

**SOĞUK İKLİM BÖLGELERDE KULLANILAN ASKERİ KIYAFETLERİN
FARKLI YÖNTEMLER KULLANILARAK GELİŞTİRİLMESİ VE BUNLARIN
PERFORMANSLARININ İNCELENMESİ**

EMİN ULUÇINAR



T.C.
BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**SOĞUK İKLİM BÖLGELERDE KULLANILAN ASKERİ KIYAFETLERİN
FARKLI YÖNTEMLER KULLANILARAK GELİŞTİRİLMESİ VE BUNLARIN
PERFORMANSLARININ İNCELENMESİ**

EMİN ULUÇINAR

Orcid Numarası

0000-0002-2848-5279

Prof.Dr. Pervin ANIŞ

Doç.Dr.Sibel ŞARDAĞ

(Danışman)

YÜKSEK LİSANS TEZİ
TEKSTİL MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

BURSA– 2022

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

SOĞUK İKLİM BÖLGELERDE KULLANILAN ASKERİ KIYAFETLERİN FARKLI YÖNTEMLER KULLANILARAK GELİŞTİRİLMESİ VE BUNLARIN PERFORMANSLARININ İNCELENMESİ

EMİN ULUÇINAR

Bursa Uludağ Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof.Dr. Pervin ANİŞ / Doç.Dr.Sibel ŞARDAĞ

Günümüzde koruyucu giysiler üzerinde birçok çalışma yapılmaktadır. Son dönemlerde soğuk iklim koruyucu kıyafetlerdeki çalışmalar yoğunlaşmış olmakla birlikte gerek ekonomik sebepler gerek ise teknik sorunlar sebebi ile istenilen boyutta başarı elde edilememiştir. Ülkemizde ve dünyada son zamanlarda dağcılar, orduda görevli askerlerin hipotermi sonucu hayatlarını kaybettikleri olaylar gerçekleşmiştir. Bu sebepten dolayı çalışmada askeri tekstillerden, dağcılık kıyafetlerine kadar birçok alanda kullanım alanı bulunan soğuk iklim kıyafetlerinin mevcut yöntemlerden farklı üretim yöntemleri kullanılarak geliştirilmesi amaçlanmıştır. Gerçekleştirilen çalışma kapsamında tasarlanan ve üretilen ürünlerin özellikleri ergonomik yönden ve performans açısından incelenmiş ve mevcutta kullanılan soğuk iklim kıyafetleri ile kıyaslanmıştır. Çalışmada 3 farklı yöntem kullanılarak 6 farklı çeşit ürün elde edilmiştir. İlk yöntemde boncuk elyaf polyester, mikrojel polyester ve hollowelyaf farklı oranlarda dolgu malzemesi olarak kullanılmıştır. İkinci yöntemde çevreci yaklaşımlar hedeflenmiş ve atık kumaşların değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla dikimevlerinde askeri kullanım amacı ile üretilen kıyafetlerin ve konfeksiyon aşamasında çıkan atık kırıntı kumaşların geri dönüştürülmesi ile havlı yüzeyde bir kumaş elde edilmiştir. Bu yüzey ana malzeme ile birleştirilerek lamineli kumaş yüzeyi elde edilmiştir. Üçüncü yöntemde ise karbon elyaftan elde edilen dokusuz yüzey kumaş ara katman olarak Polyester bir film ile birleştirilerek yanmazlık ve soğuk iklim özelliklerinin bir arada elde edilmesi planlanan bir tasarım yapılmıştır. Farklı alanlarda kullanılması planlanan ve üretilen altı farklı soğuk iklim kıyafetlerinin performansları Türk Silahlı Kuvvetleri Kara Kuvvetleri Komutanlığı'nda şu anda kullanılmakta olan konvansiyonel metotlarla elde edilen kıyafetlerin performansları ile kıyaslanmış ve yapılan testler doğrultusunda, mevcutta kullanılan soğuk iklim kıyafetlerine muadil olarak aynı ve/veya daha iyi fonksiyonel etkilere, farklı üretim teknikleri kullanılarak ulaşılabileceği gözlemlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Soğuk iklim, termal, hipotermiya, konfor, laminasyon, karbon, teknik iplikler, softshell

2022, ix + 76 sayfa.

ABSTRACT

MSc Thesis

DEVELOPMENT OF MILITARY CLOTHING USED IN COLD CLIMATE REGIONS USING DIFFERENT METHODS AND EXAMINATION OF THEIR PERFORMANCE

EMİN ULUÇINAR

Bursa Uludağ University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Textile Engineering

Supervisor: Prof.Dr. Pervin ANİŞ / Doç.Dr.Sibel ŞARDAĞ

Today, many studies are being conducted on protective clothing. Although the work on cold climate protective clothing has been intensified recently, the desired size has not been achieved due to both economic reasons and technical problems. Recently, incidents have occurred in our country and around the world in which climbers and soldiers serving in the army have lost their lives as a result of hypothermia. For this reason, in the study, it is aimed to develop cold climate clothing that has been used in many fields, from military textiles to mountaineering clothing, using different production methods than existing methods. The characteristics of the products designed and manufactured within the scope of the study were examined ergonomically and in terms of performance and compared with the cold climate clothing currently used. In the study, 6 different kinds of products were obtained using 3 different methods. In the first method, bead fiber polyester, microgel polyester and hollow fiber were used as filler materials in different proportions. In the second method, environmental approaches were aimed and it was aimed to evaluate waste fabrics. For this purpose, a fabric was obtained on the pile surface by recycling the clothes produced for military use in sewing houses and the waste clipping fabrics produced during the garment stage. This surface was combined with the main material to obtain a laminated fabric surface. The third method, a carbon fiber nonwoven fabric layer film obtained from the characteristics of fire and cold climates Polyester combined with a design is made of which is planned to be obtained. Planned to be used in different areas of the Turkish Armed Forces and the performance of cold climate produced six different clothing in command of the land forces of the out fit obtained by conventional methods that are currently being used and the test have been compared with the performance. It has been observed that different production techniques can be used in these clothes.

Keywords: Cold climate, thermal, hypothermia, comfort, lamination, carbon, technique yarns, softshell

2022, ix + 76 pages.

TEŞEKKÜR

Bu tez çalışmasının gerçekleştirilmesinde bilgi ve birikimi ile bana yol gösteren tecrübelerini benimle paylaşan gerek iş hayatımda gerek ise sosyal yaşamımda verdiği değerli bilgilerden faydalanacağımı düşündüğüm kıymetli danışman hocalarım Prof. Dr. Pervin ANIŞ ve Doç. Dr. Sibel ŞARDAĞ'a teşekkürlerimi sunuyorum.

Tez konumla bağlantılı olan bünyesinde AR-GE sorumlusu olarak çalıştığım MİLLÎ SAVUNMA BAKANLIĞI, Kara Dikimevi Müdürlüğü'ne verdikleri desteklerden dolayı teşekkürlerimi sunuyorum.

Teknik çalışmalarımı etüt etmekte ve uygulamada desteklerini esirgemeyen Bemteks, Dokuteks, Lara Art, Rayon Tekstil, Öztekt Tekstil, Dua Tekstil, Bursalı Tekstil ve Tuğra Tekstil firmalarına teşekkürlerimi sunuyorum.

Test süreçlerinde desteklerini esirgemeyen Dr. Mehmet TİRİTOĞLU, Dr. Devrim Göktaş BAŞER, Yük.Müh.Simla ŞAHİN, Teknisyen Mutlu ERBAŞ ve Teksmer Araştırma Merkezi çalışanlarına teşekkür ederim.

Tez çalışmam süresince yardımlarını benden esirgemeyen sayın Öğr. Gör. Dr. Tuba Toprak hocama teşekkürü borç bilirim.

Çalışma süresince tüm zorlukları benimle göğüsleyen ve hayatımın her evresinde bana destek olan değerli eşime, anneme, babama ve kardeşlerime sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

EMİN ULUÇINAR

Eylül 2022

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
İÇİNDEKİLER.....	iv
SİMGE ve KISALTMALAR DİZİNİ.....	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	viii
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	ix
1. GİRİŞ.....	1
2. KURAMSAL TEMELLER ve KAYNAK ARAŞTIRMASI.....	2
2.1. Koruyucu Giysilerin Genel Tanımı.....	2
2.2. Koruyucu Giysilerin Faaliyet Tiplerine Göre Kullanım Alanları.....	2
2.3. Koruyucu Giysilerin Sınıflandırması.....	2
2.3.1. Termal Koruma Kıyafetleri.....	2
2.3.2. Soğuk İklim Kıyafetleri.....	2
2.3.2.1. Soğuk İklim Giysilerin Tanımı.....	3
2.3.2.2. Soğuk İklim Giysilerden Beklenen Özellikler.....	3
2.3.2.3. Soğuk İklim Giysilerin Kullanım Alanları.....	4
2.3.2.4. Soğuk İklim Ürünlerin Yapısı, Kullanılan Lifler ve İplikler.....	4
2.3.2.5. Soğuk İklim Ürünlerinde Kullanılan Liflerin Özellikleri.....	6
2.3.2.6. Soğuk İklim Ürünlerinde Kullanılan İpliklerin Özellikleri.....	6
2.3.2.7. Soğuk İklim Giysilerde Konfor Kavramı.....	6
2.3.2.8. Soğuk İklim Giysilerinde Kullanılan Elyaf ve İplikler.....	8
2.3.2.8.1. Thermolite Lifi.....	8
2.3.2.8.2. Holofiber Lifi.....	9
2.3.2.8.3. İçi Boşluk İplik Çeşitleri.....	9
2.3.2.8.3.1. İçi Boşluk İpliklerin Özellikleri.....	10
2.3.2.8.4. TencelLifi.....	11
2.3.2.8.5. Micromodal.....	11
2.3.2.8.6. Viloft.....	11
2.3.2.8.7. Coolmax.....	12
2.3.2.9. Soğuk İklim Giysilerinde Kullanılan Kumaş Teknolojileri.....	13
2.3.2.9.1. Polartec.....	13
2.3.2.9.2. Softshell.....	13
2.3.2.9.3. Gore-Tex®.....	14
2.3.2.9.4. Cordura.....	15
2.3.2.9.5. Smartwool.....	15
2.3.2.9.6. 3M™ Thinsulate.....	16
2.3.2.9.7. Futurelight.....	16
2.3.2.9.8. Windstopper.....	17
2.3.2.9.9. MarmotPrecip.....	18
2.3.2.10. Soğuk İklim Giysilerinde Kullanılan Dolgu Malzemeler.....	19
2.3.2.10.1. Kaz Tüyü.....	19
2.3.2.10.2. Boncuk Elyaf.....	19
2.3.2.10.3. Mikrojel.....	20
2.3.2.11. Soğuk İklim Giysilerine Uygulanan Testler.....	20
2.3.2.12. Soğuk Koruyucu Giysiler İçin Ulusal ve Uluslararası Standartlar.....	21

2.4. Atık Yönetimi.....	21
2.5. Laminasyon Prosesleri.....	24
2.5.1. Laminasyon Teknikleri.....	25
2.5.1.1. Alevli Laminasyon.....	25
2.5.1.2. Sıcak Eriyik Laminasyon.....	25
2.6. Karbon Elyaf.....	26
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	31
3.1. Materyal.....	31
3.1.1. Hollow Fiber, Mikrojel ve Boncuk Elyaf.....	31
3.1.2. Alüminyum Tela.....	31
3.1.3. Geri Dönüştürülmüş İplikler.....	31
3.1.4. Karbon Kumaş.....	32
3.1.5. PTFE Membran.....	32
3.1.6. PES Membran.....	32
3.1.7. Makineler.....	32
3.2. Yöntem.....	34
3.2.2. Uygulanan Testler.....	49
4. BULGULAR.....	58
4.1. Birim Alan Kütlesi Değerleri.....	58
4.2. Yırtılma Mukavemetleri Değerleri.....	58
4.3. Hava Geçirgenliği Değerleri.....	59
4.4. Su Buharı Geçirmeye Karşı Koyma Direnci Değerleri.....	59
4.5. Isıl Direnç Değerleri.....	60
4.6. Su Geçirmezliklerin Değerleri.....	60
4.7. Alembeta Termal İletkenlik Değerleri.....	60
4.8. Yatay Yanma Değerleri.....	61
5. TARTIŞMA ve SONUÇ.....	62
5.1. Kumaşların Gramaj Değerlerinin Tartışılması.....	63
5.2.Yırtılma Mukavemeti Değerlerinin Tartışılması.....	64
5.3. Hava Geçirgenliği Değerlerinin Tartışılması.....	65
5.4. Su Buharı Geçirmeye Karşı Koyma Dirençlerinin Tartışılması.....	66
5.5. Isıl Dirençlerin Tartışılması.....	67
5.6. Alembeta Termal İletkenlik Değerlerinin Tartışılması.....	68
5.7. Su Geçirmezlik Değerlerinin Tartışılması.....	69
KAYNAKLAR.....	72
ÖZGEÇMİŞ.....	76

SİMGE ve KISALTMALAR DİZİNİ

Kısaltmalar

TSK
Ret
Rct
mm
cm
L
Gr
m²
P
K
W
s
dk
μ
m³
N
SEM
PET
Pes
Ref.
IV
Rpm
PTFE

Açıklama

Türk Silahlı Kuvvetleri
Su Buharına Karşı Koyma Direnci
Isıl Direnç
Milimetre
Santimetre
Litre
Gram
Metre Kare
Pascal
Kelvin
Watt
Saniye
Dakika
Lamda
Metre Küp
Newton
Taramalı Elektron Mikroskop
Polietilenteraftalat
Polyester
Referans
Viskozite
Dakikadaki devir sayısı
Politetrafloraetilen

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

Şekil 2.1.	Soğuk iklim kıyafetlerinde kullanılan SHD reflektörlü ceket.....	3
Şekil 2.2.	Üç katmandan oluşan soğuk iklim giysi.....	6
Şekil 2.3.	Thermolite lifinin yapısal görünüşü.....	9
Şekil 2.4.	Holofiber lifinin çalışma prensibi.....	9
Şekil 2.5.	Özlü ipliğin yapısı.....	10
Şekil 2.6.	İçi boş ipliğin enine kesit görüntüsü.....	11
Şekil 2.7.	Viloft karışımli lifler arasında daha büyük boşluklar oluşturmaları....	12
Şekil 2.8.	Polartec kumaş yapısı.....	13
Şekil 2.9.	Softshell kumaş yapısı.....	14
Şekil 2.10.	Goretex membran ile birleştirilmiş kumaş katları.....	14
Şekil 2.11.	Cordura kumaşı.....	15
Şekil 2.12.	Smartwool ceket örneği.....	16
Şekil 2.13.	3M™ Thinsulate™ kumaş yapısı.....	16
Şekil 2.14.	Erkek Dryzzle Futurelight™ Mont.....	17
Şekil 2.15.	Windstopper Rüzgâr Geçirmez Termal İçlik Tişört.....	18
Şekil 2.16.	Marmot PreCip Eco Su Geçirmez Erkek Ceket.....	19
Şekil 2.17.	Kaz Tüyü.....	20
Şekil 2.18.	Boncuk Elyaf.....	20
Şekil 2.19.	Mikro jel Elyaf.....	21
Şekil 2.20.	Tekstil üretim atıkları (telef.....	23
Şekil 2.21.	Atıkların açılma prosesi.....	24
Şekil 2.22.	Ara ürün örnekleri.....	24
Şekil 2.23.	Son ürün örnekleri.....	24
Şekil 2.24.	PAN'dan karbon elyaf üretiminin şematik gösterimi.....	27
Şekil 3.1.	Hotmelt Laminasyon Makinesi.....	33
Şekil 3.2.	Kalıp Hazırlama ve Dijit İşlemleri.....	34
Şekil 3.3.	Numune üretimlerinde kullanılan dikiş ve ütü makineleri	34
Şekil 3.4.	Referans Çalışma.....	36
Şekil 3.5.	Mikro Jel elyaf ve Pes elyaf (Boncuk) ile geliştirilen numune.....	37
Şekil 3.6.	Bikomponent Lif Çekim Cihazı.....	38
Şekil 3.7.	Hollow fiber düzeler a) Alt kafa b) Üst Kafa.....	38
Şekil 3.8.	%30-35 boşluklu kesikli hollow elyaf.....	39
Şekil 3.9.	Mikro jel elyaf.....	39
Şekil 3.10.	Dış Katmanda PTFE membran, İç katmanda PES Boncuk elyaf, Hollow Elyaf ve Mikro jel Elyaf ve Alüminyum Telalı PA 6.6 astar..	40
Şekil 3.11.	Elyaf Dolum çalışmaları.....	41
Şekil 3.12.	Boncuk elyaf ve Hollow Fiber çalışmalarının yapıldığı..... firmadan bir görüntü.....	41
Şekil 3.13.	İçi boş pes ve boncuk elyaf pes'in birlikte kullanımı ile geliştirilmesi	42
Şekil 3.14.	Geliştirilen Softshell Kumaş.....	43
Şekil 3.15.	Softshell Kumaş ile geliştirilen parka uygulaması.....	43
Şekil 3.16.	Bedelli askerlik hizmeti süresince giyilen eğitim elbisesinin geri dönüşüm prosesi.....	45
Şekil 3.17.	Geri dönüştürülmeye hazırlanan eğitim elbiselerinin elleçleme prosesi	45
Şekil 3.18.	Gama elyaf geri dönüşüm ring iplik tesisi.....	49

Şekil 3.19.	Geri Dönüştürülmüş İplikler.....	46
Şekil 3.20.	Havlu Dokuma Tesisi.....	46
Şekil 3.21.	Dokunan Havlu Yüzeyler Ham Hali.....	47
Şekil 3.22.	Geri dönüştürülmüş iplikler ile elde edilen havlu ara katman.....	47
Şekil 3.23.	R-iplikler ile elde edilen ara katmanlı yapının PTFE membran ve sıkıştırılmış kapitone R-Pes elyaf ile birleştirilmiş 3 katmanlı yapısı	48
Şekil 3.24.	Karbon Elyaftan Geliştirilen Keçe Kumaş.....	49
Şekil 3.25.	Karbon elyaf ara katmanlı parka çalışması.....	49
Şekil 3.26.	Mukavemet Ölçüm Cihazı.....	50
Şekil 3.27.	Yırtılma Mukavemeti Ölçüm Cihazı (Elmandorf).....	51
Şekil 3.28.	Birim Alan Kütlesi Tayini Cihazı.....	52
Şekil 3.29.	Hava Geçirgenliği Test Cihazı.....	53
Şekil 3.30.	Terleyen levha test cihazı ve su buharı geçirgenliği (ret) ölçümü....	54
Şekil 3.31.	Terleyen Levha Test Cihazı ve ısı direnç (rct) ölçüm yöntemi.....	54
Şekil 3.32.	Alembeta Termal İletkenlik Test Cihazı.....	55
Şekil 3.33.	Su Geçirmezlik Tayini Test Cihazı.....	56
Şekil 3.34.	Yatay Yakma Testi.....	57
Şekil 5.1.	Çalışmalara ait gramaj değerlerinin kıyaslanması.....	63
Şekil 5.2.	Çalışmalara ait yırtılma mukavemeti değerlerinin kıyaslanması.....	64
Şekil 5.3.	Çalışmalara ait hava geçirgenliği değerlerinin kıyaslanması.....	65
Şekil 5.4.	Çalışmalara ait su buharı geçirmeye karşı koyma koyma dirençlerinin kıyaslanması.....	66
Şekil 5.5.	Çalışmalara ait ısı direnç değerlerinin kıyaslanması.....	67
Şekil 5.6.	Çalışmalara alembeta termal iletkenlik değerlerinin kıyaslanması.....	68
Şekil 5.7.	Çalışmalara ait su geçirmezlik değerlerinin kıyaslanması.....	69

ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa
Çizelge 2.1. Karbon elyafların sınıflandırılması.....	27
Çizelge 4.1. Geliştirilen numunelere ait gramaj değerleri.....	58
Çizelge 4.2. Geliştirilen numunelere ait yırtılma mukaveti değerleri.....	59
Çizelge 4.3. Geliştirilen numunelere ait hava geçirgenliği değerleri.....	59
Çizelge 4.4. Geliştirilen numunelere ait Ret değerleri.....	60
Çizelge 4.5. Geliştirilen numunelere ait Rct değerleri.....	60
Çizelge 4.6. Geliştirilen numunelere ait su geçirmezlik değerleri.....	60
Çizelge 4.7. Geliştirilen numunelere ait alembeta iletkenlik değerleri.....	61



1. GİRİŞ

Günümüzde koruyucu giysiler üzerinde birçok çalışma yapılmaktadır. Özellikle son dönemlerde soğuk iklim koruyucu kıyafetlerdeki çalışmalar yoğunlaşmış olmakla birlikte gerek ekonomik sebepler gerekse teknik sorunlar nedeni ile soğuk iklim kıyafetlerinde istenilen boyutta başarı elde edilememiştir. Ülkemizde ve dünyada son zamanlarda dağcılar ve orduda görevli askerlerin hipotermi sonucu hayatlarını kaybettikleri pek çok olay gerçekleşmiştir. Soğuk iklim kıyafetleri geliştirilirken en çok kaz tüyü tercih edilmiştir fakat kaz tüyünün maliyetleri ve üretim zorlukları gibi sebepler ile yerine alternatif çalışmalar yapılmaya başlanılmıştır. Yeterli seviyede başarı elde edilememesinin sebepleri içerisinde en büyük etken, teknik olarak hava geçirmemesi istenilen kıyafetlerde aynı zamanda nefes alabilirlik, ter ve nem transferinin aynı anda istenilmesidir. TSK'de görevli askeri personel ülkemizin coğrafi konumu gereği -30 ile -40 derece arasında soğuklara maruz kalabilmektedir. Öte yandan teçhizatlı olarak görev yapan bu askerlerin giydikleri giysilerin hafif olması da önemlidir. Bu çalışmada TSK'de görevli askeri personelin maruz kaldığı zorlu şartlarda daha konforlu bir çalışma ortamı sağlanması ve can sağlığının korunabilmesi amaçlanmıştır. Bu amaçlar doğrultusunda 3 ana yapıda 6 farklı model tasarım geliştirilerek elde edilen kıyafetlerin tüm konvensiyonel ve fonksiyonel testleri yapılarak bulgular ve tartışma kısmında paylaşılmıştır. Bu çalışmanın özgün tarafını inceleyecek olursak çalışılan tüm yöntemler Türk Silahlı Kuvvetleri'nin imkân ve kabiliyetleri doğrultusunda çalışılmış olmakla birlikte, dünya üzerindeki orduların herhangi birinde henüz gerçekleşmemiş olan eğitim elbiselerinin kullanım sonucu geri dönüştürülmesi ile elde edilen çevre dostu ve ekolojik, sonsuz bir döngü ile ilerleyen proje de faaliyete geçirilmiştir. Ayrıca 7 farklı tipte soğuk iklim kıyafetinin kullanım, performans, ergonomi ve teknik datalar üzerinden kıyaslaması yapılan bir tez ve/veya araştırma konusuna henüz rastlanmamıştır. Çalışma bu yönü ile özgündür. Çalışmanın diğer özgün bir yanı ise, teknik tekstiller alanında karbon elyaf ile ilgili birçok çalışma yapılmasına rağmen soğuk iklim kıyafetlerinde soğuktan koruma ve yanmazlık etkilerinin bir arada elde edildiği bir çalışma ilk defa gerçekleştirilmiştir.

2. KURAMSAL TEMELLER ve KAYNAK ARAŞTIRMASI

Bu kısımda koruyucu giysiler ve soğuk iklim bölgelerinde kullanılan giysilere yönelik genel bilgiler, fonksiyonel liflerin tanıtımı, atık yönetimi ve karbon elyafın temel özelliklerinde yapılan çalışmalara ait literatürün özetlenmiş hali alt başlıklar formunda aşağıda bulunan bölümlerde verilmiştir.

2.1. Koruyucu Giysilerin Genel Tanımı

Koruyucu giysiler kötü çevre koşullarına maruz kalma riskini önlemek, ayrıca kişinin zararlı maddelere karşı korunmasını sağlamak için giyilen giysilerdir. (Mecit ve ark. 2007).

2.2. Koruyucu Giysilerin Faaliyet Tiplerine Göre Kullanım Alanları

Koruyucu giysilerin faaliyet tiplerine göre kullanım alanları: Polis ve güvenlik görevlileri, dağcılık, mağaracılık, tırmanma, kayak, uçak personeli (askeri ve sivil), askerler, denizciler, denizaltıcılar, itfaiyeciler, sualtı ve su sporları, kış sporu, balıkçılık, deniz dibi benzin petrol ekipmanı işçileri, sağlık bakımı, yarışçılar, astronotlar, madenciler ve depo işçileridir (Mecit ve ark.2007).

2.3. Koruyucu Giysilerin Sınıflandırması

2.3.1. Termal Koruma Kıyafetleri

Metal sıçramalarına ve radyasyona karşı, ayrıca aleve ve ısıya karşı koruma sağlayan kıyafetlerdir. Bu tip kıyafetler, petrokimya ve elektrik işçilerinin giydiği üniformalardan, yüksek ısılarda çalışan diğer tesislerde giyilen kıyafetlere kadar değişen bir ürün yelpazesine sahiptir. Kıyafetler tek veya çok katlı olabilir (Ünlü 2008).

2.3.2. Soğuk İklim Kıyafetleri

Soğuk iklim kıyafetleri ağır hava şartları altında çalışanlar için dizayn edilmiş iş giysileri, kayak giysileri, eldivenler, botlar ve yağmurluklardır. Nefes alabilen yani vücut terini dışarıya atabilen ancak içine su geçmesine izin vermeyen özel yapıdaki kumaşlardan ürünleri içerir. Çok soğuk ortamda ve yağışlı ortamlarda kullanılması planlanan soğuk iklim kıyafetlerinin ısı izolasyonu sağlaması yanı sıra yağmur ve kar suyunu dışarıdan iç kısma geçirmemesi, iç kısımda oluşan teri dışarıya atabilmesi yani bir anlamda hava

sirkülasyonunu sağlaması beklenmektedir (Ünlü2008). Şekil 2.1’de termoteks firmasının geliştirdiği reflektörlü soğuk iklim depo işçileri için geliştirdiği ceket yapısı görülmektedir.



Şekil2.1.Soğuk iklim kıyafetlerinde kullanılan SHD reflektörlü ceket(www.termoteks.net2019)

2.3.2.1. Soğuk İklim Giysilerin Tanımı

Soğuk iklim kıyafetleri, kötü hava şartları altında çalışanlar için tasarlanmış iş kıyafetleri, kayak sporu giysileri, eldiven, bot ve yağmurluk gibi ürünleri kapsar. Nefes alan ancak içine su geçirmeyen özel yapıdaki kumaşlardan üretilmiş ürünleri içerir (Cireli ve ark.2000).

2.3.2.2. Soğuk İklim Giysilerden Beklenen Özellikler

Isı yalıtımını sağlaması, yağmur ve kar suyunu dış kısımdan iç kısmına geçirmemesi, iç kısımda oluşan ter olayını dışarıya atması yani bir hava sirkülasyonu sağlaması vücut hareketlerini kısıtlamaması, boyut stabilitesi, konfor, hafif olması, kolay bakım olması, çabuk kuruması, vücut ile uyum sağlaması, denize düşme gibi durumlarda uzaydan görünür olması, rüzgâr geçirmez ve dayanıklı olması vb. şeklinde sıralanabilir (Ünlü 2008).

Soğuk iklim koruyucu giysiler için malzeme seçimi, özellikle vücuttan çevreye ısı kaybını en aza indirmeye odaklanılarak yapılır, böylece vücuttan üretilen metabolik ısı çevreye kaybolmaz ve bunun yerine vücudu sıcak tutar. Aynı zamanda malzeme terin vücuttan çevreye buharlaşmasına izin vermelidir. Aşırı soğuk koşullarda ter donar ve bu durum kişide (hipotermi) donmaya neden olabilir (Kasturiya ve ark.1999).

2.3.2.3. Soğuk İklim Giysilerin Kullanım Alanları

- Dağcılık
- Mağaracılık
- Askeriye
- Kış sporları
- Soğuk depo (Ünlü2008).

2.3.2.4. Soğuk İklim Ürünlerin Yapısı, Kullanılan Lifler ve İplikler

Soğuğa karşı koruma sağlamak için yün ve yün havlı kumaşlar kullanılan en eski malzemelerdir. Sentetik elyafların icadından sonra, soğuktan korunma giysilerinin yapımında kullanılmak üzere farklı şekillerde akrilik elyaf ve polyester elyaf kullanımına başlanmıştır.

Yün, uzun süredir soğuk hava giyiminde kullanılmaktadır. Yünden yapılan kazaklar ve gömlekler yumuşak, benzersiz bir sıcaklık sunar ve yüksek oranda sıkıştırılabilir. Yünlü kumaşlar, diğer liflere kıyasla doğal olarak hidrofiliktir. Yünün bu hidrofilik davranışı soğuk koşullarda bir avantaj (deriden sıvı teri emmek) veya dezavantajı (çevredeki büyük miktarda sıvıyı emmek) olabilir. Yün, artık günümüzde büyük ölçüde polyester gibi sentetiklerle değiştirilmiş durumdadır. Günümüzde sentetik yalıtım malzemeleri daha çok tercih edilmektedir, çünkü bunlar nefes alabilir, hafiftir ve ıslak halde bile yalıtıcıdır. Ayrıca hızlı kururlar ve yüksek sıcaklık-ağırlık oranı sağlarlar.

Soğuk iklim giysileri genellikle üç ana katmandan oluşur. Bu sistemlerin tek kalın tabakalı giysilere göre daha etkili olduğu yapılan çalışmalarda tespit edilmiştir. Katman düzenlemesi, havayı hapseden ve vücuda yalıtım sağlayan birkaç hava cebi oluşturmaya yardımcı olur. Ayrıca terin vücuttan uzaklaştırılmasına da yardımcı olur. Her katman

belirli görevleri yerine getirmek için tasarlanmıştır. Katmanlama düzenlemesi genellikle aşağıdaki üç kategoriden oluşur:

1. Temel Katman: Emme eylemini gerçekleştiren en içteki katmandır. Oldukça geçirgen olduğundan, nemi ciltten çekerek bir sonraki tabakaya geçirir. Bu katmanda kullanılan lifler hızlı kuruma özelliğine sahiptir. Polipropilen ve polyester mikrofiber malzemeleri en tercih edilen malzemelerdir. Emme konsepti ayaklar için de geçerlidir. İnce polipropilen çoraplar yünlü çorapların altında iç katman olarak kullanılır, böylece ayaklar kuru ve sıcak tutulur.
2. Orta Katman: Vücut ısının yarattığı sıcaklığı hapseden ve aynı zamanda terin hareket etmesini sağlayan yalıtım katmanıdır. Yalıtım katmanı, genellikle birden çok katmanın bir kombinasyonu ile oluşur. Bu katmanda kullanılan malzemeler: Polartec, PowerStretch malzemeleri, polar, hav, yün ve hatta daha kalın polyesterdir.
3. Dış Katman: Rüzgâr, yağmur gibi dış etkenlerden koruma sağlayan, vücudun hızlı ısı kaybetmesine engel olan bir bariyer tabakadır. Dış katman için en tercih edilen malzemeler: Cordura, Windstopper, Trinity, eVent ve Precip'dir (Shaker 2018). Şekil 2.2'de üç katmandan oluşan bir soğuk iklim kıyafeti katmanları ile beraber gösterilmiştir.



Şekil 2.2. Üç katmandan oluşan soğuk iklim giysi örnekleri (www.wiseworksafe.com 2021)

2.3.2.5. Soğuk İklim Ürünlerinde Kullanılan Liflerin Özellikleri

Elyaf konfigürasyonu ve gözenekliliği, ısı ve nem transferi üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Soğuk iklim ürünlerde ince elyaflar, hava tutma ve çabuk kuruma özelliklerine sahip lifler kullanılır. İçi boş elyaflar en çok tercih edilen elyaf grubundadır. İç kısmı boş elyaflar mükemmel ısı yalıtım değerlerine sahiptir. Bunun nedeni, sağlanan daha yüksek hava hacminin sıkışmasıdır.

2.3.2.6. Soğuk İklim Ürünlerinde Kullanılan İpliklerin Özellikleri

İpliğin yapısal modifikasyonları, kumaşın termal özelliklerini etkiler. Eğrilmiş ve tekstüre filament iplikleri, düz filament ipliğe kıyasla daha fazla hava tutar. İplik bükümü, ısı ve nem transferleri için dikkate alınması gereken başka bir parametredir. Büküm değeri artışı noktasında ısı direnç değeri azalırken, ısı soğurganlık ile su buharı geçirgenliği değerleri artmaktadır. İplik tüylülüğü ise bir diğer parametre olarak sıralanabilir. Tüylülükteki artış, ısı direnç değerini arttırmakta, ilk temas anında yani termal iletkenlik değerini arttırarak daha sıcak bir his sağlamaktadır. Bununla birlikte su buharı direnci değerini düşürmektedir (Muhammad 2015).

2.3.2.7. Soğuk İklim Giysilerde Konfor Kavramı

Konfor, kıyafetler için oldukça önemli bir nitelik olarak tanımlanmaktadır. Tüketiciler açısından gerçek bir gereksinimdir. Araştırmacılar konforu nötr his olarak tanımlamaktadır. Bir kişinin konforlu sayılabilmesi için çevre sıcaklığı, nem, rüzgâr hızı, ışık gibi çevresel faktörlerle ilgili bir durumun uyarısının beyin organına iletilmemiş olması gerekmektedir. Konforsuzluğun tanımı yapılacak olursa; rahatsız olma, soğuk, sıcak, acı, batma, kaşınma, soğukluk hissi, ıslaklık ve giysi içinde aşırı terleme gibi birkaç basit kelimeyle kolay bir şekilde ifade edilebilmektedir. Bu sebeple, konfor kavramı için oldukça kabul görmüş bir tanım “rahatsızlıktan ve acıdan bağımsız, doğal bir durum” şeklindedir.

Tanımlamaları özetleyecek olursak konfor aşağıdaki üç ana başlıkta incelenmelidir:

- Fiziki konfor; kıyafetin vücut hareketlerini kısıtlaması, vücuda temasla verdiği his gibi kumaşın ve kıyafetin fiziksel yapısının etkili olduğu konfor tipidir.
- Psikolojik konfor; sosyolojik konum, moda vb. etkenlerle kişinin bulunduğu ortamda giydiği kıyafetin kendisine kötü veya iyi his vermesiyle alakalı bir durumdur.
- Fizyolojik konfor: insan vücudu ile dış ortam arasında oluşacak ısı denge durumuna göre kıyafetin yapacağı etkiyle alakalı bir durumdur. Giysi eğer vücut ısısının dengeli seviyede korunmasına yardımcı oluyor ise insana rahatlık şeklinde bir his verir.

Fizyolojik konforu oluşturan durumlar aşağıdaki performanslarla alakalıdır:

- Kıyafetlerin kalınlığı ve vücut ile dış ortam arasında kalan hava boşluğunun miktarı,
- Hareket, rüzgâr gibi etkenlerle havanın vücudun iç kısmına girebilme mesafesi,
- Buharlaşmış olan fiziksel terin uzaklaştırılabilme kabiliyeti durumu,
- Dış kısımdan iç kısma sıvı girişinin engellenebilme durumu,
- Hızlı kuruma.

Yukarıda belirtilen performansları etkileyen parametreler ise kıyafet yapısında bulunan katman miktarı, kumaş geometrisi, kumaşın elyaf içeriği ve dış ortamın durumları olarak sıralanmaktadır (Avcı 2007).

Marmaralı ve ark. (2006) ‘da yapmış oldukları çalışmalarda ısı konfor açısından ideal kumaş yapısını aşağıdaki gibi özetlemişlerdir;

- Yüksek ısı direnç,
- Yeterli su buharı geçirgenliği,
- Terlemeden dolayı oluşan rahatsız edici temas hissini elimine etmek,
- Etkin bir ısı transferi sağlamak için hızlı sıvı akışı.

2.3.2.8. Soğuk İklim Giysilerinde Kullanılan Elyaf ve İplikler

Kumaşta konforu sağlamak için insan vücudunun ısınıı korumak maksatları ile kullanılan liflerin yapısal olarak sahip olması gereken bazı özellikler vardır. Bu özellikler aşağıdaki şekilde sıralanabilir:

- Nem aldığında şişmelidir.
- Teri kolay bir şekilde emmelidir.
- Kuru bir his vermelidir.
- Dışarı kolayca atılmalıdır.

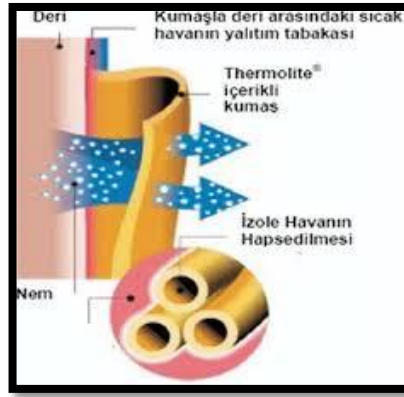
Geleneksel elyaf çeşitlerine alternatif olarak konfor özelliklerini iyileştirilmesi amaçlanmış ve bu doğrultuda çok fazla lif geliştirilmiştir. Bu lif tipleri daha çok ticari markalar şeklinde karşımıza çıkmaktadır. Rejenere doğal lifler pamuk, yün gibi doğal liflerin yerine geçmek için geliştirilmiştir. Sentetikler ise performans kumaşları olarak nitelendirilen yerlerde kullanım alanı bulmaktadır. Aşağıdaki şekilde örnekler sıralanabilir:

Rejenere doğal lifler: Modal®, Tencel®, Micro modal®, Viloft®, Bambu, Soya, Seacell®

Sentetik lifler: Coolmax®, Thermolite®, Isofil® (Avcı 2007).

2.3.2.8.1. Thermolite Lifi

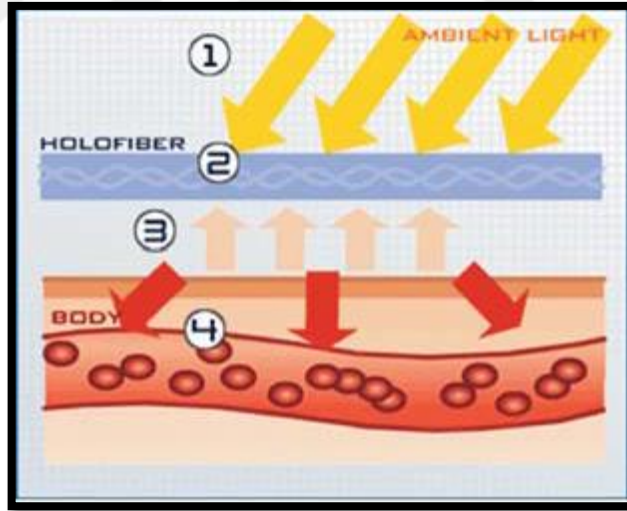
Polyester esaslı bir liftir. Thermolite Invista firmasının ticari bir ürünüdür. İçi boşluklu bir yapıdadır. Bu sayede lif havayı içinde tutabilmektedir ve %20-25'lere varan bir ağırlık kaybı sağlamaktadır. Bu durumda kullanıcının soğuk ortamlarda kat kat şekilde giyinmesi gerekmez. Kişiyne hareket özgürlüğü sağlamış olur (Avcı 2007). Şekil 2.3'te Thermolite lifinin yapısal görünüşü verilmiştir.



Şekil 2.3. Thermolite lifinin yapısal görünüşü (www.invista.com 2017).

2.3.2.8.2. Holofiber Lifi

Hologenix firmasının geliştirdiği bir üründür. İçi oyuk yapıda ve filamenttir. Holofiber kandaki oksijeni arttırmaktadır, kan devri ve dolayısıyla vücut gücünün artmasına yol açmaktadır. Deriye oksijen sağlamaktadır. Bu gelişmenin yaraların iyileşmesini hızlandırdığı belirtilmektedir. Şekil 2.4.'te holofiber lifinin çalışma prensibi şematik olarak gösterilmiştir.

