

**T.C.  
PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
TEKSTİL MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**LUXICOOL ELYAFI KULLANIMININ KUMAŞ KONFOR  
ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**ÖZLEM DEMİR**

**DENİZLİ, 2016**

**T.C.  
PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
TEKSTİL MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**



**LUXICOOL ELYAFI KULLANIMININ KUMAŞ KONFOR  
ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**ÖZLEM DEMİR**

**DENİZLİ, 2016**

## KABUL VE ONAY SAYFASI

**ÖZLEM DEMİR** tarafından hazırlanan “**LUXICOOL ELYAFI KULLANIMININ KUMAŞ KONFOR ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ**” adlı tez çalışmasının savunma sınavı 02.02.2016 tarihinde yapılmış olup aşağıda verilen jüri tarafından oy birliği ile Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

İmza

Danışman  
Doç. Dr. Yüksel  
İKİZ



Üye  
Prof. Dr. Arzu  
MARMARALI  
Üye  
Doç Dr. Yüksel  
İKİZ  
Üye  
Yrd. Doç. Dr. Ali  
Serkan SOYDAN



Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun 24.02.2016 tarih ve 08/19... sayılı kararıyla onaylanmıştır.



Prof. Dr. Orhan KARABULUT

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

**Bu tez çalışması Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından 2015FBE025 no.lu proje ile desteklenmiştir.**

Bu tezin tasarımı, hazırlanması, yürütülmesi, araştırmalarının yapılması ve bulgularının analizlerinde bilimsel etiğe ve akademik kurallara özenle riayet edildiğini; bu çalışmanın doğrudan birincil ürünü olmayan bulguların, verilerin ve materyallerin bilimsel etiğe uygun olarak kaynak gösterildiğini ve alıntı yapılan çalışmalara atfedildiğine beyan ederim.

ÖZLEM DEMİR



## ÖZET

**LUXICOOL ELYAFI KULLANIMININ KUMAŞ KONFOR  
ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ  
YÜKSEK LİSANS TEZİ  
ÖZLEM DEMİR  
PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
TEKSTİL MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI  
(TEZ DANIŞMANI:DOÇ. DR. YÜKSEL İKİZ)**

**DENİZLİ, ARALIK - 2015**

Bu çalışmada farklı iplik karışımları içeren iki farklı kumaş üretilmiş ve bu kumaşların konfor özellikleri incelenmiştir. Birinci kumaşta yeni üretilen bir lif olan luxicool elyafı ile polyester/nlon 6/elastan karışımı kullanılmıştır. Diğer kumaşta ise farklı iplik numaralarında nylon 6/elastan karışımı kullanılmıştır. Bu kumaşlara patlama mukavemeti, boncuklanma, ısı özellikleri(ısı iletkenlik, ısı direnç, ısı soğurganlık), kalınlık, su buharı geçirgenliği, hava geçirgenliği ve dinamik sürtünme katsayısı testleri yapılmıştır. Aynı zamanda üretilen numuneler yoğun fiziksel aktivite yapan insanlara denetilip anket çalışması ile değerlendirilmesi yapılmıştır. Genel konfor, yumuşaklık, kuruluk, serinlik parametreleri araştırılmıştır.

Sonuç olarak; luxicool elyafı içeren numunede diğer numuneye göre hava geçirgenliği, su buharı geçirgenliği, ısı iletkenlik, ısı soğurganlık değerleri daha yüksektir. Numunelerde patlama ve boncuklanma olmamıştır. Luxicool elyafı içermeyen numunede ise su buharı direnci, ısı direnç, dinamik sürtünme katsayısı, kalınlık değerleri daha yüksektir. Ayrıca anket sonuçlarına göre de luxicool elyafı içeren numunenin performans özelliklerinin diğer numuneye göre daha iyi olduğu sonucuna varılmıştır. Sonuçlar arasında en anlamlı farka 4,866 ortalama değeri ile kuruluk parametresinde ulaşılmıştır.

