1 Kaplanmış Kumaşların Sonuçları .....	147
3.2.1.1 Kumaşlara Eklenen Polimer Madde Miktarı ve Yıkama Sonrası Ağırlık Değişimleri .....	147
3.2.1.2 Su Geçirmezlik Testi Sonuçları .....	150
3.2.2 Lamine Kumaşların Sonuçları .....	158
3.2.2.1 SEM İncelemesi Sonuçları .....	158
3.2.2.2 Kumaş Gramajı Değerleri .....	163
3.2.2.3 Kumaş Kalınlığı Değerleri .....	165
3.2.2.4 Su Geçirmezlik Testi Sonuçları .....	167
3.2.2.5 Su Buharı Geçirgenliği Testi Sonuçları .....	171
3.2.2.6 Hava Geçirgenliği Testi Sonuçları .....	173
3.2.2.7 Kumaş Kopma Mukavemeti Testi Sonuçları .....	174
3.2.2.8 Kumaş Yırtılma Mukavemeti Testi Sonuçları .....	178
3.2.2.9 Kumaş Eğilme Direnci Sonuçları .....	179
3.2.2.10 Kumaş Aşınma Dayanımı Sonuçları .....	181
3.2.2.11 FTIR Analizi Sonuçları .....	191



3.3 Çok Kriterli Karar Verme Yöntemine Göre En Uygun Kumaş Tipinin Seçimi .....	199
3.4 Elektronik Sistem Sonuçları .....	202
3.5 Giysi Tasarımı ve Üretimi .....	204
<b>BÖLÜM DÖRT – SONUÇ VE ÖNERİLER .....</b>	<b>208</b>
<b>KAYNAKLAR .....</b>	<b>215</b>
<b>EKLER .....</b>	<b>230</b>
EK-1: Yelkencilere uygulanan anket .....	230
EK-2: Yelkencilere gönderilen dijital ön mektup .....	234
EK-3: Paylaşım sitesi üzerinden ulaşılan yelkenci sayıları.....	235
EK-4: Kriterlerin önem derecesini tespit için kullanılan anket.....	236
EK-5: Karar verici uzmanların (K1,..,K10) ana kriterlere atadığı önem derecesi skorları.....	240
EK-6: Karar verici uzmanların alt kriterlere atadığı önem derecesi skorları .....	240
EK-7: Ana kriterlere ait normalize ağırlık değerleri .....	241
EK-8: Alt kriterlere ait normalize ağırlıklar ve nihai ağırlıklar .....	241
EK-9: Lamine numunelere ait deney sonuçları .....	242
EK-10: Normalize edilmiş deney sonuçları .....	243
EK-11: Ağırlıklandırılmış normalize edilmiş deney sonuçları .....	244

## ŞEKİLLER LİSTESİ

	<b>Sayfa</b>
Şekil 1.1 Bazı spor dallarında kullanılan çeşitli spor giysileri.....	4
Şekil 1.2 Kaplama tekniğinin bazı kullanım alanları .....	14
Şekil 1.3 Kaplanmış ve lamine edilmiş kumaşların kullanıldığı bazı spor dalları....	15
Şekil 1.4 Kaplama teknolojisinin modaaya yönelik uygulamalarda kullanımı .....	15
Şekil 1.5 Monomer, homopolimer ve komonomerin gösterimi.....	17
Şekil 1.6 Üretan grubu .....	22
Şekil 1.7 Poliüretanın izosiyanat ve alkolden sentezi .....	22
Şekil 1.8 Tetrafloretillen ve PTFE polimeri.....	25
Şekil 1.9 Poliesterin oluşumu.....	26
Şekil 1.10 Nefes alabilen kumaş .....	35
Şekil 1.11 Bazı mikrogözenekli membran örnekleri.....	36
Şekil 1.12 Mikrogözenekli ve katı bir filmde su buharının taşınımı .....	37
Şekil 1.13 Su geçirmez nefes alabilen bir kumaş yapısı .....	37
Şekil 1.14 Elektronik fonksiyona sahip tekstil ürünleri örnekleri.....	41
Şekil 1.15 Çeşitli yelken giysileri .....	43
Şekil 1.16 Farklı koşullar altında yelken yapan sporcular .....	44
Şekil 1.17 Çok nitelikli karar verme yöntemleri .....	46
Şekil 1.18 Üretilen giysi prototipi.....	50
Şekil 1.19 Steintal'ın tasarımı .....	51
Şekil 1.20 Kaynor ve ark. ait tasarım.....	52
Şekil 1.21 Pankof'un tasarımları.....	52
Şekil 1.22 Jackson'un tasarımı.....	53
Şekil 1.23 Dammaco ve ark. ait tasarım .....	53
Şekil 1.24 Kişi için cilt soğuma desenlerinin termografları.....	55
Şekil 1.25 10 km koşan bir erkek atletin ter dağılımı deseni .....	55
Şekil 1.26 Rantanen ve ark. çalışması.....	95
Şekil 2.1 Çalışma kapsamında hazırlanan elektronik anket formu .....	106
Şekil 2.2 Numunelere uygulanan kaplama prosedürü.....	110
Şekil 2.3 Polipropilen kumaşlara uygulanan deney planı .....	111

Şekil 2.4 Polipropilen kumaşlarda çapraz bağlayıcı 1' in etkisinin incelenmesi ....	111
Şekil 2.5 Poliester kumaşlara uygulanan deney planı.....	112
Şekil 2.6 Poliester kumaşlarda çapraz bağlayıcı 2'nin etkisinin incelenmesi .....	112
Şekil 2.7 Pamuklu kumaşlara uygulanan deney planı.....	113
Şekil 2.8 Kullanılan kumaşlar ve laminasyon filmleri.....	115
Şekil 2.9 Donanım blok şemaları .....	117
Şekil 2.10 Elektronik sistemi oluşturmada kullanılan senaryonun şematik olarak gösterilmesi .....	118
Şekil 2.11 Ana sistem (sol) ve uydu sistem (sağ) için temel yazılım algoritması ...	119
Şekil 2.12 Yelken giysisi seçiminde kullanılan kriterlerin hiyerarşik yapısı.....	127
Şekil 3.1 Yelken yaparken karşılaşılan durumlar ve ilgili likert ortalamalarının karşılaştırılması .....	136
Şekil 3.2 Yelken giysisine eklenecek elektronik devreler ile ilgili sorulara verilen cevaplar ve likert ortalamalarının karşılaştırılması.....	137
Şekil 3.3 Yelkencilerin kullandığı yelken giysisi çeşitleri.....	139
Şekil 3.4 Yelkencilerin giysilerini yıkama alışkanlıkları.....	141
Şekil 3.5 Yelkencilerin spor yapma koşulları .....	142
Şekil 3.6 Yelkencilerin üşüme durumu .....	143
Şekil 3.7 Yelken giysilerinin yırtılma durumu.....	143
Şekil 3.8 Poliester ve pamuklu numunelere ait ağırlık değişimi sonuçları .....	149
Şekil 3.9 PP-FX8011 ve PET-Imprafix içeren numunelere ait yıkama öncesi ağırlık ve add-on değerleri.....	150
Şekil 3.10 Poliester ve pamuklu numunelerin yıkama öncesi ve sonrası su geçirmezlik değerleri.....	152
Şekil 3.11 Florokarbon ile işlem görmüş poliester ve pamuklu numunelerin yıkama ve ısıtma işlem öncesi ve sonrası su geçirmezlik değerleri.....	154
Şekil 3.12 Polipropilen numunelerin yıkama öncesi su geçirmezlik değerleri.....	155
Şekil 3.13 Polipropilen numunelerde çapraz bağlayıcı tipinin su geçirmezliğe etkisi .....	156
Şekil 3.14 Imprafix çapraz bağlayıcı içeren numunelerde fiksaj sıcaklığının su geçirmezliğe etkisi.....	157
Şekil 3.15 Zemin kumaşlara ait SEM görüntüleri.....	159

Şekil 3.16 Poliüretan laminasyon filmlerine ait SEM görüntüleri.....	161
Şekil 3.17 Politetrafloretillen laminasyon filmlerine ait SEM görüntüleri .....	162
Şekil 3.18 Poliester laminasyon filmlerine ait SEM görüntüleri .....	163
Şekil 3.19 Lamine numunelere ait gramaj değerleri ve zemin kumaşa göre gramaj değişimleri.....	165
Şekil 3.20 Lamine numunelere ait kalınlık değerleri .....	166
Şekil 3.21 Lamine numunelerin su geçirmezlik sonuçları .....	170
Şekil 3.22 Lamine numunelere ait su buharı geçirgenlik sonuçları .....	172
Şekil 3.23 Lamine numunelere ait hava geçirgenliği değerleri.....	174
Şekil 3.24 Lamine numunelere ait kopma mukavemeti ve uzama değerleri .....	177
Şekil 3.25 Lamine numunelere ait yırtılma mukavemeti değerleri.....	178
Şekil 3.26 Lamine numunelere ait eğilme direnci değerleri .....	181
Şekil 3.27 Lamine numunelere ait aşınma sonrası ağırlık değişimleri .....	185
Şekil 3.28 Lamine numunelere ait aşınma sonrası yüzey görüntüleri .....	186
Şekil 3.29 Lamine PP numunelere ait 25000 aşınma turu sonrası mikroskop fotoğrafları.....	188
Şekil 3.30 Lamine PET numunelere ait 25000 aşınma turu sonrası mikroskop fotoğrafları.....	189
Şekil 3.31 Lamine PA numunelere ait 25000 aşınma turu sonrası mikroskop fotoğrafları.....	190
Şekil 3.32 PP zemin kumaşa ait FTIR spektrumu .....	191
Şekil 3.33 PET zemin kumaşa ait FTIR spektrumu .....	192
Şekil 3.34 PA zemin kumaşa ait FTIR spektrumu .....	193
Şekil 3.35 PES12 membranına ait FTIR spektrumu .....	193
Şekil 3.36 PP zemin kumaş (PP-Z), yıkama öncesi PP-PES12 numunesi PP yüzü, yıkama sonrası PP-PES12 numunesi PP yüzüne ait FTIR spektrumları .....	194
Şekil 3.37 PET zemin kumaş (PET-Z), yıkama öncesi PET-PES12 numunesi PET yüzü, yıkama sonrası PET-PES12 numunesi PET yüzüne ait FTIR spektrumları.....	195

Şekil 3.38 PA zemin kumaş (PA-Z), yıkama öncesi PA-PES12 numunesi PA yüzü, yıkama sonrası PA-PES12 numunesi PA yüzüne ait FTIR spektrumları .....	195
Şekil 3.39 PP, PET ve PA lamine numunelerin PES-12 yüzlerine ait yıkama öncesi (YO) ve yıkama sonrası (YS) FTIR spektrumları.....	196
Şekil 3.40 PET-PES12 numunesinin membran yüzünün yapıştırıcı ile temas eden ve etmeyen (dış) taraflarının yıkama öncesi (YO) ve sonrası (YS) FTIR spektrumları.....	197
Şekil 3.41 PA-PES12 numunesinin membran yüzünün yapıştırıcı ile temas eden ve etmeyen (dış) taraflarının yıkama öncesi (YO) ve sonrası (YS) FTIR spektrumları.....	197
Şekil 3.42 PET-PES12 numunesinin kumaş yüzünün yapıştırıcı ile temas eden ve etmeyen (dış) taraflarının yıkama öncesi (YO) ve sonrası (YS) FTIR spektrumları.....	198
Şekil 3.43 PA-PES12 numunesinin kumaş yüzünün yapıştırıcı ile temas eden ve etmeyen (dış) taraflarının yıkama öncesi (YO) ve sonrası (YS) FTIR spektrumları.....	198
Şekil 3.44 Tekne merkezine yerleştirilecek ana sistem .....	203
Şekil 3.45 Yelkenci giysilerine yerleştirilecek olan uydu sistem .....	203
Şekil 3.46 Yelken giysisi birinci tasarımı .....	204
Şekil 3.47 Yelken giysisi ikinci tasarımı .....	204
Şekil 3.48 Yelken giysisi üçüncü tasarımı .....	205
Şekil 3.49 Yelken giysisinin nihai teknik çizimi .....	205
Şekil 3.50 Uydu sistemin yelken giysisine entegrasyonu .....	206
Şekil 3.51 Elektronik ekipmanlı yelken giysisi .....	207

## TABLULAR LİSTESİ

### Sayfa

Tablo 1.1 Spor giysileri ve koruyucu giysilerin ergonomisini etkileyen anahtar değişkenler .....	5
Tablo 1.2 Poliester, poliamid ve polipropilen liflerinin özellikleri.....	8
Tablo 1.3 Kaplanmış ve lamine edilmiş spor giysilerde kullanılan başlıca polimerler ile ilgili özet bilgiler .....	20
Tablo 1.4 Çeşitli kaplama yöntemleri ve bazı özellikleri .....	28
Tablo 1.5 Laminasyonda kullanılan yöntemler.....	32
Tablo 1.6 Wang ve ark. çalışmasında kullanılan giysi çeşitleri.....	58
Tablo 2.1 Kullanılan zemin kumaşların özellikleri.....	101
Tablo 2.2 Laminasyonda kullanılan filmlerin özellikleri.....	103
Tablo 2.3 Kaplamada kullanılan reçete.....	108
Tablo 2.4 Kumaşlara sistematik olarak uygulanan işlemler ve numune kodları .....	114
Tablo 2.5 Poliester ve polipropilen kumaşlara çapraz bağlayıcı tipinin etkisini görmek için uygulanan işlemler ve numune kodları .....	114
Tablo 2.6 Numunelere uygulanan laminasyon detayları ve kumaş kodları.....	115
Tablo 3.1 Katılımcıların yaş dağılımları .....	131
Tablo 3.2 Katılımcıların cinsiyet dağılımları .....	132
Tablo 3.3 Katılımcıların yelken sınıfı dağılımları.....	132
Tablo 3.4 Katılımcıların kaç yıldır yelken yaptıkları.....	132
Tablo 3.5 Katılımcıların lisans durumları .....	132
Tablo 3.6 Katılımcıların kaza geçirme durumları .....	132
Tablo 3.7 Katılımcıların giysi ile ilgili kaza geçirme durumları.....	133
Tablo 3.8 Yelken yaparken karşılaşılan durumlar .....	134
Tablo 3.9 Yelken için elektronik ihtiyaçlar .....	134
Tablo 3.10 Yelken giysisi kullanım alışkanlıkları .....	138
Tablo 3.11 Yelken giysilerinden göstermesi beklenen özellikler .....	144
Tablo 3.12 Kaplanmış numunelere ait add-on ve ağırlık değişimi sonuçları .....	148
Tablo 3.13 PP-FX8011 ve PET-Imprafix içeren numunelere ait yıkama öncesi ağırlık ve add-on değerleri.....	150

Tablo 3.14 Poliester ve pamuklu numunelerin su geçirmezlik değerleri.....	151
Tablo 3.15 Polipropilen ve diğer numunelerin su geçirmezlik değerleri.....	154
Tablo 3.16 Lamine numunelere ait gramaj değerleri ve zemin kumaşa göre gramaj değişimleri.....	164
Tablo 3.17 Lamine numunelere ait kalınlık değerleri.....	166
Tablo 3.18 Lamine numunelere ait su geçirmezlik sonuçları.....	168
Tablo 3.19 Lamine numunelere ait su buharı geçirgenlik sonuçları.....	172
Tablo 3.20 Lamine numunelere ait hava geçirgenliği değerleri.....	173
Tablo 3.21 Lamine numunelere ait kopma mukavemeti ve uzama değerleri.....	176
Tablo 3.22 Lamine numunelere ait yırtılma mukavemeti değerleri.....	179
Tablo 3.23 Lamine numunelere ait eğilme direnci değerleri.....	180
Tablo 3.24 Lamine numunelere ait aşınma sonrası ağırlık değişimleri.....	183
Tablo 3.25 Ana kriterlere ait normalize edilmiş ortalama ağırlıklar.....	199
Tablo 3.26 İdeal ve anti-ideal duruma olan uzaklıklar ve yakınlık katsayıları.....	202

## BÖLÜM BİR

### GİRİŞ

Yoğun ve stresli çalışma temposu, sağlıklı olma isteği, spor olanaklarının artması gibi çeşitli sosyal faktörler spora olan ilgiyi artırmaktadır. İnsanların streslerini spor yaparak giderme eğilimleri, beden sağlıklarını koruma istekleri ve spor esnasındaki rahatlıklarını stil yaratarak günlük hayatlarına taşıma arzuları ise spor tekstillerine olan talebin artmasına neden olmaktadır.

Tekstil ürünleri hayatın hemen hemen tüm alanlarında olduğu gibi spor alanında da değişik formlarda ve yaygın olarak kullanılmaktadır. Tekstil malzemelerinin sporda en çok kullanıldığı alan spor giysileridir. Bununla birlikte tekstil ürünleri, çeşitli spor ekipmanları ve spor ayakkabılarında da kullanım alanı bulmaktadır. Genel olarak bakıldığında performans, kalite ve tasarım yönünden çok fazla özelleşmiş olan spor ürünleri yüksek fiyatlara satılırken, göreceli olarak az bir satış hacmine sahiptir. Bu ürünleri üreten firmalar ise diğer firmalara kıyasla tekstil teknolojisi açısından ilerlemiş ve ön saflarda yerini almıştır.

Klasik tekstil ürünlerinden farklı olarak ekstrem sporlar için özelleştirilmiş birçok spor ürününden (yelken giysileri, dağcılık giysileri, dalgıç giysileri vs); su, kar, rüzgar gibi zorlayıcı dış koşullara karşı koruyucu özellik göstermesi, ısı yalıtımı sağlaması ve bunların yanı sıra konfor, vücuda uyumlu olma, hareketi kısıtlamama ve estetik olma gibi müşteri isteklerini karşılama beklenmektedir. Bu tür istekleri ve fonksiyonel özellikleri sağlamak üzere spor giysilerde; klasik tekstil liflerinin yanı sıra yüksek performanslı veya fonksiyonel liflerin kullanımı, özel bitim işlemlerinin ve/veya kaplama-laminasyon gibi tekniklerin uygulanması ve katmanlı giysilerin tasarlanması gibi yollara başvurulmaktadır. Ayrıca bu tür giysiler elektronik ekipmanların yerleştirilmesi ile sporcu güvenliği ve performansının artırılmasına yönelik büyük bir potansiyeli de barındırmaktadır.

Bu tez çalışması kapsamında fonksiyonel bir spor giysisinin tasarımı gerçekleştirilmiştir. Bunun için sporcunun aktif olarak yer aldığı ve giysi



özelliklerinin sporcu performansı, sağlığı ve güvenliği açısından büyük önem taşıdığı yelken giysilerine odaklanılmıştır. Yelken sporunda sporcunun korunması gereken bir çok dış etmen bulunması, giysi konfor özelliklerinin çeşitli yollarla geliştirilmeye açık olması, çeşitli elektronik fonksiyonların giysiye entegre edilmesi suretiyle sporcunun performansının ve güvenliğinin artırılmasına müsait bir spor dalı olması ve geliştirilme potansiyeli yüksek olmasına rağmen yelken giysileri üzerine henüz çok az sayıda çalışma olması da; prototip çalışmasında yelken giysisinin seçilmesini destekleyen diğer etmenler olmuştur.

Tez çalışması; yelken giysisinde kullanılacak malzeme üretimi, elektronik fonksiyon taşıyan yelken giysisinin konsept ve prototip tasarımı, yelken giysisinin fiziksel olarak tasarlanması gibi farklı süreçleri ve disiplinleri içermektedir. Tezin ilk bölümünde öncelikle yelken giysilerinin özelliklerini belirlemek ve yelkencilerin ihtiyaçlarını tespit etmek amacı ile profesyonel yelkencilere bir anket uygulanmıştır. Anket çalışmasının sonuçlarından yararlanılarak yelkenci güvenliğini artıracak akıllı bir giysi tasarımı Dokuz Eylül Üniversitesi Elektrik-Elektronik Mühendisliği öğretim üyeleri iş birliği ile gerçekleştirilmiştir. Buna ek olarak anket sonucunda belirlenen yelken giysisi özelliklerini sağlamak üzere; kaplanmış ve lamine edilmiş numuneler sistematik olarak üretilmiş ve tasarımda kullanılacak en uygun kumaş tipleri uygulanan testler sonucunda belirlenmiştir. Tezin son aşamasında ise seçilen optimum özellikteki kumaş tipi ile bir yelken üst giysisinin işletme koşullarında prototipi hazırlanmış ve üretilen elektronik ekipmanlar bu giysiye yerleştirilerek fonksiyonel bir spor giysisinin tasarımının tez kapsamında öngörülen kısmı tamamlanmıştır.

## **1.1 Spor Giysileri**

Spor giysileri, spor veya antrenman sırasında giyilmek üzere tasarlanmış ve çoğu özel performans gösteren çeşitli giysileri kapsamaktadır. Genel olarak spor giysileri; günlük spor giysileri ve aktif spor giysileri olmak üzere iki ana grup altında toplanabilir. Günlük spor giysileri daha çok; sporcunun yüksek fiziksel performans göstermediği, aktivite süreçlerini dinlenme süreçlerinin takip ettiği ve giysisinin

sporcu üzerinde uzun süre kaldığı spor aktivitelerinde kullanılır. Bu giysilerin bir kısmı, rahatlıkları ve görsel özelliklerinden dolayı günlük giysi olarak da kullanılabilir. Zorlu koşullar altında yapılan aktif spor dallarında, sporcu genellikle daha fazla fiziksel performans göstermektedir. Bu nedenle aktif spor giysilerinin sporcunun termofizyolojik konforunu sağlaması gerekmektedir. Aktif spor giysileri konforun yanı sıra çeşitli çevresel tehlikelere karşı da giyineni koruyacak şekilde tasarlanmaktadır (Blair, 2007; Uttam, 2013). Bu tez kapsamında günlük giysiler ile çok fazla iç içe geçmiş günlük spor giysilerinden ziyade, özel gereksinimleri olan aktif spor giysileri üzerine odaklanılmıştır.

Aktif spor giysileri, sporcuların performans gereksinimlerini karşılayacak şekilde tasarlanmış, fonksiyonel, konforlu ve güvenli giysilerdir (Dhanapala, 2015). Aktif spor giysilerinden beklenen özellikler yapılan spor dalıyla ve o spor dalının hangi koşullar altında yapıldığı ile yakından ilgilidir. Örneğin kayak sporu soğuk iklimlerde yapılırken, yelken sporu sıcak iklimlerde de soğuk iklimlerde de kış veya yaz mevsiminde yapılabilir. Genel özellikleri itibari ile kayak giysileri ile soğuk iklim yelken giysileri birbirine benzer özellikler göstermektedir. Ancak yelken giysileri mevsimsel bazda incelendiğinde, kışlık ve yazlık yelken giysilerinin birbirinden farklı özellikler sergilediği görülmektedir. Dolayısıyla bazı aktif spor giysileri ortak özellikler gösterirken, bazıları ise aynı spor dalı için bile farklılıklar gösterebilir.

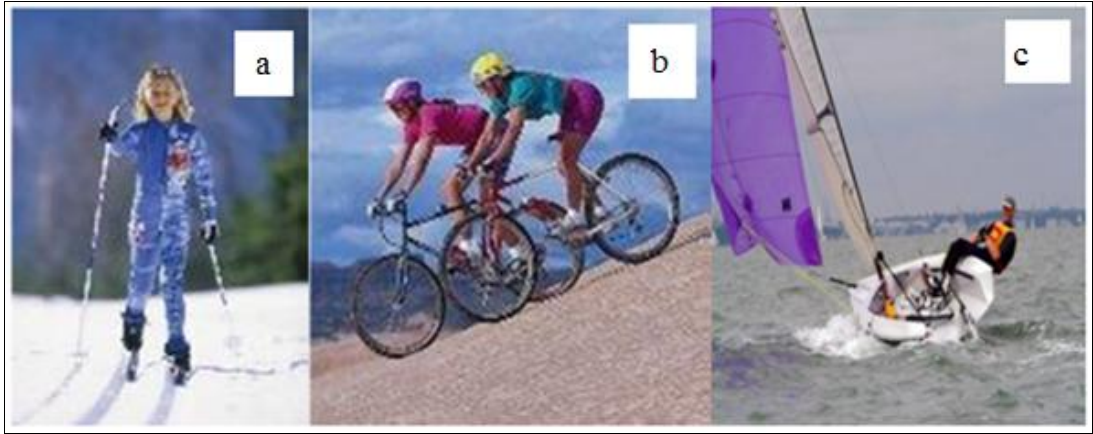
Aktif spor giysilerinin özellikleri her ne kadar çeşitlilik gösterse de, bu giysilerden beklenen bazı ortak özellikler aşağıdaki gibi özetlenebilir (Uttam, 2013):

- Optimum ısı ve nem regülasyonu
- Hareket serbestliğini sağlama
- Boyut stabilitesi
- Hızlı kuruma özelliği
- Rüzgar geçirmezlik
- Su geçirmezlik (yağmur, deniz suyu, kar vb. ortamda yapıldığı durumda)
- İç katmanın düşük nem absorpsiyonu
- Tutum özelliklerinin iyi olması, yumuşak olma ve aşındırıcı olmama

- Dayanıklılık
- Hafiflik
- Kolay bakım
- Akıllı ve fonksiyonel tasarım vb.

Aktif spor giysileri yukarıda belirtilen özellikleri karşılamadığı durumda sporcunun konsantrasyonunu, performansını ve güvenliğini tehlikeye sokabilmektedir. Günümüz spor giyim firmaları çeşitli giysi özelliklerini sağlamak üzere; lif, polimer, bitim işlemleri, tekstil teknolojileri gibi çeşitli alanlarda meydana gelen gelişimleri kendi üretim süreçlerine katmaktadır. Böylece üreticiler, aktif spor giysileri için konfor özelliklerinin yanı sıra fonksiyonel özellikleri de geliştirmeye ve bu sayede yüksek katma değerli ürünler üretmeye başlamıştır (Shishoo, 2005).

Spor giysisi tasarımı sürecinde, o spor için giysi performans gereksinimlerini anlamak, ayrıca giysi bileşenlerini ve bu bileşenlerin giysi performansını nasıl etkileyeceğini bilmek gereklidir (Blair, 2007). Şekil 1.1'de farklı spor dalları için tasarlanmış ve birbirinden farklı özelliklerdeki spor giysileri görülmektedir.



Şekil 1.1 Bazı spor dallarında kullanılan çeşitli spor giysileri (Berkem, 2011) (a) kayak giysisi (b) bisikletçi giysisi (c) yelken giysisi

Bishop ve ark. (2013) spor giysiler ve koruyucu giysilerin tasarım sürecinde etkili olan iş/spor karakteristiği, giysi karakteristiği ve çevresel koşulların karakteristiğini ergonomik açıdan irdelemiş ve Tablo 1.1'deki gibi açıklamıştır.

Tablo 1.1 Spor giysileri ve koruyucu giysilerin ergonomisini etkileyen anahtar değişkenler

<b>İşin veya sporun karakteristiği</b>	
Metabolik hız	Metabolik hız ne kadar yüksekse sporcu/işçi o kadar fazla ısı yaymak zorundadır- soğuk hava için iyidir, sıcak hava için zorlayıcıdır.
Ekonomi/yeterlilik	Sporcu/işçi ne kadar ekonomikse, o kadar az enerjiyi ısı olarak serbest bırakır.
Desteklenen ağırlık	Eğer sporcu/işçi kendi vücut ağırlığına ek olarak koruyucu giysisi veya ekipmanının ağırlığını desteklemek zorunda ise, toplam ağırlık gereksinim duyulan metabolik hızı etkiler.
<b>Koruyucu giysi veya spor giysinin karakteristiği</b>	
Ağırlık	Koruyucu giysinin ek ağırlığını taşımak harcanan enerjiyi etkiler.
Hareketi engelleme	Harcanan enerjiyi artırır. Girişim arttıkça ve hareket ihtiyacı arttıkça, harcanan enerji de artar.
Giysi yalıtımı	Giysi altındaki mikro çevreyi etkiler. Yüksek yalıtım, ısı iletim hızını azaltır.
Giysi geçirgenliği	Giysi altındaki mikro çevreyi etkiler. Düşük geçirgenlik ter buharlaşma hızını azaltır.
Giysinin yansıtıcılığı	Giysinin ısı transferini etkiler.
Vücudun örtülen yüzey alanının yüzdesi	Tamamen enkapsüle eden giysiler iş sırasında genellikle daha çok ergonomik problem ortaya çıkarır.
Yalıtımın derecesi	Tamamen enkapsüle olan koruyucu giysiler kişiyi çevreden tamamen izole eder. Bazı koruyucu giysilerde havanın giriş/çıkışı için çok sayıda açıklık bulunur. Hava değişiminin fazla olması çevreye ve yukarıda listelenen faktörlere bağlı olarak avantajlı veya dezavantajlı olabilir.
Fit	Giysiye ve hareketlere bağlı olarak giysinin pompalama efektini etkileyebilir.
Kumaş	Endüstriyel koruyucu giysi kumaşları koruyucu özellikler sergilemelidir. Ancak spor giysilerde nem transferi, stil ve konfor pazarlama açısından daha önemlidir. Bazı kumaşlar küçük miktarda ısı yayabilir.
<b>Çevresel koşulların karakteristiği</b>	
Sıcaklık	Sporcu/işçi ile çevre arasındaki kuru ısı transferini etkiler.
Su buharı direnci	Buharlaşma hızı ve soğumayı etkiler.
Radyant (ışınma) yük	Herhangi bir kaynaktan ışıma olması sporcunun/işçinin yayması gereken ısıyı artırır.

Aşağıdaki bölümlerde aktif spor giysilerinde kullanılan hammaddeler, teknolojiler ve yeni uygulamalar ile ilgili bilgiler verilmiştir.

### ***1.1.1 Spor Giysilerinde Kullanılan Lifler***

Spor giysisi üretim süreci, diğer giysilerin üretiminde de olduğu gibi, malzeme seçim aşaması ile başlar ve konfeksiyon işlemlerine kadar devam eder. Bu süreçte alınan her bir karar, elde edilecek spor giysisinin son kullanım özelliklerini etkiler.

Spor giysiler için en önemli faktörlerden biri kullanılan lif çeşididir. Lifin hammaddesi, kesikli veya filament olması, çapı, enine kesit şekli, kıvrımı, mekanik özellikleri, tutumu gibi özellikler lif seçiminde etkili olmaktadır. Aktif spor giysileri için en önemli lif özellikleri ise dayanıklılık, nem transferi (buhar ve/veya sıvı nem), nem absorpsiyon/adsorpsiyon özellikleri, hafiflik, yalıtım, uzama, boyut stabilitesi ve yıkanabilirlikten oluşmaktadır. Ayrıca kullanılan liflerin maliyetinin de diğer lif özelliklerine kıyasla dengeli olması beklenmektedir (Blair, 2007; Dhanapala, 2015; Uttam, 2013).

Sentetik lifler genellikle spor giysilerde kullanılabilen en iyi seçenek olarak öne çıkmaktadır. Çünkü bu lifler aktif spor giysisi gereksinimlerini en iyi şekilde kombine edebilmektedir. Ayrıca sentetik liflerin incelik ve enine kesit şekli gibi basit fiziksel özellikleri değiştirilerek performans ve konfor özellikleri de önemli derecede geliştirilebilmektedir (Nakajima, Kajiwara, ve McIntyre, 1994). Spor giysilerde en çok kullanılan sentetik lif çeşitleri poliester, poliamid ve elastan lifleridir. Bunların yanı sıra polipropilen lifleri de modern spor giysilerinde kullanılmaya başlanmıştır. Normal giysilik kumaşlarda olduğu gibi spor giysilerde de doğal lifler ve mineral liflerinin kullanımı oldukça azalmıştır. Ancak bazı günlük spor giysilerde pamuk ve yün liflerinin kullanımı hala devam etmektedir (Bartels, 2011; Blair, 2007; Shisho, 2005; Uttam, 2013).

Poliester lifleri, spor giysilerinde kullanılan başlıca liflerdendir. Tek başına veya karışım halinde spor ürünlerinde kullanılabilir. Poliester liflerinin mukavemeti, esnekliği, kırışmazlığı, aşınma dayanımı, düşük nem alımı, hızlı kuruma özelliği ve yıkanabilirliği spor giysiler için gerekli olan birçok lif özelliğini karşılamaktadır. Ayrıca poliester lifleri üstün boyutsal stabiliteye sahiptir. Kire, alkaliye,

mikroorganizmalara ve birçok organik solvente karşı mükemmel dayanım gösterir. Poliester liflerinin spor giysilerdeki kullanım oranı; daha iyi boyutsal stabilitesi, çekme direnci, UV dayanımı, daha düşük uzama ve genellikle daha düşük maliyetinden dolayı poliamid liflerine göre artmıştır (Karmakar, 1996; Shisho, 2005).

Poliamid lifleri de poliester lifleri gibi yüksek mukavemetlerinden ve neme, yağa, mikroorganizmalara ve daha birçok yaygın kimyasala karşı genel dayanımlarından dolayı spor giysilerinde kullanılan başlıca liflerden olmuştur. Poliamid lifleri, poliester liflerine göre daha fazla nem almaktadır ve hidrolize karşı daha dayanıklıdır (Shisho, 2005).

Polipropilen lifleri spor giysilerde yeni kullanılan lifler arasında sayılabilir. Genellikle çok katmanlı giysi tasarımlarında iç katmanda kullanılır. Polipropilen kumaşın nemi absorbe etmemesi ve sıvı nemi iyi şekilde dış katmanlara doğru iletmesi(wicking) spor giysilerde iç katman olarak kullanılmasının sebeplerindedir. Ayrıca polipropilen lifleri iyi bir mukavemete ve esnekliğe sahiptir. Polipropilen lifleri mikroorganizmalardan ve birçok kimyasaldan etkilenmemektedir. Tüm bu özellikler bir araya geldiğinde polipropilen lifleri spor giysilerde kullanılacak bir alternatif haline gelmektedir. Ancak poliamid ve poliester liflerine göre daha düşük erime sıcaklığına sahip olması, ütü gerektiren alanlarda kullanımını kısıtlamaktadır (McIntyre, 2005).

Poliester, poliamid ve polipropilen liflerinin bazı özellikleri Tablo 1.2'de verilmiştir.

Tablo 1.2 Poliester, poliamid ve polipropilen liflerinin özellikleri (Harmancıoğlu,1981; Fourne, 1999; Karmakar,1999, Needles, 1986'dan derlenmiştir)

Lif özelliği	Poliester lifi	Poliamid lifi	Polipropilen lifi
Kimyasal formül			
Yoğunluk	1,38 g/cm <sup>3</sup>	1,14 g/cm <sup>3</sup>	0,90-0,92 g/cm <sup>3</sup>
Isıl davranış	Termoplastik	Termoplastik	Termoplastik
Mukavemet	Stapel: 5,5-6,5 g/denye Filament: 4-5 g/denye	Filament: 4-9 g/denye PA6: 3,4-4,5 g/denye PA6.6: 4-5,1 g/denye	Normal: 4,5-6 g/denye Filament: 9-10 g/denye
Uzama	Stapel: %8-10 Filament: %15-20	Filament: PA6: %30-70 PA6.6: %30-60	Stapel: %20-35 Filament: %20-30
Esneklik (uzamadan geri dönüş)	Orta	Çok yüksek	Yüksek
Aşınma dayanımı	Yüksek	Yüksek	Çok yüksek
Nem alma	% 0,4	% 4	% 0,05
Statik elektriklenme	Elektriklenir	Elektriklenir	Elektriklenir
Tg (Camsı Geçiş Sıcaklığı)	80 °C	80-90 °C	-10 °C
Tm (Erime Sıcaklığı)	250-255 °C	PA6: 216-222 °C PA6.6: 255-262 °C	160-170 °C
LOI (%)	20,6	20	18
Isı iletim özelliği	0,141 W/ m.K	0,243 W/ m.K	0,117 W/ m.K
Kimyasallara karşı direnç	Genel olarak asitlere, bazlara, yükseltgen ve indirgenlere karşı dayanıklı. Kuvvetli asit ve bazlardan etkilenir.	Genel olarak alkalilere karşı dayanıklıdır, asitlere karşı ise dayanımı daha azdır.	Genel olarak asitlere, alkalilere, organik çözümlere karşı oldukça dayanıklıdır.
UV dayanımı	Gün ışığına dayanıklı. Fazla maruziyette yavaşça okside olur.	Gün ışığında oksidatif degradasyon olur, mukavemeti düşer.	Gün ışığı zamanla degrade eder. UV'ye hassastır.
Mikroorganizmalara karşı direnç	Mikroorganizmalara karşı dayanıklıdır	Mikroorganizmalara karşı dayanıklıdır	Mikroorganizmalara karşı dayanıklıdır

Poliester, poliamid ve polipropilen gibi sentetik lifler klasik üretimlerinin yanı sıra çeşitli yollarla modifiye edilerek de spor giysilerde kullanılabilir. Eriyikten lif çekim yöntemine göre üretilen bu lifler, lif çekimi sırasında kolayca delikli veya daireselden farklı enine kesit şekillerinde üretilmektedir. Elde edilen farklı kesitli lifler sağladığı gelişmiş konfor özelliklerinden dolayı spor giysilerde kullanım alanı bulmaktadır. UV direnci kazandırılmış veya antimikrobiyel özellikteki kompozit fonksiyonel lifler de spor giyimde kullanılmak üzere ticari olarak üretilen liflerdendir. Spor giysilerde kullanılan bir diğer modifiye lif çeşidi ise mikroliflerdir. 1 dtex'ten daha ince olan bu lifler yüksek teknoloji spor giysilerin üretimine katkıda bulunmuştur. Bikomponent lif çekim teknikleri sayesinde ise çeşitli özelliklere sahip fonksiyonel lifler üretilmiş ve bunlardan mekanik, fiziksel, kimyasal veya biyolojik özellikleri geliştirilmiş kumaşların üretimi mümkün olmuştur. Bu tür lifler spor giysilerde kullanılarak giysinin fonksiyonelliğini artırabilir ve bunun bir sonucu olarak sporcu güvenlik ve performansını artırabilir. Ayrıca termofiziksel ve duyuşal özellikleri geliştirmek amacı ile optimal oranlarda oluşturulan doğal lif/sentetik lif karışımları da spor giysiler için tercih edilebilir.

Spor giysilerinde az miktarda da olsa kullanılan bir diğer lif çeşidi ise yüksek performanslı liflerdir. Bu lifler öncelikli olarak endüstriyel ve teknik uygulamalar için üretilmektedir. Bunlar koruyucu spor giysilerinde veya spor ekipmanlarında; darbelere karşı koruyuculuğun sağlanması ve kullanılan tekstil ürünlerinin takviye edilmesi amacıyla kullanılmaktadır. Bu tür liflere örnek olarak aromatik poliamidlerden elde edilen paraaramid lifleri, yüksek mukavemetli polietilen lifleri ve poli p-fenilen benzobisokzasol (PBO) lifleri verilebilir (Shisho, 2005). Karbon lifleri de spor tekstillerinde kullanılan liflerden olmuştur. Karbon liflerinin tercih edilmesindeki önemli fiziksel özellikler korozyona ve aleve karşı dayanım, yüksek mukavemet ve kimyasal inertliktir. Karbon lifleri spor alanında motor sporlarında, otomobil konstrüksiyonlarında, yüksek performanslı spor ekipmanlarında, dalış giysilerinde, kayak giysilerinde ve bazı diğer aktif spor giysilerinde kullanılmaktadır. Poliester, pamuk ve karbon lifi karışımları, tek life göre spor giysi kumaşlarına daha iyi fonksiyonel özellikler ve çok iyi performans özellikleri kazandırmaktadır (Uttam, 2013).



Yukarıda bahsedilen lifler spor giysilerde, çeşitli konstrüksiyon özelliklerine sahip örme veya dokuma kumaşlar olarak kullanılmaktadır.

### ***1.1.2 Spor Giysilerinde Kullanılan İplik ve Kumaş Tipleri***

Spor giysilerinde, giysinin son kullanım alanına bağlı olarak farklı iplik türleri kullanılabilir. Şüphesiz bir ipliğin özelliklerini belirleyen en önemli faktör, ipliği üretmede kullanılan lif veya lif karışımıdır. Bunun yanı sıra ipliğin kesikli veya filament olması, üretim teknolojisi, numarası, bükümü gibi faktörler de spor giysilerde kullanım açısından farklılıklara neden olabilir. Eğrilmiş iplikler, üretiminde birçok sürecin olması nedeniyle genellikle daha pahalı olmasına rağmen konfor, sıcaklık, yumuşaklık ve görünüm özelliği açısından spor giysilerde kullanım açısından öne çıkmaktadır. Eğrilmiş ipliklerin ring, open-end, kompakt ring gibi teknolojilerle üretilmesi ise; kumaşın tüylülük, geçirgenlik vb. özelliklerini etkilemesinden dolayı malzeme seçim aşamasında önemli hale gelmektedir. Su geçirmez özellikteki kaplanmış spor giysilerin üretiminde ise eğrilmiş ipliklerden çıkan lif uçları kaplamada deliklere veya kabartılara neden olduğundan, bu tür giysilerde multifilament iplikler tercih edilmektedir (Blair, 2007).

Spor giysilerde kumaş olarak dokuma ve örme kumaşlar kullanılmaktadır. Özellikle vücudun çok fazla esnediği ve çok farklı vücut hareketlerinin yapıldığı sporlarda vücudun şeklini alan, esnek örme kumaşlar tercih edilmektedir. Giysinin çok fazla esnemesinin istendiği durumlarda veya kasların giysi tarafından desteklenmesinin hedeflendiği tasarımlarda örme kumaşlara ek bir elastisite özelliği kazandırmak üzere elastan lifleri de yapıya eklenmektedir. Gelişen iplik ve kumaş konstrüksiyonlarının bir arada kullanılması sonucu örme kumaşlar birçok spor giysi için özellikle vücuda yakın giysilerde ideal hale gelmiştir. Örme kumaşlar konforlu, vücut şeklini alan, esnek ve yalıtıcı kumaşlar olsa da genellikle rüzgar geçirmez veya su itici özellikte değildirler. Ayrıca bu kumaşların yapısı da kaplama veya diğer terbiye işlemleri sırasında maruz kalacağı germe çekme işlemlerine karşı stabil değildir. Bu nedenle su geçirmez giysilerin üretiminde genellikle daha stabil yapılı olan dokuma kumaşlar tercih edilmektedir (Uttam, 2013; Blair, 2007).

Spor giysisinin kullanım alanına bağılı olarak kumaş teknolojisi seçildikten sonra, kumaşın örgüsü, yapısal parametreleri, gramajı ve kalınlığı gibi özellikleri de özenle seçilmelidir. Kumaş yapısı, kalınlığı ve gramajı; ısı, hava ve nem transferini dolayısıyla termal konforu ve hareket serbestliğini etkilediğinden optimum şekilde belirlenmelidir (Bartels, 2011).

### ***1.1.3 Spor Giysilerine Uygulanan Bitim İşlemleri***

Spor giysilere; giysiden beklenen özelliklere bağılı olarak farklı bitim işlemleri uygulanabilmektedir. Spor giysilerin performans özelliklerini etkileyen bazı önemli işlemlere aşağıda yer verilmiştir:

- Su iticilik bitim işlemi: Su iticilik bitim işlemi, kumaşın üst yüzey geriliminin düşürülmesi ve su damlacıklarının kumaş yüzeyinde kalması esasına dayanmaktadır. Su iticilik bitim işleminde, kumaşın sahip olduğu gözenekli yapı olumsuz bir şekilde etkilenmediği için sadece bu işleme tabi tutulmuş kumaş, nefes alabilirliğini korumaktadır. Su iticilik bitim işlemi yapılmış bir kumaşta, terleme yoluyla vücuttan atılan su buharı yoğunlaşmadan giysiden uzaklaştırılacağı için giysi kısa sürede kurumaktadır. Su iticilik bitim işleminin etkili olabilmesi için kumaşın ince kapılara ve düzgün bir yüzeye sahip olması ve sıkı dokulu olması gerekmektedir (Çoban, 1999). Su iticilik bitim işlemi spor giysilerde; kumaş yüzeyinden yağmur, deniz suyu vb. su damlacıklarının kolayca uzaklaştırılabilmesi amacıyla yapılmaktadır. Bu amaçla florokarbon içeren kimyasallar başta olmak üzere birtakım kimyasallar kullanılmakta veya plazma vb. yöntemlerle kumaşın yüzey yapısı değiştirilerek su iticilik efekti sağlanabilmektedir. Su itici kumaşın gözenek yapısı değişmediğinden bu kumaşlar su geçirmez özellik sergilememektedir.

- UV geçirmezlik bitim işlemi: Açık havada yapılan sporlarda, sporcular uzun süre tehlikeli UV ışınlarına maruz kalabilmektedir. Bunun yanı sıra uzun süre güneşe maruz kalan bazı tekstil materyalleri de degradasyona uğramakta ve özellikleri kötüleşmektedir. Hem giysinin hem de sporcunun korunması için çeşitli stabilizatörler veya UV geçirmez maddeler life, ipliğe veya kumaşa apliedilerek spor giysilerde UV direnci sağlanabilmektedir.

- Faz değiştiren malzemeler: Faz değiştiren malzemeler mikrokapsüller halinde spor giysilik kumaşa aplike edilmektedir. Bu malzemeler mikroklimada ve dış ortamda gerçekleşen sıcaklık ve nem değişikliklerini dengelemektedir. Faz değiştiren malzemeler vücut ısısı arttığında fazlalık vücut ısısını absorbe eder ve soğuma sırasında sıcaklık düşerken bu ısıyı geri verir. Böylece vücut ısısının sabit kalmasını sağlar.

- Işık yansıtıcı bitim işlemi (high reflective fabric): Özellikle gece yapılan sporlarda kişinin görünürlüğünü artırmak için bir güvenlik önlemi olarak ışık yansıtıcı malzemeler kullanılmaktadır. Işık yansıtıcı kumaşlar genellikle giysinin tamamında değil, omuz, sırt, kol gibi bazı giysi kısımlarında kullanılmaktadır.

- Antimikrobiyal bitim işlemi: Spor giysiler ter tarafından kolayca kontamine edilir ve bakterilerin gelişmesi için ortam hazırlar. Spor giysilerde ağırlıklı olarak poliester ve poliamid gibi sentetik lifler kullanılmaktadır ve bu lifler mikroorganizmalardan etkilenmemektedir. Ancak bu liflerden elde edilen kumaşlar; mikroorganizmaların üremesi, yayılması ve yaşaması için optimum bir ortam sağlamaktadır (Kara, Ureyen ve Erdogan, 2016). Bu nedenle çok fazla ter üretimi olan sporlar için, spor giysilerde kullanılacak kumaşlara veya hammaddeye çeşitli antimikrobiyal maddeler eklenmekte ve giyside mikroorganizmaların üreyip, kötü koku oluşturması engellenmektedir.

- Şekil değiştiren malzemeler: Şekil değiştiren malzemeler kumaşın nefes alabilirliğini sıcaklığa veya neme bağlı olarak kontrol edebilen malzemelerdir. Kumaşlara veya liflere uygulandığında bu maddeler, nemi absorbe ettiklerinde incelemek için çekirler ve mikroskopik hava cepleri oluşturarak nefes alabilirliği artırırılar. Bu etki tersinirdir ve kuru koşullarda lifler tekrar eski boyutlarına gelirler (Manshahia, 2014). Şekil değiştiren malzemeleri uyaran en önemli faktörlerden bir diğeri de sıcaklıktır. Bu tür malzemelerin uygulandığı tekstiller, vücut sıcaklığı azaldığında daha az geçirgen bir yapıya dönüşür ve vücut sıcaklığının korunmasını sağlar. Bir aktivite sonrasında vücut sıcaklığı arttığında ve terleme başladığında ise yapı su buharına karşı daha geçirgen hale gelir ve terin uzaklaştırılması vasıtasıyla giyinenin serinlemesine izin verir (Jocic, 2016).

## 1.2 Kaplama ve Laminasyon İşlemleri

Kaplama ve laminasyon, özellikle su geçirmez tekstil yapılarının elde edilmesi için kullanılan iki önemli tekniktir. Kullanılan zemin kumaşlar ve polimer maddeler her ne kadar birbirine benzese de, kaplama ve laminasyonun uygulama teknikleri ve elde edilen ürünlerin özellikleri birbirinden oldukça farklı olabilmektedir.

Kaplama ve laminasyon işlemleri spor giysilerde genellikle su geçirmez ve nefes alabilir özellikli ürünlerin elde edilmesi için kullanılmaktadır. Bu özellikler spor giysilerinin yanı sıra kimyasal koruyucu giysiler, itfaiyeci giysileri, tıbbi giysiler, askeri giysiler gibi çeşitli koruyucu giysiler için de gerekli olan başlıca özelliklerdendir (Sen ve Damewood, 2005).

Su geçirmez tekstil yapılarının elde edilmesi için kaplama ve laminasyon işlemleri; kumaş formundaki tekstil materyallerine konfeksiyon öncesinde uygulanmaktadır. Elde edilen kaplanmış veya lamine kumaşların su geçirmezlik özelliğini optimum şekilde sağlayabilmesi için lif seçiminden, kumaş parametrelerinin seçilmesine ve uygulanacak bitim işlemlerine kadar her bir aşamanın doğru şekilde planlanması gerekmektedir. Bunun yanı sıra kaplama ve laminasyon parametrelerinin doğru şekilde kullanımı, uygun özellikteki polimer veya membranın kullanımı da istenen etkinin elde edilmesinde son derecede önemlidir.

Aşağıdaki bölümlerde sırası ile kaplama ve laminasyon işlemleri tanımlanmış, ardından kaplama ve laminasyonda kullanılan malzemeler ve yöntemler detaylı bir şekilde anlatılmış ve elde edilen ürünlerin özellikleri ile genel bilgiler verilmiştir.

### 1.2.1 Kaplanmış ve Lamine Kumaşların Tanımlanması

Kaplanmış kumaşlar; bir tekstil yüzeyinden ve bunun bir veya her iki yüzüne bağlanmış bir polimer tabakasından oluşan; mühendislik tasarımı yapılmış, esnek, kompozit malzemeler olarak tanımlanabilir. Kaplamada tekstil yüzeyi olarak dokuma ve örme kumaşlar veya dokusuz yüzeyler kullanılabilir. Polimer madde;

kıvamlaştırılmış bir çözelti veya dispersiyon şeklinde bu yüzeylere kaplanır ve ısı etkisi ile sıvı matriksi uzaklaştırılarak polimer maddenin kumaş yüzeyinde sürekli bir katman oluşturması sağlanır (Shisho, 2005; Aydemir, 2011a).

Kaplama işlemi tekstil malzemelerinin yanı sıra kağıt, metal, ahşap vb. malzemelere de uygulanabilir. Şekil 1.2'de kaplama işlemlerinin yapıldığı uygulama alanları verilmiştir.



Şekil 1.2 Kaplama tekniğinin bazı kullanım alanları (Aydemir, 2011a)

Laminasyon tekniğinde ise ön malzeme olarak bir film, köpük ya da bir diğer kumaş bir yapıştırıcı vasıtası ile zemin kumaşa bağlanır. Kullanılan yapıştırıcı su bazlı, solvent bazlı veya termoplastik esaslı sıcak eriyik yapıştırıcısı olabilir. Bu yapıştırıcı malzemeler toz formunda, çözelti formunda, kıvamlı bir pat formunda, film formunda veya web formunda iken kumaşa veya laminasyon filmine aplatte edilebilir (Fung, 2002; Singha, 2012). Kaplanmış kumaşlar lamine edilmişlere göre genelde daha ucuzdur. Çünkü kaplamada film oluşumu ve bağlanma tek bir proseste toplanmıştır. Ancak laminasyon ile elde edilen ürün özelliklerini ve etkinin kalıcılığını kaplamada sağlamak genellikle daha zordur.

Kaplama ve laminasyon işlemleri ile kumaşlara su geçirmezlik özelliğinin yanı sıra; güç tutuşurluk, tutum değişikliği, çeşitli toz ve sıvılara karşı geçirmezlik gibi birçok fonksiyonel özellik de kazandırılabilir. Ayrıca kaplama uygulamaları moda için de kullanılabilir. Şekil 1.3 ve 1.4'te kaplanmış ve lamine kumaşların kullanıldığı bazı spor giysi örnekleri ve denim kumaşlara uygulanmış moda için kaplama işlemleri görülmektedir.



Şekil 1.3 Kaplanmış ve lamine edilmiş kumaşların kullanıldığı bazı spor dalları (Decathlon, 2016)  
(a) dalış giysisi (b) dağcılık giysisi (c) kayak giysisi (d) yelken giysisi



Şekil 1.4 Kaplama teknolojisinin moda yönü uygulamalarda kullanımı (Berkem, 2011)

Kaplama polimerine veya laminasyonda kullanılan filmlere maliyetin düşürülmesi amacı ile dolgu maddesi eklenebilir. Bunun yanı sıra kumaşa fonksiyonel özellik kazandırmak amacı ile kaplama malzemesi içeriğine güç tutuşurluk malzemeleri, pigmentler, ışığı yansıtan malzemeler veya mikrokapsüller de eklenebilir.

Kaplanmış bir tekstil yüzeyinde; kumaş, genellikle yırtılma mukavemeti, kopma mukavemeti, uzama ve boyutsal stabiliteyi belirlerken; polimer madde ise daha çok kimyasal özellikleri, fonksiyonel özellikleri, sıvıların ve gazların penetrasyonuna karşı direnci belirler. Buna rağmen genelde birçok özellik tüm bileşenlerin birlikte bir kombinasyonu tarafından belirlenir. Bu nedenle kumaş ve polimer, bitmiş üründen beklenen özellikler ve performansın dikkatlice incelenmesi sonucu seçilmelidir (Shisho, 2005).

### 1.2.2 Kaplama ve Laminasyonda Kullanılan Polimerler

Bu bölümde ilk olarak kaplama polimer ve işlemlerinin anlatılması esnasında kullanılacak bazı terimlerin tanımları verilmiştir.

**Polimer:** Düşük molekül ağırlıklı *mer* adı verilen ünitelerin büyük sayılarda tekrarı ile oluşan, yüksek moleküler ağırlıklı moleküller olarak tanımlanır.

**Mer:** Polimerin oluşumunda her seferinde eklenen molekül grubuna verilen addır. Merler radikal formdadır. Örneğin polietilenin oluşumunda mer, etil radikalidir. Burada monomer ise etilen molekülüdür.

**Monomer:** Polimeri oluşturan yapı taşlarıdır.

**Komonomer:** Tüm polimer molekülleri tek bir monomer kaynağından üretilemez. Eğer iki veya daha fazla monomer kullanılırsa bunlara komonomer adı verilir.

**Polimerizasyon:** Monomerlerin veya komonomerlerin yüksek moleküler ağırlıklı bir polimeri meydana getirmek üzere kimyasal olarak bağlanmaları olayına polimerizasyon denir. Polimerizasyon tipleri katılma polimerizasyonu (adisyon polimerizasyonu), kondenzasyon polimerizasyonudur (basamaklı polimerizasyon).

**Homopolimer:** Tek bir monomerin ya da bir komonomer setinin kullanılması ile oluşturulan polimerlere verilen addır.

**Kopolimer:** Birden fazla monomer ya da komonomer setinin kullanılması ile oluşturulan polimerlerdir. Kopolimer çeşitleri rastgele kopolimer (random copolymer), ardışık kopolimer (alternating copolymer), blok kopolimer (block copolymer) ve aşı kopolimeridir (grafted copolymer).

Monomer, homopolimer ve kopolimer çeşitleri Şekil 1.5'te gösterilmiştir.

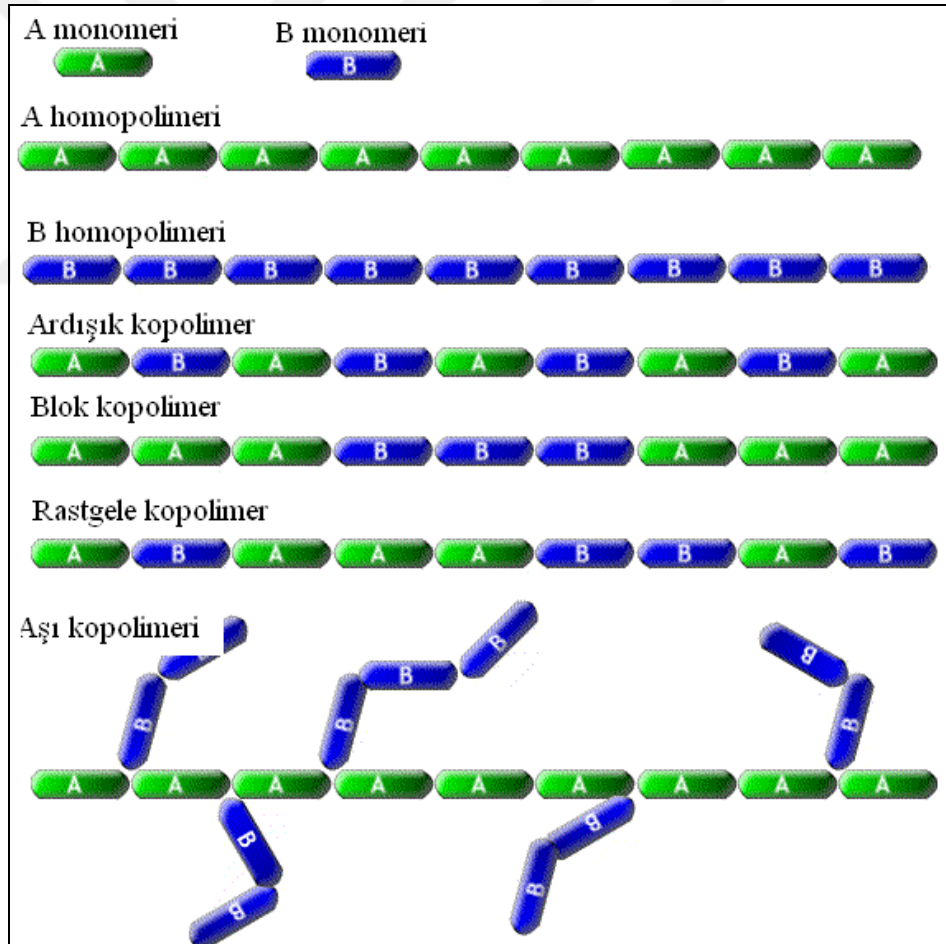
**Terpolimer:** Üç farklı monomerin reaksiyona girerek oluşturduğu polimere verilen isimdir.

**Polimer karışımı (polymer blend):** İki veya daha fazla polimerin reaksiyona girmeksizin fiziksel bir karışımıdır. Karıştırma işlemi polimer masrafını düşürebilir.

**Polimer alaşımı (polymer alloy):** Polimer karışımı eğer teker teker iki polimerin de özelliklerinden daha iyi özellik gösteriyorsa bu polimer karışımına polimer alaşımı denir.

**Termoplastik polimer:** Termoplastik polimerler; polimerin doğasında kayda değer bir değişim olmaksızın defalarca ısıtılıp soğutulabilen polimerlerdir. Termoplastik polimerler iki boyutlu polimer zincirlerine sahiptir. Termoplastik polimerler defalarca ısıtılıp şekil verilebilir niteliktedir.

**Termoset polimer:** Öncelikle iki boyutlu polimer zincirine sahip olan, ancak ısıtma ve kimyasal reaksiyon sonucunda üç boyutlu polimer zincirlerine sahip olan polimerlerdir. Defalarca ısıtılıp şekil verilmesi mümkün değildir (Progelhof ve Throne, 1993).



Şekil 1.5 Monomer, homopolimer ve komonomerin gösterimi (Copolymers, b.t.)



Tekstil kaplamaları için kullanılan başlıca polimerler; doğal veya sentetik kauçuklar, poliüretan, poliakrilik, polivinilasetat ve polivinilklorittir (Sen ve Damewood, 2005). Bu polimerlerin ana tiplerine ek olarak çeşitli varyantları, kopolimerleri veya terpolimerleri de kaplama amaçlı sentezlenmektedir. Bu polimerler kumaşlara genellikle sulu çözelti veya dispersiyonlar halinde uygulanır. Hazırlanacak çözelti veya dispersiyonun özellikleri sadece kaplama polimeri ile ilgili değil, hangi kaplama tipinin ve makinesinin kullanılacağı ve kaplama işlemi parametrelerinin ne olacağı ile de yakından ilgilidir.

Laminasyonda kullanılan membranların hammaddeleri ise genellikle politetrafloretillen (PTFE-teflon), poliüretan, poliester ve polietilendir (Fung, 2002). Bunların yanı sıra PVC, doğal veya sentetik kauçuklar (örn: neopren film) veya poliimid gibi özel filmlerin üretimi de söz konudur. Bazı uygulamalar için tek bir polimerin istenen film özelliklerini karşılayamaması durumunda, bikomponent, polimer alaşımı veya bitim işlemi görmüş membranların da üretimi söz konusu olmaktadır (Fung, 2002). Laminasyon filmleri, kaplamadan farklı olarak, ön bir form olarak tek başlarına üretilmekte ardından çeşitli laminasyon cihazları ve yöntemleri ile zemin kumaşa yapıştırılmaktadır.

Laminasyonda kullanılan polimerik yapı, sadece laminasyon filmi/membrandan oluşmamakta ayrıca kumaş ile filmin birbirine yapışmasını sağlayan yapıştırıcıları da içermektedir. Laminasyonda kullanılan yapıştırıcılar genel olarak su bazlı, solvent bazlı ve sıcak eriyik esaslı yapıştırıcılar olarak üçe ayrılabilir. Bu yapıştırıcıların hangi tipinin seçileceği kullanılacak laminasyon yöntemine, elde edilecek ürün özelliklerine ve yapıştırıcının sağladığı avantaj/dezavantaj dengesine bağlı olarak değişmektedir.

Bahsedildiği üzere kaplama ve laminasyonda kullanılan polimerlerin çok sayıda kendi alt sınıfı bulunmaktadır. Örneğin kaplama polimerlerinden kauçukların; doğal ve sentetik kauçuk olmak üzere iki ana başlık altında, farklı uygulamalarda kullanılan çeşitli tipleri vardır. Sentetik kauçuk çeşitlerine nitril kauçuğu, bütül kauçuğu, polikloropren (neopren), klorosülfonatlanmış polietilen ve stiren-bütadien

kauçuğu örnek verilebilir. Kauçuk polimerleri birbirleri ile karıştırılabilmeleri ve spesifik özellikleri sağlamak üzere katkı maddelerini kabul etmeleri ile çok yönlü malzemelerdir.

Polivinilklorit kaplama polimeri veya laminasyon filmi olarak kullanılabilen bir diğer polimerdir. Çok yönlü olan bu malzemenin geçirimsiz kumaş kaplamalarında çok fazla kullanıldığı görülmektedir. Ancak bu şekilde elde edilen kaplamalar nefes alma özelliğine sahip olmadığı için spor giysilerde kullanıma uygun özellikler sergilemez.

Polivinildenklorit çok iyi güç tutuşurluk özelliğine sahip olan, ısı ile kaynaklanabilen, düşük gaz geçirgenliğine sahip bir kaplama polimeridir. Polivinildenkloritin öne çıkan dezavantajlarından biri sert ve kırılğan olmasıdır. Bu yönüyle de spor giysilerde kullanım açısından yeterli görülmemektedir.

Poliakrilik polimerleri çok sayıda varyanta sahip olan polimerlerdir. Poliakrilik ile yapılan kaplamalar iyi UV direncine ve optik saydımlığa sahiptir. Bu polimerler genellikle düşük bir güç tutuşurluk özelliğine sahiptir. Bunların dışında kumaş veya metal gibi malzemeleri kaplamada kullanılan polimerlere ait bilgilere çok sayıda kaynaktan ulaşılabilir (Sen ve Damewood, 2005; Fung, 2002; Adanur, 1995).

Kaplamada olduğu gibi laminasyon yapıştırıcılarında da farklı polimerik malzemeler kullanılmaktadır. Örneğin sıcak eriyik yapıştırıcıları içerisine düşük yoğunluklu polietilen, yüksek yoğunluklu polietilen, etilenvinil asetat, poliamid ve kopolimerleri, poliester ve kopolimerleri ve poliüretan girmektedir (Fung, 2002; Shim, 2010).

Spor ürünlerinin kaplanması ve laminasyonunda kullanılan bazı polimerler, genel özellikleri ve uygulama alanları ile birlikte Tablo 1.3'te özetlenmiştir. Ayrıca bu çalışma kapsamında kaplama ve laminasyonda kullanılmak üzere seçilmiş polimerlere aşağıdaki bölümlerde daha ayrıntılı olarak yer verilmiştir.

Tablo 1.3 Kaplanmış ve lamine edilmiş spor giysilerde kullanılan başlıca polimerler ile ilgili özet bilgiler (Shishoo, 2005; Aydemir, 2011b; Bulut ve Sular, 2010; Sen ve Damewood, 2005)

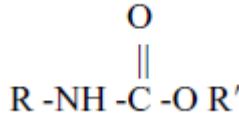
Polimer	Özellikler/Avantajlar	Dezavantajlar	Tipik ürünler
Polivinil-klorür (PVC)	Çok amaçlı bir malzemedir. Çok geniş aralıkta özellikler sağlayacak şekilde birleşimi hazırlanabilen plastisol ve su bazlı tiplerine erişilebilir. İyi, kendine özgü güç tutuşurluk (FR) özelliklerine sahiptir ve FR geliştirilebilir. Yağ, çözücü ve aşınmaya karşı dayanımı iyidir. Isı ile kaynaklanabilir ve su geçirmez dikişlerde kullanılabilir.	Soğukta çatlar. Plastikleştirici migrasyonu olabilir. Ortalama bir ısı ve yaşlanma direncine sahiptir.	Bavul, spor çantalar, yer örtüleri, tarpulinler, örtüler, büyük çadırlar. Nefes almayan koruyucu giysiler, flamalar, bayraklar.
Poliüretan (PU)	Çözelti ve lateks formlarında sınıflarına erişilebilir. Toktur, uzama yeteneği iyidir, iyi havalandırma ve aşınma direncine sahiptir. Laminasyon için filmlerine ve köpüklerine erişilebilir. Yıkama dayanımı çok iyidir. Yumuşaktan sert farklı özelliklerde elde edilebilir. Şeffaf renktedir. Soğuğa karşı dayanımı çok iyidir.	Bazı tiplerinin (alifatik) rengi bozulur ve sınırlı hidroliz direnci vardır. FR özelliği sadece ortalamadır. Göreceli olarak ucuzdur.	Su geçirmez koruyucu giysiler, su geçirmez/nefes alabilir koruyucu giysiler, can yelekleri. Yapıştırıcılar. Köpükleri ısı yalıtım, şok yalıtımı ve konfor sağlar.
Akrilik (PAC)	Çok sayıda varyantı ve kopolimeri mevcuttur. Geniş aralıkta özellikleri vardır. Diğer kafeslerle (lattice) karıştırılabilir. İyi UV direnci ve optik saydamlığa sahiptir, genellikle pahalı değildir. Yıkama dayanımı çok iyidir.	FR kimyasalları ile birleştirilmedi ise FR zayıf olabilir.	Ucuz koruyucu giysi. Tente ve bavullar için kaplama. Yapıştırıcılar. Tarpulinler için cila olarak kullanım.
<u>Polioleninler</u> Düşük yoğ. PE (LDPE) Yüksek yoğ. PE (HDPE) PP	Asitlere, alkalilere ve kimyasallara karşı iyi dayanım gösterir. Kolayca geri dönüşümü sağlanabilir, hafiftir, ucuzdur. Laminasyon için köpük formunda erişilebilir.	Erime noktası düşüktür. FR sınırlıdır ve yaşlanmaya karşı dayanımı sınırlıdır.	Hafif örtüler, tarpulinler. Koruyucu giysilerde dolgu olarak kullanıldığında köpükleri şok yalıtımı yapar.
Doğal kauçuk (NR)	Mükemmel streç ve esneklik özelliği gösterir. Genel amaçlı bir malzemedir. 70°C'ye kadar çalışma sıcaklığı vardır. Dolgu malzemeleri mekanik özelliklerini geliştirir. Karıştırma ve bileşim işlemleri ile birçok özellik elde edilebilir.	Orta gün ışığı, oksidatif, çözücü ve yağ direnci vardır. Yanıcıdır, FR maddeleri gerektirir.	Koruyucu giysi ve cankurtaran sallar.

Tablo 1.3 Kaplanmış ve lamine edilmiş spor giysilerde kullanılan başlıca polimerler ile ilgili özet bilgiler (devamı)

Stiren bütadien kauçuk (SBR)	Genel olarak doğal kauçuğa benzer ancak bir dereceye kadar aşınmaya, esnemeye ve mikroorganizmalara karşı daha dayanıklıdır.	Genel olarak doğal kauçuk benzeridir.	Doğal kauçuk ile aynı.
(NBR)Nitril kauçuğu (akrilonitril /bütadien)	Akrilonitril içeriği ile artan çok iyi yağ direnci vardır. Doğal kauçuğa göre ısıya ve gün ışığına karşı daha iyi direnç gösterir.	Sınırlı FR.	Yağ direnci olan giysi. Yağlı veya gresli ürünlerle uğraşılan parçalar.
Bütül kauçuğu (BR)	Gazlara karşı geçirgenliği çok düşüktür. Doğal kauçuğa göre ısıya, oksidasyona ve kimyasallara karşı daha iyi direnç gösterir.	Çözücülere karşı sınırlı direnci vardır. FR sınırlıdır. Dikmesi güçtür.	Koruyucu giysilerde özellikle asit ve kimyasallara karşı direnç için kullanılır. Hafif can yelekleri. Cankurtaran salları.
Polikloropren kauçuğu (CR) (neopren)	Yağlara, kimyasallara ve oksidasyona karşı mükemmel dayanım gösterir. 120°C'ye kadar çalışma sıcaklığı vardır. İyi FR özellikleri sergiler. Çok amaçlı malzemedir. Genellikle ucuz.	Renklendirilmesi zordur, genellikle sadece siyah renkte bulunur.	Koruyucu giysi, ıslak ve kuru dalış giysisi, can kurtarma salları, can yelekleri.
Klorosulfon- lanmış kauçuk (CSM)	Mükemmel oksidasyon, yağ ve kimyasal direnci. Genellikle neopren benzeri ancak 135° C gibi daha yüksek sıcaklıklara kadar çalışma (bazı tiplerde 170 °C'ye kadar). Neoprene göre daha pahalı ve daha yüksek oranda dolgu maddesi alır.		Neoprene benzer. Renklendirmenin gerekli olduğu ve daha yüksek ısı direncin istendiği yerlerde kullanılır.
Silikon kauçuk	Çok yumuşaktan sert tutumları elde edilebilir. Çok iyi yıkama dayanımı vardır. Soğuğa karşı çok iyi dayanım gösterir.		Paraşüt vb. ürünler.
PTFE	İnert bir malzemedir. Mikroorganizmalara ve kimyasallara karşı dayanıklıdır. Mikro gözenekli filmleri elde edilebilir. Isıya karşı dayanımı yüksektir.	Pahalıdır. Özel yapıştırıcılar gerektirir.	Su geçirmez ve nefes alabilir koruyucu giysi.

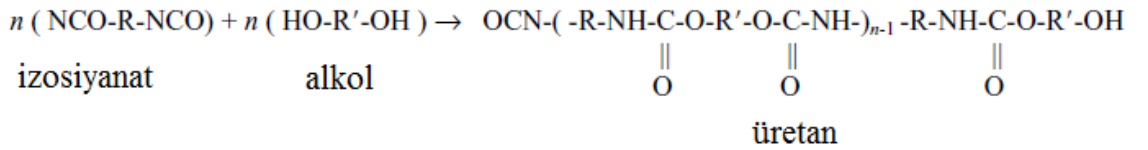
### 1.2.2.1 Poliüretan Polimeri

Poliüretan, kaplama ve laminasyonda çok yaygın olarak kullanılan bir polimer çeşitidir. Kaplamada nefes alabilir veya nefes almayan kaplama patlarının oluşturulmasında kullanılırken, laminasyonda hem nefes alabilir ve almayan filmlerin üretilmesinde hem de laminasyon yapıştırıcısı olarak kullanılabilir. Sadece kaplama ve laminasyonda bile bu kadar farklı uygulama alanı bulan poliüretan tek bir polimer çeşidinden oluşmamakta, birbiri ile ilişkili yapılara sahip olan bir polimer grubunu temsil etmektedir. Poliüretanın tekrarlayan birimi olan üretan grubu Şekil 1.6'da gösterilmiştir. Burada bulunan alkil gruplarının (R, R') değişmesi sonucu elde edilen poliüretan da çeşitlenmektedir (Sen ve Damewood, 2005).



Şekil 1.6 Üretan grubu (Sen ve Damewood, 2005)

Poliüretanlar, di- veya poliizosiyanatlar ile di- veya polifonksiyonel alkollerin yani poliollerin adisyon polimerizasyonu sonucunda oluşur. Poliüretanın izosiyanat ve alkolden sentezi Şekil 1.7'de verilmiştir. Poliüretanda yer alan alkil grupları izosiyanat ve alkoldeki alkil gruplarından kaynaklanmaktadır.



Şekil 1.7 Poliüretanın izosiyanat ve alkolden sentezi (Sen ve Damewood, 2005)

Aşağıdaki bölümlerde poliüretanların yapıtaşları olan poliizosiyanatlar ve polioller hakkında bilgiler verilmiştir. Ayrıca kaplama patının oluşturulması ile ilgili açıklamalar yapılmıştır.

*1.2.2.1.1 Poliizosiyanatlar.* Poliüretanların üretilmesinde kullanılan en önemli izosiyanatlardan biri toluen diizosiyanattır (TDI). Bir diğer önemli aromatik diizosiyanat difenil metan diizosiyanattır (MDI). Yaygın olarak kullanılan diğer aromatik izosiyanatlar; naftalen 1,5-diizosiyanat, ksilen diizosiyanat (XDI), p-fenilen diizosiyanat (PPDI) ve 3,3'-tolidin diizosiyanattır (TODI). Aromatik izosiyanatlar ışığa maruz kaldığında sararan poliüretanlar üretir. Bu nedenle endüstride, ışığa maruz bırakıldığında sararmayan poliüretanların üretilmesi için çeşitli alifatik ve sikloalifatik diizosiyanatlar kullanılmaktadır. Bunlar kaplama için geniş ölçüde kullanılmaktadır. Bunlardan alifatik olanlardan en önemlisi hegzameten diizosiyanattır (HDMI). Sikloalifatiklerde ise isoforon diizosiyanat (IPDI) en çok kullanılandır. Diğerleri siklo hegzil diizosiyanat (CHDI), 4,4'-disiklohegzil metan diizosiyanat (H<sub>12</sub>MDI) ve 2,2,4-trimetil-1,6-hegza metilen diizosiyanattır (TMDI).

İzosiyanatlar bloke halde tedarik edilebilir. Bunlar özellikle tek bileşenli kaplama yapıştırıcılarında kullanılır. Ayrıca bunlar, sulu poliüretan dispersiyonlarının hazırlanmasında da kullanılır. Bloke olmuş izosiyanat grubu su ile reaksiyona girmez. Bloke izosiyanat grubu, dispersiyonun kurutulması ve ısıtılmasından sonra tekrar reaktif hale geçer (Sen ve Damewood, 2005).

*1.2.2.1.2 Polioller.* Poliüretanların bir diğer önemli yapı taşı polifonksiyonel alkollerdir (poliol). İzosiyanatların polimerik glikollerle reaksiyonu; çok çeşitli uygulamalara uygun özellikte, çeşitli fiziksel ve mekanik özellikler sergileyen poliüretanlar üretir. Poliollerin moleküler ağırlığı 200 ile 10000 arasında değişmektedir. Poliüretanların üretilmesinde iki çeşit poliol kullanılır. Bunlar poliester polioller ve polieter poliolleridir. Bunlar, bir poliester veya eter zincirinde en azından iki adet hidroksil grubu içerir.

- **Poliester polioller**

Poliester polioller doymuş dikarboksilik esterleridir ve çift bazlı asit ile diolün reaksiyonunun ürünüdürler. Bunlarda en çok kullanılan asitler adipik, ftalik, sebasik ve dimer asitleridir. Diol olarak ise etilen glikol, dietilenglikol, trietilenglikol, 1,2-propilenglikol vb. kullanılabilir. Daha fazla zincir dallanması ve daha yüksek çapraz

bağlanma istendiğinde ise daha yüksek fonksiyonellik için gliserol, trimetilol propan, penta eritritol, sorbitol vb. kullanılabilir.

- **Polieter poliolleri**

Polieter poliolleri, polialkilen glikolleri veya polialkilen oksitleri olarak da bilinir. En yaygın polieter glikolleri, polipropilen glikolleri ve politetrametilen glikolleridir. Bunlardan ticari olarak en önemli olan polioller ise polipropilen glikoldür. Endüstride polietilen ve polipropilen glikollerinin blok kopolimerleri de kullanılır.

Poliüretanlar kısa zincirli diizosiyanat ve kısa zincirli dioller kullanılarak üretildiğinde sert ve çözünürlüğü düşük polimerler elde edilir. Uzun zincirli başlangıç maddeleri kullanıldığında ise düşük sertlikte ve düşük mukavemette bir polimer elde edilir. Birçok poliüretan uzun zincirli bir polioller, diizosiyanat ve zincir büyütücüden oluşur. Bu tür poliüretanlar yumuşak ve sert segment içeren blok kopolimerler oluşturur. Yumuşak ve sert segmentlerin miktarı elde edilen polimerin çeşitli fiziksel ve mekanik özelliklerini etkiler. Poliolden oluşan yumuşak segmentlerin miktarının artması elastikiyeti, yumuşaklığı ve düşük sıcaklıktaki polimer özelliklerini etkiler. Sert segmentin artması ile ise elde edilen polimerin kopma ve yırtılma mukavemeti ile sertliği artar. Polioller olarak poliester poliollerinin kullanılması, elde edilen polimerin polieter poliüretanlarına göre daha yüksek modüle, kopma mukavemetine, sertliğe ve termal oksitatif stabiliteye sahip olmasını sağlar. Ayrıca poliester polioller hidrokarbonlara ve yağlara karşı daha dirençlidir. Ancak içerdiği ester bağlarından dolayı hidrolitik direnci polieter poliüretanlarına göre daha düşüktür (Sen ve Damewood, 2005).

*1.2.2.1.3 Poliüretanlar için Çapraz Bağlayıcılar ve Zincir Büyütücüleri.* Bunlar düşük moleküler ağırlıklı polifonksiyonel alkoller veya aminlerdir. Bunların yanı sıra bloke izosiyanatlar da çapraz bağlayıcı olarak kullanılabilir. Bunlar –NCO grubu ile reaksiyona girerek zincir büyütücü veya çapraz bağlayıcı olarak görev görürler. Difonksiyonel olan bileşikler esasen zincir büyütücülerdir. İki'den fazla fonksiyonelliğe sahip bileşikler ise çapraz bağlayıcılardır. Poliüretanın son kullanım özellikleri bu iki bileşenden önemli ölçüde etkilenir. Bazı önemli dioller zincir

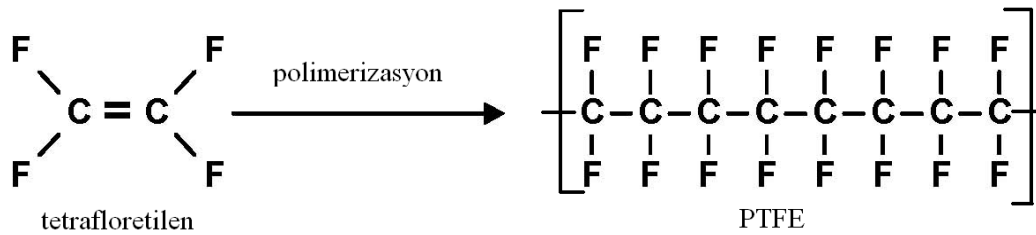
büyütücülere örnek olarak etilen glikol, 1,4-bütandiol vb. verilebilir. Gliserol, trimetilol propan gibi trifonksiyonel alkoller çapraz bağlayıcı olarak görev görür. Aminlerden diamino fenil metan ve m-fenilendiamin türevleri ticari açıdan önemli zincir büyütücülerdir. Bu açıdan en yaygın olanı 3,3'-dikloro-4,4'-diamino difenil metandır (Sen ve Damewood, 2005).

*1.2.2.1.4 Poliüretan Kaplamaları.* Poliüretan kaplamaları genel olarak iki şekilde yapılmaktadır. İlk tipte reaktif bir prepolimer veya tamamen reaksiyona girmiş bir yüksek moleküler ağırlıklı poliüretan kullanılır.

Poliüretan kaplamalarının yapılmasında ikinci bir yöntem ise iki bileşenli bir sistemin kurulmasıdır. Bunda, izosiyanat ile sonlandırılmış prepolimerler ya da polifonksiyonel izosiyanatlar kaplama işleminden önce polihidroksi bileşeni ile karıştırılır ve kaplamada üretan bağları oluşarak kürlenme sağlanır.

#### *1.2.2.2 Politetrafloretillen Polimeri*

Teflon yani politetrafloretillen (PTFE) polimerinin kimyasal yapı formülü Şekil 8'de verilmiştir. Tüm polimerler içerisinde, en geniş sıcaklık aralığında kullanışlı özellikler sergileyen, bilinen tek polimerdir. Çok soğuk havalarda alışılmadık bir tokluk (enerji absorbe etme özelliği) gösterir. PTFE yüksek bir erime sıcaklığı ve iyi bir ısı dayanım gösterir. 260°C'ye kadar geniş bir kullanım aralığı vardır. Polimer bilinen yaygın çözücülerde çözünmez, ayrıca kimyasallara karşı da oldukça dayanıklıdır. PTFE polimeri inert bir malzemedir. Mikroorganizmalara karşı dayanıklıdır. Olağanüstü elektriksel özellikler gösterir.



Şekil 1.8 Tetrafloretillen ve PTFE polimeri

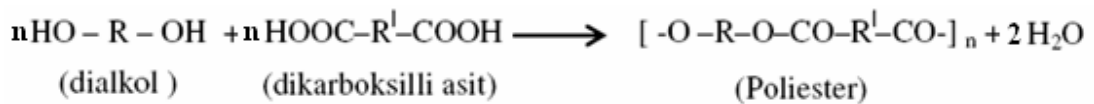


PTFE polimeri cam liflerinden, teflon liflerinden, aramidlerden vb.den elde edilmiş kumaşlara sulu bir polimer dispersiyonu şeklinde dip-coating metoduna göre applike edilebilir. Bundan sonra kurutma işlemi yapılır. PTFE'nin adhezyon özelliğinin artması ve homojenite için yüksek sıcaklıklarda tavlama işlemi yapılır (Price ve Jarratt, 2002). Tavlama işlemi çok yüksek sıcaklıklarda yapıldığı için ısı dayanımı göreceli olarak düşük olan liflerden üretilen günlük giysilere veya spor giysilik kumaşlara kaplanarak uygulanması pek mümkün değildir.

PTFE polimeri spor giysilerde, film halinde iken kumaşa lamine edilerek kullanılmaktadır. Bunun için öncelikle PTFE filmleri bir film halinde üretilmektedir. Ardından bu filmler iki yönlü gerdirilerek mikro gözenekli filmler elde edilir. Bu şekilde elde edilen filmler uygulama alanına bağlı olarak yetersiz görüldüğünde, bir PU polimeri ile kaplanabilmekte ve bikomponent filmler elde edilebilmektedir. Mikrogözenekli filmlerinin lamine edilmesinde özel yapıştırıcıların kullanılması gereklidir, çünkü tek başına PTFE filminin yapışkanlık özelliği yoktur. PTFE polimeri pahalı bir polimerdir.