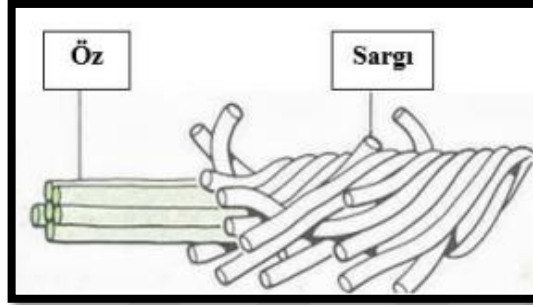


Şekil 2.4. Holofiber lifinin çalışma prensibi (www.holofiber.com 2019)

2.3.2.8.3. İçi Boşluk İplik Çeşitleri

Özlü iplikler Şekil 2.5'te görüldüğü gibi öz ve sargı olmak üzere iki yapıdan oluşmaktadır. Aynı merkezli sargı ve öz lifleri, iplik oluşum bölgesinde bir araya gelmekte ve öz liflerinin etrafına sargı lifleri sarılmaktadır. Öz lifleri, ipliğe boyutsal

stabilite, mukavemet ve fonksiyonel özellik katmak amaçları ile kullanılmakta iken sargı lifleri ise dış tabakada yer alırlar ve cilt ile daha çok temas ettikleri için genelde doğal liflerden seçilmektedirler. Konfor ve tuşe gibi pozitif özelliklerinden dolayı kullanılmaktadır (Oltulu ve ark. 2003).



Şekil 2.5. Özlü ipliğin yapısı (www.textilelearner.com.tr 2019)

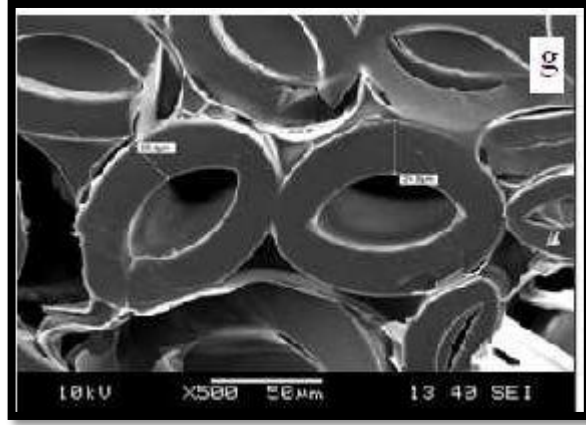
2.3.2.8.3.1. İçi Boşluk İpliklerin Özellikleri

İplik paket yoğunluğu, iplik yapısı üzerinde etkili bir parametredir. Bu parametrenin değiştirilmesi ile hava geçirgenliği, ısı iletkenlik ve su buharı geçirgenliği gibi kumaşların konforuna etki eden değerler geliştirilebilir.

Kopma uzaması: İçi boş ipliklerin boşluklu ve hacimli yapıları vardır. Bu durum kopma uzaması değeriinde olumlu bir etki yaratır.

Su emicilik: İçi boş iplikler ile üretilmiş olan kıyafetlerin su emicilik değeri konvensiyonel yöntemle elde edilen kıyafetlere göre daha yüksektir ve bu kıyafetler daha yumuşaktır.

Isıl konfor: Termal iletkenlik, ısı direnç ve su buharı geçirgenliği gibi parametreler, kumaşta içi boş iplik kullanılması ile değişmektedir. Bu ipliklerden üretilen giysilerin ısı dirençleri, konvensiyonel yöntemler ile üretilen ipliklerden üretilen giysilere göre daha yüksek değeriindedir (Alasehirli 2009). Şekil 2.6.'da içi boş ipliğin enine kesit görüntüsü taramalı elektron mikroskobu (SEM) kullanılarak gösterilmiştir.



Şekil 2.6. İçi boş ipliğin enine kesit görüntüsü (Anonim 2014)

2.3.2.8.4. Tencell

Rejenere selülozik esaslı bir elyaf türü olan tencel, yoğun mekanik işlemlere karşı yüksek bir dayanıma sahiptir. Yüksek yaş dayanımı ve modülü, bir başka deyişle sağlamlığı, kumaşlarda boyutsal dengeyi sağlamaktadır. Doğal olması nedeniyle nefes alabilir özelliğe sahiptir. Nemi çok iyi transfer eder ve vücudun terlemesi durumunda rahatsızlık hissi vermez. Birçok yıkamadan sonra bile parlaklığını ve rengini muhafaza eder dolayısıyla yüksek renk haslığına sahiptir (www.tekstilbilgi.net 2021).

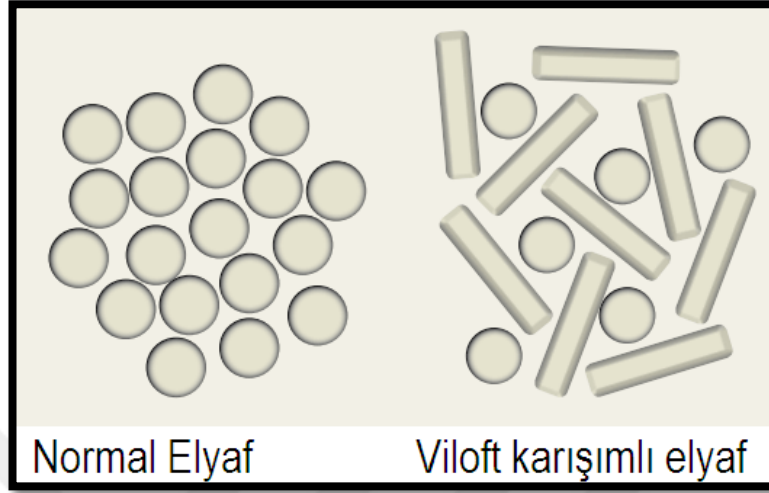
2.3.2.8.5. Micromodal

Mikromodal (micromodal), inanılmaz yumuşaklığı ve çekmeye karşı direnci ile öne çıkan özel bir modal rayonu türüdür. Bu tip modal aynı zamanda mükemmel bir nem emici profile sahiptir, bu da onu iç çamaşırı ve çeşitli spor giyim türleri için popüler bir seçim haline getirmektedir. Mikromodal nemi pamuğa göre daha hızlı absorbe etmekte ve daha hızlı dışarı atmaktadır. Dolayısı ile çabuk kuruma özelliği ve nem transferi çok iyidir. Birçok yıkamadan sonra bile parlak ve yumuşak kalabilmektedir (www.tekstilsayfası.blogspot.com 2020).

2.3.2.8.6. Viloft

Viloft elyafı modifiye viskon olarak bilinmekte olup özellikle polyester gibi elyaflarla karışım halinde kullanıldığında iplik içerisinde hava boşlukları oluşturduğu için kumaşların termal özelliklerini iyileştirmeye yardımcı olmaktadır. Karışımında viloft oranının artmasıyla patlama mukavemetinin düştüğü görülürken boncuklanma için viloft

oranının artmasının anlamlı bir etkisinin olmadığı görülmüştür (www.tekstilbilgi.net 2021).



Şekil 2.7. Viloft karışımı ipliklerin lifler arasında daha büyük boşluklar oluşturmaları (www.tekstilbilgi.net 2021).

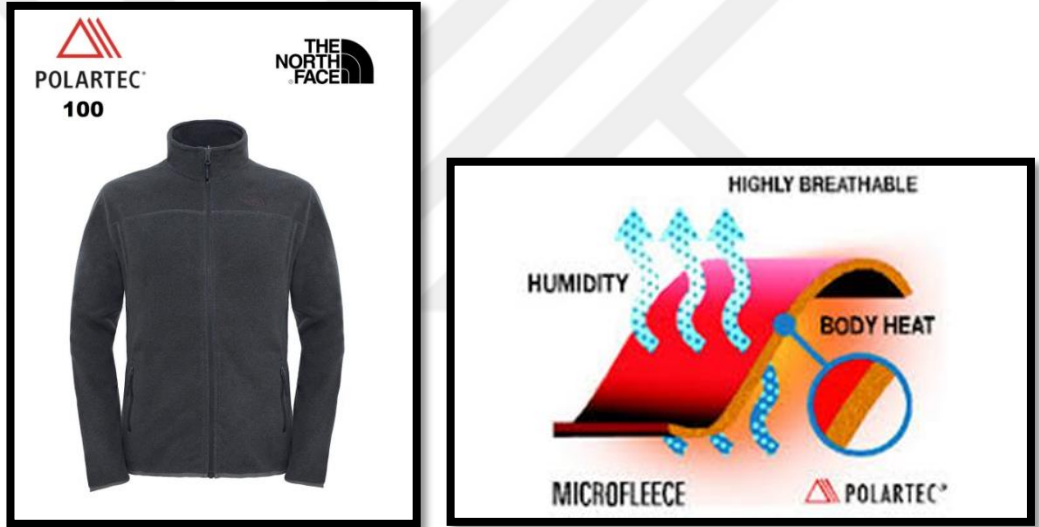
2.3.2.8.7. Coolmax

21. yüzyıl elyaflarından biri olan Coolmax insan vücudunda meydana gelen terin, özel 4 kanallı fiber yapısı ile, çok hızlı bir şekilde dışarı atılmasını sağlayarak, vücudun terleme için daha az enerji harcamasına neden olan bir kumaş teknolojisidir. Çok çabuk kuruma özelliğine sahiptir. Buharlaşmayı kolaylaştırır ve nefes alabilirlik özelliği sağlar. Serin tutar. Terin dışarıya atılması insan vücudunu yorucu etki yapar ve enerji gerektirir. Kolay buharlaşma ise vücudun terleme için daha az enerji harcamasını sağlar. Coolmax'ın nefes alabilirliği ve kolay kuruma özelliği sayesinde vücut terleme ile konforundan bir şey kaybetmez. Bakımı kolaydır, çamaşır makinesinde yıkanabilmektedir. Diğer fiberlerin aksine, Coolmax lifleri yuvarlak değildir. Yivler dişler boyunca uzunlamasına uzanan kesiti ile hafifçe dikdörtgen şeklindedirler. Tetrachannel veya hexachannel tarzında üretilen lifler, nem / sıvının deriden hızlı bir şekilde çekilmesini sağlar. Nem, bu kanallar vasıtasıyla kumaştan uzaklaşır ve daha büyük bir buharlaşma oranı için daha geniş bir yüzey alanına yayılır (www.tekstilbilgi.net 2021).

2.3.2.9. Soğuk İklim Giysilerinde Kullanılan Kumaş Teknolojileri

2.3.2.9.1. Polartec

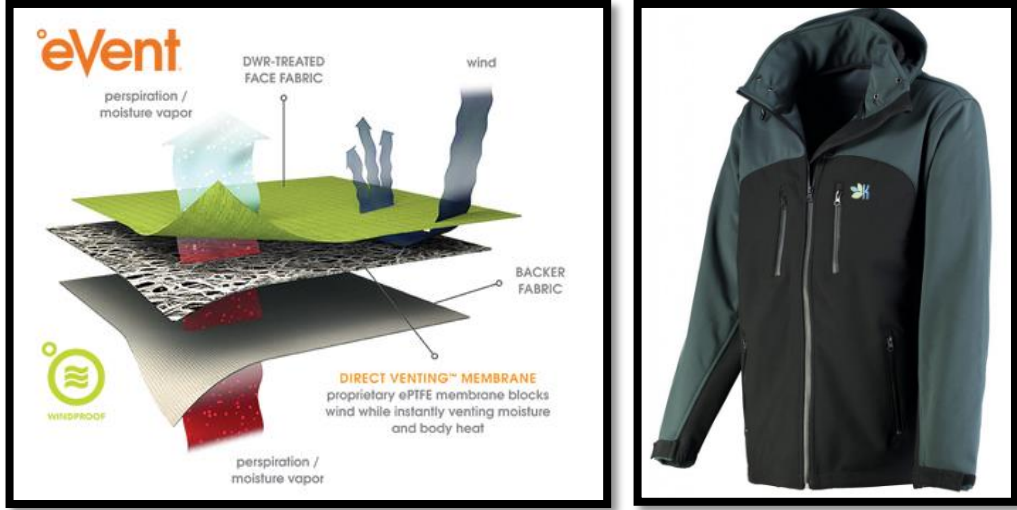
Polartec Fleece çeşitli spor dallarında uğraşan sporcular tarafından ülkemizde ve dünyada tercih edilen bir yalıtım kıyafetidir. Polar kumaşı polyesterden üretilir. Polar kumaşı yüzey haline getirildikten sonra, fırçalama işleminden geçirilir. Kumaşın canlılığını oluşturmak için bazı durumlarda yün, kenevir ve/veya ipek doğal lifler eklenebilir. Plastik su şişeleri gibi geri dönüştürülmüş plastikler ile de üretimi yapılmaktadır. Bu durumda ucuz olmasına ilaveten çevre dostu bir avantaj sağlar. Genellikle soğuk iklim kıyafetlerinde orta katmanda başka malzeme ile kombine edilerek kullanılır. Şekil 2.7.'de Polartec mamül ürün ve teknik olarak kumaş yapısı gösterilmiştir.



Şekil 2.8. Polartec kumaş yapısı (www.bandana-tr.com2016)

2.3.2.9.2. Softshell

Kumaşın dış yüzeyi su geçirmez, iç yüzeyi ise polardır. Rüzgâra ve suya dayanıklıdır, ayrıca sıcak ve nefes alabilir özelliktedir, bu özelliklerin tümü onu ideal bir dış kumaş veya diğer giysilerle birlikte giymek için mükemmel kılar. Softshell'in ek avantajı, sıcaklık sağlamasına rağmen aşırı hacimli olmaması ve yine de esnek olmasıdır. Soğuk iklim giysilerinin dış katmanında kullanılır. Şekil 2.8.'de Softshell kumaşın kullanıldığı mamül ürün ve teknik olarak kumaş yapısı gösterilmiştir (www.bandana-tr.com 2016).



Şekil 2.9. Softshell kumaş yapısı (www.empressmills.com 2015)

2.3.2.9.3. Gore-Tex®

Gore-tex su geçirmezdir. Ayrıca nefes alabilen bir membran türüdür. The North Face, Marmot, Mammut, ArcTeryx, Patagonia, Bestard, Chiruca gibi firmalar Gore firmasından membranlı kumaşları satın almaktadır. Kendi ürünleri ile birleştirip kullanırlar. Gore - Tex kumaş yapımı aşamasında kullanılan temel malzemeler genellikle termo-mekanik yöntemle üretilmiş politetrafluroetilen (PTFE) ve fluropolimer bazlı ürünlerden oluşmaktadır. Şekil 2.9.'da Gore-Tex membranının kullanım alanları ve birleştirilen kumaşların teknik yapısı gösterilmektedir (www.empressmills.com 2015).



Şekil 2.10. Gore-tex membran ile birleştirilmiş kumaş katları (www.outdoorhaber.com2019)

2.3.2.9.4. Cordura®

Cordura, elyaf ve polimer üreticilerinden biri olan Invista'nın geliştirdiği tescilli bir üründür. Uzun süre dayanacak şekilde üretilen orijinal dayanıklı Cordura kumaş, aşınmaya karşı mükemmel direnç ve mükemmel yırtılma mukavemetine sahiptir. Su iticidir. Kumaş, %100 tekstüre naylon 6.6 filamentlerden hava jetli dokuma makinelerinde dokunur. %100 pamukla kıyaslandığında 2,5-3 kat hızlı emilim ve 1,5-2 kat daha hızlı kuruma özelliklerine sahiptir. Genellikle dış katman olarak kullanılır. Şekil 2.10.'da Cordura kumaşın dış yüzey yapısı büyüteç yardımı ile gösterilmiştir.



Şekil 2.11. Cordura kumaşı (www.batidokuma.com 2016)

2.3.2.9.5. Smartwool®

Smartwool kumaşı, özel terbiye işlemi gören merinos yününden elde edilir. Merinos yünü, ısıyı lifleri arasında hapseden, aynı ağırlıktaki sentetik kumaşlardan daha sıcak hale getiren doğal bir çatıya veya havadarlığa sahiptir. Smartwool'un yünü terbiye işleminden sonra çekmeye, kokuya ve bakterilere karşı dirençli hale getirilir. Orta veya iç katman olarak kullanılır (www.smartwool.com 2015).



Şekil 2.12. Smartwool ceket örneği (www.smartwool.com2015)

2.3.2.9.6. 3M™ Thinsulate™

Çok ince (15 mikrometre), sentetik liflerden üretilen kumaştır. Bu son derece ince lifler, nemin dışarı çıkmasına izin veren ısıyı hapseden bir kumaş oluşturmak için yüksek yoğunlukta dokunmuştur. Thinsulate, aleve dayanıklı, tüysüz, esneme, ısı yalıtımı, nem fitilleme gibi farklı özelliklere sahiptir. Orta katman olarak kullanılır. Şekil 2.12.'de 3M™ Thinsulate™ kumaşın teknik yapısı gösterilmiştir (www.3m.com 2018).



Şekil 2.13. 3M™ Thinsulate™ kumaş yapısı (www.3m.com2018)

2.3.2.9.7. Futurelight™

The North Face™ tarafından geliştirilmiş 3 katmanlı kumaştır. Futurelight, sert bir dış kumaş ile yumuşak bir astar arasına sıkıştırılmış su geçirmez ve nefes alabilen bir membrandan oluşan üç katmanlı bir kumaştır. Membran nano-dokuma teknolojisiyle 200.000'den fazla küçük delik kullanılarak üretilir. Bu delikler dakika başına kübik kadem ile ölçülen daha yüksek seviyede hava geçirgenliği sağlar. Lifler arasındaki boşluklar suyun nüfuz etmesi için çok küçük, ancak terden çıkan buharın çıkması için yeterince büyüktür.



Şekil 2.14. Erkek Dryzzle Futurelight™ Mont (www.thenorthface.com.tr 2018)

2.3.2.9.8. Windstopper

Windstopper kelime anlamı olarak rüzgarlık anlamına gelmektedir. Bu üründe bulunan özel olarak üretilmiş rüzgâr geçirmez membran zar sayesinde vücudunuzun maruz kaldığı rüzgârdan korumaktadır. Rüzgârı geçirmezken içeriden atılan teri vücudunuzdan uzaklaştırarak insan derisine en yakın materyal olarak görev yapar. Rüzgâr geçirmezken nefes alan bir özelliğe sahiptir. Gümüş içeriği sayesinde % 100 antibakteriyeldir, ter kokusunu ve bakterileri yok eder. Rahatsızlık vermez. Yüksek esneme kabiliyetiyle kişiye hareket özgürlüğü kazandırır. Materyal içeriği: dış kısım %100 Polyester Windstopper Membran, İç Elastik Kısım: %92 Polypropylene %8 Elastane şeklindedir. Genellikle bisiklet sporu ile ilgilenenlerin tercih ettiği bir üründür (www.textilelearner.com.tr 2019).



Şekil 2.15. Windstopper rüzgâr geçirmez termal içlik tişört (www.ersinoutdoor.com 2021)

2.3.2.9.9. Marmot Precip

PreCip Ceket çevreye duyarlı ve yüksek performanslı yeni nesil bir giysidir. Oldukça hafiftir. PreCip su geçirmez ve nefes alabilen bir yapıya sahiptir. PFC (Per florokimyasalları veya Perflorlu bileşikler, temizlik ve kişisel bakım ürünleri üretiminde; su, kir ve yağa dayanıklı tekstil ürünleri üretiminde ve su, kir ve yağa dayanıklı deri ürünleri üretiminde kullanılan bir madde) içermeyen Marmot NanoPro™ geri dönüştürülmüş naylon yüz kumaşı, mikro gözenekli kaplamaya sahiptir ve bu sayede dayanıklıdır. Tasarım olarak diğer soğuk iklim kıyafetlerinden farklı olarak katlanıp cep içerisine veya çantaya kolaylıkla sığdırılabilir. DriClima™ astarlı çene koruması, sürtünmeyi önlemeye yardımcı olmak için nemi emer. Ürün özelliklerine bakılacak olursa; %100 bantlı dikişlere sahiptir, ürün ağırlığı ort 293.1g'dir. Ana kumaş ise %100 geri dönüşümlü naylondan elde edilmektedir (www.textilelearner.com.tr 2019)



Şekil 2.16. Marmot precip eco su geçirmez erkek ceket (www.marmot.com 2021).