**ANAHTAR KELİMELER:** Konfor, ısı özellikleri, luxicool

## **ABSTRACT**

### **THE EFFECT TO FABRIC COMFORT PROPETIES USED OF LUXICOOOL FIBER**

**MSC THESIS**

**ÖZLEM DEMİR**

**PAMUKKALE UNIVERSITY INSTITUTE OF SCIENCE  
TEXTILE ENGINEERING**

**(SUPERVISOR:DOÇ. DR. YÜKSEL İKİZ)**

**DENİZLİ, DECEMBER 2015**

In this study was produced in two different fabrics with different fiber mixtures and were investigated comfort properties of the fabric. Luxicool fiber which is newly manufactured fiber and polyester fiber /nylon 6 /elastane blend is used in the first fabric. In the other fabric, yarn count in different nylon 6 / elastane blend is used. Tests which are the bursting strength, pilling, thermal properties (thermal conductivity, thermal resistance, thermal absorptivity), thickness, water vapor permeability, air permeability and coefficient of dynamic friction were made for these fibers. At the same time,production samples were tested by the people who do intense physical activity and have been evaluated through survey.Parameters of general comfort, softness, dryness and coolness were investigated.

As a result; the sample containing luxicool fibers' air permeability, water vapor permeability, thermal conductivity, and thermal absorptivity values are higher than the other samples. Burst and pilling did not in the samples. Samples containing the Luxicool fibers, water vapor resistance, heat resistance, dynamic friction coefficient, thickness measurements are higher. In addition, according to survey results concluded that the performance characteristics of the samples containing luxicool fiber are better than the other samples. Parameters of drynesswith 4,866 mean valuehave most significant difference among the results.

**KEY WORDS:** Comfort, thermal properties, luxicool

# İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
<b>ÖZET</b> .....	<b>i</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>ii</b>
<b>İÇİNDEKİLER</b> .....	<b>iii</b>
<b>ŞEKİL LİSTESİ</b> .....	<b>v</b>
<b>TABLO LİSTESİ</b> .....	<b>vii</b>
<b>ÖNSÖZ</b> .....	<b>viii</b>
<b>1. GİRİŞ VE AMAÇ</b> .....	<b>1</b>
1.1 Örmenin Tarihçesi ve Tanımı .....	1
1.2 Örme ve Dokuma Kumaşların Karşılaştırılması .....	3
1.3 Örme Kumaşın Kullanım Alanları .....	4
<b>2. GENEL BİLGİLER</b> .....	<b>5</b>
2.1 Konfor .....	6
2.1.1 Duyusal Konfor .....	10
2.1.2 Psikolojik Konfor .....	12
2.1.3 Vücut Hareketi Konforu .....	14
2.1.4 Isıl Konfor .....	14
2.1.4.1 Isıl Konfor Parametreleri .....	19
2.1.4.1.1 Isıl İletkenlik .....	19
2.1.4.1.2 Isıl Direnç .....	20
2.1.4.1.3 Isıl Soğurganlık .....	21
2.1.4.1.4 Nem Çekme Özellikleri .....	22
2.1.4.1.5 Nem Transferi .....	27
2.1.4.1.6 Su Buharı Geçirgenliği .....	33
2.1.4.1.7 Hava Geçirgenliği .....	39
2.1.4.1.8 Giysi Parametreleri .....	42
<b>3. LİTERATÜR ÖZETİ</b> .....	<b>46</b>
<b>4. MATERYAL VE YÖNTEM</b> .....	<b>57</b>
4.1 Materyal .....	57
4.1.1 Luxicool .....	57
4.1.2 Nylon 66/6 .....	58
4.1.3 Polyester .....	58
4.1.3 Elastan .....	59