### 1.2.2.3 Poliester Polimeri

Poliester polimer maddesi, bir dialkol ile bir dikarboksilli asitin polimerizasyonu sonucu oluşur (Şekil 1.9). Tekstil lifleri olarak en yaygın kullanılan polietilen teraftalat liflerinde monomer olarak etilen glikol ve teraftalik asit veya dimetil teraftalat kullanılmaktadır (Demir, 2006).



Şekil 1.9 Poliesterin oluşumu

Poliester hammaddesi su geçirmez ve nefes alabilir giysilerin eldesi için hidrofilik membranların üretilmesinde kullanılmaktadır. Bunun için poliester hammadde içerisine polieter grupları eklenmektedir. Ticari bir hidrofilik poliester film için poliester:polieter oranı 70:30 olarak belirlenmiştir. Burada kopolimeri oluşturan

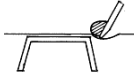

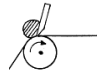
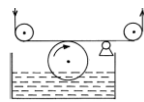
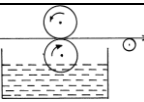
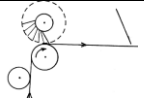
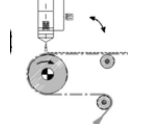
poliester grupları hidrofobik, polieter grupları ise hidrofilik özellik sergilemektedir (Fan ve Hunter, 2009). Film bileşenleri gözenek oluşturmayacak şekilde su geçirmez ancak hidrofil bir film halinde üretilmektedir.

### ***1.2.3 Kaplama ve Laminasyonda Kullanılan Yöntemler***

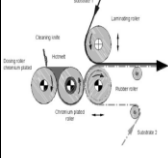
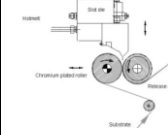
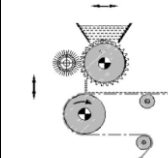
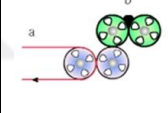

Kaplamada kullanılan klasik ve modern yöntemler Tablo 1.4'te genel özellikleri ile birlikte verilmiştir.



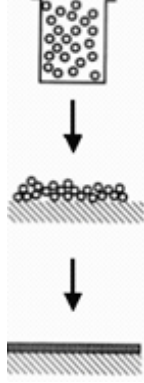
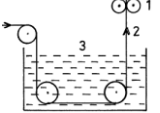
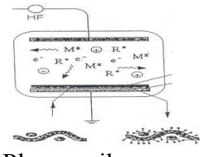
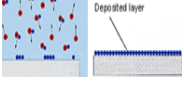
Tablo 1.4 Çeşitli kaplama yöntemleri ve bazı özellikleri (Sen ve Damewood, 2005; Glawe, Reuscher, Köppe ve Kolbusch, 2003; Bulut ve Sülar,2010; Berkem, 2011; Akşit ve Sarıışık; 2008)

Yöntem	Yöntemin genel özellikleri	Alt yöntemler	Alt yöntemin genel özellikleri	Makine şematik görünümü
Sıvı formdaki polimer madde ile yapılan kaplamalar	Bu yöntemlerde kaplama maddesi pasta, çözelti veya köpük formunda iken tekstil yüzeyi üzerine kaplanır ve ardından katılaştırılarak kumaş üzerinde sürekli bir kaplama elde edilir. Bu tür kaplamalar kumaş salma, kaplama kafası, kurutma bölümü ve sarma bölümlerinden oluşur.	<b>Rakleli kaplama:</b> Havada rakle, silindir üzerinde rakle ve blanket üzerinde rakle gibi tipleri bulunur. Havada rakle kullanımında çok ince ve geçirimsiz kaplamalar elde edilir.	Bilinen en eski kaplama metotlarından. Rakleli kaplama ile pasta veya köpük formundaki kaplama maddesi kumaşa aplike edilebilir.	 Havada rakle  Blanket üzerinde rakle  Silindir üzerinde rakle
		<b>Tel sarılı rulo ile kaplama vb. yöntemler</b>	Düşük viskozitede ve düşük gramajlı kaplamalarda tercih edilir.	
		<b>Silindir kaplama:</b> Kaplama maddesi dalan silindirler üzerinden aktarılır.	Düşük viskoziteli kaplamalarda tercih edilir.	
		<b>Döner şablon ile kaplama</b>	Rotasyon baskı işlemine benzemektedir.	
		<b>Püskürtme ile kaplama</b>	Bu yöntemle düşük viskoziteli çözücüler ve su bazlı kaplamalar aplike edilir. Örgü, dantel, dokusuz yüzey gibi hassas ve hacimli kumaşlarda tercih edilir.	

Tablo 1.4 Çeşitli kaplama yöntemleri ve bazı özellikleri (devamı)

Kaplama maddesinin kuru olduğu sistemler	<p><b>Sıcak eriyik kaplamaları:</b> Tekstil malzemesinin yüzeyine, aplikasyon ağırlığına ve filmin tipine göre farklı makineler kullanılır.</p>	<p>%100 termoplastik kuru maddeden oluşturulan kaplamalardır. Buharlaştırılması gereken çözücü veya su bulunmadığından diğer yöntemlere göre daha ekonomik ve daha ekolojiktir. Sıcak silindir aplikatör sistemi, yarıkli ağız sistemi, toz aplikasyonu, lif aplikasyonu sistemleri ve spreysel aplikasyonu gibi alt sistemleri mevcuttur.</p>	 <p>Sıcak silindir sistemi</p>  <p>Yarıkli ağız sistemi</p>  <p>Lif dağıtıcı sistem</p>
	<p><b>Kalandır kaplama</b></p>	<p>Kalandır yönteminde ısıtılmış silindirler arasında geçerek akışkan hale getirilmiş katı kaplama maddesinin kumaşa aktarımı dönen silindirler sayesinde olur. Bu yöntemle desteklenmemiş filmlerin laminasyonu da gerçekleştirilebilmektedir.</p>	 <p>Farklı yapılı kalandır sis.i</p>
	<p><b>Transfer kaplama</b></p>	<p>Önceden bir folyo veya kağıt üzerine kaplanmış olan kaplama maddesinin sıcaklık veya yapıştırıcı etkisi ile kumaşa aktarıldığı sistemlerdir.</p>	 <p>Transfer kaplama sistemi</p>

Tablo 1.4 Çeşitli kaplama yöntemleri ve bazı özellikleri (devamı)

Modern kaplama yöntemleri	Kumaşın kaplama çözeltisi içerisine daldırıldığı yöntemler	<b>Sol-jel ile kaplama</b>	Bu yöntem ile tekstil veya tekstil dışı malzemeler üzerinde çok ince kaplamalar oluşturulabilmektedir. Sol jel kaplama ile kumaşlara güç tutuşurluk, antimikrobiyel özellikler, UV koruma vb. fonksiyonel özellikler kazandırılabilir.	
		<b>Dip coat sistemleri:</b> Dip coat sistemlerinin farklı konstrüksiyon düzenlemeleri yapılabilir.	İmpregnasyon olarak da adlandırılan bu yöntemde tekstil substratı kaplama malzemesinin içerisine belirli bir süre daldırılır. Fazlalık polimer madde silindirler ya da bıçaklar yardımı ile uzaklaştırılır.	 <p>Basit bir dip coat sistemi</p>
	<b>Plazma ile kaplama yöntemi</b>		Plazma yöntemi tekstil veya diğer malzemelerin yüzeylerini modifiye etmede, yüzeyde önceden birikmiş olan maddeleri uzaklaştırmada ya da yüzeyde madde biriktirerek çok ince kaplamaların oluşturulmasında kullanılan bir yöntemdir.	 <p>Plazma cihazı</p>  <p>Plazma ile kumaş yüzeyinin kaplanması prensibi</p>

Kaplamadan farklı olarak, laminasyon tekniklerini genel olarak sıcak eriyik laminasyon yöntemi ve alevli laminasyon olarak ikiye ayırmak mümkündür. Ancak

özellikle sıcak eriyik laminasyonu yapıştırıcının aplike edilmesi yöntemine ve kullanılan makine tiplerine bağlı olarak çeşitlenmektedir. Tablo 1.5'te farklı laminasyon tipleri kullanılan makinelere göre sınıflandırılmış, bu yöntemlerde kullanılan yapıştırıcı tipleri ile ilgili bilgiler verilmiş, ayrıca bu yöntemlerin avantaj ve dezavantajları belirtilmiştir. Bu yöntemlerin bazıları klasik kaplama yöntemleri ile benzerdir.

Laminasyon işlemlerinin spor giysilere kazandırdığı özellikler; değişen hammadde, makine ayarları, membran tipi, membran kalınlığı, malzemedeki katman sayısı, kullanılacak yöntem gibi parametrelere bağlı olarak değişkenlik göstermektedir. Bu açıdan ancak doğru bileşenlerin seçilmesi ile istenen sonuçlara varılabilir.

Çevreye ve insan sağlığı ve güvenliğine daha az etkisi olduğundan dolayı sıcak eriyik yapıştırıcıları, solvent bazlı yapıştırıcılara ve alevli laminasyona göre ön plana çıkmıştır (Fung, 2002; Singha, 2012).

Farklı laminasyon yöntemleri kullanılarak kumaşlara istenen miktar ve desende yapıştırıcı aplike edilebilir. Bazı yöntemlerde kumaş ile diğer komponentin arası tamamen yapıştırıcı ile kaplanırken, özellikle nefes alabilir lamine kumaşların elde edilmesi için yapıştırıcının belirli bir desene göre noktasal olarak aplike edilmesi sağlanır.

Laminasyonda meydana gelen hatalar ise şu şekilde özetlenebilir: baloncuklar, partiküller, çatlaklar, kenar düzgünlükleri vb. Bu hatalar, laminasyon sıcaklığı, üretim hızı, silindir bakımı vb. yollarla engellenebilir (Fung, 2002; Singha, 2012).

Tablo 1.5 Laminasyonda kullanılan yöntemler (Fung, 2002)

Laminasyon cihazı tipi	Kullanılan yapıştırıcı	Yöntemin avantajları	Yöntemin dezavantajları
Kalandır (yatay yatak laminasyon cihazı)	Sıcak eriyik yapıştırıcılar Tozlar Webler Filmler	Çok amaçlı bir yöntemdir. Deriden A4 formatlı numunelere, kısa ve uzun malzemelere kadar farklı şekil ve uzunluktaki malzemeler lamine edilebilir. Proses kesikli veya sürekli olabilir. Göreceli olarak ucuz tesisler gerektirir ancak soğutma tesisi de gerektirebilir.	Isının zarar verme riski vardır. Yapıştırıcıya ısı substrat üzerinden sağlanır. Webler/filmler orta veya yüksek fiyattır, ayrıca kısıtlı gramajlarda ve enlerde temin edilebilir. Sertleşmenin olmaması için dikkat gerektirir. Göreceli olarak düşük hızdadır.
Spreyleme	Su bazlı yapıştırıcı Solvent bazlı yapıştırıcı Sıcak eriyik yapıştırıcı	Penetrasyonun kontrol edildiği durumda iyi bir tutum sağlar.	Suyun kurutulması enerji gerektirir. Solvent kullanıldığında ise sağlık ve güvenlik tedbirleri gerektirir. Spreyleme alanının tam kontrolü zordur. Jetlerin bloke olması riski vardır. Bu durumda delamine alanlar ortaya çıkar. Pahalı olabilmektedir.
Toz saçtırma yöntemi	Çeşitli partikül büyüklüklerindeki sıcak eriyik toz (0-800 $\mu$ veya daha fazla)	Genellikle iyi bir kumaş tutumu sağlar. Tozlar genellikle ucuzdur. Eklenen madde miktarı herhangi bir miktar veya ender olabileceğinden atık oluşmaz. Göreceli olarak ucuz tesisler gerektirir, ancak soğutma tesisi de gerektirebilir.	Tozlar substrata nüfuz edebilir. Örneğin köpük gözeneklerine girerek sertleşme ve israfa neden olabilir.
Döner şablon (rotary screen)	Su bazlı patlar Sulu patla birleştirilmiş ince tozlar (0-80 $\mu$ ) (solvent/sıcak eriyik yap. da kullanılabilir)	İyi bir kumaş tutumu sağlar. İnce malzemeler üretilebilir (örn: hafif kumaşlar veya dokusuz yüzeyler). Substratlar önceden basılarak herhangi bir yerde reaktifleştirilebilir. Orta maliyette bir tesis gerektirir.	Belirli bir aralıkta yapıştırıcı uygulayabilmek için birden fazla şablona ihtiyaç duyulabilir (Solventlerde uzaklaştırılması için ayrı bir alan/tesis gerektirir/sıcak eriyiğin temizlenmesi zahmetli olabilir).

Tablo 1.5 Laminasyonda kullanılan yöntemler (devamı)

Kuru toz rulo baskı (toz noktası)	Sıcak eriyik tozlar (0-200 $\mu$ )	Toz kullanımı, pat kullanımına göre az da olsa daha ucuzdur. İyi bir tutum ve nefes alabilirlik sağlar. Giyim endüstrisinde tela/astar için kullanılır. Orta maliyette bir tesis gerektirir.	Kumaş substratı ısıtılır, bu nedenle renk değişimi ve sertleşme riski taşır. Temizlenmesi zaman alır. Geniş üretim aralığı için birden fazla ruloya ihtiyaç duyulur.
Gravür rulo baskı	Sıcak eriyik granülleri veya tozu (eriyik pomp. gerektirir) Nemle kürlenmiş PU jelleri (boşaltıcı drum gerektirir)	Düşük miktarda aktarmalarda iyi kontrol sağlar. Kumaş substratını minimum seviyede ısıtır. İyi bir kumaş tutumu sağlar. Makul bir üretim hızına sahiptir. Orta maliyette bir tesis gerektirir.	Temizlenmesi zahmetli olabilir. Sıcak eriyik yapıştırıcıların sertleşmesi durumunda temizlik için duraksamalara veya durmalara neden olabilir. Nemle kürlenmiş PU ise daha kolay temizlenir. Geniş üretim aralığı için birden fazla ruloya ihtiyaç duyulabilir.
Yarıklı ekstrüder (slot die extruder)	Sıcak eriyik yapıştırıcı granülleri veya tozu (eriyik pomp. gerektirir) Nemle kürlenmiş PU jelleri (boşaltıcı drum gerektirir)	Uygulanacak yapıştırıcı miktarı kolayca değiştirilebilir. Minimum yapıştırıcı miktarından sürekli bir filme kadar applike edilebilir. Sistem tamamen kapalıdır, bu sayede yapıştırıcının katılaşması ve erken çapraz bağlanma riski daha azdır. Kumaş substratını minimum seviyede ısıtır. İyi bir kumaş tutumu sağlar. Substratın estetik özellikleri (hav, kabartma) etkilenmez.	Pahalıdır.
Alevli laminasyon	PU köpük Poliolefin köpük Sıcak eriyik web ve film	Mükemmel tutum sağlar. Yüksek üretim hacmi için ekonomik bir metottur.	Dikkatli bir bakım ve düzenli temizlik gerektirir. PU köpük dumanlarının uzaklaştırılması gereklidir. Poliolefin köpüklerine korona ön işlemi gerekebilir.

Notlar: 1. Sıcak eriyik web ve filmleri dikkatli bir şekilde düşük alev boyutu ile alevli laminasyon yöntemine göre applike edilebilir.

2. Kalandırlar ve bazı toz uygulama yöntemleri, laminasyon sonrası kumaş ve substratın soğutulması için ek bir soğutma tesisine ihtiyaç duyar. Bu genellikle substratın minimum seviyede ısındığı alevli laminasyon, yarıklı ekstrüder laminasyon ve gravür rulo metotlarında gerekli değildir. Ancak bu yöntemlerde de malzemelerin kuvvetli bir bağ oluşana kadar sıkı bir temasta tutulması gereklidir.



#### ***1.2.4 Kaplama ve Laminasyon Tipleri***

Kaplama ve laminasyon tiplerini, son ürünün sıvılara ve su buharına karşı göstereceği dirence bağlı olarak geçirimsiz ve nefes alabilir olmak üzere ikiye ayırmak mümkündür.

##### ***1.2.4.1 Geçirimsiz Kaplanmış ve Lamine Kumaşlar***

Bu tür ürünlerde kaplama veya laminasyon aracılığı ile kumaş yüzeyinde geçirimsiz bir polimer tabakası oluşturulur. Geçirimsiz kumaşlar herhangi bir şekilde sıvı, buhar veya gaz geçişine izin vermemektedir. Bu tür kumaşlardan elde edilen ürünlerde terin giysiden dışarıya geçişine izin verilmediğinden özellikle yüksek performans seviyelerindeki kişilerde terleme ile ıslaklık hissi artmakta ve konforsuzluk hissi ortaya çıkmaktadır. Geçirimsiz giysilerin kullanımı yüksek aktivite düzeyindeki kişiler için düşük veya yüksek ısı koşullarına bağlı olarak ölüm riski doğurabilmektedir.

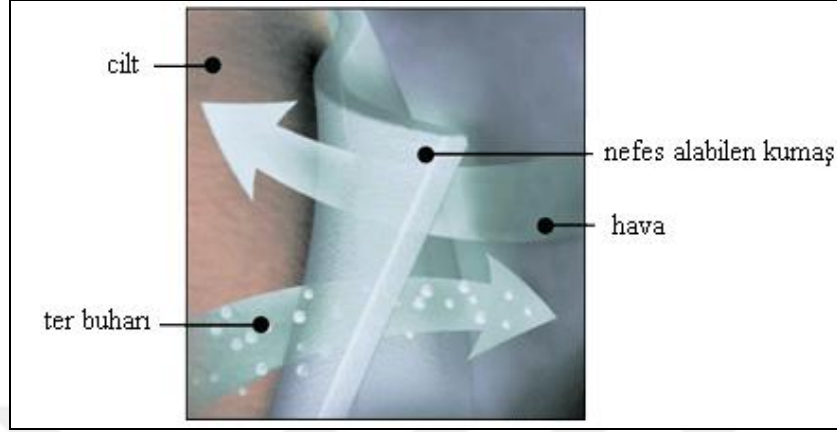
Kaplanmış veya lamine edilmiş geçirimsiz spor giysileri, balıkçılık gibi çok fazla eforun sarf edilmediği ve istenen tek fonksiyonun yağmur veya deniz suyunun engellenmesinin olduğu spor dallarında kullanılabilir. Spor giysilerin yanı sıra geçirimsiz kumaşlar spor sırt çantalarında, çadırlarda, tentelerde, güneşliklerde, sıcak hava balonlarında, can yeleklerinde, cankurtaran ve eğlence botlarında kullanım alanı bulmaktadır.

Geçirimsiz kaplamalar ve lamineler PVC, kauçuk ve poliüretan gibi polimerler kullanılarak elde edilebilmektedir.

##### ***1.2.4.2 Nefes Alabilen Kaplanmış veya Lamine Kumaşlar***

Nefes alabilen kumaşlar; su buharı geçirgenlikleri olan kumaşlar olarak tanımlanır (Akşit ve Sarıışık, 2011). Bu tür kumaşlarda terin buharlaşarak giysinin içerisinden

geçmesi ve uzaklaşmasına izin verilir. Nefes alabilen bir kumaş yapısına Şekil 1.10'da yer verilmiştir.



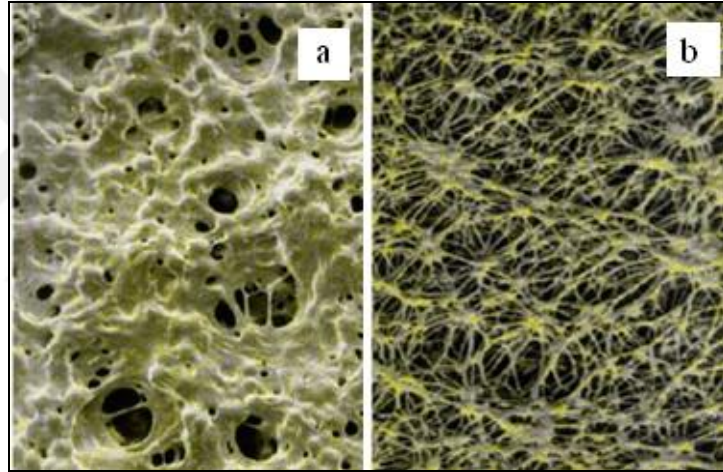
Şekil 1.10 Nefes alabilen kumaş (Coolmax, b.t.)

Şekil 1.10'da gösterilen kumaş cildin nefes almasına izin vermektedir, ancak herhangi bir polimerik bariyere sahip olmadığından, dışarıdan gelen sıvıların penetrasyonunu engelleyememektedir. Koruyucu spor giysilerde ise tek amaç giysinin nefes alması değil, aynı zamanda su ve rüzgar geçirmezlik özelliklerinin de sağlanmasıdır. Bu nedenle bu tür spor giysilerin elde edilmesinde, kaplama ve laminasyon teknikleri kullanılarak hem dışarıdan gelen suyun giysiden geçirilmemesi hem de aktivite sonucu vücutta meydana gelen terin uzaklaştırılması sağlanmaktadır. Yani aynı zamanda hem nefes alabilen hem de su geçirmez kumaşlar bu yollarla elde edilebilmektedir.

Nefes alabilen su geçirmez kumaşların eldesinde kaplama ve laminasyon açısından iki alternatif bulunmaktadır. Bunlardan ilki mikrogözenekli kaplama veya film yapısının zemin kumaş ile birleştirilmesi şeklindedir. İkinci tip nefes alabilen ancak su geçirmeyen kumaşlar ise, zemin kumaşın gözenek içermeyen hidrofilik polimerlerle kaplanması veya bu özellikteki filmler ile lamine edilmesi aracılığı ile elde edilir.

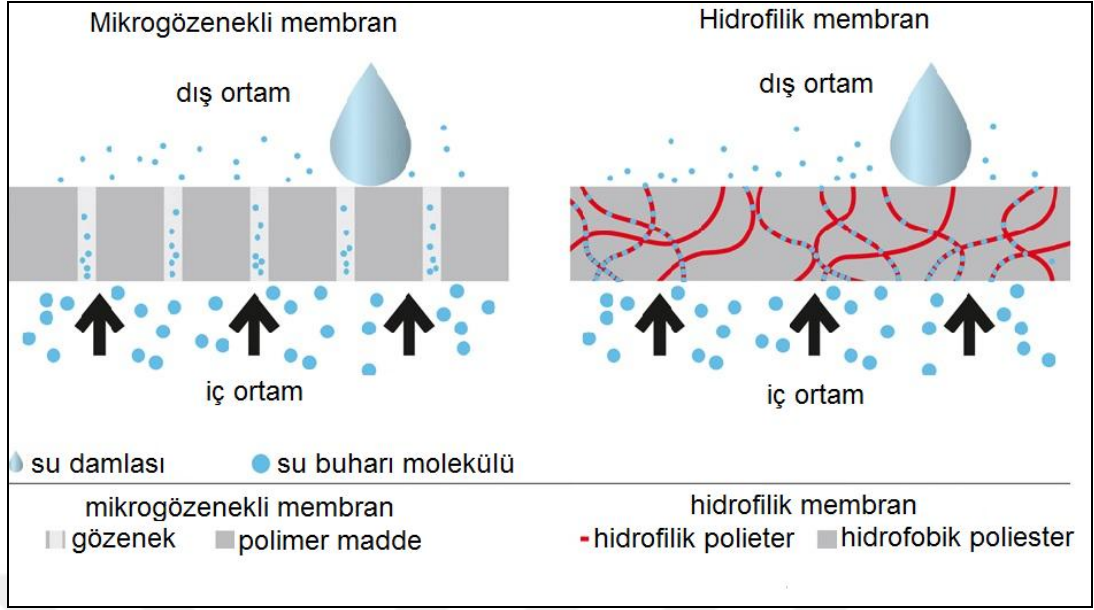
Mikrogözenekli kaplama veya filmler, su buharı moleküllerinin geçişine izin verecek kadar büyük ancak suyun geçişine izin vermeyecek kadar da küçük çok

sayıda, ince ve birbiri ile bağlantılı deliğe sahip yapılardır. Bu tür kaplamalar veya filmler mikrogözenekli poliüretanlar (Şekil 1.11 a), mikrogözenekli politetrafloretlen (PTFE) filmler (Şekil 1.11 b), akrilikler, poliaminoasitler, poliolefinler gibi polimerler kullanılarak elde edilebilmektedir (Akşit ve Sarışık, 2011). Mikrogözenekli malzemelerden yapılmış giysiler bazı durumlar altında suyun sızmasına izin vermektedir. Örneğin dirsek, koltukaltı, pantolonların arka ağ bölgesi gibi yüksek oranda esneyen yerlerde bu durum oluşabilir. Buna ek olarak gözeneklerin kirlenme sonucunda bloke olabileceği ve yıkama sonucunda kalan yüzey aktif maddelerin suyun gözeneklerden geçmesine izin vereceğine inanılmaktadır. Bu problemler mikrogözenekli kaplama veya filmin üzerine, hidrofilik poliüretandan ince bir tabaka ‘katı film’ uygulanmasıyla çözülebilir.



Şekil 1.11 Bazı mikrogözenekli membran örnekleri (Aydemir, 2011b) (a) Mikrogözenekli poliüretan (b) Mikrogözenekli PTFE

Hidrofilik kaplamalar veya filmler ise gözenekleri olmayan, su moleküllerinin polimer filmi üzerinden polimer zincirlerinin hidrofilik kısımlarını (yan dallarını) ‘basamak taşları’ olarak kullanarak geçtiği yapılardır. Bunlarda su buharı taşınımını harekete geçiren kuvvet, kaplama veya filmin iki yüzü arasındaki nem ve sıcaklık farkıdır. En başarılı hidrofilik katı filmler poliesterden yapılmış olan Sympatex’dir. Bunun dışında hidrofilik poliüretan katı filmleri de nefes alabilen yapılar için kullanılmaktadır. Şekil 1.12’de mikrogözenekli film ve hidrofilik katı film içerisinden su buharının geçişi temsili olarak gösterilmiştir.



Şekil 1.12 Mikrogözenekli ve katı bir filmde su buharının taşınımı (Sympatex, b.t.)

Mikrogözenekli ve katı film olmak üzere her iki tipten de birçok ticari ürün geliştirilmiştir. Şekil 1.13'te nefes alabilen su geçirmez üç katmanlı bir kumaş yapısı verilmiştir.



Şekil 1.13 Su geçirmez nefes alabilen bir kumaş yapısı (Waterproof breathable fabric, 2014)

### 1.2.5 Kaplanmış ve Lamine Edilmiş Kumaşlardan Elde Edilen Spor Ürünleri

Kaplanmış veya lamine edilmiş kumaşlar özellikle koruyucu özellikte olan spor giysilerde oldukça geniş bir kullanım alanı bulmaktadır. Kaplama ve laminasyon ile spor giysilere sağlanan temel özellikler genellikle su geçirmezlik, nefes alabilirlik, rüzgar geçirmezlik, termal yalıtım vb. özelliklerdir (Sybilska ve Korycki, 2010).

Kaplanmış ve lamine edilmiş kumaşların en fazla kullanıldığı spor giysileri yürüyüş giysileridir. Bu tür giysilerde sporcu kaplanmış/lamine edilmiş kumaş sayesinde rüzgar ve yağmur gibi faktörlerden korunurken bir taraftan da kumaşın nefes alabilirliği sayesinde fiziksel konforunu korur. Yürüyüşün yanı sıra golf, balık tutma, bisikletçilik ve yelkencilik gibi açık hava sporları da doğa şartlarına karşı koruma gerektirir. Spor dalına bağlı olarak istenen korumanın çeşitli seviyeleri vardır. Dolayısı ile farklı gereksinimlere cevap veren, farklı performans seviyelerinde, farklı kalitede ve farklı fiyatta çok çeşitte kaplanmış veya lamine edilmiş spor ürünü bulunmaktadır.

Günümüzde kaplama ve laminasyon teknolojilerinin kullanıldığı spor giysilerde öne çıkan özellik konfor özelliklerinin gelişmiş olmasıdır. Konfor; insan ile çevresinin psikolojik, fizyolojik ve fiziksel açıdan uyumlu olduğu memnun edici bir durumdur diye tanımlanabilir (Jassal, Khungar, Bajaj ve Sinha, 2004). Bu tür giysilerde kullanılan kumaşlar bir taraftan kumaşı dışarıdan gelen yağmur, kar, rüzgar gibi etmenlere karşı korurken, diğer taraftan da nefes alabilir yapısı sayesinde terin vücuttan uzaklaşmasını sağlamakta ve sporcunun konforunu korumaktadır. Spor giysilerde konfor açısından yağmur ve suyun dışarıda tutulması özellikle önemlidir. Çünkü su havaya göre vücut ısısını dış ortama çok daha hızlı iletir. Ayrıca su; giysinin iç katmanlarında bulunan kalın ısı yalıtım katmanının ya da havlı kumaşın kalınlığının azalmasına da neden olabilir ve böylece bu tabakanın vücut sıcaklığının korunmasındaki etkililiğini azaltır. Konfor için ayrıca, giysinin terin uzaklaşmasına izin vermesi yani nefes almayı sağlaması gerekmektedir. Bu özellik sadece spordan zevk alınması için gerekli olan bir şey değil, ayrıca güvenlik açısından da önemli bir unsurdur. Çünkü yelkencilik ve dağcılık gibi potansiyel olarak tehlikeli olan sporlarda, konforsuzluk muhakeme yeteneğini etkileyebilmektedir. Üretilen ilk kaplanmış koruyucu spor giysilere bakıldığında bunlar geçirimsiz kumaşlardan elde edilmiştir. Bu kumaşlar kişiyi rüzgar ve yağmur gibi etmenlere karşı korumasına rağmen terin vücuttan uzaklaşmasına izin vermemektedirler ve bu nedenle de konforsuzluk hissine neden olmaktadır. Yıllarca hem su geçirmez hem de nefes alabilir özellik sağlayan bir kumaş üretmek üzerine çalışmalar yapılmıştır. Nefes

alma yeteneğine sahip mikrogözenekli film ve kaplamaların üretilmesi ile bu çabalar sonuç bulmuştur (Shishoo,2005; Matilla, 2006).

Renk haslığı, estetik ve tasarım gibi temel kumaş özelliklerine ek olarak; kaplanmış ve lamine edilmiş koruyucu spor giysileri için temel teknik hususlar şunlardır:

- Su geçirmezlik
  - Nefes alabilirlik
  - Sprey oranı
  - Delaminasyona karşı direnç (iyi kaplama veya laminasyon adhezyonu)
  - Yırtılma ve kopma mukavemeti (veya patlama mukavemeti)
  - Aşınma dayanımı (boncuklanmayı da içerir)
  - Tutum/dökümlülük/esneklik
  - Boyut değişmezliği (soğuk suya ve yıkamaya karşı)
  - Esneme/temizleme/yaşlanmaya karşı genel dayanıklılık
  - Kolay bakım (makinede yıkanabilir olması tercih edilir)
- (Shishoo, 2005)

### **1.3 Elektronik Fonksiyon İçeren Giysiler**

Koruyucu giysiler, giyinen kişiyi ölümle veya yaralanmalarla sonuçlanabilecek zorlu çevre koşullarına ve tehlikelere karşı koruyan giysiler olarak tanımlanmaktadır (Pan ve Sun, 2011; Scott, 2005; Adanur, 1995). Son kullanım alanlarına bağlı olarak koruyucu giysiler bir veya birden fazla koruyucu özelliği taşıyabilir. Bu özelliklere su geçirmezlik, güç tutuşurluk, balistik koruma, sıcak/soğuk hava şartlarına karşı koruma, kimyasallara karşı koruma vb. örnek olarak verilebilir. Bu koruyucu özelliklere ek olarak bazı fonksiyonel giysiler elektronik fonksiyon da içerebilir. Elektronikleri barındıran giysiler; eğlence, medikal, güvenlik veya iletişim amaçlı kullanılabilir (Shishoo, 2005; Tao, 2005). Bu tür giysilerde genellikle, çevresel veya kişisel etkiler giysi tarafından hissedilir, işlenir ve bunun karşılığında giysi tarafından bir tepki verilir. Bu prosesler için giysilere çeşitli sensörler veya diğer elektronik ekipmanlar eklenir.

Elektronik fonksiyonlar sergileyen giysiler genellikle iki sınıf altında toplanır. Bu sınıflar *giyilebilir bilgisayarlar* ve *akıllı giysilerden* oluşmaktadır. Giyilebilir bilgisayarlarda giysi üretimi sırasında veya giysi üretiminden sonra sensörler, mikrokontrolörler, bataryalar ve arayüzler gibi sert elektronik bileşenler giysiye entegre edilir. Bunun aksine, akıllı giysilerde ise elektronik fonksiyonlar, doğrudan tekstil yapılarına kazandırılarak elde edilir (Shishoo, 2005; Tao, 2005).

Giyilebilir bilgisayar yaklaşımı; elektronik fonksiyon içeren fonksiyonel tekstillerde, kolaylığı ve uygulanabilirliği açısından daha çok tercih edilmektedir. Akıllı giysilerin üretimi ile ilgili yıkamaya, esnemeye ve aşınmaya karşı dayanıklılık problemlerinin ve tekstil yapısının oluşturulmasında yaşanan teknik problemlerin aşılması gerekmektedir (Dumitrescu, 2014; Kayacan, 2015).

Literatürde farklı giyilebilir elektronik ve akıllı giysi tasarımları bulunmaktadır. Bunlara örnek olarak elektronik fonksiyon içeren yelekler, tişörtler, ceketler, ayakkabılar ve eldivenler verilebilir. Bu ürünlerin bir kısmı zamanla ticarileşmeyi de başarmıştır.

Şekil 1.14'te ticari olarak satılan veya bilimsel araştırmalar sonucu elde edilmiş, elektronik fonksiyon içeren bazı giysi ve tekstil ürünlerine örnekler verilmiştir.

Şekil 1.14'ten de görüldüğü gibi elektronik fonksiyon içeren tekstil ürünleri çeşitli formlarda ve görünümelerde olabilir. Ayrıca bu giysiler son kullanım alanlarına bağlı olarak çok farklı elektronik fonksiyonları da barındırabilir. Şekil 1.14 c ve g'de olduğu gibi bir akıllı tekstil ürünü kişinin nabız değerlerini ölçebilir veya vücut sıcaklığını belirleyebilir. Bunun sağlanması için giysiye kulaktan veya göğüsten nabız ölçümü yapabilen bir sensör ile bir sıcaklık sensörünün yerleştirilmesi yeterlidir (Georgia Tech Wearable Motherboard, b.t.; Rantanen ve ark., 2002). Elde edilen ölçüm sonuçlarının işlenmesi ve değerlendirilmesi için ise giysiye bir mikroişlemcinin ve onu besleyecek bir bataryanın eklenmesi gereklidir. Nabız ölçümü yukarıda belirtilen giysilerin yanı sıra bir yeleğe veya iç çamaşırına tekstil esaslı nabız sensörlerinin eklenmesi ile de elde edilebilmektedir (Weir, 2007 a). Şekil

1.14 c'de verilen giyilebilir anakartın bir diğer özelliği giyinenin nefes alımı ile ilgili de bilgi vermesi ayrıca askerler için kurşunla vurulma durumunu belirleyebilmesidir.



Şekil 1.14 Elektronik fonksiyona sahip tekstil ürünleri örnekleri (a) Isıtıcı yelek (Şahin, Kayacan ve Bulgun, 2006) (b) LED (Işık yayıcı diot) entegre edilmiş tişört (Harold, 2006) (c) Giyilebilir anakart (Georgia Tech Wearable Motherboard, b.t.) (d) Akıllı eldiven (Glove One, b.t.) (e) Akıllı ayakkabı (Adidas 1, b.t.) (f) Ipod jean (Ipod compatible jeans, 2006) (g) Kuzey kutbunda giyilmek üzere geliştirilen giysi (Rantanen ve ark., 2002) (h)The Know Where Jacket (Weir, 2007b)

Eğlence ve reklam alanında geliştirilmiş fonksiyonel giysilere ise Şekil 1.14 b'de gösterilen Philips'in geliştirdiği Lumalive örnek verilebilir. Philips Lumalive'i LED entegre edilmiş çok esnek bir kumaşı kullanarak üretmiştir. Bu ürün reklamcılık, kişisel güvenlik, moda ve iç tasarımda kullanılmak amacı ile tanıtılmıştır (Harold, 2006). Burada öne çıkan noktalardan biri LED entegre edilmiş kumaşların güvenlik



amacı ile kullanılmasıdır. Bu tür giysiler özellikle gece sporu yapan sporcular için aktif bir şekilde görünürlüğü artırmada kullanılabilir (Şenol ve ark., 2011).

Eğlence amaçlı geliştirilen diğer ürünlere Şekil 1.14 fde de görüldüğü gibi ipod içeren ceketler ve pantolonlar (Ipod compatible jeans, 2006; Ipoding Bagir, b.t.), veya alışveriş sırasında giyinene yardımcı olan ceketler (Weir, 2007 b), sanal gerçeklik eldivenleri (Glove one, b.t.), müzik ritmine göre tepki veren moda yönelik giysiler (Lighted clothing, 2015), vücut hareketlerini algılayıp telefon uygulamalarında gösteren giysiler (Heddeko, b.t.) örnek olarak verilebilir.

#### **1.4 Yelken Giysileri**

Yelken giysileri, genellikle kaplama/laminasyon uygulamaları yapılmış yüksek katma değerli aktif spor giysileri olarak karşımıza çıkmaktadır. Yelken giysileri, yelken sporunun hangi iklim, mevsim ve hava koşullarında yapıldığına bağlı olarak çeşitlenmektedir. Soğuk iklimde veya sert hava koşullarında yapılan yelken sporunda, tıpkı diğer koruyucu giysi uygulamalarında olduğu gibi farklı giysi katmanları bir arada kullanılmaktadır. Bu katmanlara nem emici iç giysileri (iç çamaşırları ve ter emici tişörtler vb.), yalıtım sağlayan orta katman giysileri (polarlar, sweatshirtler vb.), su ve rüzgara karşı koruma sağlayan dış giysileri girmektedir. Şekil 1.15'te bir yelken sporcusunun farklı koşullarda giydiği Henri Lloyd, Gill, Musto, Helly Hansen, Rooster ve Zhik gibi firmalara ait yelken giysileri görülmektedir. Şekil 1.15'ten de görüldüğü gibi sporcu o anda yaptığı yelken koşullarına bağlı olarak tulum, iç tulum, su geçiren veya geçirmeyen sweat-shirtler, tayt, şort ve shorty gibi ürünlerin birini veya birkaçını birlikte kullanmayı tercih edebilmektedir (Milli Yelkenci Çınar, A. Kişisel iletişim, 2011). Ilıman bir koşulda yelkenci sadece su geçirmez bir sweat-shirt (smock) giyinerek sporunu yapabilirken, sıcak havalarda hafif şort tarzında ürünler giyebilmekte, soğuk havalarda ise çok katmanlı tulumları giymeyi tercih edebilmektedir.



Şekil 1.15 Çeşitli yelken giysileri

Bir yelken giysisinden beklenen en önemli özellik kişiyi zorlu çevre koşullarına karşı korumasıdır. Burada en etkili olan dış etmenler deniz suyu, yağmur suyu, rüzgar ve güneş olmaktadır. Bu özelliklere ek olarak yelkencilerin giysilerinden beklediği özellikler aşağıdaki gibi özetlenebilir:

- Su geçirmezlik etkisinin kalıcılığı
- Nefes alabilirlik ve konforlu olma
- Vücuda uyumluluk ve vücut ölçüleri, şekli veya kullanılan malzemelerin kalınlığı açısından hareket yeteneğini engellememe
- Hafiflik
- Su geçirmez dikişlere sahip olma
- Tekrar eden hareketler ve yelken parçaları ile sürekli sürtünme sonucunda oluşan mekanik etkilere karşı mukavemet ve aşınma dayanımı gösterme
- Sıcak tutma
- Rüzgar geçirmezlik
- Güneşe karşı koruyuculuk
- Deniz suyuna karşı dayanım

- Denize düşme gibi durumlar için görünür olma
- Tuvalet vb. ihtiyaçları kolaylaştıracak giysi tasarımı
- Estetik ve duyuşal ihtiyaçları karşılayabilme (Bye ve Hakala, 2005; Milli Yelkenci Çınar, A. Kişisel iletişim, 2011; Sailman firma sahibi Çınay, C. Kişisel iletişim, 2011).

Şekil 1.16'da farklı koşullar altında, farklı yelken giysileri giymiş ve farklı pozisyonlar sergileyen yelken sporcuları görülmektedir. Yelken sporcularının başarılı olması için giysisinin; spor esnasındaki fiziksel koşullara karşı su geçirmezliği ve nefes alabilirliğini koruması, çok farklı hareketlere ve vücut pozisyonlarına uyum göstermesi ve kişinin hareket yeteneğini kısıtlamaması, tekneğe sürtünmeden kaynaklı aşınma veya yırtılma sonucunda özelliklerini kaybetmemesi gereklidir. Ancak bu durumda bir yelkencinin spor esnasındaki konforu, güvenliği ve yarıştaki başarısı giysisi tarafından desteklenebilir (Bye ve Hakala, 2005).



Şekil 1.16 Farklı koşullar altında yelken yapan sporcular

Üç tarafı denizlerle çevrili olan ülkemizde otuzdan fazla yelken kulübü bulunmaktadır ve bu spor gittikçe ilgi çekici hale gelmektedir. Buna karşılık

Ülkemizde yelken giysisi üreten bir veya iki adet tekstil firması bulunmaktadır. Sporcular ihtiyaçlarını yüksek bedelli ithal ürünler ile karşılamaktadır. Buna ek olarak literatürde de yelken giysilerine odaklanmış az sayıda çalışma bulunmaktadır (Bye ve Hakala, 2005; Jansen, van Deursen ve Howe, 2012).

Tez alışması kapsamında; fonksiyonel bir spor giysisi olarak, bir yelken üst giysisinin tasarlanması planlanmaktadır. Yelken giysisinin seçilmesinde etkili olan nedenler; yelken sporunda sporcunun korunması gereken bir çok dış etmen bulunması, konfor özeliklerinin çeşitli yollarla geliştirilmeye açık olması, çeşitli elektronik fonksiyonların giysiye entegre edilmesi suretiyle sporcunun performansının artırılmasına müsait bir spor dalı olmasıdır. Bunların yanı sıra ülkemizde yeterli miktar, kalite ve çeşitlilikte yelken giysisinin üretilmemesi, bu tez çalışmasında yelken giysileri üzerine odaklanılmasında önemli bir faktör olmuştur. Tez kapsamında sadece yelken giysisine yönelik malzeme üretimi üzerine odaklanılmamış, ayrıca elektronik fonksiyon içeren bir yelken giysisinin tasarımı için anket çalışması ve konsept tasarımı yapılarak literatürdeki bu yöndeki vizyon eksikliği giderilmeye çalışılmıştır.

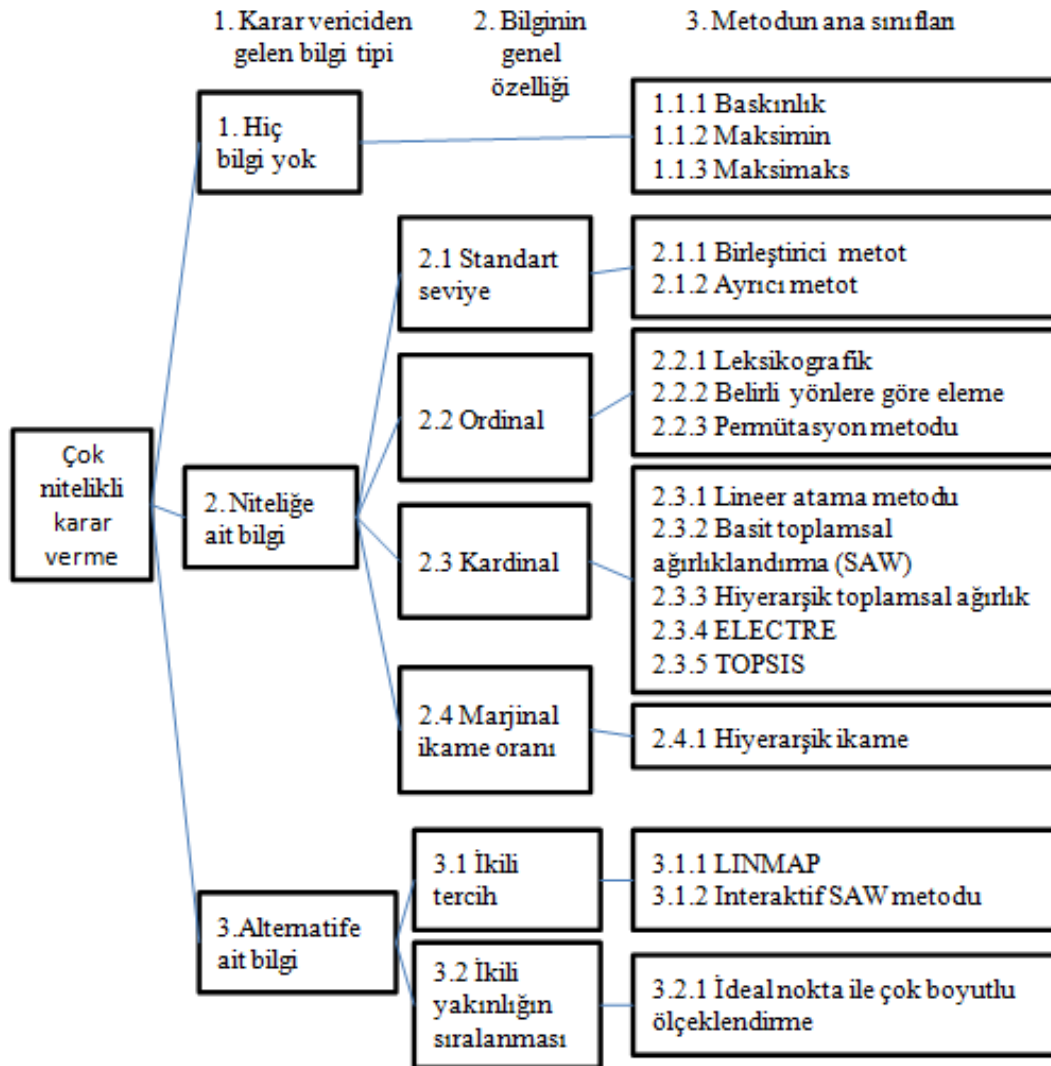
### **1.5 Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri**

Çok kriterli karar verme yöntemleri; çok sayıda seçim kriteri ve alternatifin bulunduğu karmaşık karar problemlerinde en uygun seçeneği tespit etmek üzere geliştirilmiş bilimsel ve analitik prosedürler bütünüdür (Recchia ve ark., 2011).

Hwang ve Yoon (1981) ok kriterli karar verme yöntemlerini genel olarak; çok Nitelikli Karar Verme (Multiple Attribute Decision Making) ve çok Amaçlı Karar Verme (Multiple Objective Decision Making) olarak iki ana grupta toplamıştır. Çok nitelikli karar verme yöntemleri genel olarak seçimlerde (değerlendirme), çok amaçlı karar verme yöntemleri ise tasarım problemlerinde iyi sonuç vermektedir. Çok amaçlı karar verme yöntemleri, alternatiflerin önceden belirlendiği problemlerde kullanılmamaktadır. Buna karşılık, çok nitelikli karar verme yöntemlerinde ise genellikle önceden belirlenmiş ve kısıtlı sayıda alternatif bulunmaktadır ve nitelikler

belirgindir (Hwang ve Yoon, 1981). Tez kapsamında söz konusu olan karar problemi, belirli sayıda alternatifte sahip olması ve belirgin kriterlere göre seçimin yapılmasından dolayı çok nitelikli bir karar verme problemini oluşturmaktadır.

Çok nitelikli karar verme işlemi farklı yöntemlere göre yapılabilmektedir. Bu yöntemler karar vericiden elde edilen tercih bilgisine göre sınıflandırılabilir. Hwang ve Yoon çok nitelikli karar verme yöntemlerini Şekil 1.17'deki gibi sınıflandırmıştır.



Şekil 1.17 Çok nitelikli karar verme yöntemleri (Hwang ve Yoon, 1981)

Tez kapsamında, yelken giysisine yönelik kumaş seçimi için karar verme sürecinde, kardinal yani aritmetiksel işlem yapılabilen sayısal veriler kullanılmıştır. Kardinal veriler TOPSIS metoduna göre işlenmiş ve karar verme sürecinde elde

edilen sonuçlardan yararlanılmıştır. TOPSIS (Technique for Order of Preference by Similarity to the Ideal Solution -İdeal Çözümüne Benzerlik yolu ile Tercih Sırasına Ulaşma Tekniği) metodu, en iyi alternatifin çok boyutlu hesap uzayında ideal çözüme en yakın ve bunun tersi olan anti ideal çözüme en uzak olan çözümün olduğunu kabul eden bir yöntemdir. Bu yöntem kullanıcıdan minimal sayıda veri istemesi, direkt veri üzerinde uygulanabilmesi, nitelik sayısından bağımsız olarak hesaplama aşama sayısının aynı kalması ve çıktılarının kolay anlaşılması bakımından avantajlı bir metottur. Özellikle kullanımının kolay olması TOPSIS metodunun popüler bir çok nitelikli karar verme yöntemi olmasını sağlamıştır (Velasquez ve Hester, 2013).

TOPSIS'i de içeren çok kriterli analiz süreci, birden fazla adımı içeren kesin bir yapıya sahiptir ve bu adımlar aşağıda özetlenmiştir:

- Problemi saptama ve hedefleri tanımlama
- Kullanılacak tüm seçenekleri (alternatifler) ve kriterleri tanımlayarak problemi yapılandırma
- Tercih modellemesi (puanlama ve ağırlıklandırma kullanılarak)
- Sonuçları bir araya toplama (agregasyon) ve analiz etme
- Elde edilen sonuçları tartışma ve uzlaşmaya varma (negotiation) (Recchia ve ark., 2011).

TOPSIS'te en uygun seçeneğe ulaşmak için kullanılan metodoloji ayrıntıları ile birlikte Metot kısmında verileceğinden bu bölümde detaylarına yer verilmemiştir.

TOPSIS ve diğer çok kriterli karar verme yöntemleri kişilerin karmaşık karar verme süreçlerinde, onlara yardımcı olmak ve verilen karardan sonra pişmanlık duyulmasını minimize etmek için geliştirilmiştir. Çok kriterli analizlerde her yöntem her zaman en doğru seçimi vermeyebilir ancak bu metodoloji; ulaşılabilir tüm bilgilerin organize edilmesi, yorumlamalarda bulunmak için kaynak oluşturması ve her bir alternatif açısından lehte veya aleyhte olan özelliklerin kontrol edilmesi açısından karar vericiye büyük bir yardımda bulunmaktadır (Recchia ve ark., 2011).

## 1.6 Önceki Çalışmalar

Tez çalışması kapsamında; yelken giysileri ile ilgili anket çalışması, kaplanmış kumaş üretimi, lamine kumaş üretimi ve akıllı giysi tasarımını içeren çeşitli çalışmalar yapılmıştır. Bu konular hakkında literatürde yer alan bilgileri derleyerek bilgi edinmek, doğru şekilde ölçümleri gerçekleştirmek ve tasarım sürecini tamamlayabilmek amacı ile ticari veya akademik amaçla yapılmış çeşitli araştırmalar incelenmiş ve derlenerek sunulmuştur.

Çalışmalar bir araya getirilirken genel olarak konu başlıklarına göre gruplanmıştır ve yelken giysileri, spor giysileri, kaplanmış kumaşlar, lamine kumaşlar ve akıllı giysi uygulamalarının kullanıldığı araştırmalar birbiri ardına sıralanmıştır.

Yelken giysileri hakkında literatürde az sayıda yayın ve patent bulunmaktadır. Bu konuda erişilebilen en detaylı çalışma Bye ve Hakala (2005) tarafından gerçekleştirilmiştir. Araştırmacılar bayanlara özel tek parça bir yelken giysisinin tasarımını yapmıştır. Çalışmada yelken giysisi ihtiyaçları fonksiyonel, duyuşsal ve estetik ihtiyaçlar olarak sınıflandırılmıştır. Bunlardan fonksiyonel özellikler su, rüzgar ve güneşin değişen koşullarına karşı ısıl denge, güvenlik ve hareket serbestliğini içermiştir. Kalitatif veriler bayan yelkencilere yapılan anket çalışması ve katılımcı gözlemleri sonucunda elde edilmiştir.

Çalışmada kullanılan anket aşağıdaki sorulardan oluşmaktadır:

1. Yelken sporuna nasıl dahil oldunuz?
2. Yelkenciliği yarışçı olarak mı yapıyorsunuz yoksa eğlence olarak mı?
3. Daha çok hangi tip botlarla yelken yapıyorsunuz?
4. Daha çok hangi sıklıklarla yelken sporunu yapıyorsunuz?
5. Farklı mevsimlerde mi yelken yapıyorsunuz?
6. Daha çok nerelerde yelken yapıyorsunuz?
7. İyi bir yelkenciden hangi özelliklere sahip olmasını beklersiniz?
8. Ne tip bir yelken giysisi giydiğinizi eğer biliyorsanız markası ile birlikte belirtebilir misiniz?

9. Giydiğiniz yelken giysilerinde hangi kalite veya tasarım özelliklerini seversiniz?
10. Giydiğiniz giysilerle ilgili sizi tatmin etmeyen özel bölgeler var mı?
11. Giysinizde en çok hangi bölgede esnekliğe ihtiyaç duyarsınız?
12. Uygun giysiyi bulmakta zorlandığınız bir yelken koşuluyla karşılaştınız mı?
13. İdeal bir dünyada olduğunuzu düşünün, yelken donanımınız nelerden oluşurdu?
14. Yeni bir yelken giysisi almanızda sizi en çok motive eden şey nedir?
15. Şu anda piyasada bulunan yelken giysilerinin estetik görünüşünü nasıl anlatabilirsiniz?
16. Bayanlara özel yelken giysisi pazarını nasıl görüyorsunuz?
17. Eklemek istediğiniz başka bir şey var mıdır?

Çalışmada 15'i yarışçı toplam 25 gönüllü bayan yelken sporcusuna anket uygulanmış ve gözlemciler spor yapan bayan yelkencilere ait yaklaşık 100 adet fotoğraf çekmiştir. Elde edilen sonuçlar incelendiğinde; yelkencilerin çoğunun var olan giysilerinden ağırlık, kabalık ve nefes almazlık özelliklerinden dolayı tatmin olmadığı görülmüştür. Sporcular özellikle ısı denge ihtiyacını vurgulamıştır. Hareket serbestliği hem güvenlik hem de performans açısından kritik bulunmuştur. Güvenlik açısından görünürlüğün gerekliliği vurgulanmıştır. Ankete katılan sporcuların birçoğu var olan yelken giysilerinin vücutları ile uyumlu olmadığını söylemiştir. Sporcular, giysinin vücuda uyumunun az olmasının ve giysi performansının yetersiz olmasının dikkat bozucu olduğunu vurgulamışlardır.

Elde edilen anket soruları ve katılımcı gözlemlerinin değerlendirilmesi sonucunda 50'den fazla giysi taslağı çizilmiştir. Bunlardan beş tanesi seçilmiş ve içlerinden tek parça kolsuz bir bayan yelken giysisinin prototipi hazırlanmıştır. Giysi konfor ve daha az hacimli olması açısından kolsuz olarak üretilmiştir. Giysinin çıkarılmasının kolay olması amacı ile önden bir fermuar yerleştirilmiştir. Tuvalet ihtiyacının kolay giderilmesi için giysiye alttan fermuarlı bir kapak yerleştirilmiştir. Konfor özelliklerinin sağlanabilmesi, eğilme ve oturma gibi işlemlerin kolaylaşması için poliester/elastan karışımı bir kumaş kullanılmıştır. Katılımcı gözlemlerinde en fazla



aşınmaya maruz kaldığı belirlenen diz ve oturma bölgesi yırtılmaz poliamid ile desteklenmiştir. Elde edilen giysi giyim testine tabi tutulmuştur ve elde edilen sonuçlara göre ikinci kez modifiye edilmiştir (Şekil 1.18).



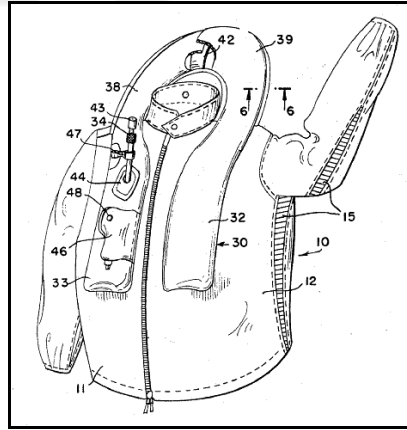
Şekil 1.18 Üretilen giysi prototipi (Bye ve Hakala, 2005)

Jansen, van Deursen ve Howe (2012) yelken giysisinin; spor performansı açısından tekne-kişi sisteminde oluşan hidrodinamik ve aerodinamik sürüklenmedeki önemini incelemiştir. Araştırmacılar giysisinin sürüklenmedeki payını belirleyebilmek için öncelikle bir test düzeneği kurmuştur. Düzeneği kurarken en küçük olimpik tekne boyutuna sahip olan Lazer teknesini referans almıştır. Çünkü küçük teknelerde ve yüksek hızlarda yelkencilerden kaynaklanan aerodinamik sürüklenmenin etkisi daha fazladır.

Araştırmacılar öncelikle tekne ve kişi için oluşan hidrodinamik ve aerodinamik sürüklenmeleri teorik olarak hesaplamıştır ve yelkenciden kaynaklanan sürüklenmenin toplam direncin %10'u kadar olduğunu tahmin etmiştir. Deneysel çalışmada ise wet suit, dry suit, can yelegi, şapka-vizör ve likralı tişört içeren sekiz

grup giysi mankene giydirilmiş, farklı rüzgar açı ve hızlarında, hazırlanan düzenek kullanılarak aerodinamik sürüklenme ölçülmüştür. Deneysel çalışmanın sonucunda yelkencinin, dry suit giysi kombinasyonu kullanıldığında diğer giysi kombinasyonlarına göre % 10 civarında daha yüksek aerodinamik sürtünmeye maruz kalacağı sonucuna varılmıştır.

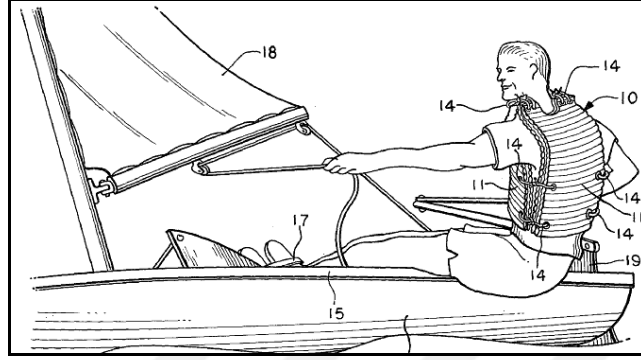
Aşağıda yelkenci/denizci giysileri üzerine alınmış çeşitli patentlerin özetleri verilmiştir. Ulaşılabilen en eski patentlerden biri Steinthal (1969) tarafından alınmıştır. Steinthal şişirilebilir bir yelkenci/denizci ceketinin patentini almıştır. Buna göre yelken giysisi ile aynı malzemeden üretilmiş “U” (nal) şeklinde bir parça, U’nun bacakları önde göğüs üzerinde, U’nun yay kısmı ise arkada boynu destekleyecek şekilde yelken giysisi ile birleştirilmiştir (Şekil 1.19). Bu parça denize düşme durumunda üflenerek veya bir karbondioksit kartuşu yardımı ile şişirilmektedir. Böylece giysi, yelkencinin kafasını arkadan destekleyerek ve bir can yeleği gibi kişinin baş kısmını su yüzeyine çıkararak hayatını koruyucu etki göstermektedir.



Şekil 1.19 Steinthal'ın tasarımı (Steinthal, 1969)

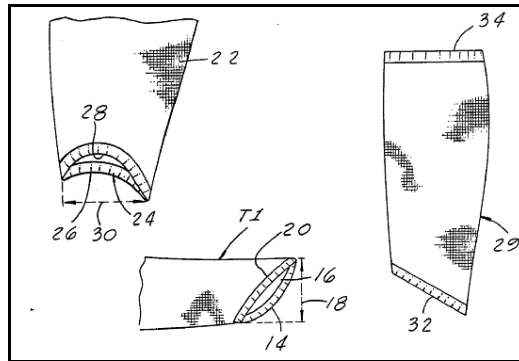
Kaynor ve ark. (1977) tarafından patenti alınan yarışçı yelken giysisi ise Steinthal'inkinden tamamen farklı bir amaçla tasarlanmış bir yelek içermektedir. Bu yelek fazla miktarda su absorbe edebilen bir malzemeden oluşturulmuştur ve parçalı bir yapı içermektedir (Şekil 1.20). Yelkenci; yelkeni idare etmekte zorlandığı çok rüzgarlı vb. durumlarda yeleğin belirli kısımlarını suya sokmakta ve ağırlığın

artmasını sağlayarak yelkeni daha kolay dengeleyebilmektedir. Bu tür bir ürünün tasarlanmasının; klasik olarak kullanılan ağırlık taşıma veya üst üste çok sayıda giysi giyme yöntemlerine göre, çok daha kompakt, hafif, hareketi engellemeyen ve ağırlığı istenildiği kadar ayarlanabilir olması açısından avantajlı olduğu belirtilmiştir.



Şekil 1.20 Kaynor ve ark. ait tasarım (Kaynor ve ark., 1977)

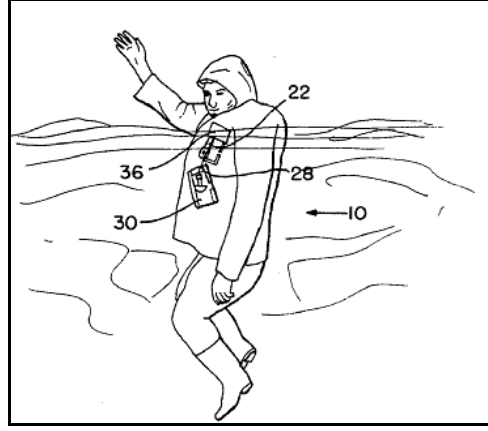
Pankof (1987) 3/32 inç kalınlığında kauçuk benzeri bir malzemedan üretilmiş, kol ve bacak manşetleri şekil değişikliği ile uzatılmış koruyucu bir denizci giysisinin patentini almıştır. Buna göre Şekil 1.21'deki gibi kol ve bacak manşetleri genişletilmiş giysi; denizci tarafından fermuar vb. bir kapatıcıya gerek duyulmaksızın kolayca giyilip çıkartılabilecektir.



Şekil 1.21 Pankof'un tasarımları (Pankof, 1987)

Jackson (1988) balıkçılar için şişirilebilir bir ceketin patentini almıştır. Buna göre "U" şeklindeki şişirilebilir bir segment, standart muşamba balıkçı ceketinin iç kısmına yerleştirilmiştir (Şekil 1.22). Denize düşme durumunda yelkeni karbondioksit kartuşuna tutturulmuş bir ipi çekerek bu segmenti şişirmekte ve su

yüzeyinde kalabilmektedir. Karbondioksit kartuşunun çalışmadığı durumlarda ise segment, daha önceki patentte de olduğu gibi üflenerek şişirilebilmektedir.



Şekil 1.22 Jackson'un tasarımı (Jackson, 1988)

Hallstrom (2000) yüzdürücü özelliğe sahip bir iş yeleğinin patentini almıştır. Bu patentteki amaç balistik özelliğe sahip bir iş yeleğinin, suya düşme durumunda yüzdürücü olması ve can yeleği olarak fonksiyon göstermesini sağlamaktır.

Dammacco, Turco ve Glogar (b.t.) şekil hafızalı polimerik yapısı sayesinde geçirgenliği ayarlanabilen bir yelken giysisi üretmiştir. Bu yelken giysisinin önemi; bir cep içerisinde tutulan bir açma/kapama düğmesi sayesinde, görünürlüğü artıran ve sırtta omurga boyunca giysi üzerine yerleştirilmiş bir elektrolüminisant şerit içermesidir (Şekil 1.23).

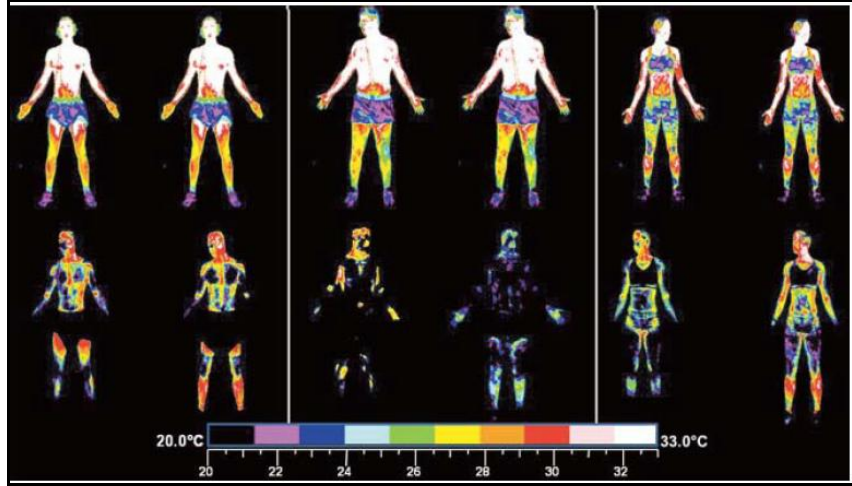


Şekil 1.23 Dammacco ve ark. (b.t.) ait tasarım

Yelken giysileri üzerine yapılan çalışmaların yetersiz olması nedeni ile, spor giysilerde kullanılan malzemelerin tanınması ve bu malzemelere uygulanan testlerin belirlenebilmesi amacı ile yelken giysilerinde kullanılanlara benzer özellikler taşıyan

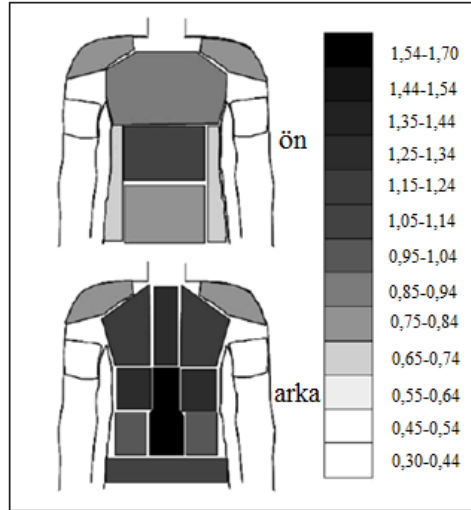
spor giysileri hakkında da literatür araştırması yapılmıştır. Bu konuda tez açısından önemli bulunan bazı araştırmalara aşağıda yer verilmiştir.

Havenith, Smith ve Fukuzama (2008) spor giysilerinin tasarımında kullanılmak üzere, ciltte meydana gelen olaylar üzerine bir çalışma gerçekleştirmiştir. Çalışmanın amacı, farklı cilt davranışlarının bir insanın ısı konfor algısını nasıl etkilediği ve bu durumların spor giysi tasarımı ile ilgili nasıl bilgi verdiğini göstermektir. Çalışmada soğuma sırasındaki cilt sıcaklığındaki dağılım, terin vücuttaki dağılımı ve bölgesel cilt hassasiyeti üzerinde durulmuştur. Araştırmacılar çalışmalarında, soğuk ortama bırakılmış yarı çıplak insanların serbest veya egzersiz yapma durumlarında cilt sıcaklıklarının dağılımını belirlemiştir. Deney süresince cilt sıcaklıkları kızıl ötesi termografisi kullanılarak belirlenmiştir. Elde edilen ve Şekil 1.24'te verilen desenler incelendiğinde araştırmacılar daha şişman olan insanlarda önemli ölçüde soğuk bir cilt gözlemlemişken bu insanların iç sıcaklıkları daha yüksektir. Egzersiz sırasında aktif olan bacak kaslarının ise ısı kaybındaki etkisi açıkça görülmüştür. Araştırmacılar bu desenlerde koyu olan kısımların konfor açısından hedeflenmesi gerektiğini belirtmişlerdir. Açık bölgelerin ise ısı kaybetmeye devam edeceğinden ısı kaybına engel olmak için hedeflenebileceği belirtilmiştir. Sıcak ortamlarda ise ısı kaybının olumlu etkilerinin maksimize edilmesi gerektiği vurgulanmıştır. Çalışmada, vücudun ısı desenlerine göre ısı kaybının fazla olduğu kısımlarda ventilasyon yapan ya da sıvıyı ileten malzemelerin eklenmesinin sıcak ortamlarda yapılan egzersizler için konforu artırıcı ve ısı stresini azaltıcı etki yapacağı araştırmacılar tarafından vurgulanmıştır.



Şekil 1.24 Kişi için cilt soğuma desenlerinin termografları: zayıf erkek, biraz şişman erkek, kadın. (Her kişi için: üstteki resimler: termal olarak nötr ortamda soğutmadan önce; ortadaki resimler: 12°C’de ve rüzgarda 60 dk soğutmadan sonra. Sol: pasif; sağ: soğutma sırasında aktif (yürüme))

Çalışmada son olarak vücudun terleme haritalarına değinilmiş ve Şekil 1.25’te verilen ter haritası incelenmiştir. Bu ter haritalarının vücut boyunca ter üretiminde gözlenen değişkenlikten dolayı giysi tasarımında bölgesel optimizasyonda kullanılması gerektiğine işaret edilmiştir. Buna göre vücut terleme haritalarını kullanarak tasarımcılar farklı vücut kısımları için spesifik ıslanma özellikli ve absorpsiyon kapasiteli malzemeler kullanabilir.



Şekil 1.25 10 km koşan bir erkek atletin ter dağılımı deseni (Birimler bölgesel terleme hızının ortalamaya göre oranını ifade etmektedir) (Havenith, Smith ve Fukuzama, 2008)

Sampath, Mani ve Nalankilli (2011) farklı incelikte poliester lifleri kullanılarak üretilmiş ve nem yönetimi bitim işlemi görmüş örme kumaşların, spor giysileri için uygunluğu açısından konfor özelliklerini incelemiştir. Çalışmada multifilament iplik inceliği 150 dtex olarak sabit tutulmuştur ancak ipliği oluşturan filament inceliği ve filament adedi değiştirilmiştir. İplikler, lif inceliğine bağlı olarak 34, 48, 108, 144 ve 288 adet filament içermiştir. Bu ipliklerden düz örme kumaşlar örülmüş ve elde edilen kumaşlar yıkanıp ağartıldıktan sonra nem düzenlemesi bitim işlemine tabi tutulmuştur. Bitmiş kumaşların konfor özelliklerini test etmek üzere ıslanma (batma), dikey ıslanma, enine ıslanma (transverse) ve su buharı geçirgenlikleri test edilmiştir. Sonuç olarak en iyi ıslanma özelliği; en kısa sürede batan, 108 adet filament içeren ipliklerden üretilmiş kumaşlardan elde edilmiştir. Aynı incelikteki ipliklerdeki filament sayısı bu değer üstünde veya altında olduğunda kumaşların batma süresi artış göstermiştir. Bu özellik; 108 adet filament içeren ipliğin, suyun iplik gözenekleri içerisine en hızlı girişi yapabileceği şekilde, lifler arası optimum boşluğu sağladığı şeklinde yorumlanmıştır. Benzer şekilde 108 adet lif içeren ipliklerden elde edilen kumaş numunelerinin en yüksek dikey ıslanma değerlerine sahip olduğu görülmüştür. Batma özellikleri ve dikey ıslanmaları açısından kumaşlar benzer eğilimler göstermiştir. Kumaşların enine ıslanma değerleri filament sayısının artması ile artış göstermiştir. Kumaşların su buharı geçirgenlikleri ise 108 ve üzerinde filament içeren ipliklerden elde edilen kumaşlarda daha yüksek çıkmıştır. Araştırmacılar buna neden olarak; daha fazla filament içeren ipliklerden elde edilen kumaşların diğerlerine göre daha ince olması ve daha düşük alansal yoğunluğa sahip olmasını göstermiştir. Sonuç olarak; araştırmacılar yaptıkları çalışmada, bir spor giyside kullanılmak üzere en uygun sonuçların 108 adet filament içeren ipliklerden örülmüş kumaşlardan elde edildiğini ve bir ipliği oluşturan filament sayısı ve filament inceliğinin konfor özellikleri açısından çok önemli olduğunu belirtmiştir.

Sampath ve Senthilkumar (2009) poliester ipliklerinden elde edilmiş kumaşların konfor özellikleri üzerine, örme kumaş yapısının ve nem düzenleme bitim işleminin etkisini incelemiştir. Çalışmada deney materyali olarak, 108 adet filamentten oluşan 150 denye inceliğindeki iplikten elde edilmiş farklı örgülerdeki ve ilmek iplik uzunluklarındaki kumaşlar kullanılmıştır. Poliester iplikleri kullanılarak düz, single

airtex ve balpeteği yapısında olan ve üç farklı ilmek iplik uzunluğuna sahip kumaşlar üretilmiştir. Elde edilen kumaşlar sıcak su ile yıkanmış, ağartılmış ve aminosilikon polieter kopolimeri ve hidrofilik bir polimer ile nem düzenleyici bitim işlemine tabi tutulmuştur. Bitmiş kumaşlar; konfor özelliklerini incelemek üzere ıslanma (batma) testi, dikey ıslanma, su absorpsiyonu testi, su buharı ve hava geçirgenliği testlerine tabi tutulmuştur. Sonuçlar bitim işlemi görmeyen kumaşların sonuçları ile karşılaştırılarak bitim işleminin etkisi incelenmiştir.

Sonuçlar incelendiğinde; batma sürelerinin düz ve airtex kumaşlarda bitim işlemi görmesi durumunda arttığı, balpeteği dokusunda ise herhangi değişiklik olmadığı araştırmacılar tarafından saptanmıştır. Kumaşların dikey ıslanma sonuçlarına göre; işlem görmüş balpeteği kumaşlar diğer örgülere göre daha az ıslanma yüksekliği sergilemiştir. İşlem görmüş ve görmemiş kumaşların dikey ıslanmaları arasında korelasyon gözlenmemiştir. Benzer şekilde işlem görmüş kumaşların ilmek iplik uzunlukları ile dikey ıslanmaları arasında da bir ilişki gözlenmemiştir. Su absorpsiyon testi sonuçları ise şu şekildedir: işlem görmüş kumaşlar daha fazla absorpsiyon göstermiştir ve tüm ilmek iplik uzunlukları için düz örgü kumaş yapısı diğer örgülere göre daha fazla absorpsiyon sergilemiştir. Kumaşların hava ve su buharı geçirgenlik sonuçları incelendiğinde ise kumaşların su buharı geçirgenliklerinin ilmek iplik uzunluğundan etkilenmediği, hava geçirgenlik değerlerinin ise ilmek iplik uzunluğunun artması ile arttığı tespit edilmiştir. Yine hava geçirgenliği açısından düz örme kumaşların diğer örgü tiplerine göre daha iyi sonuçlar verdiği araştırmacılar tarafından gözlenmiştir. Sonuç olarak uygulanan bitim işlemlerinin absorpsiyon ve ıslanma karakterlerini geliştirdiği ve daha hızlı buharlaşmayı sağlayacağı böylece bunun spor giysilerin geliştirilmesine katkıda bulunacağı belirtilmiştir.

Wang ve ark. (2008) üç katmanlı kışlık spor giysilerinin ısı fonksiyonlarını anlamak üzere, bu giysilerde kullanılan malzemelerin özelliklerini analiz etmiştir. Çalışmada materyal olarak üç takım üç katmanlı spor giysi kullanılmıştır (toplamda dokuz giysi). Bu giysileri oluşturan toplam 18 malzeme çalışma kapsamında analiz edilmiştir. Bu malzemelere Tablo 1.6'da yer verilmiştir.



Tablo 1.6 Wang ve ark. (2008)'in çalışmasında kullanılan giysi çeşitleri

Giysi katmanı	Kullanılan kumaşlar	A markası spor giysi sistemi	B markası spor giysi sistemi	C markası spor giysi sistemi
1. Katman (en içteki giysi)	Dış kumaş	%100 PET örme	%100 PET örme	%100 PET örme
	Astar	%100 PA örme	%100 PA bezayağı	%100 PET örme
2. Katman (ortadaki giysi)	Yalıtım tabakası	%100 PET nonwoven	%100 PET nonwoven	%100 PET nonwoven
	Dış kumaş	%100 PET bezayağı PU kaplama	%100 PET bezayağı PU kaplama	%100 PA bezayağı PU kaplama
3. Katman (en dıştaki giysi)	Astar	%100 PA bezayağı	%100 PA bezayağı	%100 PA bezayağı
	Dış kumaş	%100 PA bezayağı PTFE membran	%100 PA bezayağı PU kaplama	%100 PA bezayağı PU kaplama

Giysiler deney standartlarına göre kesildikten sonra, elde edilen numunelerin kalınlıkları, gramajları, hava dirençleri, su buharı geçirgenlikleri, toplam nem düzenleme kapasiteleri ve ısı dirençleri belirlenmiştir. Deney sonuçlarına göre; her takımın birinci katmanının dış kumaşı en yüksek ağırlığa sahiptir. Bu kumaşlar nem düzenlenmesi, ısı direnç ve hava geçirgenliği açısından iyi bir fonksiyon sergilemişlerdir. Araştırmacılar bu özellikleri ile bu kumaşların, giyineni kuru ve sıcak tutan iç giysilerin yapılmasında kullanılabileceğini belirtmişlerdir. Orta katman ısı direnç ve kalınlık açısından en iyi sonuçları verirken daha düşük hava geçirgenliğine sahiptir. Bu nedenle soğuğu geçirmeme açısından iyi özelliktedir. Ancak orta katman giysilerinin yalıtım tabakası ve dış kumaşı, nem düzenlemesinde kötü özelliklere sahiptir. Bu kötü özellik nemin birinci katmandan daha dış katmanlara ulaşmasını engeller; birinci ve ikinci katmanda terin birikmesine neden olur. Bu da giyinenin egzersiz sırasında ıslak hissetmesi ile sonuçlanır. Araştırmacılar giysi sistemlerinin en dıştaki giysilerini incelediğinde, dış kumaşların su ve rüzgar geçirmez özellikte olduğunu tespit etmişlerdir. Özellikle A tipinin su buharı geçirgenliği değeri, nefes alabilir özellikte olduğunu göstermiştir. Araştırmacılar genel bir sonuç olarak üç giysi sisteminin de soğuktan koruma özelliğinin iyi olduğunu, dış katmanlarının iyi derecede su ve rüzgar geçirmezlik özelliğine sahip olduğunu ancak orta ve dış katmandaki kötü nem iletim özelliğinden

dolayı bunların egzersiz sırasında giysinin ısı performansını ve kişinin ısı konforunu doğrudan etkileyeceğini belirtmişlerdir.

Rossi, Gross ve May (2004) dört katlı giysi kombinasyonlarında, farklı kumaş katlarında kondense olan nemin miktarını ve yerini belirlemek amacı ile bir çalışma yapmıştır. Dört katlı giysi sistemini taklit eden kumaş kombinasyonlarında birinci kat (iç giyim) ve ikinci katta hidrofilik bitim işlemi görmüş poliester örme kumaşlar kullanılmıştır. Üçüncü katta poliester tüylü kumaş (fleece), dördüncü katta ise üç katmanlı lamine kumaş kullanılmıştır. Üçüncü kattaki tüylü kumaşa üç farklı bitim işleminden biri uygulanmıştır: 1) tek yüze hidrofilik işlem 2) tek yüze hidrofobik işlem 3) bir yüze hidrofilik, diğer yüze hidrofobik işlem. Üç katmanlı lamine kumaşta (dış kumaş) ise; PTFE membran laminasyonu, hidrofilik poliester membran laminasyonu ve hidrofilik zemin kumaşa lamine edilmiş hidrofilik poliester membran laminasyonu kullanılmıştır. Üçüncü ve dördüncü katların çeşitlendirilmesi ile 12 tip dört katlı kumaş kombinasyonu oluşturulmuştur. Kumaş kombinasyonlarının oluşturulmasında; terleyen plaka yöntemine göre elde edilen su buharı dirençlerinin birbirine yakın olması esas alınmıştır. Elde edilen kumaş sistemleri “terleyen kol” düzeneği kullanılarak test edilmiştir. Deney için kol şeklinde kesilip dikilen numuneler kondisyonlanarak kullanılmıştır. Her bir giysi katı testten önce ve sonra tartılmıştır. Testler sırasında kol sıcaklığı 35°C' de tutulmuş, çevre koşulları ise 20°C-% 65 bağıl nem, 10°C-% 50 bağıl nem, 5°, 2° ve 1°C - % 85-90 bağıl nem olarak çeşitlendirilmiştir. Test sırasında 2 m/s sabit rüzgar hızı kullanılmıştır. Araştırmacılar deney sonuçlarını incelediğinde, su buharı direncinin sıcaklığın artması ile neredeyse ekspanansiyel bir düşüş gösterdiğini saptamışlardır. Mikrogözenekli PTFE membran içeren tüm numunelerde daha yüksek su buharı direnci ve kondenzasyon oranı tespit edilmiştir. 20°C-% 65 bağıl nemde numuneler arası farklılıklar göz ardı edilebilecek seviyede bulunmuştur. Düşük sıcaklıklarda kondenzasyon, kumaş kombinasyonlarının farklı kısımlarında oluşmuştur. Hidrofilik zemin kumaşa lamine edilmiş hidrofilik membran laminasyonlarında en düşük su buharı direnci elde edilmiştir. Birinci ve ikinci kattaki kumaşlardaki nem miktarı üçüncü ve dördüncü kattaki kumaşlardakinden bağımsızdır. Üçüncü katta, üzerinde hidrofilik membran içeren dış kumaşa sahip kumaşlar için nem birikimi daha fazladır. 1°C ve 2°C'de,

hidrofilik katmana sahip olan ve dış tarafında hidrofilik kısım içeren çift taraflı işlem görmüş kumaş daha fazla nem almıştır. Sıcaklık arttığında da benzer sonuçlar elde edilmiştir. Testler 30 dakika yerine 4 saat süre ile yapıldığında sonuçlar değişmiştir. Üçüncü katmanda biriken nem dördüncü katmandakinden daha fazla saptanmıştır. Genel bir sonuç olarak araştırmacılar; hidrofilik iç kumaşın tüm sistemin su buharı direncini düşürdüğünü, hidrofilik membran içerenlerin mikrogözeneklilerden daha iyi performans gösterdiğini, 20°C’de kondenzasyon miktarının göz ardı edilebileceğini söylemiş ve bu sonuçların kesinliğinin anlaşılması için daha fazla çeşitteki malzeme ile çalışılması gerektiğini vurgulamışlardır.

Yurdakul, Özçelik ve Sakin (2014) su itici spor giysilerde kullanılmak üzere lamine kumaş ile kombine edilmiş bir örme kumaş sisteminin özelliklerini incelemiştir. Kumaş sisteminde ana kumaş olarak PET/Co karışımı tüylü bir kumaş kullanılmıştır. Ana kumaşa iki farklı miktarda florokarbon ve yapıştırıcı (binder) kullanılarak su iticilik işlemi uygulanmıştır. Laminasyon sırasında ise pamuklu süprem kumaşın bir veya iki yüzü termoplastik poliüretan tipindeki membran ile lamine edilmiştir. Elde edilen numunelere yıkama öncesi ve 10 yıkama sonrası sprej testi ve Bundesman yağmurlama testi uygulanmıştır.