2.3.2.10. Soğuk İklim Giysilerinde Kullanılan Dolgu Malzemeler

2.3.2.10.1. Kaz Tüyü

Kaz tüyü doğal protein lifleri grubundadır. Tüy yapısı hacimlidir. Deformasyona karşı yüksek oranda geri dönüş gösterir. Düşük termal iletkenliğe sahiptir. Isıl yalıtım özellikleri gayet iyidir. Kaz tüyü Şekil 2.14'te gösterildiği gibi iki yapıda değerlendirilmektedir. Sırt tüyü; Kazın sırt bölgesinden elde edilir ve geniş ve uzun yapıdaki tüylerdir. Giyim sektöründe kullanılacak olduğunda gıdık tüyü ile karıştırılarak kullanılmalıdır. Gıdık Tüyü: Kazların göğüs ve boyun tüylerinden elde edilen küçük tüylerdir. Genellikle montun içine dolum yapılır bu sayede -40 C'ye kadar sıcaklıklarda koruma sağlarlar. Az elde edilen bir malzemedir bu sebeple oldukça kıymetlidir (Dirgar 2017).



Şekil 2.17. Kaz Tüyü (montdolumu.com 2015)

2.3.2.10.2. Boncuk Elyaf

Mont imalatı ve mont dolumunda kullanılan bir malzemedir boncuk elyafı. Kaz tüyü ile kıyaslandığında daha düşük maliyetlere sahiptir ancak daha iyi hacim kazanma yetenekleri vardır. Şekil 2.15'te boncuk elyafın yapısı gösterilmektedir.



Şekil 2.18. Boncuk Elyaf (montdolumu.com 2015)

2.3.2.10.3. Mikro jel Elyaf

En son teknolojinin ürünü olan mikro jel dolgu, elyafın hava almayan platformlar içerisinde özel makinalar ile ekstra inceltme işleminden geçirilmesiyle elde edilir. Böylece mikro jel kaz tüyüne yakın bir hafiflik kazanır ve elyaf hücreleri arasında oluşan hava kanalları sayesinde maksimum hava dolaşımı sağlanır. Şekil 2.16’da mikro jel elyafın yapısı gösterilmektedir.



Şekil 2.19. Mikro jel elyaf (montdolumu.com 2015)

Mikrojel elyaf yapısı gereği yıkama sonrası topaklanma yapmaz. Mikrofiber iplik teknolojisi ile geliştirilen bu elyaf türü, daha uzun süre kullanılan yastık, kapitone yatak ve döşeme kaplama gibi alanlarda tercih edilir. Nano elyafa göre daha yumuşak bir his verir ve bu yumuşaklık hissi uzun süre devam eder bu özellikleri ile soğuk iklim kıyafetlerinde uygulanabilirliği denenmiştir (montdolumu.com 2015).

2.3.2.11. Soğuk İklim Giysilerine Uygulanan Testler

Shaker (2018)’de yapmış olduğu çalışmalar neticesinde yayınladıkları makalede soğuk iklim koşullarında dikkate alınması gereken temel özellikleri şu şekilde sıralamıştır:

- Isıl Dayanım: Malzeme katmanlarının soğuk havaya karşı yalıtma özelliğini ifade eder.
- Isı Yalıtımı: giysinin soğuk havaya karşı yalıtım özelliğini ifade eder.
- Buharlaşma direnci: Malzemenin nefes alabilirliğini, direnci düşürmesini, daha fazla nefes alabilirliği ifade eder.

- Hava Geçirgenliği: Genel olarak rüzgâra karşı koruma olarak tanımlanır.
- Su girişine karşı direnç: Soğuk koruyucu giysilerde isteğe bağlı olarak malzeme ve dikişin su girişine karşı direncini belirleyen bir özelliktir.
- Yırtılma mukavemeti

2.3.2.12. Soğuk Koruyucu Giysiler İçin Ulusal ve Uluslararası Standartlar

- EN 342: Soğuğu $<-5^{\circ}\text{C}$ 'lik etkilerine karşı koruyucu giyeceklerin performansına yönelik gereklilikleri ve test yöntemlerini açıklamaktadır. Bu standartta baş, el veya ayak koruması için özel bir gereklilik yer almamaktadır.
- EN 511: -50°C ' ye kadar soğuk havalardan korumak için eldivenler için gereksinimleri ve standartları belirtir.
- TS EN 343: Yağmura karşı koruma standardıdır. Malzemeler ve dikişler için yağmura, sise vb. karşı test yöntemlerini belirtir.
- EN 14058: Soğuğa karşı koruyucu giysi standardıdır. Soğuğu $\geq -5^{\circ}\text{C}$ 'lik bir sıcaklık olarak tanımlar.
- TS EN ISO 13688: Kişisel Koruyucu ve Oyun Alanı Donanım Teknik Komitesi
- TS EN ISO 811: Su penetrasyonuna karşı dayanım tayini- Hidrostatik basınç testi
- TS EN ISO 4920: Kumaşlarda yüzey ıslanmasına karşı direncin tayini
- TS 391 EN ISO 9237: Kumaşlarda hava geçirgenliğinin Türk Standartları ile tayini
- ASTM - D737: Tekstil kumaşlarının hava geçirgenliği için Amerikan test yöntemi.
- TS EN ISO 11092 : Su buharına karşı koyma direnci tayini
- TS EN ISO 11092: Isıl direnç tayini
- TS EN ISO 11092: Alembeta termal iletkenlik değeri tayini

2.4. Atık Yönetimi

Çevre kirliliği ülkemizdeki en önemli sorunlardan biri durumundadır. Atıkların yeniden kullanılması, hammadde veya yararlı ürün olarak geri kazanımı, geri dönüşümü ve çevre kirliliğine yol açmayacak şekilde bertaraf edilmesi hususunda çalışmalar yapılmaktadır.

Doğal kaynakların hızlı bir şekilde tüketilmesinin önüne geçilmesi gerekmektedir. Bu doğrultuda üretilen atıkların çevre ve insan sağlığı için bir tehdit olmaktan çıkarılması gerekmektedir (www.sayistay.gov.tr2012). Bu tehditler neticesinde geri kazanım tabiri

Ülkemizde ve dünyada oldukça ilgi görmeye başlamıştır. Geri kazanım; atıkların fiziksel ve kimyasal özelliklerinden yararlanılarak içindeki bileşenlerin fiziksel, kimyasal veya biyokimyasal yöntemler kullanılarak farklı ürünlere veya bir enerji türüne çevrilmesidir (www.cygm.gov.tr2012).

Tekstil sektöründe geri kazanım konusunu alt başlık olarak inceleyecek olursak, tekstil sektöründe maml ürün olarak en çok konfeksiyon aşamasında atık meydana gelmektedir. Bu kısımda ortaya çıkmış olan atıklar, kumaş top başları ve sonları, pastal kesiminde ortaya çıkan kırıntılar, kumaş toplarının boyahaneden getirilirken kirlenmemesi için kullanılan paketleme naylonları ve topun iç kısmında bulunan rolik, kesimden kaynaklanan kumaş tozları, dikiş ipliği gavataları, overlok atıkları, dikiş ipliği ve hatalı kumaş parçalarıdır (Güngör ve ark. 2009).

Atık malzemelerin kullanımıyla oluşturulan yeni malzemeler hem çevresel hem de ekonomik açıdan yarar sağlamaktadırlar (Aral ve ark. 2009). şekil 2.17’de konfeksiyon aşamasında meydana çıkan tekstil üretim atıkları, şekil 2.18.’de bu atıkların açılma prosesi, şekil 2.19.’da açılan elyaflardan elde edilen ara ürün örnekleri ve şekil 2.20’de bu ara ürünler ile elde edilen maml ürünlere örnekler verilmiştir.



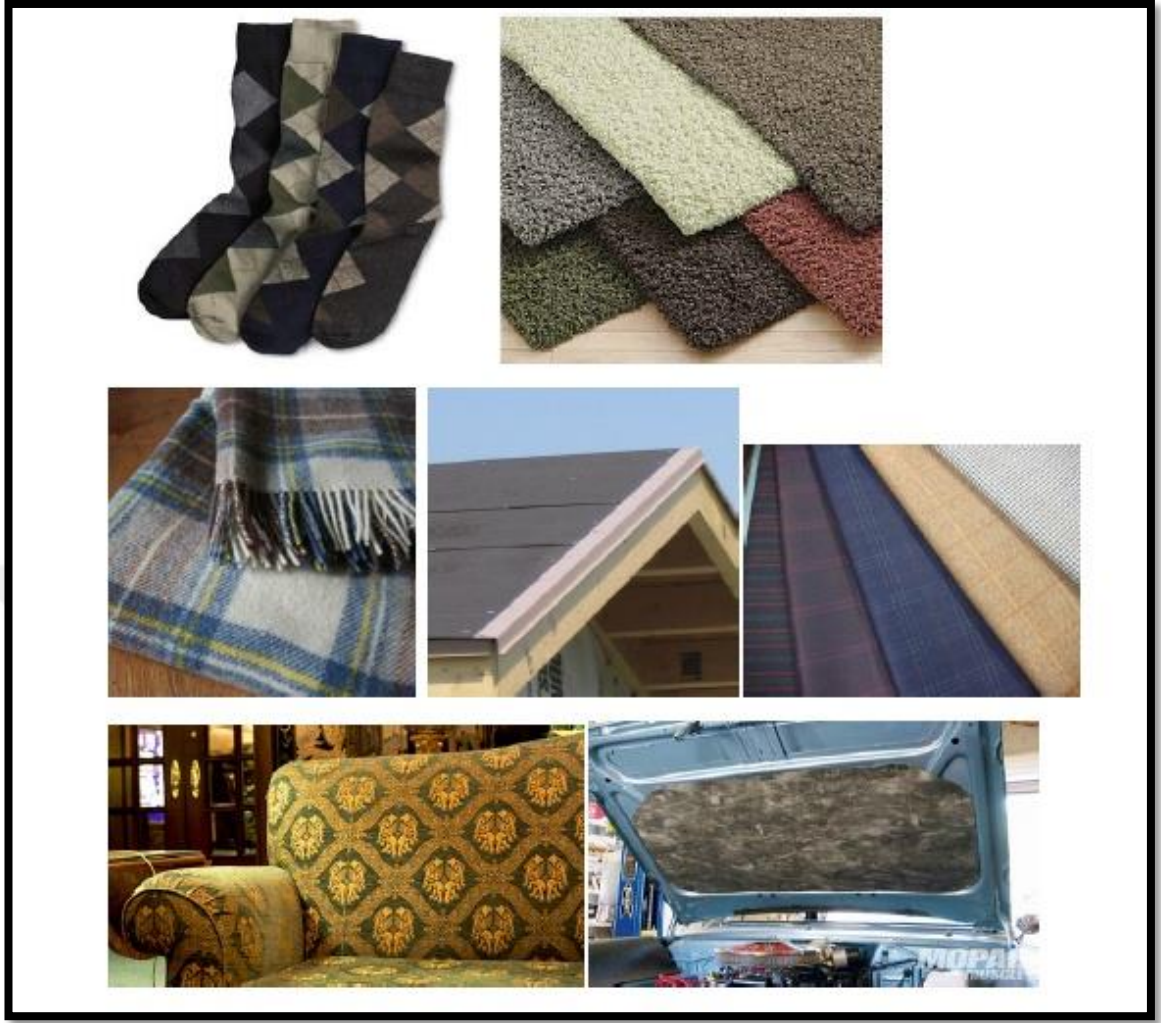
şekil 2.20. Tekstil retim atıkları (telef) (Altun 2016)



Şekil 2.21. Atıkların açılma prosesi (Altun 2016)



Şekil 2.22. Ara ürün örnekleri (Altun 2016)



Şekil 2.23. Son ürün örnekleri (Altun 2016)

Aral ve ark. (2009) ‘da yapmış oldukları çalışmada polipropilen çuval atıklarının kullanıldığı çalışmada elde edilen malzemelerin ucuz olduğu ve dış ortamda kullanılan odun esaslı benzer plakaların yerini alabileceğini vurgulamışlardır.

2.5.Laminasyon Prosesleri

Laminasyon ve kaplama prosesleri, kumaşlara fonksiyonel özellik kazandırmak amacı ile ayrıca kullanım alanlarını arttırmak maksatları ile uygulanan tekniklerdir. Dış etkenlerden korunması maksadı ile üretilmiş kaplanmış ve lamine edilmiş kumaşlar zirai tekstillerden medikal tekstillere, inşaat tekstillerinden koruyucu kıyafetlere kadar birçok kullanım alanında kendine yer bulmuştur (Bulut ve ark. 2015).

Temel olarak kullanım alanları; giysilik ürünler, giysilik dışı kullanım alanına sahip olan ürünler, suni deri, inşaat tekstil ürünleri, hava yastığı, halı kaplamaları, oto iç döşemeleri uygulamaları gibi yüksek teknolojiye sahip olan ürünler, koruyucu ve kamuflajlı giysiler, polimer kaplı kumaşlar olarak değerlendirilebilir (Bulut ve ark. 2015). Laminasyon işlemi, kumaş ve materyali kompozit bir malzeme oluşturmak için birleştirme prensibine dayanır. Laminasyon işlemi sonrasında zemin kumaşı da dahil olmak üzere 2 veya daha fazla katmandan oluşan yapı elde edilmektedir. Laminasyon işleminde kullanılan çok çeşitli teknikler ile farklı yapılarda yapıştırıcı maddeler de vardır. Kumaş ile film arasında iyi bir yapışma kuvvetini oluşturmak için, tümüne uygun yapıştırıcı maddeleri kullanmak gerekmektedir. Laminasyonda kullanılan yapıştırıcılar genellikle su bazlı, solvent bazlı ya da katı veya jel halindedir. Sıcakta eriyik halde bulunan bu maddeler film, granül, toz ya da jel halinde üretilmektedirler. Bu maddeler polyolefin, poliüretan, polyester, polyamid ya da farklı polimer veya kopolimerlerin bileşimi olabilmektedir (Fung 2002).

2.5.1. Laminasyon Teknikleri

2.5.1.1. Alevli Laminasyon

Alevli laminasyon tekniği genellikle oto koltuk döşemelik kumaşlarının üretilmesinde kullanılmaktadır. Yüzey kumaş, poliüretan köpük ve alt taban kumaşı laminasyon için makineye beslenir ve sonunda üç materyal birleşmiş olarak çıkmaktadır. Yalayarak yüzeyi geçen alev yüzeyde bulunan köpüğü eritmektedir. Bu işlem sırasında köpük kumaş yüzeyi kaplar ve yapıştırıcı olarak işlev görür. Dengeli ve gereken miktardaki köpükten biraz daha fazlasının kullanımı yanan köpük miktarını sabitler. Bu yöntemle esnek lamine kumaşlar üretilmektedir. (Bulut ve ark.2015).

2.5.1.2. Sıcak Eriyik Laminasyon

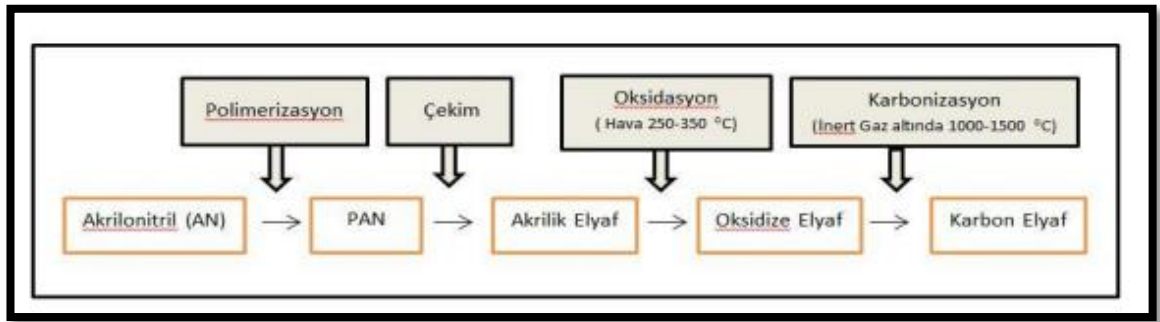
Sıcak eriyik laminasyonda, ara kısımda sıcakta eriyen yapıştırıcı bir film, ağ formunda ya da toz şeklinde olacak şekilde iki materyal birleştirilmektedir. Daha sonra bu yapı sandviç formuna getirilir. Bu materyaller, materyalleri ısıtan ve lamine oluşturacak yapıştırıcı maddeyi eriten silindirlere sıralı bir şekilde beslenmektedir. Besleme silindirleri elektrik ile ısıtılır ve materyaller ısıyı makineden alırlar. Fakat aynı zamanda ısı çevreye de yayılmaktadır. Sıcak eriyik laminasyonlarda görülen önemli problemlerden biri yapışkan

olan maddenin ikinci materyalle temasından öncesinde kolay ve hızlı bir şekilde soğuması ve yapışkanlıklarını kaybetmesidir (Bulut ve ark. 2015).

2.6. Karbon Elyaf

Karbon elyaflar, yüksek mukavemetli malzemelerin yeni bir türüdür. Karbon elyaflar, ağırlık olarak en az %90 oranında karbon içermektedir. Edison'un elektrik lambalarında kullanılmak üzere karbon filamentlerin üretim prosesi için patent aldığı 1879'dan yaklaşık 80 yıl sonra ticari olarak piyasaya sürülmüştür. Genellikle PAN, zift ve rayonun kontrollü bir şekilde ısıtma ve germe işlemiyle pirolizi sonucu sentezlenir.

Karbon elyaf üretimi için uygun elyaflar, birinci aşamada oksijenli ortamda 200-400°C sıcaklık aralığında gerilerek oksidasyon işlemi yapılmaktadır, arkasından 800-1.600°C aralığında oksijensiz ortamda lif içerisinde bulunan hidrojen, oksijen, azot ve diğer karbon dışı elementler lif yapısından uzaklaştırılmaktadır. Böylelikle lifin karbonizasyonu gerçekleştirilmektedir. Karbon elyafların belirli bir kristallik derecesine ulaşmaları için, karbonizasyon işlemi sonrası, sıcaklık artırılarak 2300-3000°C gibi daha yüksek bir sıcaklıkta grafitizasyon yapılabilir. PAN'dan, karbon elyaf elde edilmesini gösteren basitleştirilmiş proses akışı Şekil 2.24'de verilmiştir. Elde edilen karbon elyafların sahip olduğu fiziksel özellikleri; kristal dağılımlarını, karbon içeriklerini ve moleküler yönelimlerini belirleyen faktörler karbonizasyon derecesine bağlıdır (Gülcan 2019).



Şekil 2.24. PAN'dan karbon elyaf üretiminin şematik gösterimi (Anonim 2013)

1960'lı yıllarda ticari olarak üretimine başlanmıştır. Havacılık endüstrisinin, özellikle de askeri uçaklar için daha iyi ve hafif malzeme ihtiyacını karşılamak üzere kullanılan karbon elyaflar, günümüzde ise mühendislik, sivil havacılık, otomotiv sektörü, kimya

sanayi, savunma sanayi, nükleer enerji santralleri, inşaat alanı, spor, denizcilik ve ulaştırma pazarlarında uygulamalar bulmaktadır.

Karbon elyafların en büyük dezavantajları ise yüksek maliyetleridir. Lifteki eksen boyunca karbon liflerinin dayanım, elektrik iletkenliği ve termal iletkenliği yüksek olmalarına rağmen, enine doğru lif özelliklerinin, eksenel olanlardan daha düşük olduğu tespit edilmiştir.

Karbon elyaflar, lif yapısına ve kristallik oryantasyon derecelerine göre Çizelge 2.1'deki gibi genel olarak ultra yüksek modüllü (UHM), yüksek modüllü (HM), orta modüllü (IM), yüksek gerilme dayanımlı (HT) ve izotropik karbon lifleri olarak sınıflandırılmaktadır. UHM ve HM karbon elyafları yüksek oranda grafitlenmiş ve yüksek bir modül ile karakterize edilen elyaf grubundadır.