4.2 Yöntem.....	59
4.2.1 Isıl özelliklerin Testi .....	63
4.2.2 Su Buharı Testi.....	63
4.2.3 Hava Geçirgenliği Testi .....	63
4.2.4 Dinamik Sürtünme Katsayısı Testi .....	63
4.2.5 Boncuklanma Testi .....	64
4.2.6 Patlama Mukavemeti Testi.....	64
4.2.7 Anket Çalışması .....	64
<b>5. BULGULAR.....</b>	<b>66</b>
5.1 Isıl Özelliklerin Test Sonuçları .....	66
5.2 Su Buharı Test Sonuçları .....	69
5.3 Hava Geçirgenliği Test Sonuçları .....	71
5.4 Dinamik Sürtünme Katsayısı Test Sonuçları .....	72
5.5 Boncuklanma Testi Sonuçları .....	74
5.6 Patlama Mukavemeti Testi Sonuçları .....	74
5.7 Anket Çalışması Sonuçları.....	74
<b>6. SONUÇ VE ÖNERİLER .....</b>	<b>81</b>
<b>7. KAYNAKLAR .....</b>	<b>83</b>
<b>8. EKLER .....</b>	<b>90</b>
<b>EK A</b> Numunelerin Isıl Özelliklerinin Test Sonuçları .....	90
<b>EK B</b> Numunelerin Hava Geçirgenliği Test Sonuçları .....	90
<b>EK C</b> Numunelerin Su Buharı Test Sonuçları .....	91
<b>EK D</b> Numunelerin Dinamik Sürtünme Katsayısı Test Sonuçları .....	91
<b>EK E</b> Anket Soruları.....	92
<b>9. ÖZGEÇMİŞ .....</b>	<b>93</b>

## ŞEKİL LİSTESİ

### Sayfa

Şekil 2.1: Avustralya, Asya ve Avrupa ülkelerinin giysilerden Beklentiler .....	5
Şekil 2.2: Konforun subjektif algı akışı .....	7
Şekil 2.3: İnsan vücudunun termal çalışması .....	9
Şekil 2.4: Deri yapısı ve alıcılar .....	11
Şekil 2.5: Giysi konforunu kontrol eden önemli fiziksel ve fizyolojik faktörler .....	13
Şekil 2.6: Deri sıcaklığının çevre sıcaklığından yüksek olduğu durumda deri-kumaş arasında meydana gelen ısı akışı .....	15
Şekil 2.7: Mikroklimayı etkileyen faktörler .....	17
Şekil 2.8: Çeşitli liflerin standart şartlar altındaki nem alma değerleri .....	24
Şekil 2.9: A.amorf bölgelerdeki düşük oryantasyonlu makromoleküllerin yerleşimi B.kristalin bölgelerdeki yüksek oryantasyonlu makromoleküllerin yerleşimi .....	25
Şekil 2.10: Su moleküllerinin adsorbsiyon ve absorbsiyonu .....	26
Şekil 2.11: Çeşitli kumaşların kuruma davranışları .....	27
Şekil 2.12: Farklı katmanlarda su buharı transferi .....	28
Şekil 2.13: Giysi vücut sistemi .....	30
Şekil 2.14: Kumaşlarda dinamik su buharı iletimi .....	30
Şekil 2.15: Nem geçiş fazları .....	31
Şekil 2.16: Nem transferi sırasında kumaşın nemi çekmesi .....	32
Şekil 2.17: Nem transferi sırasında yüzeydeki sıcaklık değişimi .....	32
Şekil 2.18: Kumaşların su buharı transferi .....	38
Şekil 4.1: A ürününün örgü raporu .....	61
Şekil 4.2: B ürününün örgü raporu .....	62
Şekil 5.1: Bandaj numunelerinin ısı iletkenlik test sonuçları .....	66
Şekil 5.2: Kumaş numunelerinin ısı iletkenlik test sonuçları .....	66
Şekil 5.3: Bandaj numunelerinin ısı direnç test sonuçları .....	67
Şekil 5.4: Kumaş numunelerinin ısı direnç test sonuçları .....	67
Şekil 5.5: Bandaj numunelerinin ısı soğurganlık test sonuçları .....	68
Şekil 5.6: Kumaş numunelerinin ısı soğurganlık test sonuçları .....	68
Şekil 5.7: Bandaj numunelerinin kalınlık test sonuçları .....	69
Şekil 5.8: Kumaş numunelerinin kalınlık test sonuçları .....	69
Şekil 5.9: Bandaj numunelerinin bağıl su buharı geçirgenliği test sonuçları ..	70