Test sonuçlarına göre, su iticilik işlemi görmüş numuneler yıkama öncesi beklentileri karşılamıştır. Yıkama sonrasında ise daha fazla florokarbon ile muamele edilen numuneler daha iyi sonuçlar vermiştir. Yağmurlama testi sonucunda, su iticilik bitim işlemi görmüş numuneler birbirleri ile benzer sonuçlar vermiştir. Yıkama sonrası tüylendirilmiş olan yüzde keçeleşmeler olduğundan, kumaş içerisinden geçen su miktarı azalmıştır. Lamine numunelerde su iticilik ve su geçirmezlik değerleri laminasyonsuz numunelere göre daha yüksek elde edilmiştir. Yağmurlama testi sonucuna göre lamine numuneler benzer sonuçlar vermiştir. Deney sonuçlarından yola çıkılarak araştırmacılar spor giysi ürününün tasarımı yapmıştır.

Brzezinski, Malinowska ve Nowak (2005) yazlık ve kışlık spor giysi olarak kullanılmak üzere dış, orta ve astar tabakasını farklı tipte kumaş ve malzemelerin oluşturduğu dört tip kumaş kombinasyonunun çeşitli özelliklerini test etmiştir. Elde

edilen çok katlı kumaş sisteminin ve komponentlerinin su geçirmezlik, su buharı geçirgenliği, ısı direnci, su buharı direnci ve hava geçirgenliği gibi özellikleri test edilmiştir.

Çalışmada orta katman olarak kaplanmış veya lamine edilmiş PET kumaşlar kullanılmıştır. Kaplanmış numunede dokuma; hidrofilik ve mikrogözenekli membran ile lamine numunelerde ise örme zemin kumaş kullanılmıştır. Orta katman gramajları 108-150 g/m<sup>2</sup> iken, kalınlıkları 0,31-0,35 mm'dir. Su geçirmezlik değeri kaplanmış numune için 223 cm, mikrogözenekli membran ile lamine numune için 240 cm, hidrofilik membran ile lamine numune için ise 100 cm su sütunu olarak tespit edilmiştir. Orta katman kumaşları hava geçişine izin vermemiştir. Numunelerin NJ C/2/95-11MW standardına göre su buharı geçirgenlikleri 1585-1851 g/m<sup>2</sup>/24h'dir.

Araştırmacılar sonuç olarak; hidrofobik mikrogözenekli PU ile kaplanmış veya lamine edilmiş numunelerin bulunduğu giysi sistemlerinin iyi derecede su geçirmezlik ve çok iyi su buharı geçirgenliği sergilediğini belirtmiştir. Hidrofilik membran ile lamine edilmiş numune içeren sistemler de yüksek su geçirmezlik ve su buharı geçirmezliği sağlamıştır. Hidrofilik membran içeren sistemler diğerlerine göre daha yüksek ısı direnci vermiştir. Ancak araştırmacılar sistemin ısı direncini esas olarak yalıtım katmanının belirlediğini tespit etmiştir.

Huang ve Chen (2011) hava sıcaklığı, bağıl nem ve rüzgar hızının dört farklı tipteki kumaşın su buharı difüzyon direncine etkisini incelemiştir. Çalışmada farklı tip kumaşları temsil etmek üzere; hava geçirgenliğine sahip pamuklu dokuma kumaş, mikrogözenekli PTFE membran ile lamine edilmiş PA triko kumaş, hidrofilik PU ile lamine edilmiş PET kumaş ve hibrid PTFE membran ile lamine edilmiş PET kumaş kullanılmıştır. Ayrıca çalışma kapsamında, farklı koşullardaki su buharı difüzyon direncini ölçmek için özel bir test aparatı da kullanılmıştır. Çalışmanın sonuçları incelendiğinde; difüzyon direnci değerlerinin sıcaklık ile az miktarda değiştiği görülmüştür. Sıcaklık yüksek iken; kumaş içerisindeki su buharı akışı artsa da, kumaş içerisindeki su buharı konsantrasyonu gradienti de yüksek sıcaklıklarda arttığından, bunların oranı olan direnç değeri çok fazla değişmemiştir. PTFE lamine

edilmiş PA örme kumaş ve pamuklu dokuma kumaş numunelerinin su buharı difüzyon direnci, giriş bağıl nemi yükseldikçe dereceli olarak artış göstermiştir. Buna karşın, PU lamine edilmiş PET kumaş ve hibrit PTFE lamine edilmiş PET kumaş numunelerinin su buharı difüzyon direnci, giren bağıl nem arttığında azalma göstermiştir. Çünkü bu kumaşlarda; hidrofilik membran bulunduğundan, su buharı bir absorpsiyon, iletim ve desorpsiyon dizisinden geçer. Daha yüksek bağıl nem seviyelerinde, hidrofilik membran daha fazla absorbe edilmiş su içerir ve su buharı difüzyonuna karşı daha düşük direnç gösterir. Numunelerde; rüzgar hızı daha yüksek olduğu durumda, daha yüksek su buharı iletim hızı ve daha düşük su buharı difüzyon direnci oluşmuştur.

Zimniewska ve ark. (2010) üç tip spor giysi giyinen gönüllülerin enerji sarfiyatını incelemiştir. Çalışmada kullanılan giysiler kullanılan hammaddeye göre değişiklik göstermiştir ve şu şekildedir:

1. %100 Tencelden yapılmış
2. Tencel/PET karışımından yapılmış,
3. %100 PET liflerinden yapılmış.

Çalışmanın test grubu, 10 adet gönüllü genç erkekten oluşmuştur. Çalışmalar kondisyonlanmış odada yapılmıştır. Gönüllülerin tamamı; üç tip giysiyi de farklı günlerde giyinerek, teste tabi tutulmuştur. Ayrıca kıyafetsiz olarak da test tekrarlanmıştır. Yarım saatlik ortama alıştırmadan sonra, her bir gönüllü Woodway yürüyüş bandında 10 dk fiziksel egzersiz yapmıştır. Test amacı ile spor giysisinin altındaki cildin sıcaklık ve nemi, solunum ve dolaşım sistemlerinin parametreleri ölçülmüştür. Testler Oxycon Mobil uygulaması kullanılarak kalorimetrik metoda göre yapılmıştır.

Spor giysi giyinen gönüllülerin fiziksel iş sırasındaki enerji sarfiyatı ve dinlenme süresi, en düşük olarak Tencel/PET karışımı giysiden elde edilmiştir ve en yüksek enerji sarfiyatı %100 PET giysi için kaydedilmiştir. Çalışmanın sonuçlarının istatistiksel analizi, tip I giysi (Tencel/PET), tip II giysi (%100 Tencel) ve tip III

(%100 PET) arasında istatistiksel olarak anlamlı farklar olduğunu göstermiştir. Test edilen giysi altındaki mikroklimanın; cilt nemi ve sıcaklığı gibi parametreleri giyilen spor giysi tipinden bağımsız olarak benzer şekilde değişmiştir. Fiziksel efor gönüllülerin cilt sıcaklık ve nemini anlamlı bir şekilde etkileyen önemli bir uyarıcıdır. Giysi tipi cilt nemi üzerinde görünür etkiye sahiptir. Çalışma süresince, Tencel/PET’den yapılmış giysi; gönüllünün enerji sarfiyatı, dinlenme süresi, dayanıklılık ve etkililiği üzerine en uygun etkiye sahip olmuştur.

Aşağıdaki bölümde kaplama ve laminasyon işlemlerinin kullanıldığı bazı çalışmalara yer verilmiştir.

Bulut ve Sülar (2011) iki tip pamuklu kumaş kullanarak; kaplama tekniği, kaplama polimeri (PU ve PU/Silikon) ve kaplama parametrelerini değiştirdikleri 24 farklı tipte kaplanmış numune üretmiş ve bu numunelerin kopma, yırtılma ve patlama mukavemeti, eğilme ve aşınma direnci, hava geçirgenliği gibi mekanik ve fiziksel özelliklerini test etmiştir. Test sonuçlarına göre kaplama işlemi numunelerin gramajlarını artırırken, kaplama tekniği ve parametrelerine bağlı olarak numune kalınlığı azalmıştır. Kaplama maddesi ve zemin kumaş tipine bağlı olarak, kaplanmış numunelerin kopma mukavemetinde artış saptanmıştır. Benzer şekilde kaplama işleminin, numunelerin patlama direncine de olumlu etkisi araştırmacılar tarafından tespit edilmiştir. Ayrıca kaplama işlemi numunelerin aşınma direncini de geliştirmiştir. Bunun tersine, kaplanmış numunelerin trapezoid yırtılma testi sonuçlarında zemin kumaşa göre azalmalar meydana gelmiştir. Araştırmacılar kaplama işleminin numunelerin eğilme direncini artırdığını tespit etmiştir.

Shabaridharan ve Biswas (2011) üç katmanlı iki farklı kumaş topluluğunun su buharı ve ısı iletkenliğini belirlemiştir. Bu tür üç katmanlı kumaş toplulukları özellikle soğuk hava koşullarında kullanılmaktadır. Deney malzemesi olarak kullanılan kumaş setlerinin iç katmanında ipek veya poliester dokuma kumaş kullanılmıştır. Orta katmanda, gramajı 200 ile 400 g/m<sup>2</sup> arasında değişen akrilik ve poliester taraklanmış tülbentler veya yünlü dokuma, yünlü örme, yünlü keçe, yünlü tek tarafı tüylü kumaş ve yünlü çift tarafı tüylü kumaş kullanılmıştır. Dış katmanda

ise PTFE veya PA kaplanmış dokuma kumaşlardan birisi kullanılmıştır. Orta katmanda dokusuz yüzey içeren numuneler birinci tip, yünlü kumaşlardan birisini içeren numuneler ise ikinci tip olarak isimlendirilmiştir. Elde edilen numunelerin göreceli su buharı geçirgenlikleri ve ısı dirençleri Permetest test cihazı kullanılarak belirlenmiştir. Isıl direnç sonuçlarına göre her iki tipte de iç katman olarak ipek lifi içeren numunelerin daha yüksek ısı direnç gösterdiği belirlenmiştir. İlk tipte orta katman olarak akrilik tülbent içeren numunelerin ısı direnci, PET dokusuz yüzey içerenlerden az miktarda daha yüksek çıkmıştır ve bu akrilik liflerin daha düşük yoğunluğa ve birim alanda daha fazla sayıda lif içermesine bağlanmıştır. İlk sette lif tipinden bağımsız olarak dokusuz yüzeyin gramajı arttıkça, ısı direncin arttığı belirlenmiştir. İkinci tip numunelerde örme, dokuma ve keçe içeren numunelerin ısı direncinin daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Dış katmandaki kaplanmış kumaş tipinin ise numunelerin ısı direncine anlamlı bir etkisi bulunmamıştır. Su buharı geçirgenliği sonuçlarına göre; iç katman olarak PET dokuma kumaş kullanılan numunelerin sonuçlarının bir miktar daha yüksek olduğu görülmüştür. Dış katmanı PA ile kaplanmış olan numunelerin su buharı geçirgenliğinin, PTFE içeren numunelerden daha yüksek olduğu gözlenmiştir. Bu durum PA kaplanmış numunenin absorpsiyon-desorpsiyon yeteneğinin daha fazla olmasına bağlanmıştır. İlk tipte orta katmanı PET tülbent içeren numunelerin su buharı geçirgenliğinin PAC tülbent içeren numunelerden az miktarda daha fazla olduğu tespit edilmiştir. İkinci tip numunelerde orta katmana bağlı olarak su buharı geçirgenliği sonuçları arasında anlamlı farklar elde edilmemişken, tüylü kumaşların bulunduğu numunelerin su buharı geçirgenliği az miktarda daha yüksek bulunmuştur.

Padleckiene ve ark. (2009), su geçirmez nefes alabilir özelliğe sahip kaplanmış PA kumaş ve üç katlı lamine PET kumaşın, nefes alabilirliği ve su penetrasyonuna karşı direncinin tekrar eden mekanik işlemlere bağlı olarak değişimini incelemiştir. Deney malzemesi olarak kullanılan PA kumaş mikrogözenekli poliüretan ile kaplanmıştır ve  $262 \text{ g/m}^2$  ağırlığındadır. Lamine kumaş ise üç katmandan oluşmaktadır: zemin kumaşı % 100 PET dokuma kumaş, laminasyon filmi hidrofilik poliüretan ve astar kumaşı % 100 PET örme kumaştır. Lamine kumaş ağırlığı  $86 \text{ g/m}^2$  dir. Tekrar eden mekanik işlem olarak numunelere bir çekme cihazında % 15,

% 20 ve % 25 uzama oranlarında 100, 180 ve 260 tur germe döngüsü işlemi yapılmıştır. Germe işlemlerinden önce ve sonra numunelerin hidrostatik test ölçüm cihazı kullanılarak su geçirmezlikleri tespit edilmiştir. Kumaş yüzeyine ilk damla çıktığındaki su sütunu değeri kaydedilmiştir. % 25 uzama oranında, germe öncesi ve 260 tur germe sonrasında ise numunelerin terleyen sıcak levha kullanılarak su buharı geçirgenlikleri tespit edilmiştir.

Mekanik işlemlerden önce numuneler için tespit edilen su buharı geçirgenliği değerleri kullanım için uygun bulunmuştur. 260 adet % 25 uzama oranında yapılan germe işleminden sonra ise her iki tip numune için de su buharı geçirgenliği artmıştır. Bu durum numunelerin nefes alabilirliği açısından olumlu bulunurken, numune yapısının zarar görmesine işaret ettiğinden dolayı olumsuz olarak değerlendirilmiştir. Su buharı geçirgenliğindeki değişim her iki tip numune için de benzer olarak değerlendirilmiştir. Mekanik işlem öncesi su penetrasyonuna karşı direnç; lamine numune için 1500 cm olarak bulunmuşken, kaplanmış numune için 1386 cm olarak tespit edilmiştir. Tur sayıları sabit tutulduğunda germe turlarındaki uzama oranları artırıldığında her iki tipin de su geçirmezliği düşüş göstermiştir. Numuneler birbirine benzer düşüş eğilimi göstermiştir, ancak germeye karşı yapısı daha az stabil olan kaplanmış kumaştaki düşüş daha fazla olmuştur. Mekanik işlem tur sayılarının etkisi incelendiğinde, su penetrasyonuna karşı en düşük direnç değeri kaplanmış numunede % 25 uzama oranı ve 260 turda elde edilmiştir.

Padleckiene ve Petruolis (2008) tekrar eden germe döngülerinin nefes alabilir-kaplanmış kumaşın hava geçirgenliği ve yapısına etkini incelemiştir. Test kumaşı olarak mikrogözenekli PU ile kaplanmış 194 g/m<sup>2</sup> ağırlığındaki Co/PET (23/77) kompozisyonundaki dokuma kumaş kullanılmıştır. Numunelerin germe işlemlerine maruz bırakılması için çekme test cihazı kullanılmıştır. Çözücü yönünde numunelere % 15, % 20 ve % 25 oranında uzama oranı uygulanırken, atkı yönünde numunelere % 5, % 10 ve % 15 oranlarında germe işlemleri uygulanmıştır. Numunelere 50 ile 420 tur arasında germe işlemi uygulanmıştır ve numunelerin mekanik işlem öncesi ve sonrasında tam relakse durumunda iken hava geçirgenlikleri tespit edilmiştir. Ayrıca kumaş yapısında meydana gelen değişimleri incelemek üzere; mekanik işlem



öncesi ve sonrasında mikroskop ve bir yazılım kullanılarak numunelerin atkı ve çözgü ipliklerinin örtme faktörü hesaplanmıştır. Test sonuçları incelendiğinde, mekanik işlem öncesinde numunenin hava geçirgenliğinin olmadığı araştırmacılar tarafından tespit edilmiştir. Test sırasındaki uzama oranı arttığında numunelerin hava geçirgenliğinin arttığı tespit edilmiştir. Buna neden olarak kumaşın makro ve mikro gözeneklerinin değişmesi gösterilmiştir. Benzer şekilde germe işlemi sayısı arttığında da numune hava geçirgenliklerinin arttığı tespit edilmiştir. Numunenin germe işlemleri öncesi örtme faktörü % 88,4 olarak hesaplanmıştır. Germe işlemlerinden sonra ise örtme faktörü çok az miktarda değişmiş, minimum ve maksimum örtme faktörü arasındaki fark % 1,6 olarak bulunmuştur. Germe işlemleri ile kumaş yapısı arasında istatistiksel bir bağ bulunamamıştır.

Masteikaite ve Saceviciene (2005) farklı yapılarıdaki kaplanmış veya lamine edilmiş numunelerin yapısal özelliklerinin; numunelerin kopma mukavemeti, uzama, germe sırasındaki çekme enerjisi ve kopma tipine etkisini incelemiştir. Numunelerin anizotropik yapısını daha iyi gözlemleyebilmek için numuneler; atkı (veya sıra), çözgü (veya çubuk), 22,5, 45 ve 67,5 ° lik açılarda test edilmiştir. Deney malzemesi olarak; kaplanmış veya lamine edilmiş, dokuma veya örme zemin kumaşına sahip yedi farklı yapıdaki kumaş kullanılmıştır. Kumaş gramajları 137-320 g/m<sup>2</sup> arasında değişirken, zemin kumaş hammaddesi PET, Co, PAN veya karışımından oluşmaktadır. Numunelerin kopma testi sonuçları incelendiğinde; farklı kumaş tiplerinin birbirinden oldukça farklı kopma mukavemeti değerlerine sahip olduğu tespit edilmiştir (15-145 N/cm). Zemin kumaşı dokuma olan numunelerde maksimum değer 0 ve 45 °de elde edilirken, zemin kumaşı örme olan kumaşlarda sıra yönünde elde edilmiştir. Kopma anındaki uzama değerleri ise dokuma zeminli kumaşlar için en yüksek 45 °de elde edilmişken, örme zeminli kumaşlarda sıra yönünde elde edilmiştir. Numunelerin kopma tipleri ise numune yapısına göre değişmiştir ve üç farklı şekilde gerçekleşmiştir: numune maksimum gerilime ulaştığında tüm katmanlar aynı anda aniden kopar, numune maksimum gerilime uğradıktan sonra kumaşın bozulması bir süre devam eder, gerilme esnasında numunenin katmanları arasında delaminasyon oluşur.

Padleckiene ve Petrulis (2009) farklı uzunluklardaki aşınma işlemlerinin, nefes alabilir-kaplanmış kumaşların hava geçirgenliğine ve ağırlık kaybına etkisi araştırmıştır ve uygun modeller kullanarak aşınma prosesi üzerine çalışmıştır. Çalışmada üç farklı kumaş kullanılmıştır. Bunlardan ikisi nefes alabilir PU ile kaplanmış PET/Co ve PA kumaşlardır. Üçüncü tip kumaşın ise en dış tabakası PET dokunmuş kumaştır, bunun altında PU membran ve örme PET astar bulunmaktadır. Ancak kullanılan kumaşların gramaj, sıklık gibi yapısal parametreleri birbirine yakın değildir. Kumaşlar Martindale aşınma ve boncuklanma test cihazında öncelikle aşındırılmıştır. Her bir kumaşın dış yüzünün dış yüzeyi için üç farklı aşındırma oranı (50000, 60000 ve 70000 tur) uygulanmıştır. Üç farklı aşındırma oranı ise (1500, 2500 ve 3000 tur) PU kaplı PET/Co ve PA numunelerinin ters yüzüne (arka yüzüne) uygulanmıştır. Örme astara sahip numunede ise 20000, 25000 ve 70000 tur sayıları arka yüz için seçilmiştir. Aşındırma zararı, kaplanmış kumaşların hava geçirgenliği ve ağırlığındaki değişim esas alınarak belirlenmiştir.

Araştırmacılar PET/Co kumaşın kaplanmış yüzünün düzgünsüzlüğünün, aşınma sonucunda azaldığını belirtmiştir. PA kumaşta ise kaplanmış yüzün parlaklığı artmıştır. Numunelerin gördüğü bu aşınma zararı, hava geçirgenliğindeki dalgalanmalara neden olmuştur. Mikrogözenekli kaplamanın doğrudan aşındırılması, dış yüzün aşındırılmasından çok daha fazla etkiye sahip olmuştur. Üç katlı lamine numunenin hava geçirgenliği üzerinde ise aşınmanın daha düşük etkisi olduğu araştırmacılar tarafından saptanmıştır. Bu numunede; örme astar, nefes alabilir PU membranı ters yüzün aşınma zararına karşı korumuştur. Aşınma sonucu oluşan ağırlık kayıpları incelendiğinde; yüzey düzgünsüzlüğü uzaklaştırıldıktan sonra, daha şiddetli aşınma zararı gözlenmiştir. Dış liflerin olduğu gibi kaplamanın da büyük bir kısmı yüzeyden aşınmıştır. Bu, numunelerin test sonundaki ağırlıklarının daha az olduğunu gösterir. PU kaplaması geleneksel tekstil katmanına göre aşınmaya karşı daha hassas bulunmuştur. Buna karşın nefes alabilen PU membrana sahip lamine numune, her bir yüzün aşınmasından sonra göreceli olarak daha düşük ağırlık kaybı sergilemiştir. Test edilen malzemelerin hava geçirgenliği ve göreceli ağırlık kaybı, aşınma tur sayısının artışı ile nonlineer bir artış eğilimindedir.

Kos, Schwarz ve Suton (2014) kaplanmış kumaşların bazı fiziksel-mekanik özellikleri üzerine, çözgü sıklığının etkisini incelemiştir. Çalışmada atkı sıklığı 11 tel/cm, çözgü sıklığı ise 16, 18, 20, 22 ve 24 tel/cm olan beş farklı pamuklu kumaş dokunmuştur. Kumaşlara haşıl sökme işlemi uygulandıktan sonra, kumaş ile polimer arasındaki adhezyonu artırmak amacı ile şardonlama işlemi uygulanmıştır. Bundan sonra kumaşlara; deri imitasyonu olarak döşemelik alanında kullanılmak üzere, aromatik poliester tipi bir kaplama polimeri indirekt transfer kaplama yöntemine applike edilmiştir. Numunelerin; Texttechno Statimat M çekme test cihazı kullanılarak ISO 13934-1 standardına göre kopma mukavemeti ve kopma uzaması, HRNF.S2.022 standardına göre bilyeli patlama direnci, SDL Atlas hava geçirgenliği test cihazı ile EN ISO 9237 standardına göre hava geçirgenliği ve Martindale aşınma test cihazı kullanılarak ISO 12947-3'e göre 10000, 25000, 50000, 75000 ve 100000 turlarındaki ağırlık kayıpları belirlenmiştir.

Sonuçlar incelendiğinde; çözgü sıklığının artması ile kaplanmış ve kaplanmamış numunelerin kopma mukavemetinin arttığı görülmüştür. Bu artış ham kumaşlarda, kaplanmış kumaşlara göre daha fazla bulunmuştur. Ancak kaplama etkisiyle kaplanmış kumaşların kopma mukavemeti daha yüksek elde edilmiştir. Benzer şekilde araştırmacılar kaplanmış ve kaplanmamış kumaşlarda, çözgü sıklığının artması ile kopma uzamasının da arttığını saptamıştır. Kumaşların patlama direncinin; çözgü sıklığının artması ile, kaplanmamış kumaşlarda daha fazla olmak üzere, tüm numunelerde arttığı görülmektedir. Sadece kaplama işlemi dahi tüm çözgü sıklıklarında, kumaşların patlama direncini % 30,6 civarında artırmıştır. Benzer sonuçlar; patlama testi sırasında elde edilen uzamalarda da tespit edilmiştir. Kaplanmış ve kaplanmamış kumaşların hava geçirgenliği, artan çözgü sıklığı ile düşmüştür. Bu düşüş kaplanmamış kumaşlar için daha belirgindir. Çözgü sıklığından bağımsız olarak kaplanmış kumaşların hava geçirgenliği % 85 oranında azalmıştır. Aşınma dirençleri incelendiğinde, genel olarak çözgü sıklığının artması ile ağırlık kayıplarının arttığı belirlenmiştir. Kaplanmamış kumaşlarda en fazla ağırlık kaybı 10000-25000 tur aralığında ortalama % 65 oranında gerçekleşmiştir. Kaplanmış kumaşlarda ise aşınma testi sonucunda ağırlık kaybı meydana gelmemiş, araştırmacılar belirli miktarlarda ağırlık artışı tespit etmiştir.

Jeong ve An (2001) su geçirmez-nefes alabilir özellik sağlayan farklı bitim işlemlerinin, kumaşların konfor ile ilgili iletim özellikleri üzerine etkisini incelemiştir. Çalışmada zemin kumaş olarak PA kumaşlar kullanılmıştır. Deney numuneleri olarak kaplanmış ve lamine edilmiş kumaşlar üretilmiştir. Kaplama işlemlerinde kumaşlar; bıçak şekli değiştirilerek, kuru ve yaş koagülasyon tekniklerine göre PU ile doğrudan kaplanmışlardır. Bıçak şekli havada rakle ve silindir üzerinde rakle olarak çeşitlendirilmiştir. Kuru koagülasyon havada rakle yönteminde optimum su buharı iletim özelliklerini elde etmek amacı ile, diizosiyanat ile birlikte hidrofilik ve hidrofobik poliöl karışımı kullanılmıştır. Kumaşların lamine edilmesinde ise PTFE bir membran kullanılmış ve iki ve üç katlı lamine kumaşlar elde edilmiştir. Üç katlı lamine kumaşın elde edilmesinde üçüncü bir katman olarak örme bir astar kumaş kullanılmıştır. Kumaşların gördüğü bitim işlemi sonucu kazandığı ağırlığın tespit edilmesi amacı ile işlemden önce ve sonra gramajı belirlenmiştir. Kumaşların kalınlığı ölçülmüş, yüzey özellikleri taramalı elektron mikroskobu kullanılarak incelenmiştir. Bunlara ek olarak kumaşların iletim özelliklerini belirlemek amacı ile su buharı geçirgenlikleri, su geçirmezlikleri (hidrostatik yöntem), temas açısı ve hava geçirgenliği belirlenmiştir.

Sonuçlar incelendiğinde kaplamadan ve laminasyon işleminden sonra tüm kumaşlarda ağırlık artışı meydana geldiği görülmüş, ancak kaplama işleminin kumaş kalınlıklarını azalttığı tespit edilmiştir. Kaplanmış kumaşlardan kuru koagülasyon havada rakle yöntemine göre üretilen kumaşın dışındaki numunelerde gözenekli yapı gözlenmiştir. Ancak gözenek büyüklüğü uygulanan yöntemine göre değişmiştir. Kaplanmış kumaşların su buharı geçirgenlikleri kaplama yöntemi ve kaplama maddesi miktarına bağlı olarak değişiklik göstermiştir. Yaş koagülasyon havada rakle ve kuru koagülasyon silindir üzerinde rakle yöntemlerine göre elde edilmiş numunelerden daha iyi sonuçlar elde edilmiştir. Lamine kumaşlarda üniform su buharı geçirgenlik değerleri elde edilmiştir. Kaplanmış kumaşların su direnci, kaplama maddesinin artışı ile artış göstermiştir. Özellikle kuru koagülasyon havada rakle daha iyi sonuçlar vermiştir, ancak nem iletimi konfor için yeterli bulunmamıştır. Lamine kumaşlar aktif spor giysiler için gerekli değeri aşmıştır. Ayrıca temas açısı ölçümlerinin sonucunda tüm kumaşların temas açılarının 90 °'yi

aştığı saptanmıştır. Hava geçirgenlik sonuçları da su buharı geçirgenlik sonuçlarına benzer çıkmıştır. Yaş koagülasyon havada rakle tipi büyük ve düzensiz gözenek yapısından ve daha az polimer madde aldığından, daha yüksek hava akısına sahip olmuştur. Kuru kaplama havada rakle tipi kumaş, oldukça düşük hava geçirgenliği vermiştir. Yaş koagülasyon silindir üzerinde rakle ve lamine kumaşlar yaklaşık aynı seviyede hava geçirgenliğine sahip bulunmuştur.

Lee ve Cho (2014) askeri giysilerin geliştirilmesinde kullanılmak üzere; kaplanmış kumaşların nefes alabilirlik, su geçirmezlik ve sürtünme sesi özelliğine, kürleme sıcaklığı ve poliüretan kaplama polimeri konsantrasyonunun etkisini incelemiştir. Deney malzemesi olarak PET ve rayon lifi içeren zemin kumaş ve bunun farklı konsantrasyon ve kürleme sıcaklıklarında kaplanmış dokuz adet numunesi kullanılmıştır. Numunelerin kaplama işlemleri, laboratuvar tipi bir kaplama cihazında tek kat halinde yapılmıştır. Polimer konsantrasyonu-sıcaklık eşlemeleri (%60/145°C, %65/140°C, %65/150°C, %70/135°C, %70/145°C, %70/155°C, %75/140°C, %75/150°C, %80/145°C) şeklindedir. Elde edilen numunelerin hidrostatik basınç testine göre su geçirmezlikleri, gravimetrik kap metoduna göre su buharı geçirgenlikleri, sürtünme testleri ve kopma mukavemeti-uzama testleri gerçekleştirilmiştir.

Su geçirmezlik sonuçlarına göre; kaplanmış numuneler, zemin kumaşa kıyasla çok daha yüksek değerler vermiştir (ort. 456 cm su sütunu). Genel olarak poliüretan konsantrasyonu azaldıkça ve kürleme sıcaklığı arttıkça (özellikle 140 °C üzerinde) su geçirmezlik değerleri azalmıştır. Numunelerin su buharı geçirgenlik değerleri ise genel olarak kürleme sıcaklığının ve PU konsantrasyonunun artması ile düşüş göstermiştir. Sürtünme sesi sonuçlarına göre, kaplanmış numunelerin kaplanmamış kumaşa göre çıkardığı ses seviyesi ortalama % 11 kadar artmıştır. Genel olarak PU konsantrasyonu ve kürleme sıcaklığı arttığında sürtünme ses seviyesi artmıştır. Numunelerin sürtünme sesi seviyesi ile tokluk ve kopma mukavemetleri arasında bir ilişki tespit edilmiştir.

Matkovic ve Skenderi (2013) farklı özellikteki yedi örme kumaşı, üç farklı özellikteki poliüretan ile kaplayıp bu kumaşlara ait mukavemet ve uzama özelliklerini istatistiksel olarak analiz etmiştir. Seçilen farklı yapılarıdaki örme kumaşların bir kısmı PET bir kısmı ise PA hammaddeden üretilmiştir ve ağırlıkları  $47 \text{ g/m}^2$  ile  $184 \text{ g/m}^2$  arasında değişmektedir. Örme zemin kumaşlar; hidrofilik poliester, poliester ve polieter-poliester kopolimeri esaslı üç farklı kaplama polimeri ile transfer kaplama yöntemine göre sistematik olarak kaplanmıştır. Numunelerin kaplanmadan önce ve kaplandıktan sonra kopma mukavemetleri ve kopma anındaki uzamaları sıra ve çubuk yönlerinde ayrı ayrı belirlenmiştir. Ayrıca kumaşlara çelik bir bilye ile küresel patlama testi de uygulanmıştır.

Sıra ve çubuk yönündeki uzama sonuçları incelendiğinde; farklı kaplama polimerlerinin kullanılmasının her iki kumaş yönünde de istatistiksel olarak önemli bir fark yaratmadığı tespit edilmiştir. Bununla birlikte zemin kumaş uzaması ile kaplanmış kumaş uzamalarının arasında, çubuk yönünde, istatistiksel olarak önemli bir ilişki bulunmuştur. Bu durum sıra yönünde elde edilememiştir. Kaplanmış numunelerin sıra yönündeki uzamaları, çubuk yönünden farklı olarak; zemin kumaşa göre ortalama % 102 oranında fazla çıkmıştır. Bunlara ek olarak özellikle ince kumaşlarda; kumaş inceliğinin kaplama inceliğine oranının da uzama üzerinde etkili olduğu ileri sürülmüştür. Bilyeli patlama deneyinin sonuçlarına göre, numunenin patlama sırasında gösterdiği uzamalara kaplama tipinin istatistiksel olarak bir etkisi tespit edilememiştir. Patlama deneyinde elde edilen uzama değerlerinin kaplanmış numunelerde zemin kumaşa göre % 8 daha düşük olduğu görülmüştür. Kaplanmış numunelerin sıra ve çubuk yönlerinde kopma mukavemetlerinin, kaplanmamış numunelere göre ortalama % 24-27 arttığı belirlenmiştir. Ancak kaplama polimeri tipine bağlı olarak anlamlı farklar tespit edilmemiştir. Buna karşın, zemin kumaşın kopma mukavemeti kullanılarak kaplanmış kumaşın kopma mukavemetinin elde edilebileceği önemli bağlantılar bulunmuştur. Bilyeli patlama sonucuna göre kaplanmış numunelerin kopma mukavemetleri zemin kumaşa göre % 13 oranında daha yüksek elde edilmiştir. Ancak kaplama polimeri tipine göre bir fark elde edilememiştir.

Armağan, Kayaoğlu, Canbaz Karakaş ve Güner (2014) plazma ön işleminin lamine PP dokusuz yüzey kumaşlarının yapışma mukavemetine etkisini incelemiştir. Çalışmada oksijen plazması kullanılmıştır, yapıştırıcı olarak ise akrilik ve poliüretan olmak üzere iki farklı yapıştırıcı kullanılmıştır. Laminasyon işleminde, plazma ön işlemi görmüş yüzlerinden kumaşlara yapıştırıcı applike edilmiş ve ardından işlem görmemiş kumaş bu kumaşa sabit basınç altında yapıştırılmıştır. Bunu kurutma ve kütleme işlemi takip etmiştir.

Elde edilen numunelere yıkama işlemleri yapılmış, yapışma mukavemetlerinin yanı sıra plazma sonrası ıslanma özelliklerinin değişimi de incelenmiştir (dikey ıslanma testi). İşlem görmüş kumaşları test etmek üzere SEM görüntüleri alınmış, atomik güç mikroskopisi (AFM) kullanılmış ve X ışını fotoelektron spektroskopisi (XPS) yapılmıştır. AFM ve SEM sonuçlarına göre oksijen plazması ile işlem görmüş PP liflerinin yüzey pürüzlülüğü artmıştır ve bunun lamine kumaş ile yapıştırıcı arasındaki etkileşimi dolayısıyla yapışmayı artıracakı düşünülmüştür. XPS ve dikey ıslanma testleri birbirini desteklemiştir ve oksijen plazmasının ıslanabilirliği artırdığı sonucuna varılmıştır. Ayrıca plazma işlemi sonrasında yüzeydeki fonksiyonel gruplar artmış ve yapışma gelişmiştir.

Yapışma mukavemeti testi sonucuna göre plazma gücünün ve işlem süresinin artması, PU yapıştırıcı kullanılan numuneler için yapışma mukavemetini artırmıştır. Plazma işlemi görmüş bu numuneler, görmemiş numunelere göre daha yüksek sonuçlar sergilemiştir. Yıkama sonrasında işlem görmemiş numunelerdeki yapışma mukavemeti azalmaları, işlem görmüş olanlara göre daha yüksektir. Akrilik yapıştırıcı kullanılan numunelerde de, yıkama öncesi yapışma mukavemeti değerleri, plazma işleminin yapıldığı durumda artış göstermiştir. Ancak dört adet yıkamaya kadar, akrilik yapıştırıcı kullanılan plazma işlemlili ve işlemsiz numuneler delamine olmuştur.

Pane, Tedesco ve Greger (2001) açık havada kullanılmak üzere poliakrilik kumaşlara farklı plazma işlemleri uygulamış ve elde edilen numuneleri geleneksel bitim işlemleri görmüş olanlarla karşılaştırmıştır. Çalışmada poliakrilik kumaşlara

plazma işlemleri kullanılarak temizleme yapılmış ve bunun ardından plazma ile kaplama ve aşılama yöntemleri ile su geçirmezlik işlemleri uygulanmıştır. Temizleme işlemini yapmak üzere oksijen gazı kullanırken su geçirmezlik özelliğini kazandırmak için argon, hidrokarbon ve florokarbon gazları kullanılmıştır. Plazmanın sağladığı özellikleri karşılaştırmak üzere geleneksel yollarla yıkanmış ve kaplanmış su geçirmez kumaşlar kullanılmıştır. Plazma yolu ile temizleme ve su geçirmez kaplama yöntemlerinin geleneksel yöntemlerin yerini alıp alamayacağı incelenmiştir. Elde edilen numunelerin özelliklerini incelemek üzere temas açısı ölçümü, su geçirmezliği, UV ve nem dayanımı ölçümleri ve mekanik testler (çekme testi ve aşınma dayanımı) yapılmıştır.

Elde edilen sonuçlara göre; plazma ile temizlemenin kaplama polimeri ile adhezyonu geliştirmek için yeterli olduğu ve iyi bir su geçirmezlik derecesinin elde edildiği araştırmacılar tarafından tespit edilmiştir. Böylece enerji tüketimi ve ekolojik bakımdan daha avantajlı olan plazma ile temizlemenin geleneksel yıkama yönteminin yerini alabileceği belirtilmiştir. Numunelerin temas açısı ve su geçirmezlik ölçüm sonuçlarına göre plazma ile elde edilenlerin geleneksel kaplama yöntemi ile elde edilen numunelere göre aynı ve bazen daha iyi sonuçlar verdiği tespit edilmiştir. Kumaşlar plazma ile işlem gördükten sonra mekanik özelliklerinin neredeyse aynı kaldığı, geleneksel yolla elde edilen kaplanmış kumaşların ise çözümlü yönündeki kopma uzamasında düşüş meydana geldiği tespit edilmiştir. Aşınma dayanımı açısından ise; plazma ile elde edilen kumaşların; testten sonra yapılan su geçirmezlik testi sonuçlarının, geleneksel yolla kaplanmış kumaş ile aynı olduğu belirlenmiştir. Plazma ile işlem görmüş kumaşlara, hava koşullarına karşı testler uygulandığında ise aşılama metodu kullanılarak elde edilen numunelerin testten sonra en iyi su geçirmezlik değerlerini verdiği, reaktif olmayan malzemeler ile yapılan plazma işlemi için ise bu değerlerde azalma olduğu araştırmacılar tarafından saptanmıştır. Sonuç olarak kumaşların plazma ile temizleme ve su geçirmez kaplama işlemlerinin geleneksel yöntemlerin yerini alabileceği araştırmacılar tarafından belirtilmiştir.



Mondal ve Hu (2007a), üç farklı biçimsel hafızalı poliüretan (SMPU) ile kaplanmış pamuklu kumaşların, su buharı geçirgenliklerini incelenmiştir. SMPU'lar, faz değişim sıcaklıklarının (yumuşak segment kristal erime sıcaklığı) oda sıcaklığı civarında olması için özel olarak sentezlenmiştir. Biçimsel hafızalı poliüretanlar; bifonksiyonel diizosiyanat (4,4'-difenilmetan diizosiyanat, MDI) ve poliöl yani politetrametilen glikol (Mn=2900 g/mol, PTMG 2900) ve/veya polikaprolakton diol (Mn=3000g/mol, PCL 3000) ve polietilenglikol (Mn=3400 g/mol, PEG 3400) ve zincir büyütücü (1,4-bütandiol, 1,4-BDO) kullanılarak iki veya üç aşamalı polimerizasyon prosesine göre üretilmişlerdir. Yıkanmış ve ağartılmış pamuklu kumaş (118 gr/m<sup>2</sup>), silindir üzerinde rakle yöntemine göre kaplanmıştır. Aktarılan madde miktarı (add-on) %30 civarındadır. Kaplanmış ve kaplanmamış kumaşların yüzeyleri, taramalı elektron mikroskopunda incelenmiştir. DSC verileri bir Perkin Elmer DSC 7 cihazı kullanılarak elde edilmiştir. Her bir örnek -50 °C'den 120 °C'ye 10°C/dk hız ile taranmıştır. Kaplanmış ve kaplanmamış kumaşların kütle iletimi; su buharı geçirgenliği (WVP) ölçümleri ile belirlenmiştir. WVP testi ASTM E 96-80 B'ye göre yapılmıştır. Kumaşların çekme özellikleri ASTM standardına göre belirlenmiştir.

SEM görüntülerine göre kaplamadan sonra filamentler arası boşluklar polimer ile dolmuştur ve kumaşın yüzeyinde sürekli bir şekilde gözeneksiz SMPU tabakası oluşmuştur. DSC sonuçlarına göre; SMPU iki yumuşak segment kristal erime sıcaklığına sahiptir. Bunlardan biri oda sıcaklığı diğeri ise insan vücut sıcaklığı aralığı civarındadır ve bu, akıllı nefes alabilir kumaşların üretilmesi için uygun olabilir. SMPU kaplı kumaşın su buharı geçirgenliği SMPU'nun yumuşak segment kristal erime sıcaklığı civarında tetiklenmiştir. Burada yumuşak segmentin zincir hareketliliği faz değişiminden dolayı artmıştır. Kaplanmış kumaşların su buharı geçirgenliği SMPU'nun primer yapısı ile de ilgilidir. Politetrametilen glikol (PTMG, Mn=2900 g/mol) esaslı SMPU'ya polikaprolakton glikol (PCL, Mn=3000 g/mol) eklendiğinde ester gruplarının varlığından kaynaklanan, polimer zincirleri arasındaki artan etkileşimlerden dolayı, su buharı geçirgenliği azalır. Buna zıt olarak SMPU iskeletindeki polietilen glikol (Mn=3400 g/mol) arttığında ise SMPU'nun hidrofilitesi arttığından su buharı geçirgenliği de artar. PTMG 2900 esaslı SMPU ile

kaplanmış kumaşların kopma mukavemeti, PCL 3000 esaslı SMPU ile kaplanmış kumaşa göre daha yüksektir. Bunun nedeni PTMG-PEG polimeri ile filamentler arası kuvvetli etkileşimlerin olmasıdır. Daha yüksek PEG içeriğine sahip (PTMG-PEG15) SMPU ile kaplanmış kumaşların kopma mukavemeti daha düşük PEG içerene göre (PTMG-PEG10) daha yüksektir. Çünkü, bunda polar gruplar artmıştır ve bu filamentler arası adhezyonu artırmıştır.

Hu ve Mondal (2005) segmentli poliüretanların yapısı ve kütle transfer özellikleri üzerine hidrofilik segmentin blok uzunluğunun etkisini incelemiştir. Çalışmada segmentli poliüretanların üretilmesinde monomer olarak üç farklı blok uzunluğuna sahip polietilen glikol (PEG; PEG 200 (200 gr/mol), PEG 2000 (2000 gr/mol), PEG 3400 (3400 gr/mol)), poli (tetra metilen glikol) (PTMG, 2000 gr/mol), 4,4'-metilen bisfenil diizosiyanat (MDI) kullanılmıştır. Bunlara ek olarak zincir uzatıcı olarak 1,4-butandiol ve çözücü olarak N,N-DMF kullanılmıştır. Bu monomerler kullanılarak ağırlıkça % 10 oranında, farklı blok uzunluğuna sahip PEG içeren segmentli poliüretanlar iki basamaklı polimerizasyon tekniğine göre sentezlenmişlerdir. Sentez işleminden sonra seyreltilmiş PU çözeltileri teflon kaplı plakalar üzerine yayılarak, uygulanacak deneylere uygun kalınlıklarda membranlar oluşturulmuştur. Elde edilen membran örneklerine; yapısal özelliklerini incelemek üzere Fourier Transformlu Infrared Spektroskopisi (FTIR), diferansiyel taramalı kalorimetri yöntemi, geniş açılı X-ışını kırınımı yöntemi (WAXD), dinamik mekanik ısıl analiz (DMTA) ve mukavemet testi uygulanmıştır. Kütle transfer özellikleri ise 45-60 mikrometre kalınlıklara sahip membranlara sorpsiyon ve su buharı akışı (WVF- water vapor flux) testleri uygulanarak belirlenmiştir.

FTIR sonuçlarına göre PEG içermeyen PU'da serbest C=O grubu absorban bandı çok zayıf iken, PEG içerenlerde ise bu pik keskinleşmiştir. Özellikle PEG-200 içeren PU'da bant çok keskin hale gelmiştir ve araştırmacılar düşük molekül ağırlığındaki PEG'in plastikleştirici etkisi ile PU'daki H köprülerini koparmış olabileceğini belirtmişlerdir. WAXD sonuçlarına göre PTMG'nin kendisinin iki pik vermesine rağmen, PU'lar geniş bir pik vermişlerdir ve bu da amorf yapıya işaret eder. Ancak bazı PU'larda küçük boyutlu kristaller de bulunduğu diğer testlerde görülmüştür.

DMTA sonucuna göre; yüksek blok uzunluğuna sahip PEG içeren PU'lar, PEG-200 ve PEG içermeyen PU'lara göre daha iyi faz ayırmasına sahiptir. Artan PEG blok uzunluğu yumuşak segmentin camsı geçiş sıcaklığının düşmesine neden olmaktadır. Artan PEG içeriği sorpsiyonu ve WVF değerlerini artırmıştır. PEG'in blok uzunluğunun artması ile polimer esnekliği artmış ve artan hidrofilitik su molekülleri ile polimer zincir segmentlerinin etkileşimlerini artırmıştır.

Jassal, Khungar, Bajaj ve Sinha (2004) pamuklu kumaşlarda nefes alabilir kaplamaların oluşturulmasında, hidrofobik ve hidrofilitik poliüretan dispersiyonlarının (PUD) ve bunların kombinasyonlarının etkisini araştırmıştır. Deneyle sırasında materyal olarak yıkanmış ve ağartılmış 120 gr/m<sup>2</sup> ağırlığa sahip pamuklu dokuma kumaşlar kullanılmıştır. Kaplama malzemesi olarak çeşitli şekillerde modifiye edilmiş hidrofobik ve hidrofilitik poliüretan dispersiyonları kullanılmıştır. Çalışmada % 100 hidrofobik PUD, % 100 hidrofilitik PUD ve bunların sırası ile 1:1,5; 1:3 ve 3:1 oranlarındaki karışımları ile tek kat, iki kat veya üst üste üç kat olan kaplamaları üretilmiştir. Ayrıca çalışmada kaplamanın adhezyonunu sağlamak üzere polimerik bir binder de kaplama reçetesine eklenmiştir. Kaplamalar Ernst-Benz marka bir cihaz ile yapılmıştır. Kaplanmış numuneler önce kurutulmuş ardından da kürlenmiştir. Elde edilen kaplanmış kumaşların eklenen madde miktarı, kaplamanın bütünlüğü, kaplamanın düzgünlüğü, hava, su ve su buharı geçirgenlikleri tespit edilmiştir.

Sonuç olarak hidrofobik ve hidrofilitik PUD'ların doğalarından dolayı, nem absorpsiyon davranışlarında farklılıklar tespit edilmiştir. Hidrofobik PUD kaplı numuneler daha yüksek su penetrasyonu direnci, daha düşük su buharı geçirgenliği ve hava geçirgenliğine sahiptir. Kaplamanın bütünlüğü hidrofilitik PUD'larla kaplanmış numuneler için oldukça düşüktür. Yıkama işlemi hidrofilitik PUD'ca zengin olan kaplama formülasyonlarında daha büyük bir ağırlık kaybına neden olmuştur. Kaplama formülasyonuna binder eklendiğinde ise tüm kompozisyonlar için ağırlık kaybında önemli bir düşüş meydana gelmiştir. Su penetrasyonu direnci bindersiz tüm numunelerde düşük çıkmıştır. Hava geçirgenliği ve su buharı geçirgenliği hidrofobik bileşenin oranı arttıkça düşüş göstermiştir. Kaplama sayısı arttıkça ise kumaşların hava ve su buharı geçirgenlikleri düşmüştür.

Sybilska ve Korycki (2010) yarı geçirgen filmler ile lamine edilmiş giysilik kumaşların ısı ve buhar transferinin fiziksel ve matematiksel modelleri üzerine çalışmıştır. Çalışmanın deneysel kısmında materyal olarak farklı hammaddeler, filmler, örgü yapıları, katman sayıları ve tipleri kullanılmıştır. Çalışmada hammadde olarak %100 PET, PET-pamuk karışımı ve PET-viskon karışımı dimi ve bezayağı örgülerdeki kumaşlar kullanılmıştır. Bu hammaddelerin PES, PU veya PTFE filmler ile lamine edilmiş ve bazı tiplerinde arkadan ikinci bir kumaşla lamine edilmiş tipleri test edilmiştir. Test numunelerinin su buharı geçirgenliği ve ısı dirençleri belirlenmiştir.

Sonuç olarak öncelikle; PTFE film içeren laminelerin su buharı taşınımına karşı en az direnci gösterdiği, PU film içeren lamine kumaşın ise en fazla dirence sahip olduğu tespit edilmiştir. Numunelerden iç ve dış kısmı polar kumaştan yapılmış ve en fazla kalınlığa sahip olan numunenin en fazla ısı yalıtım sağladığı belirlenmiştir. Ayrıca, iç yüzü filmle kaplı olan laminelerin en az su buharı direncine sahip olduğu araştırmacılar tarafından belirlenmiştir. Bu nedenle vücut ile temas eden film tabakasının soğuk hissettireceği ifade edilmiştir.

Rochery, Vroman ve Campagne (2006) kaplama yolu ile hidrofobik poliester kumaşlar elde etmek üzere, siloksan-üretan kopolimerleri sentezlemiştir. Kopolimer poli(siloksan-üretan) iki aşamada sentezlenmiştir. İlk aşamada bir izosiyanat ile bir poly(oksitetrametilen) glikolün prepolimeri oluşturulmuştur. İkinci aşamada ise zincir uzatıcı olarak 1,4-bütandiol eklenmiştir. Poli(dimetilsilokzan) ise sentez sırasında birinci veya ikinci aşamada eklenerek iki tip poliüretanın elde edilmesi sağlanmıştır. Çalışmada izosiyanat olarak isoforon diizosiyanat (IPDI) kullanılmıştır. Çalışmada ortalama molekül ağırlığı 1000 gr/mol olan politetrametilen oksit (PTMO) kullanılmıştır. İki çeşit ise polidimetil siloksan (PDMS) kullanılmıştır. Çalışmada katalizör olarak ise dibütülin dilavrate (SnDBDL) kullanılmıştır. Sentez çalışmalarından sonra elde edilen polimerler; 280 dtex ve 1100 dtex inceliğinde ipliklerden oluşturulmuş poliester kumaşlara, K Control Coater (Erischsen) marka bir rakleli kaplama makinesi kullanılarak aplike edilmiştir. Kaplamanın ardından 24 saat süre ile 60 °C sıcaklıkta kürleme işlemi yapılmıştır.

Kaplanmış kumaşların mekanik özelliklerini test etmek üzere termomekanik analiz yapılmıştır. Kumaşların hidrofobik özelliklerini incelemek üzere ise temas açısı ölçümü yapılmıştır. Temas açısı ölçümünden önce kumaş yüzeyleri isopropil alkol ile temizlenmiş ve oda sıcaklığında kurutulmuştur. Termomekanik ölçüm sonuçları incelendiğinde düşük sıcaklıklarda ya da ortam sıcaklıklarındaki relaksasyonların kaplamaya göre değişiklik gösterdiği saptanmıştır. Eğrilerde poliüretanın esnek fazının camsı geçiş sıcaklığı vurgulanmıştır. Poliesterin camsı geçiş sıcaklığının pozisyonu ise kaplama tipinden çok fazla etkilenmemiştir. Temas açısı ölçümleri sonucunda tüm PU-PDMS formülasyonlarının hidrofobik özellikler bakımından tatmin edici sonuçlar sergilediği belirlenmiştir. En iyi sonuçlar PDMS'nin reaksiyonun ikinci basamağında eklendiği durumda elde edilmiştir.

Mondal, Gupta ve Singh (2003) spunbond nonwoven kumaşları kaplamak üzere, çeşitli monomerler kullanarak su bazlı akrilik kopolimerler sentezlemiştir. Kaplama polimerlerini metilmetakrilat (MMA), bütül akrilat (BA), metakrilik asit (MAA) ve 2-hidroksietil metakrilat (HEMA) monomerlerini kullanarak emülsiyon kopolimerizasyonu tekniğine göre sentezlemişlerdir. Adı geçen monomerler ile üç farklı çeşitte kopolimer oluşturulmuş ve kaplama formülasyonunu oluşturmak üzere bu kopolimerlere  $\text{CaCO}_3$  ve hegzametoksi melamin eklenmiştir. Viskoziteyi geliştirmek için amonyak çözeltisi eklenmiştir ve ardından bu formülasyonlar manuel bir şablon aracılığı ile kumaşlara kaplanmıştır. 60-70 °C'deki bir kurutmadan sonra 135 °C'de 5 dk süre ile kütleme yapılmıştır. Elde edilen kaplanmış kumaşlara aktarılan kaplama maddesi miktarı belirlenmiş ve kumaşların kalınlıkları tespit edilmiştir. Kumaşların özelliklerinin tespit edilebilmesi için eğilme davranışları, yırtılma mukavemetleri, kopma mukavemetleri ve UV ışığa maruz bırakıldıktan sonraki kopma mukavemetleri ve aşınma mukavemetleri belirlenmiştir. Ayrıca kumaşların yüzey özellikleri taramalı elektron mikroskobu (SEM) kullanılarak incelenmiştir.

Kumaşlara eklenen kaplama maddesi miktarları % 97 ile % 140 arasında çıkmışken, kaplanmış kumaşların kalınlığı 0,54-0,61 mm arasındadır. Kaplanmamış kumaşın kalınlığı ise 0,47 mm'dir. Yapılan testlerin sonuçlarına göre kaplanmış

kumaşların eğilme rijitlikleri, kopma mukavemetleri, UV ışığa maruz bırakıldıktan sonraki kopma mukavemetleri ve aşınma dirençleri kaplanmamış kumaşlara göre daha yüksek bulunmuştur. Kumaşların eğilme rijitliklerinde oluşan artışın, kaplama maddesinin kumaşa penetrasyonundan ve bu nedenle filament mobilitesini azaltmış olabileceğinden kaynaklanabileceği araştırmacılar tarafından belirtilmiştir. UV ışığa maruz bırakılan kaplanmış kumaşlarda; akrilik kaplama maddesinin UV ışığı absorbe ettiği ve bu nedenle UV ışık kaynaklı mukavemet düşüşünün daha az olduğu belirtilmiştir. Aşınma direnci ise kaplama formülasyonunda fonksiyonel monomer madde içermeyen (yalnızca BA ve MA içeren) kumaş için, çapraz bağlanma gerçekleşmediğinden dolayı daha düşük çıkmıştır. Öte yandan kumaşların yırtılma mukavemetleri incelendiğinde kaplanmış kumaşlar için bir miktar düşüş olduğu araştırmacılar tarafından belirlenmiştir. Buna neden olarak ise kaplama maddesinin filamentleri kumaş içerisinde sabitleyerek bunların kaymalarını engellemesi ve bu nedenle de bir araya gelemeyen filamentlerin deney sırasında birbirini destekleyen gruplar halinde değil de teker teker kopması gösterilmiştir. Yapılan SEM incelemesi sonucunda araştırmacılar şu sonuçlara varmışlardır: kaplama maddesi filamentler arası boşlukları doldurmuştur ve kaplama maddesi içerisinde bulunan suyun buhar olarak uzaklaşması sırasında kaplamalarda mikrogözenekler oluşmuştur.

Darwish, El-Wakil ve Abou-Kandil (2009) etilen propilen dien kauçuğu (EPDM) ile poliester kumaşı arasındaki adhezyona, farklı bağlayıcı sistemlerinin ve farklı antioksidan tiplerinin etkisini araştırmıştır. Bağlayıcı sistem olarak hegzametlen tetramin ve rezorsinollü veya o-aminofenol veya m-fenilendiaminli sulu silikalar gibi farklı bağlayıcı sistemler kullanılmıştır. Antioksidan olarak ise ticari olarak kullanılan N-fenil N'-isopropil-p-fenilendiamin (IPPD), n-fenil-n'-(1,3-dimetilbütül)-p-fenilendiamin (6PPD), fenil-β-naftialamin (PBN) gibi antioksidanların yanı sıra doğal kauçuğa 1,5 diamino naftalenin (DAN) aşılması ile özel olarak sentezlenmiş bir antioksidan da (NR-g-DAN) kullanılmıştır. Çift vidalı ekstruder kullanılarak kaplama içeriği bir araya getirildikten sonra kaplama patının oluşturulabilmesi için her bir formülasyondan eşit miktarda alınıp eşit miktardaki toluene eklenmiştir. Gece boyu şişme sağlandıktan sonra homojenitenin sağlanması için elle karıştırma işlemi de yapılmıştır. Bundan sonra formülasyonlar kumaşlar üzerine kaplanmış ve

kürleme işlemi yapılmıştır. Ayrıca ışınlamanın adhezyona etkisini incelemek üzere, kaplanmış kumaşlar 6,5 kgray/H doz debili Cobalt 60 ile ışınlanmıştır. Kaplanmış kumaşlara yaşlandırma işlemi de uygulanmıştır.

Elde edilen kumaşların adhezyonunu belirlemek amacı ile soyulma direnci (ASTM D 413) belirlenmiştir. FTIR ve H NMR (nükleer manyetik rezonans) analizi ile ise yeni sentezlenen antioksidanın karakterizasyonu sağlanmıştır. Sonuç olarak yeni hazırlanan NR-g-DAN'ın oluşumu, H NMR ve FTIR spektroskopisi kullanılarak doğrulanmıştır. Sonuçlardan; rezorsinol ve yeni hazırlanan antioksidanı içeren EPDM karışımlarının, ticari antioksidanları içerenlere göre çok daha iyi adhezyon sonuçları verdiği, yaşlanma ve gama radyasyonuna karşı çok iyi direnç gösterdiği görülmüştür.

Mondal ve Hu (2007b) UV'ye karşı üstün koruma sağlayan pamuklu bir kumaşın; su buharı geçirgenliğine sahip (WVP) ve çok duvarlı karbon nanotüp (MWNT) (stabil ve kuvvetli UV absorbe edici) içeren poliüretanlar kullanarak geliştirilmesine dair bir çalışma yapmıştır. Çalışmada 118 gr/m<sup>2</sup> ağırlığında ağartılmış pamuklu kumaş kullanılmıştır. Su buharı geçirgenliğine sahip olması için kumaşlar hidrofilik poliüretan ile kaplanmıştır. Hidrofilik poliüretan (HPU) bifonksiyonel diizosiyanat (MDI) ile PTMG 2900 ve PEG 3400 gibi poliolden oluşan diolün ve zincir büyütücünün (1,4-BDO) iki basamaklı polimerizasyon prosesi ile sentezlenmiştir. Lineer polimerin elde edilebilmesi için NCO ile OH mol oranı 1,0:1,0 olarak tutulmuştur. Kumaşlar kaplanmadan önce, UV koruma özelliğini sağlayabilmek amacı ile, anilin ile fonksiyonelleştirilmiş MWNT'ler poliüretan çözeltisine eklenmiştir. MWNT miktarları % 0,25; 1,00 ve 2,5 (w/w) (polimer katı madde içeriğine göre ağırlıkça %) olarak tutulmuştur. En son HPU-MWNT çözelti konsantrasyonu % 15 (ağırlıkça) civarındadır. Kaplanmış ve kaplanmamış kumaşların yüzeyleri taramalı elektron mikroskobu (SEM) ile incelenmiştir. Kumaşların UV özellikleri Avustralya/Yeni Zelanda standardına (AS/NZS 4399:1996) göre Varian Cary 300 Conc UV-visible spektrofotometre ile ölçülmüştür. Poliüretan polimerinin ısıl özelliklerini belirlemek üzere Perkin Elmer DSC 7

kullanılmıştır. Kumaşların su buharı geçirgenliği ise ASTM standardına göre (E 96-80B) belirlenmiştir.

Taramalı elektron mikroskopu görüntüleri pamuklu kumaşlar üzerinde HPU'nun üniform bir kaplama oluşturduğunu ve iplikler arası boşlukların polimer ile kapatıldığını ortaya koymuştur. İçinde MWNT içermeyen HPU ile kaplanmış kumaşların UV absorpsiyonu 46 UPF oranını vermiştir ( $<+50$ ), bu da Avustralya/Yeni Zelanda standardına göre çok iyidir. Bu UPF sonuçları, 5,6 gibi daha düşük UPF sonuçları veren ve “değersiz” olarak sınıflandırılan kaplanmamış kumaşlara göre, çok iyi bir koruma sınıfına girmektedir. MWNT içeren HPU kaplamaları UV ışınmasına karşı mükemmel bir koruma sağlamaktadır, yalnızca % 1 MWNT'de dahi Avustralya/Yeni Zelanda standartlarına göre mükemmel koruma ( $UPF \geq 50$ ) sağlanmıştır. UV ışınının absorpsiyonu HPU içerisindeki MWNT'nin artması ile artmaktadır. Kaplanmış kumaşlar çok iyi su buharı geçirgenliğini devam ettirebilmiştir, bunun sonucu olarak da giyim konforu doğrulanmıştır. Oda sıcaklığı aralığında (20-23 °C) HPU'nun yumuşak segment kristal erimesi kaplanmış kumaşların geçirgenliğini geliştirmiştir.

Kwak ve ark. (2005) dört farklı polioliün (PEG (polietilen glikol-ester tip polioli), PTAd (poli (tetrametilen adipat) glikol-ester tip polioli), PTMG (poli(tetrametilen) glikol-eter tip polioli) ve PPG (polipropilen glikol-eter tip polioli),  $M_n=2000$ ) ve  $\epsilon$ -kaprolaktanın (CL) uç kapama reaksiyonu kullanılarak dört farklı triblok glikolünü ((CL)4.5-PEG-(CL)4.5, (CL)4.5-PTAd-(CL)4.5, (CL)4.5-PTMG-(CL)4.5, ve (CL)4.5-PPG-(CL)4.5  $M_n=3000$ ) sentezlemiştir. 4,4-disiklohegzilmetan diizosiyanat (H12MDI), 2,2-bis (hidrometil) propionik asit (DMPA), etilen diamin (EDA), trietil amin (TEA) ve yumuşak segment olarak da dört triblok glikol kullanılarak dört çeşit PU hazırlanmıştır. Kaplama malzemeleri PA kumaşlara çelik çubuk ile kaplanmış ve bundan sonra kürlenmiştir. Çalışmada; dispersiyonun kolloidal özellikleri, PU filmlerinin sertlik ve ısıl/mekanik özellikleri, PU ile kaplanmış PA kumaşların WVP ve su direnci (WR) üzerine triblok glikol tipinin etkisi incelenmiştir.



Sonuçlar incelendiğinde;

- (CL)4.5-PEG-(CL)4.5 esaslı ağırlıkça % 30 katı madde içeriğine sahip dispersiyon numunesinin 50 °C'deki viskozitesi 3000 cps civarındadır. PEG bileşeni esaslı CT-PEG numunesi en yüksek WVP sahiptir. Ancak, (CL)4.5-PEG-(CL)4.5 esaslı numune kaplama malzemesi olarak uygulanabilir değildir. Çünkü yüksek viskoziteye ve düşük mekanik özelliklere sahiptir.

- Genel olarak eter tip polioller esaslı PU daha iyi WVP göstermektedir.

- Dört farklı triblok glikolün kullanılması ile hazırlanan dört film numunesi içerisinde, hidrofilik PEG bileşeni esaslı film numunesi en yüksek sertliğe sahiptir. Ester tip bileşen esaslı (PTAd) numune, eter tip bileşen esaslı numunelerden (PTMG ve PPG) daha yüksek sertliğe sahiptir. Düzenli zincir yapısına sahip olan PTMG esaslı PU, metil yan grubuna sahip olan PPG esaslı PU ile karşılaştırıldığında daha iyi mekanik özellikler göstermektedir.

- Kopma mukavemeti ve kopma anındaki uzamaları şu sıra ile düşüş göstermiştir: WT-PTAd > WT-PTMG > WT-PPG > WT-PEG.

Bu çalışmada PU film numunelerinin viskozite ve mekanik özellikleri ve PU kaplı PA kumaşların WVP değerleri göz önünde bulundurulduğunda, (CL)4.5-PTMG-(CL)4.5 ve (CL)4.5-PTAd-(CL)4.5 triblok glikollerinin PU kaplama malzemeleri için glikol olarak uygun olduğu sonucuna varılmıştır.

Vilder ve ark. (2012) balıkçılar için gelişmiş güvenlik ve performansa sahip koruyucu giysilerin üretilmesi amacı ile; konforlu, aşınmaya dayanıklı ve kir itici kaplanmış malzemelerin geliştirilmesi üzerine çalışmışlardır. Çalışmada zemin kumaş olarak 140 gr/m<sup>2</sup> ağırlığa sahip PA kumaş kullanılmıştır. Kaplama polimeri olarak ise; balıkçı giysilerinde sıklıkla kullanılan PVC' ye bir alternatif oluşturması amacı ile su bazlı PU'dan yararlanılmıştır. Kumaşlar; Mathis Labdryer tip LTF kullanılarak A4 boyutlarında numuneler elde edilecek şekilde kaplanmıştır. Daha büyük numuneler için ise (48 cm eninde) Matex Roto Labo multi-600 kullanılarak kaplamalar yapılmıştır.

Kaplamalar iki katman halinde yapılmış olup ilk katmanda PA zemin kumaşa daha iyi adhezyonu olan PU kullanılmıştır ve yıkanabilirliğin artırılması amacı ile formülasyona bir çapraz bağlayıcı eklenmiştir. İkinci katmanda ise iyi seviyede aşınma direncine sahip, hidroliz direnci olan, ışığa dayanıklı bir PU kullanılmıştır ve nem alımı ile şişmeyi engellemek için hidrofobik bir çapraz bağlayıcı kullanılmıştır. Yapılan testlerde bu numunelerin su geçirmezlik değerleri yetersiz bulunmuş ve ikinci bir kaplama formülasyonu geliştirilmiştir. Yeni formülasyonda ilk katmana daha fazla çapraz bağlayıcı eklenmiş, ikinci katmana ise daha fazla çapraz bağlayıcı eklenerek, aşınmaya dayanıklı katkı maddeleri ilave edilmiştir. Bu yenilik kaplamanın aşınma ile ağırlık kaybını % 4'ten % 2,2'ye düşürmüş, su geçirmezlik miktarını ise 10 m'nin üzerine çıkarmıştır.

Elde edilen ikinci numunelere su geçirmezlik testi (Textest FX 3000-EN 20811), aşınma testi (Healink Nu-Martindale - EN-530, 10000 tur, 9 kPa), esneme, yıkama ve balık yağı ile muameleden sonra su geçirmezlik testleri (Textest FX 3000-SFS-EN ISO 343), kopma mukavemeti testi (Testometric AX M500-EN ISO 13934-1), yapay havalandırmaya karşı renk haslığı testi (Xsenotest- EN ISO 105-B04), deniz suyu haslığı testi (EN ISO 105-E02), yağ iticilik testi (AATCC 118-1997, EN ISO 14419+AC Textiles) ve temizlenebilirlik/kir iticilik testleri (TUT metodu) yapılmıştır. Araştırmacılar standart bir PVC balıkçı giysisi (500 g/m<sup>2</sup>) ile karşılaştırdıklarında kendi geliştirdikleri kaplanmış kumaşların daha hafif olduğunu (<350 gr/m<sup>2</sup>), yeterli yırtılma direnci, kopma mukavemeti, yapay havalandırmaya karşı direnç ve deniz suyu haslığına sahip olduğunu belirtmişlerdir. Numunelerin balık yağı iticiliği PVC kaplama ile aynı seviyede elde edilmiştir, ancak bu yeterli bir seviyede değildir. Temizlenebilirliği ise referans PVC kaplanmış kumaş ile aynı seviyede elde edilmiştir. Yıkama, germe ve balık yağı ile muameleden sonra dahi 10 m'den yüksek bir su geçirmezlik elde edilmiştir.

Özen (2012) yapı malzemesi olarak kullanılmak üzere; basit örgü yapılarında (bezayağı ve dimi) ve mikrogözenekli film ile lamine edilmiş su geçirmez-nefes alabilir çok katmanlı kumaş yapılarının özelliklerini incelemiştir. Çalışmada; pamuk çözgü ipliğine sahip kumaşlar, atkıda poliester ve pamuklu ipliklerin kullanılmasına

bağlı olarak çeşitlendirilmiştir. Pamuk çözgü-pamuk atkı (Co/Co) ve pamuk çözgü-poliester atkı (Co/PET) içeren kumaşlar yaklaşık aynı sıklıkta bezayağı ve 2/2 dimi örgüde dokunmuştur. Bu şekilde dört farklı yapıda elde edilen kumaşların haşılı sökülüş ve yıkanmıştır ve "ön-işleme tabi tutulmuş" numune olarak adlandırılmıştır. Bu şekilde elde edilen kumaşlar perflorakriletilakrilat esaslı bir floropolimer ile su iticilik bitim işlemine tabi tutulmuştur. Su iticilik bitim işlemi 40 g/lt konsantrasyondaki çözelti kullanılarak % 55-60 alınan flotte değerinde fulardda uygulanmıştır. Bu işlemin ardından 170 °C'de 1 dk süre ile kurutulmuştur. Bundan sonra florokarbona tabi tutulmuş ve tutulmamış kumaşlara; lineer düşük yoğunluklu polietilen (LLDPE) polimerinden elde edilmiş mikrogözenekli film, etilvinilasetat (EVA) sıcak eriyik yapıştırıcısı kullanılarak 100 °C' de, mini transfer baskı makinesi kullanılarak iki ve üç katmanlı olacak şekilde lamine edilmiştir. Yazar elde ettiği numuneleri; Atlas SDL Shirley hidrostatik basınç test cihazını kullanarak AATCC TM127 standardına göre su geçirmezlik testine, Pro-ser sprej test cihazını kullanarak AATCC TM22' ye göre su iticilik testine ve Labthink TSY-T3 su buharı geçirgenliği test cihazını kullanarak gravimetrik test metoduna göre su buharı geçirgenlik testine tabi tutmuştur.

Sonuçlar incelendiğinde; işlem görmüş tüm kumaşların su iticilik değerinin 100 olduğu ve ıslanmadığı görülmüştür. Aynı kumaşlar tek ve çift kat halinde su geçirmezlik testine tabi tutulduğunda sırası ile 17-18 ve 22-24 cm su sütunu değerleri elde edilmiştir. Su iticilik bitim işlemine tabi tutulmuş kumaşların su geçirmezlik değerleri incelendiğinde, bezayağı örgüdeki kumaşlar ile Co/PET kompozisyonundaki kumaşların diğerlerine göre daha iyi sonuçlar verdiği araştırmacılar tarafından tespit edilmiştir. En iyi su geçirmezlik sonucu Co/PET bezayağı yapıdaki kumaşlardan elde edilmişken, hiçbir floropolimerli kumaş 130 cm su sütununu geçememiştir. Ön işlem görmüş ve floropolimer ile bitim işlemi görmüş kumaşların su buharı geçirgenlikleri incelendiğinde; Co/PET kumaşların ve bezayağı kumaşların diğer kumaşlara göre daha iyi sonuçlar verdiği görülmüştür. Genel olarak floropolimer ile bitim işleminin su buharı geçirgenliğine önemli bir etkisi olmadığı görülmüştür. İki katmanlı lamine kumaşların her iki yüzüne ve üç katmanlı lamine kumaşlara da aynı testler uygulanmıştır. Ayrıca tek başına mikrogözenekli filmin de

su geçirmezlik ve su buharı geçirgenliği belirlenmiştir. Sadece filmler test edildiğinde su geçirmezlik ve su buharı geçirgenliği sırasıyla 53,7 cm su sütunu ve 2110 g/m<sup>2</sup>/gün olarak elde edilmiştir. Floropolimer uygulanmamış ve lamine edilmiş numunelerin su geçirmezlik değeri 130 cm su sütununun altındadır. Buna karşın floropolimer uygulanmış ve üç katmanlı lamine edilmiş numunenin su geçirmezliği 130 cm su sütununu geçmiştir. Üç katmanlı lamine edilmiş bu kumaşların bezayağı yapıda olanları 350 cm su sütunu civarında su geçirmezlik değeri ile en yüksek sonuçları vermiştir. Burada atkıda poliester iplik kullanılması su geçirmezlik özelliğini etkilememiştir. Su buharı geçirgenliğinin film uygulanması ile azaldığı yazar tarafından belirlenmiştir. Lamine kumaşlarda Co numunelerin genellikle daha yüksek su buharı geçirgenlik değerleri verdiği görülmüştür. Sonuç olarak araştırmacı; katmanlı lamine yapıların tek başına kullanılmasının yetersiz olduğu ve su direnci oluşturmak için sıkı kumaş yapılarının ve su iticilik bitim işleminin de kombine edilmesi gerektiği sonucuna varmıştır.

An, Park ve Chung (2010) farklı özellikteki üç kumaşın suya karşı direncini ve su buharı iletim özelliklerini, farklı koşullar altında belirlemiş ve nanoweb ile lamine edilmiş numuneler için en uygun kullanım koşullarını tespit etmiştir. Çalışmada deney malzemesi olarak su itici PA zemin kumaş, PU nanoweb ile lamine edilmiş zemin kumaş ve PTFE membran ile lamine edilmiş zemin kumaş kullanılmıştır. Deney malzemelerinin yüzeysel özellikleri olarak; morfolojisi, gözenek boyut ve dağılımı ve temas açısı belirlenmiştir. Numunelerin iletim özelliklerini belirlemek üzere hava geçirgenlikleri, su buharı dirençleri ve su buharı geçirgenlikleri (sıcak terleyen levha) incelenmiştir. Numunelerin su dirençleri ise hidrostatik basınç testi ve yağmurlama testi ile tespit edilmiştir. Çevresel koşulları simüle etmek amacı ile su buharı geçirgenliği ve yağmurlama testi sırasındaki bazı parametreler değiştirilmiştir. Ayrıca numunelerden su geçirmez-nefes alabilir ceketler dikilerek normal ve yağmurlu hava koşullarında üç adet gönüllü deneğe giyim testi uygulanmıştır.

Numunelerin gözenek boyutu ölçümlerine göre PU nanoweb'in ortalama gözenek boyutu 0,2 mikron olup 0,07-1,52 mikron aralığında değişmektedir ve geniş bir dağılım göstermiştir. Bu boyutlar zemin kumaşın 1/150'si kadardır. PTFE

membranın yüzeyi bir kaplama ile kapatıldığından dolayı gözenekler ile ilgili ölçüm yapılamamıştır. Temas açısı ölçümlerine göre PTFE membran 83° ile en düşük yüzey hidrofobluğuna sahiptir. 10 dk sonra tekrarlanan temas açısı ölçümünde de en fazla düşüş PTFE membrandan elde edilmiştir. Bu da PTFE membranın nanowebe göre daha hidrofil olduğunu göstermiştir. Hava geçirgenliği sonuçları incelendiğinde, PTFE ile lamine numune ile nanoweb ile lamine numunenin zemin kumaşa göre çok daha düşük değerler verdiği görülmüştür. Nanoweb ile lamine edilmiş numunenin hava geçirgenliği değerleri ise PTFE'den daha yüksek elde edilmiştir. Su buharı geçirgenliği sonuçları incelendiğinde, tüm koşullarda, nanoweb ile lamine edilmiş numunenin değerlerinin PTFE ile lamine edilmiş numuneye göre daha yüksek olduğu ve zemin kumaş ile benzer olduğu tespit edilmiştir. Deneyler sırasında uygulanan sıcaklık ve bağıl nem miktarı arttıkça nanoweb ile PTFE lamine edilmiş numuneler arasındaki su buharı geçirgenliği farkı artmıştır. Bundan yola çıkarak araştırmacılar, daha yüksek sıcaklık ve nemli vücut koşullarında nanoweb ile lamine edilmiş numunelerin daha konforlu olduğu sonucuna varmışlardır.

Su geçirmezlik değerlerine bakıldığında; nanoweb lamine edilmiş numunenin (305,6 cm su sütunu), zemin kumaşa göre oldukça yüksek (16,2 cm su sütunu), PTFE lamine edilmiş numuneye (1140,2) göre ise düşük değerler verdiği görülmüştür. Yağmurlama testine göre zemin kumaşta su geçirmezlik özelliği tespit edilememesine rağmen, her iki lamine numunenin de ağır yağmur altında su geçirmezlik özelliğine sahip olduğu ve aralarında fark görülmediği tespit edilmiştir. Giyim testi sonucuna göre normal hava koşullarında egzersiz esnasında nanoweb lamine giysinin içerisindeki nem miktarı PTFE lamine giysiye göre bir miktar düşükken, konfor hissi de ankette 1 puan daha yüksek elde edilmiştir. Yağmurlu havada ise nanoweb ve PTFE lamine edilmiş giysiler arasında giysi içindeki nem, sıcaklık ve konfor hissi açısından herhangi bir fark tespit edilememiştir.

Doba Kadem ve Ergen (2011a) PES, PU ve PTFE film ile lamine edilmiş ve su iticilik bitim işlemine tabi tutulmuş %100 PET yağmurluk kumaşlarının konfor özelliklerini belirlemiş ve su iticilik-laminasyon işlemlerinin sırasının, kumaşın konfor özelliklerine etkisini incelemiştir. Zemin kumaş olarak 116 g/m<sup>2</sup> gramajındaki

bezayağı yapıda %100 PET kumaş kullanan araştırmacılar, 15 mikron kalınlığında PES membran, 20 mikron kalınlığında PU membran ve 35 mikron kalınlığında PTFE membran kullanmışlardır. Liflerin yüzeyinde su itici bir tabaka oluşturmak için kumaşlara laminasyon öncesi veya sonrasında su iticilik bitim işlemi uygulamıştır. Bu şekilde altı farklı çeşit lamine edilmiş numune elde edilmiştir. Araştırmacılar numunelere konfor ile ilgili; su geşitmezlik, su iticilik, su buharı geşitgenliği ve hava geşitgenliği testlerini uygulamıştır.

Numunelerin su geşitmezlik özellikleri incelendiğinde; ham PET kumaşın su geşitmezliğe sahip olmadığı tespit edilmiştir. Genel olarak; öncelikle lamine edilmiş, ardından su iticilik bitim işlemi görmüş numunelerin daha yüksek su sütunu verdiği saptanmıştır. Buna sebep olarak; laminasyon öncesi bitim işlemi görmüş kumaşlarda, lif yüzeyinde bir kimyasal filmi tabakası oluşması ve membranın adhezyonunun azalması ileri sürülmüştür. En yüksek değer PES membran ile lamine edilmiş numuneden elde edilmiştir (1558 cm su sütunu). Su iticilik testi sonucuna göre lamine edilmiş ve su iticilik bitim işlemi görmüş tüm numunelerin ISO standardına göre 4 sınıfına girdiği, işlem görmemiş zemin kumaşın ise hızlıca ıslandığı tespit edilmiştir. Kumaşların hava geşitgenlik sonuçlarına bakıldığında, zemin kumaşın 51 mm/s, lamine numunelerin ise 0,15 mm/s'den düşük hava geşitgenliğine sahip olduğu belirlenmiştir. Su buharı geşitgenlik değerinin zemin kumaşta 5700g/m<sup>2</sup>.24h civarında olduğu, lamine kumaşlarda ise bu değerlerin düştüğü araştırmacılar tarafından tespit edilmiştir. Laminasyon sonrası uygulanan bitim işleminde daha yüksek konsantrasyonda kimyasal kullanılmasına rağmen su buharı geşitgenliğinin bundan önemli miktarda etkilenmediği belirtilmiştir. Su buharı geşitgenliği büyükten küçüğe doğru PES (15  $\mu$ ) > PTFE (35  $\mu$ ) > PU (20  $\mu$ ) şeklinde sıralanmıştır. Araştırmacılar bu sonucu; ikisi de hidrofilik yapıda olan PES ve PU membranlardan, PES'in daha düşük kalınlığa sahip olmasına bağlamışlardır. Genel bir sonuç olarak araştırmacılar, su iticilik bitim işleminin laminasyondan sonra yapılmasını önermiştir.

Doba Kadem ve Ergen (2011b) bir diğer çalışmasında aynı numune seti ile çalışmış, buna ek olarak hiçbir su iticilik işlemine tabi tutulmayan zemin kumaşa da

laminasyon işlemi yapmıştır. Araştırmacılar elde ettiği 10 tip numuneye kopma mukavemeti ve yırtılma mukavemeti deneylerini yapmıştır. Kopma mukavemeti testi sonuçları incelendiğinde, çözgü yönündeki değerleri daha yüksek elde edilmiştir. Herhangi bir su iticilik işlemi uygulanmadığında en yüksek kopma mukavemeti değerleri PES membran kullanıldığında elde edilmiştir. PES membranlı numuneleri; çözgü yönünde PTFE, atkı yönünde ise PU'lu numuneler takip etmiştir. Numunelere laminasyon öncesi veya sonrasında su iticilik işlemi uygulandığında ise işlemsiz lamine numunelere göre kopma mukavemetinde düşüşler gözlenmiştir.

Yırtılma mukavemeti sonuçları incelendiğinde ise genel olarak atkı yönündeki yırtılma mukavemeti değerlerinin çözgü yönündeki yırtılma mukavemeti değerlerinden daha yüksek olduğu araştırmacılar tarafından belirtilmiştir. Kumaşlar lamine edildiğinde yırtılma mukavemetleri ya az miktarda azalmış ya da artış göstermiştir. Atkı ve çözgü yönünde, farklı membranlarla lamine edilmiş numuneler ön plana çıkmıştır. Genel olarak laminasyon işlemi yırtılma mukavemetini olumlu yönde etkilemiştir.

Kopma uzaması sonuçları incelendiğinde, su iticilik işlemi görmemiş lamine numunelerin çözgü yönündeki uzamalarının zemin kumaşa göre arttığı; atkı yönündeki uzamalarının ise arttığı veya azaldığı araştırmacılar tarafından tespit edilmiştir.

Armağan ve Karakaş (2008) iki farklı tipte PU ile lamine edilmiş PET, Co, viskon ve bambu süprem kumaşların konfor özellikleri ile ilgili su geçirmezlik, su buharı geçirgenliği, hava geçirgenliği, ıslanma özellikleri, kuruma süresi ve nem geri kazanımlarını test etmiştir. Çalışmada her bir hammaddeden aynı numarada iplikler kullanılarak birbirine yakın yapısal özelliklerde ve gramajlarda örme kumaşlar üretilmiştir.

Deney sonuçlarına göre araştırmacılar, lamine edilmiş örme numunelerin konfor özelliklerinin, lamine edilmeden önceki durumlarına göre daha iyi olduğunu tespit etmiştir. Lamine numuneler su ve rüzgar geçişine izin vermemiştir ve vücudu kötü

hava koşullarına karşı koruyucu özellik göstermiştir. Lamine numunelerin su geçirmezlikleri yıkama öncesinde 450-858 cm su sütunu civarında iken, yıkama sonrasında 420-817 cm su sütunu olarak yüksek değerler vermiştir. Lamine numunelerin hava geçirgenliği değerleri ise 0-1 mm/s olarak tespit edilmiştir. Laminasyon ncesi numunelerin su buharı geçirgenliği ASTM E-96-00 standardına göre 561-624 g/m<sup>2</sup>/24h iken, lamine numunelerde yıkama öncesi ve sonrasında bu değerler 106-322 g/m<sup>2</sup>/24h olarak tespit edilmiştir. Araştırmacılar bu değerlerin gerekli su buharı geçirgenliği değerlerini karşıladığını belirtmiştir. Kuruma süresi laminasyon işlemi sonrasında artarken, lamine numuneler yıkandıktan sonra kuruma süresi azalmıştır. Membran tipi numunelerin konfor özelliklerini benzer şekilde etkilemişken, membran tipine bağlı en büyük farklılık su buharı geçirgenliğinde tespit edilmiştir.