Çizelge 2.1. Karbon elyafın lif yapısına göre sınıflandırılması

Karbon Elyaf Tipi	Isıl İşlem Sıcaklığı (°C)	Kristal Oryantasyonu	Uzun Mesafe Durumu	Sınıfı
Tip 1 Yüksek Modül	>2000	Genellikle lif eksene paralel	Çok	UHM HM
Tip 2 Yüksek Gerilim	~1500	Genellikle lif eksene paralel	Az	UM HT
Tip 3 İzotropik	<1000	Rastgele	Çok az	İzotropik

Karbon elyaf tekstil dünyasına girmeden önce hafiflik, dayanıklılık, yanmazlık gibi etkileri sebebi ile birçok sanayi alanında kullanılmaktaydı. Günümüzde ise karbon elyafın imalat süreçlerinin daha basit bir hale gelmesi ve maliyetlerin düşmesi gibi etkenler ile ayrıca tekstil dünyasının konvansiyonel tekstillerden teknik tekstillere dönüşümü gibi sebepler ile teknik tekstiller gibi birçok uygulama alanında kendine yer bulmuştur.

Konu ile İlgili Yapılan Bilimsel Çalışmalar

Soğuk iklim ve katmanlı yapıdaki kıyafetlerin geliştirilmesi, ergonomik ve termal testler yönü ile kıyaslanması üzerine yurt içinde ve/veya yurtdışında birçok akademik çalışma yapılmıştır.

Wang ve ark. (2021) yılında yapmış oldukları çalışmalarda 2 veya 3 katmanlı yapılarıdaki katman yapısının kalınlığının ve yapı içerisindeki gözeneklilik durumunun soğuk iklim performanslarına etkinliğini incelemişlerdir. Yapılan deneysel çalışmalar sonucunda katman kalınlığının artmasının soğuk iklim kıyafetlerinde optimum noktaya kadar performans artışı optimum noktasından sonra performansa bir etkisinin olmadığını tespit etmişlerdir. Burada yapı içerisinde ki gözeneklilik durumu ve kalınlığın birbiri ile eş zamanlı optimum seviyede bir matematiksel model tasarlanarak kıyafetlerin tasarlanmasının uygun olacağı değerlendirilmiştir (Wang ve ark. 2021).

Howie ve Rabey (2017) soğuk iklim kıyafetlerinde yapmış oldukları deneysel çalışmaları analiz yöntemleri ile değerlendirmiştir. Soğuk iklim kıyafetlerinde birçok parametrenin aynı anda kontrol edilmesi gerektiğini savunan araştırmacılar, bu kıyafetlerde daha etken olan konuların kalınlık, kullanılan liflerin özgül ağırlığı, kumaşın sertliği, özgül ısı ve katmanlar içerisindeki boşluk yapılarının olduğunu savunmuşlardır. Isı direnci, nem transferi gibi etkenlerin en iyi seviyede olabilmesi için katmanlar arasındaki hava boşluklarının 8-17 mm arasında değişen bir boşluk seviyesinde olması gerektiğini vurgulamışlardır. Bu çalışmada rejenere selüloz bambu elyafı polyester membran ile kaplanmıştır ve dış katman olarak kullanılmıştır, polyester membran hava koşullarından, rüzgardan bariyer etkisi sağlarken bambu elyafı nem transferini gerçekleştirmiştir. Orta katmanda ise faz değiştiren PCM mikro kapsüller kullanılmıştır, belirli bir etki ile ortaya çıkan bu PCM'ler ihtiyaç duyulması halinde kullanılarak içeride ısının hapsedilmesini sağlamıştır, bu çalışmada 8mm'lik bir hava boşluğu yaratılmış ve iç katmanda da pamuktan elde edilen vücuda temas eden bir doğal liften elde edilmiş kumaş yapısı kullanılmıştır. Bu çalışmada tüm parametrelerin optimum değerleri bulunarak uygun bir hava boşluğu yaratılması ile beraber yeni tipte soğuk iklim kıyafetlerinin geliştirilbileceği görülmüştür (Howie ve Rabey 2017).

Bilgi (2010) yüksek lisans tezi çalışmasında özel apre tekniklerinin askeri kumaşlar üzerindeki performans etkisini incelemiştir. Bu çalışmada birden fazla kumaş tipi üzerinde aynı apre uygulamalarının kumaş tipine göre gösterdiği tepkilere bakıldığında, Buradan Ribstop iç ve dış yüzeyinde çok farklı bir görülmemiştir. Dıştan yapılan deneysel çalışmalarda çok az bir artış gözlenmiştir. Dış yüzeyinde bulunan baskı bunun sebebi olarak düşünülmüştür. İç yüzeyinde yani tene temas eden tarafta herhangi bir

apre maddesinin bulunmaması ise bu sonucu doğurduğu değerlendirilmiştir. Ribstop kumaşta 3dry kumaşın dış yüzeyine yakın sonuçlar elde edilmiştir. 3xdry örme kumaşta ise oldukça yüksek sonuçlar çıkmıştır. Bunun en büyük sebebi olarak da örme kumaşların doku yapısının dokumalara göre çok daha seyrek olduğu değerlendirilmiştir. İkinci önemli sebepte yine bu örme kumaşın dış yüzeyine uygulanan apre maddesinin dokuma kumaşa uygulanan aprenin özelliklerine çok yakın özellikler göstermiş olmasıdır. Sonuç olarak kumaşların daha hidrofilik bir yapı gösteren yüzlerinde yapılan deneysel çalışmalarda su buharı geçirgenliği değerleri yüksek çıkmıştır, çünkü hidrofil yapıdan su buharı hızlı bir şekilde geçebilmektedir. Kumaşlarda ter emici özelliğinin de bulunması konfor yönünden önemli bir konudur. Bu şekilde optimum giysi konforu elde edilmiştir. Kumaşların fiziksel özelliklerinin 5 yıkamaya karşı istenmesinin az olduğu, kullanılan özel aprelerin dayanıklılığından en az 20 yıkamaya karşı fiziksel özelliklerini koruması gerektiği değerlendirilmiştir (Bilgi 2010).

Xiaohong ve ark. (2005) sıfırın altındaki çok katmanlı tekstil düzeneklerinde su buharı transferinin etkinliğini incelemişleridir, bu çalışmada modelleme olarak 3 katmanlı bir kıyafet tasarlanmıştır, kıyafetin dış kısmında su geçirmezlik apresi uygulanmış PTFE bir membran kullanılmıştır, membranın dış kısmı Polyesterdir, diğer bir örnekte ise Poliüreten membran kullanılmıştır. Orta katmanlarında her iki çalışmada da polyester elyaf bariyer olarak kullanılmıştır. Her iki çalışmada da yoğunlaşmanın iç ve orta katmanda meydana geldiği tespit edilmiştir, oluşan yoğunlaşma dışarıya en dış katman vasıtasıyla atılması gerekmektedir, bu durumda katmanlı yapılarda en dış katmanın nemi dışarıya kolayca atabilecek yapıda tasarlanması gerektiği değerlendirilmiştir (Xiaohong ve ark 2005).

Kasturiya ve ark. (1999) soğuk havalarda koruyucu giysilerin sistem tasarımı şeklinde olması gerektiğini yapmış oldukları deneysel çalışmalarda değerlendirmiştir. Kasturiya ve arkadaşları soğuk iklim kıyafetlerinin yalnızca kıyafetin yapısı ile ilgili değil, fiziksel, fiziko-mekanik ve psikolojik parametrelerin de soğuk iklim kıyafetleri tasarlanırken dikkate alınması gerektiğini vurgulamıştır. Yapılan çalışmalarda soğuk iklim kıyafetlerinin kütle olarak oldukça hafif olması gerektiği değerlendirilirken, harp halinde olan askeri personellerin fiziksel rahatsızlığı ve stres durumuda göz önüne alınmıştır. Kasturiya ve arkadaşlarına değerlendirmelerine göre öncelikle katmanlı yapılarda temel

parametrenin kumaşın suyu ve karı itecek şekilde tasarlanmış olmasıdır, birincil işlev ise vücut ısının dışarı çıkışını engellemektir, hava boşlukları nefes alabilirliği ve terin uzaklaştırılmasını sağlarken dışarıdan gelen sıvıyı da içine hapsedebilir , bu durumda hava boşluğu seviyesi optimum seviyede ayarlanmalıdır (Kasturiya ve ark. 1999).

Asker ve ark. (2011) kaplama ve emdirme aplikasyonu ile üretilen melez kumaşların performanslarını inceledikleri çalışmada hastane ve askeri amaçlı olarak kullanılabilecek dokuma ve örme kumaşların fonksiyonel özellikli olarak üretilmesi hedeflenmiştir. Bu amaçla hibrit kimyasal ile kaplanan kumaşların ön yüzleri hidrofob olurken, kumaşların arka yüzleri hidrofil kalmıştır. Daha sonra uygulanan kimyasal bitim işlemi ile kumaşın hidrofil kalan kısmından, bitim kimyasal kumaşa applike edilmiştir. Böylece iki yüzü farklı özelliklere sahip, melez kumaşlar üretilmiştir. Prensip olarak kumaş fonksiyonelleştirilirken, bazı temel performans kriterlerinin de değişmemiş olması gerekmektedir. Bu nedenle kumaşlara dayanım, aşınma dayanımı, renk ölçümü ve haslık testleri uygulanmıştır. Bu testlerin sonuçları incelendiğinde melez kumaş üretim aşamalarının, numune kumaşların bu özelliklerini değiştirmedeği belirlenmiştir. Bu özellikler değişmezken, kumaşlarda istenildiği doğrultuda su iticilik, su severlik ve antibakteriyel- antifungal aktivite sağlanabilmiştir. Sonuçlar incelendiğinde, melez kumaş uygulamasının dokuma kumaşlarda, örme kumaşlara göre daha başarılı sonuçlar verebileceği tespit edilmiştir. Ayrıca dokuma kumaşlarda kendi içinde incelendiğinde, kalın ve yüksek gramaja sahip kumaşlarda melez aktivitenin daha kolay elde edilebileceği kanısına varılmıştır (Asker ve ark. 2011).

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Hollow Fiber, Mikrojel ve Boncuk Elyaf

Çalışmalarda Çift C kesit düze kullanılarak bikomponent iplik yöntemi ile elde edilen boşluk oranı %30-35 arasında değişen hollow (içi boş lifler) ile birlikte, boncuk elyaf olarak nitelendirilen polyester elyaf ve mikrojel elyaf kullanılmıştır. Hollow fiber için polyester cipsler sıcak hava kurutma prensibine göre çalışan kurutma makinesinde 160 °C’de 6 saat kurutulmuştur. Bu çalışmada Korteks firmasından temin edilen 0,64 IV viskozite değerine sahip PET cipsler kullanılmıştır. Extruder kamara sıcaklıkları 260-265-265-265-265°C seçilmiştir. Extruder basıncı 60 bar, hava üfleme %15 ve 10 °C, spinfinish 34.4 rpm, godet sıcaklıkları P1= 0, P2 = 65, P3 = 110, P4 = 100 °C, çekim hızları P1 = 450, P2 = 1200, P3 = 1200, P4=1200 mpm, winder hızı 1220 olacak şekilde hazırlanmıştır.

3.1.2. Alüminyum Tela

Genellikle ısı yalıtımı amaçlı olarak kullanılan alüminyum malzemeler bu çalışmada tela kumaş formunda üretilerek, parka içerisinde uygulanmıştır.

3.1.3. Geri Dönüştürülmüş İplikler

İplikler, Milli Savunma Bakanlığı’nın giyim ve teçhizat ihtiyaçlarını karşılayan Kara Dikimevi Müdürlüğü’nün kesimhane bölümünde atık olarak nitelendirilen karma kumaşların geri dönüşümü ile ve TSK’nde bedelli askerlik görevlerinde kısa süreli kullanılan bedelli eğitim elbiselerinin elleçlenmesi ve geri dönüştürülmesi ile elde edilmiştir. Kullanılan iplikler %50 Pamuk %50 Polyester olup mukavemet ortalama değeri: 0,7816 N/ Tex, lineer yoğunlukları 11,1 Nm = 90 Tex, büküm değeri: 506 (Z) Tur/m dir. Pamuk kısım mekanik geri dönüşüm prensibi ile elde edilirken, polyester kısım ise termal geri dönüşüm yöntemleri ile Rieter marka Ring İplik Sisteminde elde edilmiştir.

3.1.4. Karbon Kumaş

Karbon elyaftan elde edilmiş dokusuz yüzey yapısında (keçe) formunda yanmaz ve ısı tutucu ara katman olarak kullanılmak üzere elde edilen karbon kumaş kullanılmıştır.

3.1.5. Politetrafloraetilen (PTFE) Membran

Politetrafloraetilen olarak bilinen bu malzeme farklı formlarda üretim yöntemlerine sahiptir. Bu çalışmada PTFE Sigma Aldirch firmasından sıvı solüsyon olarak temin edilmiş olup İTÜ-Membran geliştirme merkezinde numune çalışmaları yapılarak yüzey formuna getirilmiştir. Daha sonra Ritmo Supply firmasından temin edilen yapışma özelliği olan bir film ile hotmelt laminasyon yöntemi kullanılarak birleştirilmiştir. Çalışmalarda ara katman olarak kullanılmıştır.

3.1.6. Polyester (PES) Membran

Polyester olarak bilinen bu malzeme farklı formlarda üretim yöntemlerine sahiptir. Bu çalışmada hammadde olarak kullanılan Pes Membranlı kumaş Rayon Tekstil firmasından çalışmalarda kullanılmak üzere direk olarak temin edilmiştir. Kumaşın dokusu 1/1 bezayağıdır, gramajı 180 gr/m²'dir.

Hotmelt Laminasyon Makinesi

PTFE membranlı soğuk iklim dış kumaşlarının yapıştırma işleminde kullanılmıştır. 190-220 °C sıcaklık aralıklarında çalışılmıştır. Dakikada ortalama 8-10 metre kumaş geçiş hızı ile düşük hız olarak nitelendirilen hız kademesi ile çalışılmıştır.



Şekil 3.1. Hotmelt laminasyon makinesi

Bilgisayarlı Kalıp Hazırlama

Belirlenen numune çalışmaları için modellere ait kalıpların hazırlanması için Inventex programı kullanılmıştır. Dijit işlemi ile ana kalıplar çıkartılmış ve bilgisayar ortamına aktarılarak düzenlemeler yapılmıştır.



Şekil 3.2. Kalıp hazırlama ve dijit işlemleri

Dikiş Makineleri

Soğuk iklim parkası dikiş işlemlerinde aşağıdaki makinalar kullanılmıştır.

- Overlok Makinesi
- Düz Dikiş Makinesi
- Reçme Makinesi
- İlik makinesi
- Düğme Makinesi
- Çift İğne Makinesi
- Ütü ve Paskara Makinesi



a)



b)



c)



d)

Şekil 3.3. Numune üretimlerinde kullanılan dikiş ve ütü makineleri a) Brother marka yarı otomatik düz dikiş makinesi b) Brother marka overlok makinesi c) Juki tam otomatik çift iğne dikiş makinesi d) Malkan ütü paskara

3.2.Yöntem

Bu çalışmada, TSK- Kara Kuvvetleri Komutanlığı'nda görevli askeri personelin soğuk iklim bölgelerinde çevresel etkenlerden minimum etkilenecek çalışması için kıyafetler tasarlanmıştır. Bu kıyafetlerin mevcut yöntemlerden farklı yöntemler kullanılarak

geliştirilmesi, yenilikçi, çevre dostu yöntemler kullanılarak tasarlanması ve üretilmesi ve bu numunelerin referans numuneler ile kıyaslanarak performans, maliyet etkenleri göz önünde bulundurularak alternatif olarak ve/veya referans numunelerin yerine kullanılması amaçlanmıştır. Uygulama çalışmalarında; TSK’nde kullanılan referans materyal olarak baz alınan soğuk iklim giysilerine alternatif olarak 3 ana farklı yöntem ile 6 farklı tipte katmanlı yapılar oluşturulmuş, farklı tasarımlar ile aynı referans etkileri ve/veya daha iyi etkiler elde edilmeye çalışılmıştır.

Uygulama -1 : Referans Çalışma

Dış Katman : PTFE membranlı 3 katmanlı laminasyonlu kumaş

Membran Dış Kumaş: Polyamid 6.6

İç Katman : Isı tutucu kapitone ; Elyaf Polyester / Birleştirme Telası Polyester

Astar : Polyester

PTFE mebran, 1/1 Bezayağı, 3 katmanlı Polyamid 6.6 dış kumaş ile hotmelt yöntemi ile birleştirilmiştir. Kapitone malzeme cinsi elyafı Polyester/ telası Polyester olan ısı tutucudur. Dış katman ile birlikte toplam gramajı 528 gr / m² ‘dir.



Şekil 3.4. Referans çalışma

Uygulama -2

Dış Katman : Polyester membranlı 3 katmanlı laminasyonlu kumaş.

Membran Dış Kumaş : Polyester

İç Katman : Isı tutucu kapitone Elyaf % 40 Mikro Polyester / Elyaf % 60 Boncuk Polyester / Tela Polipropilen

Astar : Polyester

Bu yöntemde TSK'nin ihtiyaçları doğrultusunda bazı kalemlerde fason olarak imalatçılığını da yapan Bemteks firmasında; dış yapıda Pes Membran, iç yapıda %60

boncuk elyaf ve %40 mikrojel elyaf birlikte harmanlanarak üretilen doldurma elyaf sistemi ile bir kıyafet elde edilmiştir.



Şekil 3.5. Mikro jel elyaf ve pes elyaf (boncuk) ile geliştirilen numune

Uygulama -3

Dış Katman : PTFE membranlı 3 katmanlı laminasyonlu kumaş.

Membran Dış Kumaş: Polyamid 6.6

İç Katman: Isı tutucu kapitone Elyaf %30 Mikro Polyester /Elyaf 40 Boncuk Polyester / % 30 Hollow Fiber Polyester / Tela Alüminyum

Astar : Polyamid 6.6

Dokuz Eylül Üniversitesi Teknoloji Geliştirme Merkezi'nde faaliyetlerini sürdüren Teksmer Anonim şirketi bünyesinde yer alan Bikomponent İplik Makinesinde Çift C düzeler kullanılarak Hollow Fiber elyaf numuneleri elde edilmiştir. Elde edilen sonsuz filament iplikler Marmara Üniversitesi Laboratuvarlarında (1.25 ile 4.50 cm) değişen uzunluklarda kesikli elyafa dönüştürülmüştür.



Şekil 3.6. Bikomponent lif çekim cihazı



a)



b)

Şekil 3.7. Hollow fiber düzeler a) Alt kafa b) Üst Kafa



Şekil 3.8. %30-35 boşluklu kesikli hollow elyaf



Şekil 3.9. Mikro jel elyaf



Şekil 3.10. Dış katmanda ptfe membran, iç katmanda pes boncuk elyaf, hollow elyaf ve mikro jel elyaf ve alüminyum telalı, pa 6.6. astarlı çalışma

Uygulama -4

Dış Katman : PTFE membranlı 3 katmanlı laminasyonlu kumaş.

Membran Dış Kumaş: Polyamid 6.6.

İç Katman : Isı tutucu kapitone Elyaf Boncuk Polyester / Elyaf Hollow Fiber Polyester

Astar : Polyamid 6.6.



Şekil 3.11.Elyaf dolum çalışmaları



Şekil 3.12. Boncuk elyaf ve hollow fiber çalışmalarının yapıldığı firmadan bir görüntü



Şekil 3.13. İçi boş polyester ve boncuk elyaf polyester 'in birlikte kullanımı ile geliştirilen numune

Uygulama -5

En Dış Kumaş : Polyamid 6.6

İç Katman : Softshell kumaş; %90 Poliester %5 Elastan %5 Poliüretan

Kumaşın dış yüzeyi su geçirmez, iç yüzeyi ise polardır.



Şekil 3.14. Geliştirilen softshell kumaş



Şekil 3.15. Softshell kumaş ile geliştirilen parka uygulaması

Uygulama - 6

Dış Katman : PTFE membranlı 3 katmanlı laminasyonlu kumaş.