Şekil 5.10: Kumaş numunelerinin bağıl su buharı geçirgenliği test sonuçları	.70
Şekil 5.11: Bandaj numunelerinin su buharı direnci test sonuçları	.....71
Şekil 5.12: Kumaş numunelerinin su buharı direnci test sonuçları	.....71
Şekil 5.13: Bandaj numunelerinin hava geçirgenliği test sonuçları	.....72
Şekil 5.14: Kumaş numunelerinin hava geçirgenliği test sonuçları	.....72
Şekil 5.15: Bandaj numunelerinin dinamik sürtünme katsayısı test sonuçları	.73
Şekil 5.16: Katılımcı sayısı	.....75

## TABLO LİSTESİ

	<b><u>Sayfa</u></b>
Tablo 2.1: Harekete göre ısı kaybı.....	10
Tablo 2.2: Liflerin ısı iletkenlik katsayısı.....	20
Tablo 2.3: Kuru liflerin özgül ısıları.....	22
Tablo 2.4: Bazı liflerin nem içerikleri .....	23
Tablo 2.5: Kuruma test sonuçları .....	38
Tablo 2.6: Çeşitli Hayvanların sahip oldukları örtülerin ısı iletkenliği.....	53
Tablo 4.1: Numunelerde kullanılan elyaf tipi ve ürün maliyetine etkisi .....	60
Tablo 4.2: Anket soruları değerlendirme skalası .....	65
Tablo 5.1: Ürünler arasındaki anlamlılık düzeyi .....	73
Tablo 5.2: Cinsiyet faktörünün sorular üzerine etkisi .....	77
Tablo 5.3: Yaş faktörünün sorular üzerine etkisi.....	78
Tablo 5.4: Genel konfor için ürünler arasındaki ilişki.....	79
Tablo 5.5: Yumuşaklık için ürünler arasındaki ilişki .....	80
Tablo 5.6: Kuruluk için ürünler arasındaki ilişki.....	80
Tablo 5.7: Serinlik için ürünler arasındaki ilişki .....	80
Tablo 5.8: İlerde kullanılma için ürünler arasındaki ilişki .....	80

## ÖNSÖZ

Tez çalışmamda tez konusunun seçimi, tezin uygulama aşamaları, değerlendirmesi sırasında daima fikirleriyle yol gösteren, her türlü desteğini esirgemeyen değerli danışman hocam Doç. Dr. Yüksel İKİZ'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmam sırasında her türlü yardımı sağlayan Yrd. Doç. Dr. Ali Serkan SOYDAN ve Prof. Dr. Ramazan BAŞTÜRK'e, yardımlarını esirgemeyen arkadaşım Arş. Gör. Gamze YAYLA'ya, numune kumaşların üretimi sağlayan Bioaktif Ortopedi'ye, anket çalışmamda yardımcı olan Sorisa Spor Salonu çalışanları ve Uğur ÖZER'e, konfor testlerinin gerçekleştirilmesini sağlayan Ege Üniversitesi Tekstil ve Konfeksiyon Araştırma-Uygulama Merkezi Fiziksel Tekstil Muayeneleri Laboratuvarı çalışanlarına teşekkür ederim.

Beni günlere getiren, hayatımın her döneminde maddi ve manevi desteğini esirgemeyen anneme ve babama sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Bu tez çalışmasının maddi olarak desteklenmesi 2015FBE025 no.lu yüksek lisans proje kapsamında sağlayan Bilimsel Araştırma Projesi (BAP)'ne teşekkür ederim.

# 1. GİRİŞ ve AMAÇ

## 1.1 Örmenin Tarihçesi Ve Tanımı

Örmeciliğin insanoğlunun örtünme ihtiyacı hissedildiği zamanda başladığı ve toplumların ihtiyaç ve zevklerine cevap vererek günümüze kadar geldiği söylenebilir. Örme tekniğinin geçmişi belki dokumadan bile önce gelmektedir.