Huang ve Qian (2008) düşük, orta ve yüksek su buharı geçirgenliğine sahip lamine kumaşların su buharı geçirgenliğini tespit etmede beş farklı yöntemi karşılaştırmıştır. Çalışmada; 94-275 g/m<sup>2</sup> aralığında ağırlığa sahip altı farklı lamine kumaş kullanılmıştır. Kumaş hammaddeleri PET, PA veya Co/PET'ten oluşmaktadır ve PTFE, PU veya termoplastik PU ile lamine edilmişlerdir. Test yöntemleri olarak; terleyen sıcak levha test yöntemi, dikey kap metodu, ters kap metodu, dinamik nem geçirme hcreti test metodu (DMPC-Dynamic Moisture Permeation Cell Test Method), kurutucu ters kap test metodu (Desiccant Inverted Cup Test Method) ve araştırmacılar tarafından yeni geliştirilen test metodu kullanılmıştır.

Sonuçlar incelendiğinde genel olarak numunelerin su buharı geçirgenlik değerlerinin şu şekilde sıralandığı grlmştir: Kurutucu kap metodu >yeni metot > DMPC > ters kap metodu > dikey kap metodu. Test yöntemlerine göre sonuçlarda meydana gelen farklılık; her bir yöntemin numune üzerinde farklı su buharı gradienti oluşturması ile açıklanmıştır. Bunun yanı sıra dikey kap metodunda numunenin doymuş tabaka ile doğrudan temas etmemesi ve numune ile su arasında hava tabakası olması bu yöntemin en düşük su buharı geçirgenlik değerleri vermesine neden olmuştur. Yeni yöntem ile terleyen sıcak levha yöntemi arasında iyi bir korelasyon bulunmuştur (0,999). Benzer şekilde yeni yöntem ile ters kap metodu



(0,992) ve kurutucu ters kap metodu (0,974) arasında da iyi bir korelasyon bulunmuştur. Sıcak levha diğer yöntemlerle düşük korelasyon vermiştir. Dikey kap metodu dışındaki yöntemler genel olarak birbirleri ile anlamlı istatistiksel korelasyonlar vermiştir. Genel olarak değerlendirildiğinde araştırmacılar; sıcak terleyen levha testinin gerçek durumu en iyi simüle eden test yöntemi olduğunu, dikey kap ve DMPC yöntemlerinin kuru koşullarda yapıldığından dolayı gerçek kullanım durumuna yaklaşmadığını, ters kap metodu, kurutucu kap metodu ve yeni yöntemin de yine gerçek kullanım durumunu yansıtmadığını ancak kalite kontrolünde kullanılabileceğini belirtmiştir.

Gulbiniene ve ark. (2007) lamine edilmiş tekstil malzemelerinin resorpsiyon/desorpsiyon özelliklerinin ayakkabı astarlarının hijyeni üzerine etkisini incelemiştir. Deney malzemesi olarak üç farklı lamine kumaş kullanılmıştır. Bunlar: PU sünger ile lamine edilmiş PA nonwoven kumaş, alttan PA örme kumaş üstten ise PET örme kumaş ile lamine edilmiş ve orta tabakası PU sünger ve hidrofilik PES membran ile olan lamine numune ve yine alttan PA örme kumaş üstten ise PET örme kumaş ile lamine edilmiş ve orta tabakası nonwoven PET kumaş ve mikrogözenekli PU membrandan oluşan numune kumaştır. Numunelerin su buharı geçirgenliği LST EN ISO 14268 standardına göre kurutucu malzeme kullanılarak belirlenmiştir. Bunun yanı sıra numunelerin su buharı absorpsiyon testleri yapılmıştır. Su buharı absorpsiyonu belirlenen numunelerin kurutma ve yeniden nemlendirme çevrimlerinin uygulanması sonucunda desorpsiyon değerleri de hesaplanmıştır.

Su buharı geçirgenliği sonuçlarına göre iki katlı lamine numune en yüksek su buharı geçirgenlik değerini vermiştir (dört katlı lamine kumaşlara göre yaklaşık %80 daha fazla). Su buharı absorpsiyon değerleri ise tüm numuneler için benzer elde edilmiş ve 5,7-7,9 mg/cm<sup>2</sup> arasında değişmiştir. En düşük değer orta tabakasında nonwoven kumaş ve mikrogözenekli PU film bulunan dört katlı lamineden elde edilmiştir. İki katlı lamine kumaş ile ortasında PU sünger bulunan dört katlı lamine kumaşın absorpsiyon hızları karşılaştırıldığında, dört katlı laminenin çok daha hızlı şekilde maksimum ağırlığa ulaştığı tespit edilmiştir. Resorpsiyon/desorpsiyon testleri sonucunda ise numunelerin absorpsiyon değerlerinin resorpsiyon/desorpsiyon

hikayesine bağı olarak (çevrim sayısına- kaç kere absorbe edip kurduğuna) değıştiğı belirlenmiştir. Nem alım yeteneğı resorpsiyon/desorpsiyon sayısının artması ile artış göstermiştir. İlk çevrimden sonra lamine kumaşlar hızlıca kururken, resorpsiyon/desorpsiyon çevrim sayısının artması ile kuruma hızı düşmüştür.

Wang ve ark. (2005) su geçirmez nefes alabilen termoplastik poliüretan (TPU) filmlerinin kumaşlara olan adhezyonunu artırmak amacı ile, TPU polimeri içerisine alifatik poliester eklemişlerdir. Çalışmada üretilen TPU/poliester karışımlarının morfolojisi, ısı özellikleri ve reolojileri incelenmiştir. Ayrıca bu polimer karışımlarından elde edilen filmlerin özellikleri üzerine, alifatik poliesterin etkisi de incelenmiştir. Çalışmada kullanılan polimer polieter esaslı bir poliüretandır ve yüksek su buharı geçirgenliğine sahiptir. TPU'ya eklenen alifatik poliester ise teraftalik asit, etilen glikol ve alifatik glikolün kondenzasyon kopolimerizasyonu ile elde edilmiş bir ticari üründür. Geliştirilen filmlerin kalınlığı 25 mikron civarında tutulmuştur.

Üretilen numunelerin erime sıcaklıkları ve entalpi değerleri DSC kullanılarak belirlenmiştir. Bunun dışında numunelere FTIR analizi yapılmıştır. Numunelerin morfolojik özelliklerini incelemek üzere özel bir prosedür kullanılmış ve kırılmış barların sadece kırık yüzeyleri SEM kullanılarak incelenmiştir. Oluşturulan karışımların reolojik özelliklerini incelemek üzere farklı kayma oranlarında ve sıcaklıklarda, kapılar reometre kullanılarak viskozite ölçümleri yapılmıştır. Üretilen film formundaki numunelerin özelliklerini incelemek üzere ise; sıcak eriyik tipi kapama makinesi kullanılarak filmler PET kumaşlar üzerine lamine edilmiştir. Üretilen lamine kumaşların gerilme özellikleri, boncuklanma dirençleri, su buharı geçirgenlikleri ve su geçirmezlik özellikleri tespit edilmiştir.

Çalışmada yapılan DSC analizinin sonuçları incelendiğinde; TPU'nun amorf yapıda olduğı ve bu yüzden erime geçişini göstermediğı belirtilmiştir. Karışımdaki poliester oranı arttıkça ise erime sıcaklığının gözlendiğı ve poliester konsantrasyonunun artması ile erime pikinin yükseldiğı gözlenmiştir. Bu sonuçlardan yola çıkarak iki polimerin fazları arasında etkileşimin olduğı ve TPU ile alifatik

poliesterin birbiri ile uyumlu olduğu sonuçlarına varılmıştır. FTIR sonuçları incelendiğinde TPU'nun sert segmenti ile poliesterin birbiri ile uyumlu olduğu ve sırası ile N-H grubu ile C=O grubu arasında hidrojen köprüleri olduğu sonucuna varılmıştır. Morfolojik incelemeler sonucunda ise % 40'lık poliester konsantrasyonuna kadar, poliesterin çok ince ve düzenli kürecikler halinde TPU içerisinde dağıldığı gözlenmiştir. % 40 konsantrasyona çıkıldığında ise daha düşük eriyik viskozitesine sahip olan poliester fazının eriyikten karıştırma işlemi sırasında kümelenildiği ve düzensiz bir yapı oluşturduğu sonuçlarına varılmıştır. Reolojik incelemeler sonucunda ise poliesterin TPU'ya göre daha düşük viskozite gösterdiği ve TPU içerisine artan konsantrasyonlarla eklendiğinde TPU karışımının viskozitesini de düşürdüğü tespit edilmiştir. Bunun nedeninin ise poliester ile TPU'nun yumuşak segmentinin birbiri ile uyumsuzluğunun olduğu belirtilmiştir. Reolojik ölçümler sonucu TPU'ya poliester eklemenin sıcak eriyik yöntemi ile işleme özelliğini geliştirdiği bulunmuştur. Filmlerin özelliği incelendiğinde; farklı sıcaklıklarda lamine edilmiş film kaplı kumaş numunelerinde, % 30 poliester karışımına kadar poliester içeriğinin artması ile soyulma direncinin arttığı görülmüştür. Bunun nedeni olarak da poliester fazının sıcak eriyik ile yapıştırma işlemi sırasında daha önce eriyerek kumaşa kolayca göç edebilmesi gösterilmiştir. Benzer şekilde çekme mukavemeti ve kopma uzamasının da poliester içeriğinin artması ile arttığı belirlenmiştir. Alifatik poliester eklenmesinin su buharı geçirgenliği üzerine etkisi ise açık bir şekilde olumsuz olmuştur. Benzer şekilde poliester eklenmesi lamine numunelerin su geçirmezlik özelliğini de olumsuz etkilemiştir. Buna rağmen % 20 poliester içeren karışımlarda % 100 su geçirmezlik seviyesi sağlanmaya devam etmiştir.

Ren ve Ruckman (2003) su geçirmez, nefes alabilen kumaşların su buharı geçirgenlikleri üzerine nem oranı ve kondenzasyonun etkisini incelemiştir. Çalışmada, su geçirmez nefes alabilen kumaşlar olarak mikrogözenekli poliüretan film ile ve hidrofilik poliüretan film ile lamine edilmiş %100 PA tekstüre iplikten üretilmiş kumaşlar kullanılmıştır. Kumaşların su buharı geçirgenliklerine kondenzasyonun etkisini incelemek üzere, kumaşlara dört farklı ağırlıkta su enjekte edilmiştir. Nem oranının etkisini incelemek amacıyla ise ıslatılmış kumaşlar belirli

nem oranlarını verecek şekilde kurutulmuştur. Su buharı geçirgenliği deneyleri izotermal olan ve izotermal olmayan koşullar altında yapılmıştır. İzotermal olmayan durum için sıcak plaka yöntemi kullanılmıştır.

Çalışmadan elde edilen sonuçlar incelendiğinde; çok açık şekilde, nem oranının ve kondenzasyonun artması ile kumaşların su buharı geçirgenliklerinin arttığı gözlenmiştir. Ayrıca araştırmacılar; aynı kondenzasyon ve nem oranlarına sahip olunması durumunda mikrogözenekli poliüretan film ile lamine edilmiş kumaşın su buharı geçirgenliğinin, hidrofilik film ile lamine edilmiş göre daha fazla olduğunu tespit etmişlerdir. Nem içeriği ve kondenzasyon oranının; izotermal olan ve olmayan durumlar açısından incelenmesi sonucunda, nem oranının kumaşların su buharı geçirgenlikleri açısından daha etkili olduğu belirlenmiştir. Ayrıca mikrogözenekli film ile lamine edilmiş kumaşların su buharı geçirgenliklerinin izotermal durumda daha fazla iken, hidrofilik film ile lamine edilmiş kumaşların su buharı geçirgenliklerinin ise izotermal olmayan durumlarda daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

Hong, Yoo ve Kim (2015) hidrofobik özellikteki poliüretan nanoweb ile lamine edilmiş numunelerin özelliklerini geliştirmek üzere, nanoweb içeren yüzeye hidrofilik poliüretan ile kaplama yapmışlardır. Numune üretiminde taslan ve tafta yapıda iki adet poliamid zemin kumaş kullanılmıştır. Taslan kumaş ifadesi, hava jeti ile tekstüre edilmiş multifilament iplikten elde edilmiş dokuma kumaş için kullanılmaktadır. Zemin kumaşlar, su iticilik bitim işleminin ardından, sıcak eriyik noktasal laminasyon prosesine göre nanoweb ile lamine edilmiş, ardından da üç farklı oranda hidrofilik kısım içeren hidrofilik PU ile kaplanmıştır. Laminasyon işleminden önce, pürüzlü olan tafta numunelerin yüzeyi mekanik işleme düzgünleştirilmiştir. Elde edilen üç katlı lamine numunelerin aşınma dirençleri, kurutma yöntemine göre nefes alabilirlikleri ve su geçirmezlikleri belirlenmiştir.

Aşınma mukavemeti sonuçlarına göre; kaplanmamış kumaşlar, kaplanmış numunelere göre daha fazla ağırlık kaybına uğramıştır. Bunun nedeni olarak, üzeri açık olan nanowebdeki nanoliflerin düşük mukavemetli olması ve lifleri bir arada

tutacak yeterli kuvvetin olmaması gösterilmiştir. Kaplanmış numunelerde ise ağırlık kaybı çok az miktarda olmuştur ve taslana lamine edilmiş PTFE filmi ile karşılaştırıldığında ağırlık kaybı daha düşük meydana gelmiştir. Kaplama işlemi sonrasında nanoweb ile lamine edilmiş numunelerin su buharı geçirgenliğinde düşüş meydana gelmiştir. Kaplama öncesi taslan numunenin su buharı geçirgenliği tafta olandan az miktarda daha yüksek iken, kaplama sonrasında aralarındaki fark artmıştır. Su geçirmezlik değerlerinin kaplama işlemi yapılmamış lamine tafta numunelerde daha yüksek olduğu görülmüştür. Genel olarak hidrofilik kısım miktarının, su geçirmezliğe ve su buharı geçirgenliğine önemli bir etkisi bulunmamıştır.

Huang ve Li (2015) dikey kap metodundan elde edilen su buharı iletim oranı verisinin diğer yöntemlerle düşük korelasyon göstermesinden dolayı, farklı seviyelerde su buharı geçirgenliğine sahip kumaşların dikey kap metoduna göre farklı bir parametresini -su buharı difüzyon direncini- hesaplamış ve birbirleri arasında korelasyon gösteren diğer yöntemlerle karşılaştırmıştır. Çalışmada PTFE, PU, TPU filmleriyle lamine edilmiş veya PU ile kaplanmış, farklı hammaddelerden üretilmiş 70 ile 275 g/m<sup>2</sup> aralığında gramaja sahip toplam dokuz tip numune kullanılmıştır.

Araştırmacılar dikey kap metodundan elde edilen toplam su buharı difüzyon direncinden; bu metotta ortaya çıkan hava tabakası direncini ve sınır hava tabakasının direncini çıkartarak, kumaşa ait su buharı difüzyon direncini elde etmiş ve bu direnci terleyen sıcak levha, kurutucu kap metodu ve dinamik nem geçirme hücresi test metodu sonuçları ile karşılaştırmıştır. Dikey kap metodunda dokuz farklı kumaş için hesaplanan su buharı difüzyon direnci verileri, diğer yöntemlere göre elde edilen verilerle karşılaştırılmıştır ve bu çıktının diğer yöntemlerle elde edilenler ile istatistiksel olarak anlamlı bir korelasyonu olduğu tespit edilmiştir. Bu veri kullanılarak, birbirine yakın özellikteki kumaşların arasındaki su buharı iletim farkının, hava tabakasının direncinden dolayı maskelenmesinin önüne geçildiği araştırmacılar tarafından belirtilmiştir.

Farklı alanlarda kullanılmak üzere, elektronik sistem içeren akıllı koruyucu giysi tasarımları da literatürde mevcuttur. Bu çalışmalardan bazıları aşağıda özetlenmiştir.

Rantanen ve ark. (2002) kuzey kutbunda bulunan kar arabası sürücülerinin ihtiyaçlarını karşılamak üzere, akıllı bir giysi prototipi üretmişlerdir. Hazırlanan giysiler; kullanılan elektronik bileşenler sayesinde kullanıcıya iletişim, pozisyonlama, ısınma ve navigasyon yardımı imkanları sunmaktadır. Vücut ve çevre koşullarının ölçülmesi ile giysi, bir acil durum mesajının atılıp atılmaması gerektiğine karar vermektedir. Ayrıca kullanıcı giysiyi bir arayüz aracılığı ile kontrol edebilmektedir.

Çalışmada 10 adet batarya hücresi, voltaj regülatörü, otomatik mesaj atımı için GSM modülü, pozisyonlama ve navigasyon için GPS modülü ve elektronik kumpas, bir merkezi işlemci ünitesi, darbelerin belirlenmesi için hız sensörü, su içerisine düşmenin belirlenmesi için kıyafetin nem miktarını ölçen elektrot, bir kalp atışı ölçüm sensörü, ısı sensörler ve elektrikle ısıtma için iletken dokuma karbon kumaş paneli kullanılmıştır. Prototip için hazırlanan malzemeler yelek benzeri bir desteğe tutturulmuştur (Şekil 1.26). Malzemeler oldukça fazla yer kaplamasına rağmen, kalın olan giysi içerisinde herhangi bir görüntü bozukluğuna neden olmamıştır. Giyim denemesi sonucunda üretilen prototipin genel olarak istenen çözümleri sağladığı ancak bazı kısımlarının geliştirilmesi gerektiği belirtilmiştir. Geliştirilmesi gereken konuların başında ısıtma sistemi gelmiştir. Bataryalar ısıtma açısından yetersiz kalmış ve ancak 30 dk süre için yeterli ısıtmayı sağlayabilmiştir. Bunun yanı sıra elektronik cihazların haberleşmesini sağlayan bağlantı kabloları çok fazladır ve giysisinin esnekliğini olumsuz yönde etkilemiştir.



Şekil 1.26 Rantanen ve ark. (2002) çalışması

Şahin, Kayacan ve Bulgun (2006) elektronik özelliklere sahip, ısıtma fonksiyonlu akıllı bir yelek geliştirilmiştir. Çalışmada çelik malzemeden yapılmış iletken iplikler kullanılarak ısıtıcı paneller üretilmiştir. Bu ısıtıcı panellere uygun olarak optimum bir güç kaynağı, elektronik devre ve bütün bu materyalleri üzerinde taşıyabilecek yelek tasarlanmış ve üretilmiştir. Sistem termal manken üzerinde test edilerek farklı yapılarıdaki ısıtma panelleri ile zamana göre ısıtma karakteristiği ve gerilim değişimleri elde edilmiştir. Elektriksel ve elektronik altyapı açısından sistemde amaçlanan, maksimum pil ömrü ile optimum sıcaklık artışı sağlamak ve elektronik yapının boyutlarını minimize ederek kullanıcıya rahatsızlık vermeden giyilebilir bir yelek tasarlamak olmuştur.

Hertleer ve ark. (2009) itfaiyeci giysisi gibi hacimli bir koruyucu giysiye entegre edilebilecek özellikte olan, yeterli bant genişliğine sahip ilk tekstil esaslı anteni üretmiştir. Çalışmadaki asıl amaç; vücut merkezli iletişim için mukavim ve yeterli bant genişliğine sahip anten üretmek olmuştur.

Şenol, Akkan, Bulgun ve Kayacan (2011) ön ve arka tarafında esnek LED (ışık yayıcı diot) ışık şeritleri bulunan bir tişört geliştirmiştir. Bu amaçla hazırlanan elektronik yapı, yüksek oranda görünebilir özelliğe sahip olması istenen standart bir tişört üzerine monte edilmiştir. Çalışmanın ilk aşamasında sensörler ve LED arayüzleri ile elektronik kontrol ünitesi geliştirilmiştir. İkinci aşamada, tüm elektronik bileşenler, giysi üzerine yerleştirilmiştir. Parçalar arasındaki bağlantılar tekstil esaslı iletken iplikler tarafından sağlanmıştır. Üçüncü aşamada, elektronik donanım ve yazılım ile entegre tişörte testler yapılmıştır. Geliştirilen bu giysi karanlık ortamlarda çalışan insanlar için bir güvenlik önlemi sağlamaktadır. Bu nedenle, sistemin tercihen güvenlik personeli tarafından kullanılacağı belirtilmiştir.

Kaappa ve ark. (2012) tarafından elektrikçilerin güvenliğini sağlayan, gerilimi ölçen koruyucu bir eldiven geliştirilmiştir. Koruyucu eldiven; eğer bir güç kaynağı açılrsa önceden bir mekanik sistem sayesinde kullanıcıyı uyarmaktadır. Bu mekanizmada en önemli bileşen mikrokontrolördür. Buna ek olarak bazı pasif

bileşenlere de (rezistor, kapasitans vb.) ihtiyaç duyulmuştur. Bu mekanik sistem, gerilimi biriktirme özelliğine sahip bir antene sahiptir. Anten işaret parmağına yerleştirilmiştir. Anten, ana materyal ve astarın arasına entegre edilmiştir. Test edilirken anten güç kaynağına dokundurularak test gerçekleştirilmektedir. Eğer gerilim varsa kırmızı uyarı ışığı yanmaktadır. LED ışık eldivenin üst yüzeyindedir ve silikonla kaplanmıştır. Bu eldiven birkaç ay elektrik santralinde kullanılmış ve geri dönüşler olumlu olmuştur.

Yılmaz ve ark. (2012) vücut sıcaklığını ve ortamın sıcaklığını ölçen akıllı bir itfaiyeci ceketi geliştirmiştir. Bu çalışmanın temel amacı, ilgili sensörle koşulları gözlemleyerek tehlikeli ortamda itfaiyecinin hayatını korumaktır. Ceketin kollarında itfaiyecinin görünürlüğünü sağlayan LED şeritler kullanılmıştır. Bu şeritlerin görünürlük özelliği dumanlı ortamda daha da artmaktadır. Bu amaçla bazı bileşenleri ve bir mikroişlemci olan elektronik devre tasarlanmıştır. En son aşamada ise bu devre cekete entegre edilmiştir.

Elektronik ekipmanların kullanıldığı yukarıdaki koruyucu/güvenlik artırıcı akıllı giysi uygulamaları incelendiğinde; bu alanda farklı yönlerde çalışmalar yapıldığı açıkça görülmektedir. Bilim insanları farklı ticari bileşenler kullanarak veya tekstil esaslı yeni elektronik malzemeler üreterek bu alandaki yerlerini almaktadır. Bu çalışmada tüm diğer çalışmalardan farklı olarak yelkencilere özel, pozisyon belirten ve tekmeden düşme anında düşme konumu ile birlikte acil durum mesajı atabilen Bluetooth, GSM ve GPS teknolojilerini bir arada içeren akıllı bir giysi tasarımı yapılması hedeflenmiştir.



## **BÖLÜM İKİ**

### **MATERYAL VE METOT**

Tez çalışması kapsamında; fonksiyonel bir spor giysisi tasarımı yapmak üzere, elektronik fonksiyon içeren ve alternatif malzemeler kullanılarak üretilmiş bir yelken giysisinin tasarlanması hedeflenmiştir. Bu amaçla öncelikle yelkencilerin ihtiyaçlarını belirlemek ve giysiye entegre edilecek en uygun elektronik fonksiyonu saptamak amacı ile yelken sporcularına bir anket uygulanmıştır. Bundan sonraki aşamada; yelken giysilerinde kullanılabilecek alternatif malzemeler üretmek amacı ile polipropilen zemin kumaşa ve karşılaştırma amaçlı olarak pamuklu, poliester ve polamid zemin kumaşlara çeşitli kaplama ve laminasyon işlemleri yapılmıştır. Seçilen optimum özellikteki kumaş ile, oluşturulan elektronik sistemin bir araya getirilebilmesi için bir yelken giysisi fiziksel olarak tasarlanmış ve en uygun tasarım dikilerek, elektronik sistem giysiye monte edilmiştir. Dolayısı ile materyal ve metot bölümlerinde; uygulanan anket çalışması, kaplama ve laminasyon sırasında kullanılan malzemeler ve yöntemler, elektronik sistem için seçilen elektronik malzemeler ve sistem tasarımı ve son olarak da giysinin fiziksel tasarımı süreci ile ilgili detaylı bilgiler verilmiştir.

#### **2.1 Materyal**

##### ***2.1.1 Anket Çalışması***

Yelkencilerin giysilerinden beklentilerini saptamak ve giysiye entegre edilecek en uygun elektronik fonksiyonu belirlemek amacı ile yelkencilere internet ortamında bir anket uygulanmıştır. Anketin hazırlanma ve uygulanma sürecinde Türker Baş'ın (2008) belirttiği sekiz basamaklı bir süreç kullanılmıştır.

Buna göre öncelikle tez kapsamında ihtiyaç duyulan yeni bilgilerin ne olduğu ve bu bilgilere neden ihtiyaç duyulduğu belirlenmiştir. Çalışmanın öncelikli olarak ihtiyaç duyduğu yeni bilgi; yelken giysisinde elektronik bir fonksiyona ihtiyaç duyulup duyulmadığı, eğer böyle bir ihtiyaç varsa da bunun hangi alana yönelik

olduğunu tespit etmek olmuştur. Buna ek olarak yelkencilerin giysi kullanım alışkanlıkları ve giysilerinden bekleedikleri özellikler de anket kapsamında sorgulanmıştır.

Anket tipi olarak internet anketi uygulanması kararlaştırılmıştır. Böylece Türkiye'deki farklı bölgelerde yelken yapan sporculara daha kolay ulaşılması sağlanmıştır. Tüm Türkiye'den çok sayıda yelkenciye anket formu ulaştırılmış ve gönüllü olarak anket formlarının doldurulması sağlanmıştır. Anketin uygulanmasında aşağıda belirtilen iş planı kullanılmıştır:

- Anket sorularının hazırlanması
- Hedef kitlenin belirlenmesi ve kitle üyelerine ulaşma seçeneklerinin tespit edilmesi
- İnternet anketinin oluşturulması
- Ön bilgilendirme mektubunun oluşturulması
- Anketlerin doldurulmasının sağlanması
- Anket cevaplarının dijital ortama aktarılması
- Anket sonuçlarının değerlendirilmesi

Anket soruları oluşturulurken sondan başa doğru gidilmiş ve öncelikle anket sonucunda elde edilmek istenilen sonuçlar tespit edilmiştir. Ardından sorular belirli bir anket düzeninde düzenlenmiş ve aşağıda belirtilen bölümler altında kurallı bir şekilde sıralanmıştır:

- A. Kişisel bilgiler
- B. Yelkenci ihtiyaçlarının belirlenmesi (elektronik fonksiyon gerektiren durumlar)
- C. Kullanılan yelken giysisi çeşitleri
- D. Yelken giysilerinin göstermesi gereken özellikler
- E. Diğer bilgiler ve öneriler

Hazırlanan anket mantık, dil bilgisi vb. süzgeçlerden geçirilmiş ve yapılan düzenlemelerin sonucunda Ek-1’de verilen son halini almıştır. Bu süreç yaklaşık üç ay sürmüştür. Ayrıca Ek-2’de yelkencilere gönderilen dijital ön mektup yer almaktadır.

### ***2.1.2 Kumaş Üretiminde Kullanılan Hammaddeler***

Tezin hedeflerinden biri, yelken giysilerinde kullanılan hammaddelere alternatif olabilecek yeni kumaşların üretimidir. Bu amaçla, su geçirmez kumaş yapıları elde etmek üzere sistematik olarak kaplama ve laminasyon çalışmaları yapılmış ve uygun olan tipler geliştirilecek yelken giysisi prototipinin üretilmesinde kullanılmak üzere seçilmiştir. Sonuç olarak tezin bu bölümünde kullanılan hammaddeler aşağıdaki gibi özetlenebilir:

- Kaplama ve laminasyonda kullanılacak zemin kumaşlar
- Kaplama polimeri ve yardımcı kimyasalları
- Laminasyon filmleri

Aşağıdaki bölümlerde kumaş üretiminde kullanılan hammaddelere ayrıntılı olarak yer verilmiştir.

#### ***2.1.2.1 Zemin Kumaşlar***

Literatür ve ticari giysilerin incelenmesi sonucunda, yelken giysilerinde en çok kullanılan hammaddelerin kaplanmış veya lamine edilmiş poliester ve poliamid kumaşlar olduğu görülmüştür. Tez kapsamında alternatif bir hammadde olarak; yelken giysilerinde, polipropilen esaslı zemin kumaşların kullanılması hedeflenmiştir. Bu nedenle kullanılan zemin kumaşı öncelikli olarak polipropilen kumaş oluşturmaktadır. Sistematik olarak elde edilen kaplanmış ve laminasyonlu polipropilen kumaşların özelliklerini karşılaştırmak üzere benzer özellikteki poliamid, poliester ve pamuklu zemin kumaşlara da bir takım kaplama ve laminasyon işlemleri uygulanmıştır. Yapılan çalışmalar ile polipropilen kumaşlara

yeni kullanım alanlarının sağlanması ve kullanımının yaygınlaştırılması da hedeflenmiştir.

Çalışmada kullanılan polipropilen, poliester, poliamid ve pamuklu zemin kumaşların özellikleri Tablo 2.1'de verilmiştir. Polipropilen zemin kumaşlara sistematik olarak hem kaplama hem de laminasyon işlemleri uygulanmıştır. Pamuklu, poliester ve poliamid zemin kumaşlara ise uygulanan işlemler Tablo 2.1'de verilmiştir.

Tablo 2.1 Kullanılan zemin kumaşların özellikleri

Özellik	PP	PET	Co	PET	PA
İplik tipi	%100 PP multifilament	%100 PET multifilament	%100 Co iplik	%100 PET multifilament	%100 PA multifilament
Örgü	2/2 sağ dimi	bezayağı	bezayağı	bezayağı	bezayağı
Atkı sıklığı (tel/cm)	40	47	24	35	39
Çözümlü sıklığı (tel/cm)	56	76	30	60	47
Gramaj (g/m <sup>2</sup> )	71	78	120	92	68
Uygulanan işlemler	Kaplama Laminasyon	Kaplama	Kaplama	Laminasyon	Laminasyon

#### 2.1.2.2 Kaplama Polimerleri ve Yardımcı Kimyasalları

Polipropilen, poliester ve pamuklu zemin kumaşlara sistematik olarak kaplama işlemleri yapılmıştır. Kaplama işlemlerinde biri yumuşak diğeri ise orta sertlikte olmak üzere iki tip polimerden oluşan su geçirmez ve nefes alabilen poliüretan kaplama polimeri kullanılmıştır. Kaplama patının oluşturulmasında kaplama polimerinin yanı sıra kıvamlaştırıcı, çapraz bağlayıcı ve köpük kesici de kullanılmıştır. Kaplama işlemlerinin öncesinde ise kumaşlara su iticilik işlemi uygulanarak, kaplama patının kumaşın içerisine nüfuz etmesi engellenmiştir. Kaplama patının oluşturulmasında ve su iticilik işleminin yapılmasında kullanılan kimyasallara aşağıda yer verilmiştir.

**Kaplama polimeri 1:** Viskoz bir pat formunda kaplama yapmaya uygundur. Yüksek su buharı geçirgenliği ve su geçirmezlik için kullanılmaktadır. Su bazlıdır ve alifatik polieter esaslı poliüretan dispersiyonu formundadır. Kaplamada yumuşak tutum sağlar. Noniyonik yapıdadır. Hidrofilik segment içerir ve gözeneksiz bir kaplama oluşturur.

**Kaplama polimeri 2:** Diğer özellikleri kaplama polimeri 1 ile aynı olmak üzere sadece orta sertlikte kaplama filmi vermesi ile ayrılır.

**Su itici kimyasal:** Polimerik hiperdallanmış dendrimer içeren sekiz karbonlu (C8) florokarbon (FC) reçinedir. Katyonik karakterlidir. Kaplama, emdirme ve çektirme proseslerine uygundur. Tüm lif tiplerine uygun kaplama ve bitim işlemi imkanları sunmaktadır. Su itici, yağ itici ve kir itici özellik sağlamaktadır.

**Kıvamlaştırıcı 1:** Su bazlı polimerik dispersiyonlar için yüksek konsantrasyonlu akrilik bazlı sentetik kıvamlaştırıcıdır. Anyonik karakterlidir.

**Kıvamlaştırıcı 2:** Poliüretan esaslı bir kıvamlaştırıcıdır. Anyonik karakterlidir.

**Çapraz bağlayıcı 1:** Poliüretan ve poliakrilat gibi sulu polimerik dispersiyonlar için formaldehit içermeyen çapraz bağlama maddesidir. Bloke izosiyanat tipi bir çapraz bağlayıcıdır. Anyonik karakterlidir. 150-170 °C'de kürlenir.

**Çapraz bağlayıcı 2: Imprafix** yaklaşık 130 °C kürlenir.

**Köpük kesici 1:** Silikon içermeyen; hidrokarbon, etoksile yağ asidi ve silisik asiti kimyasal formülünde barındıran bir köpük kesicidir. Noniyonik karakterlidir.

**Köpük kesici 2:** Hava alıcı ve köpük kesici özellik göstermektedir. Kimyasal yapısı solventler, etoksile yağ alkolleri ve polisiloksan bileşikleri karışımından oluşmaktadır. Noniyonik karakterlidir.

### 2.1.2.3 Laminasyon Filmleri

Tez kapsamında; polipropilen, poliester ve poliamid zemin kumaşlara yedi farklı laminasyon filmi kullanarak aynı koşullar altında laminasyon işlemi uygulanmıştır. Laminasyon işleminin yapılmasındaki amaç, kaplama işlemlerinde olduğu gibi su geçirmez ve nefes alabilir kumaş yapılarını oluşturmaktır. Çalışmada kullanılan laminasyon filmlerinin özellikleri Tablo 2.2'de verilmiştir.

Tablo 2.2 Laminasyonda kullanılan filmlerin özellikleri

Film kodu	Hammadde	Film kalınlığı (μ)	Film gramajı (g/m <sup>2</sup> )	Film tipi
1 PU15	poliüretan	15	19	Poliüretan
2 PU15K*	poliüretan	15	17	Poliüretan
3 PU20	poliüretan	20	24	Poliüretan
4 PES12	poliester	12	19	Hidrofilik poliester
5 PES20	poliester	20	24	Hidrofilik poliester
6 PTFEmono	politetrafloretillen	25	16	Monokomponent PTFE
7 PTFEbi	poliüretan kaplanmış politetrafloretillen	35	30	Bikomponent PTFE

\*ayakkabı sektöründen edinilmiş poliüretan membran

Kullanılan laminasyon filmleri poliüretan, poliester, politetrafloretillen ve bikomponent politetrafloretillen olmak üzere dört farklı hammaddeden oluşmaktadır. Bu filmlerden PTFEmono mikrogözenekli yapıda iken, PES12, PES20, PU15, PU15K ve PU20 ise hidrofilik özelliktedir ve mikrogözenek içermemektedir. Bikomponent politetrafloretillen film ise mikrogözenekli bir PTFE membran üzerine gözeneksiz bir poliüretan kaplamanın yapılması ile elde edilmiştir.

### 2.1.3 Elektronik Malzemeler

Yelken giysisine elektronik bir fonksiyon kazandırmak üzere, elektronik bir sistem oluşturulmuştur. Elektronik sistemi oluştururken en kritik nokta optimum boyut ve ağırlıktaki malzemelerin seçimi olmuştur. Bu sayede giysiye fazladan

ağırlık eklenmesi ve bu nedenle sporcunun hareket kabiliyetinin azaltılması engellenmiştir. Elektronik sistemin oluşturulmasında kullanılan elektronik malzemeler aşağıda detaylı olarak verilmiştir.

**Bluetooth modülü:** Bu çalışmada Bluetooth v2.1 EDR modülü kullanılmıştır. Bluetooth modülü hem yelkenci giysilerine hem de tekne merkezine yerleştirileceğinden 2,54 x 2,28 cm boyutlarında ve 8 g ağırlığında olan küçük modüller tercih edilmiştir. Kullanılan Bluetooth modülü düşük güç tüketimine sahiptir. 3,3 V gerilim ile çalışmaktadır. BT 2.0 versiyonlu modülün 3 Mbpslik UART seri kanal hızı ile 721 kbps ile 2.0 Mbps arası hava veri hızı vardır.

**Küresel konumlama sistemi (GPS) modülü:** Çalışmada kullanılan GPS modülü U-Blox çip setli modül aktif antene sahiptir. 50 uydu kanalı 2 Hz güncelleme hızı ile taranmaktadır. Sistemin soğuk başlangıcı 29 s, sıcak başlangıcı 1 s civarındadır. 16 gramlık modülün 4,71 cm uzunluğu (anten dahil) ve 2,29 cm genişliği vardır. Modül 3,3 V gerilim ile çalışır.

**Mikrokontrolörler:** Çalışmada iki tip mikrokontrolör kullanılmıştır. Bunlardan ilki tekne merkezine yerleştirilecek ATmega 2560 esaslı mikrokontrolördür. Bu mikrokontrolör açık kaynak kodlu bir mikroişlemci devresi ve bu devrenin programlanmasına yarayan bir yazılım paketinden oluşmaktadır. Bu mikrokontrolörün seçilmesinin nedeni kullanım kolaylığının olması, ucuz olması, açık kaynak kodlu olması gibi birtakım avantajlarıdır. Mikrokontrolörün bazı özellikleri şu şekildedir: 54 dijital I/O pini vardır. Bunların 14 tanesi PWM çıkışı olarak kullanılabilir. 16 analog girişi, 4 UART (seri kanal), 16 MHz kristal osilatörü, USB bağlantısı, adaptör girişi, ICSP çıkışı ve bir reset butonu vardır. Bu mikrokontrolör 35 g ağırlığındadır ve 10 x 5,5 cm boyutlarındadır.

Çalışmada kullanılan ikinci mikrokontrolör bir mini mikrokontrolördür. Bu mikrokontrolör teknedeki sayfalar üzerine yerleştirilecektir ve nabız okuma işleminde kullanılacaktır. Çeşitli özellikleri şu şekilde özetlenebilir: altı analog giriş, bir pil güç girişi, bir güç düğmesi, bir sıfırlama düğmesi ve delikleri vardır. Altı pin

başlık kuruluna USB güç ve iletişim sağlamak için bir FTDI kablosu ile bağlanabilir. Arduino ile bağımsız olarak interaktif uygulamalar gerçekleştirilebilir. Bu kart 2 g ağırlığındadır ve 1,8 x 3,3 cm boyutlarındadır.

**Nabız sensörü:** Yelkencilerin spor esnasında kalp atış hızlarını takip etmesi amacı ile elektronik sistemde nabız sensörleri kullanılmıştır. Kullanılan nabız sensörü bir prob aracılığı ile kulak memesine veya parmak ucuna takılarak kişinin nabız değerini okuyabilmektedir. Sensörde 1 adet LED lambası bulunmaktadır. Ciltle kulaklık klipsi sayesinde sıkıca temas eden LED lamba, vücuda ışık göndermektedir. Sensörde bulunan ışık sensörü algıladığı yansıyan ışık miktarına göre nabız değerlerini okumaktadır. Sensörde bulunan yükseltici ve gürültü engelleyici donanım, daha güvenilir veriler elde edilmesini sağlamaktadır.

**Mobil iletişim için küresel sistem (GSM) modülü:** İletişimin sağlanması amacı ile bir adet GSM modülü kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan GSM modülü Telit GL865-DUAL GSM kitine sahiptir. Modül; GSM/GPRS 850/900/1800/1900 MHz Quad-band frekansını desteklemektedir. Boyutları 5,8 x 6,2 cm olan modülün ağırlığı 23 g'dır.

**Likit kristal ekran (LCD):** Teknedeki sisteme dahil edilen bu ekrandan bazı sistem ayarlarının ve bilgilerinin okunması sağlanacaktır. Kullanılan LCD ekran 2 x 16 karakter gösterebilmektedir ve arkadan ışıklandırılmaktadır.

**Organik ışık yayan diot (OLED) ekran:** Çalışmada yelken giysilerine monte edilmek üzere OLED ekran kullanılmıştır. OLED ekran 64 x 48 piksel boyutlarında, monokrom siyah üzerinde mavi karakterler gösteren bir ekrandır.

**Bataryalar:** Çalışmada biri tekne merkezinde diğeri ise yelken giysisindeki devre üzerinde kullanılmak üzere, iki farklı tip lityum polimer (Li-Po) batarya kullanılmıştır. Tekne merkezinde kullanılan batarya 7,4 V gerilime ve 4100 mA H güce sahiptir. Yelken giysisinde kullanılacak batarya ise 3,7 V gerilime ve 1050



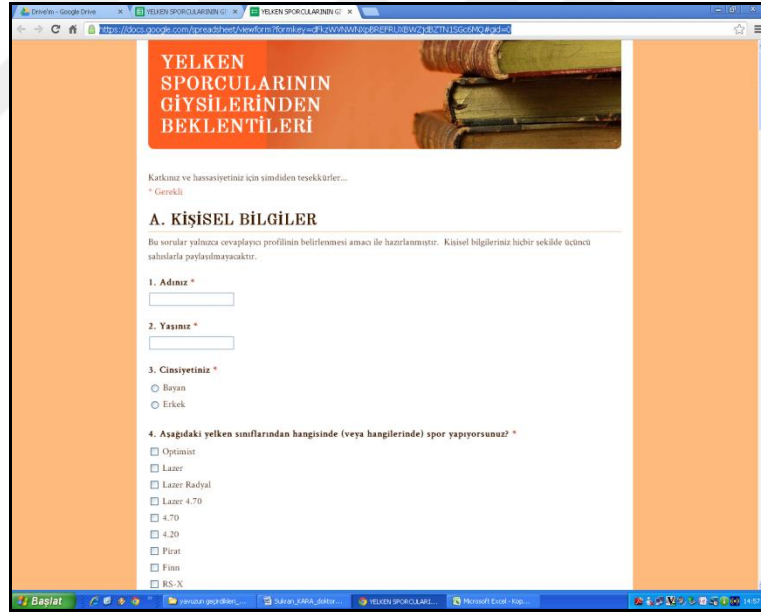
mAH güce sahiptir. Li-Po bataryalar yüksek güç verimliliklerinden dolayı tercih edilmiştir.

## 2.2 Metot

### 2.2.1 Anketin Uygulanması

Anket yelkencilere internet üzerinden gönüllülük esasına göre uygulanmıştır. İlk olarak anket soruları web ortamına Google Dökümanlar olanağından yararlanılarak aktarılmış ve elektronik bir anket formu hazırlanmıştır (Şekil 2.1). Anket formuna aşağıda belirtilen linkten erişilebilmektedir:

<https://docs.google.com/spreadsheet/viewform?formkey=dFkzWVNWNXpBREFRUXBWZjdBZTN1SGc6MQ#gid=0>.



Şekil 2.1 Çalışma kapsamında hazırlanan elektronik anket formu

Anketin sporculara uygulanabilmesi için bir sosyal paylaşım sitesinden yararlanılmıştır. Anket linkinin de bulunduğu bir ön mektup hazırlanmış ve ilgili kişilere gönderilmiştir. Anketin yelkencilere ulaştırılabilmesi için paylaşım sitesi üzerinden sistematik bir yöntem izlenmiştir.

Yelkencilere sosyal paylaşım sitesi üzerinden ulaşılabilmesi amacı ile öncelikle paylaşım sitesinde bulunan tüm yelken kulübü sayfaları, yelken grupları ve bunlara üye olan kişi sayıları tespit edilmiştir. Türkiye çapında toplam 69 yelken kulübü ve grubunun sayfası tespit edilmiştir. Bunlardan 21 adedinin üyelerine ulaşma imkanı bulunmayıp geriye kalan 48 adedine ulaşma imkanı bulunmaktadır. Ulaşılabilen grupların toplam üye sayısı ise 58351 olarak hesaplanmıştır (Ek-3). Türkiye Yelken Federasyonunda verilen rakamlara göre ise (Türkiye Yelken Federasyonu [TYF], b. t.) 12000 civarında lisanslı yelken sporcusu bulunmaktadır. İnternet sayfalarında toplam yelkenci sayısının daha yüksek olmasının nedeni, sporcuların aynı anda birden fazla sayfaya üye olabilmesi ve yelken yapmayanların da bu sayfalara üye olabilesidir.

Anket çalışması kapsamında üyelerine ulaşılabilen 48 adet yelken sayfasından 31'ine ait toplam 5159 kişiye anket linki ve dijital ön mektup gönderilmiştir. Anket gönderme ve cevapların alınma süresi 5 haftalık bir süreci kapsamış ve 150 sporcu sayısına erişildiğinde cevap alımı kapatılmıştır.

### ***2.2.2 Nefes Alabilir - Su Geçirmez Kumaşların Üretimi***

Su geçirmez nefes alabilir kumaşların üretimi süreci kumaş kaplamalarının yapılması ve laminasyon işlemlerini kapsamaktadır.

#### ***2.2.2.1 Kaplanmış Kumaşların Üretimi***

Yelken giysilerinde kullanılacak alternatif bir hammadde oluşturmak üzere polipropilen zemin kumaşlara kaplama işlemleri yapılmıştır. Polipropilen kumaşların su geçirmezlik özelliklerini karşılaştırmak üzere aynı sistematik kullanılarak poliester ve pamuklu kumaşlara da kaplama işlemi uygulanmıştır.

Kaplama reçetesi, yapılan ön denemeler ve tedarikçi firma önerileri doğrultusunda oluşturulmuştur ve Tablo 2.3'te verilmiştir.

Tablo 2.3 Kaplamada kullanılan reçete

<b>Kimyasal madde</b>	<b>Miktar</b>
Kaplama polimeri 1	200 kısım
Kaplama polimeri 2	685 kısım
Çapraz bağlayıcı 1 veya 2	100 kısım 50 kısım
Köpük kesici 1	5 kısım
Köpük kesici 2	5 kısım
Kıvamlaştırıcı 2	5 kısım
Kıvamlaştırıcı 1	Viskoziteyi 9000-10000 cps yapana kadar eklenir.

Tablo 2.3'te verilen reçete kullanılarak şu prosedüre göre kaplama patı oluşturulmuştur: Öncelikle kaplama polimeri 1 ve kaplama polimeri 2, 400 rpm'de mekanik karıştırıcı kullanılarak karıştırılır. Sonra sırası ile köpük kesici 1 ve köpük kesici 2 polimer karışımına eklenir. Bunu takiben 50 kısım veya 100 kısım olarak belirtilen çapraz bağlayıcı 1 veya çapraz bağlayıcı 2 sisteme eklenir. Karışma işlemi devam ederken kıvamlaştırıcı 2 eklenir ve viskozite 5000-6000 cps'a çıkarılır. Kıvamlaştırıcı 1 eklenir ve pH 8,5-9'a ayarlanır. Kıvamlaştırıcı 1, yaklaşık 2000 rpm'de karıştırma işlemi devam ederken, viskozite 9000-10000 cps'e yükselene kadar az miktarlarda eklenmeye devam edilir.

Kaplama sistematüğinde yer alan bazı numunelere, kaplama işlemi öncesinde su iticilik ön işlemi uygulanmıştır. Bunun nedeni, kaplama patının zemin kumaşın içerisine nüfuz etmesini engellemek ve yüzeyde kesiksiz bir polimer filmi oluşmasını sağlamaktır. Ön işlem reçetesi 60 g/l su iticilik maddesinden oluşmaktadır. Polipropilen kumaşlarda su iticilik maddesinin alımının artması için, sıcaklıkla buharlaşarak uzaklaşan bir ıslatıcı 10 g/l miktarında flotteye eklenmiştir. Su iticilik flottesinin pH değeri 5,5'e ayarlanmıştır. Su itici kimyasal ile ön işleme tabi tutulmuş kumaşların aldıkları flotte oranları % 81 ile % 100 arasındadır.

Yukarıda belirtilen reçeteler kullanılarak kumaşlara toplam 28 farklı çeşit kaplama işlemi uygulanmıştır. Kumaşlar; su itici ön işleme tabi tutulmaları, çapraz bağlayıcı oranı (% 5-% 10), çapraz bağlayıcı tipi (çapraz bağlayıcı 1 veya çapraz bağlayıcı 2), hammaddeleri (polipropilen, poliester ve pamuk), fiksaj sıcaklığı (130 °C ve 160 °C) ve fiksaj sürelerine (2 veya 10 dk) bağlı olarak çeşitlendirilmişlerdir. Her bir kumaş numunesi için Şekil 2.2'de gösterildiği gibi üç kez ard arda numune tipi kaplama makinesinde kaplama yapılmış ve her bir katın kaplanmasının ardından, işletme koşullarının simüle edilmesi amacı ile, poliester ve pamuklu kumaşlar 120 °C' de 2 dk, polipropilen kumaşlar 100 °C'de 2 dk süre ara kurutmaya tabi tutulmuştur. Kaplama işlemleri tamamlanmış olan poliester ve pamuklu kumaşlar 160°C'de, polipropilen kumaşlar ise 130 °C'de 2 dk veya 10 dk süre ile fikse edilmiştir. Çapraz bağlayıcı 2, daha düşük sıcaklıkta (130 °C) kürlendiğinden sadece polipropilen kumaşların kaplanmasında kullanılmıştır. Ayrıca, deneme amaçlı olarak poliester kumaşa da aynı pat uygulanıp, yüksek sıcaklıkta (160 °C) fikse edilmiştir (Şekil 2.2). Kaplama işlemleri Ataç marka numune kaplama makinasında, kurutma işlemleri ise laboratuvar tipi bir buharlayıcı ramözde yapılmıştır.

Polipropilen, poliester ve pamuklu kumaşlara uygulan deney planları sırası ile Şekil 2.3, 2.4 ve 2.5'te verilmiştir. Ayrıca Şekil 2.6 ve Şekil 2.7'de çapraz bağlayıcı tipinin etkisini görebilmek amacı ile yapılan denemeler de gösterilmiştir.

Ön işlem (su iticilik)



Ara kurutma



Rakleli kaplama

1. katman



Ara kurutma



Rakleli kaplama

2. katman



Ara kurutma



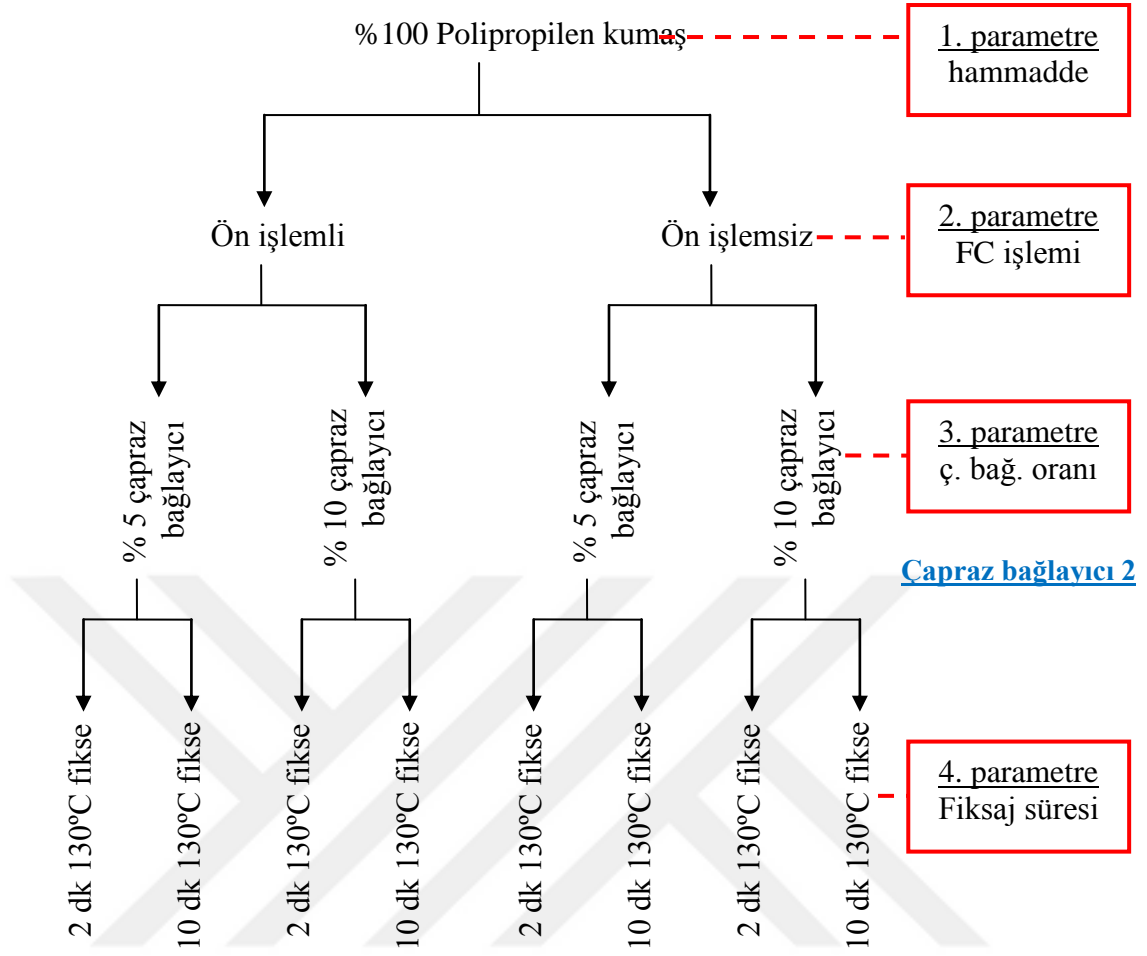
Rakleli kaplama

3. katman

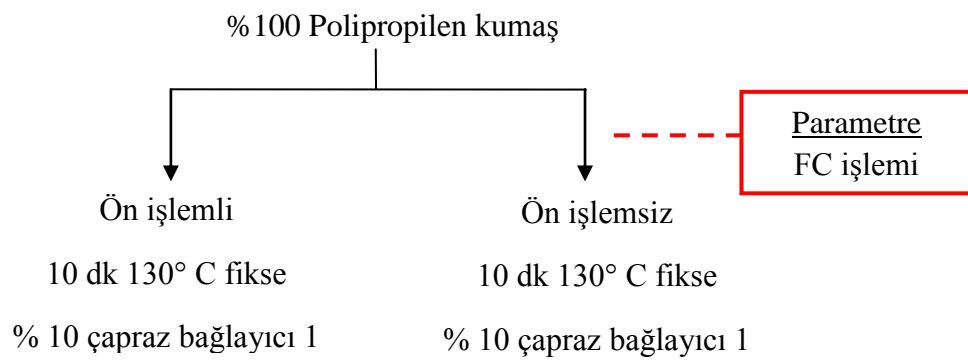


Kürleme- PP- 130 °C  
PET, Co- 160 °C

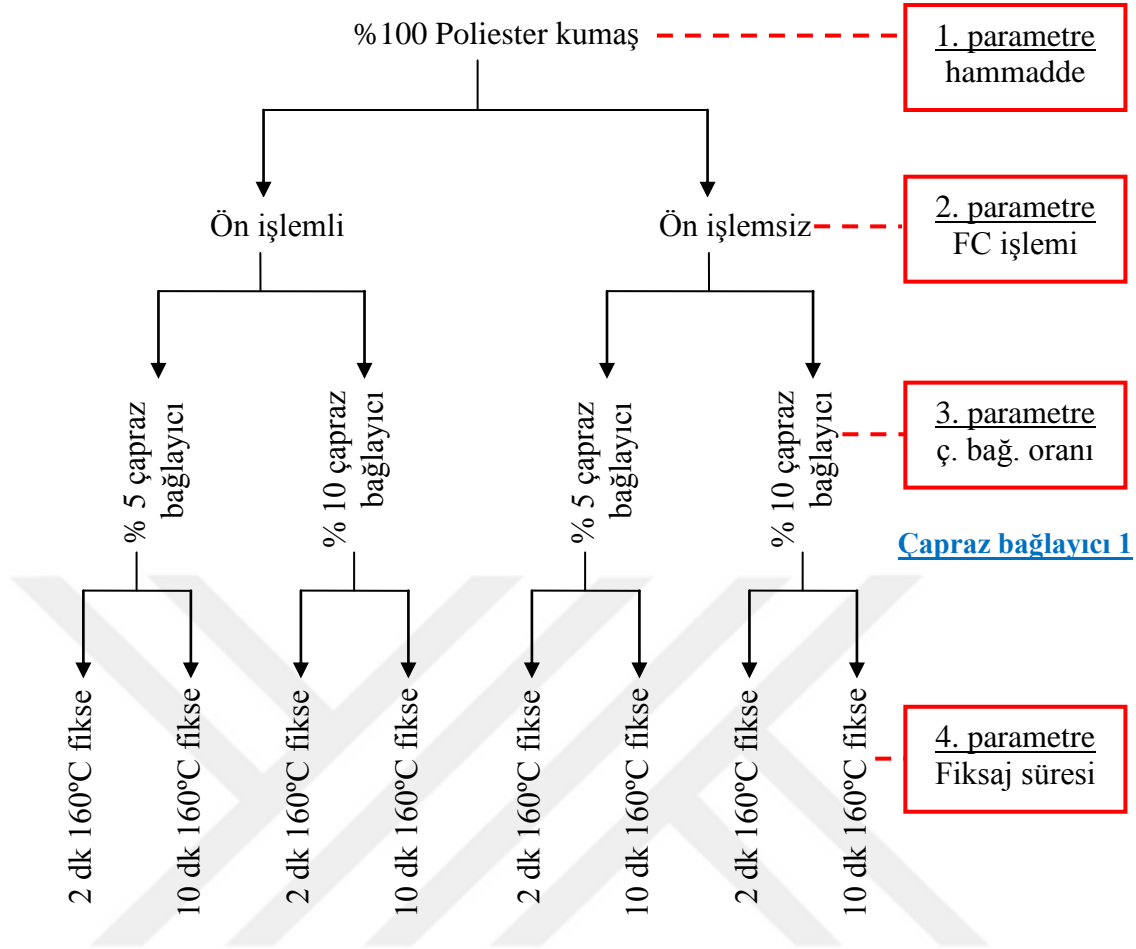
Şekil 2.2 Numunelere uygulanan kaplama prosedürü



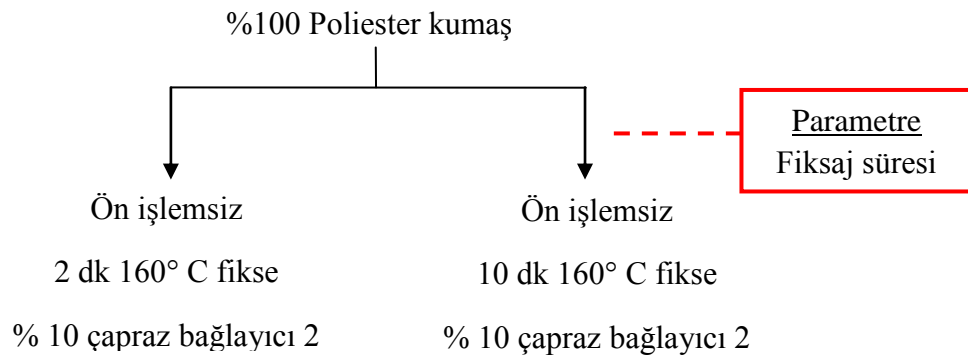
Şekil 2.3 Polipropilen kumaşlara uygulanan deney planı



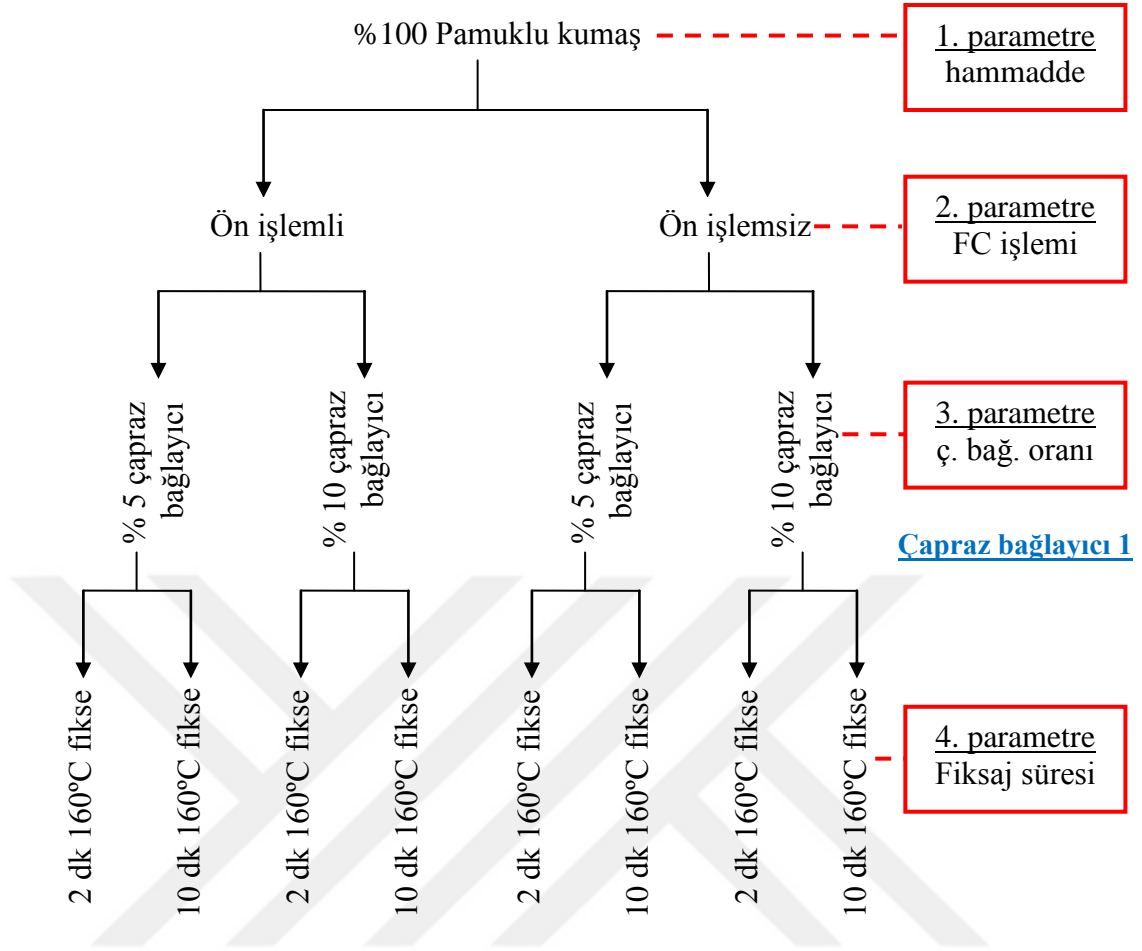
Şekil 2.4 Polipropilen kumaşlarda çapraz bağlayıcı 1' in etkisinin incelenmesi



Şekil 2.5 Poliester kumaşlara uygulanan deney planı



Şekil 2.6 Poliester kumaşlarda çapraz bağlayıcı 2'nin etkisinin incelenmesi



Şekil 2.7 Pamuklu kumaşlara uygulanan deney planı

Polipropilen, poliester ve pamuklu kumaşlara sistematik olarak uygulanan işlemler ve kumaş kodları Tablo 2.4'te, polipropilen ve poliester kumaşlara çapraz bağlayıcı tipinin etkisini görmek amacı ile yapılan işlemler ve elde edilen numunelerin kodları ise Tablo 2.5'te verilmiştir.



Tablo 2.4 Kumaşlara sistematik olarak uygulanan işlemler ve numune kodları

Kumaş kodu	Hammadde	FC işlemi	Kaplama	Ç.B. oranı	Ç. B. tipi	F. Sıc.(°C)	F.süresi (dk)
Co Z	Co	Yok	Yok	-	-	-	-
Co FC	Co	Var	Yok	-	-	-	-
CoFC5-2	Co	Var	Var	%5	Ç. B. 1	160	2
CoFC5-10	Co	Var	Var	%5	Ç. B. 1	160	10
CoFC10-2	Co	Var	Var	%10	Ç. B. 1	160	2
CoFC10-10	Co	Var	Var	%10	Ç. B. 1	160	10
Co5-2	Co	Yok	Var	%5	Ç. B. 1	160	2
Co5-10	Co	Yok	Var	%5	Ç. B. 1	160	10
Co10-2	Co	Yok	Var	%10	Ç. B. 1	160	2
Co10-10	Co	Yok	Var	%10	Ç. B. 1	160	10
PET Z	PET	Yok	Yok	-	Ç. B. 1	160	-
PET FC	PET	Var	Yok	-	Ç. B. 1	160	-
PET FC5-2	PET	Var	Var	%5	Ç. B. 1	160	2
PETFC5-10	PET	Var	Var	%5	Ç. B. 1	160	10
PETFC10-2	PET	Var	Var	%10	Ç. B. 1	160	2
PETFC10-10	PET	Var	Var	%10	Ç. B. 1	160	10
PET5-2	PET	Yok	Var	%5	Ç. B. 1	160	2
PET5-10	PET	Yok	Var	%5	Ç. B. 1	160	10
PET10-2	PET	Yok	Var	%10	Ç. B. 1	160	2
PET10-10	PET	Yok	Var	%10	Ç. B. 1	160	10
PP Z	PP	Yok	Yok	-	-	-	-
PP FC	PP	Var	Yok	-	-	-	-
PP FC5-2	PP	Var	Var	%5	Ç. B. 2	130	2
PPFC5-10	PP	Var	Var	%5	Ç. B. 2	130	10
PPFC10-2	PP	Var	Var	%10	Ç. B. 2	130	2
PPFC10-10	PP	Var	Var	%10	Ç. B. 2	130	10
PP5-2	PP	Yok	Var	%5	Ç. B. 2	130	2
PP5-10	PP	Yok	Var	%5	Ç. B. 2	130	10
PP10-2	PP	Yok	Var	%10	Ç. B. 2	130	2
PP10-10	PP	Yok	Var	%10	Ç. B. 2	130	10

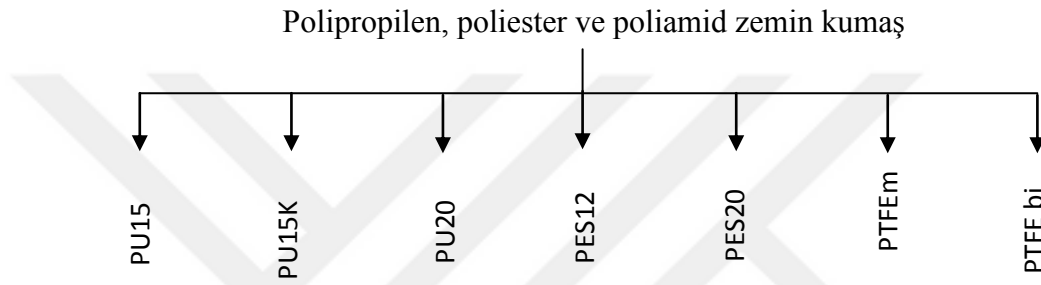
Tablo 2.5 Poliester ve polipropilen kumaşlara çapraz bağlayıcı tipinin etkisini görmek için uygulanan işlemler ve numune kodları

Kumaş kodu	Hammadde	FC işlemi	Kaplama	Ç.B.oranı	Ç. B. tipi	F. Sıc.(°C)	F.süresi (dk)
PP60	PP	Var	Var	%10	Ç. B. 1	130	10
PP70	PP	Yok	Var	%10	Ç. B. 1	130	10
PETA	PET	Yok	Var	%10	Ç. B. 2	160	2
PETB	PET	Yok	Var	%10	Ç. B. 2	160	10

### 2.2.2.2 Lamine Kumaşların Üretimi

Yelken giysilerinde kullanılabilir alternatif bir hammadde oluşturmak üzere polipropilen zemin kumaşlara kaplama işlemlerinin yanı sıra laminasyon işlemleri de yaptırılmıştır. Polipropilen numunelerin çeşitli özelliklerini karşılaştırmak üzere aynı koşullar altında poliester ve poliamid kumaşlara da laminasyon işlemi yaptırılmıştır.

Laminasyon işlemleri işletme tipi bir sıcak eriyik laminasyon cihazında (Zappa Reaktif Hot Melt Laminasyon Makinası, İtalya), tüm zemin kumaş ve laminasyon filmi tipleri için aynı koşullar altında ve aynı makine parametreleri kullanılarak yapılmıştır. Filmler zemin kumaşa 100 °C'de 9800 mps viskozitedeki reaktif poliüretan eriyik yapıştırıcısı ile lamine edilmiştir. Laminasyon işlemi 9 m/dk hızla gerçekleştirilmiştir. Toplamda üç farklı hammadde kullanılarak üretilmiş 21 tip lamine kumaş elde edilmiştir. Deney planı Şekil 2.8'de numune kodları ve laminasyon detayları ise Tablo 2.6' da verilmiştir.



Şekil 2.8 Kullanılan kumaşlar ve laminasyon filmleri

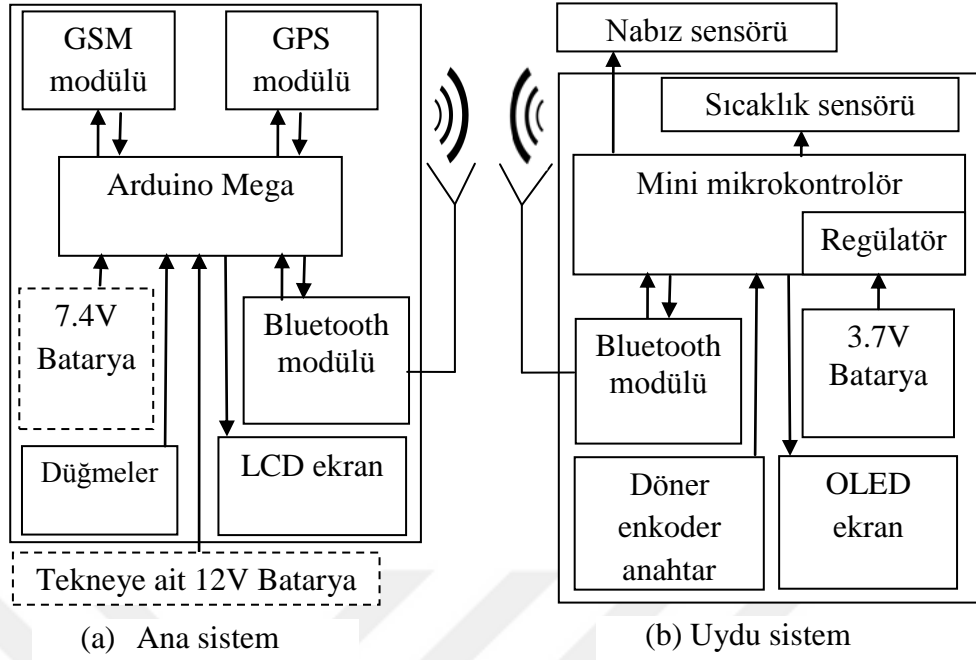
Tablo 2.6 Numunelere uygulanan laminasyon detayları ve kumaş kodları

Kumaş kodu	Hammadde	Laminasyon filmi	Film kalınlığı (μ)
PP-Z	PP	-	-
PP-PU15	PP	poliüretan	15
PP-PU15K	PP	poliüretan	15
PP-PU20	PP	poliüretan	20
PP-PES12	PP	poliester	12
PP-PES20	PP	poliester	20
PP-PTFEmono	PP	politetrafloretillen	25
PP-PTFEbi	PP	PU kaplı PTFE	35
PET-Z	PET	-	-
PET-PU15	PET	poliüretan	15
PET-PU15K	PET	poliüretan	15
PET-PU20	PET	poliüretan	20
PET-PES12	PET	poliester	12
PET-PES20	PET	poliester	20
PET-PTFEmono	PET	politetrafloretillen	25
PET-PTFEbi	PET	PU kaplı PTFE	35
PA-Z	PA	-	-
PA-PU15	PA	poliüretan	15
PA-PU15K	PA	poliüretan	15
PA-PU20	PA	poliüretan	20
PA-PES12	PA	poliester	12
PA-PES20	PA	poliester	20
PA-PTFEmono	PA	politetrafloretillen	25
PA-PTFEbi	PA	PU kaplı PTFE	35

### 2.2.3 Elektronik Sistemin Donanım ve Yazılımının Oluşturulması

Yelken giysisine elektronik bir fonksiyon kazandırmak üzere, elektronik bir sistem oluşturulmuştur. Elektronik sistemin oluşturulması ve gerekli malzemelerin seçilmesinde en etkili faktör yelkencilere uygulanan anketin sonuçları olmuştur. Detayları Bulgular ve Tartışma bölümünde verilecek olan anketin, elektronik fonksiyon ile ilgili en önemli tespitleri; sporcuların nadiren de olsa denize düşmesi, koordinatlarını güvenlik merkezine iletecek bir elektronik sistemin güvenliklerini artıracığı bilgisi ve yelken yaparken kalp atış hızlarını bilmelerinin sporcular için önemli olduğunun belirtilmesidir. Bu bilgilerden yola çıkılarak yelken giysisine entegre edilecek elektronik fonksiyona karar verilmiş ve gerekli çalışmalara başlanmıştır.

Elektronik sistemin asıl fonksiyonunu, nasıl çalışacağını ve hangi bileşenleri içereceğini belirlemek amacı ile öncelikle Dokuz Eylül Üniversitesi Elektrik ve Elektronik Mühendisliği Bölümü ve İzmir Meslek Yüksekokulu Mekatronik Bölümünde bulunan çalışma ekibiyle bir senaryo hazırlanmıştır. Bu senaryoya göre elektronik sistem iki alt sistemden oluşmaktadır. İlk alt sistem *ana sistem* olarak isimlendirilmektedir ve teknenin merkezine yerleştirilecektir. Ana sistem; bir adet GSM modülü, bir adet ana mikrokontrolör, bir adet 7,4 V' luk batarya, bir adet karakter LCD ekran ve bir adet döner enkoder anahtar içermektedir. Bu alt sistemin kurulmasındaki amaç; yelkencilerin teknedeki varlık/yokluk durumunu tespit etmesi, düşen bir kişi varsa düştüğü andaki konumunu ve düşüş anını belirlemesi, düşen kişi bilgilerini bir güvenlik merkezine SMS yolu ile göndermesidir. Ana sistem ayrıca dış ortam sıcaklığı ve nabız bilgilerini de tespit ederek, LCD ekranda kişilerin varlık/yokluk durumları ile birlikte göstermektedir. Sistem ayarları düğmeler ve LCD ekran aracılığıyla yapılabilmektedir. Ana sistemin blok şeması Şekil 2.9 (a)'da verilmiştir.

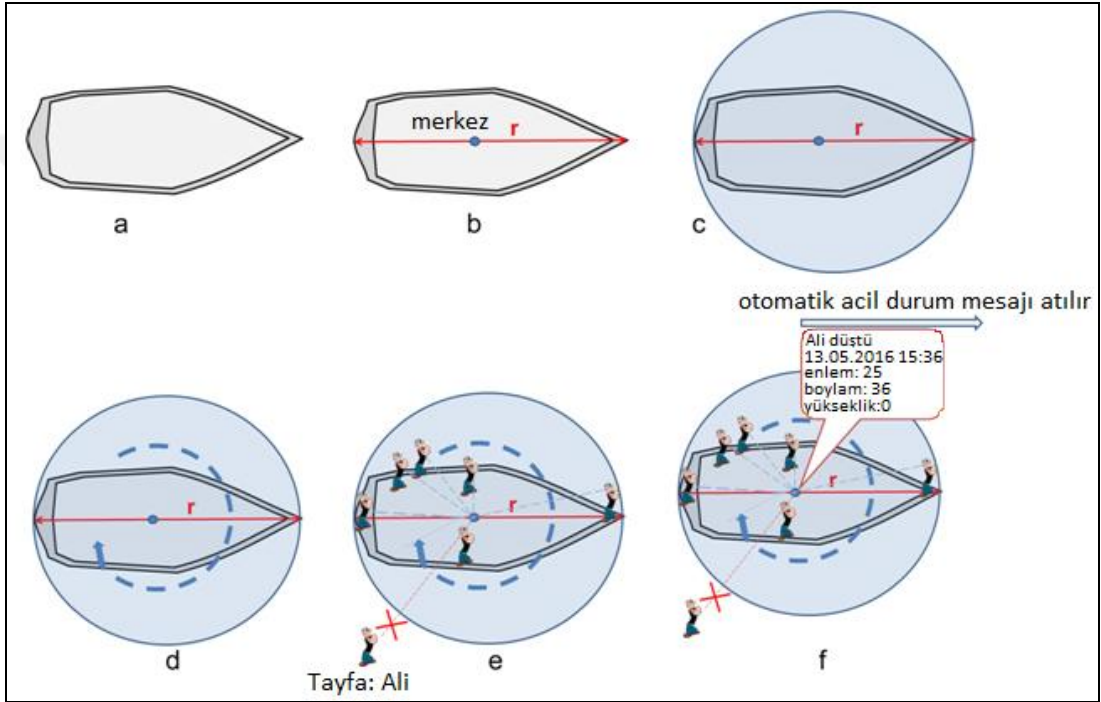


Şekil 2.9 Donanım blok şemaları

İkinci alt sistem uydu sistem olarak adlandırılmaktadır. Uydu sistem sayısı mevcut donanım ile dokuza kadar çıkarılabilmektedir. Her bir uydu sistem bir adet yelkencinin giysisine monte edilecek şekilde tasarım aşaması yapılmıştır ve tez kapsamında bir adet uydu sistem prototipi geliştirilmiştir. Uydu sistem; bir adet Bluetooth modülü, bir adet nabız sensörü, bir adet sıcaklık sensörü, bir adet açma-kapama anahtarı, bir adet 3,7 V batarya ve bir adet OLED ekran içermektedir. Uydu sistemin blok şeması Şekil 2.9 (b)'de verilmiştir. Yelkencilerin nabız atış hızları ve dış ortam sıcaklığı ilgili sensörler tarafından algılanıp OLED ekranda gösterilmektedir. Ayrıca bu iki sensörden alınan bilgiler oluşturulan yazılım aracılığıyla uydu sistemin adı olarak atanmakta ve ana sistemin LCD ekranında da görülmektedir.

Ana sistemdeki Bluetooth modülü her bir tarama yaptığında uydu sistemlerdeki Bluetooth modüllerini tespit etmektedir ve yelkencinin teknede bulunduğunu teyit etmektedir. Ana sistem uydu sistemlerin varlığını belirli aralıklarla ve sürekli bir şekilde taramaktadır. Ana sistemdeki Bluetooth modülü, kendisine önceden tanımlanmış olan herhangi bir uydu sistemini kapsama alanı içerisinde tespit edemezse, bu durumda yelkencinin teknede olmadığını anlamaktadır ve o andaki

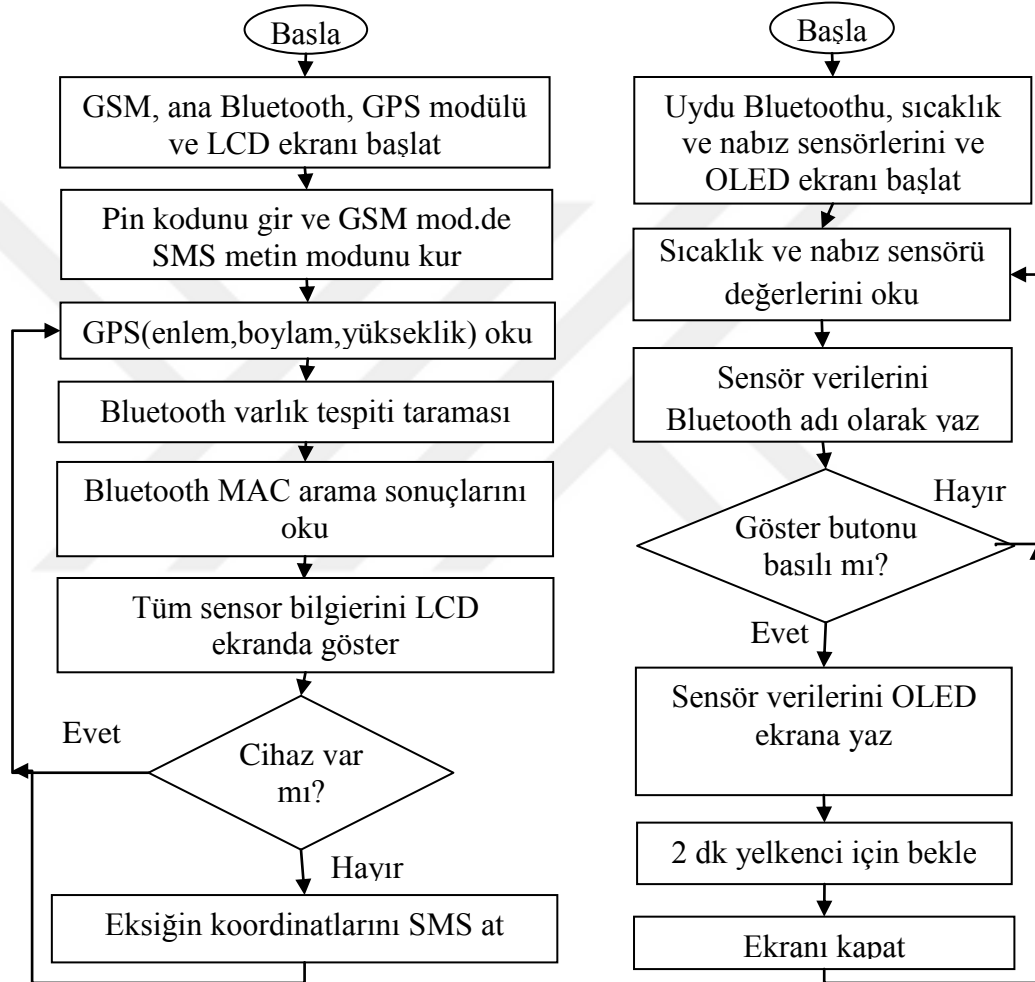
GPS verilerini ve zaman verisini okuyup, gerekli bilgileri daha önce tanımlanan bir güvenlik merkezine GSM modülünü kullanarak SMS formunda göndermektedir. Çalışmada kullanılan Bluetooth modüllerinin kapsama alanı 10 m'dir. Bu uzaklık bir teknenin boyuna denk gelmektedir. Dolayısı ile denize düşerek tekne merkezinden 10 m'den fazla uzaklaşan her bir yelkenci riskli durumda görülüp, güvenlik merkezine gerekli bilgiler gönderilecektir. Yukarıda belirtilen senaryo şematik olarak Şekil 2.10'da gösterilmiştir.



Şekil 2.10 Elektronik sistemi oluşturmada kullanılan senaryonun şematik olarak gösterilmesi

Gerekli senaryo çalışma ekibi tarafından oluşturulduktan sonra, donanımın bir araya getirilmesi ve uygun yazılımın oluşturulması çalışma ekibindeki Elektrik ve Elektronik Mühendisleri tarafından gerçekleştirilmiştir. Donanımın bir araya getirilmesinde delikli pertanaklar ve kablolar kullanılmıştır. Elektronik sistem bileşenleri minimum hacim kaplayacak şekilde bir araya getirilmiştir ve hazırlanan ön prototipler birkaç kere modifiye edilerek giysiye ve tekneye monte edilecek son halini almıştır.

Elektronik sistemin çalışabilmesi için Arduino C programı kullanılarak hem ana sistem hem de uydu sistem için uygun yazılımlar oluşturulmuştur. Yazılımların oluşturulmasında kullanılan algoritmalar ana hatları ile Şekil 2.11' de verilmiştir. Ana sistemin sadece kendi teknesindeki yelkencilere ait Bluetooth modüllerini taraması için, uydu sistemlerdeki Bluetooth modüllerinin cihaz sınıfları (class of device-COD), ana sisteme yazılım yolu ile tanıtılmıştır.