Membran Dış Kumaş: Polyamid 6.6

Ara Katman : Geri dönüştürülmüş iplikler kullanılarak elde edilen havlu yüzey

İç Katman ve Astar : Geri önüştürülmüş iplikler ile elde edilen sıkıştırılmış fitillik kumaş ile birleştirilmiş kendinden astarlı kapitone kumaş.



Şekil 3.16. Bedelli askerlik hizmeti süresince giyilen eğitim elbisesinin geri dönüşüm prosesi

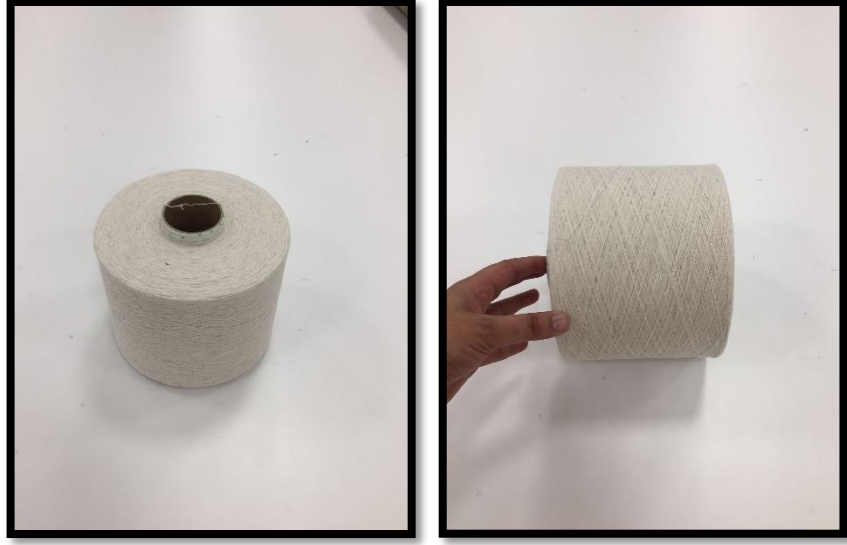
Eğitim elbiseleri ile 20 gün askerlik hizmetini tamamlayan askerlerin kıyafetleri terhislerine müteakip imha edilmektedirler. İmha edilerek bir döngü sağlanamaması sebebi ile burada bir ürün geliştirme çabası ortaya çıkmıştır. Türkiye'nin belirli bölgelerinde bedelli askerlik hizmeti yapan askerlerden toplanan kıyafetler Kara Dikimevi Müdürlüğü'ndeki elleçleme işlemi sonrası geri dönüşüm firması olan Gama Recycle firmasına gönderilmiştir. Burada harman-hallaç işlemlerinin ardından %65 Pamuk %35 Polyester olan kıyafetler belirli bir oranda harmanlanarak nihai üründe %50 Pamuk ve %50 Polyester olarak çıkmıştır.



Şekil 3.17. Geri dönüştürülmeye hazırlanan eğitim elbiselerinin elleçleme prosesi



Şekil 3.18. Gama elyaf geri dönüşüm ring iplik tesisi



Şekil 3.19. Geri dönüştürülmüş iplikler



Şekil 3.20. Havlu dokuma işlemleri



Şekil 3.21. Dokunan havlu yüzeylerin ham hali

Geri Dönüştürülmüş İplikler Bursalı Tekstil firmasında havlı dokuma makinelerinde kullanılarak ara katman olarak kullanılmak üzere dokunmuştur.



Şekil 3.22. Geri dönüştürülmüş iplikler ile elde edilen havlu ara katman



Şekil 3.23. Recycle-pamuklu iplikler ile elde edilen ara katmanlı yapının PTFE membran ve sıkıştırılmış kapitone Recycle-Polyester elyaf ile birleştirilmiş 3 katmanlı yapısı

Uygulama - 7

Dış Katman : Polyester membranlı 3 katmanlı laminasyonlu kumaş.

Membran Dış Kumaş: Polyester

İç Katman : Karbon elyaftan elde edilen dokusuz yüzey yapıda keçe kumaş.

Bu çalışmada minimum miktarda karbon ayak izi politikası güdülerek elde edilen karbon elyaf Norm Savunma Sanayi firmasından temin edilmiştir. Norm Savunma Sanayi firmasından Ar-Ge çalışmaları için temin edilen karbon elyaf Lara Art firmasında ara katmanda kullanılmak üzere bir yüzey haline getirilmiştir. Bu kumaş, Rayon Tekstil firmasında çalışılan 3 katmanlı Pes membranlı (Dış Kumaş Polyester) saks mavisi renkte kumaş ile dikiş yöntemi ile birleştirilmiş olup, TSK'de soğuk iklim kıyafeti olarak referans alınan kumaşın kalıpları çıkartılarak aynı kalıplar üzerinde soğuk iklim parkası numunesi olarak çalışılmıştır.



Şekil 3.24. Karbon elyaftan geliştirilen keçe kumaş



Şekil 3.25. Karbon elyaf ara katmanlı parka çalışması

3.2.2. Uygulanan Testler

Testler, Uludağ Üniversitesi Tekstil Mühendisliği Laboratuvarlarında, Dokuz Eylül Üniversitesi Teksmer (Teknik Tekstiller Araştırma ve Uygulama Merkezi) Laboratuvarında, Milli Savunma Bakanlığı Tedarik Bölge Başkanlığı

Laboratuvarlarında, Milli Savunma Bakanlığı Kara Dikimevi Müdürlüğü r-Ge Laboratuvarlarında yapılmıştır.

Her aşama sonunda elde edilen iplikler, kumaşlar ve maml ürünler n işlemiden önce ve sonra, TS EN ISO 139 standardına göre $20\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2$ sıcaklıkta $\% 65 \pm 4$ bağıl nem ortamında standartlarına uygun olarak bekletilerek test aşamasına hazırlanmıştır.

İpliklere Uygulanan Testler

İplik Mukavemet ve Uzama İndeksleri Tayini

Geri Dönüştürülmüş ipliklerin mukavemetleri şekil 3.26.'da gösterilen SHIMADZU AGS-X serisi çekme cihazında TS EN ISO 2062 standartları kullanılarak yapılmıştır. Her bir değer için onar ölçüm yapılmıştır.



şekil 3.26. Mukavemet lm cihazı

İplik Lineer Yoğunluğu Tayini

Geri Dönüştürülmüş ipliklerin lineer yoğunluğu tayini TS 244 EN ISO 2060 standartına göre her bir numune için üç ölçüm ile yapılmıştır.

İplik Büküm Miktarı Tayini

Büküm tayininde, TS 247 EN ISO 2061 / Nisan 1999 standardı, doğrudan sayma metodu kullanılmıştır. Her bir numune için üç ölçüm ile yapılmıştır.

Kumaşlara Uygulanan Testler

Kumaş Yırtılma Mukavemeti Tayini

Kumaş yırtılma mukavemetleri Şekil 3.27.'de gösterilen SDL Atlas M008E Dıgital Elmandorf serisi yırtılma cihazında TS EN ISO 13937-1 standardına göre yapılmıştır. Her bir numune için üçer ölçüm yapılmıştır ve sonuç kısmında ortalama değeerler verilmiştir.



Şekil 3.27. Yırtılma mukavemeti ölçüm cihazı (elmandorf)

Gramaj Tayini

Gramaj tayini Şubat 1991 TS 251 standartlarına göre Şekil 3.28.'de verilen SHIMADZU TX 224 model cihazda yapılmıştır. Her bir numune için beşer ölçüm yapılmıştır ve sonuç kısmında ortalama değerler verilmiştir.



Şekil 3.28. Birim alan kütlesi (gramaj) tayini cihazı

Hava Geçirgenliği Tayini

Bu yöntemde 1 m² kumaştan geçen hava miktarının L cinsinden değeri ölçülmektedir. Üretilen kumaşların hava geçirgenliği testi Şekil 3.29.'da verilen SDL ATLAS M021A Air Permeability Tester cihazında TS 391 EN ISO 9237 'Tekstil-Kumaşlarda Hava Geçirgenliği Tayini' standardı ile gerçekleştirilmiştir. Her numune için beşer ölçüm yapılmıştır.

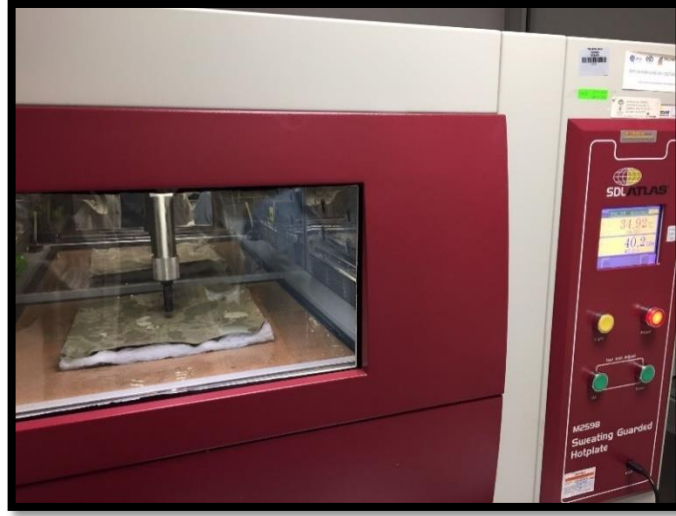


Şekil 3.29. Hava geçirgenliği test cihazı

Su Buharı Geçirmeye Karşı Koyma Koyma Direnci Testleri

Ret testleri olarak nitelendirilen termal testler TS EN ISO 11092 ‘Tekstil-Fizyolojik özelliklerin tayini -Kararlı şartlarda ısı direncin ve su buharına karşı direncin ölçülmesi’ standartına göre Şekil 3.30’da verilen SDL ATLAS M259B cihazında yapılmıştır. Ortam şartları $20\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2$ sıcaklıkta $\% 65 \pm 4$ bağıl nem, makine içi şartlandırma $35\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2$ sıcaklıkta $\% 40 \pm 4$ bağıl nem olarak belirlenmiştir. Her bir ölçüm 5 dk’da bir değer alacak şekilde hazırlanmıştır. Her bir numune için üçer ölçüm yapılmıştır ve sonuç kısmında ortalama değerler verilmiştir.

Su Buharı Direnci (Ret): Bir malzemenin birbirine dik mesafede iki yüzeyi arasında uygulanan birim alandaki ısı miktarına bağlı su buharı basıncı farkı olarak tanımlanmaktadır. ($\text{M}^2 \text{ Pa/W}$).



Şekil 3.30. Terleyen levha test cihazı ve su buharı geçirgenliği (ret) ölçüm yöntemi

Isıl Direncin Ölçülmesi Testleri

Rct testleri olarak nitelendirilen termal testler TS EN ISO 11092 standartına göre Şekil 3.31’de verilen SDL ATLAS M259B cihazında yapılmıştır. Ortam ve makine şartları $20\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2$ sıcaklıkta $\% 65 \pm 4$ bağıl nem olarak belirlenmiştir. Her bir ölçüm 5 dk ‘da bir değer alacak şekilde hazırlanmıştır. Her bir numune için üçer ölçüm yapılmıştır ve sonuç kısmında ortalama değerler verilmiştir.

Isı Direnci (Rct): Bir malzemenin birbirine dik mesafede iki yüzeyi arasında uygulanan Birim alandaki ısı miktarına bağlı sıcaklık farkı olarak tanımlanmaktadır ($\text{m}^2\text{ K/W}$).



Şekil 3.31. Terleyen levha test cihazı ve ısı direnç (rct) ölçüm yöntemi

Alembeta Termal İletkenlik Testleri

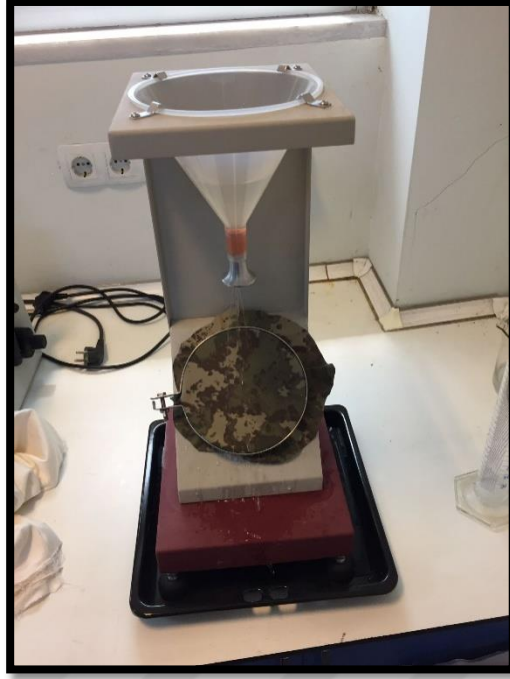
Çalışmalar Şekil 3.32.'de verilen Alembeta test cihazında TS EN ISO 11092 standartlarına göre alt plaka 22°C üst plaka 32°C olacak şekilde ayarlandıktan sonra yapılmıştır. Her bir numune için beşer ölçüm yapılmıştır ve sonuç kısmında ortalama değerler verilmiştir.



Şekil 3.32. Alembeta termal iletkenlik test cihazı

Su Geçirmezlik Testleri

Çalışmalar test cihazında TS EN 4920 ‘Tekstil- Kumaşlar- Yüzey ıslanmasına karşı direncin tayini’ standardına göre Şekil 3.33’te verilen yağmurlama yöntemi kullanılarak yapılmıştır. Su miktarı: 250 Ml’dir. Her bir numune için beşer ölçüm yapılmıştır ve sonuç kısmında ortalama değerler verilmiştir.



Şekil 3.33. Su geçirmezlik tayini test cihazı

Yatay Yanma Test Tayini

Malzemelerinin yanma davranışının tayini TS EN ISO 3795 ‘Karayolu taşıtları, tarım ve ormancılıkta kullanılan makinalar ve traktörler- İç malzemelerinin yanma davranışının tayini standardına göre Şekil 3.34.’de verilen HMV Horizontal Flame test cihazında gerçekleştirilmiştir. Her bir numune için üçer ölçüm yapılmıştır sonuç kısmında ortalama değerler verilmiştir.



Şekil 3.34. Yatay yakma testi

4. BULGULAR

Türk Silahlı Kuvvetlerinin envanterinde bulunan ve soğuk iklim bölgelerinde askerlerin kullandığı kıyafetlerin TSK personelinin ihtiyacını karşılamakta zorluk çektiği verilerine dayanarak, bu kıyafetler referans materyal olarak seçilmiştir. Bu bölümde referans olarak seçilen bu kıyafetler ile alternatif yöntemler kullanılarak yenilikçi ve çevre dostu yöntemler ile geliştirilen kıyafetlerin fiziksel ve termal test sonucu bulguları tablo olarak verilmiştir.

4.1. Birim Alan Kütlesi Değerleri

Referans giysiler ve alternatif yöntemler kullanılarak geliştirilen kumaşların gramaj testleri 3.2.2.'de belirtilen test metotlarına göre yapılmıştır. Çizelge 4.1.'deki değerler ortalama değerlerdir. Her bir numune için beşer ölçüm yapılmıştır.

Not : Mamül ürün üzerinden katmanlı yapılar ile beraber ölçülmüştür.

Çizelge 4.1. Referans numune ve alternatif yöntemler ile geliştirilen numunelere ait gramaj değerleri

Ort. Değ.	Uyg-1 Ref.	Uyg-2	Uyg-3	Uyg-4	Uyg-5	Uyg-6	Uyg-7
Gr/m ²	528	344	327	448	304	725	690

4.2. Yırtılma Mukavemetleri Değerleri

Referans giysiler ve alternatif yöntemler kullanılarak geliştirilen kıyafetler ve kumaşların yırtılma testleri 3.2.2.'de belirtilen test metotlarına göre yapılmıştır. Çizelge 4.2.'deki değerler ortalama değerlerdir.

Çizelge 4.2. Referans numune ve alternatif yöntemler ile geliştirilen numunelere ait yırtılma mukaveti değerleri

Ort. Değ.	Uyg-1 Ref.	Uyg-2	Uyg-3	Uyg-4	Uyg-5	Uyg-6	Uyg-7
Atkı N	50,5	48,86	46,2	50,8	51,73	50,1	50,2
Çözü N	64 ↑	56,26	51,01	64 ↑	55,31	64 ↑	54,3

4.3.Hava Geçirgenliği Değerleri

Referans giysiler ve alternatif yöntemler kullanılarak geliştirilen kıyafetler ve kumaşların hava geçirgenliği testleri 3.2.2.'de belirtilen test metotlarına göre yapılmıştır.

Çizelge 4.3. Referans numune ve alternatif yöntemler ile geliştirilen numunelere ait hava geçirgenliği değerleri

Ort. Değ.	Uyg-1 Ref.	Uyg-2	Uyg-3	Uyg-4	Uyg-5	Uyg-6	Uyg-7
m ² /l/s	17,2	18,3	10	37,6	2,68	12,9	24,3

4.4. Su Buharı Geçirmeye Karşı Koyma Direnci Değerleri

Referans giysiler ve alternatif yöntemler kullanılarak geliştirilen kıyafetler ve kumaşların Ret testleri 3.2.2.'de belirtilen test metotlarına göre yapılmıştır.

Çizelge 4.4. Referans numune ve alternatif yöntemler ile geliştirilen numunelere ait Ret değerleri

Ort. Değ.	Uyg-1 Ref.	Uyg-2	Uyg-3	Uyg-4	Uyg-5	Uyg-6	Uyg-7
m ² Pa/W	29,67	18,67	13,61	39,5	3,5	13,19	19,2

4.5. Isıl Direnç Değerleri

Referans giysiler ve alternatif yöntemler kullanılarak geliştirilen kıyafetler ve kumaşların Rct testleri 3.2.2.'de belirtilen test metotlarına göre yapılmıştır.

Çizelge 4.5. Referans numune ve alternatif yöntemler ile geliştirilen numunelere ait Rct değerleri

Ort. Değ.	Uyg-1 Ref.	Uyg-2	Uyg-3	Uyg-4	Uyg-5	Uyg-6	Uyg-7
m ² K/W	0.3825	0,3325	0.3825	0,3625	0,0325	0,1725	0.2025

4.6. Su Geçirmezliklerin Değerleri

Referans giysiler ve alternatif yöntemler kullanılarak geliştirilen kıyafetler ve kumaşların su geçirmezlik testleri 3.2.2.'de belirtilen test metotlarına göre yapılmıştır. Değerlendirmeler skalaya göre yapılmıştır.

Çizelge 4.6. Referans numune ve alternatif yöntemler ile geliştirilen numunelere ait su geçirmezlik değerleri

Ort. Değ.	Uyg-1 Ref.	Uyg-2	Uyg-3	Uyg-4	Uyg-5	Uyg-6	Uyg-7
Ön Yüz	5	4	3	5	5	5	2-3
Arka Yüz	5	5	5	5	5	5	5

4.7. Alembeta Termal İletkenlik Değerleri

Referans giysiler ve alternatif yöntemler kullanılarak geliştirilen kıyafetler ve kumaşların alembeta termal iletkenlikleri 3.2.2.'de belirtilen test metotlarına göre yapılmıştır.

Çizelge 4.7. Referans numune ve alternatif yöntemler ile geliştirilen numunelere ait termal iletkenlik değerleri

Ort. Değ.	Uyg-1 Ref	Uyg-2	Uyg-3	Uyg-4	Uyg-5	Uyg-6	Uyg-7
μ	$39,1 \times 10^{-3}$	$47,7 \times 10^{-3}$	$42,5 \times 10^{-3}$	$41,7 \times 10^{-3}$	$48,1 \times 10^{-3}$	$52,2 \times 10^{-3}$	$48,1 \times 10^{-3}$

4.8. Yatay Yanma Değerleri

Sadece Karbon elyaf ile yapılan (Uygulama-7) çalışmasının test ölçümlerinde karbon elyafın yanma değerleri ölçülmüştür. Her bir numune için üçer ölçüm yapılmıştır, sonuç kısmında ortalama değerler verilmiştir. Test standartlarına göre 15 sn içerisinde alevde ilerleme gözlemlenmediği için kumaş alev almamıştır, yanmamıştır olarak nitelendirilmiştir.