Şekil 2.11 Ana sistem (sol) ve uydu sistem (sağ) için temel yazılım algoritması

#### 2.2.4 Kumaşlara Uygulanan Testler

Kaplama ve laminasyon işlemleri yapılmış olan kumaşlara çeşitli testler yapılarak birtakım özellikleri belirlenmiştir. Tez kapsamında, su geçirmez yelken giysileri üzerine odaklanıldığından öncelikle kumaşların su geçirmezlikleri belirlenmiştir.

Ardından uygun özellikteki numunelerin geçirgenlik özelliklerini tespit etmek üzere su buharı geçirgenlikleri ve hava geçirgenlikleri, mekanik özelliklerini test etmek amacı ile aşınma mukavemetleri, kopma mukavemetleri, yırtılma mukavemetleri ve eğilme dirençleri; fiziksel özelliklerini belirlemek amacı ile ise gramajlarında ve kalınlıklarında meydana gelen değişimler belirlenmiştir.

Yelken giysisi tasarımında en önemli parametre su geçirmezlik olduğundan, numunelerin yıkama öncesi su geçirmezlik değerlerinin belirlenmesinin yanı sıra yıkama sonrası su geçirmezlik değerleri de tekrar test edilerek değerlendirilmiştir.

Zemin kumaşların ve laminasyon filmlerinin yüzey özellikleri taramalı elektron mikroskobu kullanılarak incelenmiştir. Bu testlere ek olarak, lamine bazı numuneler su geçirmezlik sonuçlarına bağlı olarak FTIR (Fourier Transform Infrared Spektroskopisi) analizine tabi tutulmuştur.

#### *2.2.4.1 Zemin Kumaşların ve Laminasyon Filmlerinin SEM İncelemesi*

Çalışmada kullanılan zemin kumaşlar ve laminasyon filmleri, Jeol 6060 marka taramalı elektron mikroskobu (Tokyo, Japonya) kullanılarak incelenmiştir. Farklı büyütme oranlarında elde edilen SEM fotoğrafları, zemin kumaşların yüzey özelliklerinin incelenmesi ve laminasyon filmlerinin gözenekli yapıda olup olmadığının belirlenmesi için kullanılmıştır.

#### *2.2.4.2 Kumaş Gramajı ve Yıkama Sonrası Gramaj Değişimi*

Kaplama ve laminasyon işlemlerinin numunelerin ağırlıklarında meydana getirdiği değişimi incelemek üzere, zemin kumaşların ve işlem görmüş numunelerin gramajları tespit edilmiştir. Gramaj tespitinde 10x10 cm boyutlarında kesilmiş numunelerden yararlanılmıştır. Her bir numuneden beşer ölçüm yapılarak ortalama gramaj değerleri tespit edilmiştir. Gramaj tespiti TS 251'e uygun olarak yapılmıştır.

Kumaşlara yapılan işlemlerin yıkamaya karşı dayanımının belirlenebilmesi için kumaşlar standart yıkama işlemine tabi tutulmuştur. Numuneler TS 5720 EN ISO 6330-2002 6A standardına göre ev tipi yıkamaya tabi tutulmuştur. Standardın alt tipini belirlemede daha önce incelenen yelken giysilerinin yıkama talimatlarından yararlanılmıştır. A tipi çamaşır makinesinde, 40 °C ana yıkama sıcaklığında, 4 g/lt fosfatsız ve optik beyazlayıcı içermeyen ECE referans deterjanı kullanılmış ve doğru boyunca askılı kurutma yöntemi uygulanmıştır. Yıkama ve yıkama sonrası gramaj tartımı ve su geçirmezlik testleri kaplanmış numuneler için üçer örnek, lamine numuneler için beşer örnek üzerinden yapılmıştır.

#### *2.2.4.3 Kumaş Kalınlıklarının Belirlenmesi*

Normal koşullar altında, kaplanmış veya lamine edilmiş kumaşların yüzeyinde film halinde bir polimer tabakası oluşup kalınlığının artması beklenmektedir. Bu nedenle numunelerin kalınlıklarında meydana gelen değişimin belirlenmesi amacı ile James Heal RxB Cloth Thickness Tester isimli cihaz kullanılarak kalınlık ölçümü yapılmıştır. Her bir tipten beşer tekrar yapılarak ortalaması alınmıştır. Kumaş kalınlığının belirlenmesi için kullanılan baskı miktarı 5 gf/cm<sup>2</sup>'dir. Test için TS 7128 EN ISO 5084 standardı kullanılmıştır.

#### *2.2.4.4 Su Geçirmezlik Testi*

Numunelerin su geçirmezlik özellikleri TSE 257 EN 20811 standardına göre Textest FX 3000 Hydrostatic Head Tester III cihazı kullanılarak belirlenmiştir. Test sıvısı olarak saf su kullanılmıştır ve test sırasında suyun basınç gradienti 60 cm/dk tutulmuştur. Test alanı 100 cm<sup>2</sup>'dir. Kumaş yüzeyinden üçüncü damlanın çıktığı su basıncı su geçirmezlik değeri olarak kaydedilmiştir. Her bir kaplanmış numune için üçer örnek, her bir lamine numune için ise beşer örnek test edilmiş ve ortalamaları alınmıştır.

Numunelerden su geçirmezlik için belirlenen 130 cm su sütunu alt sınırını geçenler 20 yıkamaya kadar tekrarlı yıkamalara maruz bırakılmıştır ve beş, 10 ve 20



yıkamadan sonra su geçirmezlikleri yeniden tespit edilmiştir. Yıkamalar sonrası su geçirmezlik özelliğini sağlayan numunelerin, mekanik ve diğer geçirgenlik özellikleri test edilirken, beş yıkama sonrasında su geçirmezlik alt sınırını sağlamayan numunelere diğer testler uygulanmamıştır.

#### *2.2.4.5 Su Buharı Geçirgenliği Testi*

Kumaşların su buharını geçirmeleri, nefes alabilirlikleri ile ilgilidir. Kumaşların su buharı geçirgenliklerini test etmek üzere SDL Atlas International M261 model su buharı geçirgenliği ölçüm cihazı kullanılmış ve BS 3424-Bölüm 34 standardından yararlanılmıştır. Kumaşların geçirdiği su buharı miktarı; 1. ve 25. saat sonrasında yapılan tartımlar sonucu belirlenmiş ve su buharı geçirgenlik indeksleri hesaplanmıştır. Zemin kumaşlar ve her bir lamine kumaş için standarda göre üçer örnek test edilmiş ve ortalamaları alınmıştır.

#### *2.2.4.6 Hava Geçirgenliği Testi*

Yapılan işlemlerin kumaşların hava geçirgenliğine etkisini incelemek üzere numunelerin hava geçirgenlikleri ölçülmüştür. Bunun için Textest FX3300 hava geçirgenlik test cihazı kullanılmıştır. ISO 9237'ye göre 100 Pa hava basıncı kullanılarak ölçüm yapılmıştır. Kumaşların 20 cm<sup>2</sup>'lik yerlerinden ölçüm yapılmış ve toplamda her bir kumaş için 10 tekrar yapılarak ortalaması alınmıştır.

#### *2.2.4.7 Kumaş Kopma Mukavemeti Testi*

Numunelerin kopma mukavemeti TS EN ISO 13934-1 standardına göre belirlenmiştir. Şerit halinde kesilmiş numunelerin kopma mukavemetleri ve kopma uzamaları 100 mm/dk hız kullanılarak tespit edilmiştir. Deney, atkı ve çözüğü yönünde beşer örnek test edilerek gerçekleştirilmiştir. Deneylerin yapılabilmesi için Instron 4411 Çok Amaçlı Mukavemet Ölçer kullanılmıştır.

#### 2.2.4.8 Kumaş Yırtılma Mukavemeti Testi

Numunelerin yırtılma dirençlerinin belirlenmesi amacıyla TS EN ISO 13937-2 standardına göre numuneler test edilmiştir. Numunelerin test edilmesi için pantolon biçimindeki test örnekleri hazırlanmış ve tek yırtmalı dil metodu kullanılmıştır. Numunelerin yırtılma mukavemetleri atkı ve çözümlü yönünde beşer örneğin test edilmesi ile elde edilmiştir. Deneylerin yapılabilmesi için Instron 4411 Çok Amaçlı Mukavemet Ölçer kullanılmıştır.

#### 2.2.4.9 Kumaş Eğilme Direncinin Belirlenmesi

Lamine numunelerin bir kısmı kendi üzerine bükülme eğilimi gösterdiği için, numunelerin eğilme direnci ASTM D1388 standardı B seçeneğine göre kalp halkası test metodu kullanılarak belirlenmiştir. Test örneğinin eni 25 mm, boyu 300 mm olacak şekilde numuneler hazırlanmıştır. Numunelerin ölçümleri, atkı ve çözümlü yönünde beşer örnek kullanılarak yapılmıştır. Elde edilen ölçüm sonuçlarından yola çıkılarak 2.1 ve 2.2 formüllerine göre numunelerin atkı ve çözümlü yönündeki eğilme dirençleri ( $B_{\check{c}}$ ,  $B_a$ ) ile genel eğilme dirençleri hesaplanmıştır (Hu, 2004). Eğilme direncini hesaplamada kullanılan eğilme uzunluğu ( $c$ ),  $f_2(\theta)$  ve  $\theta$  ise sırası ile 2.3, 2.4 ve 2.5 formülleri kullanılarak hesaplanmıştır.

$$\text{Eğilme direnci} = B = 0,1 \cdot w \cdot c^3 \text{ [mg.cm]} \quad (2.1)$$

$$\text{Genel eğilme direnci} = (B_{\check{c}} \cdot B_a)^{1/2} \text{ [mg.cm]} \quad (2.2)$$

$$\text{Eğilme uzunluğu} = c = 0,1337L \cdot f_2(\theta) \text{ [cm]} \quad (2.3)$$

$$f_2(\theta) = (\cos\theta / \tan\theta)^{1/3} \quad (2.4)$$

$$\theta = 32,85 \cdot ((l - 0,1337L) / 0,1337L) \text{ [}^\circ\text{]} \quad (2.5)$$

Burada  $L$  ölçüm uzunluğunu [cm],  $w$  gramajı [ $g/cm^2$ ],  $l$  halka uzunluğunu [cm] ifade etmektedir.

#### *2.2.4.10 Kumaş Aşınma Dayanımının Belirlenmesi*

Numunelerin aşınmaya karşı direnci TS EN ISO 12947-3 standardına göre belirlenmiştir. Bu amaçla Nu-Martindale Aşınma ve Boncuklanma Test Cihazı (James H. Heal Co. Ltd.) kullanılarak her bir tip için üçer aşındırma testi yapılmıştır. Aşındırma testi için 9 kPA ağırlık kullanılmıştır. Numunelerin yünlü aşındırma kumaşı ile sürtündükten sonra standarda göre 5000, 7500, 10000, 15000 ve 25000 tur sonrasındaki ağırlığı hassas terazi kullanılarak belirlenmiştir ve bu tur sayıları sonucunda meydana gelen ağırlık değişimleri tespit edilmiştir. Bu ağırlık değişimleri kumaşların aşınmaya karşı direncini değerlendirmek amacıyla kullanılmıştır. Ayrıca numunelerin aşınma sonrası görsel incelemelerini yapmak amacıyla, yukarıda belirtilen tur sayılarından sonra tarayıcı kullanılarak yüzeyleri de görüntülenmiştir.

#### *2.2.4.11 FTIR Analizi*

FTIR analizi, aynı membranlarla lamine edilen ancak yıkama sonrasında farklı su geçirmezlik değerleri sergileyen bazı polipropilen, poliester ve poliamid numunelere uygulanmış ve aradaki farklılığın sebebi araştırılmıştır. Numune seçiminde, zemin kumaş-yapıştırıcı-membran üçlüsünde pik çakışmalarını en aza indirgeyecek şekilde numune seçilmiştir. Zemin kumaş ile membran arasında sıcak eriyik yapıştırıcı vasıtası ile oluşan yapıştırma etkisinin zemin kumaşa bağlı olarak değişip değişmediği gözlenmiştir. Buna göre polipropilen, poliester ve poliamid zemin kumaşlar ile seçilen tipteki numunelerin ve içerdikleri laminasyon filminin FTIR spektrumları elde edilmiştir. Lamine numuneler hem kumaş yüzünden hem de membran yüzünden olmak üzere her iki taraftan FTIR ölçümüne tabi tutulmuştur. Numunelerin FTIR spektrumları Perkin Elmer Spectrum BX FTIR cihazı kullanılarak  $650-4000\text{ cm}^{-1}$  dalga boylarında çekilmiştir.

#### *2.2.4.12 Aşınmış Kumaşların Optik Mikroskop ile İncelenmesi*

Zemin kumaşlar ve lamine kumaşlar TS EN ISO 12947-3 standardına uygun şekilde Nu-Martindale Aşınma ve Boncuklanma Test Cihazında 25000 tur aşındırma işlemine tabi tutulduktan sonra, aşınmış yüzeylerinde meydana gelen değişiklikler optik mikroskop aracılığıyla incelenmiştir. Bunun için Olympus BX 43 (Japonya) marka mikroskop üstten aydınlatılarak numunelere ait fotoğraflar elde edilmiştir.

#### *2.2.5 Giysinin Teknik ve Estetik Çizimlerinin Yapılması*

Tüm kumaş numunelerinin test edilmesi sonrasında optimum kumaş belirlenmiş ve seçilen kumaştan elektronik ekipmanın monte edileceği yelken giysisi prototipi dikilmiştir. Giysinin tasarlanmasında bazı prensipler göz önünde bulundurulmuş ve başlangıç olarak bazı tasarımlar çizilmiştir. Bu prensipler; giysinin vücuda uyumlu olması, hareket yeteneğini azaltmaması, su geçirmezliğinin düşmemesi amacıyla en az miktarda dikişe sahip olması, alternatif dikim teknikleri ile dikiş yerlerinin su geçirmezlik özelliklerinin geliştirilmesi vb. dir. Yelken giysisinin ön tasarımının yapılabilmesi için Gerber-Designer 9 programı kullanılmıştır. Yapılan ön tasarım çalışmalarından yararlanılarak Cu Tekstil San. ve Tic. A.Ş.'de tasarımcılar ile giysi tasarımına son hali verilmiştir. Tasarlanan giysinin kalıpları hazırlanarak Cu Tekstil San. ve Tic. A.Ş.'de giysi ön prototipi dikilmiştir. Ön prototipte bir takım revizyonlar yapılmış ve giysi prototipi Germaturk Spor Giyim'de (İzmir) yeniden dikilmiştir.

#### *2.2.6 Kaynak Banlı Dikişlerin Yapılması*

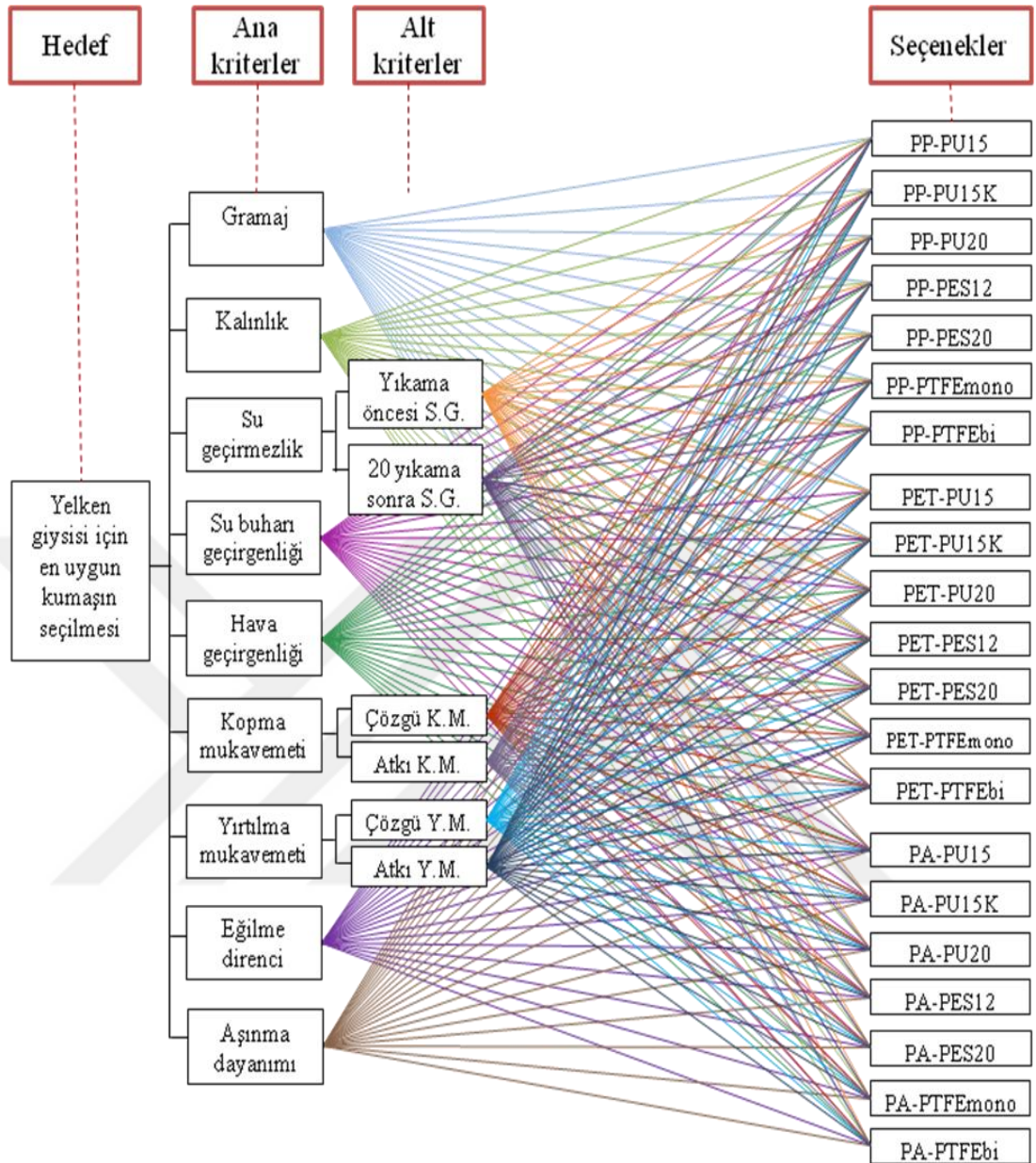
Giysi prototipinin dikiş ipliği kullanılarak dikilmesinin ardından, suyun dikiş yerlerinden sızmasını engellemek amacı ile bu bölgelere ard bir işlem yapılması gereklidir. Bu işlemle iğnenin kumaşta oluşturduğu delikler kapatılmakta ve giysideki su geçirmezlik özelliğinin bütünlüğü korunmaktadır (Jana, 2011). Tez kapsamında dikilen yelken giysisi prototipinin dikiş yerlerinden su geçirmezliğini sağlamak üzere, dikişlerin üzerine kaynak bandı uygulanmıştır. Kaynak bandı uygulaması Germaturk Spor Giyim'de (İzmir) yapılmıştır. Bunun için, 22 mm genişliğinde ve iki katlı poliüretan tipinde bir kaynak bandı kullanılmış ve dikişlerin

üzeri bu bant ile sıcak eriyik kaynak makinası kullanılarak kapatılmıştır. Kapama işleminin yapılmasında, tez çalışmasına paralel olarak yürütülen bir çalışmanın sonuçlarından yararlanılmıştır (Kara ve Yeşilpınar, 2012a; Kara ve Yeşilpınar, 2012b).

### **2.2.7 Çok Kriterli Karar Verme Yöntemlerinden TOPSIS'in Uygulanması**

Yelken giysisine yönelik lamine kumaş seçiminde, çok sayıda değerlendirme kriteri ve seçenek bulunduğundan, sistematik bir yöntem izlenmiştir. Bunun için çok kriterli karar verme yöntemlerinden TOPSIS (Technique of Order Preference Similarity to the Ideal Solution) metodu kullanılmış ve öne çıkan kumaş tipleri arasından değerlendirmeler yapılarak en uygun kumaş tipi belirlenmiştir.

Çok kriterli karar verme sürecinde öncelikle bir yelken giysisinin tasarımı için test edilen fiziksel, mekanik ve geçirgenlik özellikleri ile ilgili kriterlerin hiyerarşik yapısı kurulmuş ve bu yapı Şekil 2.12'de verilmiştir. Buna göre test edilen gramaj, kalınlık, su geçirmezlik, su buharı geçirgenliği, hava geçirgenliği, kopma mukavemeti, yırtılma mukavemeti, eğilme direnci ve aşınma dayanımı *yelken giysisi için en uygun kumaşın seçilmesi* hedefi doğrultusunda ana kriterleri oluşturmuştur. Su geçirmezlik kriterinin alt kriterleri olarak yıkama öncesi ve 20 yıkama sonrası su geçirmezlik değerleri alınmıştır. Kopma ve yırtılma mukavemeti kriterleri için ise, atkı ve çözümlü yönündeki mukavemet değerleri alt kriterler olarak belirlenmiştir. Bu şekilde, karar verme sürecinde kullanılacak olan hiyerarşik yapı oluşturulmuştur. Kriterlerin ve alt kriterlerin yelken giysisi kumaşı seçimi açısından ne büyüklükte bir öneme sahip olduğunu belirlemek için ise, Dokuz Eylül Üniversitesi Tekstil Mühendisliği Bölümü öğretim üyeleri ve yardımcılarından oluşan, tekstil testleri konusunda uzman 10 kişiye bir anket uygulanmıştır. İlgililere uygulanan anket EK-4'te verilmiştir.



Şekil 2.12 Yelken giysisi seçiminde kullanılan kriterlerin hiyerarşik yapısı

Anket sonuçlarından yararlanılarak kriterlerin ve alt kriterlerin önem dereceleri belirlenmiştir. Ankette dilsel ifadelerin yer aldığı yedili bir skala kullanılmıştır. Buna göre skalada yer alan değerler; ÇD: Çok düşük, D: Düşük, OD: Orta düşük, O: Orta, OY: Orta yüksek, Y:Yüksek ve ÇY: Çok yüksek şeklindedir. Hesaplamaların yapılabilmesi için dilsel değişkenler likert skalaya çevrilmiş ve çok düşük değeri için “1”, çok yüksek değeri için “7” değeri alınmıştır. Her bir kriter için ortalama önem derecesi bulunduktan sonra, o kriter için hesaplanan toplam değere bölünerek önem

dereceleri normalize edilmiştir. Normalize edilmiş önem dereceleri kriterlere ait ağırlıkları temsil etmektedir. Tüm kriterler için ağırlıkların toplamı 1'e eşit olmuştur.

Su geçirmezlik, kopma mukavemeti ve yırtılma mukavemeti ikişer adet alt kritere sahiptir. Bu kriterlerin nihai ağırlıklarının belirlenebilmesi için alt kriterlerin ağırlıkları ile, bağlı buldukları kriterin ağırlıkları çarpılmıştır. Böylece alt kriterler de nihai ağırlıkları kullanılarak, ana kriterler gibi TOPSIS'te hesaplamalara dahil edilmiştir.

Kriterlerin ve alt kriterlerin nihai ağırlıkları belirlendikten sonra TOPSIS yöntemi kullanılarak her bir alternatifin ideal çözüme ne kadar yakın olduğu hesaplanmıştır. Alternatiflerin yakınlık değerleri beş aşamada hesaplanmıştır (Ishizaka ve Nemery, 2013; Hwang ve Yoon, 2012). Bu aşamalar ve kullanılan formüller aşağıda sırası ile verilmiştir.

Öncelikle problemin çözümü için karar verme matrisi Formül 2.6'daki gibi oluşturulmuştur. Buna göre  $A_i$  : i. alternatifimizi,  $i=1,2,\dots,m$  ve m alternatif sayımızı (21 adet lamine kumaş numunesi),  $C_j$  : j. değerlendirme kriterini,  $j=1,2,\dots,n$  ve n kriter sayımızı (alt kriterlerin dahil edildiği nihai durumda 12 adet),  $x_{ij}=j$ . değerlendirme kriteri açısından i. alternatifin değerini (i. numunenin j. kriter için ortalama deney sonucunu) vermektedir.

$$D = \begin{matrix} A_1 \\ A_2 \\ \cdot \\ A_m \end{matrix} \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2n} \\ \cdot & \cdot & & \cdot \\ x_{m1} & x_{m2} & \dots & x_{mn} \end{bmatrix} \quad (2.6)$$

**1. aşama:** Farklı birimlerle ifade edilen test sonuçlarının ( $g/m^2$ , mm, N, vb.) karşılaştırılabilmesi için, her bir kriterdeki performans değeri normalize edilmiştir. Normalizasyon için birden fazla metot kullanılabilir. Bu çalışmada daha çok kabul görmüş olan vektör normalizasyonu (distributive normalization) metodu kullanılmıştır. Bu yöntemde performans değeri, bir

kolondaki tüm elemanların karelerinin toplamının kareköküne bölünmektedir (Özdağoğlu, 2013). Buna göre  $R = (r_{ij})$  normalize edilmiş karar matrisidir ve  $r_{ij}$  Formül 2.7'ye göre hesaplanmıştır.

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m x_{ij}^2}} \quad (2.7)$$

**2. aşama:** Bu aşamada ağırlıklandırılmış normalize karar matrisi oluşturulmuştur. Normalize skorlar ( $r_{ij}$ ) ile karşılık gelen nihai ağırlıklar ( $w_j$ ) çarpılarak ağırlıklandırılmış normalize karar matrisi yani  $V = (v_{ij})$  elde edilmiştir. Buna göre  $v_{ij}$  Formül 2.8'e göre hesaplanmıştır.

$$v_{ij} = w_j \cdot r_{ij} \quad (2.8)$$

**3. aşama:** Sanal olan, ideal ve anti-ideal çözümler belirlenmiştir. İdeal ve anti-ideal çözümlerin belirlenmesinde üç farklı yaklaşım kullanılabilir. Bu çalışmada, veri setinden bağımsız olarak mutlak (absolute) ideal ve anti-ideal çözümler benimsenmiştir. Buna göre; ideal çözüm  $A^+ = [0 \ 0 \ 1 \ 1 \ 1 \ 0 \ 1 \ 1 \ 1 \ 1 \ 0] = (v_j^*)$ ; anti-ideal çözüm ise  $A^- = [1 \ 1 \ 0 \ 0 \ 0 \ 1 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 1] = (v_j^-)$  şeklindedir. Burada  $A^+$  oluşturulurken maksimize edilmesi istenen kriterlere 1, minimize edilmek istenen kriterlere ise 0 değeri atanmıştır. Anti-ideal çözüm olan  $A^-$  için ise tam tersi bir yol izlenmiştir.

**4. aşama:** Her bir alternatife ait performans değerlerinin, ideal ve anti-ideal çözümlere olan uzaklığı hesaplanmıştır. Buna göre ideal çözüme olan uzaklıklar  $S_i^*$ , anti-ideal noktaya olan uzaklıklar ise  $S_i^-$  şeklinde Formül 2.9 ve Formül 2.10'da verilmiştir. Burada Euclidian uzaklıkları kullanılmıştır.

$$S_i^* = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^*)^2} \quad (2.9)$$



$$S_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^-)^2} \quad (2.10)$$

**5. aşama:** Her bir alternatif için Formül 2.11'e göre yakınlık katsayısı ( $C_i$ ) hesaplanmıştır. Yakınlık katsayısının büyük olması tercih edilme sırasında o alternatifi ön sıraya taşımaktadır.

$$C_i = \frac{S_i^-}{S_i^* + S_i^-} \quad (2.11)$$

Yakınlık katsayısı her zaman 0 ile 1 arasındadır. Eğer bir alternatif için hesaplanan değer ideale anti-idealden daha yakınsa,  $C_i$  1'e yaklaşır.

## BÖLÜM ÜÇ

### BULGULAR VE TARTIŞMA

Yelkenci ihtiyaçlarını belirlemek üzere profesyonel yelkencilere uygulanan anketin sonuçları, yelken giysilerinde kullanılmak üzere sistematik olarak üretilmiş kaplanmış ve lamine kumaşlara ait test sonuçları, elektronik devrenin çalışır durumdaki son hali ve bunun monte edildiği yelken giysisi prototipi ile ilgili bilgiler derlenerek bu bölüm içerisinde değerlendirilmiştir.

#### 3.1 Anket Çalışmasının Sonuçları

Anket sonuçları; demografik bilgilerin analizi ve yelken sırasındaki kaza durumları, giysideki elektronik fonksiyon ihtiyacının tespiti, kullanılan yelken giysisi tipleri ve yelkencilerin genel alışkanlıkları, giysinin göstermesi beklenen özellikler ve katılımcı önerileri olmak üzere beş ana başlık altında incelenmiştir.

##### 3.1.1 Demografik Bilgiler ve Kaza Geçirme Durumları

Katılımcıların yaş, cinsiyet, kaç yıldır yelken yaptıkları, hangi yelken tiplerinde yarıştıkları ve yelkeni lisanslı olarak yapıp yapmama durumları ile ilgili anket sonuçları Tablo 3.1 – 3.7’de verilmiştir.

Tablo 3.1 Katılımcıların yaş dağılımları

Min=11	Maks:67
Yaş sınıfları	Frekans
[11-18]	40
[19-26]	31
[27-34]	20
[35-42]	16
[43-50]	22
[51-58]	10
[59-66]	7
Yaşı bilinmeyen	5
<b>Toplam</b>	<b>151</b>

Tablo 3.2 Katılımcıların cinsiyet dağılımları

<b>Cinsiyet</b>	<b>Frekans</b>	<b>%</b>
Kadın	34	22,5
Erkek	117	77,5
<b>Toplam</b>	<b>151</b>	<b>100,0</b>

Tablo 3.3 Katılımcıların yelken sınıfı dağılımları

<b>Yelken sınıfı</b>	<b>Frekans</b>	<b>%</b>
Optimist	41	27,0
Lazer	39	26,0
Lazer Radyal	40	26,0
Lazer 4.70	22	15,0
4.70 sınıfı	21	14,0
4.20 sınıfı	18	12,0
Pirat	27	18,0
Finn	7	5,0
RS-X	3	2,0
Dragon	12	8,0
Techno 293	3	2,0
Kiteboard 3	3	2,0
Yat	46	30,5
Diğerleri	25	16,6

Tablo 3.4 Katılımcıların kaç yıldır yelken yaptıkları

Min: 1 yıl	Maks:52 yıl
5 yıl ve daha kısa	45 kişi
5 yıldan uzun süre	106 kişi

Tablo 3.5 Katılımcıların lisans durumları

<b>Lisans durumu</b>	<b>Frekans</b>	<b>%</b>
Lisanslı	141	93,0
Lisanssız	10	7,0

Tablo 3.6 Katılımcıların kaza geçirme durumları

<b>Kaza durumu</b>	<b>Frekans</b>	<b>%</b>
Kaza geçirenler	66	44,0
Kaza	85	56,0

Tablo 3.7 Katılımcıların giysi ile ilgili kaza geçirme durumları

<b>kaza sebepleri</b>
Batma ve sert havada ani kavança.üşüme denizde uzun süre kalma.
Eldiven - ( Parmakların korunması )
Dikkatsizlik ve kıyafetin rahat olmayışından kaynaklı
Dikkatsizlik, kaslarda aşırı zorlama, kıyafetlerin su geçiren ve ince olmaları.
Giysinin kasması
Suya atlanıldığında giysinin suyla dolması ve soğuk su ile temas
Ayakkabının kayması

Tablo 3.1- 3.7 incelendiğinde katılımcıların demografik özellikleri ile ilgili şu bilgiler elde edilmiştir:

- Katılımcıların yaş dağılımı 11 ile 67 arasında geniş bir aralıkta olmuştur. Genç ve orta yaştaki katılımcı sayısı en fazladır.
- Erkek katılımcı oranı (% 77), kadın katılımcı oranının (% 23) üç katından fazladır.
- 13'ten fazla farklı yelken sınıfında spor yapan katılımcılara ulaşılmıştır. En fazla katılımcı sayısı yat sınıfında iken bunu optimist ve lazer sınıfları takip etmiştir.
- Katılımcıların %70'i beş yıldan uzun süredir yelken yapmaktadır. Ayrıca katılımcıların %93'ü lisanslı sporculardan oluşmaktadır. Bu nedenle giysileri ile ilgili verdikleri bilgilerin güvenilir olduğu düşünülmektedir.
- Katılımcıların %44'ü (66 kişi) yelken yaparken kaza geçirmiştir. Ancak bu kazaların yalnızca yedisi giysi veya ayakkabı gibi unsurlardan kaynaklanmıştır. Giysi ile ilgili üşütme, vücuda uyum göstermeme, içine su dolması gibi sebepler kaza nedeni olarak gösterilmiştir.

### **3.1.2 Giysideki Elektronik Fonksiyon İhtiyacının Tespiti**

Giysiye eklenecek elektronik fonksiyonu belirlemek amacı ile sorulan sorulara verilen cevaplar Tablo 3.8 ve Tablo 3.9'da verilmiştir. Ayrıca cevapların dağılımı pasta diyagramı, likert ortalamalar ise çubuk diyagramı halinde Şekil 3.1 ve Şekil 3.2'de gösterilmiştir.

Tablo 3.8 Yelken yaparken karşılaşılan durumlar

Soru/Frekans	Her zaman	Genellikle	Bazen	Nadiren	Hiçbir zaman	Likert ort.
1. Yelken yaparken yönümü bulmakta zorlanıyorum.	0	1	11	33	106	1,38
2. Yelken yaparken sıkça tekneden denize düşüyorum.	0	2	5	58	86	1,49
3. Tekneden düştüğümde beni bulmaları zaman alıyor.	0	0	4	20	127	1,19
4. Yelken sporu sırasında arkadaşlarımla sesli iletişimde bulunmak istiyorum.	65	32	20	15	19	3,72
5. Yelken sporu sırasında arkadaşlarımla sesli iletişimde bulunmakta zorlanıyorum.	16	19	36	39	41	2,54
6. Güneş ışınları giysime rağmen cildime zarar verir.	19	20	27	41	44	2,53

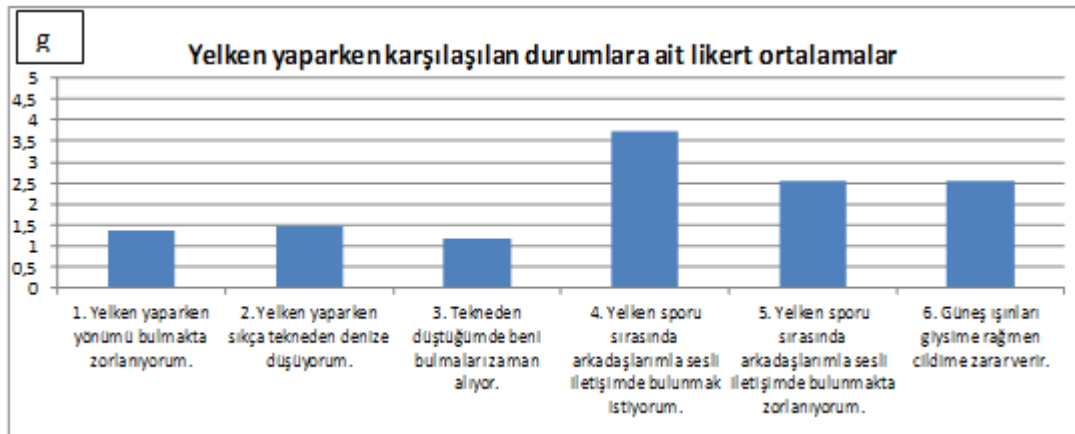
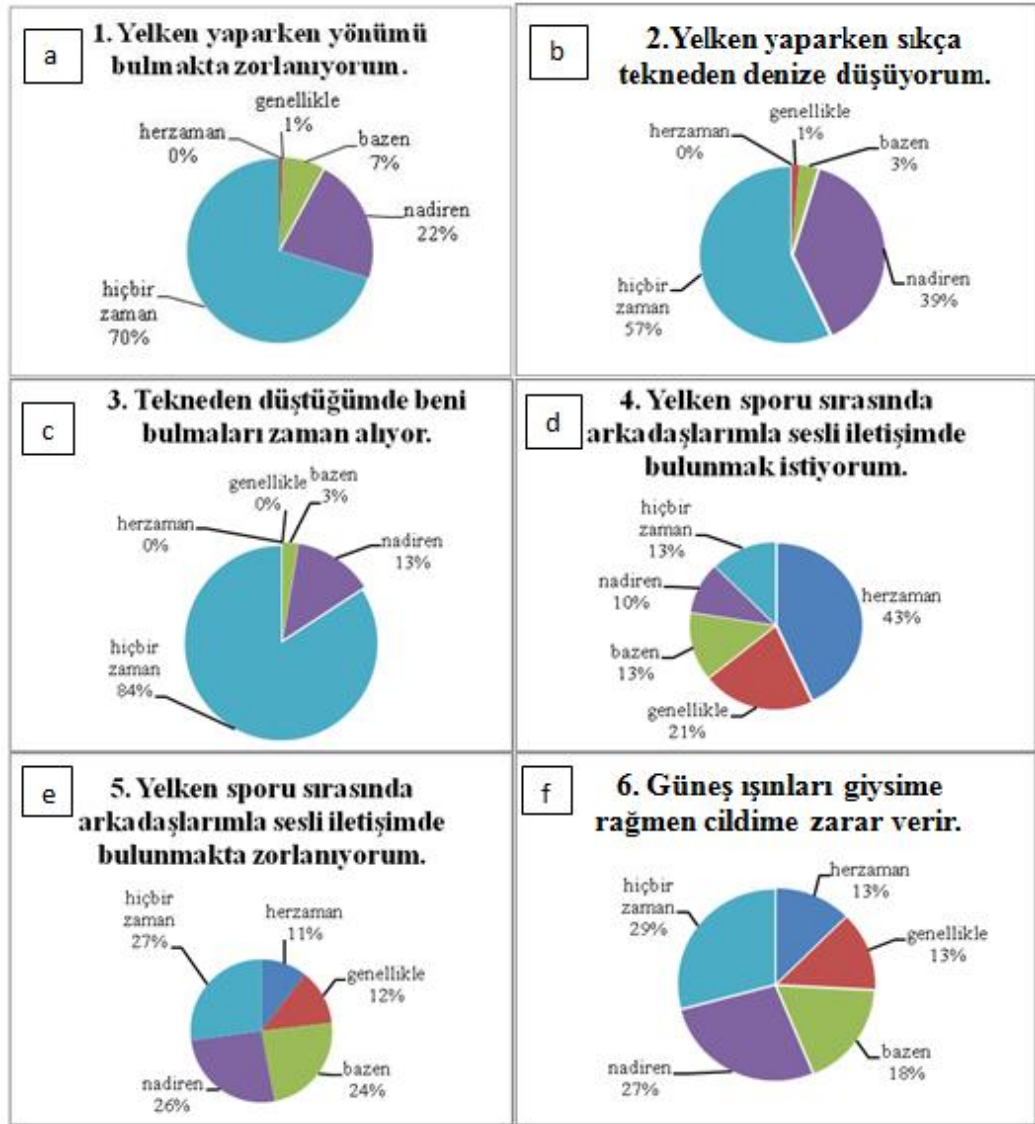
Tablo 3.9 Yelken için elektronik ihtiyaçlar

Soru/Frekans	Kesinlikle katılıyorum	Katılıyorum	Fikrim yok	Katılmıyorum	Kesinlikle katılmıyorum	Likert ort.
1. Yelken yaparken yönümü gösteren bir cihazın bulunması spor PERFORMANSIMI artırabilir.	60	56	12	15	8	3,96
2. Yelken yaparken yönümü gösteren bir cihazın bulunması GÜVENLİĞİMİ artırabilir.	67	53	14	11	6	4,09
3. Yelken yaparken, bulunduğum koordinatları bir merkeze ileten bir cihazın bulunması güvenliğimi artırabilir.	81	46	11	12	1	4,28
4. Yelken yaparken kalp atış hızımı bilmek benim için önemlidir.	35	42	31	28	15	3,36
5. Yelken yaparken vücut sıcaklığımı bilmek benim için önemlidir.	36	54	27	26	8	3,56
6. Yelken yaparken giysimin beni sıcak tutması benim için önemlidir.	124	25	1	1	0	4,80

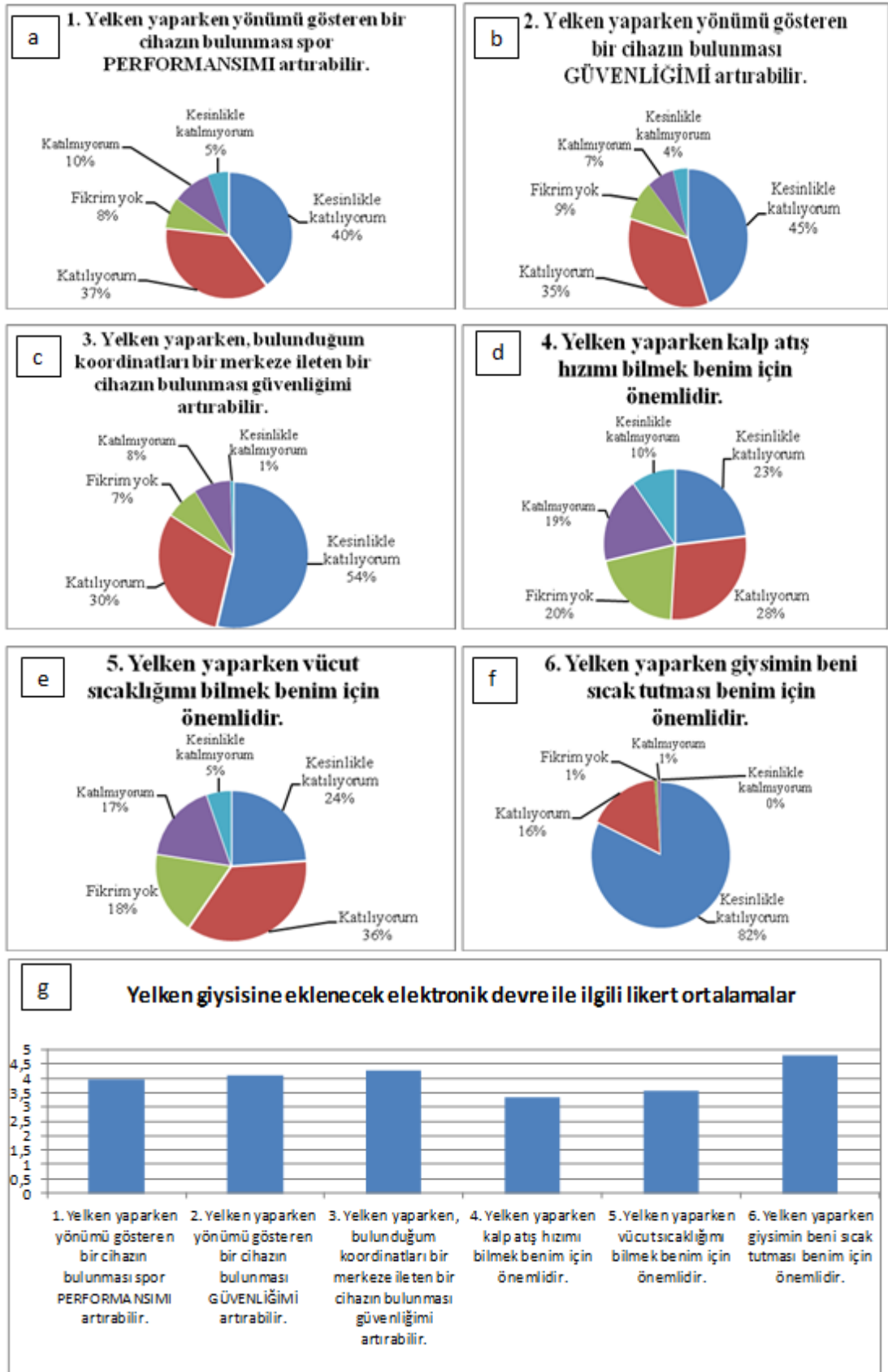
İlgili tablolar ve şekiller incelendiğinde şu sonuçlara varılmıştır:

- Katılımcılar yelken yaparken yönlerini bulmakta zorlanmamaktadır (ort. 1,38). Katılımcıların % 70'i hiçbir zaman yönünü bulmakta zorlanmamıştır (Şekil 3.1 a). Benzer şekilde yelken yaparken denize düşme sıklıkları düşüktür ve likert ortalaması 1,49 civarında elde edilmiştir. Katılımcıların % 57'si düşme sıklığı için hiçbir zaman cevabını vermişken, % 39'u nadiren de olsa denize düşmektedir (Şekil 3.1 b). Katılımcıların % 84'ü denize düştüklerinde kendilerini bulmalarının zaman almadığını söylerken % 16'sı nadiren de olsa kendilerinin bulunmasının zaman aldığını belirtmiştir (Şekil 3.1 c) (ort. 1,19).
- Katılımcıların % 64'ü her zaman veya genellikle arkadaşları ile iletişimde bulunmak istediğini belirtirken (ort. 3,72), yalnızca % 23'ü bu konuda her zaman veya genellikle zorlandığını belirtmiştir (ort. 2,54) (Şekil 3.1 d, e).
- Katılımcıların % 44'ü bazen veya daha sık olmak üzere, güneş ışınlarının giysilerine rağmen ciltlerine zarar verdiğini belirtmiştir (ort. 2,53) (Şekil 3.1 f).
- Katılımcılar yön bulmada ve denize düşüp kurtarılmada çok büyük bir problemleri olmadıklarını belirtmelerine rağmen, üzerlerinde yön buldurucu ve konumlarını merkeze ileten bir sistemin bulunmasının spor sırasındaki performans ve güvenliklerini artıracaklarını belirtmiştir (ort. 4 civarı ve üzeri). Katılımcıların yaklaşık % 80'i yön gösteren bir cihazın (Şekil 3.2 a,b), % 84'ü ise koordinatlarını ileten bir cihazın (Şekil 3.2 c) sporcu güvenliği ve performansı açısından faydalı olacağına katılmışlardır.
- Katılımcıların % 50-60 kadarı, kalp atış hızları ve vücut sıcaklıklarını bilmek istediklerini belirtmişlerdir (Şekil 3.2 d,e) (sırası ile ort. 3,36 ve 3,6).
- Katılımcıların giysilerinden en yüksek beklentileri kendilerini sıcak tutması olmuştur (4,80). Katılımcıların % 98'i bu fikre katılmaktadır (Şekil 3.2 f).

Anketin giysiye eklenecek elektronik fonksiyon ile ilgili oluşturulmuş bu kısma yönelik cevaplar; yelkencilerin giysilerinde bulunmasını istediği en baskın elektronik fonksiyonun, buldukları koordinatları bir merkeze ileten bir cihaz olduğunu göstermiştir. Bu şekilde sporcular güvenliklerinin artacağını düşünmektedir.



Şekil 3.1 Yelken yaparken karşılaşılan durumlar ve ilgili likert ortalamalarının karşılaştırılması



Şekil 3.2 Yelken giysisine eklenecek elektronik devreler ile ilgili sorulara verilen cevaplar ve likert ortalamalarının karşılaştırılması



### 3.1.3 Kullanılan Yelken Giysisi Tipleri ve Genel Alışkanlıklar

Sporcuların kullandıkları yelken giysileri ve bu giysileri kullanım alışkanlıkları ile ilgili bilgiler Tablo 3.10 ve Şekil 3.3'te verilmiştir.

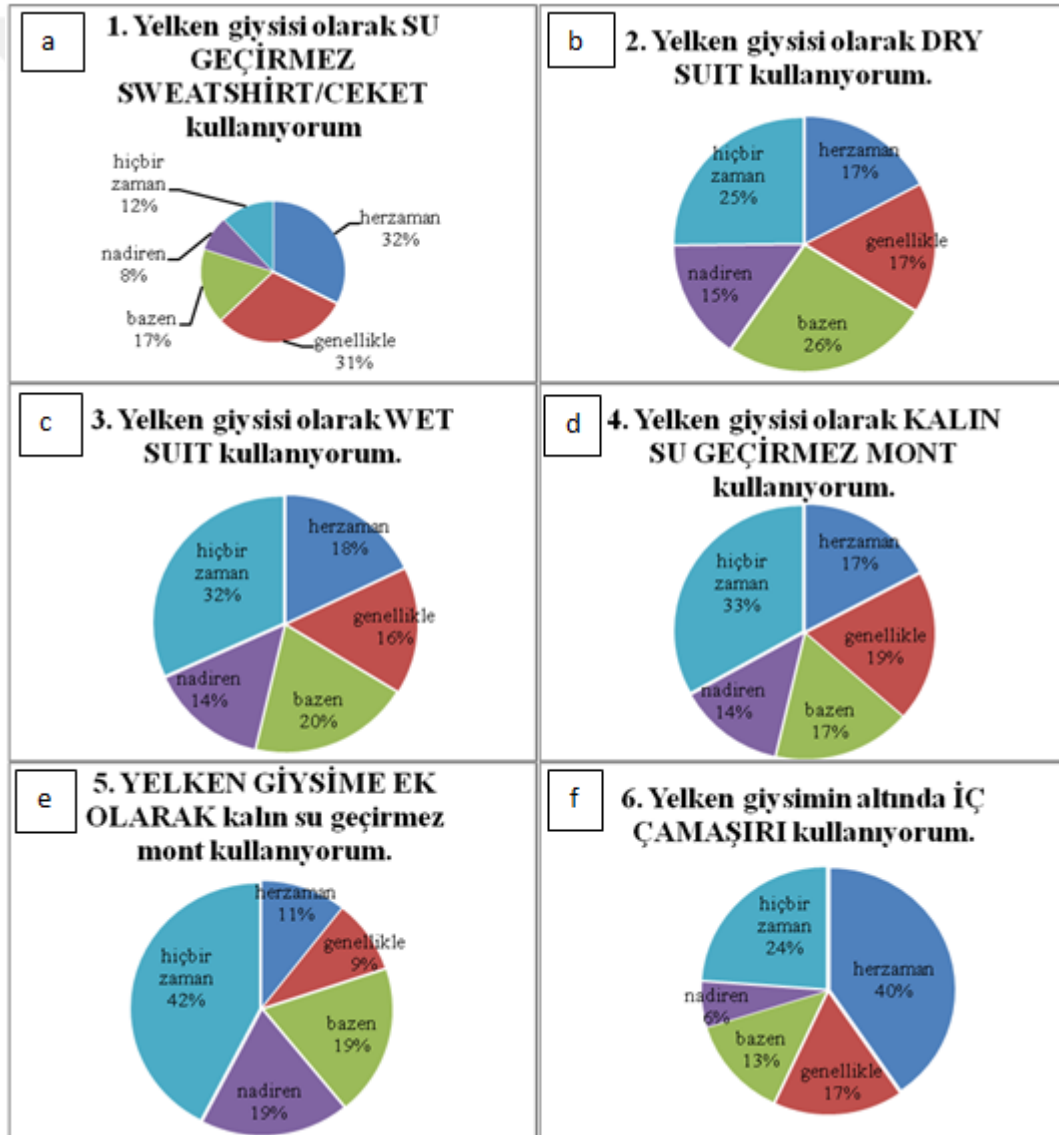
Tablo 3.10 Yelken giysisi kullanım alışkanlıkları

Soru/Frekans sayısı	Her zaman	Genellikle	Bazen	Nadiren	Hiçbir zaman	Likert ort.
1. Yelken giysisi olarak SU GEÇİRMEZ SWEATSHIRT/CEKET kullanıyorum.	49	46	26	12	18	3,64
2. Yelken giysisi olarak DRY SUIT kullanıyorum.	26	25	39	23	38	2,85
3. Yelken giysisi olarak WET SUIT kullanıyorum.	27	24	30	22	48	2,74
4. Yelken giysisi olarak KALIN SU GEÇİRMEZ MONT kullanıyorum.	26	29	26	20	50	2,74
5. YELKEN GİYSİME EK OLARAK kalın su geçirmez mont kullanıyorum.	16	14	29	28	64	2,27
6. Yelken giysimin altında İÇ ÇAMAŞIRI kullanıyorum.	61	25	20	9	36	3,44
7. Yelken giysimin altında TER EMİCİ TİŞÖRT kullanıyorum.	49	36	22	16	28	3,41
8. Su geçirmez yelken giysimi su ile sadece duruluyorum.	88	31	15	8	9	4,20
9. Su geçirmez yelken giysimi sadece elde yıkıyorum.	66	27	20	19	19	3,68
10. Su geçirmez yelken giysimi makinede yıkıyorum.	14	14	17	23	83	2,03
11. Su geçirmez yelken giysim yıkandıktan sonra su geçiriyor.	12	9	29	31	70	2,09
12. Yelken giysim zarar görmesin diye çok fazla yıkayamam. Bu nedenle giysimde kötü koku oluşur.	17	22	26	24	62	2,39
13. Yağmurlu havalarda yelken yapıyorum.	68	32	35	8	8	3,95
14. Yoğun güneş ışığı altında yelken yapıyorum.	86	43	16	4	2	4,37
15. Karanlıkta (akşam) yelken yapıyorum.	33	21	28	27	42	2,84
16. KIŞ döneminde yelken yaparken üşüyorum.	38	49	34	23	7	3,58
17. YAZ döneminde yelken yaparken üşüyorum.	5	2	17	28	98	1,59
18. Yelken giysim tekneye sürtüdüğünden dolayı yırtılır.	35	25	41	27	23	3,15
19. Yelken giysim çarımh telinin kol atmasından dolayı yırtılır.	21	17	42	23	48	2,60
20. Yelken giysimin dikişleri aşınmadan dolayı kopar.	29	20	42	31	29	2,93

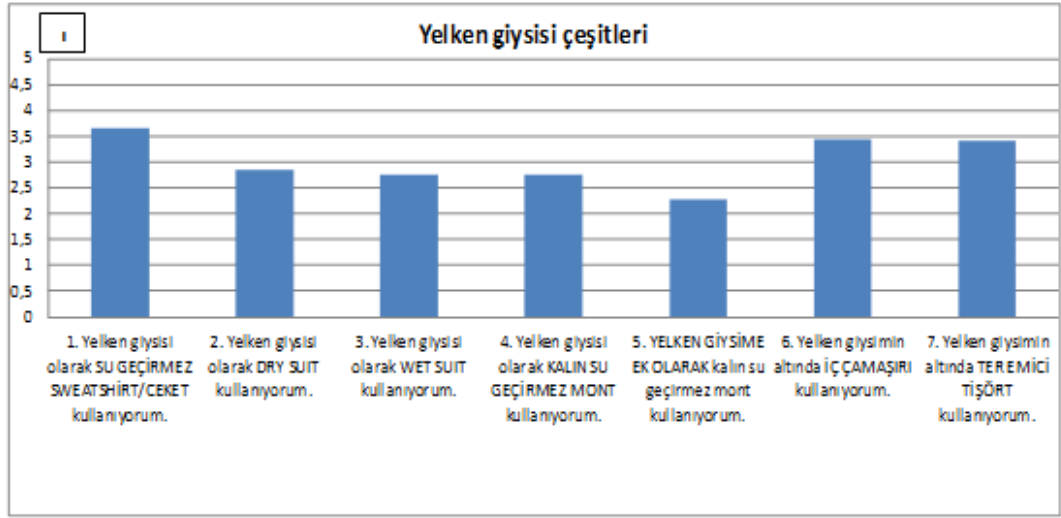
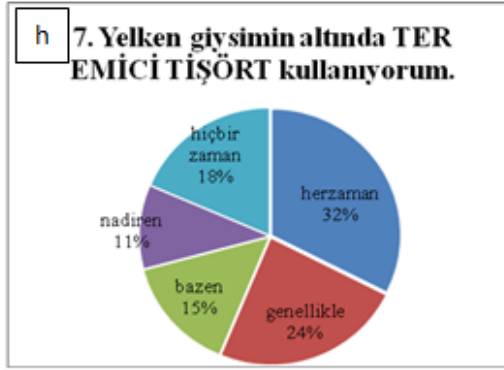
Tablo 3.10 ve Şekil 3.3 incelendiğinde yelkencilerin kullandıkları giysiler ile ilgili şu sonuçlara varılmıştır:

- Farklı sınıflarda yelken yapan katılımcılar yelken giysisi olarak birden fazla çeşitte yelken giysisi tercih etmektedir. En sık kullanılan yelken giysisi ise ortalama 3,64 likert puanı ile su geçirmez sweatshirt/ceketten oluşmaktadır. Katılımcıların % 63'ü genellikle veya her zaman bu giysiyi tercih etmektedir (Şekil 3.3 a).

- Katılımcıların % 57'si genellikle veya her zaman (ort. 3,44) iç çamaşırı kullanırken (Şekil 3.3 f), % 56'sı ise (ort. 3,41) genellikle veya her zaman yelken giysisinin altına ter emici tişört giymektedir (Şekil 3.3 h).



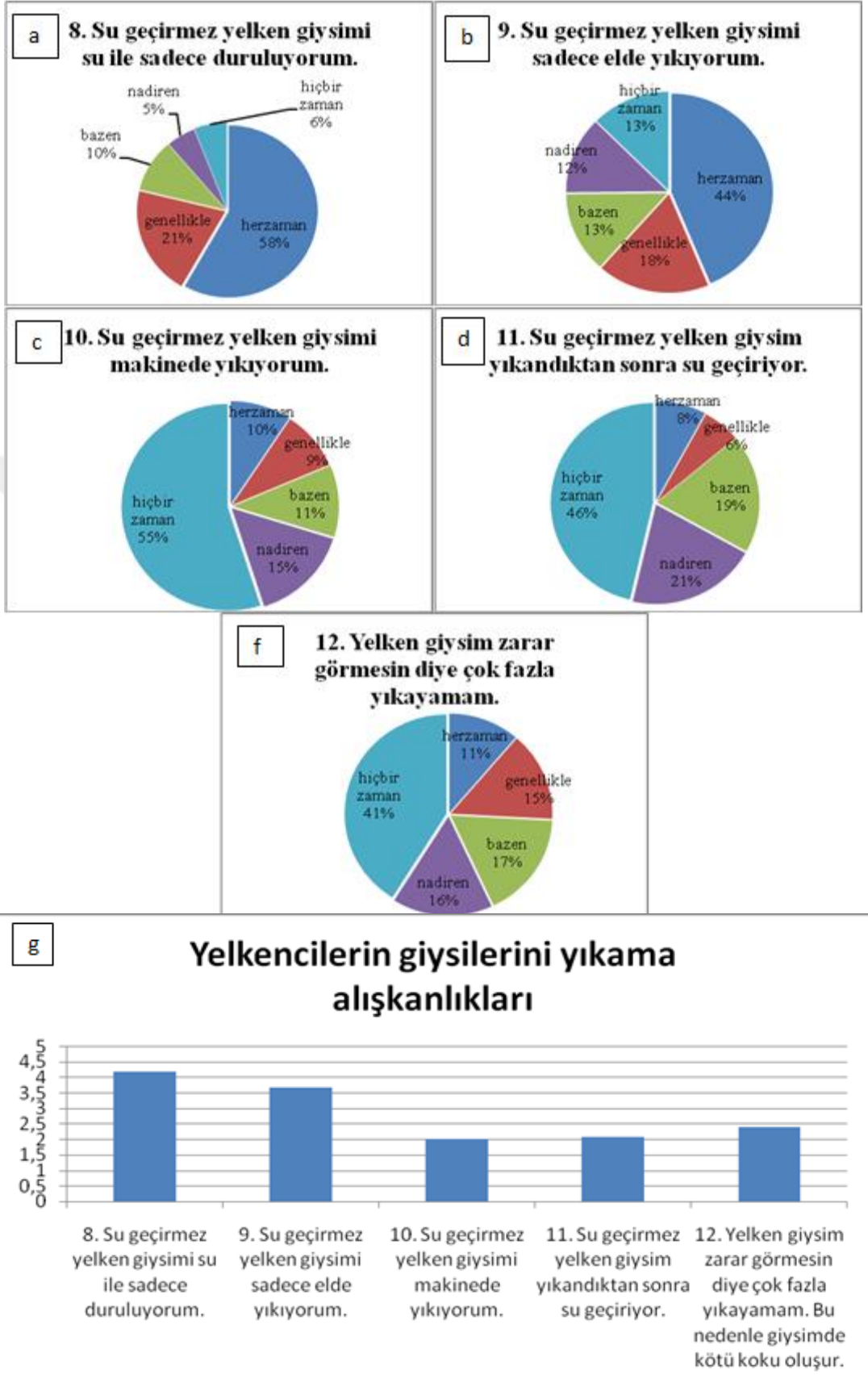
Şekil 3.3 Yelkencilerin kullandığı yelken giysisi çeşitleri



Şekil 3.3 Yelkencilerin kullandığı yelken giysisi çeşitleri (devamı)

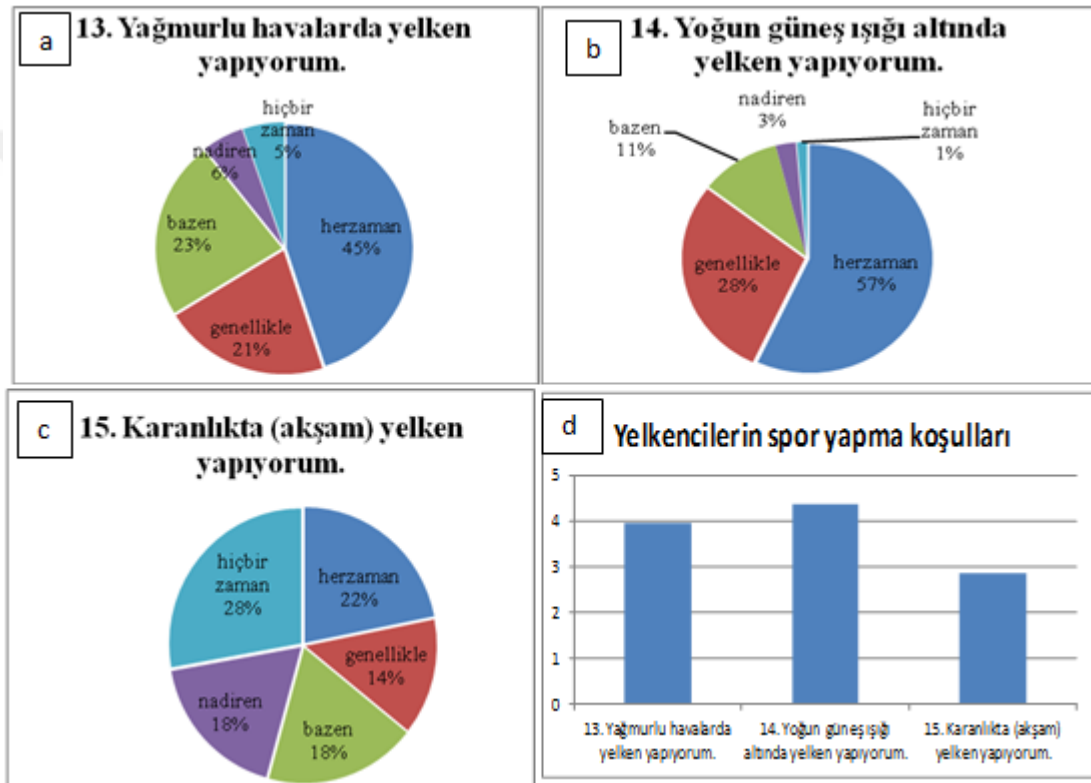
Katılımcıların yelken giysilerini yıkamaları ile ilgili sorulara verdiği cevaplar Tablo 3.10 ve Şekil 3.4'te verilmiştir. Katılımcıların giysilerini yıkama alışkanlıkları incelendiğinde;

- Katılımcıların % 79'unun giysilerini genellikle veya her zaman sadece elle duruladıkları görülmektedir (ort. 4,20) (Şekil 3.4 a).
- Katılımcıların % 62'si genellikle veya her zaman giysilerini sadece elde yıkamaktadır (Şekil 3.4 b).
- Katılımcıların sadece % 19'u giysilerini genellikle veya her zaman çamaşır makinesinde yıkamaktadır (Şekil 3.4 c). Buna paralel olarak da katılımcıların % 14'ünün kıyafetleri genellikle veya her zaman yıkandıktan sonra su geçirmektedir (Şekil 3.4 d).
- Sporcuların % 26'sı genellikle veya her zaman yelken giysilerini etkili yıkayamadıkları için kötü koku oluştuğunu belirtmiştir (Şekil 3.4 f).



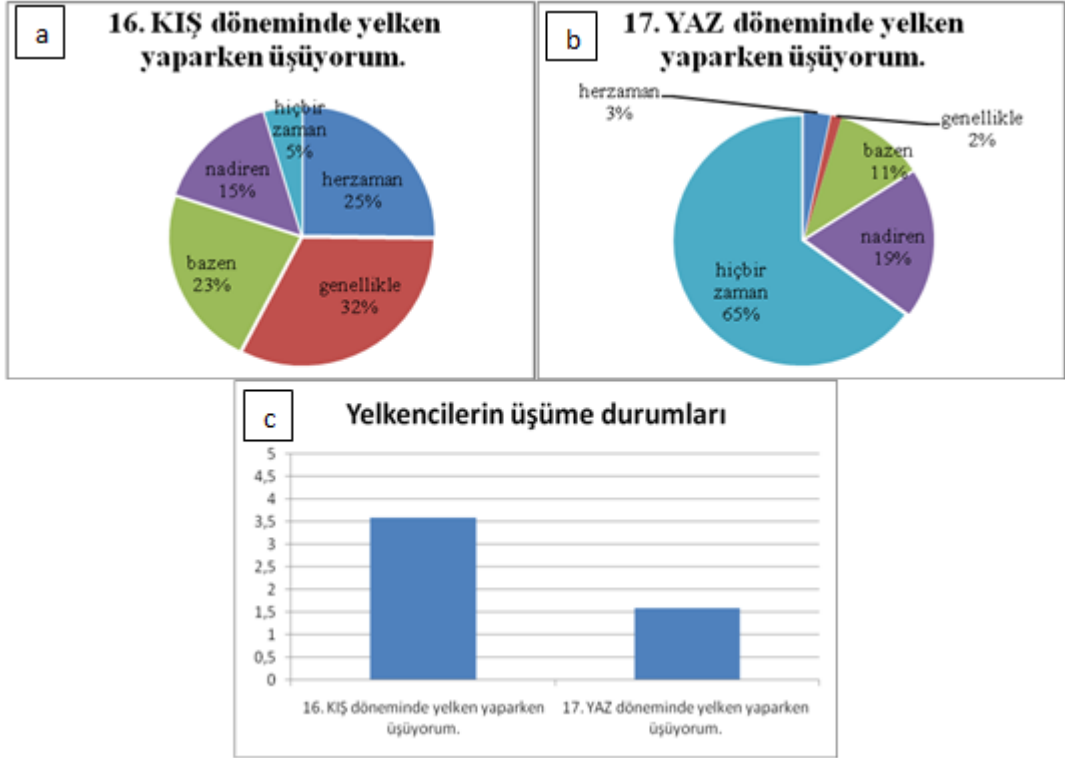
Şekil 3.4 Yelkencilerin giysilerini yıkama alışkanlıkları

Yelkencilerin hangi koşullar altında yelken yaptıklarını belirtir cevaplar Şekil 3.5'te grafik halinde verilmiştir. Katılımcıların hangi koşullar altında yelken yaptıkları incelendiğinde; % 46'sının genellikle veya her zaman yağmurlu havalarda yelken yaptığı (ort. 3,95) (Şekil 3.5 a), % 85'inin genellikle veya her zaman yoğun güneş ışığı altında yelken yaptığı (ort. 4,37) (Şekil 3.5 b) ve % 36'sının karanlıkta yani akşamları her zaman veya genellikle yelken yaptığı (ort. 2,84) (Şekil 3.5 c) belirlenmiştir.



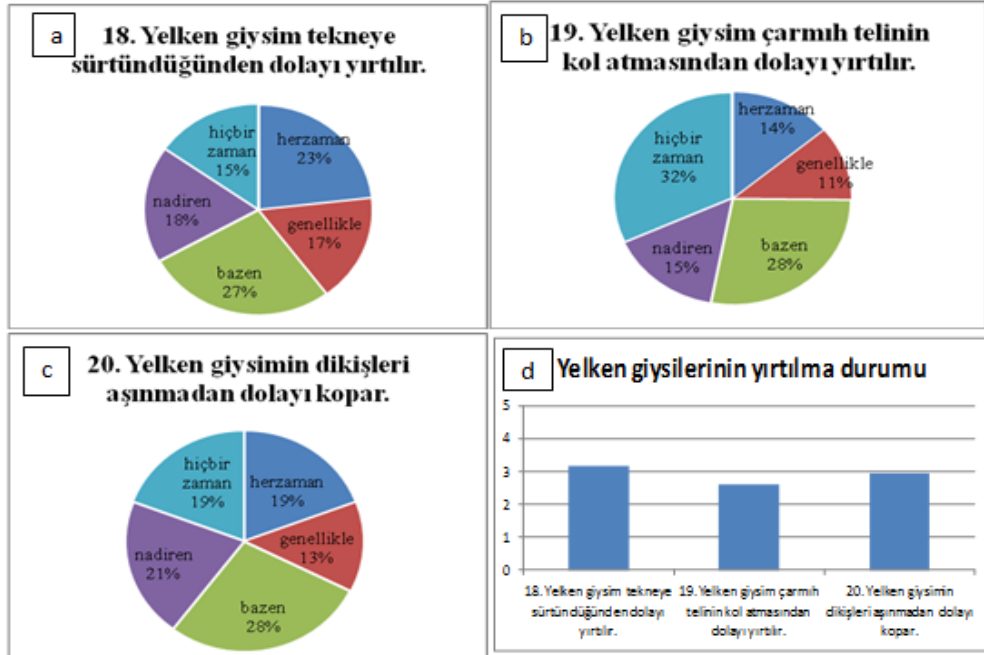
Şekil 3.5 Yelkencilerin spor yapma koşulları

Yelkencilerin farklı mevsimlerde spor yaparken üşüme durumları Şekil 3.6'da grafik halinde verilmiştir. Buna göre katılımcıların % 57'si kış aylarında yelken yaparken üşümetedir (genellikle veya her zaman, ort. 3,58). Buna karşın katılımcıların yalnızca % 5'i yaz aylarında yelken yaparken üşümetedir (genellikle veya her zaman, ort. 1,59).



Şekil 3.6 Yelkencilerin üşüme durumu

Anketin C bölümünün 18, 19 ve 20. soruları, giysinin aşınma ve yırtılma özellikleri ile ilgili bir gelişme yapılmalı mı sorusuna cevap almak için sorulmuştur. Bu sorulara verilen cevaplar Şekil 3.7'de özetlenmiştir.



Şekil 3.7 Yelken giysilerinin yırtılma durumu

Sonuçlar incelendiğinde sürtünmeden dolayı yırtılma, cisim takılarak yırtılma ve sürtünmeden dikişin zarar görmesi katılımcılar tarafından çok sık karşılaşılan durumlar olmamıştır. Ancak katılımcıların en az % 53'ü bu durumlar ile bazen de olsa karşılaşmıştır (Şekil 3.7).

### 3.1.4 Yelken Giysilerinin Göstermesi Beklenen Özellikler

Katılımcıların giysilerinden göstermesini bekledikleri özellikler Tablo 3.11'de verilmiştir. Bu bölümde yer alan tüm sorulara 4.00'ün üzerinde bir ortalama likert puanı hesaplanmıştır. Katılımcıların en az % 81'i bu önermelere katılmıştır. Bu da Tablo 3.11'de belirtilen 15 özelliğin tamamının giyside bulunması gerektiğini göstermektedir.

Tablo 3.11 Yelken giysilerinden göstermesi beklenen özellikler

Soru/Frekans sayısı	Kesinlikle katılıyorum	Katılıyorum	Fikrim yok	Katılmıyorum	Kesinlikle katılmıyorum	Likert ort.
1. Yelken giysim ince olmalıdır.	68	55	11	8	9	4,09
2. Yelken giysim hafif olmalıdır.	110	37	0	2	2	4,66
3. Yelken giysim BENİ güneşten korumalıdır.	114	31	4	2	0	4,70
4. Yelken giysim güneşten zarar görmemelidir.	118	29	2	2	0	4,74
5. Yelken giysim ıslanınca ağırlaşmamalıdır.	122	26	1	2	0	4,77
6. Yelken giysim hızlı bir şekilde kuruyabilmelidir.	133	15	1	2	0	4,85
7. Yelken giysim ıslanınca beni üşütmemelidir.	136	13	0	1	1	4,87
8. Yelken giysimin içi yelken yaparken su ile dolmamalıdır.	133	15	1	1	1	4,84
9. Yelken giysim yelken yaparken su sızdırmamalıdır.	130	17	1	1	2	4,80
10. Yelken giysim dikiş yerlerinden su geçirmemelidir.	140	8	1	1	1	4,89
11. Yelken giysim yelken yaparken beni terletmemelidir.	124	21	4	1	1	4,76
12. Yelken giysim terimden dolayı ıslanmamalıdır.	118	20	8	3	2	4,65
13. Yelken giysim yelken yaparken terimi emmelidir.	107	23	11	6	4	4,48
14. Yelken giysim beni deniz suyundan korumalıdır.	118	26	4	1	2	4,70
15. Yelken giysim beni yağmur suyundan korumalıdır.	119	24	5	2	1	4,71
16. Yelken giysimin ısı yalıtım özelliği yüksek olmalıdır.	127	19	2	2	1	4,78

### 3.1.5 Katılımcı Önerileri

Katılımcıların ankete ek olarak yaptıkları bazı önerilere aşağıda yer verilmiştir.

- Yelken giysisi hareket kabiliyetini engellememelidir. Bu nedenle olabildiğince esnek, vücudu saran malzemelerden yapılmalıdır.
- Yelken giysilerinin boyun bölgelerinde olan problemler giderilmelidir.
- İnce fakat koruma derecesi yüksek giysiler geliştirilmelidir.
- Giysinin rahat ve hızlıca giyilip çıkartılması önemlidir. Bu amaçla özellikle fermuarların konumlanması doğru yapılmalıdır.
- Giysinin tuzlu suya dayanım göstermesi gerekmektedir.
- Şapka, eldiven ve ayakkabı tasarımlarına da önem verilmelidir. Özellikle yüz ve başa koruma sağlayan ancak kask özelliğinde olmayan bir şapka/bere geliştirilmelidir. Şapka terletmemelidir.
- Yazın terletme, kışın üşütme problemine karşı gerekli geliştirmeler yapılmalıdır.
- Kolay ulaşılır çok sayıda su geçirmez cep eklenmelidir.
- Görünürlük sağlanmalıdır.
- Modaya uygun albenili renkler kullanılmalıdır.

### 3.1.6 Anket ile İlgili Genel Sonuçlar

Tüm anket sonuçları bir arada değerlendirildiğinde aşağıda belirtilen bazı temel sonuçlara varılmıştır:

- Akıllı yelken giysisi tasarımında öncelikli olarak odaklanılacak nokta, sporcunun güvenliğini artırmak amacı ile, kullanıcı konumu ile ilgili bilgi sağlayan bir sistemin kurulmasıdır. Anket katılımcılarının çoğunlukla yat sporları ile uğraştığı görülmektedir. Yat sporunda ekip halinde çalışılması ve açık deniz yarışlarının yapılması nedeni ile güvenlik bakımından yat sporcularına uygulanabilecek ve fayda sağlayacak bir tasarım üzerine yoğunlaşılması planlanmıştır. Bunun için iki alternatifli bir senaryo hazırlanmıştır.



İlk senaryoya göre; yattaki her sporcunun giysisine bir elektronik sistem entegre edilecektir. Yattaki her sporcu bir merkez ile bağlantıda olacaktır. Sporculardan birinin tekneden düşmesi durumunda; üzerinde bulunan cihaz, merkeze bir mesaj gönderecek ve düştüğü konumu ileticektir. Böyle bir durumda tekne geri dönecek ve düşen kişiyi alacaktır veya durumu kurtarma botuna ileticektir.

İkinci senaryoya göre; teknedeki her bir üye üzerinde, kendi konumunu merkez sisteme iletebilen bir sistem olacaktır. Eğer kişi tekneden düşerse, giysi merkeze bulunduğu koordinatları belirli aralıklarla gönderecek ve kişinin kurtarılması sağlanacaktır.

Bu iki senaryo değerlendirildiğinde ikinci senaryonun uygulama zorluğu bulunmaktadır. Her bir sporcunun üzerine konumunu belirleyen elektronik sistemin kurulması maliyeti artıracaktır. Ayrıca konum belirleyen elektronik devre elemanları kişi üzerindeki bataryadan çok fazla miktarda enerji çekeceğinden, sürekli şarj edilme ihtiyacı doğacaktır. Buna karşın ilk senaryodaki gibi tek bir konum belirleme sistemi ile teknedeki tüm yelkencilerin varlık/yokluk durumlarının belirlenmesi daha pratik ve düşük maliyetli olacaktır.

- Sporcuların kullandıkları giysilerin ısı yalıtım sağlaması oldukça önemlidir, özellikle kış aylarında üşüme probleminin ortadan kaldırılması için bu özellik üzerinde durulması gerekmektedir. Ancak katılımcılar giysilerinin hafif ve ince olması gerektiğini de vurgulamışlardır. Bu nedenle ısı yalıtımın sağlanması esnasında ağırlık ve kalınlıktan çok fazla taviz verilmemelidir.

- Sporcular ağırlıklı olarak, üst giysilerinin altına iç çamaşırı ve tişört giydiklerini ve su geçirmez yelken sweatshirtleri ve ceketleri kullandıklarını belirtmişlerdir.

- Katılımcılar ağırlıklı olarak yoğun güneş ışığı altında spor yapmaktadırlar. Bu durumdan giysinin ve kişinin göreceği zararların engellenmesi gerekmektedir.

- Anketin son bölümüne göre yelken giysisinden hem ince ve hafif olması, hem de nefes alabilir konforlu bir yapı oluşturması ve kişiyi çeşitli faktörlere karşı koruması beklenmektedir.

- Elde edilen anket sonuçlarına bağlı olarak yelken giysisine kazandırılacak elektronik fonksiyon şekillendirilmiş, giysi hammaddesi üretilmiş ve yelkenci ihtiyaçlarını en iyi şekilde karşılayacak kumaş tipi belirlenerek prototip giysi oluşturulmuştur.

### **3.2 Geliştirilen Yelken Giysisi Kumaşlarının Test Sonuçları**

#### **3.2.1 Kaplanmış Kumaşların Sonuçları**

##### *3.2.1.1 Kumaşlara Eklenen Polimer Madde Miktarı ve Yıkama Sonrası Ağırlık Değişimleri*

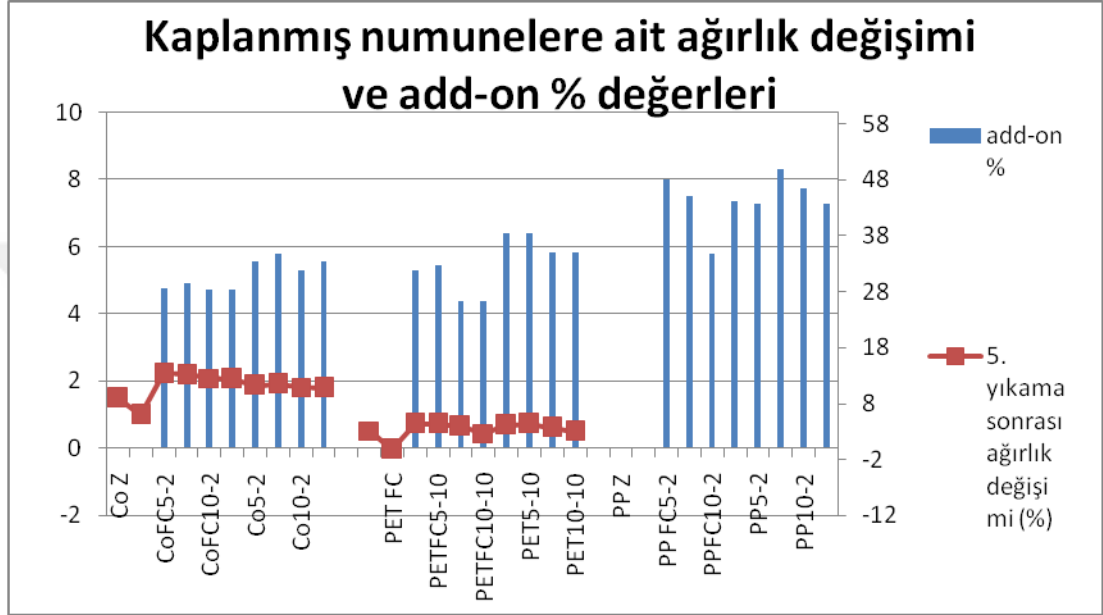
Poliester, pamuklu ve polipropilen kumaşlara; yelken giysilerinde kullanılabilecek alternatif kumaşlar üretmek amacı ile sistematik olarak kaplama işlemleri yapılmıştır. Kaplama işlemleri sonrasında kumaşlara applike edilen polimer madde miktarını tespit etmek üzere kumaşlara eklenen madde miktarı (add-on %) belirlenmiş ve Tablo 3.12'de verilmiştir. Ayrıca yıkama sonrasında numunelerin ağırlıklarından ne kadar kaybettiğini tespit edebilmek amacı ile yıkama sonrası ağırlık değişimleri de tespit edilmiştir. Kaplanmış polipropilen numunelerde yıkama sonrasında aşırı miktarda delaminasyon olduğundan, yıkama sonrası ağırlık değişimleri ve su geçirmezlikleri test edilmemiştir. Poliester ve pamuklu numunelere ait yıkama sonrası ağırlık değişimi değerleri Tablo 3.12'de gösterilmiştir.

Tablo 3.12 Kaplanmış numunelere ait add-on ve ağırlık değişimi sonuçları

Kumaş kodu	Add-on %	5. yıkama sonrası ağırlık değişimi (%)
Co Z	-	1,490
Co FC	-	0,994
CoFC5-2	28,551	2,223
CoFC5-10	29,589	2,185
CoFC10-2	28,267	2,074
CoFC10-10	28,409	2,055
Co5-2	33,457	1,872
Co5-10	34,807	1,910
Co10-2	31,708	1,809
Co10-10	33,457	1,790
PET Z	-	0,514
PET FC	-	-0,040
PET FC5-2	31,730	0,731
PETFC5-10	32,717	0,724
PETFC10-2	26,184	0,651
PETFC10-10	26,310	0,433
PET5-2	38,317	0,693
PET5-10	38,424	0,727
PET10-2	35,050	0,604
PET10-10	35,068	0,487
PP Z	-	-
PP FC	-	-
PP FC5-2	48,158	-
PPFC5-10	44,978	-
PPFC10-2	34,693	-
PPFC10-10	44,189	-
PP5-2	43,618	-
PP5-10	49,803	-
PP10-2	46,382	-
PP10-10	43,662	-

Kaplanmış numunelere ait yıkama sonrası ağırlık değişimleri ve kaplama sonrasında belirlenen add-on değerleri Şekil 3.8'de verilmiştir. Numunelere ait add-on değerleri pamuklu kumaşlar için % 28-34, poliester numuneler için %26-38, polipropilen numuneler için ise % 34-49 olarak tespit edilmiştir. Genel olarak polipropilen numunelerin add-on miktarlarının daha yüksek olduğu görülmüştür. PP

kumaşların add-on değerlerinin daha yüksek olmasının nedeninin, kaplama patındaki olası viskozite farkından kaynaklandığı tahmin edilmektedir. Literatürde birbirine yakın reçetelerle oluşturulmuş, farklı vizkozitelere sahip kaplama patları ile kaplanmış numunelerin aynı koşullar altında kaplanmasına rağmen farklı add-on değerleri verdiği sonucuyla karşılaşılmıştır (Jassal, Khungar, Bajaj ve Sinha, 2004).



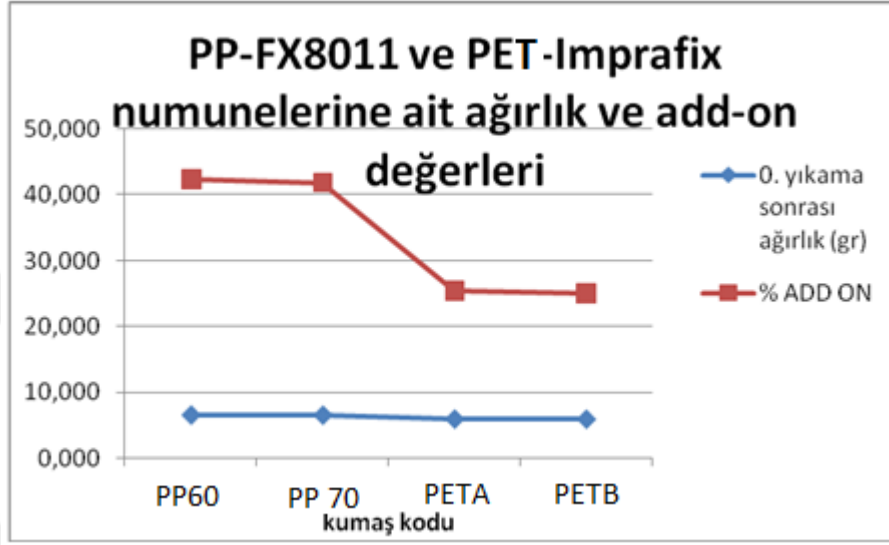
Şekil 3.8 Poliester ve pamuklu numunelere ait ağırlık değişimi sonuçları

Tablo 3.12 ve Şekil 3.8 incelendiğinde; beşinci yıkama sonrasında PET-FC numuneleri dışında, hiçbir numunede ağırlık kaybı olmadığı görülmüştür. Buna karşın pamuklu numunelerde daha yüksek olmak üzere, numunelerde az miktarda ağırlık artışı da saptanmıştır. Pamuklu numunelerdeki ağırlık artışı % 0,74-2,22 iken poliester numunelerde % 0,03-0,69 arasındadır. Bu da, pamuklu ve poliester numunelerde, beş yıkama sonrasında kaplama polimerinin uzaklaşmadığı anlamına gelmektedir.

Tablo 3.13 ve Şekil 3.9'da, içerisinde FX8011 bulunan patla kaplanmış polipropilen numunelerin ve içerisinde Imprafix içeren kaplama patı ile kaplanmış poliester numunelerin yıkama öncesi ağırlıkları ve add-on miktarları verilmiştir. Şekil 3.9'dan da görüldüğü üzere polipropilen numunelerin add-on miktarı % 40 civarında iken, poliester numunelerin add-on miktarı % 25 civarındadır.

Tablo 3.13 PP-FX8011 ve PET-Imprafix içeren numunelere ait yıkama öncesi ağırlık ve add-on değerleri

kumaş kodu	add on%
PP60	42,412
PP70	41,908
PETA	25,421
PETB	25,016



Şekil 3.9 PP-FX8011 ve PET-Imprafix içeren numunelere ait yıkama öncesi ağırlık ve add-on değerleri

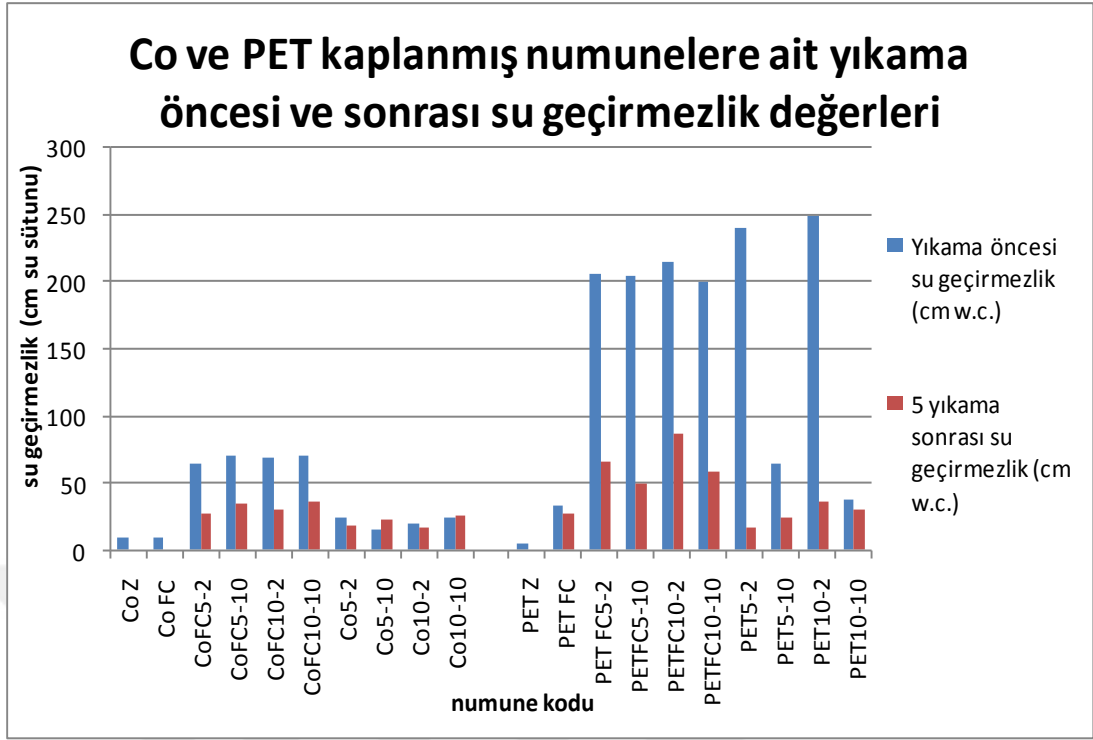
### 3.2.1.2 Su Geçirmezlik Testi Sonuçları

Poliester, pamuklu ve polipropilen kaplanmış numunelere su geçirmezlik testi uygulanmıştır. Su geçirmezlik etkisinin yıkamaya karşı dayanımının belirlenmesi amacıyla numuneler yıkama işlemine tabi tutulmuş ve yıkama sonrasında su geçirmezlik değerleri tekrar tespit edilmiştir. Ancak polipropilen numunelerde yıkama sonrası aşırı miktarda delaminasyon olması nedeni ile yıkama sonrası su geçirmezlik testi uygulanmamıştır. Tablo 3.14'te kaplanmış numunelere ait yıkama öncesi ve beş yıkama sonrası su geçirmezlik değerleri verilmiştir. Ayrıca poliester ve pamuklu numunelerden florokarbon ile ön işleme tabi tutulmuş olan numuneler yıkama sonrasında ısıtma işlemine tabi tutulmuş ve su geçirmezlikleri tekrar test edilmiştir (Tablo 3.14).

Tablo 3.14 Poliester ve pamuklu numunelerin su geçirmezlik değerleri

Kumaş kodu	Yıkama öncesi su geçirmezlik (cm su sütunu)	5 yıkama sonrası su geçirmezlik (cm su sütunu)	5. yıkama ve ısı işlem sonrası su geçirmezlik (cm su sütunu)
Co Z	8,47	0	-
Co FC	8,47	0	0
CoFC5-2	63,73	27,40	42,30
CoFC5-10	69,73	33,87	44,37
CoFC10-2	68,83	30,30	41,07
CoFC10-10	70,60	36,27	45,07
Co5-2	23,27	17,90	-
Co5-10	15,47	21,83	-
Co10-2	19,50	16,43	-
Co10-10	24,40	25,47	-
PET Z	3,77	0	-
PET FC	33,57	26,53	44,37
PET FC5-2	205,33	66,30	124,00
PETFC5-10	205,00	49,23	97,20
PETFC10-2	215,67	86,87	138,00
PETFC10-10	200,67	57,70	104,37
PET5-2	241,00	16,37	-
PET5-10	64,37	23,77	-
PET10-2	248,93	36,23	-
PET10-10	36,73	29,40	-

Polipropilen numunelerin yıkama sonrası ve ısı işlem sonrası su geçirmezlikleri test edilmediğinden, Şekil 3.10’da yalnız poliester ve pamuklu kaplanmış numunelere ait sonuçlar grafik halinde verilmiştir.



Şekil 3.10 Poliester ve pamuklu numunelerin yıkama öncesi ve sonrası su geçirmezlik değerleri

Tablo 3.14 ve Şekil 3.10 birlikte incelendiğinde aşağıda belirtilen sonuçlara varılmıştır:

- Pamuk ve poliester **zemin** kumaşların su geçirmezlik değerlerinin oldukça düşük olduğu görülmüştür. Pamuklu kumaşlara sadece florokarbon ile emdirme işlemi uygulandığında su geçirmezlik değeri artmamıştır. Ancak poliester kumaşlarda 30-40 cm su sütununa kadar artış olmasına rağmen yine de bu numuneler su geçirmezlik alt sınırı olan 130 cm su sütununa ulaşamamıştır (Sen ve Damewood, 2005).

- Genel olarak poliester numunelerin su geçirmezlik değerleri, pamuklu numunelerden daha yüksek elde edilmiştir.

- Pamuklu numuneler kendi aralarında karşılaştırıldığında; florokarbon ile ön emdirme işlemine tabi tutulmuş olan numunelerin, bu işlemi görmemiş numunelere göre daha yüksek su sütunu değeri verdiği görülmüştür. Beş yıkama sonrasında da bu durum korunmuştur. Yıkamalar sonucunda florokarbon ile ön emdirme işlemine tabi tutulmuş numunelerin su geçirmezlik değerlerinde sistematik bir düşüş gözlenmiştir. Pamuklu numunelerde en yüksek su geçirmezlik değeri 70,6 cm su sütunu ile FC ön

işlemleri, %10 çapraz bağlayıcı içeren ve 10 dk süre ile kürlenmiş kumaştan elde edilmiştir. Dolayısı ile hiçbir pamuklu numune yıkama işlemi öncesi veya sonrası 130 cm su sütunu su geçirmezlik alt sınırına ulaşamamıştır.

- Pamuklu numunelerin su geçirmezlikleri çapraz bağlayıcı oranı açısından karşılaştırıldığında, aralarında yalnızca küçük farklar meydana geldiği ve çapraz bağlayıcı oranı açısından yıkanmış ve yıkanmamış numunelerde sistematik bir değişim olmadığı saptanmıştır.

- Fiksaj süresinin pamuklu kumaşların su geçirmezliği üzerine büyük bir etkisi olmadığı görülmüştür.

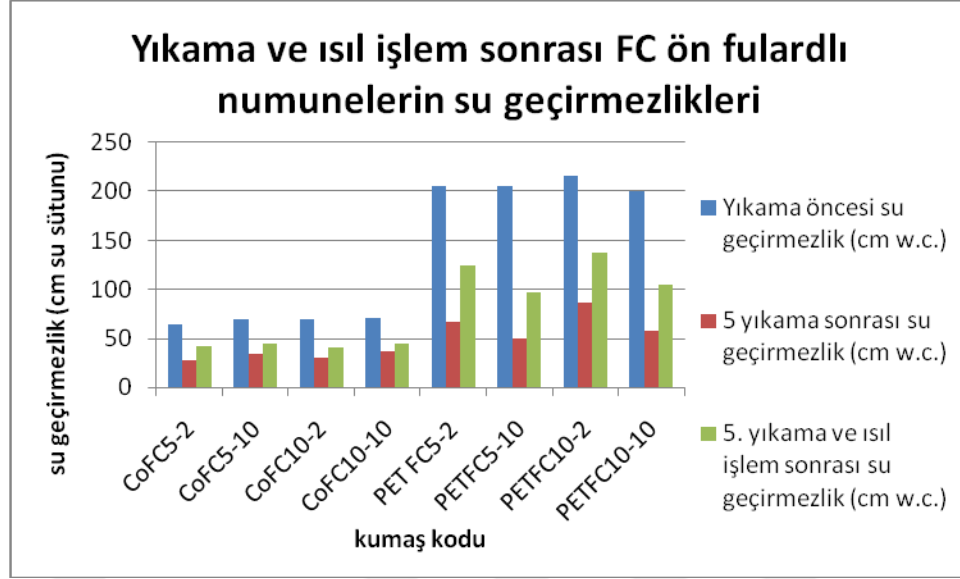
- Poliester kumaşlara ait sonuçlar incelendiğinde; yıkama öncesi PET5-10 ve PET10-10 kodlu numuneler dışındaki tüm numunelerin, 130 cm su sütunu alt sınırını geçtiği görülmüştür.

- Ön işlemleri poliester numunelerin tamamı yıkamadan önce 200 cm su sütununun üzerinde su geçirmezlik değeri vermiştir. Beşinci yıkama sonrasında ise hiçbir poliester numune bu alt sınırı sağlayamamıştır.

- Poliester numunelerde fiksaj süresinin etkisi incelendiğinde, genel olarak 2 dk süre ile fikse edilen numunelerin, yıkama sonrasında daha iyi sonuçlar verdiği tespit edilmiştir.

- Isıl işlem; florokarbon ile muamele görmüş poliester kumaşların beşinci yıkama sonrasında su geçirmezlik değerini artırmıştır ve ısıl işlem görmüş PETFC10-2 kodlu numune 130 cm alt sınırını geçmiştir (Şekil 3.11). Bu durumun; florokarbonun yıkama esnasında bozulan oryantasyonunun, uygulanan ısı yardımı ile yeniden oluşmasından kaynaklandığı tahmin edilmektedir (Park ve Lee, 2012; Holme, 2007).



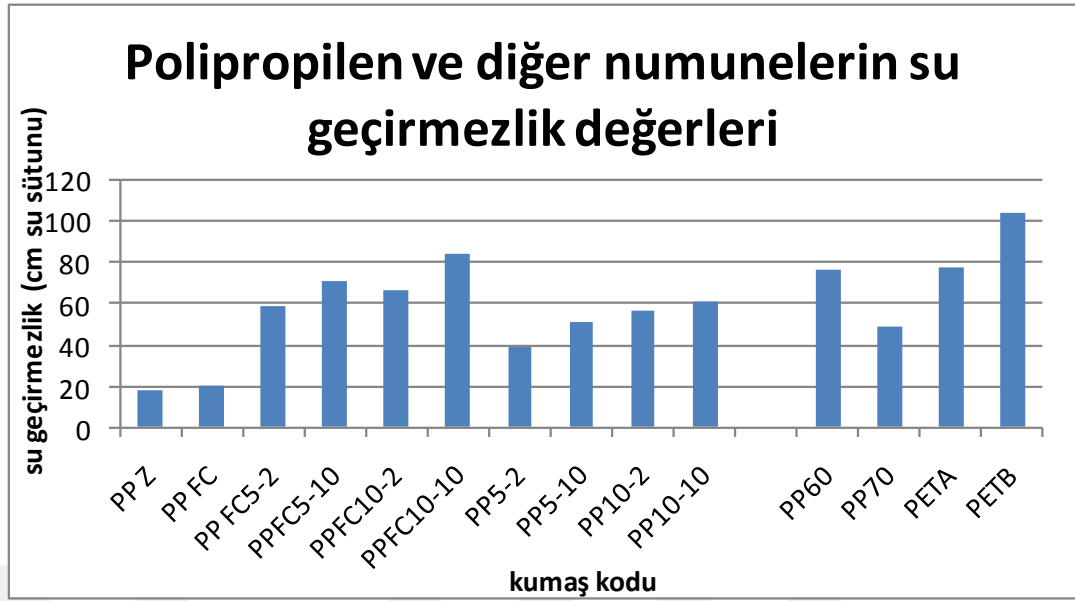


Şekil 3.11 Florokarbon ile işlem görmüş poliester ve pamuklu numunelerin yıkama ve ısıtma işlem öncesi ve sonrası su geçirmezlik değerleri

Tablo 3.15 ve Şekil 3.12’de, Imprafix çapraz bağlayıcısının kullanıldığı ve 130°C’de kürlenmiş polipropilen numunelere ve buna ek olarak PP60, PP70, PETA ve PETB numunelerine ait yıkama öncesi su geçirmezlik değerleri verilmiştir.

Tablo 3.15 Polipropilen ve diğer numunelerin su geçirmezlik değerleri

Kumaş kodu	Su geçirmezlik (cm su sütunu)
PP Z	18,1
PP FC	19,5
PP FC5-2	58,8
PPFC5-10	71,2
PPFC10-2	66,2
PPFC10-10	84,2
PP5-2	38,6
PP5-10	50,6
PP10-2	56,4
PP10-10	60,9
PP60	76,3
PP70	48,8
PETA	77,6
PETB	104,1



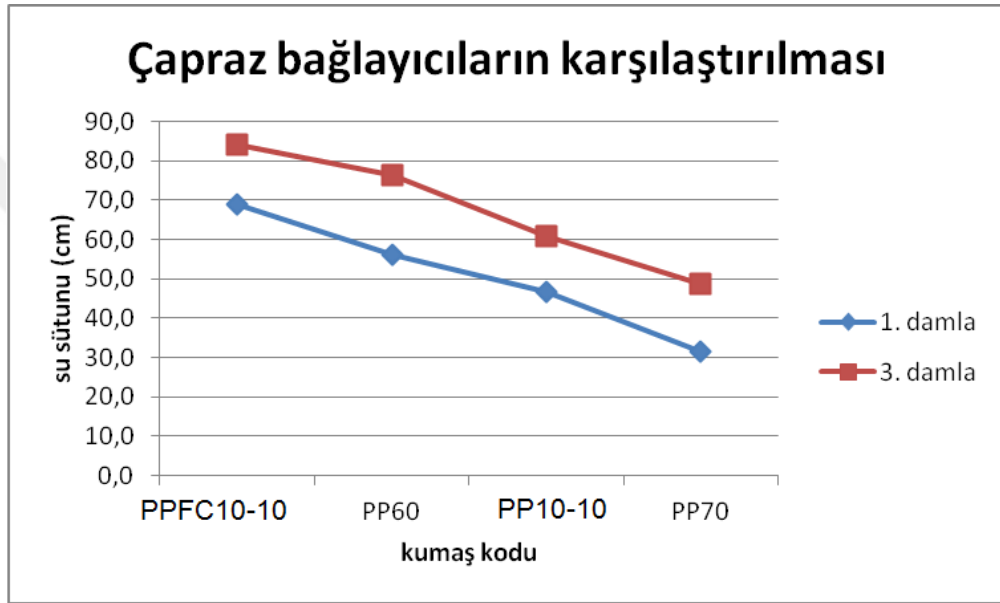
Şekil 3.12 Polipropilen numunelerin yıkama öncesi su geçirmezlik değerleri

Tablo 3.15 ve Şekil 3.12 incelendiğinde; polipropilen zemin kumaşların su geçirmezlik değerinin 18,1 cm su sütunu olduğu görülmektedir. FC ile ön işlem görmüş ancak kaplanmamış numunelerde önemli bir artış olmamıştır (19,5 cm su sütunu). Genel olarak florokarbon ile işlem görmüş ve kaplanmış numunelerin, florokarbon ile işlem görmemiş kaplanmış numunelere göre daha yüksek su geçirmezlik değeri verdiği tespit edilmiştir. Benzer durum pamuklu numunelerde de gözlenmiştir. Özen (2012) lamine kumaşlar üzerine yaptığı bir çalışmada su iticilik işleminin lamine kumaşların su geçirmezliğine katkısı olduğunu tespit etmiştir ve bu durum polipropilen ve pamuklu numunelerimize ait sonuçları desteklemektedir.

Polipropilen numunelerde en yüksek su sütunu değeri, pamuklu numunelerde de olduğu gibi FC ile ön işlem görmüş, % 10 oranında çapraz bağlayıcı içeren ve 10 dk süre ile fikse edilen PP numunede 84,2 cm su sütunu olarak saptanmıştır. Hiçbir polipropilen numune 130 cm su sütunu alt sınırını sağlayamamıştır. Genel olarak %10 çapraz bağlayıcı içeren numuneler daha yüksek sonuçlar vermiştir.

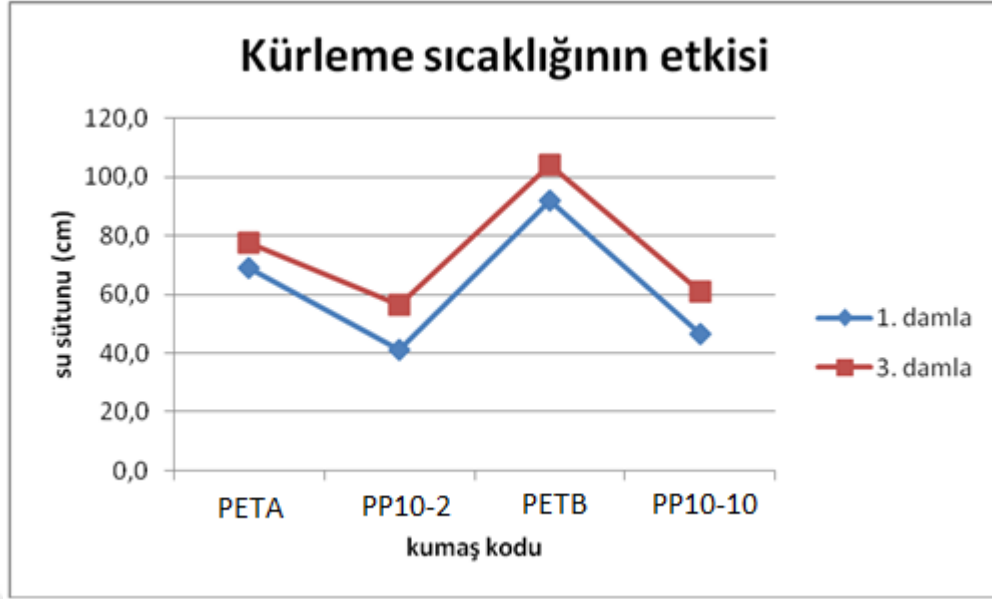
Şekil 3.13'te çapraz bağlayıcı tipinin polipropilen numunelerin su geçirmezliğine etkisini görmek amacı ile; 10 dk süre ile fikse edilmiş, FX8011 veya Imprafix çapraz bağlayıcısı içeren polipropilen numuneler karşılaştırılmıştır. PPFC10-10 ve PP10-10

numuneleri Imprafix içerirken, PP60 ve PP70 numuneleri FX8011 içermektedir. PPFC10-10 ve PP60 numuneleri florokarbon işlemi görmüştür. Buna göre Imprafix içeren PPFC10-10 ve PP10-10 numuneleri, FX8011 içeren eşdeğerleri olan PP60 ve PP70 numunelerine göre daha yüksek sonuçlar vermiştir. Ayrıca florokarbon işlemi görmüş PPFC10-10 ve PP60 numuneleri aynı polimer sistemi ile kaplanmış sırası ile PP10-10 ve PP70 numunelerine göre daha yüksek su sütunu değerleri vermiştir. Ancak hiçbir numune 130 cm su sütunu alt sınırını sağlayamamıştır.



Şekil 3.13 Polipropilen numunelerde çapraz bağlayıcı tipinin su geçirmezliğe etkisi

Şekil 3.14'te kürlenme sıcaklığının Imprafix içeren numunelerin su geçirmezliğine etkisini görmek üzere; 130 °C ve 160 °C'de kürlenmiş polipropilen ve poliester numunelere ait sonuçlar verilmiştir. Numunelerden ikisi polipropilen diğer ikisi poliester hammadde olduğundan tam bir karşılaştırma yapılması mümkün olmasa da kaba bir değerlendirme yapılabilmesi amacı güdülmüştür. Buna göre 160 °C'de, sırası ile 2 ve 10 dk süre ile kürlenmiş PETA ve PETB numunelerinin aynı polimer sistemi ile kaplanan ancak 130 °C'de kürlenmiş PP10-2 ve PP10-10 numunelerine göre daha yüksek su geçirmezlik değeri verdiği görülmüştür. Ancak hiçbir numune 130 cm su sütunu alt sınırını sağlayamamıştır.



Şekil 3.14 Imprafix çapraz bağlayıcı içeren numunelerde fiksaj sıcaklığının su geçirmezliğe etkisi

Elde edilen veriler genel olarak değerlendirildiğinde; poliester numunelerin su geçirmezlik değerlerinin, polipropilen ve pamuklu kumaşlara göre daha yüksek olduğu görülmüştür. Kaplanmış pamuklu kumaşlar için ön işlemlenmiş numunelerde su geçirmezlik değeri 63-70 cm su sütunu iken ön işlem görmemiş numuneler için 15-24 cm su sütunu; kaplanmış poliester kumaşlar için ön işlemlenmiş numunelerde su geçirmezlik değeri 200-215 cm su sütunu iken ön işlem görmemiş numuneler için 36-248 cm su sütunu ve kaplanmış polipropilen kumaşlar için ön işlemlenmiş numunelerde su geçirmezlik değeri 58-84 cm su sütunu iken ön işlem görmemiş numuneler için 38-60 cm su sütunu aralığında bulunmuştur. Literatürde su bazlı ve/veya nefes alabilir kaplama polimeri ile kaplanmış numunelerde benzer aralıklarda değerler elde edilmiştir (Jassal, Khungar, Bajaj ve Sinha, 2004; Lee ve Cho, 2014; Jeong ve An, 2001). Literatürde kaplanmış kumaş için 1000 cm su sütununun üzerinde su geçirmezliğin tespit edildiği bir çalışmaya da rastlanmaktadır ancak bu çalışmada kullanılan kaplama polimeri hakkında karşılaştırmada kullanılabilecek yeterli bilgi verilmemiştir (Padleckiene ve ark., 2009).

Poliester kumaşlara 160 °C olarak uygulanan fiksaj sıcaklığı, kaplamanın yıkamaya karşı dayanımına olumlu etki etmiştir. Buna karşın pamuklu kumaşlarda poliester kumaşlara göre daha düşük su geçirmezlik sonuçlarının elde edilmesinin;

kullanılan pamuklu kumaşta gözlenen daha gözenekli kumaş yapısı ile ilgili olduğu düşünülmektedir.

Florokarbon ile ön işlem görmüş numuneler, ısıtılardan sonra daha yüksek su geçirmezlik değerleri vermiştir. Bu durum literatürle uyum içerisindedir (Park ve Lee, 2012; Holme, 2007).

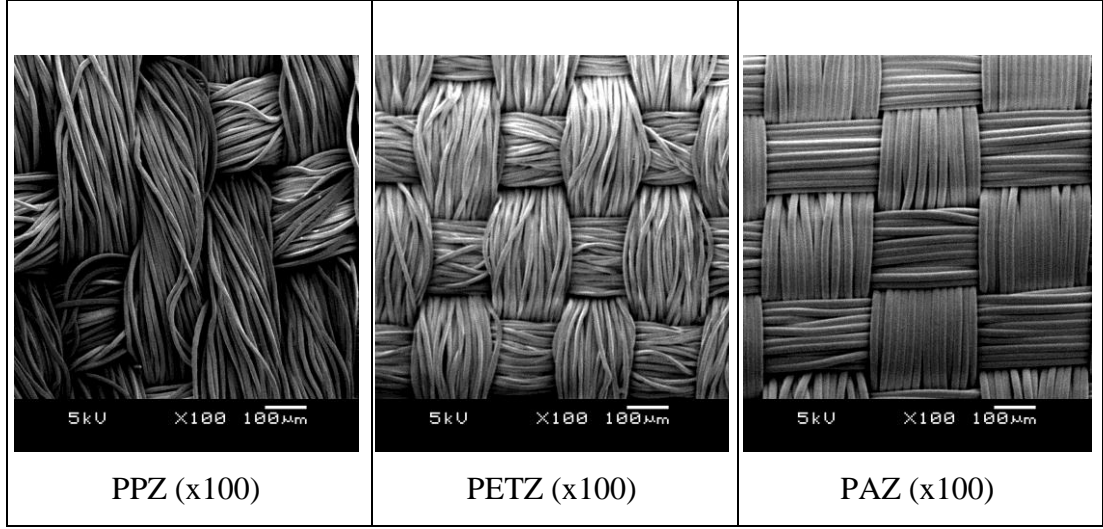
Kullanılan reçeteler ile uygulanan sistematik kaplama işlemlerinin genel olarak tüm kumaşların su geçirmezliklerini olumlu yönde etkilediği, ancak özellikle polipropilen ve pamuklu kumaşlarda yeterli etkinin sağlanmadığı sonucuna varılmıştır. Kaplanmış poliester numunelerde göreceli olarak daha yüksek sonuçlar elde edilmesine rağmen, ısıtılardan sonrasında dahi yalnızca tek bir tip kumaşın su geçirmezlik alt sınırını sağlaması, yelken giysisinde kullanılmak üzere lamine kumaşların üretimine de ihtiyaç olduğunu açıkça göstermiştir.

### ***3.2.2 Lamine Kumaşların Sonuçları***

Lamine kumaşların geçirgenlik, mekanik ve fiziksel özelliklerini değerlendirmek üzere test edilen su geçirmezlik, su buharı geçirgenliği, hava geçirgenliği, kopma mukavemeti, yırtılma mukavemeti, aşınma dayanımı, kalınlık ve gramaj değerlerine ait sonuçlar aşağıdaki bölümlerde verilmiştir.

#### ***3.2.2.1 SEM İncelemesi Sonuçları***

Şekil 3.15-3.18’de zemin kumaşlara ve laminasyon filmlerine ait taramalı elektron mikroskobu görüntüleri verilmiştir. PP zemin kumaş dimi örgüde, PET ve PA zemin kumaşlar ise bezayağı örgüdedir. Dolayısıyla PP-Z’de iplik atlamaları gözlenmektedir. PA-Z kumaşının yüzey görüntüsü hem dimi PP kumaştan hem de bezayağı PET kumaştan çok daha düzgündür. Kumaşlar multifilament ipliklerden dokunduğu için kumaş yüzeyine çıkan lif uçları görünmemektedir.



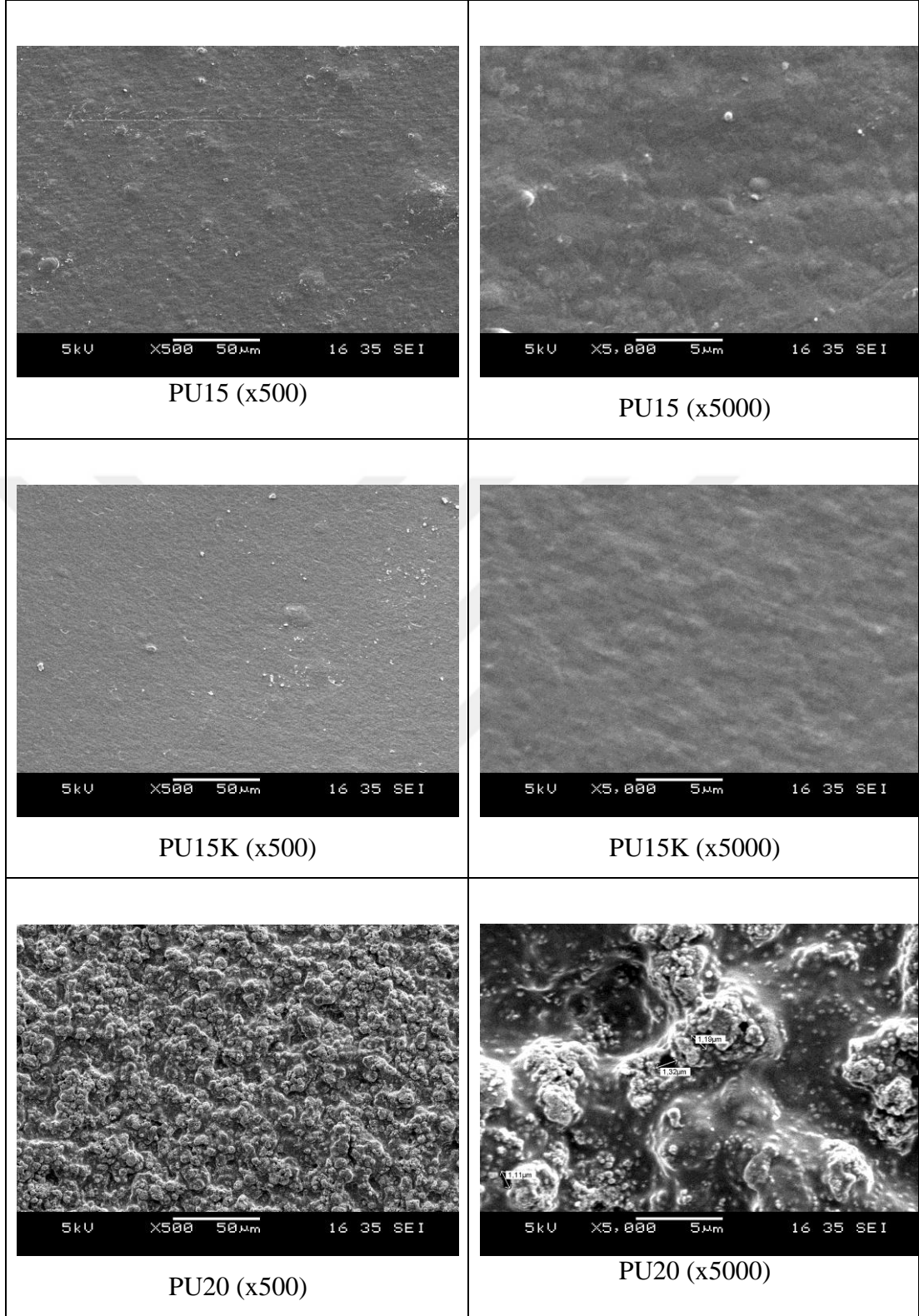
Şekil 3.15 Zemin kumaşlara ait SEM görüntüleri

Şekil 3.16’da laminasyon işlemlerinde kullanılan poliüretan filmlere ait 500 ve 5000 büyütmedeki SEM görüntüleri verilmiştir. 15 mikron kalınlığındaki PU15 ve PU15K filmlerinin yüzey görüntüleri birbirine benzemektedir ve gözenek içermemektedir. Bu da su buharı iletiminin hidrofilik gruplar üzerinden gerçekleştiği anlamına gelmektedir. PU20 membranının yüzeyi diğer PU membranlardan farklıdır ve yüzeyde topaklar halinde düzensizlikler bulunmaktadır. PU20 membran yüzeyinde mikrogözenek benzeri siyah noktalar bulunmaktadır ancak bu görüntülerin literatürde bulunan mikrogözenekli poliüretan SEM görüntüleri ile benzemediği görülmüştür (Brzezinski ve ark, 2005; Fung, 2002). Üretici ve tedarikçi firma ile yapılan görüşmeler sonucunda PU20 membranının da hidrofilik gruplar üzerinden su buharı iletimini sağladığı belirlenmiştir.

Şekil 3.17’de monokomponent ve bikomponent PTFE laminasyon filmlerine ait SEM görüntüleri verilmiştir. PTFEbi filminin bir yüzü PTFE, diğer yüzü ise PU kaplama olduğundan bu filme ait iki yüzün de SEM görüntülerine yer verilmiştir. PTFEmono’nun mikrogözenekli yapısı açıkça görülmektedir. Tedarikçi firma tarafından PTFEmono için gözeneklilik oranı  $85 \pm 5$  olarak verilmiştir. Gözenek yapısı ve görüntüsü literatürde verilen PTFE membran görüntüleri ile uyumaktadır (Lomax, 2009; Goretex, b.t.). Bikomponent PTFEbi membranının ise PTFE yüzündeki görüntü, PTFEmono ile benzerdir ve mikrogözenekli bir yapı içermektedir. Ancak, PTFEbi membranının arka yüzü poliüretan polimeri ile kaplandığından arka yüz

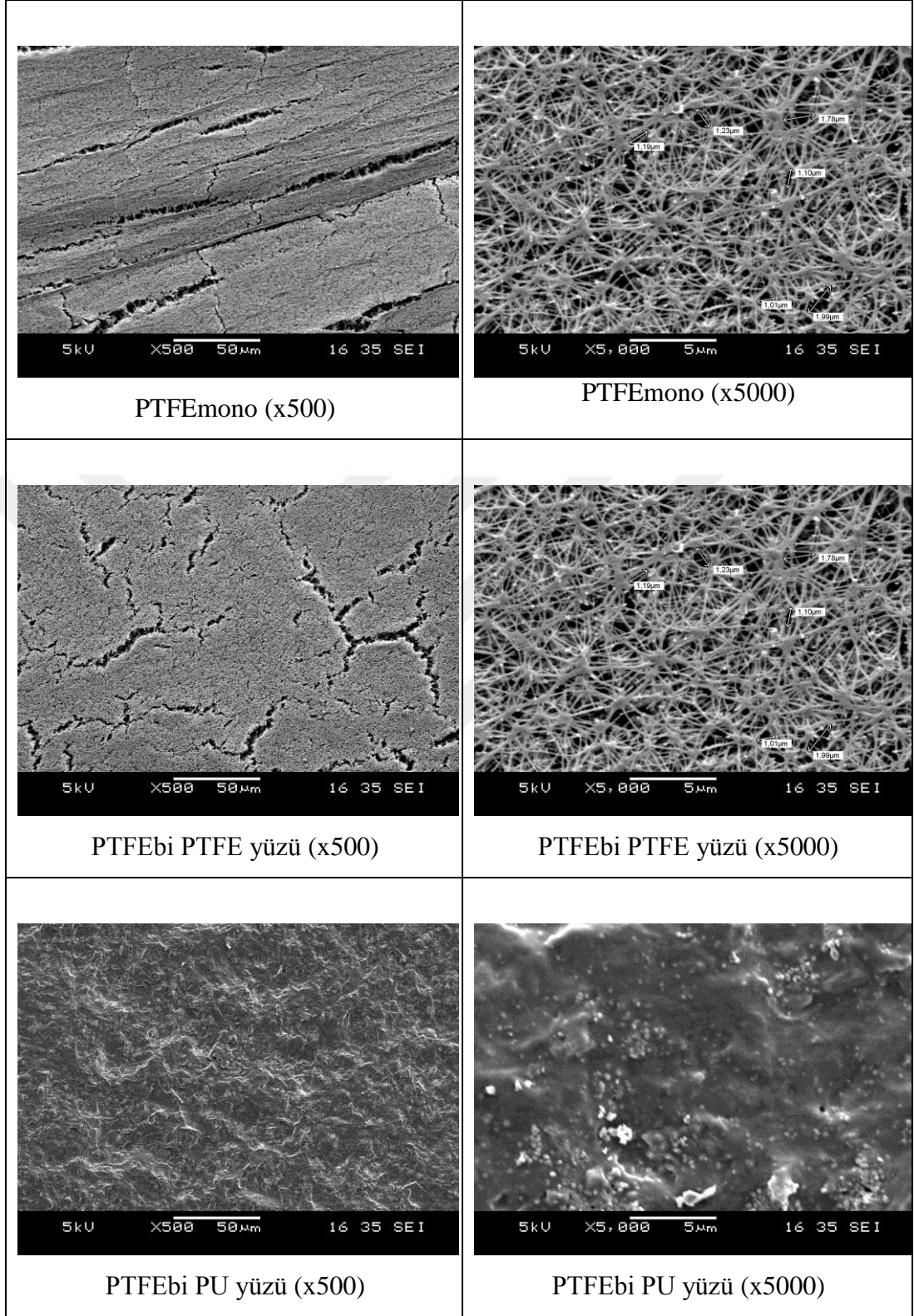
gözeneksizdir. Görüntüler literatürle uyum göstermektedir (Holmes, 2000). PTFE yüzündeki gözenekler PU yüzünde kesildiğinden dolayı, PTFEbi membranında su buharı iletimi öncelikle mikrogözenekler arasından ilerlemekte ardından PU kaplama içerisinden hidrofilik gruplar üzerinden dış ortama iletilmektedir (Holmes, 2000).

Şekil 3.18’de 12 mikron ve 20 mikron kalınlığındaki poliester laminasyon filmlerine ait 500 ve 5000 büyütmedeki SEM görüntüleri verilmiştir. Poliester membranların yüzeyi de kendine özgü şekilde pürüzlüdür ve gözenek içermemektedir. PU filmlerde olduğu gibi, PES membranlarda da su buharı iletimi membran içerisindeki hidrofilik gruplar üzerinden sağlanmaktadır. Laminasyon filmi yüzey özelliklerinden yola çıkılarak daha pürüzlü yüzeye sahip olan PU20, PES12, PES20 ve PTFE filmlerin yapıştırıcı ile temas edecek daha fazla yüzey alana sahip olduğu ve yapışma etkisini artıracığı düşünülmektedir.

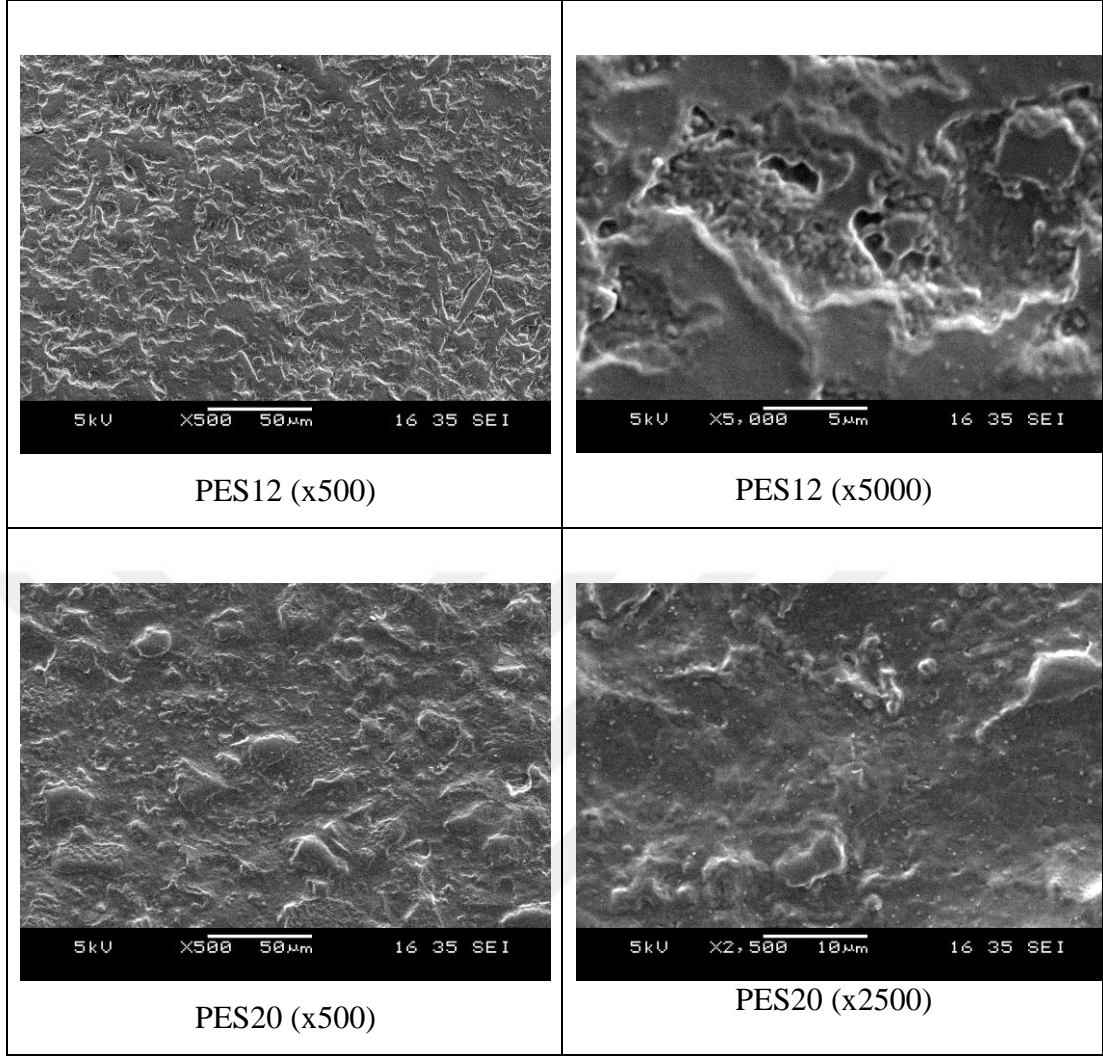


Şekil 3.16 Poliüretan laminasyon filmlerine ait SEM görüntüleri





Şekil 3.17 Politetraflöretilen laminasyon filmlerine ait SEM görüntüleri



Şekil 3.18 Poliester laminasyon filmlerine ait SEM görüntüleri

### 3.2.2.2 Kumaş Gramajı Değerleri

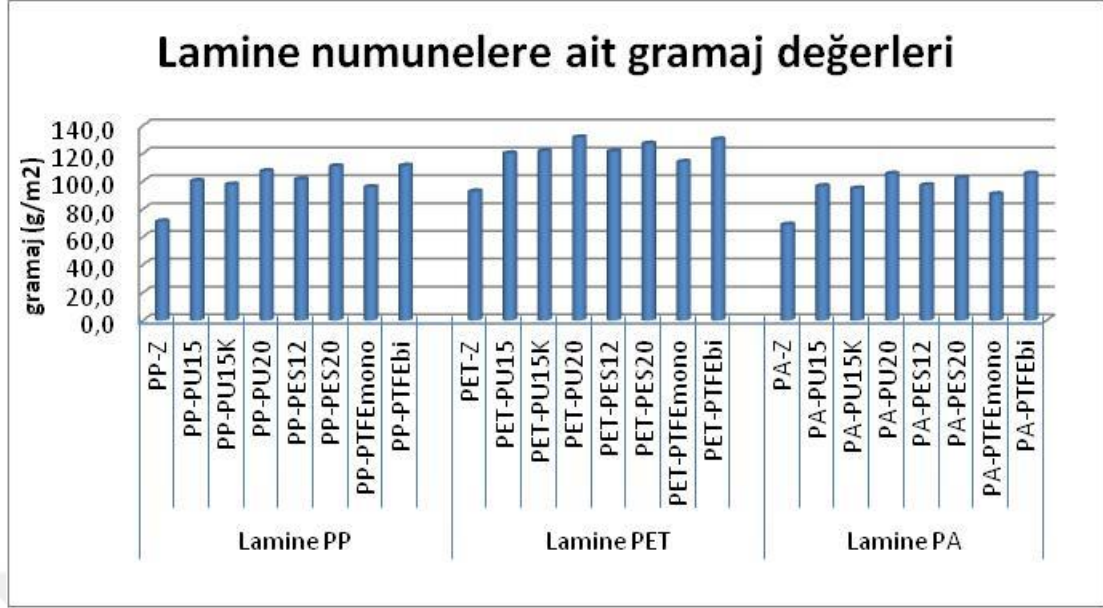
Numunelere ait gramaj değerleri Tablo 3.16 ve Şekil 3.19'da verilmiştir. Buna göre zemin kumaş gramajları PP, PET ve PA için sırası ile 71,0; 92,7 ve 68,8 g/m<sup>2</sup>'dir. En yüksek gramaja PET-Z sahip iken, en düşük gramaja PA-Z numunesi sahiptir. Laminasyon işlemi sonrasında numunelerin gramajlarında belirli oranlarda artış meydana gelmiştir. Gramaj artış oranı PP numuneler için %34,6-56,2; PET numuneler için %23-40,2; PA numuneler için ise %31,8-53,5 aralığında gerçekleşmiştir. Membranların gramajları sabit olduğundan, birbirine yakın ve daha düşük gramajda olan PP ve PA zemin kumaşlarında laminasyon sonrası elde edilen

ağırlık artışı benzerlik göstermiştir. Buna karşılık PET numunelerdeki ağırlık artış oranı daha düşük bir orana denk gelmiştir. Genel olarak PP ve PET numunelerin kaplama sonrasında belirlenen add-on değerleri ile laminasyon sonrasında elde edilen ağırlık artış aralıkları birbirine yakındır.

PES ve PU membran ile lamine edilmiş numunelerde, membran kalınlığı 20 mikrona çıktığında ağırlık artış oranı da yükselmiştir. 20 mikron kalınlığındaki membranlar, 12 ve 15 mikron kalınlığındaki PES ve PU membranlara göre 5-7 gr/m<sup>2</sup> daha ağırdır ve bu durum lamine PP, PET ve PA numunelerin gramajlarına yansımıştır. Benzer şekilde PTFEbi ile lamine edilmiş numuneler, PTFEmono ile lamine edilmiş numunelere göre ortalama 14 g/m<sup>2</sup> daha ağırdır. Aradaki fark PTFEmono membranı ile PTFEbi membranlarının gramaj farkını yansıtmaktadır. Buna göre PP numunelere ortalama 11 g/m<sup>2</sup>, PET numunelere ortalama 10 g/m<sup>2</sup>, PA numunelere ise ortalama 9 g/m<sup>2</sup> yapıştırıcı applike edilmiştir.

Tablo 3.16 Lamine numunelere ait gramaj değerleri ve zemin kumaşa göre gramaj değişimleri

<b>Kumaş kodu</b>	<b>Gramaj (g/m<sup>2</sup>)</b>	<b>Gramaj değişimi (%)</b>
PP-Z	71,2	0,0
PP-PU15	100,3	40,9
PP-PU15K	97,6	37,1
PP-PU20	107,3	50,7
PP-PES12	101,3	42,2
PP-PES20	110,8	55,6
PP-PTFEmono	95,8	34,6
PP-PTFEbi	111,2	56,2
PET-Z	92,7	0,0
PET-PU15	120,1	29,6
PET-PU15K	121,7	31,3
PET-PU20	131,5	41,9
PET-PES12	121,5	31,1
PET-PES20	127,0	37,0
PET-PTFEmono	114,0	23,0
PET-PTFEbi	130,0	40,2
PA-Z	68,8	0,0
PA-PU15	96,5	40,3
PA-PU15K	94,8	37,8
PA-PU20	105,4	53,2
PA-PES12	97,2	41,3
PA-PES20	102,4	48,8
PA-PTFEmono	90,7	31,8
PA-PTFEbi	105,6	53,5



Şekil 3.19 Lamine numunelere ait gramaj değerleri ve zemin kumaşa göre gramaj değişimleri

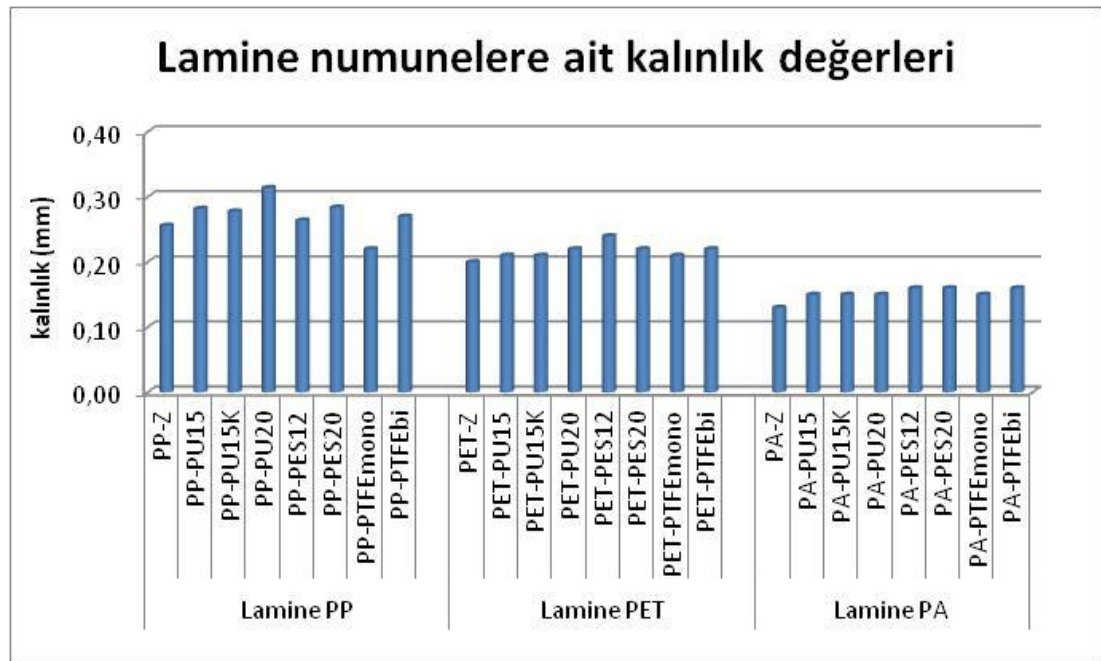
### 3.2.2.3 Kumaş Kalınlığı Değerleri

Numunelere ait kalınlık değerleri Tablo 3.17 ve Şekil 3.20'de verilmiştir. Zemin kumaş kalınlıkları PP, PET ve PA numuneler için sırası ile 0,26; 0,20 ve 0,13 mm olarak tespit edilmiştir. Gramajı en düşük olan PA zemin kumaşının kalınlığı da en düşük olarak belirlenmiştir. Buna karşın gramajı daha düşük olan PP kumaşın kalınlık değeri PET kumaşa göre daha yüksek belirlenmiştir. Bu durum, dokuma kumaşlardaki örgü farklılığı (bezayağı, dimi) ve PP hammaddenin daha düşük özgül ağırlığa sahip olmasından kaynaklanmaktadır.

Laminasyon işlemi sonrasında kumaş kalınlıklarında artış meydana gelmiştir. Numune kalınlıkları PP numunelerde maksimum 0,05 mm (50  $\mu$ ), PET ve PA numunelerde ise 0,03 mm (30  $\mu$ ) kadar olmuştur. PU ve PES membran ile lamine edilmiş numunelerde, membran kalınlığının 20 mikrona çıkması numune kalınlığını çok fazla etkilememiştir. Benzer şekilde PTFEbi (35  $\mu$ ) kullanılması, kumaş kalınlığını PTFEmono'ya (25  $\mu$ ) karşı çok fazla artırmamıştır. Numunelerdeki kalınlık değişimleri membran kalınlıklarının yanı sıra apliance edilen yapıştırıcının zemin kumaş yüzeyinde oluşturduğu kalınlıktan ve laminasyon sırasında kumaş üzerine uygulanan gerilimlerden de etkilenmiştir.

Tablo 3.17 Lamine numunelere ait kalınlık değerleri

Kumaş kodu	Kalınlık (mm)	Kalınlık değişimi (%)
PP-Z	0,26	-
PP-PU15	0,28	8,5
PP-PU15K	0,28	6,9
PP-PU20	0,31	20,8
PP-PES12	0,26	1,5
PP-PES20	0,28	9,2
PP-PTFEmono	0,22	-15,4
PP-PTFEbi	0,27	3,8
PET-Z	0,20	-
PET-PU15	0,21	5,0
PET-PU15K	0,21	5,0
PET-PU20	0,22	10,0
PET-PES12	0,24	20,0
PET-PES20	0,22	10,0
PET-PTFEmono	0,21	5,0
PET-PTFEbi	0,22	10,0
PA-Z	0,13	-
PA-PU15	0,15	15,4
PA-PU15K	0,15	15,4
PA-PU20	0,15	15,4
PA-PES12	0,16	23,1
PA-PES20	0,16	23,1
PA-PTFEmono	0,15	15,4
PA-PTFEbi	0,16	23,1



şekil 3.20 Lamine numunelere ait kalınlık değerleri

#### 3.2.2.4 Su Geçirmezlik Testi Sonuçları

Zemin kumaşlara ve lamine numunelere ait yıkama öncesi ve tekrarlı yıkamalar sonrası su geçirmezlik sonuçları Tablo 3.18 ve Şekil 3.21'de verilmiştir. Su geçirmezlik sonuçları zemin kumaşlar açısından değerlendirildiğinde, hem yıkama öncesinde hem de yıkamalar sonrasında PP, PA ve PET kumaşların su sütunu değerlerinin oldukça düşük olduğu ve bu numunelerin su geçirmezlik özelliği taşımadığı görülmüştür.

Lamine kumaşların tamamı yıkama öncesinde, zemin kumaşlara göre oldukça yüksek bir su geçirmezlik performansı sergilemiştir. Laminasyonlu kumaşlar için benzer sonuçlar literatürde bulunmaktadır (Jeong ve An, 2001; An, Park ve Chung, 2012; Doba Kadem ve Ergen, 2011a). Laminasyon sonrası, yıkanmamış numunelerdeki en düşük su geçirmezlik değeri 438,8 cm su sütunu değeri ile 15 µ kalınlığındaki PU membran ile lamine edilmiş PET kumaşından (PET-PU15) elde edilmiştir. Bununla birlikte PP numuneler yıkama öncesinde en yüksek su geçirmezlik değerlerini vermiştir. PP-PU15K, PP-PES12, PP-PES20 ve PP-PTFEbi numuneleri 1100 cm su sütununa kadar suyun geçişine izin vermemiştir. Benzer şekilde monokomponent politetrafloretillen ile lamine edilmiş PA numune de (PA-PTFEmono) 1100 cm su sütununa kadar su geçirmemiştir. Makine kapasitesi, kumaş yapısı ve son kullanım ihtiyacına bağlı olarak numunelerin su geçirmezlik testleri 1100 cm su sütununda durdurulmuştur.

Genel olarak yıkama öncesinde, aynı tipteki filmler ile lamine edilmiş kumaşlardaki en yüksek su geçirmezlik değerleri lamine PP numunelerden elde edilmiştir. Onu, sırası ile lamine PA ve lamine PET numuneler takip etmiştir. Kullanılan laminasyon filmi tipi açısından numunelerin su geçirmezlikleri incelendiğinde, yıkama öncesinde en düşük değerlerin 15 mikron kalınlığındaki PU membran ile lamine edilmiş numunelerden elde edildiği görülmüştür. En yüksek değerler ise PA ve PET numuneler için monokomponent PTFE ile lamine edilmiş numunelerden; PP için ise PES film, ayakkabı sektörüne yönelik 15 µ kalınlığındaki PU film ve bikomponent PTFE lamine edilmiş numunelerden elde edilmiştir.

Tablo 3.18 Lamine numunelere ait su geçirmezlik sonuçları

Su geçirmezlik (cm su sütunu)				
Kumaş kodu	Yıkama öncesi	5. yıkama sonrası	10. yıkama sonrası	20. yıkama sonrası
PP-Z	18,5	1,7	1,6	2,5
PP-PU15	883,6	680,2	434,4	263,0
PP-PU15K	1100,0	1100,0	1100,0	1100,0
PP-PU20	945,0	461,2	303,2	218,4
PP-PES12	1100,0	1100,0	1100,0	1100,0
PP-PES20	1100,0	976,8	1035,4	839,0
PP-PTFEmono	985,8	149,8	60,9	52,0
PP-PTFEbi	1100,0	1003,4	919,4	920,0
PET-Z	5,4	6,1	2,6	2,3
PET-PU15	438,8	285,2	259,6	210,6
PET-PU15K	534,4	399,0	324,4	253,0
PET-PU20	514,8	328,6	260,4	267,2
PET-PES12	535,2	325,4	338,4	298,4
PET-PES20	536,8	326,0	293,2	260,8
PET-PTFEmono	759,6	226,3	77,4	52,1
PET-PTFEbi	592,8	482,4	413,2	359,6
PA-Z	27,6	4,5	2,8	3,6
PA-PU15	613,8	366,4	255,0	74,8
PA-PU15K	861,2	117,5	48,8	16,1
PA-PU20	816,8	381,2	192,8	93,7
PA-PES12	631,5	174,6	89,5	33,2
PA-PES20	870,6	174,0	94,8	33,9
PA-PTFEmono	1100,0	220,0	59,5	54,7
PA-PTFEbi	1066,8	1014,6	382,2	175,4

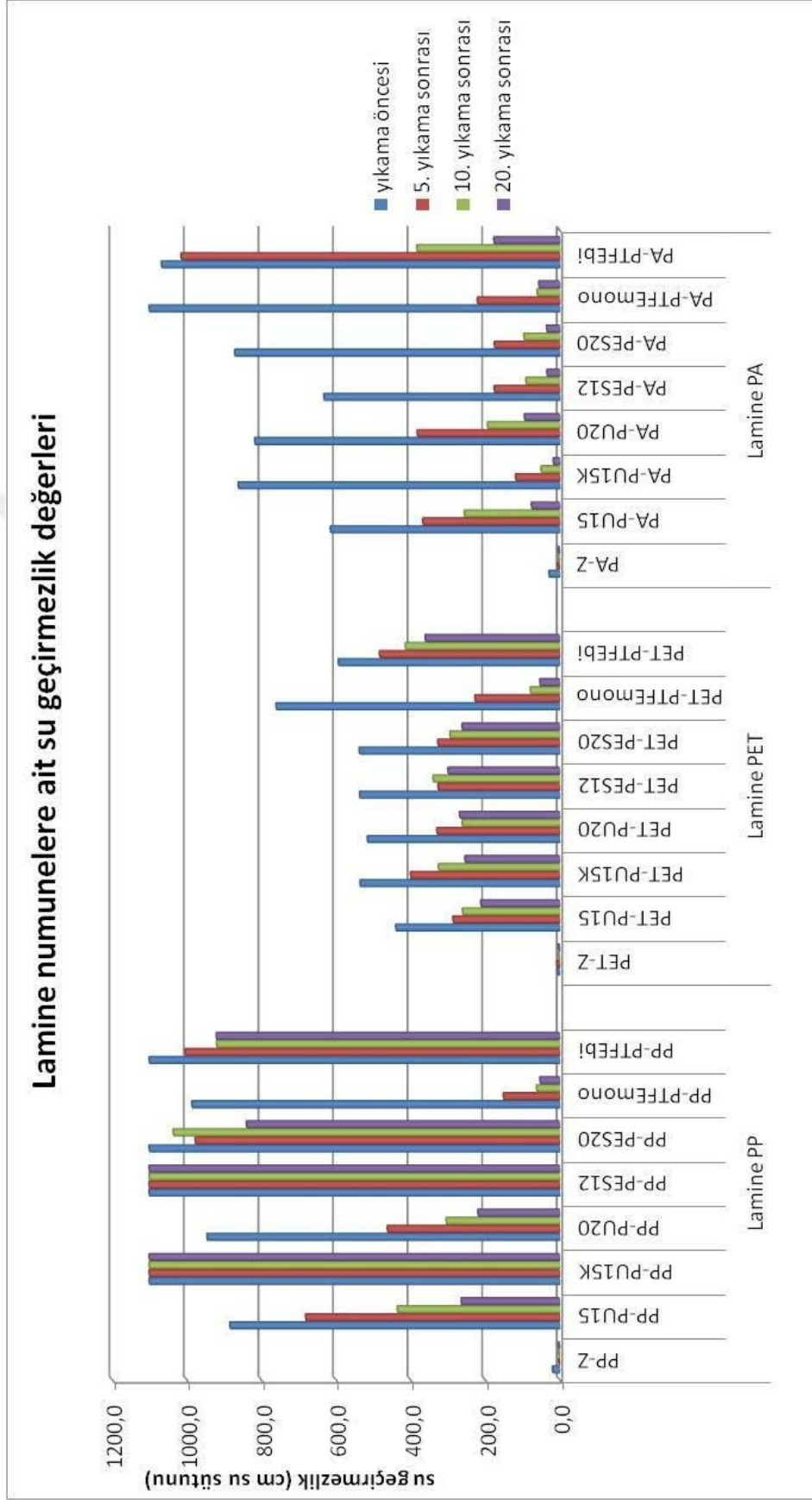
Kumaşlara uygulanan 5, 10 ve 20 tekrarlı yıkamalar sonrasında su geçirmezliklerinde meydana gelen değişimler Şekil 3.15'te görülmektedir. Yıkama işlemleri sonrasında, birçok lamine numunenin su geçirmezlik değerinde azalma meydana gelmiştir. En fazla değişim PA numunelerde gerçekleşirken, en az değişim PP numunelerde gözlenmiştir. PP numunelerin bir kısmı 20 yıkama sonrasında dahi 1100 cm su sütunu su geçirmezlik performansı göstermiştir. Yıkama sonrasında en fazla düşüş, zemin kumaş tipinden bağımsız olarak; monokomponent PTFE ile lamine edilmiş numunelerde olmuştur. Buna karşılık PA ve PET numunelerde en az düşüş bikomponent PTFE ile lamine edilmiş numunelerden elde edilmiştir. Genel olarak lamine kumaşların su geçirmezlik değerleri, yıkama sayısının artması ile dereceli olarak düşüş göstermiştir.

Membran kalınlığının yıkama sonrası su geçirmezliğe etkisi incelendiğinde; PA, PET ve PP zeminli numunelerde PES ve PU membran kullanıldığında önemli bir etkisi olmadığı görülmüştür. Bununla birlikte, PTFE membran ile lamine edilmiş numunelerde durum değişmiştir. PP ve PET numunelerde yıkamalar sonrası su geçirmezlik alt sınırı olan 130 cm su sütununu sağlamayan tek numune tipi monokomponent PTFE ile lamine edilmiş numuneler iken, PA numunelerde ise 20. yıkama sonrası su geçirmezlik alt sınırını sağlayan tek numune tipi; bikomponent PTFE ile lamine edilmiş numunedir.

Bikomponent ve monokomponent PTFE membranlarının lamine edildiği numuneler kendi aralarında incelendiğinde; her bir hammadde tipi için, daha kalın olan ve st tabakasında ince bir PU kaplama tabakası olan bikomponent PTFE'nin bulunduğu numunelerin yıkama sonrasında su basıncına karşı daha iyi dayanım gösterdiği belirlenmiştir. Daha zayıf yapılı olan monokomponent PTFE ile lamine edilmiş numunelerde ise yıkama sonrası su geçirmezlik değerleri oldukça fazla miktarda dşmştir.

Yıkama sonucunda lamine PP, PET ve PA numunelerde gözlenen su sütunu düşüşleri birbirine yakın olmamıştır. Bu farklılığın nedeninin belirlenmesi amacıyla seçilen bazı lamine numunelere FTIR analizi yapılmış ve membranlar ile zemin kumaşlar arasındaki bağların durumu incelenmiştir. FTIR analizi sonuçlarına "3.2.2.11 FTIR Analizi Sonuçları" kısmında yer verilmiştir.





Şekil 3.21 Lamine numunelerin su geçirmezlik sonuçları

### 3.2.2.5 Su Buharı Geçirgenliği Testi Sonuçları

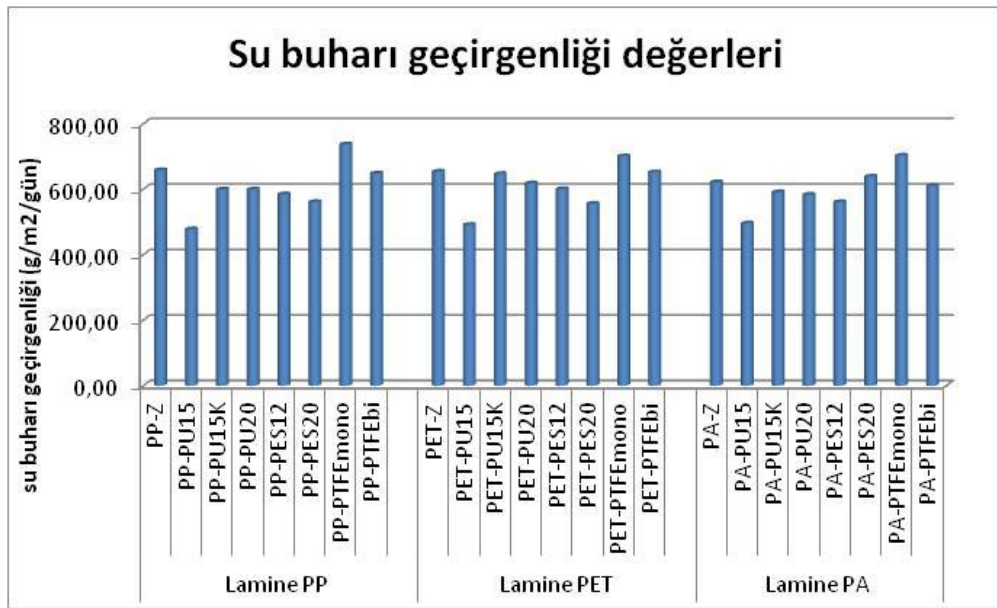
Lamine numunelere ait su buharı geçirgenliği sonuçları Tablo 3.19 ve Şekil 3.22'de verilmiştir. Tablo 3.19'dan görüldüğü üzere zemin kumaşların su buharı geçirgenlik değerleri 620-658 g/m<sup>2</sup>/gün aralığındadır ve birbirine yakındır. Bu değerler nefes alabilir bir giysi için tanımlanan 5000 g/m<sup>2</sup>/gün değerlerine göre düşüktür. Kalınlık ve gramaj değeri daha düşük olmasına rağmen PA-Z kumaşının su buharı geçirgenlik değeri diğerlerine göre daha düşük elde edilmiştir.

Kumaşlar lamine edildiğinde, PTFE mono dışındaki tüm numunelerin hammaddeden bağımsız olarak su buharı geçirgenlik değerlerinde düşüş gözlenmiştir. Su buharı geçirgenliğindeki en fazla düşüş PU15 membranı ile lamine edilmiş PP, PET ve PA numunelerden elde edilmiştir (PU15 ile lamine edilmiş numunelerin yıkama öncesi su geçirmezlik değerleri de diğer numunelere göre daha düşük çıkmıştır). Zemin kumaşlar ile lamine numuneler arasındaki su buharı geçirgenlik farkı 10 ile 120 g/m<sup>2</sup>/gün aralığında değişmiştir. Doba Kadem ve Ergen'in (2011a) çalışması incelendiğinde ASTM E96'ya göre zemin kumaşın 5770 g/m<sup>2</sup>/gün su buharı geçirgenliğine sahip olduğu, laminasyon ve su iticilik işlemi sonrasında bu değerlerin 4000 ile 1300 g/m<sup>2</sup>/gün civarında düşüş sergilediği görülmektedir. Kullanılan zemin kumaşların ve test yöntemlerinin farklı olmasının, deney sonuçlarının farklı seviyelerde elde edilmesine neden olduğu düşünülmektedir.

Genel olarak bakıldığında, lamine edilmiş PET numunelerin su buharı geçirgenlik değerleri en yüksek elde edilmişken, onu sırası ile PP lamine numuneler ve PA lamine numuneler takip etmiştir. Membran kalınlıkları dikkate alındığında, genel olarak film kalınlığının artması ile PU, PES ve PTFE numunelerin kendi içlerindeki su buharı geçirgenlik değerlerinin azaldığı görülmüştür. En yüksek değerler PTFE lamine edilmiş numunelerden elde edilmiş iken, en düşük değerler PU15 lamine edilmiş numunelerde gözlenmiştir. Benzer bir çalışmada Sybilska ve Korycki (2010) PTFE, PU ve PES filmler ile lamine edilmiş numunelerin en düşük kütle taşınım direncini PTFE, en yüksek kütle taşınım direncini ise PU film kullanıldığında gösterdiğini belirtmiştir. Bu veriler, çalışmanın sonuçlarını desteklemektedir.

Tablo 3.19 Lamine numunelere ait su buharı geçirgenlik sonuçları

Su buharı geçirgenliği (g/m <sup>2</sup> /gün)	
PP-Z	658,2
PP-PU15	477,7
PP-PU15K	599,4
PP-PU20	599,1
PP-PES12	584,7
PP-PES20	561,0
PP-PTFEmono	736,8
PP-PTFEbi	648,2
PET-Z	653,9
PET-PU15	490,9
PET-PU15K	646,3
PET-PU20	617,8
PET-PES12	600,4
PET-PES20	555,9
PET-PTFEmono	700,5
PET-PTFEbi	651,6
PA-Z	621,2
PA-PU15	495,6
PA-PU15K	590,9
PA-PU20	583,2
PA-PES12	560,7
PA-PES20	638,4
PA-PTFEmono	702,7
PA-PTFEbi	610,2



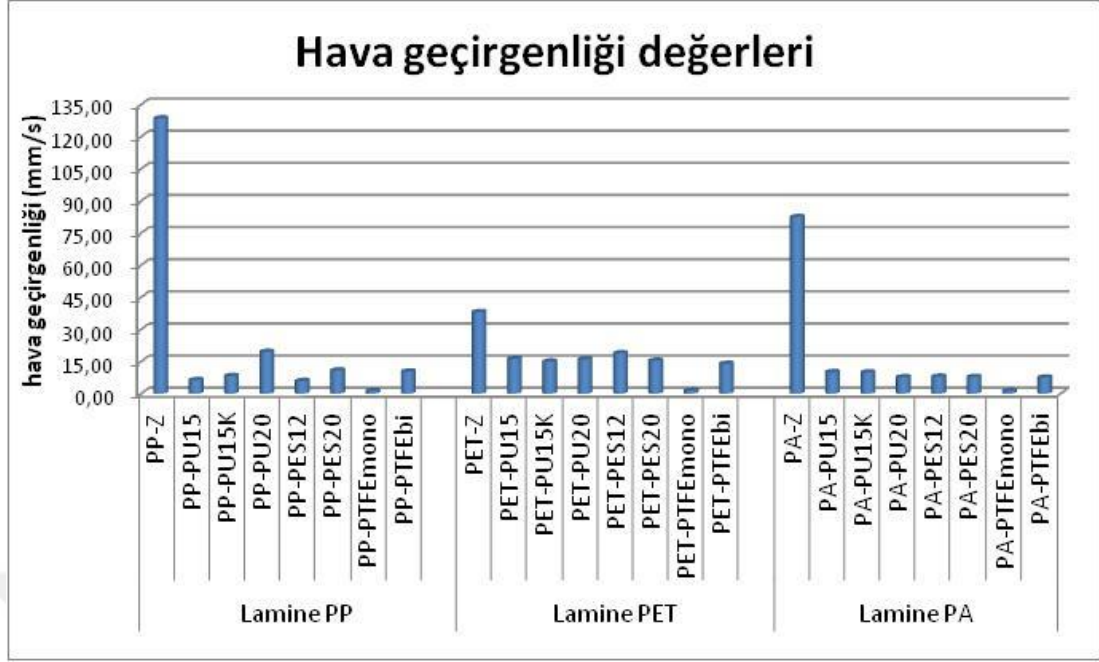
Şekil 3.22 Lamine numunelere ait su buharı geçirgenlik sonuçları

### 3.2.2.6 Hava Geçirgenliği Testi Sonuçları

Numunelere ait hava geçirgenliği sonuçları Tablo 3.20 ve Şekil 3.23'te verilmiştir. Zemin kumaşların 100 Pa basınçtaki hava geçirgenlik değerleri PP, PET ve PA zemin kumaşları için sırası ile 129, 38 ve 83 mm/s olarak tespit edilmiştir. PP-Z numunesi en yüksek hava geçirgenlik değerine sahip iken, PET-Z numunesi en düşük hava geçirgenliği sonucunu vermiştir. Laminasyon işlemi sonrasında numunelerin hava geçirgenlik değerleri önemli derecede düşmüştür. 100 Pa basınçta, hemen hemen tüm lamine numuneler 15 mm/s rüzgar geçirmezlik alt sınırını sağlamış ve hava geçişini önemli derecede azaltmıştır (Sen ve Damewood, 2005). Bunun nedeni laminasyon işleminde kullanılan membranın kumaş üzerinde ek bir bariyer oluşturması ve kumaşın gözenekli yapısını örtmesidir. Çalışmanın sonuçları Doba Kadem ve Ergen'in (2011a) çalışması ile uyum göstermektedir.

Tablo 3.20 Lamine numunelere ait hava geçirgenliği değerleri

Hava geçirgenliği (mm/s)	
Kumaş kodu	100 Pa
PP-Z	128,6
PP-PU15	6,4
PP-PU15K	8,3
PP-PU20	19,6
PP-PES12	6,0
PP-PES20	10,9
PP-PTFEmono	1,4
PP-PTFEbi	10,4
PET-Z	38,2
PET-PU15	16,3
PET-PU15K	15,1
PET-PU20	16,0
PET-PES12	18,9
PET-PES20	15,5
PET-PTFEmono	1,5
PET-PTFEbi	14,0
PA-Z	82,5
PA-PU15	10,1
PA-PU15K	10,0
PA-PU20	7,7
PA-PES12	8,0
PA-PES20	7,8
PA-PTFEmono	1,3
PA-PTFEbi	7,6



Şekil 3.23 Lamine numunelere ait hava geçirgenliği değerleri

#### 3.2.2.7 Kumaş Kopma Mukavemeti Testi Sonuçları

Kumaşlara ait atkı ve çözgü yönündeki kopma mukavemeti değerleri Tablo 3.21 ve Şekil 3.24'te verilmiştir.

Zemin kumaşların kopma mukavemetleri incelendiğinde; hem atkı hem de çözgü yönünde en yüksekten en düşüğe doğru PET-Z, PP-Z ve PA-Z şeklinde sıralandığı görülmüştür. PET-Z kumaşının çözgü yönündeki kopma mukavemeti, PP-Z ve PA-Z'ye göre % 60 oranında daha yüksek elde edilmiştir. Atkı yönünde ise PET-Z kumaşının kopma mukavemeti, PP-Z ve PA-Z 'ye göre yaklaşık % 25 daha yüksektir. Zemin kumaşların kopma mukavemetinde ortaya çıkan bu farklılık tek bir sebepten dolayı oluşmamakta; lif tipi, kumaş konstrüksiyonu ve iplik sıklıkları gibi parametrelerin farklı olmasından kaynaklanmaktadır.

Laminasyon işleminden sonra hemen hemen tüm numunelerin kopma mukavemetinde artış gözlenmiştir. Numunelerin kopma mukavemetinde 129 N'a kadar artışlar elde edilmiştir (zemin kumaşına göre yaklaşık % 31,7). Laminasyon işlemi numuneleri desteklemiş ve kopma dayanımlarını artırmıştır. Sadece bazı PET

lamine numunelerin kopma mukavemetlerinde laminasyon sonrası az miktarda azalmalar olmuştur. Benzer bir sonuç, Doba Kadem ve Ergen (2011b) tarafından da elde edilmiştir. Doba Kadem ve Ergen PET zemin kumaşı su iticilik işlemi uygulamaksızın lamine ettiğinde; kopma mukavemeti değerlerinin, farklı membranlar için genel olarak artış gösterdiğini ancak bazı numunelerde azalmalar da olduğunu tespit etmiştir.

Genel olarak bakıldığında, zemin kumaşlarda olduğu gibi lamine numunelerde de özellikle çözgü yönündeki en yüksek mukavemet değerleri PET zeminli kumaşlardan elde edilmiştir.

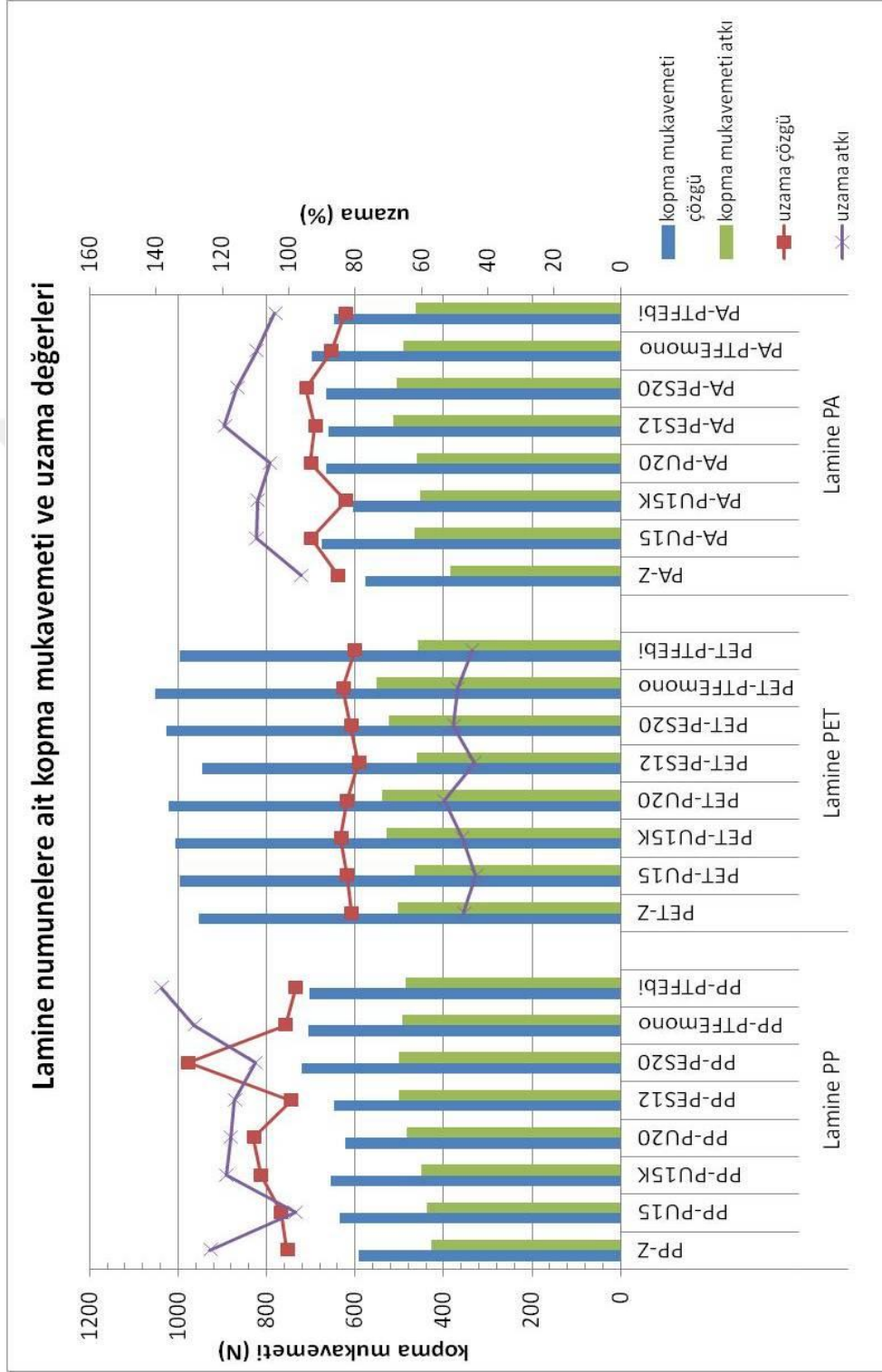
Lamine kumaşların kopma mukavemetine membran tipinin etkisi incelendiğinde, hem atkı hem de çözgü yönünde en yüksek değerlerin genel olarak PES-20 ve PTFE-mono membranları ile lamine edilmiş numunelerden elde edildiği görülmüştür. Her bir hammadde tipi için PES20 ve PTFEmono filmleri ile lamine edilmiş numuneler birbirine yakın ve en yüksek değerleri vermiştir. En düşük değerler ise genel olarak PU membranlar ile lamine edilmiş numunelerden elde edilmiştir. Bu durum literatür ile uyumludur (Doba Kadem ve Ergen, 2001 b).

Numunelerin kopma mukavemetlerine farklı membran kalınlıklarının etkisi incelendiğinde; genel olarak PES ve PU membran kalınlığı 20 mikrona çıktığında, kopma mukavemetinin arttığı görülmüştür. Bunun tersi olarak PTFE membranlar ile lamine edilmiş numunelerde PTFEmono ile lamine edilen tiplerin, PTFEbi ile lamine edilenlere göre daha yüksek değerler verdiği tespit edilmiştir.