4.9. Geri Dönüştürülmüş İpliklerin Mukavemeti, Büküm ve Lineer Yoğunluk Ölçüm Sonuçları

İplik Mukavemeti Ortalama Değeri: 0,7816 N/ Tex

İplik Lineer Yoğunluğu Ortalama Değeri: 11,1 Nm = 90 Tex

İplik Bükümü Ortalama Değeri: Z 506 Tur / Metre

5. TARTIŞMA ve SONUÇ

Bu tez çalışmasında temel amaç; Türk Silahlı Kuvvetleri'nde görevli askeri personellerin soğuk iklim bölgelerinde maruz kaldıkları hava şartlarında kullandıkları kıyafetlerin mevcutta üretilen yöntemlerden farklı yöntemler ile daha uygun maliyetli ve daha yüksek koruma seviyesinde geliştirilmesidir.

Soğuk iklim bölgelerinde görevli askeri personeller ve/veya dağcı vb. görevlerde icra eden personeller operasyonel anlamda uzun süre soğuk hava şartlarına maruz kalabilmektedirler. Bu maruz kalma süresinin vücudun dayanabileceği seviyeden daha fazla olması durumunda hipotermi gibi istenmeyen sonuçlar ortaya çıkabilmektedir. Bu çalışmada asıl amaç TSK envanterinde kullanılan soğuk iklim kıyafetlerinin yerli ve milli yöntemler kullanılarak yenilikçi, çevre dostu ve daha fonksiyonel olacak şekilde tasarlanması ve tasarlanan kıyafetlerin teorik ve pratik olarak referans numune ile sonuçlarının kıyaslanmasıdır.

İlk olarak; ısıl rezistansı oldukça yüksek fakat üretim maliyetleri de bir o kadar yüksek olan kaz tüyü elyafların yerine belirli ağırlıklarda boncuk elyaf polyester, mikro jel elyaf polyester ile Polyester membranlı 3 katmanlı kumaşların birleştirilmesi ile bir model tasarlanmıştır. Uçuş tulumlarından esinlenilerek elde edilen bu model tasarım yönünden de muadil çalışmalara göre farklılık göstermektedir.

İkinci olarak; hollow fiber, mikro jel polyester elyaf, boncuk elyaf polyester, alüminyum tela, Poliamid 6.6 astar, PTFE membran ile kullanılmıştır. Üçüncü olarak; içi boş elyaf olarak üretilen polyester lifler ile Round kesitte elde edilen polyester elyafların birlikte kullanımı ile maliyet olarak oldukça düşük yapıda bir kıyafet tasarlanmış olup fonksiyonel etkilerin eldeleri test edilmiştir.

Dördüncü olarak; TSK'nde bedelli askerlik hizmetini yürüten askeri personeller 20 gün süre ile eğitim elbisesi ve rüzgâr ceketi giymektedirler. Bu kıyafetlerden eğitim elbiseleri ve üzerlerine giydikleri ceketler pamuk-polyester kumaştan tasarlanarak imal edilmiştir. Bu modelde softshell kumaş tek başına kullanılmıştır.

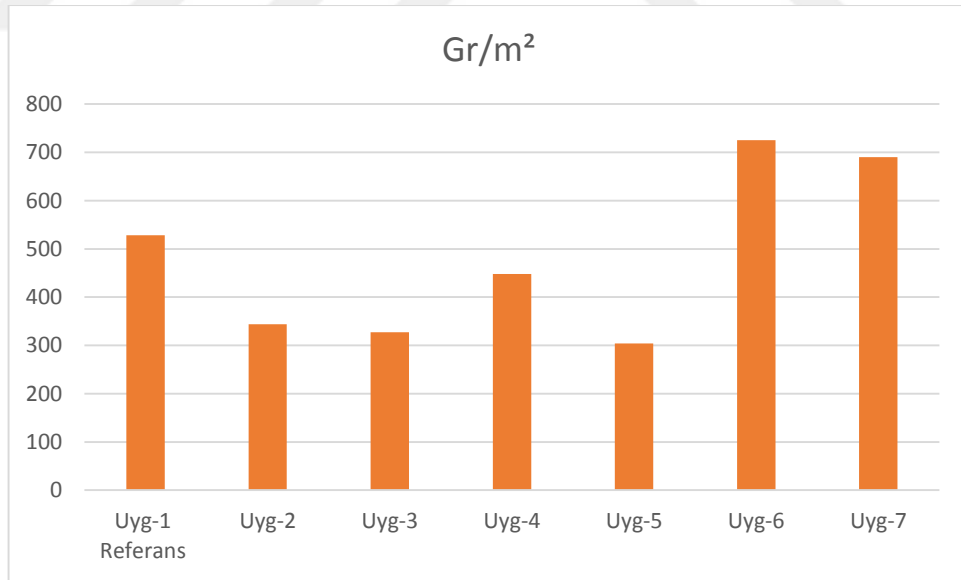
Beşinci olarak; TSK'nde bedelli askerlik hizmetini yürüten askeri personellerin görev sürelerini tamamlamalarına müteakip imha edilen bu kıyafetlerin (eğitim elbisesi ve

rüzgâr ceketı)tekrardan geri dönüştürülmesi amaçlanarak bu uygulama gerçekleştirilmiştir. Elleçleme, iplik üretimi, ara katman kumaş üretimi ve birleştirme işlemlerinin ardından PTFE membranlı kumaş ve geri dönüştürülmüş polyester elyaftan üretilen sıkıştırılmış yapıda kendinden kapitoneli yapı ile 3 katman oluşturularak birleştirilmiştir.

Altıncı olarak ; Karbon elyaftan elde edilen keçe kumaşın soğuk iklim kıyafetlerinde ara katman kullanılarak fonksiyonel etkileri ölçülmüştür. Bu çalışmada ara katmanda kullanılan karbon elyaftan elde edilen kumaşın yanmazlık etkilerinden de yararlanılmak istenilmiştir. Dış kumaş olarak Pes membranlı 3 katmanlı kumaş tercih edilmiştir.

Tüm modellere ait fonksiyonel etkilerin ölçülmesi için birim alan kütlesi, yırtılma mukavemeti, hava geçirgenliği, Su buharı geçirgenliği Ret ve Isıl Direnç Rct testleri, su geçirmezlik ve alembeta termal iletkenlik testleri metotlara uygun olarak yapılmış ve referans numune ile karşılaştırılmıştır.

5.1. Kumaşların Gramaj Değerlerinin Tartışılması



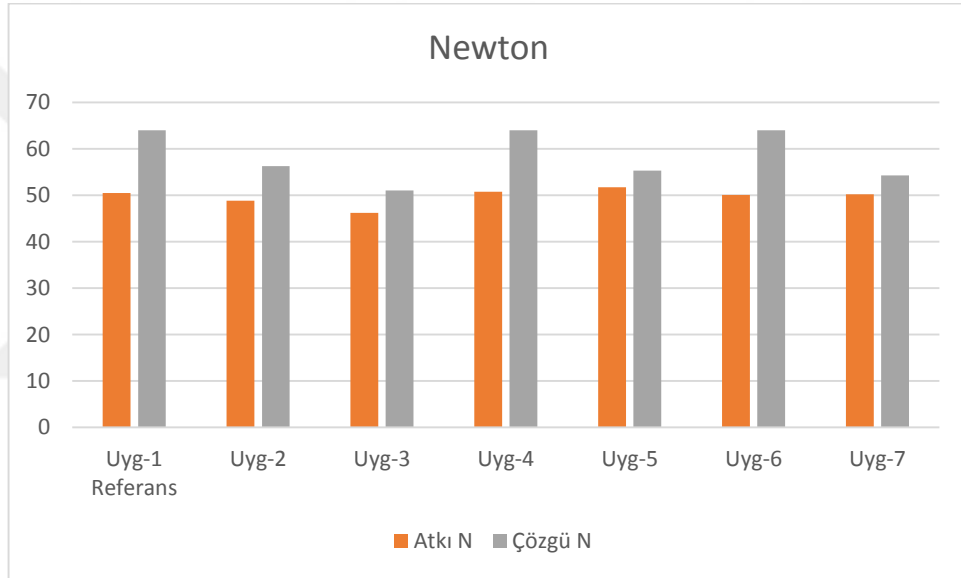
Şekil 5.1. Çalışmalara ait gramaj değerlerinin kıyaslanması

Gramaj değerlerine baktığımızda en ağır kumaş yapısı geri dönüştürülmüş iplikler ile elde edilen havlu ara katmanlı (uygulama-6)' da ölçülmüştür, en hafif yapı ise softshell kumaş yapısında (uygulama-5)'de ölçülmüştür, mikrojel elyaf, boncuk elyaf, hollow elyaf ve

alüminyum teladan oluşan 4 katmanlı yapıdaki çalışmada (uygulama-3) katman yapısına rağmen oldukça hafif yapılardan oluşmasından dolayı gramaj değerleri de şekil 5.1'deki gibi ölçülmüştür.

Çalışmalardaki değişken parametreler oldukça fazladır, bunun sebebi ise çalışmaların birden fazla katmanlı yapılardan oluşması bu katmanlardaki düzenlemelerin farklı elyaf tipleri, farklı kumaş tipleri ve farklı teknolojiler kullanılarak geliştirilmesidir. Gramaj değerleri kıyaslanırken mamül ürünler toplam katman halinde ölçülmüş ve bulgular bu duruma göre tartışılmıştır.

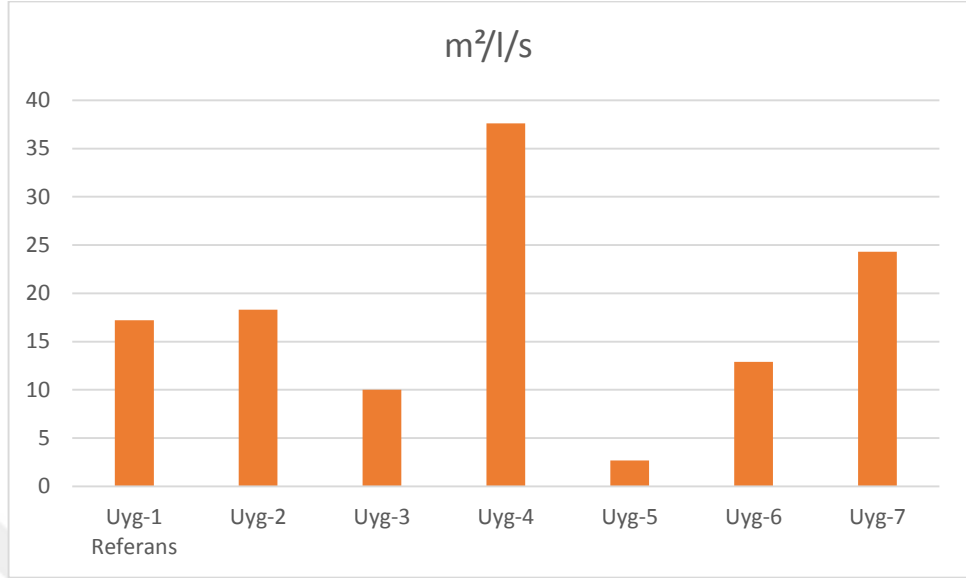
5.2.Yırtılma Mukavemeti DeğerlerininTartışılması



Şekil 5.2. Çalışmalara ait yırtılma mukavemeti değerlerinin kıyaslanması

7 çalışmaya ait yırtılma mukavemetleri test sonuçlarına bakıldığında atkı yönündeki değerler arasında çok büyük bir farklılık görülmemiştir. Referans numuneye ait yırtılma mukavemetlerine en yakın değerler boncuk elyaf ve mikro elyaf ile geliştirilen (uygulama-4) ve geri dönüştürülmüş iplikler ile elde edilen havlu ara katmanlı kumaş (uygulama -6) 'da görülmüştür. Referans numune dış kumaşında Polyamid 6.6 kumaş kullanılmış olmasından kaynaklı çözgü yırtılmaları oldukça iyi sonuç vermiştir. (Uygulama 4) ve (uygulama 6) da kullanılan dış kumaşlarda Polyamid 6.6 ve referans numune ile benzer özellikte olmasından kaynaklı sonuçlar birbirine oldukça yakın ölçülmüştür.

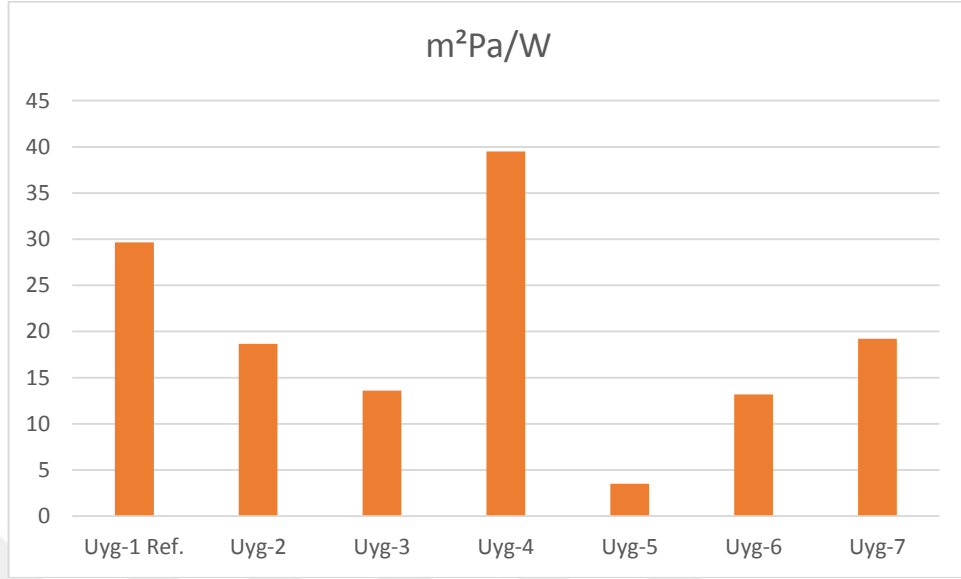
5.3. Hava Geçirgenliği Değerlerinin Tartışılması



Şekil 5.3. Çalışmalara ait hava geçirgenliği değerlerinin kıyaslanması

Çalışmalara ait hava geçirgenliği test sonuçları kıyaslandığında referans numuneye en yakın değerler mikro polyester ve boncuk elyaf polyester ile geliştirilen uygulama-2 de görülmüştür. En az hava geçirgenliği ise softshell kumaş ile geliştirilen (uygulama-5) kıyafet yapısında gözlemlenmiştir. Mikro jel elyaf, boncuk elyaf, hollow elyaf ve alüminyum telalı (uygulama -3) ve geri dönüştürülmüş iplikler ile elde edilen havlu ara katmanlı kumaş (uygulama -6)'da referans numunenin altında bir hava geçirgenliği gözlemlenmiştir. En yüksek hava geçirgenliği ise boncuk elyaf ve hollow elyaf karışımı ile doldurma yönteminde elde edilen (uygulama-4) kıyafette görülmüştür. En az hava geçirgenliğinin softshell kumaş tipinde görülmesinin nedenlerinden biri yüzeyde nefes alabilirliği, hava geçirgenliği kısıtlayan bir poliüretan kaplama olmasıdır. Kaplama içeride oldukça iyi bir ısı direnç sağlarken hava geçirgenliğini ise olumsuz etkilemiştir. En yüksek hava geçirgenliği uygulama 4 te görülmesinin sebeplerine baktığımızda yapı içerisindeki boşluklu elyaf miktarının yüksek olması kumaş üzerinden, içerisinden hava geçişine imkan sağlamıştır.

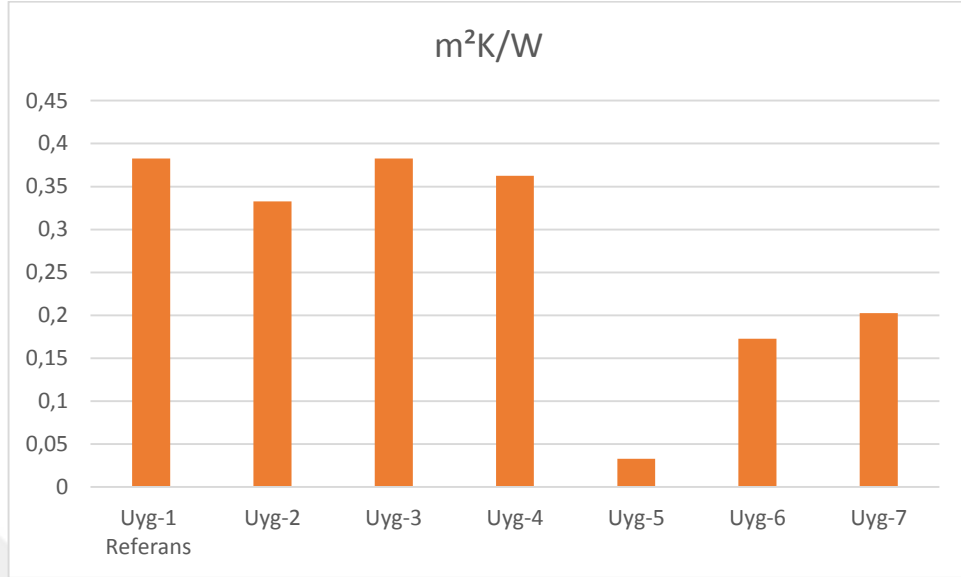
5.4. Su Buharı Geçirmeye Karşı Koyma Koyma Dirençlerinin Tartışılması



Şekil 5.4. Çalışmalara ait su buharı geçirmeye karşı koyma koyma dirençlerinin kıyaslanması

Su buharı geçirmeye karşı koyma direnci (Ret) değerlerine baktığımızda ise modeller arasındaki değerler birbirinden oldukça farklılık göstermiştir. Bu değerleri yorumlayacak olursak referans numune ile kıyaslandığında mikro elyaf, boncuk elyaf, hollow elyaf ve alüminyum telalı (uygulama-3), softshell ile yapılan çalışma (uygulama-5), geri dönüştürülmüş iplikler ile elde edilen havlu yüzeyli ara katmanlı (uygulama-6) ve karbon elyafli çalışmada (uygulama-7) referans numuneye göre daha düşük değerde bir sonuç görülürken boncuk elyaf ve hollow elyafli (uygulama-4)'te daha ileri seviyede olduğu görülmüştür. Su buharı geçirgenliğinin uygulama 4 te oldukça iyi çıkmasının sebeplerine bakacak olursak yapı içerisindeki hollow elyaf kullanılmasından kaynaklı olduğu düşünülmektedir, boşluk miktarının fazla olması içeride oluşan terin, buharın da daha kolay bir şekilde dışarı atılmasına imkan verdiği görülmüştür. Softshell kumaş yapısında su buharı geçirgenliğinin diğer çalışmalara göre çok daha düşük olduğu gözlemlenmiştir, bu durumun kumaş üzerindeki PU kaplamadan kaynaklı olduğu düşünülmüştür. Kaplama içeride oluşan terin, buharın dışarıya atılmasını engellediği görülmüştür.