Mukavemet sonuçlarının tersine en düşük uzama değerleri PET zemin kumaşından, en yüksek uzama değerleri ise PP zemin kumaşlarından elde edilmiştir. PET lamine numuneler dışındaki numunelerde atkı yönündeki uzama değerleri, çözgü yönündeki uzamalara göre daha yüksek elde edilmiştir.

Tablo 3.21 Lamine numunelere ait kopma mukavemeti ve uzama değerleri

Numune kodu	Kopma mukavemeti özgü (N)	Uzama özgü (mm)	Kopma mukavemeti atkı (N)	Uzama atkı (mm)
PP-Z	592,6	101,00	427,9	124,00
PP-PU15	633,5	102,00	437,3	98,00
PP-PU15K	654,3	108,00	451,4	119,00
PP-PU20	622,4	111,00	482,8	118,00
PP-PES12	646,2	99,00	499,7	116,00
PP-PES20	719,9	130,00	501,0	110,00
PP-PTFEmono	704,2	101,12	493,8	128,50
PP-PTFEbi	702,4	98,00	486,1	138,34
PET-Z	953,6	81,20	502,8	47,28
PET-PU15	995,9	82,48	464,6	43,64
PET-PU15K	1006,0	84,4	528,1	47,82
PET-PU20	1022,2	82,44	539,0	53,22
PET-PES12	945,3	79,00	460,6	44,08
PET-PES20	1025,8	81,3	522,7	50,30
PET-PTFEmono	1051,8	83,66	551,4	49,24
PET-PTFEbi	996,1	80,22	457,2	44,70
PA-Z	577,8	85,22	384,1	96,34
PA-PU15	674,1	93,30	466,4	109,78
PA-PU15K	604,3	82,88	453,0	109,36
PA-PU20	664,8	93,46	459,3	105,68
PA-PES12	661,1	92,16	514,0	119,46
PA-PES20	665,2	94,76	505,9	115,64
PA-PTFEmono	698,0	87,16	489,5	109,84
PA-PTFEbi	648,0	83,02	463,3	104,24

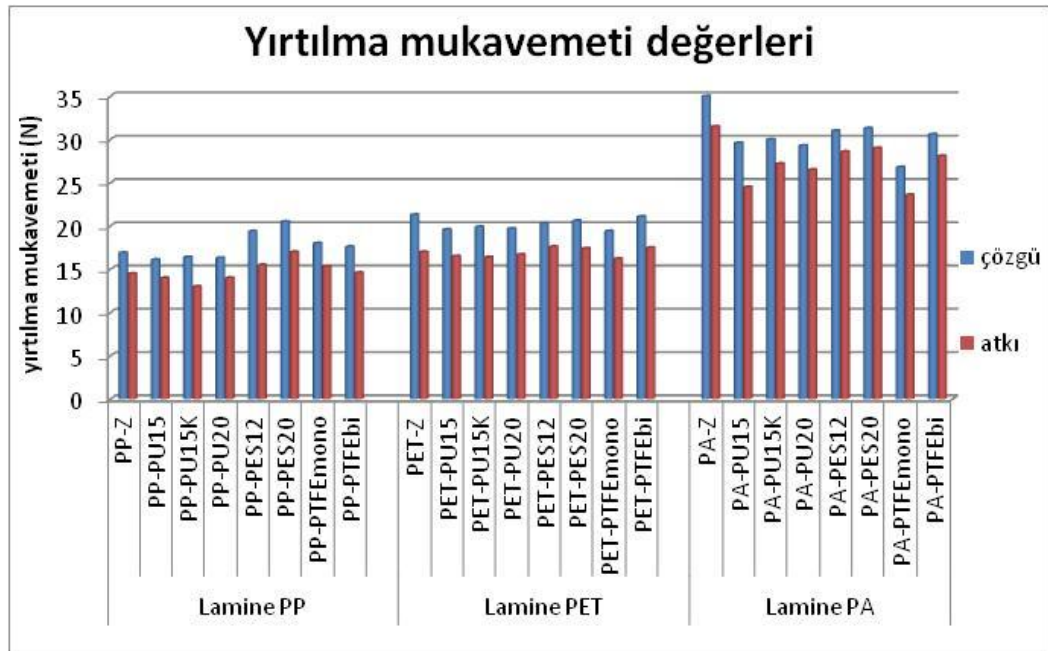


Şekil 3.24 Lamine numunelere ait kopma mukavemeti ve uzama değerleri



### 3.2.2.8 Kumaş Yırılma Mukavemeti Testi Sonuçları

Numunelerin atkı ve çözgü yırılma mukavemeti sonuçları Şekil 3.25 ve Tablo 3.22' de verilmiştir. Zemin kumaşlarda atkı ve çözgü yönündeki en yüksek yırılma mukavemeti PA numuneden elde edilmiştir ve bunu sırası ile PET ve PP numuneleri takip etmiştir. Zemin kumaşların ve lamine numunelerin çözgü yırılma mukavemetleri atkı yırılma mukavemetlerinden daha yüksek elde edilmiştir ve bu duruma literatürde rastlanmaktadır (Sabir ve Doba Kadem, 2016). Ancak bu sonuç Doba Kadem ve Ergen'in (2011b) laminasyonlu kumaşların yırılma mukavemeti üzerine yaptıkları çalışma ile uyuşmamaktadır. Laminasyon işlemi sonrasında PP ve PET numunelerin yırılma mukavemetleri ya az miktarda düşmüş ya da zemin kumaşa göre daha yüksek elde edilmiştir. Bu durum Doba Kadem ve Ergen'nin sonucu ile uyumludur (Doba Kadem ve Ergen, 2011b). Buna karşın, PA lamine numunelerin yırılma mukavemetlerinde zemin kumaşa göre bir miktar azalma olmuştur. Atkı ve çözgü yönündeki yırılma mukavemeti genel olarak en yüksek PES filmleri ile lamine edilmiş numunelerden elde edilmiştir. PU ve PES filmler ile lamine edilmiş numunelerde atkı ve çözgü yönündeki yırılma mukavemetleri membran kalınlığının 20 mikrona çıkması ile ya bir miktar artmış ya da aynı seviyede elde edilmiştir.



Şekil 3.25 Lamine numunelere ait yırılma mukavemeti değerleri

Tablo 3.22 Lamine numunelere ait yırtılma mukavemeti değerleri

Yırtılma Mukavemeti (N)		
Numune kodu	Çözüğü	Atkı
PP-Z	16,9	14,5
PP-PU15	16,1	14,0
PP-PU15K	16,4	13,0
PP-PU20	16,3	14,0
PP-PES12	19,4	15,5
PP-PES20	20,5	17,0
PP-PTFEmono	18,0	15,3
PP-PTFEbi	17,6	14,6
PET-Z	21,3	17,0
PET-PU15	19,6	16,5
PET-PU15K	19,9	16,4
PET-PU20	19,7	16,7
PET-PES12	20,3	17,6
PET-PES20	20,6	17,4
PET-PTFEmono	19,4	16,2
PET-PTFEbi	21,1	17,5
PA-Z	35,0	31,5
PA-PU15	29,6	24,5
PA-PU15K	30,0	27,2
PA-PU20	29,3	26,5
PA-PES12	31,0	28,6
PA-PES20	31,3	29,0
PA-PTFEmono	26,8	23,6
PA-PTFEbi	30,6	28,1

### 3.2.2.9 Kumaş Eğilme Direnci Sonuçları

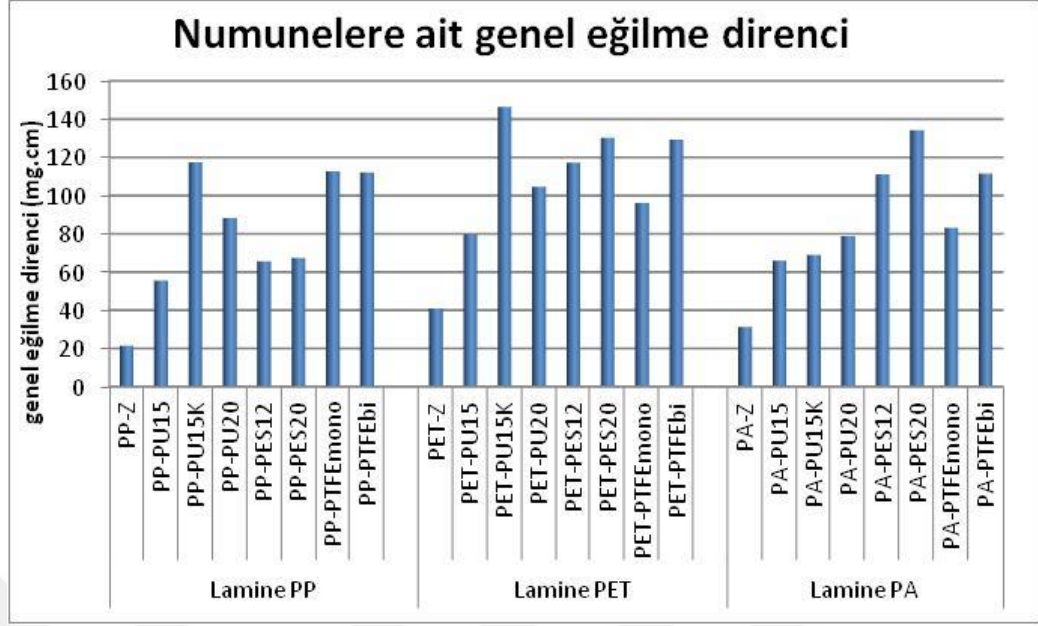
Tablo 3.23'te kalp halkası metoduna göre elde edilmiş atkı ve çözgü yönündeki eğilme dirençleri ve bunlardan yola çıkılarak hesaplanan genel eğilme dirençleri verilmiştir. Şekil 3.26'da ise numunelere ait genel eğilme direnci değerleri grafik halinde gösterilmiştir.

Eğilme direnci değerleri zemin kumaşlar açısından incelendiğinde; PP-Z kumaşının en düşük eğilme direncine sahip olduğu, onu sırasıyla PA-Z ve PET-Z kumaşlarının izlediği görülmektedir. Lamine tüm numunelerin eğilme rijitliği değerlerinde, zemin kumaşlara göre artışlar meydana gelmiştir. Bu durumun, laminasyon sırasında aplike edilen yapıştırıcının lamine numunenin hareket

yeteneğini kısıtlaması ve laminasyon filminin numunede ilave bir gramaj ve kalınlık artışına neden olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir (Wang, Liu ve Hurren, 2008). Lamine numunelerin genel eğilme dirençleri zemin kumaşa göre 5-6 kata kadar artış göstermiştir. Kaplanmış ve lamine kumaşlar için literatürde daha önce bu miktarlarda eğilme direnci artışları rapor edilmiştir (Bulut ve Sular, 2011; Gregor-Svec ve Bezek, 2005).

Tablo 3.23 Lamine numunelere ait eğilme direnci değerleri

Numune kodu	Eğilme Direnci (mg.cm)		
	Çözücü	Atkı	Genel
PP-Z	22	21	21
PP-PU15	74	42	56
PP-PU15K	168	82	118
PP-PU20	120	65	88
PP-PES12	102	42	65
PP-PES20	90	50	67
PP-PTFEmono	170	75	113
PP-PTFEbi	189	67	112
PET-Z	39	44	41
PET-PU15	85	75	80
PET-PU15K	130	165	146
PET-PU20	133	83	105
PET-PES12	137	100	117
PET-PES20	137	124	130
PET-PTFEmono	106	87	96
PET-PTFEbi	159	105	129
PA-Z	50	20	31
PA-PU15	91	48	66
PA-PU15K	115	42	69
PA-PU20	126	49	79
PA-PES12	207	60	111
PA-PES20	168	107	134
PA-PTFEmono	127	55	83
PA-PTFEbi	197	63	111



Şekil 3.26 Lamine numunelere ait eğilme direnci değerleri

Lamine numuneler arasında genel olarak en fazla eğilme direnci lamine PET numunelerde tespit edilmiştir. PP, PET ve PA lamine numunelerde poliester membran kalınlığı 12'den 20  $\mu$ 'a, poliüretan membran kalınlığı ise 15'den 20  $\mu$ 'a çıktığında genel eğilme direnci değerleri artmıştır. Benzer şekilde bikomponent PTFE ile lamine edilmiş numunelerde de genel eğilme direnci değerleri monokomponent PTFE ile lamine edilmiş eşdeğerlerine göre artış göstermiştir. İstisna olarak PU15K ile lamine edilmiş PP ve PET lamine numunelerde eğilme direnci değeri PU20 lamine edilmiş numunelere göre daha yüksek elde edilmiştir.

### 3.2.2.10 Kumaş Aşınma Dayanımı Sonuçları

Zemin kumaşların ve lamine edilmiş numunelerin aşınmaya karşı gösterdikleri direnç, 25000 tura kadar belirli aralıklarla gösterdikleri ağırlık kayıplarının değerlendirilmesi üzerinden incelenmiştir. Numunelerde meydana gelen ağırlık kayıpları; 5000, 7500, 10000, 15000 ve 25000 tur sonrasında belirlenmiş ve Tablo 3.24 ve Şekil 3.27 'de % ağırlık kayıpları şeklinde gösterilmiştir.

Zemin kumaşlar incelendiğinde; 25000 tur sonrasında PP-Z ve PET-Z kumaşlarında % 20'ye varan ağırlık kayıpları gözlenmiştir. Bunların aksine PA

zemin kumaş 25000 tur sonrasında sadece % 0,17 oranında ağırlık kaybetmiştir. PA liflerinin kumaşlara, diğer liflere göre üstün bir aşınma direnci kazandırdığı bilinmektedir. Ayrıca SEM görüntülerinden de anlaşıldığı üzere PA zemin kumaş, PP ve PET zemin kumaşlara göre çok daha düzgün bir yüzeye sahiptir ve bu özelliğinin de PA zemin kumaşın aşınma direncinin daha yüksek olmasına katkıda bulunduğu düşünülmektedir (Wang, Liu ve Hurren, 2008).

Lamine numunelerdeki farklılık kumaşın bir yüzüne membran applike edilmesidir. Dolayısıyla lamine numunelerin aşınma dayanımları belirlenirken, membranlı yüzleri aşındırıcı kumaşla temas edecek şekilde test yapılmıştır. Test sonuçları incelendiğinde, lamine numunelerdeki ağırlık kayıplarının PP ve PET numuneler için; zemin kumaşa göre daha az miktarda gerçekleştiği görülmüştür.

Şekil 3.22'den de görüldüğü gibi her bir hammadde için (PP, PET, PA) laminasyon sonrası en fazla ağırlık kaybı PTFE membran ile lamine edilmiş numunelerden elde edilmiştir. Özellikle PTFE mono membranı ile lamine edilmiş numuneler daha erken ve daha fazla miktarda ağırlık kaybı sergilemiştir. PU ve PES membran ile lamine edilmiş numunelerde ise genellikle ağırlık kaybı meydana gelmemiş, % 1'in altında ağırlık artışları söz konusu olmuştur. Lamine numunelerde en fazla ağırlık kaybı % 2,87 civarında PTFE mono ile lamine edilmiş numunelerden elde edilmiştir. Bu durum Hong, Yoo ve Kim'in (2015) nanoweb ile lamine edilmiş kumaşların aşınma direncini tespit ettiği çalışma ile açıklanabilir. Araştırmacılar, nanoweb ile lamine ettikleri kumaşların membran yüzeylerini kaplama öncesi ve sonrasında aşınma testine tabi tutmuştur. Membran yüzeyi PU ile kaplandığı durumda numunelerde aşınma nedeniyle ağırlık kaybı daha düşük olmuştur. Bunun nedeni olarak üzeri açık olan nanowebdeki nanoliflerin düşük mukavemetli olması ve lifleri bir arada tutacak yeterli mukavemetin olmaması gösterilmiştir. Benzer bir şekilde bu çalışmada kullanılan PTFE mono membranının Şekil 3.17'de verilen SEM görüntüsünden, mikrogözenek oluşum aşamasında ince lifçiklere ayrıldığı görülmektedir. Bu lifçikler birkaç yüz nanometre çapındadır. Dolayısıyla PTFE mono membranında tespit edilen aşınma nedeniyle ağırlık kayıpları bu lifimsi yapının, diğer membranlarda gözlenen katı film yapısından daha zayıf olmasına bağlanmıştır.

Tablo 3.24 Lamine numunelere ait aşınma sonrası ağırlık değişimleri

Numune kodu	Aşınma direnci (% ağırlık değişimi)				
	5000 tur	7500 tur	10000 tur	15000 tur	25000 tur
PP-Z	-1,42	-3,29	-5,12	-9,45	-20,44
PP-PU15	0,39	0,36	0,53	0,68	0,77
PP-PU15K	-0,12	-0,18	-0,30	-0,36	-0,32
PP-PU20	0,25	0,25	0,30	0,69	0,47
PP-PES12	0,23	0,66	0,43	0,66	0,55
PP-PES20	0,05	0,13	0,08	0,21	0,11
PP-PTFEmono	-0,68	-1,05	-1,23	-1,91	-2,87
PP-PTFEbi	-0,55	-0,71	-1,00	-1,34	-1,81
PET-Z	-0,48	-1,09	-3,94	-4,68	-12,08
PET-PU15	0,20	0,37	0,37	0,42	0,55
PET-PU15K	0,05	0,17	0,32	0,47	0,57
PET-PU20	0,28	0,25	0,32	0,28	0,37
PET-PES12	0,29	0,32	0,32	0,27	0,36
PET-PES20	0,21	0,23	0,23	0,23	0,30
PET-PTFEmono	-0,37	-0,52	-0,58	-0,81	-1,42
PET-PTFEbi	-0,57	-0,71	-0,85	-0,89	-1,56
PA-Z	0,00	-0,21	-0,13	-0,34	-0,17
PA-PU15	-0,09	-0,09	-0,12	0,46	0,28
PA-PU15K	-0,42	0,09	0,00	0,54	0,00
PA-PU20	-0,11	-0,08	0,28	0,03	0,56
PA-PES12	0,49	0,25	0,21	0,12	0,68
PA-PES20	0,12	0,58	0,35	0,09	-0,23
PA-PTFEmono	-0,98	-1,40	-1,56	-2,02	-2,57
PA-PTFEbi	-0,76	-1,13	-1,44	-1,49	-1,97

Her ne kadar lamine numunelerden elde edilen ağırlık kayıpları, zemin kumaşlara kıyasla çok düşük olsa da, su geçirmezlik açısından membranlarda delik oluşması önemlidir. Bu nedenle deneyler sırasında laminasyon filminin bulunduğu yüzey ortalama 400 tur aralıklarla görsel olarak incelenmiş ve yüzeyde delik gözlemlendiği tur sayıları yaklaşık olarak kaydedilmiştir.

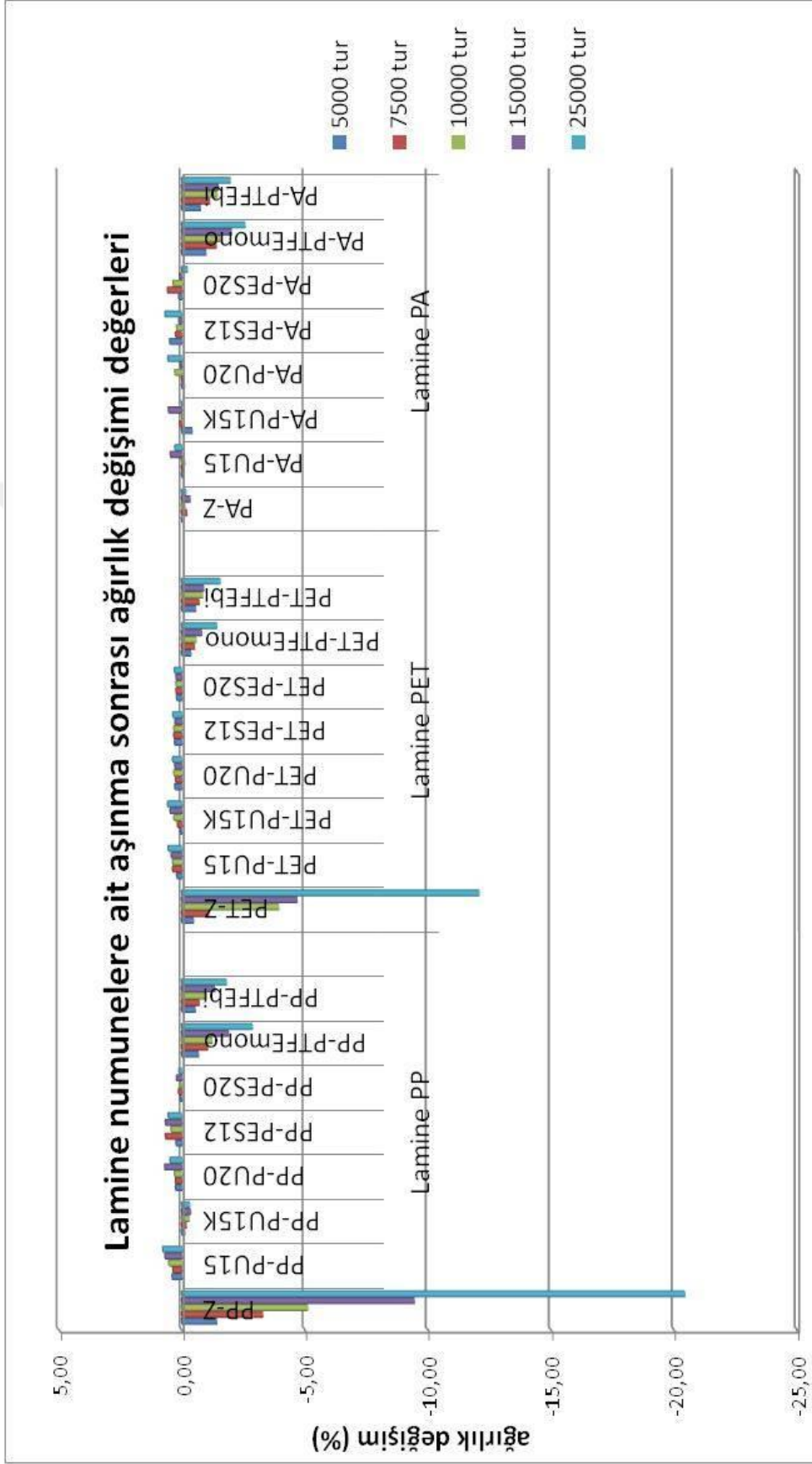
Genel olarak membran yüzeylerinde deliklerin gözlemlendiği tur sayıları karşılaştırıldığında, her bir hammadde için (PP, PET, PA) PTFEmono ile lamine edilmiş numunelerin en erken delindiği tespit edilmiştir. PTFEmono ile lamine edilmiş numuneler 600-1200 aşındırma turundan sonra membranlı yüzeyden delinmeye başlamıştır. PTFEmono membranlarından sonra aşınma nedenli

delinmeye karşı en zayıf numuneler, PES12 membranı ile lamine edilmiştir. PES12 ile lamine edilmiş PP, PET ve PA numunelerinde 600 ile 4500 tur sayıları arasında ilk delikler gözlenmiştir. Aşınma nedenli en geç delinen numuneler ise genel olarak PES20 ve PU20 membranları ile lamine edilmiştir. Bu numunelerde ilk delikler 3100 ile 20000 tur aralığında oluşmuştur. Geriye kalan numunelerde ise aşınma nedenli delinmeler 1500-7800 turda gözlenmiştir.

Lamine numunelerde 25000 tur sonrası meydana gelen deliklerin yoğunluğu Şekil 3.28 'deki taranmış numune görüntülerinden görülmektedir. Şekil 3.29-3.31'de ise numune yüzeyleri optik mikroskop kullanılarak daha yakından incelenmiş ve oluşan deliklerin ayrıntılı bir biçimde gözlenmesi sağlanmıştır.













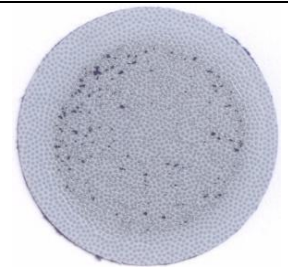
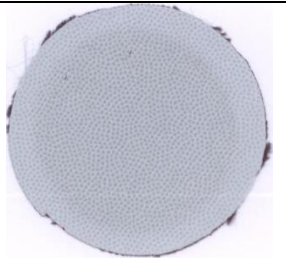
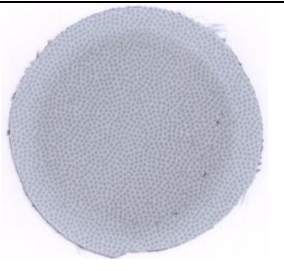
Şekil 3.28'den görüldüğü gibi 25000 tur sonrası her numunede oluşan delik yoğunluğu aynı değildir. En yoğun delik oluşumu PU15K, PES12 ve PTFEmono ile lamine edilmiş numunelerde gerçekleşmiştir. Bu numunelerden PTFEmono ve PES12 laminasyon filmi içerenler aynı zamanda en erken delinen numuneleri oluşturmaktadır. Şekil 3.29-3.31'de verilen optik mikroskop görüntüleri incelendiğinde, aşınma sonrası bu numunelerde membranların yer yer parçalanarak uzaklaştığı ve alttaki zemin kumaşın ipliklerinin görüldüğü tespit edilmiştir. Buna karşın PU15, PU20 ve PES20 ile lamine edilen numunelerde daha az ve daha küçük boyutta delikler oluşmuştur.

Lamine kumaşların yanı sıra zemin kumaşların yüzeylerinde de 25000 tur aşınma sonrası değişiklikler meydana gelmiştir. PP-Z ve PET-Z kumaşlarında aşınma sonrasında tüylenmeler meydana gelmiştir. Ancak PA-Z kumaşında aşınma sonrasında yüzeyde deformasyonlar gözlenmemiştir.

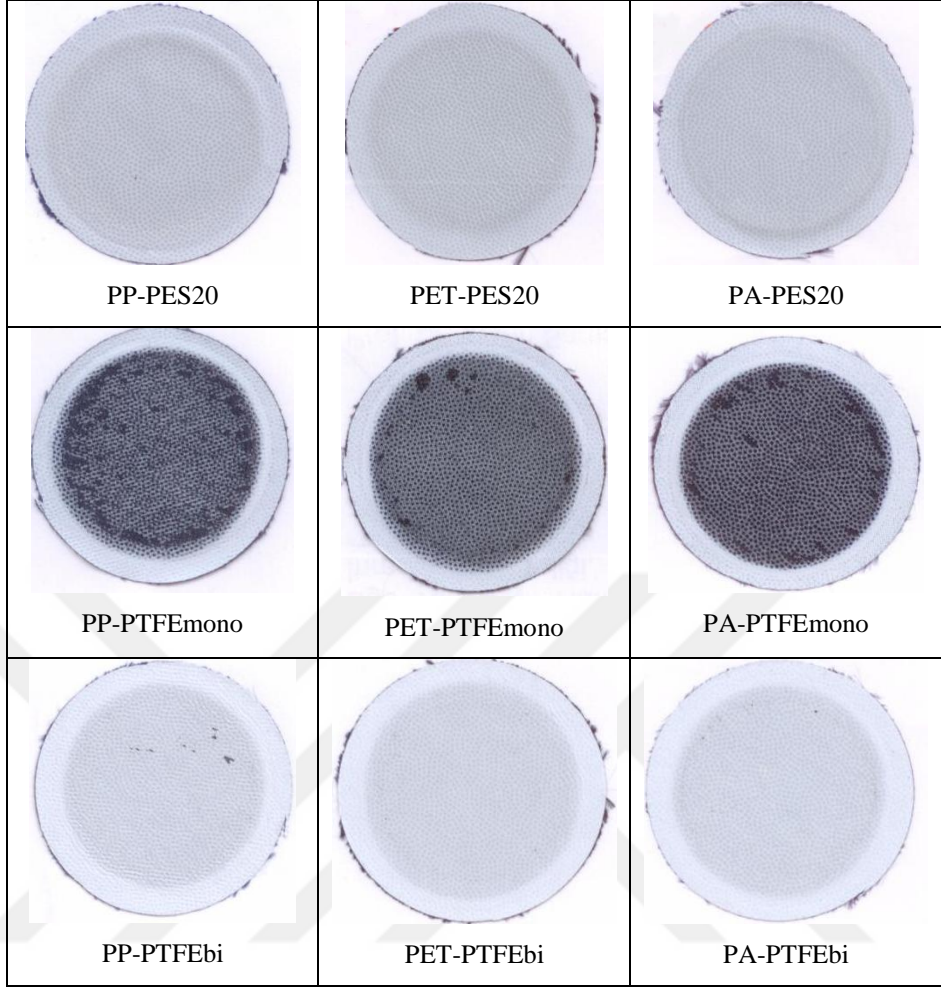


Şekil 3.27 Lamine numunelere ait aşınma sonrası ağırlık değişimleri

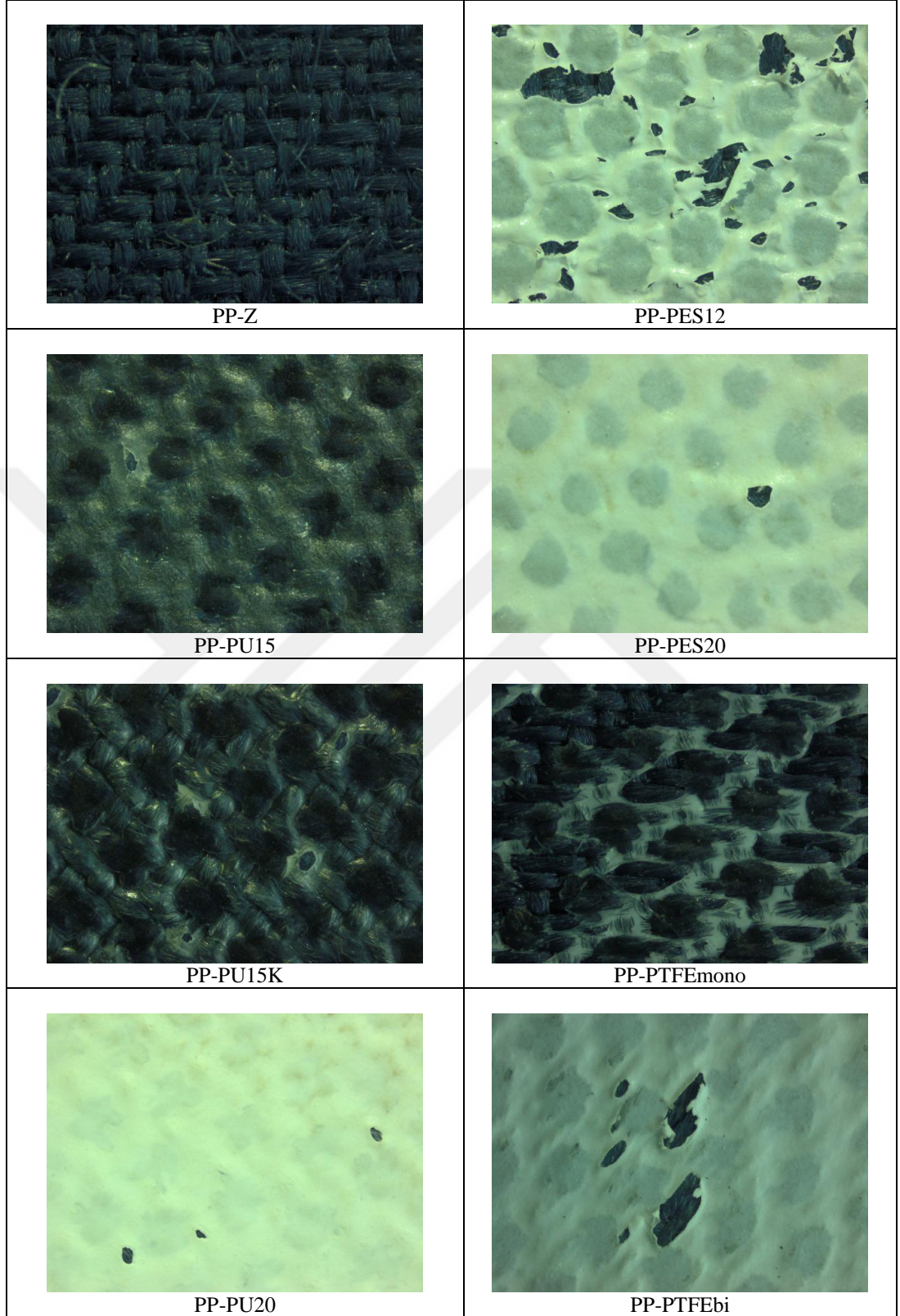


25000 tur sonrası görüntü	25000 tur sonrası görüntü	25000 tur sonrası görüntü
 PP-Z	 PET-Z	 PA-Z
 PP-PU15	 PET-PU15	 PA-PU15
 PP-PU15K	 PET-PU15K	 PA-PU15K
 PP-PU20	 PET-PU20	 PA-PU20
 PP-PES12	 PET-PES12	 PA-PES12

Şekil 3.28 Lamine numunelere ait aşınma sonrası yüzey görüntüleri

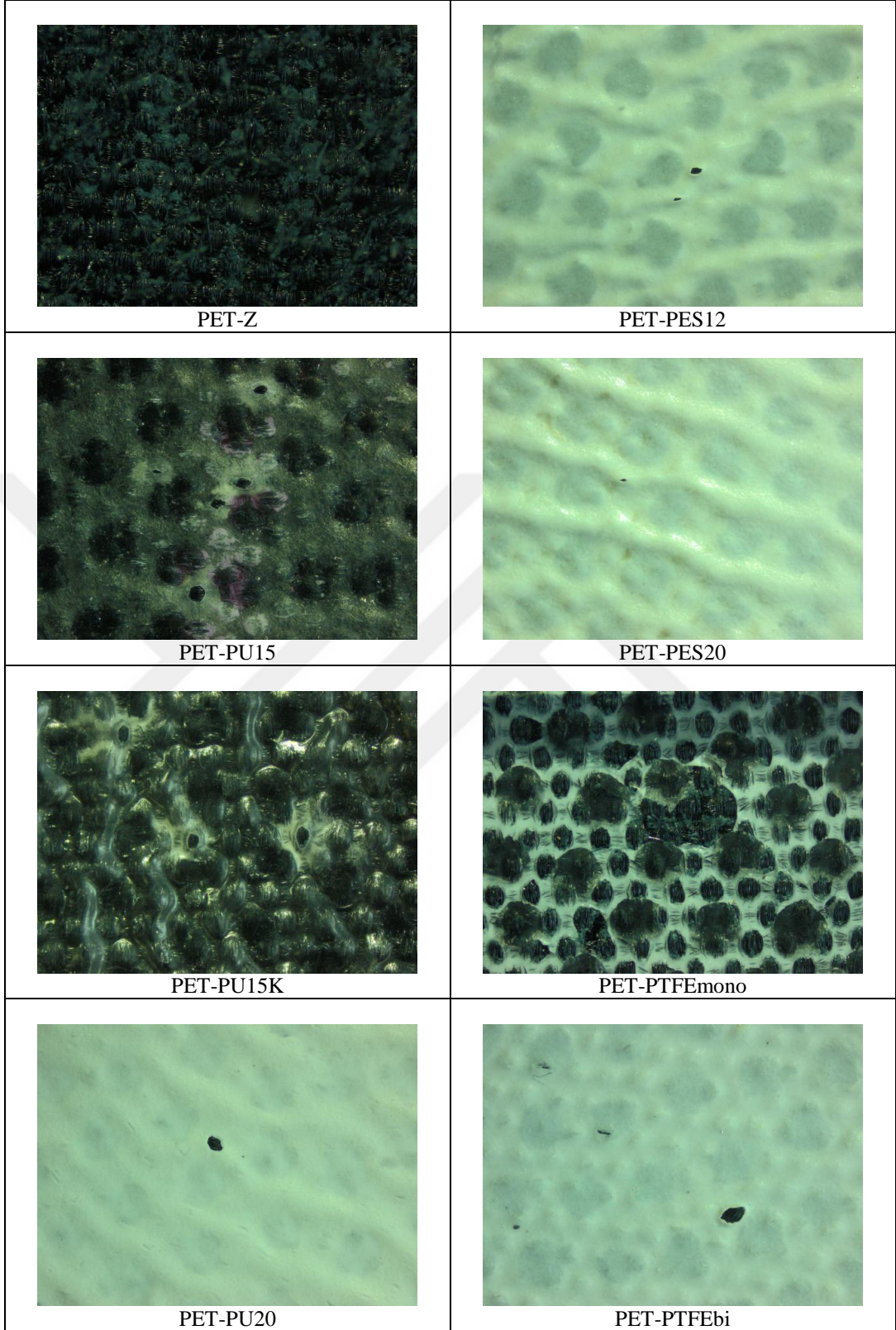


Şekil 3.28 Lamine numunelere ait aşınma sonrası yüzey görüntüleri (devamı)

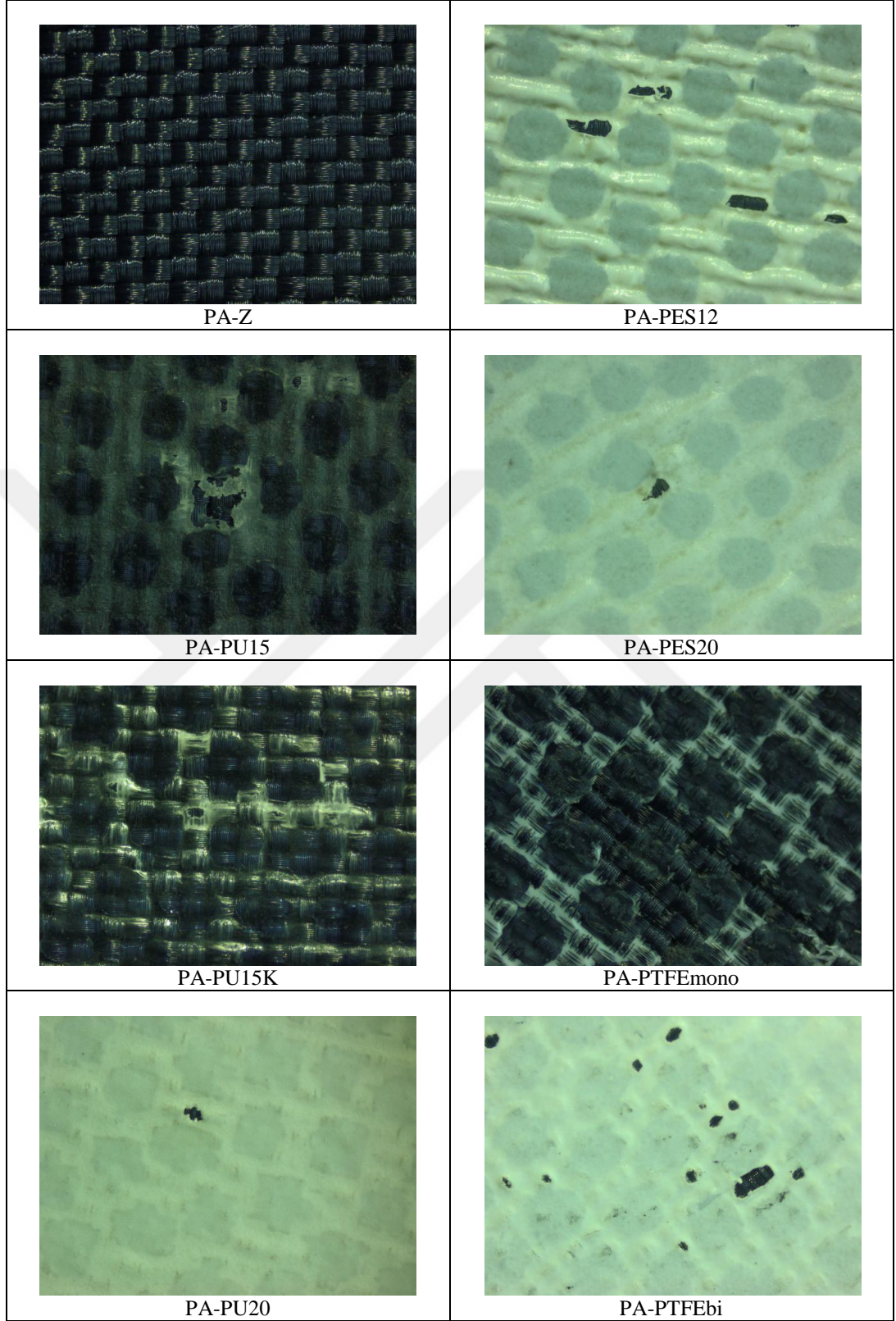


Şekil 3.29 Lamine PP numunelere ait 25000 aşınma turu sonrası mikroskop fotoğrafları (x 80)





Şekil 3.30 Lamine PET numnelere ait 25000 aşınma turu sonrası mikroskop fotoğrafları (x 80)

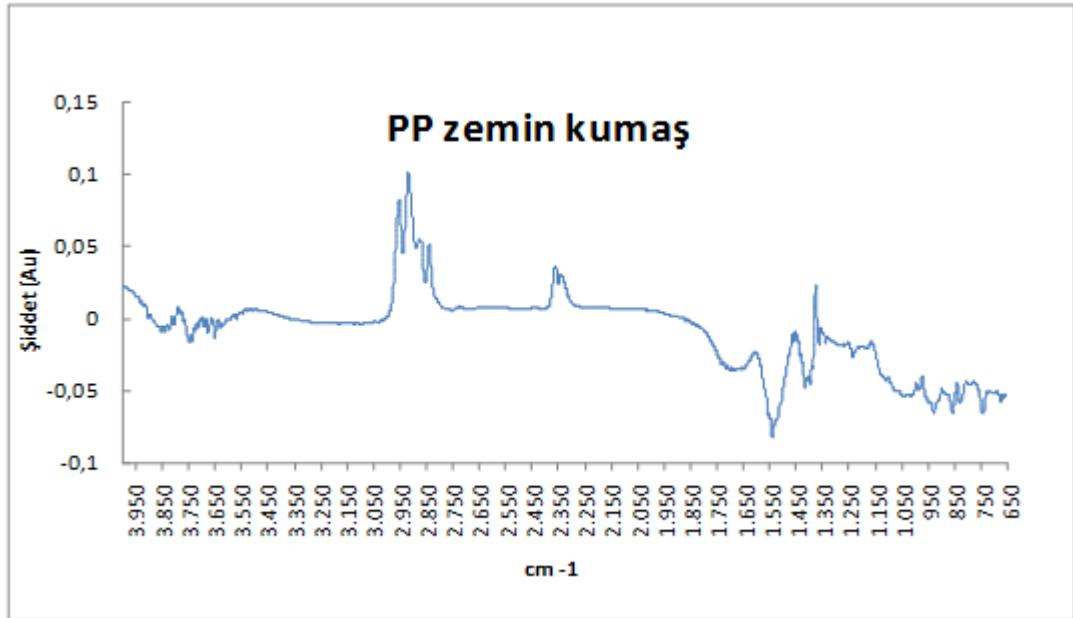


Şekil 3.31 Lamine PA numunelere ait 25000 aşınma turu sonrası mikroskop fotoğrafları (x 80)

### 3.2.2.11 FTIR Analizi Sonuçları

Yapılan değerlendirmeler sonucunda, PES12 hidrofilik poliester membran ile lamine edilmiş PP, PET ve PA numunelerin FTIR spektrumlarının incelenmesine karar verilmiştir. Çünkü bu numunelerde yıkama öncesinde iyi bir su geçirmezlik performansı elde edilmişken; yıkama sonrasında PP numune su geçirmezliğini korumuş, PET numunede su geçirmezlik değerlerinde azalmalar olmasına rağmen su geçirmezlik alt sınırı sağlanmış, PA numunede ise yıkama sonrası su geçirmezlik alt sınırı sağlanamamıştır. Ayrıca yıkama sonrası numunelerin yüzeyleri incelendiğinde, polipropilen numunede herhangi bir delaminasyon gözlenmemiş, ancak poliester numunede az miktarda delaminasyon gerçekleşmiş, PA numunede ise aşırı miktarda delaminasyon gerçekleşmiştir. Bu faktörlerden dolayı FTIR analizi, aynı membran ile lamine edilmesine rağmen birbiri ile farklı sonuçlar veren bu üç numune üzerinden gerçekleştirilmiştir.

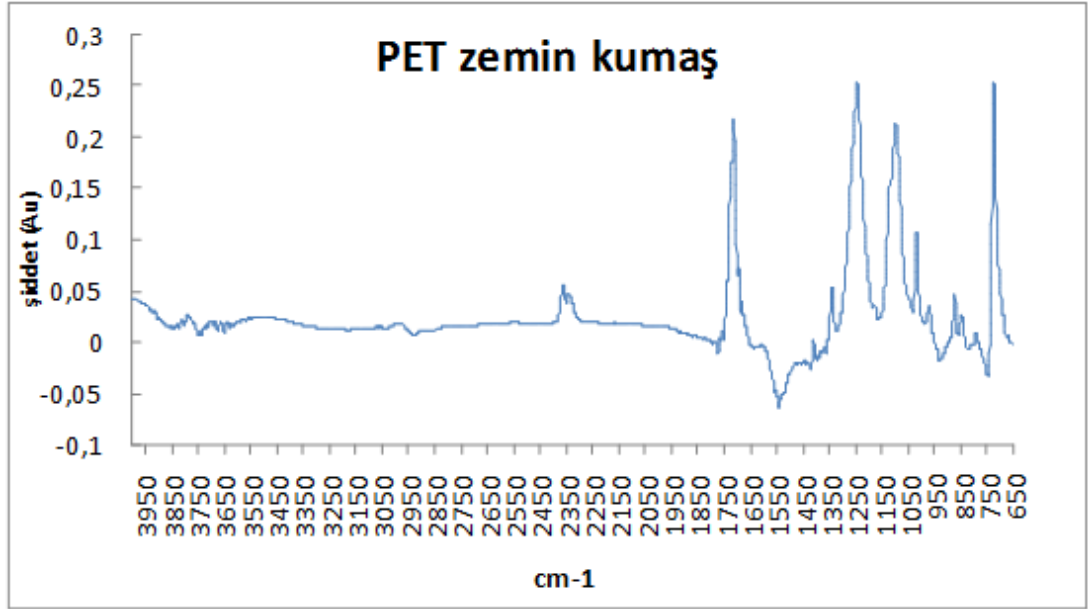
Şekil 3.32-3.34'te sırası ile polipropilen, poliester ve poliamid zemin kumaşlara ait FTIR spektrumları verilmiştir. Şekil 3.35'te ise PES12 membranına ait FTIR spektrumuna yer verilmiştir.



Şekil 3.32 PP zemin kumaşa ait FTIR spektrumu

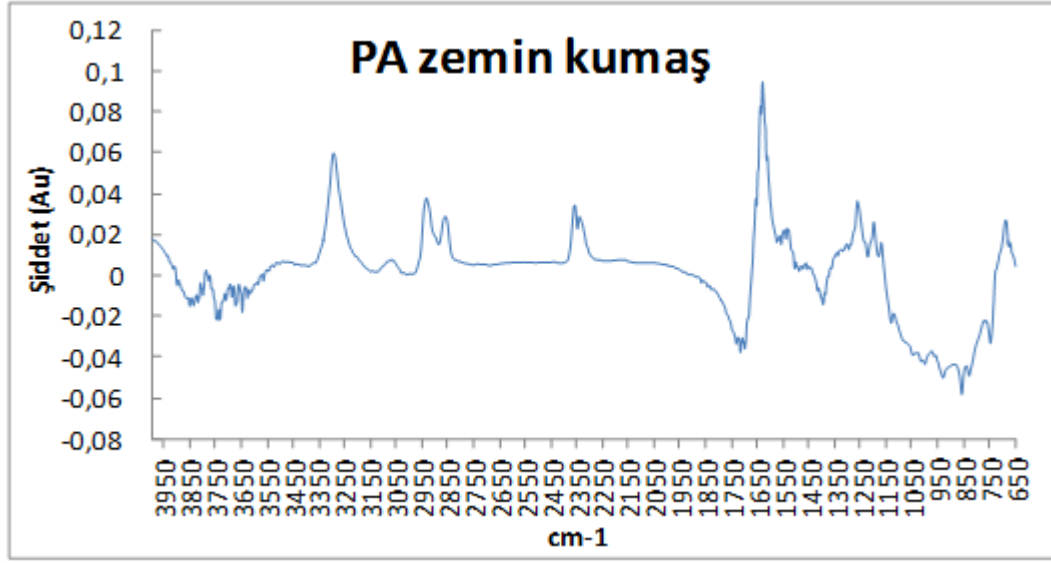


Polipropilen polimeri taktisiteden bağımsız olarak 970 ve 1460  $\text{cm}^{-1}$ 'de absorban pikleri vermektedir. Buna ek olarak izotaktik yapıdaki polipropilen 840, 1000 ve 1170  $\text{cm}^{-1}$ 'de karakteristik pikler vermektedir (Stuart, 2004). Şekil 3.32'de FTIR spektrumunda, polipropilene ve izotaktik polipropilene ait pikler gözlenmiştir. Spektrumda ayrıca gürültüye de rastlanmıştır. Bu durumun, lif üretim sürecinde polimer maddeye eklenen katkı maddelerinden kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Polipropilen zemin kumaşa 2950, 2920, 2875 ve 2840  $\text{cm}^{-1}$ 'de gözlenen pikler alifatik simetrik ve asimetrik  $\text{CH}_2$  ve  $\text{CH}_3$  gerilmelerine (stretching) denk gelmektedir (Kupstsov ve Zhizhin, 1998).



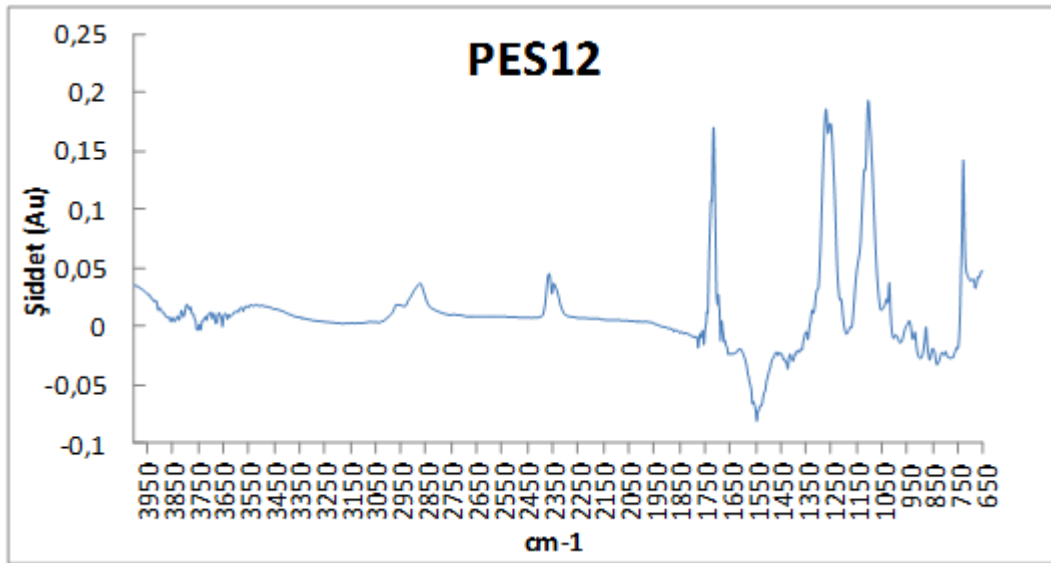
Şekil 3.33 PET zemin kumaşa ait FTIR spektrumu

Şekil 3.33'te poliester zemin kumaşa ait FTIR spektrumu görülmektedir. Zemin kumaş; 1710, 1340, 1250 ve 1090  $\text{cm}^{-1}$  civarında ester fonksiyonelliğini gösteren bantlar vermiştir. 725 ve 1025  $\text{cm}^{-1}$  civarında gözlenen bantların ise polietilen teraftalattaki aromatik grup ile ilgili olduğu düşünülmektedir (Stuart, 2004). Ayrıca, PET içerisinde bulunan  $\text{CH}_2$  grubuyla ilgili 848  $\text{cm}^{-1}$ 'de de pik gözlenmiştir (Lobo ve Bonilla, 2003).



Şekil 3.34 PA zemin kumaşa ait FTIR spektrumu

PA polimerini tespit etmede kullanılabilen temel bazı bantlar  $3300\text{ cm}^{-1}$ 'de görülen N-H gerilmesi ve  $1640\text{ cm}^{-1}$  civarında görülen kuvvetli C=O gerilmesi bandıdır. Buna ek olarak tipik PA spektrumlarında  $2867$  ve  $2937\text{ cm}^{-1}$  bantlarında alifatik simetrik ve asimetrik C-H bağları bulunmaktadır. Şekil 3.34'te PA zemin kumaşa ait verilen FTIR spektrumunda PA'ye ait bu pikler gözlenmiştir. Ayrıca  $1500\text{--}1600\text{ cm}^{-1}$  bandında N-H bantları gözlenmiştir.

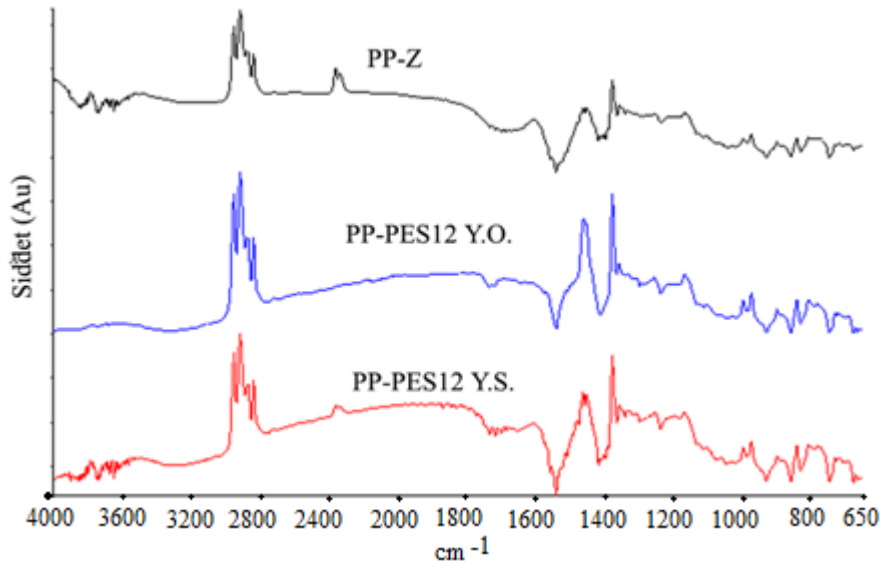


Şekil 3.35 PES12 membranına ait FTIR spektrumu

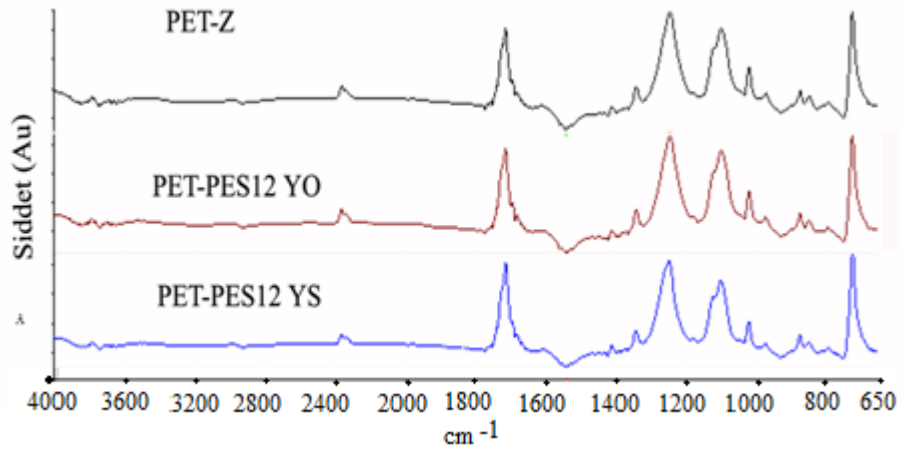


PES12 laminasyon filmine ait Şekil 3.35'te verilen spektrum incelendiğinde, poliester yapısında olduğundan PET zemin kumaşa benzer bir spektrum elde edildiği görülmüştür. PET kumaştan farklı olarak, PES12'de  $1340\text{ cm}^{-1}$ 'deki pik görülmemektedir. Ayrıca PES12 filminde,  $2870\text{ cm}^{-1}$  civarında bir bant elde edilmiştir. Bu bant, alifatik  $\text{CH}_3$  simetrik gerilmesi olabilir. Bu fark, poliester film içeriğinde bulunan alkil grubunun yapısının PET kumaştakinden farklı olmasından kaynaklanabilir.

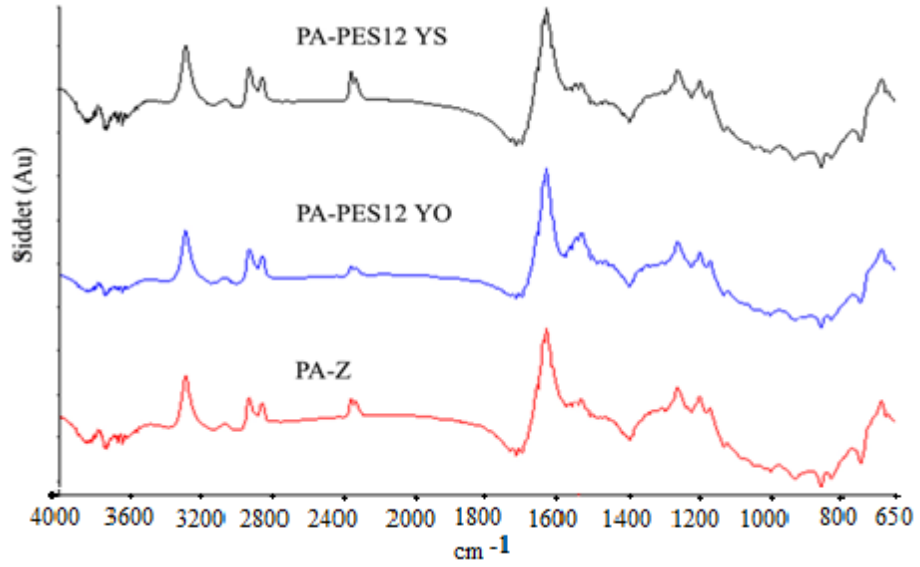
Şekil 3.36'da polipropilen zemin kumaş ile PP-PES12 numunesinin PP yüzünde elde edilen yıkama öncesi (YO) ve yıkama sonrası (YS) FTIR spektrumları karşılaştırmalı olarak verilmiştir. Şekil 3.36'dan da görüldüğü üzere, PP-Z ile lamine PP-PES12 numunesinin yıkama öncesi ve sonrası IR spektrumları birbirine benzer pikler vermiştir. Laminasyon sonrasında, numunenin PP yüzünde poliüretan eriyik yapıştırıcısı veya poliester membrana ait bantlar veya mevcut piklerde kaymalar gözlenmemiştir. Yıkama sonrasında mevcut yapı korunmuştur. Benzer sonuçlar, Şekil 3.37 ve Şekil 3.38'de verilen spektrumlarda, PET ve PA numuneler için de elde edilmiştir.



Şekil 3.36 PP zemin kumaş (PP-Z), yıkama öncesi PP-PES12 numunesi PP yüzü, yıkama sonrası PP-PES12 numunesi PP yüzüne ait FTIR spektrumları

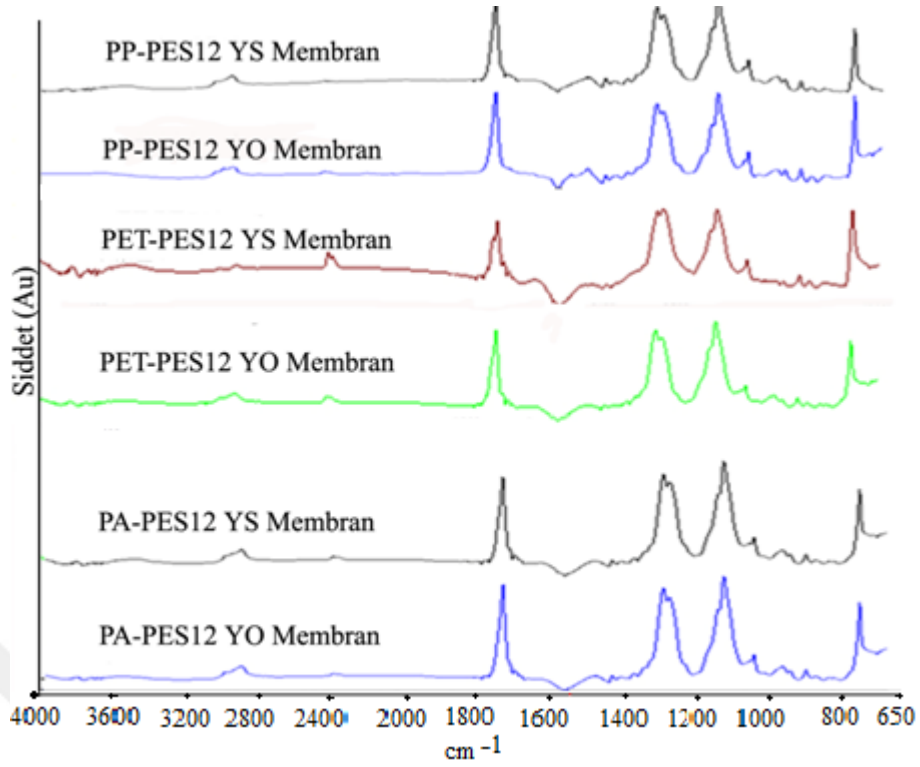


Şekil 3.37 PET zemin kumaş (PET-Z), yıkama öncesi PET-PES12 numunesi PET yüzü, yıkama sonrası PET-PES12 numunesi PET yüzüne ait FTIR spektrumları



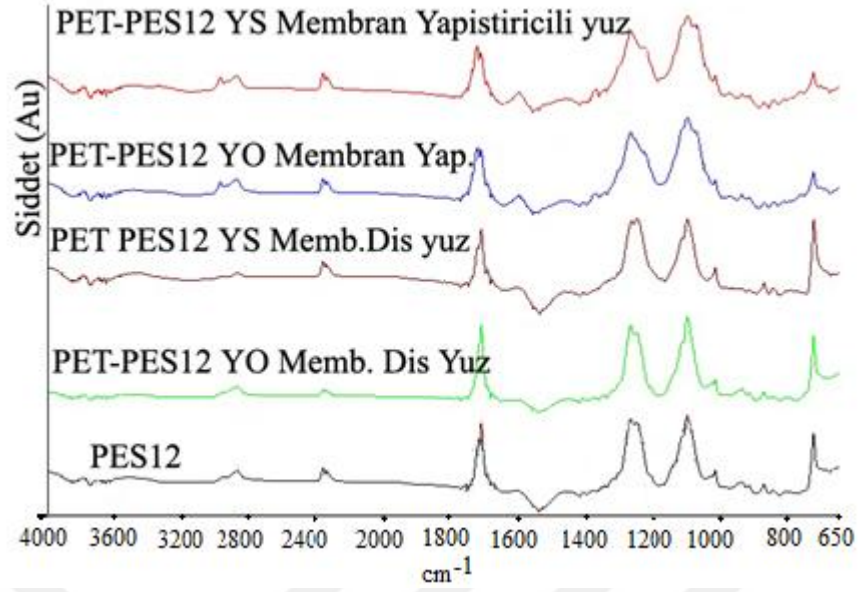
Şekil 3.38 PA zemin kumaş (PA-Z), yıkama öncesi PA-PES12 numunesi PA yüzü, yıkama sonrası PA-PES12 numunesi PA yüzüne ait FTIR spektrumları

Şekil 3.39’da PP-PES12, PET-PES12 ve PA-PES12 numunelerinin membran yüzünden, yıkama öncesi ve sonrası çekilen FTIR spektrumları verilmiştir. Genel olarak tüm lamine numunelerde yıkama öncesi ve sonrası membrana benzer pikler elde edilmiştir. Spektrumlarda yapıştırıcıya veya zemin kumaşına ait pikler gözlenmemiştir. Yıkama sonrasında PP-PES12’nin membran yüzünde yapısal veya bağlar açısından önemli bir değişiklik meydana gelmemiştir.

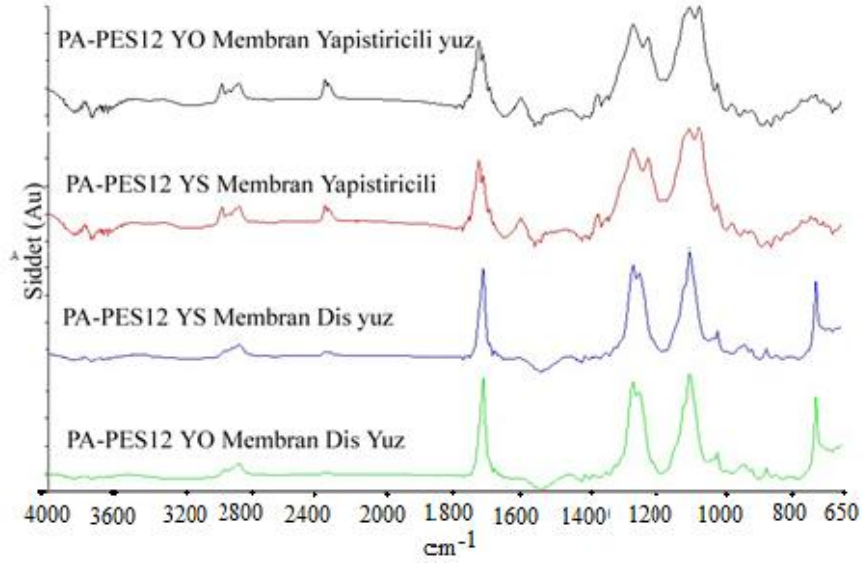


Şekil 3.39 PP, PET ve PA lamine numunelerin PES-12 (membran) yüzlerine ait yıkama öncesi (YO) ve yıkama sonrası (YS) FTIR spektrumları

Şekil 3.40 ve 3.41'e göre, PET ve PA numunelerinin membranlarının yapıştırıcı yüzeylerine ait spektrumlarında, yapıştırıcı ile temas etmeyen membran yüzlerinin spektrumlarına göre farklılaşmalar meydana gelmiştir. Membranların yapıştırıcı yüzlerinde, PU eriyik yapıştırıcısına ait olduğu düşünülen pikler elde edilmiştir. 2970, 2945, 1600  $\text{cm}^{-1}$ 'de yapıştırıcıya ait olduğu düşünülen yeni bantlar belirmiştir. Ayrıca 1250  $\text{cm}^{-1}$ 'deki pik 1223'e kaymış ve 1071  $\text{cm}^{-1}$ 'de yeni bir pik oluşmuştur. Bunun yanı sıra 726  $\text{cm}^{-1}$ 'de membranın dış yüzünden elde edilen keskin pik, yapıştırıcı ile temas eden kısımda şiddet olarak azalmıştır. Yapıştırıcıya ait olduğu düşünülen bu pikler, yıkama sonrasında da membranın yapıştırıcı yüzeyinde kalmıştır. Bu da, yapıştırıcının membran ile kurduğu bağları, yıkama sonrasında da koruduğu şeklinde ele alınmıştır.



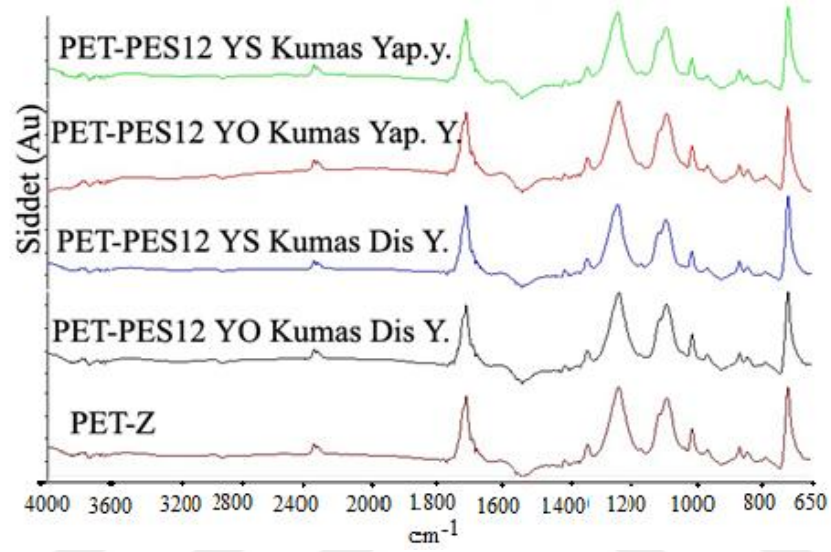
Şekil 3.40 PET-PES12 numunesinin membran yüzünün yapıştırıcı ile temas eden ve etmeyen (dış) taraflarının yıkama öncesi (YO) ve sonrası (YS) FTIR spektrumları



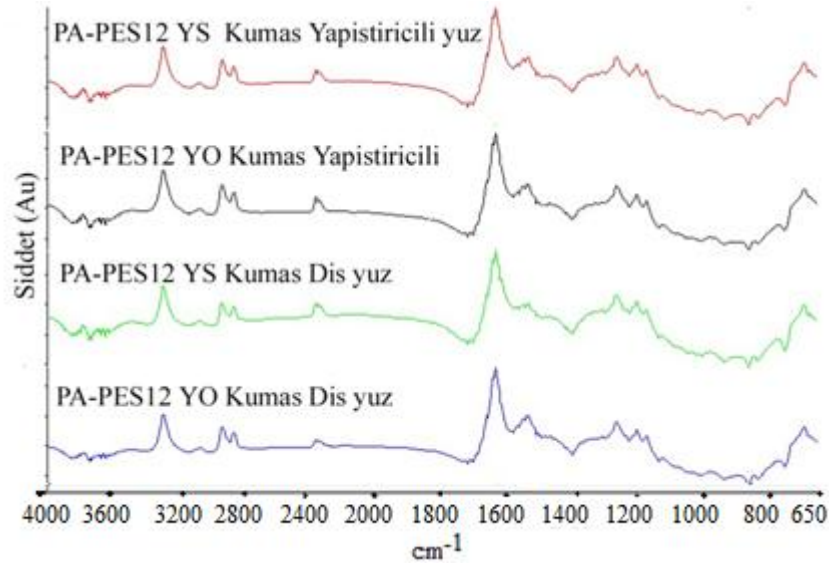
Şekil 3.41 PA-PES12 numunesinin membran yüzünün yapıştırıcı ile temas eden ve etmeyen (dış) taraflarının yıkama öncesi (YO) ve sonrası (YS) FTIR spektrumları

Şekil 3.42 ve 3.43'te PET-PES12 ve PA-PES12 numunelerinin kumaş yüzlerinin yapıştırıcı ile temas eden yüzünün FTIR spektrumları verilmiştir. Her iki spektrumda da zemin kumaşın dış yüzü ile yapıştırıcılı yüzeyi arasında bağlar açısından önemli farklar tespit edilememiştir. Membranın yapıştırıcılı yüzeyinde rastlanan pik kaymaları ve yeni pik oluşumları, kumaşın yapıştırıcılı yüzü ile ilgili spektrumlarda

saptanamamıştır. Genel olarak bakıldığında, PU yapıştırıcının PES membrana bağlanmayı PA ve PET zemin kumaşa bağlanmaya tercih ettiği sonucuna varılmıştır. Bu nedenle yıkama sonrasında yapıştırıcının zemin kumaşı terk ederek delaminasyonun gerçekleştiği sonucuna varılmıştır. Ancak bu durum, lamine PP kumaş (PP-PES12) delamine edilemediğinden dolayı PP kumaş ile desteklenememiştir.



Şekil 3.42 PET-PES12 numunesinin kumaş yüzünün yapıştırıcı ile temas eden ve etmeyen (dış) taraflarının yıkama öncesi (YO) ve sonrası (YS) FTIR spektrumları



Şekil 3.43 PA-PES12 numunesinin kumaş yüzünün yapıştırıcı ile temas eden ve etmeyen (dış) taraflarının yıkama öncesi (YO) ve sonrası (YS) FTIR spektrumları

### 3.3 Çok Kriterli Karar Verme Yöntemine Göre En Uygun Kumaş Tipinin Seçimi

Bölüm 3.2’de verilen kumaş deney sonuçları kullanılarak, yelken giyisisi tasarımı için en uygun kumaş alternatifi TOPSIS metoduna göre belirlenmiştir.

Öncelikle uzmanlara uygulanan anket aracılığıyla kriterlerin önem dereceleri belirlenmiştir. Bu önem derecelerinden yola çıkılarak ise her bir kriterle ait ağırlıklar hesaplanmıştır. Ek 5-8’te sırası ile karar verici uzmanların ana kriterler ve alt kriterler için atadığı önem dereceleri ve bunlardan yola çıkılarak elde edilen normalize ağırlık değerleri verilmiştir. Tablo 3.25’te ise kriterlere ait hesaplanan ortalama normalize ağırlıklar ve nihai ağırlıklar gösterilmiştir.

Tablo 3.25 Ana kriterlere ait normalize edilmiş ortalama ağırlıklar

No	Ana Kriterler	Normalize ortalama ağırlıklar	Alt kriter	Normalize ortalama ağırlıklar	Nihai ağırlıklar
1	Gramaj	0,110	-	-	0,110
2	Kalınlık	0,110	-	-	0,110
3	Su geçirmezlik	0,130	Yıkama öncesi	0,490	0,064
4			20 yıkama son.	0,510	0,066
5	Su buharı geç.	0,120	-	-	0,120
6	Hava geçirgenliği	0,120	-	-	0,120
7	Kopma muk.	0,100	Çözgü yönü	0,530	0,053
8			Atkı yönü	0,470	0,047
9	Yırtılma muk.	0,100	Çözgü yönü	0,520	0,052
10			Atkı yönü	0,480	0,048
11	Aşınma dayanımı	0,110	-	-	0,110
12	Kumaş eğilme dir.	0,100	-	-	0,100
<b>Toplam</b>		1,000	<b>Toplam</b>		1,000

Buna göre yelken giysileri için önem düzeyi en yüksek olan kriter 0,13 ağırlık değeri ile su geçirmezliktir. Su geçirmezliği 0,12 ağırlık değeri ile su buharı geçirgenliği ve hava geçirgenliği takip etmiştir. Uzmanlar yelken giyisisi açısından gramaj, kalınlık ve aşınma dayanımını eşit derecede önemli bulmuştur ve kriterlere ait önem ağırlık değeri 0,11’dir. Kopma mukavemeti, yırtılma mukavemeti ve eğilme

direnci özellikleri de eşit derecede önemli bulunmuş ve 0,10 ağırlık değeri almışlardır. Uzman karar vericilerin su geçirmezliğe daha fazla önem vermesi bir yelken giysisi kumaşının seçimi için doğru bir yaklaşımdır ve spor esnasında kişiyi en fazla zorlayacak etmenin deniz suyundan kaynaklandığı kanısını oluşturmaktadır. Bunun ardından uzmanlar, nefes alabilirlik ve rüzgar geçirmezlik açısından su buharı geçirgenliği ve hava geçirgenliğine odaklanmıştır. Genel olarak ölçülen kriterlere benzer ağırlıkların verilmesi, tez kapsamında ölçüm parametrelerinin seçimi sırasında doğru bir yaklaşımda bulunulduğuna işaret etmektedir.

Kaplanmış ve lamine edilmiş numunelerin test sonuçları incelendiğinde, kaplanmış numunelerin su geçirmezliklerinin ve yıkama sonrası su geçirmezliklerinin yeterli olmadığı görülmüştür. Bu nedenle kaplanmış numunelere diğer testler uygulanmamıştır. Buna karşılık lamine numunelerde birçok numunede istenen su geçirmezlik performansı elde edilmiştir. Dolayısıyla çok kriterli karar verme sürecinde alternatif olarak sadece lamine numuneler kullanılmıştır. Ek 9'da karar verme sürecinde kullanılan lamine kumaşlara ait deney sonuçları verilmiştir. Bu sonuçlar Ek-10'da gösterildiği gibi öncelikle vektörel olarak normalize edilmiş, ardından da Tablo 3.25'te verilen nihai ağırlık değerleri ile çarpılarak ağırlıklandırılmış normalize karar matrisinin elemanları Ek 11'deki gibi elde edilmiştir. Tablo 3.26'da Ek-11'deki verilerden yararlanılarak hesaplanmış, ideal ve anti-ideal durumlara alternatiflerin uzaklıkları verilmiştir. Ayrıca bu uzaklıklardan yola çıkılarak alternatiflerin optimum duruma olan yakınlık katsayıları da hesaplanmıştır. Yakınlık katsayılarının yanına parantez içinde alternatifte ait tercih sırası yazılmıştır.

Tablo 3.26'daki yakınlık katsayıları incelendiğinde; genel olarak numuneleri yakınlık katsayılarına göre beş farklı derecede gruplamak mümkündür. 1 ile derecelendiren grup optimum lamine kumaşa en yakın özellikteki numuneleri içermekte iken, 5 ile derecelendirilen grup istenen kumaş özelliklerine en uzak olan numune tiplerini içermektedir. Tablodan da görüldüğü gibi, genel olarak numunelerin yakınlık dereceleri birbirine yakın elde edilmiştir ve farklılaşmalar virgülden sonra üçüncü veya dördüncü hanede gerçekleşmiştir.

Optimum kumaşa en yakın özellikte olan 1 numaralı grupta yalnızca PA-PTFEmono numunesi yer almaktadır. Deney sonuçları incelendiğinde bu numunenin özellikle gramaj, kalınlık, yıkama öncesi su geçirmezlik, su buharı geçirgenliği ve hava geçirgenliği açısından en iyi özelliklere sahip olduğu görülmektedir. Buna karşın bu numune tipinde yıkama sonrası su geçirmezlik değeri oldukça fazla düşmüş ve alt sınırı sağlayamamıştır. Ayrıca PTFEmono ile lamine edilmiş tüm numunelerde aşınma nedenli delikler ilk önce oluşmuştur ve bu durumun giysinin aşınma sonrası su geçirmezlik performansını oldukça olumsuz etkileyeceği düşünülmüştür. Bu nedenle kumaş seçimi için yakınlık katsayısı en yüksek olan ikinci grup kumaşlara odaklanılmıştır. Bu gruba ağırlıklı olarak PP ve PA zemin kumaşa sahip sekiz farklı tip lamine kumaş girmektedir. Bu numunelerden ikisi PTFEmono ile, ikisi ise PES20 ile lamine edilmiştir. Diğer numuneler ise PP-PES12, PA-PU15K, PA-PU20 ve PA-PTFEbi numuneleridir. Bu numunelerden PP-PTFEmono, PET-PTFEmono, PA-PU15K, PA-PU20 ve PA-PES20 numunelerinin diğer özellikleri ile ön plana çıkmasına rağmen, yıkama sonrasında su geçirmezlik alt sınırını sağlayamamalarından dolayı elenmelerine karar verilmiştir. Ek 9'dan da incelendiğinde, geriye kalan üç numunenin farklı testlere ait performans değerlerinin birbirine oldukça yakın olduğu görülmektedir. PP-PES12, PP-PES20 ve PA-PTFEbi numunelerinin üçünün de yelken giysisi tasarımı için kullanılabileceği düşünülmektedir. Bu çalışma kapsamında klasik lamine PET ve PA kumaşlarına alternatif oluşturması için PP-PES20 numunesinden yelken giysisinin dikilmesi kararına varılmıştır.

Tez kapsamında yapılan karşılaştırma, numunelerden belirlenen kriterler doğrultusunda en faydalı olanının seçilmesi esasına dayanmıştır. Polipropilen dokuma kumaş üretimi ve laminasyon işlemleri numune üretimi üzerinden gerçekleştirildiğinden, yanlısamaların olmaması için numunelere ait maliyetler kumaş seçiminde bir çıktı olarak ele alınmamıştır.



Tablo 3.26 İdeal ve anti-ideal duruma olan uzaklıklar ve yakınlık katsayıları

Numune no	Numune kodu	İdeal duruma uzaklık ( $S_i^*$ )	Anti-ideal duruma uzaklık ( $S_i^-$ )	Yakınlık katsayısı $C_i$ ve sıralama ()
1	PP-PU15	2,78860	1,96115	0,413 (3)
2	PP-PU15K	2,78235	1,95274	0,412 (3)
3	PP-PU20	2,78621	1,94032	0,411 (4)
4	PP-PES12	2,78472	1,96156	0,413 (2)
5	PP-PES20	2,77488	1,95399	0,413 (2)
6	PP-PTFEmono	2,79645	1,96436	0,413 (2)
7	PP-PTFEbi	2,78543	1,94985	0,412 (3)
8	PET-PU15	2,79878	1,94855	0,411 (4)
9	PET-PU15K	2,79232	1,94275	0,410 (5)
10	PET-PU20	2,78403	1,94490	0,411 (4)
11	PET-PES12	2,79289	1,93992	0,410 (5)
12	PET-PES20	2,78873	1,94299	0,411 (4)
13	PET-PTFEmono	2,79584	1,96453	0,413 (2)
14	PET-PTFEbi	2,79397	1,94434	0,410 (5)
15	PA-PU15	2,79735	1,96295	0,412 (3)
16	PA-PU15K	2,78610	1,96328	0,413 (2)
17	PA-PU20	2,78848	1,96356	0,413 (2)
18	PA-PES12	2,79262	1,96003	0,412 (3)
19	PA-PES20	2,78702	1,95738	0,413 (2)
20	PA-PTFEmono	2,79261	1,97199	0,414 (1)
21	PA-PTFEbi	2,78460	1,95972	0,413 (2)

### 3.4 Elektronik Sistem Sonuçları

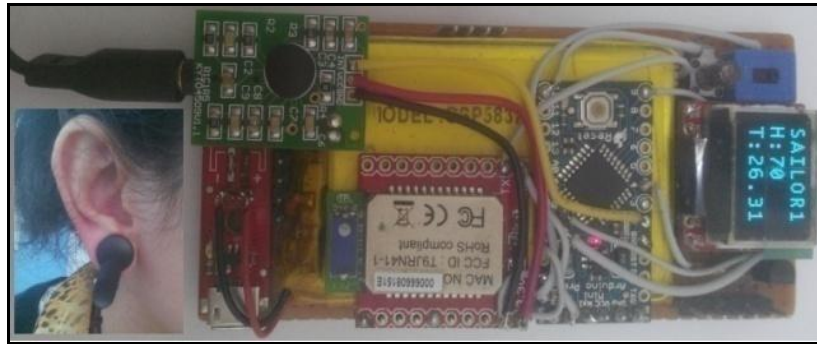
Yelkencilerin teknedeki varlık/yokluk durumlarını tespit ederek, tekneden yelkencilerin düşmesi durumunda acil durum merkezi ile iletişime geçecek elektronik sistem donanım ve yazılım olarak oluşturulmuştur. Materyal ve Metot kısmında belirtildiği üzere elektronik sistem; tekne merkezine yerleştirilecek bir ana sistem ve yelkencilerin giysilerine yerleştirilecek uydu sistemlerden oluşmaktadır. Ana sistem ile prototip giysi üretiminde kullanılacak bir adet uydu sistem tez kapsamında üretilmiş ve son halini almıştır. Şekil 3.44'te çalışır vaziyetteki ana sistem verilmiştir. Ana sistem bileşenleri kablolama ve lehimleme aracılığı ile bir araya getirilmiş; LCD ekran, GPS, GSM ve Bluetooth modüllerinin mikrokontrolör ile karşılıklı olarak iletişime geçmesi sağlanmıştır. Ana sisteme bağlanan bir enkoder

düğme aracılığıyla yazılımda oluşturulan menüler içerisine girilebilmekte ve istenen opsiyonlar seçilebilmektedir. Opsiyonların seçilmesi ve ana sistemin çalışmasının takip edilmesi işlemi ise LCD ekran kullanılarak yapılmaktadır.



Şekil 3.44 Tekne merkezine yerleştirilecek ana sistem

Şekil 3.45'te ise çalışır vaziyetteki uydu sistem verilmiştir. Şekilden de görüldüğü gibi uydu sistem kompakt bir şekilde kablolama ve lehimleme aracılığı ile bir araya getirilmiştir ve bir yelken giysisine yerleştirilecek büyüklükte elde edilmiştir. Uydu sisteme bir soket aracılığıyla bağlanan nabız sensörü Şekil 3.24'te de görüldüğü üzere kulağa bir klips yardımıyla sabitlenerek kişinin nabız değerini okuyabilmektedir. Uydu sistemin OLED ekranında görülen Sailor1 ismi yelkencinin kim olduğunu tanımlamakta, H kişinin nabız değerini T ise çevre sıcaklığını göstermektedir.



Şekil 3.45 Yelkenci giysilerine yerleştirilecek olan uydu sistem

### 3.5 Giysi Tasarımı ve Üretimi

Giysi tasarım sürecinde geliştirilen bazı tasarımlar Şekil 3.46-3.49'da verilmiştir. Şekil 3.46'da omuzdan dikişli yelken giysisi tasarımı görülmektedir. Bu tasarımda klasik yelken giysisi tasarımından yararlanılmıştır. Giysinin dikilmesindeki amaç elektronik devrenin yerleştirilebilmesi olduğundan, tasarımda halat, cep telefonu vb.nin yerleştirilebileceği ekstra ceplere yer verilmemiştir.



Şekil 3.46 Yelken giysisi birinci tasarımı

Şekil 3.47'de reglan kola sahip giysi tasarımı kullanılmıştır. Reglan kol, spor giysilerinde kol bölgesinde hareket konforunu sağladığı için daha fazla tercih edilmektedir.



Şekil 3.47 Yelken giysisi ikinci tasarımı

Şekil 3.48'de ise reglan kola sahip yelken giysisine koltuk altlarında farklı bir kumaş yerleştirilmiştir. Bu kumaş olarak; lamine numunelerden en yüksek su buharı

geçirgenliğine sahip olanının kullanılması planlanmıştır. Böylece koltuk altında, vücudun diğer bölgelerine göre daha fazla miktarda meydana gelen terin daha kolay şekilde uzaklaştırılabileceği düşünülmüştür. Bu bölgeden terin daha hızlı uzaklaştırılmasının, vücutta aktivite sırasında meydana gelen fazla ısının atılmasını da kolaylaştıracağı düşünülmektedir.



Şekil 3.48 Yelken giysisi üçüncü tasarımı

Şekil 3.49'da ise Bye ve Hakala'nın (2005) anket sonuçlarından da yararlanılarak, giysiye görünürlüğü artıran reflektif kumaşlar eklenmiştir. Bu sayede, giysisinin ana kumaşı ile zıt renkte olan reflektif kumaş, giyinen kişinin görünürlüğünü artırarak güvenliğine katkıda bulunacaktır.



Şekil 3.49 Yelken giysisinin nihai teknik çizimi

Yapılan giysi ön tasarımlarından Şekil 3.49'da verilen ve reflektif kumaş içeren reglan kollu tasarım vücuda uyum, hareket serbestliği ve görünürlük açısından uygun

bulunmuştur. Bu tasarımdan yararlanarak Cu Tekstil San. ve Tic. A.Ş.'de tasarımcılar ile giysi tasarımına son hali verilmiştir. Nihai teknik çizim, Şekil 3.50' de verilmiştir.

Üretilen uydu sistemin entegre edilerek fonksiyonel bir yelken giysisinin prototipinin hazırlanması amacıyla, teknik çizimi yapılan giysinin seçilen en uygun kumaş tipi (PP-PES20) ile dikim işlemleri yapılmıştır. Sporcunun uydu sistemdeki OLED ekrandan nabzını ve çevre sıcaklığını sürekli ve kolayca takip edebilmesi için uydu sistemin sağ kolda manşete yakın bir kol bölgesine yerleştirilmesi sağlanmıştır. Elektronik sistemin yıkama işlemleri sırasında giysiden çıkartılabilmesi için, giysi manşetinin hemen üzerine kapaklı cebe yerleştirilmesi sağlanmıştır (Şekil 3.50).



Şekil 3.50 Uydu sistemin yelken giysisine entegrasyonu

Elektronik sistemin deniz suyundan zarar görmemesi için cep, su geçirmez bir kumaştan üretilmiştir. OLED ekranın görülebilmesi için cebin ekrana denk gelen üst kısmına ekran boyutlarında transparan bir pencere açılmıştır. Cep boyutları modül

boyutlarına 1-2 mm'lik paylar verilerek elde edilmiştir ve bu boyutlar uydu sistemin cep içerisinde hareket etmesini engellemektedir. Cep, konumu ve boyutları dolayısıyla, giyinenin hareket yeteneğini kısıtlamamaktadır. Cebin girişine ve kapak kısmına cırt bant uygulaması yapılarak suya karşı ikili bir bariyer oluşturulmuştur. Cep iç kısmından, kol boyunca yakaya kadar uzanan, 2 cm genişliğindeki bir kumaş kanalına bağlanmaktadır. İki kumaş katının üst üste gelmesi sonucu oluşan tüp formundaki bu kanal nabız sensörünün kablosunun kulağa doğru taşınmasını sağlamaktadır. Burada kullanılan kablo yaklaşık 40 cm uzunluğundadır ve uzunluğu ayarlanabilmektedir. Kablo yakadaki çıkış kısmına bir kıskaç yardımıyla sabitlenmektedir. Bu tasarım sayesinde hem uydu sistem hem de nabız sensörü su geçirmez kumaşlar tarafından deniz suyuna karşı izole edilmiş olmaktadır. Cebin ve kanalın giysiye dikilmesinin ardından oluşan iğne delikleri kaynak bandı ile kapatılmıştır.

Uydu sistemin entegre edildiği yelken giysisi prototipi Şekil 3.51'de verilmiştir.



Şekil 3.51 Elektronik ekipmanlı yelken giysisi (sol: tüm giysi, sağ üst: yaka kısmı ve nabız sensörü, sağ alt: kol kısmı ve uydu sistemin yerleştirildiği su geçirmez cep)

## **BÖLÜM DÖRT**

### **SONUÇ VE ÖNERİLER**

Bu tez çalışması kapsamında fonksiyonel bir yelken üst giysisinin tasarımı yapılmıştır. Spor giysisi olarak yelken giysilerine odaklanılmasının sebebi; yelken sporunda sporcunun korunması gereken bir çok dış etmen bulunması, giysi konfor özelliklerinin çeşitli yollarla geliştirilmeye açık olması, çeşitli elektronik fonksiyonların giysiye entegre edilmesi suretiyle sporcunun performansının ve güvenliğinin artırılmasına uygun bir spor dalı olması ve geliştirilme potansiyeli yüksek olmasına rağmen yelken giysileri üzerine henüz çok az sayıda çalışma olmasıdır.

Tez çalışması kapsamında öncelikle, yelkencilerin giysilerinden beledikleri kullanım ve fonksiyonel özellikleri 151 adet profesyonel yelkenciye uygulanan bir anket aracılığıyla belirlenmiştir. Ardından anket sonuçlarına bağlı olarak elektronik bir fonksiyon sergileyen yelken giysisinin konsept ve prototip tasarımı yapılmış ve bunun için elektronik mühendisleri ile birlikte çalışılarak gerekli elektronik devrelerin üretilmesi sağlanmıştır. Buna ek olarak; yelken giysilerinde kullanılmak üzere sistematik olarak kaplanmış ve lamine edilmiş kumaş numuneleri üretilmiş, çeşitli fiziksel ve performans testlerine tabi tutulmuş ve yelken giysisinin üretiminde kullanılmak üzere en uygun olan kaplanmış/lamine kumaş tipi çok kriterli karar verme teknikleri kullanılarak belirlenmiştir. Belirlenen optimum lamine kumaş kullanılarak dikilmek üzere, bir yelken üst giysisinin estetik ve teknik tasarımı yapılmıştır. Son olarak yelken giysisi elektronik devrenin yerleştirileceği şekilde modifiye edilmiş ve fonksiyonel giysi prototipi elde edilmiştir.

Aşağıdaki bölümlerde tezin anket sürecinden fonksiyonel giysi prototipinin hazırlanmasına kadar geçen süreçte elde edilen sonuçlar özetlenmiştir.

Tez çalışmasının başlangıç aşaması; literatürde yelken giysileri ile ilgili yeterli nitelik ve nicelikte çalışma bulunmadığından, yelkencilere yöneltilen bir anket uygulamasını içermiştir. %93'ü lisanslı yelkencilerden oluşan ve farklı yelken

tiplerinden en az birinde spor yapan 151 yelkencinin 60 soruluk bir anketi doldurması sağlanmıştır. Ankette yelkencilerin giysilerinden beklentileri ve elektronik fonksiyon ihtiyaçları öncelikli olarak sorgulanmış ve buna ek olarak kullandıkları yelken giysileri ve alışkanlıkları ile ilgili bilgiler toplanmıştır. Anketin ilk bölümünün sonuçlarına göre yelkenciler için seyir esnasında koordinatlarını bir merkeze gönderebilen bir cihazın bulunmasının önemli bir gereksinim olduğu saptanmıştır. Bu cihazın bulunması durumunda yelkencilerin güvenliğinin bir miktar artırılması sağlanabilecektir. Yelkenciler spor esnasında denize sık sık düşmemektedirler, ancak yelkencilerin % 43'ü nadiren de olsa denize düşmektedir ve bunların %16'sının bulunmasının zaman aldığı görülmektedir. Değerlerin düşük olmasına rağmen, denize düşme durumu ölümlerle sonuçlanabildiğinden bu kıstas yelkencilerin güvenliği açısından önemli bir ihtiyaç olarak değerlendirilmiştir. Tez kapsamında yelkencinin denize düşmesini algılayan ve düştüğü andaki koordinatlarını zaman ve kişi bilgisi ile birlikte bir güvenlik merkezine ileten bir elektronik sistem tasarlanmıştır. Bu elektronik sistem birden fazla kişinin birlikte aynı teknede yer aldığı yelken sınıfları için tasarlanmıştır. Anketin diğer bölümlerine verilen cevaplardan en önemlileri ise; sporcuların en fazla su geçirmez yelken ceketlerini/sweatshirtlerini tercih ettikleri, yelken giysilerinin altına iç çamaşırı ve ter emici tişört giydikleri ve genellikle su geçirmez yelken giysilerini elde yıkadıklarıdır. Ayrıca yelkenciler giysilerinin; ince olması, hafif olması, güneşten koruması, güneşten zarar görmemesi, giysi ıslanınca ağırlaşmaması, hızlı kuruması, giysi ıslanınca yelkenciye üşütmemesi, su sızdırmaması, dikiş yerlerinden su geçirmemesi, terletmemesi, deniz suyundan ve yağmur suyundan koruması ve ısı yalıtım özelliğinin yüksek olmasını şiddetli şekilde istemektedirler.

Tezin ikinci aşaması olan yelken giysisi kumaşının üretilmesinde, uygun kumaş tipinin belirlenmesi için farklı hammaddeli zemin kumaşlara sistematik kaplama ve laminasyon denemeleri yapılmıştır. Kaplamalarda; poliester, polipropilen ve pamuklu zemin kumaşlara, su geçirmez-nefes alabilir özellik sağlayan hidrofilik poliüretan karışımı kullanılarak sistematik kaplamalar yapılmıştır. Deney parametreleri olarak kaplama patındaki çapraz bağlayıcı oranı, kaplama öncesi florokarbon ön işleminin yapılıp yapılmaması ve kürleme süresi seçilmiştir. Yıkama



öncesi ve sonrası en iyi su geçirmezlik sonuçlarını poliester numunelerinin gösterdiği tespit edilmiştir. Poliester numunelere 160°C olarak uygulanan fiksaj sıcaklığı, kaplamanın yıkamaya karşı dayanımını olumlu etkilemiştir, ancak daha gözenekli olan pamuklu kumaşlarda yeterli sonuçlar sağlanamamıştır. Florokarbon ile ön işlem görmüş numuneler, yıkama sonrası ısı işleminden sonra daha yüksek su geçirmezlik değerleri vermiştir. Kütleme süresinin 2 dakikadan 10 dakikaya çıkarılmasının ve çapraz bağlayıcı oranının %5'ten %10'a çıkarılmasının, numunelerin su geçirmezlikleri değerlerine önemli ve istikrarlı bir etkisi olmadığı belirlenmiştir. Kullanılan reçeteler ile uygulanan sistematik kaplama işlemleri genel olarak tüm numunelerin su geçirmezliklerini olumlu yönde etkilemiştir. Ancak özellikle polipropilen ve pamuklu kumaşlarda yeterli etki sağlanamamıştır. Kaplanmış poliester numunelerde göreceli olarak daha yüksek sonuçlar elde edilmesine rağmen, ısı işlem sonrasında dahi sadece tek bir tip kumaş su geçirmezlik alt sınırını sağlamıştır. Bu nedenle kaplanmış numunelere diğer fiziksel ve performans testleri uygulanmamıştır. Kaplanmış numunelerin su geçirmezlik sonuçları; kalıcı bir su geçirmezlik etkisine sahip yelken üst giysisinin üretiminde kullanılmak üzere, lamine kumaşlara da ihtiyaç duyulduğunu göstermiştir.

Poliester, poliamid ve polipropilen lamine numunelerin üretiminde; PTFE, PES ve PU olmak üzere üç farklı hammaddeye sahip mikrogözenekli, hidrofilik veya bikomponent özellikteki toplam yedi farklı membran kullanılmıştır. Tüm numuneler aynı makine parametreleri kullanılarak sıcak eriyik yöntemine göre lamine edilmiş ve toplamda 21 farklı tipte numune elde edilmiştir. Elde edilen numunelerin geçirgenlik özelliklerini test etmek üzere su geçirmezlik, su buharı geçirgenliği ve hava geçirgenliği; mekanik özelliklerini belirlemek üzere kopma mukavemeti, yırtılma mukavemeti, eğilme direnci ve aşınma dayanımı; fiziksel özelliklerini tespit etmek üzere ise kalınlık ve gramaj değerleri belirlenmiştir. Yıkama öncesi ve sonrası en yüksek su geçirmezlik değerleri, lamine PP numunelerde görülmüştür. Yıkama sonrası hemen hemen tüm numunelerin su geçirmezlik değerlerinin azaldığı görülmüştür, ancak en fazla değişim lamine PA numunelerde saptanmıştır. Yıkama öncesi ve sonrasında en yüksek su geçirmezlik değerleri PP-PU15K, PP-PES12 ve PP-PTFEbi numunelerinden elde edilmiştir. Membran kalınlığının artması su

geçirmezlikte önemli bir artışa neden olmamıştır. Lamine numunelerin tamamının ve zemin kumaşların su buharı geçirgenlik değerleri nefes alabilir giysiler için beklenen düzeyde olmamıştır. Giysinin dokuma kumaştan üretilmesi ve tasarımın vücudu sarmaması nedeni ile olası konfor problemlerinin azalacağı tahmin edilmektedir. Ayrıca tasarlanan giysi prototipinin altına ter emici bir iç çamaşırı veya tişört giyilmesi tavsiye edilmektedir. Genel olarak PTFEmono lamine edilmiş numuneler en yüksek su buharı geçirgenliğine sahipken, onu PTFEbi lamine edilmiş numunelerin izlediği tespit edilmiştir. Hava geçirgenliği testi sonucunda hemen hemen tüm numunelerin rüzgar geçirmez nitelikte olduğu görülmüştür. Geçirgenlik özellikleri bir arada incelendiğinde; PP-PTFEbi numunesinin ön plana çıktığı görülmektedir.

Lamine PA numunelerin en düşük kumaş gramajına ve kalınlığına sahip olduğu görülmüştür. Tüm lamine numunelerin maksimum 131 g/m<sup>2</sup> gramaj ve 0,31 mm kalınlık ile yelken giysilerinde kullanıma uygun olduğu düşünülmektedir.

Lamine numunelerin mekanik özellikleri incelendiğinde; kopma mukavemeti en yüksek numunelerin PET numuneler olduğu, bunların PP ve PA numunelere göre çözümlü yönündeki kopma mukavemetlerinin ortalama % 40 daha yüksek olduğu görülmüştür. Bu durum, PET zemin kumaşının çözümlü yönündeki kopma mukavemetinin daha yüksek olmasından kaynaklanmaktadır. PET zemin kumaşının çözümlü yönündeki sıklığı da diğer iki zemin kumaştan daha yüksektir ve bu mukavemet farkına etki bulunmaktadır. Atkı yönündeki kopma mukavemeti değerleri ise lamine PP, PET ve PA numuneler için birbirine daha yakın elde edilmiştir. En yüksek uzama değerleri ise genel olarak lamine PP numunelerden elde edilmiştir. Kullanılan laminasyon filmi tipi açısından incelendiğinde, çözümlü yönündeki en yüksek kopma mukavemeti değerlerinin genel olarak PTFEmono lamine edilmiş numunelerden elde edildiği, onu PES ve PTFEbi lamine edilmiş numunelerin takip ettiği görülmüştür. Lamine numunelerin yırtılma mukavemetleri en yüksek lamine PA numunelerden elde edilmişken, lamine PP ve lamine PET numuneleri birbirine daha yakın sonuçlar vermiştir. Yırtılma mukavemeti genel olarak en yüksek PES filmleri ile lamine edilmiş numunelerden elde edilmiştir. PU

ve PES filmler ile lamine edilmiş numunelerde yırtılma mukavemetleri membran kalınlığının 20 mikrona çıkması ile ya bir miktar artmış ya da aynı seviyede elde edilmiştir. Aşınma dayanımı açısından en zayıf numuneler PTFEmono lamine edilmiş numunelerdir. Bu numunelerde hem aşınma sonrası daha fazla ağırlık kaybı meydana gelmiş hem de membran yüzeyinde daha erken turlarda delikler oluşmuştur. PTFE-mono membranlarından sonra aşınma nedenli delinmeye karşı en zayıf numuneler, PES12 membranı ile lamine edilmiştir. Aşınma nedenli en geç delinen numuneler ise genel olarak PES20 ve PU20 membranları ile lamine edilmiştir. Mekanik özellikler ve fiziksel özellikler bakımından incelendiğinde; farklı hammadde ve membran tiplerinin farklı özellikler açısından ön plana çıktığı görülmektedir. Genel olarak bakıldığında ise PTFEbi ve PES20 ile lamine edilmiş numunelerin diğerlerine göre daha iyi sonuçlar verdiği görülmüştür.

Lamine kumaşlara yapılan testler sonucunda, üretilen lamine PA numunelerin su geçirmezlik değerlerinin yıkama sonrasında çok fazla düşmesinden dolayı, diğer bazı özellikleri ön plana çıksa da yelken giysisinde kullanıma uygun olmadığı sonucuna varılmıştır. PP numunelerin geçirgenlik ve gramaj açısından PET numunelere göre bir adım ön plana çıktığı görülmüştür. PP numunelerden PTFEbi ve PES ile lamine edilmiş olanlarının birçok açıdan diğer membranlarla lamine edilmiş numunelere göre üstün olduğu görülmüştür. PTFEbi laminasyon filminin PES laminasyon filmine göre yaklaşık 4 kat daha pahalı olmasından dolayı, tez kapsamında PES20 ile lamine edilmiş PP-PES20 numunelerinin yelken giysisi prototipinde kullanılmasına karar verilmiştir.

Yelken giysisinde kullanılmak için kumaş seçmek üzere, yardımcı bir metot olarak çok kriterli karar verme tekniklerinden uzlaşma metotlarına giren TOPSIS metodu kullanılmıştır. Buna göre oluşturulan tercih kuralına göre en uygun kumaş tipleri belirlenmiştir. Yapılan analiz sonucunda, lamine numuneler istenen ideal kumaşa en yakın ve anti-ideal kumaşa en uzak olma durumlarına göre beş grupta toplanmıştır. TOPSIS metoduna göre elde edilen sonuçlar süzgeçten geçirildiğinde, en iyi ikinci gruba dahil olan PP-PES20 numunesinin yelken giysisi prototipinin dikilmesinde kullanılabileceği sonucuna varılmıştır. Böylece çok kriterli seçim

yöntemleri kullanılarak sistematik bir şekilde numuneler tercih sırasına konduğunda, deney sonuçlarına göre yapılan yorumlamalar ile varılan sonuç desteklenmiştir.

Tez kapsamında; anket çalışması sonucunda tasarlanması planlanan elektronik sistem geliştirilmiştir. Bir ana ve bir uydu sistemden oluşan elektronik sistem prototipinin donanım ve yazılımı başarı ile tamamlanmıştır. Ana sistem ve uydu sistemler kullanılarak yelkenci güvenliğini artırıcı, Bluetooth iletişim prensibine göre kurgulanmış bir *düşme tespit* sistemi oluşturulmuştur. Prototiple yapılan ön deneme sonucunda, sistemin yelkencinin tekdenden düşmesi durumunda önceden belirlenmiş bir GSM hattına acil durum mesajı gönderebildiği saptanmıştır. Uydu sistem ile yelkencinin, nabız atış hızı ve çevre sıcaklığını da giysiye eklenen bir ekran aracılığı ile izlemesi sağlanmıştır.

Sonuç olarak; seçilen lamine kumaş ile bir yelken giysisi dikilmiştir. Giysinın kol kısmına eklenen kapaklı bir cep tasarımı ile elektronik devrenin giysiye kolayca monte edilip ayrılabilmesi sağlanmıştır. Tasarım nabız sensörünü kulağa taşıyacak şekilde bir kanalla donatılmıştır. Elde edilen fonksiyonel giysinın düşme tespitinin yanı sıra nabız atış hızını da tespit edebildiği görülmüştür.

Bu çalışmada fonksiyonel bir spor giysisinin tasarımı için gerekli olan süreçler; anket çalışması, kumaş üretimi, giysi tasarımı, elektronik devre tasarımı ve prototipin kullanılabilir hale getirilmesi ile tamamlanmıştır. Çalışmanın farklı aşamalarından elde edilen bilgi birikimi ve çıktıların farklı alanlarda da kullanılabileceği düşünülmektedir. Kaplama ve laminasyon işlemleri sonucunda elde edilen kumaş numunelerinin beklenen özelliklere bağlı olarak yağmurluk, dağcı giysisi, askeri giysi gibi alanlarda kullanılabileceği ve bu konularda yapılan araştırmalara yol gösterici olacağı düşünülmektedir.

Oluşturulan elektronik sistemin kullanım alanları, yelken sporunun yanı sıra grup halinde hareket edilen dağcılık aktiviteleri veya askeri operasyonları içine alacak şekilde genişletilebilir. Böylece belirlenen güvenli bir alandan herhangi bir ekip

arkadaşının uzaklaşması durumunda, merkezde bulunan kişiye bilgilendirme yapılabilir ve uzaklaşan üyenin güvenli çembere dönmesi sağlanabilir.

Bu çalışmadan yola çıkılarak üretilen yelken giysisinin farklı kumaş tipleri ve giysi tasarımlarını da içerecek şekilde çeşitlendirilmesi ve elde edilen farklı tipteki yelken giysilerinin sporcular üzerinde giyim denemelerinin yapılarak giysi konforu açısından geliştirilmesi önerilmektedir.

Hazırlanan tezin bundan sonra yelken giysileri ve fonksiyonel giysiler üzerine çalışacak araştırmacılar için yol gösterici olması ve yelken giysileri açısından vizyon eksikliğini giderilmesinde katkısının olması beklenmektedir. Bu çalışmanın sonuçları ve yarattığı potansiyelden yararlanarak, yelkenci güvenliğini artırıcı farklı giysi türlerinin ve aksesuarlarının geliştirilmesi mümkün olabilecektir.

## KAYNAKLAR

Adanur, S. (1995). *Wellington sears handbook of industrial textiles* (1.Baskı). Boca Raton: CRC Press.

*Adidas 1.* (b. t.). 15 Eylül 2016, <http://com4000chung.alliant.wikispaces.net/ADIDAS+1>.

Akşit, A. ve Sarıışık, M. (2011). *Fonksiyonel tekstiller ders notları*. Dokuz Eylül Üniversitesi Tekstil Mühendisliği Bölümü, İzmir.

Akşit, A. ve Sarıışık, M. (2008). *İleri terbiye ders notları*. Dokuz Eylül Üniversitesi Tekstil Mühendisliği Bölümü, İzmir.

An, H. W., Park, C. H. ve Chung, S. E. (2010). Waterproof and breathable properties of nanoweb applied clothing. *Textile Research Journal*, 81 (14), 1438-1447.

Armağan, O. G. ve Karakaş, H. (2008). A study of performance and comfort properties of waterproof breathable laminated knitted fabrics. *Tekstil: Journal of Textile and Clothing Technology*, 57 (12), 632-640.

Armağan, O. G., Kayaoglu, B. K., Karakas, H. C. ve Guner, F. S. (2014). Adhesion strength behaviour of plasma pre-treated and laminated polypropylene nonwoven fabrics using acrylic and polyurethane-based adhesives. *Journal of Industrial Textiles*, 43 (3), 396-414.

ASTM D1388. (2014). *Standard test method for stiffness of fabrics. Option B, Heart loop test*. West Conshohocken: ASTM International.

Aydemir, H. (2011a). Tekstil bitim işlemlerinde kaplama ve uygulamaları- Seminer notları. *İTA Tekstil Bitim İşlemlerinde Kaplama Uygulamaları ve Özel Efektler Eğitimi*, İstanbul.

- Aydemir, H. (2011b). Özel efekt ürünler- Seminer notları. *İTA Tekstil Bitim İşlemlerinde Kaplama Uygulamaları ve Özel Efektler Eğitimi*, İstanbul.
- Bartels, V. T. (2011). Improving comfort in sports and leisure wear. G. Song, (Ed.), *Improving Comfort in Clothing* içinde (385-411). Cambridge: Woodhead Publishing Limited.
- Baş, T. (2008). *Anket*. Ankara: Seçkin Yayıncılık.
- Berkem, S. (2011). Tekstilde kumaş kaplama uygulamaları, makineler ve bunların seçimindeki temel prensipler- Seminer notları. *İTA Tekstil Bitim İşlemlerinde Kaplama Uygulamaları ve Özel Efektler Eğitimi*, İstanbul.
- Bishop, P. A., Balilonis, G., Davis, J. K ve Zhang, Y. (2013). Ergonomics and comfort in protective and sport clothing: A brief review. *Journal of Ergonomics*, Special issue S2: 005, 1-7.
- Blair, K. B. (2007). Materials and design for sports apparel. A. Subic, (Ed.), *Materials in sports equipment* (2. Baskı) içinde (60-86). Cambridge: Woodhead Publishing Limited.
- Brzezinski, S., Malinowska, A. ve Nowak, A. (2005). High-tech sports clothing with a high comfort of use made from multi-layer composite materials. *Fibres and Textiles in Eastern Europe*, 4 (52), 90-93.
- Brzezinski, S., Malinowska, G., Nowak, T., Schmidt, H., Marcinkowska, D. ve Kaleta, A. (2005). Structure and properties of microporous polyurethane membranes designed for textile-polymeric composite systems. *Fibres and Textiles in Eastern Europe*, 6 (54), 53-58.
- BS 3424-Bölüm 34. (1992). *Kaplama kumaşların test edilmesi. Metot 37: Su buharı geçirgenliği indeksinin belirlenmesi metodu standardı*. Londra: British Standards Institution.

Bulut, Y. ve Sular, V. (2010). Kaplama veya laminasyon teknikleri ile üretilen kumaşların genel özellikleri ve performans testleri. *Tekstil ve Mühendis*, 70-71, 5-16.

Bulut, Y. ve Sular, V. (2011). Effects of process parameters on mechanical properties of coated fabrics. *International Journal of Clothing Science and Technology*, 23 (4), 205-221.

Bye, E. ve Hakala, L. (2005). Sailing apparel for women: A design development case study. *International Textile and Apparel Association*, 23 (1), 45-55.

Coolmax. (b. t.). 10 Ekim 2014, <http://www.advansa.com/fibres-yarns-tr/fibres-yarns-tr/coolmax>.

Copolymers. (b. t.). 10 Aralık 2011, [http://www.doitpoms.ac.uk/tlplib/polymerbasics/co\\_polymers.php](http://www.doitpoms.ac.uk/tlplib/polymerbasics/co_polymers.php).

Çoban, S. (1999). *Genel tekstil terbiyesi ve bitim işlemleri* (1. Baskı). İzmir: Ege Üniversitesi Tekstil ve Konfeksiyon Araştırma ve Uygulama Merkezi Yayınları.

Dammocco, G., Turco, E. ve Glogar, M. I. (b.t.). *Design of protective clothing*. 19 Ekim 2013. [http://www.gzespace.com/gzenew/im/books/Protective\\_Clothing\\_Design.pdf](http://www.gzespace.com/gzenew/im/books/Protective_Clothing_Design.pdf).

Darwish, N. A., El-Wakil, A. A. ve Abou-Kandil, A. I. (2009). Effects of bonding systems and antioxidants on the adhesion between EPDM rubber and polyester fabric. *International Journal of Adhesion and Adhesives*, 29, 745-749.

Demir, A. (2006). *Sentetik filament iplik üretim ve tekstüre teknolojileri* (1. Baskı). İstanbul: Şan Ofset.

Decathlon. (b. t.). 10 Eylül 2016, <https://www.decathlon.com.tr/>.



Dhanapala, S. (2015). An overview of the sportswear market. S.G. Hayes ve P. Venkatraman (Ed.) *Materials and technology for sportswear and performance apparel* içinde (1-22). Boca Raton: CRC Press.

Doba Kadem, F. ve Ergen, A. (2011a). Investigation of some comfort properties of fabrics laminated with different types of membranes. *Tekstil ve Konfeksiyon*, 4, 323-327.

Doba Kadem, F. ve Ergen, A. (2011b). Farklı membranlı laminasyonlu kumaşların mukavemetlerinin araştırılması. *Çukurova Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 26 (2), 1-8.

Dumitrescu, I., Nello, L. P., Iordache, O. G. ve Bima, G. (2014). The influence of the textile materials structure on the screen printed circuits' characteristics. *Industria Textila*, 65, 310-317.

Fan, J. ve Hunter, L. (2009). *Engineering apparel fabrics and garments*. Cambridge: Woodhead Publishing.

Fourne, F. (1999). *Synthetic fibers: Machines and equipment, manufacture, properties* (1 Baskı). Munich: Hanser Publishers.

Fung, W. (2002). *Coated and laminated textiles*. Boca Raton: CRC Press.

*Georgia Tech Wearable Motherboard*. (b. t.). 11 Nisan 2015, <http://www.smartshirt.gatech.edu>.

Glawe, A., Reuscher, R., Köppe, R. ve Kolbusch, T. (2003). Hot-melt application for functional compounds on technical textiles. *Journal of Industrial Textiles*, 33 (2), 85-92.

*Glove one*. (b. t.). 15 Eylül 2016, <https://www.neurodigital.es/>.

Goretex. (b. t.). 9 Kasım 2016, <http://www.gore-tex.com/en-us/experience/responsibility/environmental/fluorochemicals>.

Gregor-Svec, D. ve Bezek, R. (2005). Mechanical properties and permeability of laminated knitted fabrics. *Proceedings of 5th World Textile Conference AUTEX 2005* içinde (379-383). Slovenya.

Gulbinienė, A., Jankauskaitė, V., Saceviciene, V. ve Mickus, K. V. (2007). Investigation of water vapour resorption/desorption of textile laminates. *Materials Science*, 13 (3), 255-261.

Hallstrom, P. (2000). *Float Garment*. US patent, patent no: 6062929.

Havenith, G., Smith, C. ve Fukazawa, T. (2008). The skin interface - Meeting point of physiology and clothing science. *Journal of Fiber Bioengineering and Informatics*, 1 (2), 93-98.

Harold, P. (2006). *Creating a magic lighting experience with textiles*. 10 Nisan 2016, [http://www.research.philips.com/password/download/password\\_28.pdf](http://www.research.philips.com/password/download/password_28.pdf).

Harmancıoğlu, M. (1981). *Rejenere ve sentetik lifler* (1. Baskı). İzmir: Ege Üniversitesi Yayınları.

Heddeko. (b. t.). 15 Eylül 2016, <http://www.heddoko.com/sports/>.

Hertleer, C., Rogier, H., Vallozzi, L. ve Langenhov, L. V. (2009). A textile antenna for off-body communication integrated into protective clothing for Firefighters. *IEEE Transactions on Antennas and Propagation*, 57 (4), 919-925.

Holme, I. (2007). Innovative technologies for high performance textiles. *Coloration Technology*, 123, 59-73.

Holmes, D. A. (2000). Waterproof breathable fabrics. A. R. Horrocks ve S. C. Anand, (Ed.). *Handbook of technical textiles* içinde (282-315). Cambridge: Woodhead Publishing Limited.

Hong, K. A., Yoo, H. S. ve Kim, E. (2015). Effect of waterborne polyurethane coating on the durability and breathable waterproofing of electrospun nanofiber web-laminated fabrics. *Textile Research Journal*, 85 (2), 160–170.

Hu, J. (2004). *Structure and mechanics of woven fabrics*. Cambridge: Woodhead Publishing.

Huang, J. ve Li, W. (2015). A new calculation method of water vapor transfer properties of fabrics from upright cup method. *The Journal of The Textile Institute*, 107 (4), 456-461.

Huang, J. ve Qian, X. (2008). Comparison of test methods for measuring water vapor permeability of fabrics. *Textile Research Journal*, 78 (4), 342-352.

Huang, J. ve Chen, Y. (2011). Effect of environmental parameters on water vapor transfer of fabrics. *The Journal of The Textile Institute*, 102 (1), 50-56.

Hwang., C. L. ve Yoon, K. (1981). *Multiple attribute decision making: Methods and applications*. Berlin: Springer-Verlag.

*iPod-compatible jeans*. (2006). 13 Nisan 2015, [http://macdailynews.com/2006/01/10/levi\\_strauss\\_debuts\\_ipod\\_compatible\\_jeans/](http://macdailynews.com/2006/01/10/levi_strauss_debuts_ipod_compatible_jeans/).

*Ipoding Bagir*. (b. t.). 14 Nisan 2015, <http://www.bagir.com/html/musicgir.html>.

Ishizaka, A. ve Nemery, P. (2013). *Multi-criteria decision analysis: Methods and software*. İngiltere: John Wiley and Sons.

- Jackson, M. A. (1988). *Inflatable Buoyancy Oilskin Jacket*. US patent, patent no:4767371.
- Jana, P. (2011). Assembling technologies for functional garments-An overview. *Indian Journal of Fibre and Textile Research*, 36 (4), 380-387.
- Jansen, A., van Deursen, B. ve Howe, C. (2012). The aerodynamics of sailing apparel. *Procedia Engineering*, 34, 50-55.
- Jassal, M., Khungar, A., Bajaj, P. ve Sinha, T. J. M. (2004). Waterproof breathable polymeric coatings based on polyurethanes. *Journal of Industrial Textiles*, 33 (4), 269-280.
- Jeong, W. Y. ve An, S. K. (2001). The transport properties of polymer membrane-fabric composites. *Journal of Materials Science*, 36, 4797-4803.
- Jocic, D. (2016). Polymer-based smart coatings for comfort in clothing. *Tekstilec*, 59 (2), 107-114.
- Kaappa, E., Halme, A. ve Vanhala, J. (2012). A textile integrated system extending the awareness of an electrician for dangerously high voltage. *Proceedings of 5<sup>th</sup> European Conference on Protective Clothing and NOKOBETEF 10* içinde (16). Valencia, İspanya.
- Kara, S., Ureyen, M. E. ve Erdogan, U. H. (2016). Structural and antibacterial properties of PP/CuO composite filaments having different cross sectional shapes. *International Polymer Processing*, 31 (4), 398-409.
- Kara, S. ve Yeşilpınar, S. (2012a). A research on the waterproofness of seam lines of protective clothes. *Proceedings of 5<sup>th</sup> European Conference on Protective Clothing and NOKOBETEF 10* içinde (32). Valencia, İspanya.

- Kara, S. ve Yeşilpınar, S. (2012b). A research on the sewing problems of protective clothes. *Proceedings of 5<sup>th</sup> International Technical Textiles Congress* içinde (37-38). İzmir, Türkiye.
- Karmakar, S. R. (1999). Kinds of fibers. *Textile science and technology* (12. Baskı) içinde (1-498). Amsterdam: Elsevier Science B.V.
- Kayacan, O. (2015). Comparative study about the effect of cleaning processes on the transmission performance of textile based conductive lines. *Industria Textila*, 66 (4), 176-183.
- Kaynor, M., Branning, P. ve Nolan, B. (1977). *Competition sailing jacket*. US patent, patent no: 4011824.
- Kos, I., Schwarz, I. G. ve Sutton, K. (2014). Influence of warp density on physical-mechanical properties of coated fabric. *Procedia Engineering*, 69, 881-889.
- Kuptsov, A. H. ve Zhizhin, G. N. (1998). *Handbook of fourier transform raman and infrared spectra of polymers*. Amsterdam: Elsevier.
- Kwak, Y. S., Kim, E. Y., Kim, H. D. ve Lee, J. B. (2005). Comparison of the properties of waterborne polyurethane-ureas containing different triblock glycols for water vapor permeable coatings. *Colloid Polymer Science*, 283, 880–886.
- Lee, K. ve Cho, G. (2014). The optimum coating condition by response surface methodology for maximizing vapor-permeable water resistance and minimizing frictional sound of combat uniform fabric. *Textile Research Journal*, 84 (7), 684–693.
- Lighted clothing*. (2015). 15 Eylül 2016, <http://www.wearabletechnologyinsights.com/articles/7700/lighted-clothing-that-flashes-to-beat-of-music-will-hit-runway>.

- Lobo, H. ve Bonilla, J. V. (Ed.). (2003). *Handbook of plastics analysis*. Boca Raton: CRC Press.
- Lomax, R. (2009). Coating and laminating fabrics for cold weather apparel. J. T. Williams, (Ed.), *Textiles for cold weather apparel* içinde (56-83). Cambridge: Woodhead Publishing.
- Manshahia, M. ve Das, A. (2014). High active sportswear- A critical review. *Indian Journal of Fibre and Textile Research*, 39, 441-449.
- Masteikaite, V. ve Saceviciene, V. (2005). Study on tensile properties of coated fabrics and laminates. *Indian Journal of Fibre and Textile Research*, 30, 267-272.
- Matilla, H.R. (2006). *Intelligent textiles and clothing* (1. Baskı). Cambridge: Woodhead Publishing.
- Matkovic, V. M. P. ve Skenderi, Z. (2013). Mechanical properties of polyurethane coated knitted fabrics. *Fibres and Textiles in Eastern Europe*, 21, 4 (100), 86-91.
- McIntyre, J. E. (2005). *Synthetic fibers: Nylon, polyester, acrylic, polyolefin* (1. Baskı). Cambridge: Woodhead Publishing Limited.
- Mondal, S., Gupta, B. ve Singh, H. (2003). Coating of polypropylene nonwovens with acrylic copolymers. *Journal of Industrial Textiles*, 33, 33-41.
- Mondal, S. ve Hu, J. L. (2005). Structural characterization and mass transfer properties of segmented polyurethane: Influence of block length of hydrophilic segments. *Polymer International*, 54, 764-771.
- Mondal, S. ve Hu, J. L. (2007a). Water vapor permeability of cotton fabrics coated with shape memory polyurethane. *Carbohydrate Polymers*, 67, 282-287.

- Mondal, S. ve Hu, J. L. (2007b). A novel approach to excellent UV protecting cotton fabric with functionalized MWNT containing water vapor permeable PU coating. *Journal of Applied Polymer Science*, 103 (5), 3370–3376.
- Nakajima, T., Kajiwara, K. ve McIntyre, J. E. (1994). *Advanced fiber spinning technology* (1. Baskı). Cambridge: Woodhead Publishing.
- Needles, H. L. (1986). *Polyamide Fibers. Textile fibers, dyes, finishes, and processes*. New Jersey: Noyes Publication.
- Özdağoğlu, A. (2013). Farkli normalizasyon yöntemlerinin TOPSIS'te karar verme sürecine etkisi. *Ege Academic Review*, 13 (2), 245-257.
- Özen, I. (2012). Multi-layered breathable fabric structures with enhanced water resistance. *Journal of Engineered Fibers and Fabrics*, 7 (4), 63-69.
- Padleckiene, I. ve Petrulis, D. (2009). Effect of abrasion on the air permeability and mass loss of breathable-coated fabrics. *Fibres and Textiles in Eastern Europe*, 17, 2 (73), 50-54.
- Padleckiene, I., Petrulis, D., Rubeziene, V., Valiene, V. ve Abraitiene, A. (2009). Breathability and resistance to water penetration of breathable-coated textiles after cyclic mechanical treatments. *Materials Science*, 15 (1), 69-74.
- Padleckiene, I. ve Petrulis, D. (2008). The change of air permeability and structure of breathable-coated textile materials after cyclic stretching. *Materials Science*, 14 (2), 162-165.
- Pan, N. ve Sun, G. (2011). *Functional textiles for improved performance, protection and health*. Cambridge: Woodhead Publishing.

- Pane, S., Tedesco, R. ve Greger, R. (2001). Acrylic fabrics treated with plasma for outdoor applications. *Journal of Industrial Textiles*, 31, 135-145.
- Pankof, B. (1987). *Protective garment for water activities*. US patent, patent no:4710978.
- Park, H. ve Lee, M. (2012). Effect of washing and subsequent heat treatment on water repellency of silk fabric treated with fluorocarbon resins. *Textile Coloration and Finishing*, 24 (3), 173-179.
- Price, D. M. ve Jarratt, M. (2002). Thermal conductivity of PTFE and PTFE composites. *Thermochimica Acta*, 392–393, 231–236.
- Progelhof, R. C. ve Throne J. L. (1993). *Polymer engineering principles: Properties, processes, and test for design*. Münih: Hanser/ Gardner Publications.
- Rantanen, J., Impio, J., Karinsalo, T., Malmivaara, M., Reho, A., Tasanen, M., ve diğer. (2002). Smart clothing prototype for the arctic environment. *Personal and Ubiquitous Computing*, 6, 3-16.
- Recchia, L., Boncinelli, P., Cini, E., Vieri, M., Pegna, F. G. ve Sarri, D. (2011). *Multicriteria analysis and LCA techniques: With applications to agro-engineering problems*. Londra: Springer Science and Business Media.
- Ren, Y. J. ve Ruckman, J. E. (2003). Water vapour transfer in wet waterproof breathable fabrics. *Journal of Industrial Textiles*, 32 (3), 165-175.
- Rochery, M., Vroman, I. ve Campagne, C. (2006). Coating of polyester with poly(dimethylsiloxane)- and poly(tetramethylene oxide)-based polyurethane. *Journal of Industrial Textiles*, 35, 227-238.



- Rossi, R. M. ve Gross, R. (2004). Water vapor transfer and condensation effects in multilayer textile combinations. *Textile Research Journal*, 74 (1), 1-6.
- Sabir, E. C. ve Doba Kadem, F. (2016). Comfort and performance properties of raised and laminated denim fabrics. *Fibres and Textiles in Eastern Europe*, 5 (119), 88-94.
- Sampath, M. B., Mani, S. ve Nalankilli, G. (2011). Effect of filament fineness on comfort characteristics of moisture management finished polyester knitted fabrics. *Journal of Industrial Textiles*, 41 (2), 160-173.
- Sampath, M. B. ve Senthilkumar, M. (2009). Effect of moisture management finish on comfort characteristics of microdenier poliester knitted fabrics. *Journal of Industrial Textiles*, 39 (2), 163-173.
- Scott, R. A. (2005). *Textiles for protection*. Cambridge: Woodhead Publishing.
- Sen, A. K. ve Damewood, J. (2005). *Coated textiles: Principles and applications*. Boca Raton: CRC Press.
- Shabaridharan, A. D. ve Biswas, B. (2011). A study on heat and moisture vapour transmission characteristics through multilayered fabric ensembles. *Indian Journal of Fibre and Textile Research*, 36, 410-414.
- Shim, E. (2010). Coating and laminating processes and techniques. W. C. Smith, (Ed.). *Smart textile coatings and laminates* içinde (33-37). Cambridge: Woodhead Publishing.
- Shishoo, R. (2005). *Textiles for sports* (1. Baskı). Cambridge: Woodhead Publishing.
- Singha, K. (2012). A review on coating and lamination in textiles: Processes and applications. *American Journal of Polymer Science*, 2 (3), 39-49.

Stuart, B. (2004). *Infrared spectroscopy: Fundamentals and applications*. İngiltere: John Wiley and Sons.

Sybilska, W. ve Korycki, R. (2010). Analysis of coupled heat and water vapour transfer in textile laminates with a membrane. *Fibres and Textiles in Eastern Europe*, 18 (3), 65-69.

Şahin, O., Kayacan, O. ve Bulgun, E. Y. (2006). Akıllı giysilerde sıcaklık kontrolünün elektronik gerçekleştirilmesi. *Akıllı Sistemlerde Yenilikler ve Uygulamaları Sempozyumu-ASYU'2006 Symposium Book*. İstanbul, Türkiye.

Şenol, Y., Akkan, T., Bulgun, Y. E. ve Kayacan, O. (2011) .Active t-shirt, *International Journal of Clothing Science and Technology*, 23 (4), 249-257.

Steinthal, A. (1969). *Inflatable sailing jacket*. US patent, patent no: 3441963.

*Sympatex*. (b. t.). 16 Eylül 2016, <http://www.sympatex.com>.

Uttam, D. (2013). Active sportswear fabrics. *International Journal of IT, Engineering and Applied Sciences Research*, 2 (1), 34-40.

Tao, X. (2005). *Wearable electronics and photonics*. Cambridge: Woodhead Publishing.

TS 251. (1991). *Dokunmuş kumaşlar - Birim uzunluk ve birim alan kütlelerinin tayini*. Ankara: Türk Standartları Enstitüsü.

TSE 257 EN 20811. (1996). *Tekstil kumaşları. Su geçirmezlik tayini*. Ankara: Türk Standartları Enstitüsü.

TS 391 EN ISO 9237. (1999). *Tekstil -Kumaşlarda hava geçirgenliğinin tayini*. Ankara: Türk Standartları Enstitüsü.

TS 5720 EN ISO 6330-2002 6A. (2002). *Tekstil deneyleri için ev tipi çamaşır makinesi ile yıkama ve kurutma işlemleri*. Ankara: Türk Standartları Enstitüsü.

TS 7128 EN ISO 5084. (1998). *Tekstil-Tekstil ve tekstil mamullerinin kalınlık tayini*. Ankara: Türk Standartları Enstitüsü.

TS EN ISO 13934-1. (2013). *Tekstil - Kumaşların gerilme özellikleri - Bölüm 1: En büyük kuvvetin ve en büyük kuvvet altında boyca uzamanın şerit yöntemiyle tayini*. Ankara: Türk Standartları Enstitüsü.

TS EN ISO 13937-2. (2002). *Tekstil- Kumaşların yırtılma özellikleri- Bölüm 2: Pantolon biçimindeki deney numunelerinin yırtılma kuvvetinin tayini (tek yırtma metodu)*. Ankara: Türk Standartları Enstitüsü.

TS EN ISO 12947-3. (2001). *Tekstil - Martindale metoduyla kumaşların aşınmaya karşı dayanımının tayini- Bölüm 3: Kütle kaybının tayini*. Ankara: Türk Standartları Enstitüsü.

*Türkiye Yelken Federasyonu (TYF)* (b. t.). 10 Eylül 2016, <http://www.tyf.org.tr/Content/35/lisansli-sporcular>.

Velasquez, M. ve Hester, P. T. (2013). An analysis of multi-criteria decision making methods. *International Journal of Operations Research*, 10 (2), 56-66.

Vilder. I. D., Vanneste1, M., Peltonen, C. ve Varheenmaa, M. (2012). Safe@Sea: Protective clothing for improved safety and performance in the fisheries. Development of comfortable wear resistant and stain repellent coated materials. *5th European Conference on Protective Clothing and NOKOBETEF 10*, "Future of Protective Clothing: Intelligent or not" içinde (30). Valencia, İspanya.

Wang, X., Liu, X. ve Hurren, C. (2008). Physical and mechanical testing of textiles. J. Hu, (Ed.), *Fabric testing* içinde (90-124). Cambridge: Woodhead Publishing.

Wang, X., Luo, X. ve Wang, X. (2005). Study on blends of thermoplastic polyurethane and aliphatic poliester: Morphology, rheology, and properties as moisture vapor permeable films. *Polymer Testing*, 24, 18-24.

Wang, Y. J., Li, Y., Mok, P. Y. ve Kwok Y. L. (2008). The analysis of materials in three-layer sportswear system. *Textiles Bioengineering and Informatics Symposium Proceedings* içinde (267-274). Hong Kong.

*Waterproof breathable fabric*. (2014). 10 Eylül 2016, <http://www.gore-tex.com>.

Weir, J. (2007a). *Adidas-Polar fusion apparel for runner*. 12 Nisan 2015, <http://www.crunchwear.com/?p=420>.

Weir, J. (2007b). *The know where jacket*. 12 Nisan 2015, <http://www.crunchwear.com/?p=263>.

Yılmaz, M., Bulgun, Y. E., Şenol, Y. ve Akkan, T. (2012). Designing smart garment for firefighters. *5<sup>th</sup> European Conference on Protective Clothing and NOKOBETEF 10* içinde (71). Valencia, İspanya.

Yurdakul, B., Ozcelik, E. ve Sakin, S. (2014). Development of water repellent fabrics for sportswear combining with chemical and membrane. *XIII<sup>th</sup> International Izmir Textile and Apparel Symposium Proceedings* içinde (96-101). İzmir, Türkiye.

Zimniewska, M., Laurentowska, M., Bogacz, E., Krysiak, J., Domaszewska, K. ve Zimniewska, O. (2010). Influence of sportswear made from polyester and man-made cellulosic fibres on the energy cost of physical effort. *Fibres and Textiles in Eastern Europe*, 18 (3), 94-99.

## EKLER

### EK-1: Yelkencilere uygulanan anket

#### DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ TEKSTİL MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ

#### YELKEN SPORCULARININ GİYSİLERİNDEN BEKLENTİLERİ

##### A. KİŞİSEL BİLGİLER

(Bu sorular yalnızca cevaplayıcı profilinin belirlenmesi amacı ile hazırlanmıştır. Kişisel bilgileriniz hiçbir şekilde üçüncü şahıslarla paylaşılmayacaktır.)

1. Adınız.....

2. Yaşınız .....

3. Cinsiyetiniz  Bay  Bayan

4. Aşağıdaki yelken sınıflarından hangisinde (veya hangilerinde) spor yapıyorsunuz?

Optimist  Laser  Laser radyal  Laser 4.70  4.70  4.20

Pirat  Finn  RS-X  Dragon  Techno 293  Kiteboard

Diğer:

5. Kaç yıldır yelken yapıyorsunuz? .....yıl

6. Haftada kaç saat yelken yapıyorsunuz? .....saat (aralık verilebilir)

7. Yelken sporu lisanslı veya lisanssız olarak yapılabilmektedir.

Siz yelken sporunu lisanslı olarak mı yapıyorsunuz?  Evet  Hayır

8. Hangi şehirlerde yelken yapıyorsunuz?.....

9. Yelken yaparken hiç kaza geçirdiniz mi?  Evet  Hayır

10. Lütfen yelken yaparken geçirdiğim kaza sayısını belirtiniz. ....defa

11. Lütfen aşağıda kaza nedenlerini belirtiniz.

Yelken giysim nedenli kazalar .....

Diğer kazalar.....

## B. YELKENCİ İHTİYAÇLARININ BELİRLENMESİ

<b>1. Lütfen yelken yaptığımızda karşılaştığımız durumları aşağıda sıklıklarına göre belirtiniz.</b> (İlgili kutucuğu X ile işaretleyin.)	Her zaman	Genellikle	Bazen	Nadiren	Hiçbir zaman
1. Yelken yaparken yönümü bulmakta zorlanıyorum.					
2. Yelken yaparken sıkça tekneden denize düşüyorum.					
3. Tekneden düştüğümde beni bulmaları zaman alıyor.					
4. Yelken sporu sırasında arkadaşlarımla sesli iletişimde bulunmak İSTİYORUM.					
5. Yelken sporu sırasında arkadaşlarımla sesli iletişimde bulunmakta ZORLANIYORUM.					
6. Güneş ışınları giysime rağmen cildime zarar verir.					

<b>2. Yelken sporu ile ilgili ihtiyaçlarınızı lütfen değerlendirin.</b> (İlgili kutucuğu X ile işaretleyin.)	Kesinlikle katılıyorum	Katılıyorum	Fikrim yok	Katılmıyorum	Kesinlikle katılmıyorum
1. Yelken yaparken yönümü gösteren bir cihazın bulunması spor PERFORMANSIMI artırabilir.					
2. Yelken yaparken yönümü gösteren bir cihazın bulunması GÜVENLİĞİMİ artırabilir.					
3. Yelken yaparken, bulunduğum koordinatları bir merkeze ileten bir cihazın bulunması güvenliğimi artırabilir.					
4. Yelken yaparken kalp atış hızımı bilmek benim için önemlidir.					
5. Yelken yaparken vücut sıcaklığımı bilmek benim için önemlidir.					
6. Yelken yaparken giysimin beni sıcak tutması benim için önemlidir.					

### C. KULLANILAN YELKEN GİYSİLERİ

<b>Kullandığımız yelken giysilerini lütfen aşağıda belirtin.</b> (İlgili kutucuğu X ile işaretleyin.)	Her zaman	Genellikle	Bazen	Nadiren	Hiçbir zaman
1. Yelken giysisi olarak SU GEÇİRMEZ SWEATSHIRT/CEKET kullanıyorum.					
2. Yelken giysisi olarak DRY SUIT kullanıyorum.					
3. Yelken giysisi olarak WET SUIT kullanıyorum.					
4. Yelken giysisi olarak KALIN SU GEÇİRMEZ MONT kullanıyorum.					
5. YELKEN GİYSİME EK OLARAK kalın su geçirmez mont kullanıyorum.					
6. Yelken giysimin altında İÇ ÇAMAŞIRI kullanıyorum.					
7. Yelken giysimin altında TER EMİCİ TİŞÖRT kullanıyorum.					
8. Su geçirmez yelken giysimi su ile sadece duruluyorum.					
9. Su geçirmez yelken giysimi sadece elde yıkıyorum.					
10. Su geçirmez yelken giysimi makinede yıkıyorum.					
11. Su geçirmez yelken giysim yıkandıktan sonra su geçiriyor.					
12. Yelken giysim zarar görmesin diye çok fazla yıkayamam. Bu nedenle giysimde kötü koku oluşur.					
13. Yağmurlu havalarda yelken yapıyorum.					
14. Yoğun güneş ışığı altında yelken yapıyorum.					
15. Karanlıkta (akşam) yelken yapıyorum.					
16. KIŞ döneminde yelken yaparken üşüyorum.					
17. YAZ döneminde yelken yaparken üşüyorum.					
18. Yelken giysim tekneye sürtündüğünden dolayı yırtılır.					
19. Yelken giysim çarmıh telinin kol atmasından dolayı yırtılır.					
20. Yelken giysimin dikişleri aşınmadan dolayı kopar.					

#### D. YELKEN GIYSİLERİNİN GÖSTERMESİ GEREKEN ÖZELLİKLER

Yelken giysinizin göstermesini beklediğiniz özellikleri lütfen belirtin. (İlgili kutucuğu X ile işaretleyin.)	Kesinlikle katılıyorum	Katılıyorum	Fikrim yok	Katılmıyorum	Kesinlikle katılmıyorum
1.Yelken giysim ince olmalıdır.					
2. Yelken giysim hafif olmalıdır.					
3. Yelken giysim BENİ güneşten korumalıdır.					
4. Yelken giysim güneşten zarar görmemelidir.					
5. Yelken giysim ıslanınca ağırlaşmamalıdır.					
6. Yelken giysim hızlı bir şekilde kuruyabilmelidir.					
7. Yelken giysim ıslanınca beni üşütmemelidir.					
8. Yelken giysimin içi yelken yaparken su ile dolmamalıdır.					
9. Yelken giysim yelken yaparken su sızdırmamalıdır.					
10. Yelken giysim dikiş yerlerinden su geçirmemelidir.					
11. Yelken giysim yelken yaparken beni terletmemelidir.					
12. Yelken giysim terimden dolayı ıslanmamalıdır.					
13. Yelken giysim yelken yaparken terimi emmelidir.					
14. Yelken giysim beni deniz suyundan korumalıdır.					
15. Yelken giysim beni yağmur suyundan korumalıdır.					
16. Yelken giysimin ısı yalıtım özelliği yüksek olmalıdır.					

#### E. Ekleme istediğiniz diğer bilgiler ve önerileriniz.

Anketimiz bitmiştir. Katkılarınız için çok teşekkür ederim.  
Araş. Gör. Şükran KARA



## **EK-2: Yelkencilere gönderilen dijital ön mektup**

İyi günler,

Fonksiyonel bir yelken giysisi tasarımı üzerine Dokuz Eylül Üniversitesi Tekstil Mühendisliği Bölümü'nde bir çalışma düzenlemekteyiz. Bu amaçla yelkencilerin giysileri ile ilgili ihtiyaçlarını, isteklerini ve beklentilerini belirlemek üzere bir anket hazırlanmıştır. Yalnızca 5-6 dakikanızı ayırarak dolduracağınız bu anket; yelkencilerin problemlerinin doğru bir şekilde belirlenebilmesi, çözüm yollarının araştırılması ve ihtiyaçları karşılayacak en uygun giysi tasarımının geliştirilmesi açısından büyük önem taşımaktadır. Ankete ulaşabileceğiniz link aşağıda verilmiştir. Anketi doldurarak yapacağınız katkı bizim için çok önemlidir. Belirtilen anketi 1 hafta içerisinde (21 Aralık 2012 tarihine kadar) internet üzerinden doldurup gönderebilerseniz çok seviniriz. Şimdiden hepinize çok teşekkür ediyoruz.

Saygılarımızla,

<https://docs.google.com/spreadsheet/viewform?formkey=dFkzWVNWNXpBREFRUXBWZjdBZTN1SGc6MQ#gid=0>

Araş. Gör. Yüksek Müh. Şükran KARA

Tekstil Müh. Öğr. Yavuz KAYTAZ

Dokuz Eylül Üniversitesi

Tekstil Mühendisliği Bölümü

**EK-3: Paylaşım sitesi üzerinden ulaşılan yelkenci sayıları**

<b>Sayfa ismi</b>	<b>Kişi sayısı</b>	<b>Sayfa ismi</b>	<b>Kişi sayısı</b>
Yelken Kulübü (1)	117	Filika Yelken	40
Pendik Yelken	157	Gemlik Yelken	14
Yelken Kulübü (2)	122	Kocaeli Yelken	344
Tekirdağ Yelken Kulübü	128	Yarımca Yelken	188
Mersin Yelken Kulübü	341	Bahriye Yelken Kulübü	65
Didim Yelken Kulübü	305	Çomü Yelken Topluluğu	117
Marmara Ereğlisi Yelken Kulübü	147	Kilimli Yelken Kulübü	41
KTÜ Yelken Kulübü	67	Mares Yelken Kulübü	46
Burhaniye Yelken Kulübü	235	Adana Yelken	169
Hereke Yelken Kulübü	137	Yakakent Yelken Kulübü	251
Samsun Yelken Kulübü	80	İzmit Yelken Kulübü	1219
Aslan Yelken	2	Gerzer Yelken Gerze	151
Odess Yelken	70	Lodos Yelken	166
Foça Yelken Kulübü	73	Yelken postası	113
Yelken clup	88	Gölge yelkenci	64
Trilye yelken	102	<b>Toplam 31 sayfa</b>	<b>Toplam 5159 kişi</b>

## EK-4: Kriterlerin önem derecesini tespit için kullanılan anket

### Anket: Yelken giysisi kumaşının seçim ‘kriterlerinin’ önem ve etkileşim düzeylerinin belirlenmesi

Sayın İlgili,

Bu anket “Yelken Giysisi Kumaşının Seçiminde Çok Kriterli Karar Verme Tekniklerinin Kullanımı” konusundaki akademik çalışmamızın bir parçasıdır. Amacımız yelken giysisi seçimi kararlarında etkili olan birçok kriterin önem düzeylerini ve aralarındaki olası etkileşimlerin derecelerini belirlemektir.

Desteyiniz bu çalışmanın başarıyla tamamlanması için kritik öneme sahiptir. Çalışmada referans olarak kullanılacak değerli görüşlerinizi bir miktar zaman ayırarak bizimle paylaşmanızı rica ediyoruz. Şimdiden çok teşekkür eder, iyi çalışmalar dileriz.

#### 1. Anketin doldurulmasına ilişkin açıklamalar

Bu anket 6 bölümden oluşmaktadır. 1) Anketin doldurulmasına ilişkin açıklamalar; 2) Kriter açıklamaları; 3) Anketin doldurulma yöntemi; 4) Ana kriterler için önem düzeylerinin girilmesi; 5) Alt kriterler için önem düzeylerinin girilmesi; 6) Kriterler arası etkileşim düzeylerinin girilmesi

#### 2. Değerlendirme kriterlerinin açıklanması

Ana Kriterler	Alt Kriterler	Açıklama
Gramaj	-	Giyside kullanılacak kumaşın gramajının artması, sporcu için ekstra yüke ve enerji sarfiyatına neden olmaktadır. Ayrıca gramajın artması ısı ve nem transferi açısından zorlayıcı olmaktadır.
Kalınlık	-	Ürünün kalınlığının artması, ısı ve nem transferi açısından zorlayıcı olmaktadır. Kısmen hareket yeteneğini etkilemektedir.
Su geçirmezlik	Yıkama öncesi 20 yıkama sonrası	Kumaşın yıkama öncesi ve 20 yıkama sonrası hidrostatik basınç değeridir. Deniz suyuna karşı koruma açısından önemlidir.
Su buharı geçirgenliği	-	Kumaşın 24 saat sonrasında 1m <sup>2</sup> alandan geçirdiği su buharı miktarını ifade eder. Termofizyolojik konforun sağlanmasında önemli bir yeri vardır.
Hava geçirgenliği	-	Lamine kumaşın geçirdiği hava miktarıdır. Yelken sporunda rüzgar geçirmezlik açısından önemlidir.
Kopma mukavemeti	Çözümlü yönünde	Kumaşın çekme testi sonucunda çözgü yönünde belirlenen kopma mukavemetidir.
	Atkı yönünde	Kumaşın çekme testi sonucunda atkı yönünde belirlenen kopma mukavemetidir.
Yırtılma mukavemeti	Çözümlü yönünde	Kumaşın tek dilli yırtma testi sonucunda çözgü yönünde belirlenen yırtılma mukavemetidir.
	Atkı yönünde	Kumaşın tek dilli yırtma testi sonucunda atkı yönünde belirlenen yırtılma mukavemetidir.
Aşınma dayanımı	-	Aşınma testi sonucunda membranda ilk deliğin oluştuğu tur sayısıdır. Membranda delik oluşması su geçirmezliğin düşmesine neden olur.
Kumaş eğilme direnci	-	Kumaş eğilme direnci kumaşın yumuşaklığı ve şekil alabilirliği ile ilgilidir. Kumaşın eğilme direnci artarsa şekil alması zorlaşır.

### 3. Önem düzeylerini doldurmak için kullanılacak yöntem

*Önem düzeylerini doldurmak için örnekler:*

Anketi doldurmak için izlenecek yol aşağıda belirtilmiştir. Tablonun ilk sütununda yer alan her bir kriter için önem düzeylerini, ikinci sütunda yer alan dilsel değişkenlerden oluşturulmuş skala içerisinde belirtiniz. Lütfen tercihinizi belirten dilsel değişkeni gösteren kutucuğa çarpı işareti koyunuz.

*Ana kriterler için önem düzeninin doldurulması:*

Kriter	Önem düzeyi														
X	<table border="1"><tr><td></td><td></td><td>X</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>ÇD</td><td>D</td><td>OD</td><td>O</td><td>OY</td><td>Y</td><td>ÇY</td></tr></table>			X					ÇD	D	OD	O	OY	Y	ÇY
		X													
ÇD	D	OD	O	OY	Y	ÇY									

ÇD: Çok düşük, D: Düşük, OD: Orta düşük, O: Orta, OY: Orta yüksek, Y: Yüksek, ÇY: Çok yüksek

X kriterinin 'karar amacına' göre önem düzeyi orta düşük olarak verilmiştir.

*Alt kriterler için önem düzeylerinin doldurulması:*

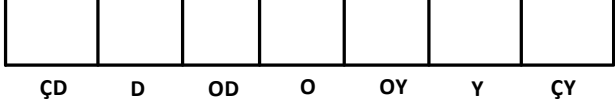
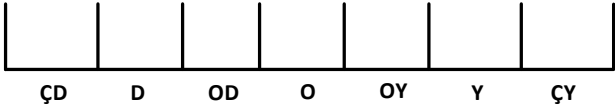
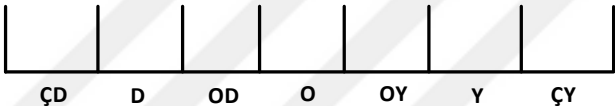
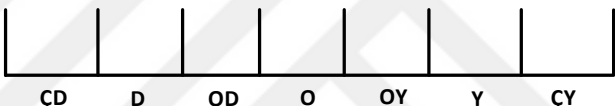

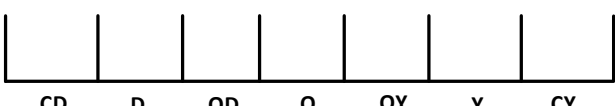
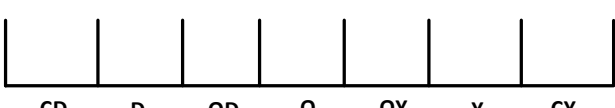
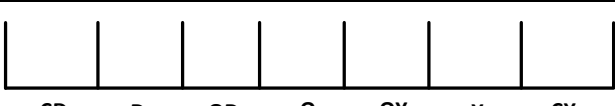
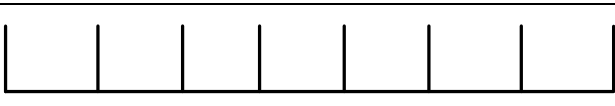
'e göre	Alt kriter	Önem düzeyi														
Y	Z	<table border="1"><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>X</td><td></td></tr><tr><td>ÇD</td><td>D</td><td>OD</td><td>O</td><td>OY</td><td>Y</td><td>ÇY</td></tr></table>						X		ÇD	D	OD	O	OY	Y	ÇY
					X											
ÇD	D	OD	O	OY	Y	ÇY										

ÇD: Çok düşük, D: Düşük, OD: Orta düşük, O: Orta, OY: Orta yüksek, Y: Yüksek, ÇY: Çok yüksek

Z alt kriterinin 'Y kriterine' göre önem düzeyi yüksek olarak verilmiştir.

#### 4. Ana kriterler için önem düzeyleri


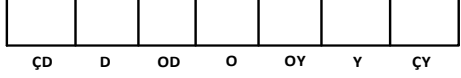
Lütfen 'karar amacını'(en iyi yelken giysisi kumaşı seçimi) göz önüne alarak ana kriterler için önem düzeylerini belirtiniz.

Kriter	Önem düzeyi
Gramaj	
Kalınlık	
Su geçirmezlik	
Su buharı geçirgenliği	
Hava geçirgenliği	
Kopma mukavemeti	
Yırtılma mukavemeti	
Aşınma dayanımı	
Kumaş eğilme direnci	

ÇD: Çok düşük, D: Düşük, OD: Orta düşük, O: Orta, OY: Orta yüksek, Y: Yüksek, ÇY: Çok yüksek


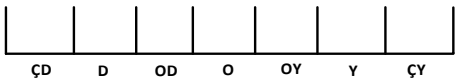
## 5. Alt kriterler için önem düzeyleri

Lütfen 'su geçirmezlik' ana kriterini göz önüne alarak alt kriterler için önem düzeylerini belirtiniz.

'e göre	Alt kriter	Önem düzeyi
Su geçirmezlik	Yıkama öncesi	
	20 yıkama sonrası	

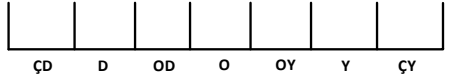
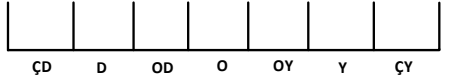
ÇD: Çok düşük, D: Düşük, OD: Orta düşük, O: Orta, OY: Orta yüksek, Y: Yüksek, ÇY: Çok yüksek

Lütfen 'kopma mukavemeti' ana kriterini göz önüne alarak alt kriterler için önem düzeylerini belirtiniz.

'e göre	Alt kriter	Önem düzeyi
Kopma mukavemeti	Çözgü yönünde	
	Atkı yönünde	

ÇD: Çok düşük, D: Düşük, OD: Orta düşük, O: Orta, OY: Orta yüksek, Y: Yüksek, ÇY: Çok yüksek

Lütfen 'yırtılma mukavemeti' ana kriterini göz önüne alarak alt kriterler için önem düzeylerini belirtiniz.

'e göre	Alt kriter	Önem düzeyi
Yırtılma mukavemeti	Çözgü yönünde	
	Atkı yönünde	

ÇD: Çok düşük, D: Düşük, OD: Orta düşük, O: Orta, OY: Orta yüksek, Y: Yüksek, ÇY: Çok yüksek

**EK-5: Karar verici uzmanların (K1,...,K10) ana kriterlere atadığı önem derecesi skorları**

Ana Kriterler / Karar vericiler	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10
Gramaj	4	6	6	7	3	3	7	7	6	6
Kalınlık	4	6	6	7	3	5	7	7	7	6
Su geçirmezlik	7	7	7	6	7	7	7	7	6	7
Su buharı geçirgenliği	6	6	6	7	7	7	7	6	7	3
Hava geçirgenliği	5	7	6	6	7	7	7	6	7	3
Kopma muk.	4	5	5	4	6	6	6	5	4	5
Yırtılma muk.	5	5	6	4	6	4	6	5	4	5
Aşınma dayanımı	6	6	6	5	6	4	7	5	5	7
Kumaş eğilme direnci	4	4	6	6	5	7	7	5	5	3
Toplam	45	52	54	52	50	50	61	53	51	45

**EK-6: Karar verici uzmanların alt kriterlere atadığı önem derecesi skorları**

Ana Kriterler	Alt kriterler	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10
Su geçirmezlik	yıkama öncesi	7	7	7	5	6	7	7	7	3	7
	yıkama sonra	7	6	6	6	7	6	6	6	6	7
Toplam		14	13	13	11	13	13	13	13	9	14
Ana Kriterler	Alt kriterler	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10
kopma mukavemeti	çözgü	6	7	7	7	6	6	6	6	3	7
	atki	5	5	6	7	6	6	5	5	3	7
Toplam		11	12	13	14	12	12	11	11	6	14
Ana Kriterler	Alt kriterler	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10
yırtılma mukavemeti	çözgü	6	7	6	7	6	5	5	6	5	7
	atki	6	5	6	7	6	5	5	5	4	7
Toplam		12	12	12	14	12	10	10	11	9	14

**EK-7: Ana kriterlere ait normalize ağırlık değerleri**

Ana Kriterler / Karar vericiler	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10	Ort. w
Gramaj	0,0889	0,1154	0,1111	0,1346	0,0600	0,0600	0,1148	0,1321	0,1176	0,1333	0,11
Kalınlık	0,0889	0,1154	0,1111	0,1346	0,0600	0,1000	0,1148	0,1321	0,1373	0,1333	0,11
Su geçirmezlik	0,1556	0,1346	0,1296	0,1154	0,1400	0,1400	0,1148	0,1321	0,1176	0,1556	0,13
Su buharı geç.	0,1333	0,1154	0,1111	0,1346	0,1400	0,1400	0,1148	0,1132	0,1373	0,0667	0,12
Hava geçirgenliği	0,1111	0,1346	0,1111	0,1154	0,1400	0,1400	0,1148	0,1132	0,1373	0,0667	0,12
Kopma muk.	0,0889	0,0962	0,0926	0,0769	0,1200	0,1200	0,0984	0,0943	0,0784	0,1111	0,10
Yırtılma muk.	0,1111	0,0962	0,1111	0,0769	0,1200	0,0800	0,0984	0,0943	0,0784	0,1111	0,10
Aşınma dayanımı	0,1333	0,1154	0,1111	0,0962	0,1200	0,0800	0,1148	0,0943	0,0980	0,1556	0,11
Kumaş eğilmedir.	0,0889	0,0769	0,1111	0,1154	0,1000	0,1400	0,1148	0,0943	0,0980	0,0667	0,10
Toplam											1,00

**EK-8: Alt kriterlere ait normalize ağırlıklar ve nihai ağırlıklar**

Ana Kriterler	Alt kriterler	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10	Ort. w	nihai w
Su geç.	yıkama öncesi	0,50	0,54	0,54	0,45	0,46	0,54	0,54	0,54	0,33	0,50	0,49	0,064
	yıkama sonra	0,50	0,46	0,46	0,55	0,54	0,46	0,46	0,46	0,67	0,50	0,51	0,066
Kopma muk.	çözgü	0,55	0,58	0,54	0,50	0,50	0,50	0,55	0,55	0,50	0,50	0,53	0,053
	atkı	0,45	0,42	0,46	0,50	0,50	0,50	0,45	0,45	0,50	0,50	0,47	0,047
Yırtılma muk.	çözgü	0,50	0,58	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,55	0,56	0,50	0,52	0,052
	atkı	0,50	0,42	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,45	0,44	0,50	0,48	0,048



### EK-9: Lamine numunelere ait deney sonuçları

numune kodu	Kriterler											
	1	2	3		4	5	6		7		8	9
	gramaj (g/m <sup>2</sup> )	kalınlık (mm)	su geçirmezlik (cm su sütunu)		su buharı geçirgenliği (g/m <sup>2</sup> /gün)	hava geçirgenliği (mm/s)	kopma mukavemeti (N)		yırtılma mukavemeti (N)		aşınma dayanımı (tur sayısı)	genel eğilme direnci (mg.cm)
		yıkama öncesi	20 yıkama sonrası			çözgü yönünde	atkı yönünde	çözgü yönünde	atkı yönünde			
PP-PU15	100	0,28	884	263	477,7	6,4	633,5	437,3	16,1	14,0	5500	55,5
PP-PU15K	98	0,28	1100	1100	599,4	8,3	654,3	451,4	16,4	13,0	3000	117,5
PP-PU20	107	0,31	945	218	599,1	19,6	622,4	482,8	16,3	14,0	5833	88,2
PP-PES12	101	0,26	1100	1100	584,7	6,0	646,2	499,7	19,4	15,5	1500	65,5
PP-PES20	111	0,28	1100	839	561,0	10,9	719,9	501,0	20,5	17,0	6700	67,3
PP-PTFEm	96	0,22	986	52	736,8	1,4	704,2	493,8	18,0	15,3	666	112,6
PP-PTFEbi	111	0,27	1100	920	648,2	10,4	702,4	486,1	17,6	14,6	1800	112,0
PET-PU15	120	0,21	439	211	490,9	16,3	995,9	464,6	19,6	16,5	1200	79,8
PET-PU15K	122	0,21	534	253	646,3	15,1	1006,0	528,1	19,9	16,4	2300	146,4
PET-PU20	132	0,22	515	267	617,8	16,0	1022,2	539,0	19,7	16,7	5900	104,6
PET-PES12	122	0,24	535	298	600,4	18,9	945,3	460,6	20,3	17,6	2400	117,2
PET-PES20	127	0,22	537	261	555,9	15,5	1025,8	522,7	20,6	17,4	4200	130,2
PET-PTFEm	114	0,21	760	52	700,5	1,5	1051,8	551,4	19,4	16,2	600	96,2
PET-PTFEbi	130	0,22	593	360	651,6	14,0	996,1	457,2	21,1	17,5	1000	129,2
PA-PU15	97	0,15	614	75	495,6	10,1	674,1	466,4	29,6	24,5	1200	66,0
PA-PU15K	95	0,15	861	16	590,9	10,0	604,3	453,0	30,0	27,2	4966	69,0
PA-PU20	105	0,15	817	94	583,2	7,7	664,8	459,3	29,3	26,5	3700	78,8
PA-PES12	97	0,16	632	33	560,7	8,0	661,1	514,0	31,0	28,6	2400	111,0
PA-PES20	102	0,16	871	34	638,4	7,8	665,2	505,9	31,3	29,0	3666	134,2
PA-PTFEm	91	0,15	1100	55	702,7	1,3	698,0	489,5	26,8	23,6	900	83,2
PA-PTFEbi	106	0,16	1067	175	610,2	7,6	648,0	463,3	30,6	28,1	4000	111,4

**EK-10: Normalize edilmiş deney sonuçları**

Kriterler												
numune kodu	1	2	3		4	5	6		7		8	9
	gramaj	kalınlık	su geçirmezlik		su buharı geçirgenliği	hava geçirgenliği	kopma mukavemeti		yırtılma mukavemeti		aşınma dayanımı	genel eğilme direnci
			yıkama öncesi	20 yıkama sonrası			çözgü yönünde	atki yönünde	çözgü yönünde	atki yönünde		
PP-PU15	0,20	0,28	0,23	0,12	0,17	0,12	0,17	0,20	0,15	0,15	0,34	0,12
PP-PU15K	0,19	0,28	0,28	0,51	0,22	0,16	0,18	0,20	0,15	0,14	0,18	0,25
PP-PU20	0,21	0,31	0,24	0,10	0,22	0,37	0,17	0,22	0,15	0,15	0,36	0,19
PP-PES12	0,20	0,26	0,28	0,51	0,21	0,11	0,18	0,22	0,18	0,17	0,09	0,14
PP-PES20	0,22	0,28	0,28	0,39	0,20	0,21	0,20	0,22	0,19	0,18	0,41	0,14
PP-PTFEm	0,19	0,22	0,25	0,02	0,27	0,03	0,19	0,22	0,17	0,17	0,04	0,24
PP-PTFEbi	0,22	0,27	0,28	0,43	0,23	0,20	0,19	0,22	0,17	0,16	0,11	0,24
PET-PU15	0,24	0,21	0,11	0,10	0,18	0,31	0,27	0,21	0,18	0,18	0,07	0,17
PET-PU15K	0,24	0,21	0,14	0,12	0,23	0,29	0,28	0,24	0,19	0,18	0,14	0,31
PET-PU20	0,26	0,22	0,13	0,12	0,22	0,31	0,28	0,24	0,19	0,18	0,36	0,22
PET-PES12	0,24	0,24	0,14	0,14	0,22	0,36	0,26	0,21	0,19	0,19	0,15	0,25
PET-PES20	0,25	0,22	0,14	0,12	0,20	0,30	0,28	0,23	0,19	0,19	0,26	0,28
PET-PTFEm	0,23	0,21	0,20	0,02	0,25	0,03	0,29	0,25	0,18	0,17	0,04	0,21
PET-PTFEbi	0,26	0,22	0,15	0,17	0,23	0,27	0,27	0,20	0,20	0,19	0,06	0,28
PA-PU15	0,19	0,15	0,16	0,03	0,18	0,19	0,18	0,21	0,28	0,26	0,07	0,14
PA-PU15K	0,19	0,15	0,22	0,01	0,21	0,19	0,17	0,20	0,28	0,29	0,30	0,15
PA-PU20	0,21	0,15	0,21	0,04	0,21	0,15	0,18	0,21	0,28	0,29	0,23	0,17
PA-PES12	0,19	0,16	0,16	0,02	0,20	0,15	0,18	0,23	0,29	0,31	0,15	0,24
PA-PES20	0,20	0,16	0,22	0,02	0,23	0,15	0,18	0,23	0,29	0,31	0,22	0,29
PA-PTFEm	0,18	0,15	0,28	0,03	0,25	0,03	0,19	0,22	0,25	0,25	0,06	0,18
PA-PTFEbi	0,21	0,16	0,28	0,08	0,22	0,14	0,18	0,21	0,29	0,30	0,25	0,24

**EK-11: Ağırlıklandırılmış normalize edilmiş deney sonuçları**

Kriterler												
numune kodu	1	2	3		4	5	6		7		8	9
	gramaj	kalınlık	su geçirmezlik		su buharı geçirgenliği	hava geçirgenliği	kopma mukavemeti		yırtılma mukavemeti		aşınma dayanımı	genel eğilme direnci
			yıkama öncesi	20 yıkama sonrası			çözgü yönünde	atki yönünde	çözgü yönünde	atki yönünde		
PP-PU15	0,022	0,030	0,015	0,008	0,021	0,015	0,009	0,009	0,008	0,007	0,037	0,012
PP-PU15K	0,021	0,030	0,018	0,034	0,026	0,019	0,010	0,009	0,008	0,007	0,020	0,025
PP-PU20	0,024	0,034	0,016	0,007	0,026	0,045	0,009	0,010	0,008	0,007	0,039	0,019
PP-PES12	0,022	0,028	0,018	0,034	0,025	0,014	0,009	0,011	0,009	0,008	0,010	0,014
PP-PES20	0,024	0,030	0,018	0,026	0,024	0,025	0,010	0,011	0,010	0,009	0,045	0,014
PP-PTFEm	0,021	0,024	0,016	0,002	0,032	0,003	0,010	0,010	0,009	0,008	0,004	0,024
PP-PTFEbi	0,024	0,029	0,018	0,028	0,028	0,024	0,010	0,010	0,009	0,008	0,012	0,024
PET-PU15	0,026	0,023	0,007	0,006	0,021	0,037	0,014	0,010	0,010	0,009	0,008	0,017
PET-PU15K	0,027	0,023	0,009	0,008	0,028	0,035	0,015	0,011	0,010	0,008	0,016	0,031
PET-PU20	0,029	0,024	0,009	0,008	0,027	0,037	0,015	0,011	0,010	0,009	0,040	0,022
PET-PES12	0,027	0,026	0,009	0,009	0,026	0,043	0,014	0,010	0,010	0,009	0,016	0,025
PET-PES20	0,028	0,024	0,009	0,008	0,024	0,035	0,015	0,011	0,010	0,009	0,028	0,028
PET-PTFEm	0,025	0,023	0,013	0,002	0,030	0,003	0,015	0,012	0,009	0,008	0,004	0,021
PET-PTFEbi	0,029	0,024	0,010	0,011	0,028	0,032	0,014	0,010	0,010	0,009	0,007	0,028
PA-PU15	0,021	0,016	0,010	0,002	0,021	0,023	0,010	0,010	0,014	0,013	0,008	0,014
PA-PU15K	0,021	0,016	0,014	0,000	0,026	0,023	0,009	0,010	0,015	0,014	0,033	0,015
PA-PU20	0,023	0,016	0,013	0,003	0,025	0,018	0,010	0,010	0,014	0,014	0,025	0,017
PA-PES12	0,021	0,017	0,010	0,001	0,024	0,018	0,010	0,011	0,015	0,015	0,016	0,024
PA-PES20	0,022	0,017	0,014	0,001	0,028	0,018	0,010	0,011	0,015	0,015	0,025	0,029
PA-PTFEm	0,020	0,016	0,018	0,002	0,030	0,003	0,010	0,010	0,013	0,012	0,006	0,018
PA-PTFEbi	0,023	0,017	0,018	0,005	0,026	0,017	0,009	0,010	0,015	0,015	0,027	0,024