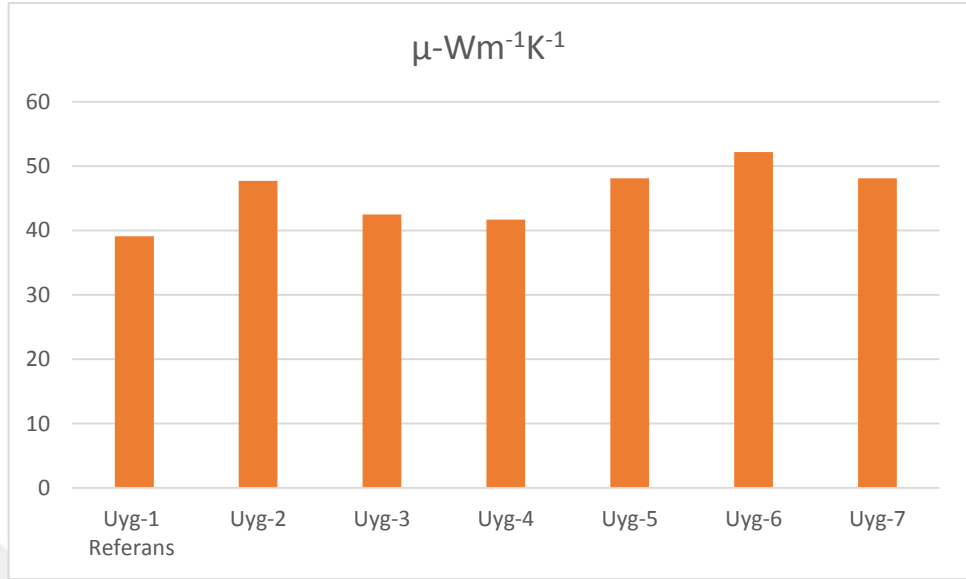
5.5. Isıl Dirençlerin Tartışılması



Şekil 5.5. Çalışmalara ait ısı dirençlerinin kıyaslanması

Ret değerlerini Rct testleri ile yorumlamak gerektiğinde referans numune ile yakın etkiler gösteren çalışmanın mikro elyaf, boncuk elyaf, hollow elyaf ve alüminyum telalı (uygulama-3)'te olduğu görülmüştür. Bu iki çalışmaya ait değerlere en yakın çalışma ise hollow elyaf ve boncuk elyafı (uygulama-4)'teki çalışma sonuçlarıdır. En iyi ısı direnç değerleri softshell ile yapılan (uygulama-5) çalışmada görülmesine rağmen teri dışarı atabilme özellikleri bakımından referans numuneye göre daha düşük bir değer ölçülmüştür. En iyi ısı direnç değerlerinin uygulama-5 te görülmesinin sebeplerini inceleyecek olursak bu softshell kumaş yapısının içeride oluşan ısıyı da dışarı atmadığı ve hapsettiği gözlemlenmiştir. Diğer yandan Uygulama -6 daki ısı direncinin yüksek olması ara katmanda pamuklu ve tüylü bir yapının kullanılmasından kaynaklı ayrıca sıkıştırılmış fitillik kumaş ile bu havlu yapının kombine edilerek kullanılmış olmasından dolayı ısıyı içeride haps olmasına sebep olduğu gözlemlenmiştir. Uygulama 7 deki bu değerinde karbon elyafın keçe formunda üretilmiş olmasından dolayı enerjisini iç kısımda daha kolay hapsetmiş olmasından kaynaklı olduğu düşünülmektedir.

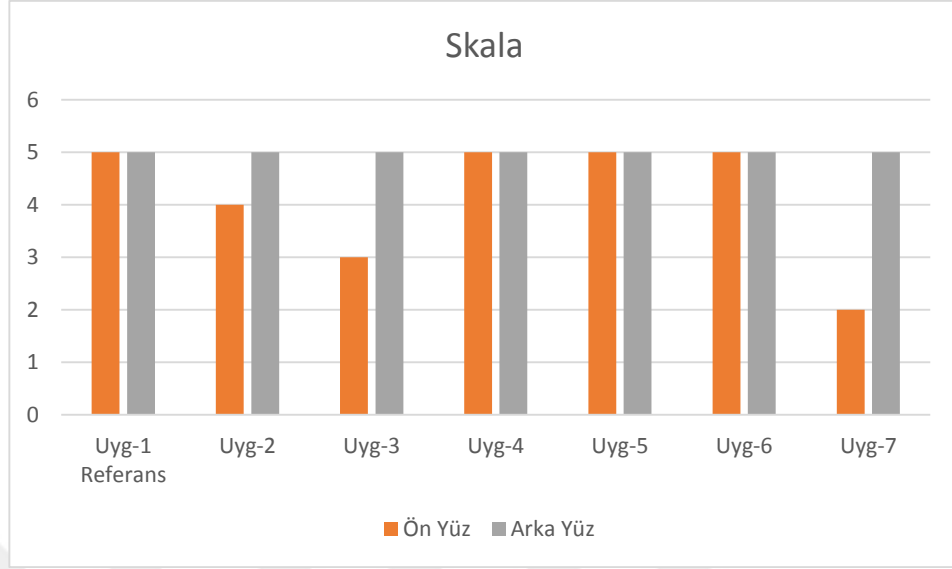
5.6. Alembeta Termal İletkenlik Değerlerinin Tartışılması



Şekil 5.6. Çalışmalara ait alembeta termal iletkenlik değerlerinin kıyaslanması

Alembeta termal iletkenlik değerleri kıyaslandığında ise referans numuneye en yakın değer mikro elyaf, boncuk elyaf, hollow elyaf ve alüminyum telalı çalışma (uygulama-3) ve boncuk elyaf ve hollow elyaf ile yapılan çalışma (uygulama-4)'te olduğu gözlemlenmiştir. Alembeta testinde μ değerinin düşük olması daha yalıtkan bir malzeme olduğunu teknik olarak bize göstermektedir. Bu durumda (uygulama-2), (uygulama-5), uygulama (-6) ve (uygulama-7) referans numuneye göre daha iletken bir yapıdadır. Alembeta termal iletkenlik test sonuçlarını incelediğimizde, kıyafetin ilk giyilen andaki sıcaklık hissi ve daha yalıtkan bir malzeme hissiyatı kaz tüylü montlarda görülmektedir, 3 numaralı çalışmada kaz tüyüne benzer bir yapıda üretilen mikro-jel elyafın kullanılmasının bu durumu desteklediği görülmüştür, bu hissiyatı mikrojel elyaf ve hollow elyaf kullanılan uygulamalar da matematiksel ve deneysel olarak desteklemiştir.

5.7. Su Geçirmezlik Değerlerinin Tartışılması



Şekil 5.7. Çalışmalara ait su geçirmezlik değerlerinin kıyaslanması

Çalışmalara ait su geçirmezlik değerleri kıyaslandığında referans numune ile aynı etki boncuk ve hollow elyafli (uygulama-4), softshell (uygulama-5) ve geri dönüştürülmüş iplikler ile elde edilen havlu katmanlı kumaş (uygulama-6) yapısında görülmüştür. Dış kumaş olarak Pa 6.6. ve PTFE membran kullanılan uygulamalarda su geçirmezliklerin oldukça iyi sonuçlar verdiği görülmüştür. Pa 6.6 nın kendiliğinden gelen bir su itici özelliği olması ve su geçirmezlik apresi ile desteklenmiş olması sonuç olarak bu durumu test sonuçlarındada yansıtmıştır. Uygulama 1-4 ve 6 numaralı çalışmalarda konfeksiyon aşamasında sızdırmalık kaynak bandı uygulaması yapılmıştır, bu durumun su geçirmezlik derecelerini olumlu yönde etkilediği görülmüştür.

Test sonuçları değerlendirmesinde;

Soğuk iklim kıyafetlerinde testler hiçbir zaman yalnız başına yorumlanmamalıdır, karmaşık bir değerlendirme gerektiren bu çalışmalarda optimum değerleri yakalayan çalışmalar daha çok tercih edilmektedir. Örneğin; çok iyi bir su geçirmezliğe sahip olan bir kumaşın, nefes alabilirliği iyi olmayabilir ve/veya çok iyi bir su buharına karşı koyma değerine sahip kumaş aynı seviyede ısı direnç değeri göstermeyebilir. Hava geçirgenliği değerlerinin düşük olması soğuk iklim kıyafetlerinde istenilen bir özellik iken, bu etkiyi

sağlamanın yanı sıra aynı zamanda diğer fonksiyonel etkileri de elde etmek gerekmektedir.

Tüm bu bilgiler ve değerlendirmeler neticesinde;

Soğuk iklim kıyafetlerinde katmanlı yapıların kullanılmasının daha uygun olduğu, dış yapıda PTFE membranlı kumaşlar ile iç katmanda hollow, boncuk elyaf ve mikro jel elyafların birlikte kullanımı ve/veya iki farklı harmandan kullanılmasının iyi sonuçlar gösterdiği tespit edilmiştir. Uygulama-3' de alüminyum tela kullanılmasının termal iletkenliği ve ısı tutuculuğu etkilediği, hollow elyaf kullanılmasının ise nefes alabilirliği ve terlemeyi geciktirici etkiye sahip olduğu değerlendirilmiştir. Referans numune ile aynı gramajlarda bir çalışma yapıldığı takdirde tüm değerlerin daha iyi olacağı öngörülmüştür. Yaklaşık %30'luk bir gramaj farkı olduğu halde referans numune ile aynı etkiyi gösteren bu çalışmada %15-20'lik bir iç malzeme kullanımının artması ile istenilen performans etkilerin referans numuneden daha iyi seviyede elde edileceği düşünülmektedir. Çalışmalarda kullanılan geri dönüştürülmüş yapıdaki ara katman (Pamuk-Polyester) su buharına karşı koyma (Ret) değerlerinde oldukça iyi bir referans verirken alembeta termal iletkenlik ve ısı direnç (Rct) değerlerinde istenilen seviyeler görülmemiştir.

Karbon elyaf ile yapılan çalışmada ise ısı direnç değerleri referans numuneye göre daha iyi sonuçlar verir iken, su geçirgenliği, alembeta termal iletkenlik ve su buharı geçirgenliği (ret) değerlerinde istenilen seviyede performans gösterememiştir. Ayrıca karbon elyaf için yanmazlık testleri yapılmış olup, testlerden başarı ile geçmiştir. Yapılan çalışmaların test sonuçları kıyaslandığında bu çalışmalardan bazılarının referans numuneden daha iyi sonuçlar verdiği bazılarının ise kumaş yapısındaki değişiklikler yapılarak daha iyi sonuçlar verebileceği görülmüştür. Geri dönüşüm prosesi ile elde edilen ipliklerin ve dokuların geliştirilerek sürdürülebilir ekonomiye katkı sağlarken, aynı zamanda soğuk iklim kıyafetlerinde alternatif çalışmalarda kullanılabileceği değerlendirilmiştir İç katmanda alüminyum tela, hollow ve mikro jel liflerinin bir arada kullanıldığı yapılar geliştirilerek soğuk hava şartlarında daha iyi koruma sağlanabilecek kıyafetlerin geliştirilebileceği bu çalışma kapsamında görülmüştür.

Yapılan proses çalışmaları ve test sonuçları doğrultusunda, Türk Silahlı Kuvvetleri Kara Kuvvetleri Komutanlığı'nda üretimi yapılabilcek ve konvansiyonel yöntemlerden farklı yöntemle elde edilen çalışmaların da soğuk iklim kıyafetlerinde uygulanabileceği değerlendirilmiştir.

.



KAYNAKLAR

- Alasehirli, G. (2009). Ring İplik Eğirme Makinesinde İçi Bos İplik (Hollow yarn) Eğirme Tekniklerinin Araştırılması ve İplik Özelliklerinin İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta.
- Alioğlu, T. (2018). Tekstil Esaslı Malzemelerin Mimaride Kabuk Tasarımında Kullanımı ve Sürdürülebilirlik Açısından Değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Aydın Üniversitesi, İstanbul.
- Altun, Ş. (2016). Tekstil Üretim ve Kullanım Atıklarının, Geri Kazanımı, Çevresel ve Ekonomik Etkileri. Uşak Ticaret ve Sanayi Odası Raporu, Uşak.
- Aral, N., Berkalp, Ö.B., Bakkal, M., Sandıkoğlu, T.G. (2009). Atık Kumaş Takviyeli Polimer Matrisli Kompozitlerin Darbe ve Çekme Davranışlarının İncelenmesi. Tekstil ve Konfeksiyon Dergisi, 2:139-140.
- Asker, G.,Balcı, O., Topçal, F. (2011). Kaplama ve Emdirme Aplikasyonu Üretim Yöntemlerinin Kombinasyonu ile Üretilen Melez Kumaşların Performans Özelliklerinin Belirlenmesi. Tekstil ve Mühendis Dergisi, Sayı 82.
- Avcı, H. (2007). Yeni Liflerden Mamul Çorapların Konfor Özellikleri. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.
- Anonim. (2012). Atık yönetimi ve mevzuatı <https://cygm.csb.gov.tr/yonetmelikler-i-440>
- Anonim. (2012). Atıkyönetimi.http://www.sayistay.gov.tr/rapor/perdenrap/2007/2007-1AtikYonetimi/2007.Atik_Yonetimi_Raporu.pdf
- Anonim. (2015). <http://bambrotex.com.bamboofibre.patent>.
- Anonim. (2016). Performans Giysiler.<http://coolmax.invista.com/>
- Anonim.(2017).Performansİplikler.http://www.invista.com/page_product_thermolite_en.shtml
- Anonim.(2017).GeriDönüştürülmüşİplikler.<http://www.lenzing.com/fibers/en/textiles/4178.jsp>
- Anonim. (2018). Karbon elyaflar.http://www.normsavunma.com/"NorFe" Karbon Kumaş
- Anonim. (2018). Teknik tekstiller. <https://grimex.eu.technicaltextiles&gears>.
- Anonim. (2021). Teknik Lifler. www.tekstilbilgi.net.
- Anonim. (2021). Teknik Kumaşlar. www.ersinoutdoor.com.

- Anonim. (2021). Teknik Kumaşlar. www.kutupayisi.com.
- Anonim. (2020). Teknik Lifler. [www.tekstilsayfasi](http://www.tekstilsayfasi.blogspot.com) blogspot.com.
- Anonim. (2019). Teknik tekstiller analiz yöntemleri. <https://www.acenersis.com>.
- Anonim. (2019). Teknik tekstiller: Akıllı tekstiller. <https://www.smartwool.com/>
- Anonim. (2019). Soğuk ortam kıyafetleri. <https://www.termoteks.net>
- Anonim. (2019). Soğuk iklim kıyafetleri. <https://www.thenorthface.com.tr/>
- Anonim.(2019).Uniform,Workwear&ProtectiveClothing<https://www.wiseworksafe.com>
- Anonim. (2019). Corduraadvancedfabricsbuilt on innovation. www.cordura.com.
- Anonim. (2019). Holllowfiber. <http://www.holofiber.com/howitworks.php>
- Beyit, A. (2006). Nükleer, Biyolojik ve Kimyasal Korunma Amaçlı Koruyucu Tekstillerin Türkiye’de Üretilbilirliği. Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi, İstanbul.
- Bilgi, M. (2010). Özel Apre Tekniklerinin Askeri Kumaşlar Üzerindeki Performans Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.
- BUTEKOM. (2014). Bursa Tekstil ve Konfeksiyon AR-GE merkezi raporu, Bursa.
- Cireli, A., Sariisik, M., (2000). Koruyucu Giysilerde Termal, Biyolojik, Fiziksel, Kimyasal Test Yöntemleri ve Değerlendirmeleri. Tekstil Teknik Dergisi, 120-128.
- Çerkez, İ. (2007). Kolloidal Silika Dispersiyonunun Polietilen Kumaşların Balistik Performansına Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa.
- Dönmez, U., Kaçmaz, E., Kurt, A. (2019). Tek Kullanımlık Spunbond Kumaşlarda Hidrofilik Verimliliğini Üzerinde Bir Çalışma. Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi, 3: 514-521.
- Fung, W. (2002). Coatedand Laminated Textiles. CRC Pres,Woodhead Publishing Limited, England.
- Güngör, A., Palamutcu, S., İkiz, Y., (2009). Bir Bornozun Yaşam Döngü Değerlendirmesi. Tekstil ve Konfeksiyon, 197-205.
- Howie, N., Rabey, S. (2019). A Meta-Analysis on the Advancement on the Thermodynamic Properties of Clothing in Extreme Cold Environments. PAM Review. University of Technology Sydney. Australia

- Karakan, G. (2009). Teknik Tekstillerin Koruyucu Yapılarda Kullanımı. Tekstil Teknolojileri Elektronik Dergisi, 3-1:65-70
- Kasturiya, N., Subbulakshmi, M.S., Gupta, S.C., Raj,H. (2013). System Design of Cold Weather Protective Clothing. Defence Science Journal,10.14429/dsj.49.3860.
- Kasturiya, N., Subbulakshmi, M.S, Gupta, S.C., Raj,H. (1999). System Design of Cold Weather Protective Clothing. Defence Science Journal, Vol 49, No 5: 457-464.
- Kimura, H., Morishima, M., Nishioka, T., Wakako, L., Matsumoto., Y. (2009). Stretch Properties of Cotton Hollow Yarns Made by Hybrid Open-End Rotor Spinning Frame.Journal of Textile Engineering, 10.4188/jte.55.187.
- Kara, Ş. (2011). Farklı Enine Kesit Şekillerinde Üretilen Kimyasal Liflerin Yapısal Davranışları ve Kullanım Özelliklerinin İncelenmesi. Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.
- Marmaralı, A., Kretzschmar, S.D., Özdil, N., Oğlacioğlu., N.G. (2006). Giysilerde Isıl Konforu Etkileyen Parametreler, Tekstil ve Konfeksiyon, 4: 241-246
- Mecit, D., Ilgaz, S., Duran, D., Başal, G., Gülümser, T., Tarakcioğlu, I. (2007). Teknik Tekstiller ve Kullanım Alanları. Tekstil ve Konfeksiyon Dergisi, 2: 154-161.
- Merati, A.A., Okamura, M. (2000). Hollow Yarn in Friction Spinning: Part I: Tensile Properties of Hollow Yarn.Textile Research Journal,10.1177/004051750007001206.
- Moghassem, A. (2009). Redistribution of Fibers İn Thestructure of Hollow Ring Spun yarn. Islamic Azad University,İran.
- Muhammad, K. (2015). Extreme Cold Weather Clothings. Balochistan University, Pakistan.
- Oltulu,D.,Gürler, T. (2003).Örme Kumaşların Tutum Özellikleri ve Değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi, İzmir.
- Oral, O.K., Dirgar, E. (2017). Dolgu Malzemesi Olarak Kaz Tüyünün Kullanım Alanları ve Özellikleri. Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi, Düzce.
- Sen, A.K., Damewood, J. (2001). Coated Textiles: Principlesand Applications. Illustrated Edition, CRC Press.
- Shaker, A. (2018). Clothing for Extreme Cold Weather. National Textile University, Pakistan.
- Sülar, V., Bulut, Y. (2015). Kaplama veya Laminasyon Teknikleri ile Üretilen Kumaşların Genel Özellikleri ve Performans Testleri. Tekstil ve Mühendis Dergisi,70-71: 5-16.

Temiz, S. (2005). Balistik Kumaş ve Test Yöntemleri Üzerine Bir Araştırma. Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.

Uludağ İhracatçı Birlikleri AR-GE Şubesi. (2020). Teknik Tekstil Raporu. Bursa.

Uttam, D., Mukhopadhyay, A., Ishtiaque, S.M. (2011). Impact of Structural Variations in Hollow Yarn on Heat and moisture Transport Properties of Fabrics. Journal of The Textile Institute, 8: 102

Ünlü, G. (2008). Koruyucu Giysilerde İç Konfor Şartlarının İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta.

Üreyen, P.G., Aslan, M.E. (2015). Farklı Özelliklere Sahip Pes ve Selülozik İpliklerden Üretilmiş Sporcu Kumaşlarının Mekanik ve Konfor Özelliklerinin İncelenmesi. Bilimsel Araştırma Projesi, Namık Kemal Üniversitesi, Tekirdağ.

Vuruşkan, D., Babaarslan, O., İlhan, İ. (2013). Ring İplik Eğirme Makinesinin Elastan İçerikli Özlü (Kor) İplik Üretmek Üzere Modifikasyonu. Tekstil ve Mühendis, 20:1-10

Xiahoung, Z., Xue, W., Yaoxing, J., Shanyoun, W. (2005). Water Vapor Transfer in Multi-layered Textile Assemblies under the Subzero Climatic Condition. Donghua University, Suzhou University, Zhejiang Sci-Tech University, China.

Wang, Y., Xu, Y., Xu, D., Fan, J. (2021). Optimization of multilayer clothing assemblies for thermal comfort in cold climate. Hong Kong Polytechnic University, Hong Kong.

Yener, E. (2018). Isı İzolasyonu Sağlayan, Nefes Alabilen, Anti bakteriyel Havlu Laminasyonlu Denim Kumaş Tasarımı ve Geliştirme. 3160668-Tübitak, Bursa.