Değişik kaynaklar ilk örme ürünlerinin M.Ö. 5-6 yy arasında ve Orta Asya Türkleri ve Mısırlılar tarafından aynı zamanlarda ortaya çıkarıldığı kaydedilmekte ve ayrıca örücü ilk elemanın da bugün hala kullanılan basit şiş, tığ, mil adlarıyla tanıdığımız araçları olduğu belirtilmektedir. XVI. yy da örülmüş eşyaya karşı talebin hızla artışı örmenin mekanikleşmesi için itici bir güç olmuştur. Örgüden yapılmış giyim eşyalarının geçmişi oldukça eskiye gitmektedir. Almanya'nın Frankfurt kentinde eski kayıtlarda 1365'de "Örgücü Katherine" adlı bir kadının ve 1484'de "Örgücü Hans" adlı bir erkeğin adına rastlanmaktadır. 1475-1524 yılları arasında aynı kentte örücülerden "Haubenstricker" olarak söz edilmektedir. Almanya'daki buxtehuder kilisesinin mihrabı için 1405'de ressam Betram tarafından yapılmış bir tabloda Meryem Ana'nın elindeki dört örgü şişi ile dizi dibinde oynamakta olan küçük Hazreti İsa için bir elbise ördüğü görülmektedir. 1500'de ressam Stoss tarafından yapılmış olan dinsel nitelikli başka bir çizelgede Meryem Ana'nın çatalı bir iğnesi ile geniş ilmekli bir file işi örgü yaptığı görülmektedir (Akkış 2009).

Örgü makinesi, 1539'da İngiltere'de Nottingham yakınındaki Culverton köyünün papazı olan William Lee tarafından geliştirildi. Dokuma tezgâhına oranla çok daha karmaşık olan bu makine pedal ve kasnakla çalışmaktaydı. Zamanla Lee, belirli biçimlerde parçaların örülmesine olanak sağlayan bir sistem geliştirmiştir. Örme işleminin belirli bir basamağında tezgâhta ki belirli kancalar çekilerek işlem dışı bırakılıyordu. İlk biçimi ile elle örmeye oranla 10-

15 kez daha hızlı örüyordu. Bununla birlikte makine tam otomatik değildi ve makineyi kullanan hem makineye gerekli gücü sağlıyor, hem de makinenin çeşitli bölümlerinin hareketini koordine ediyordu. Lee makinesi için Kraliçe Elizabeth veya Kral I. James'den kendisine tekel sağlayan bir patent aldı. Daha sonra Fransa'ya geçerek Rouen'e yerleşti (<http://www.tekstildershanesi.com.tr/>).

Örme makinesi 1765 yılında otomatik çalışır biçime getirilen kurdele makinesi ile birlikte, günümüzde çok karmaşık işlemleri yapan dokuma makinelerinin yapımında önemli bir adımdır. Yuvarlak örgü makineleri 1840'ta kullanılmaya başlanmış ve 1880'de dikiş kapama makinesinin de kullanılmaya başlanmasıyla seri bir biçimde çorap üretimi sağlanmıştır (<http://www.tekstildershanesi.com.tr/>).

Örme tekniği ile kumaş üretimi 1950'li ve 1960'lı yıllarda artmaya başlamış ve bununla birlikte örme makineleri geliştirilmiştir. 1967 yılında örme teknolojisindeki gelişim ve güvenilirlik doruğa ulaşmıştır. Bu dönemde dokumacılığın giderek ortadan kalkacağı ve yerini örmeciliğin alacağı ileri sürülmektedir. Bu dönemde sentetik elyaftan yapılan ipliklerdeki gelişme, örme makinelerinin yayılmasına büyük ölçüde katkı sağlamıştır. Örme teknolojisi, dokumanın rakipsiz sayıldığı erkek üst giysi alanını git gide ele geçirmeye başlamıştır.

Örme, bir ya da daha fazla iplikten oluşan, iğne ve yardımcı elemanlar vasıtasıyla iç içe geçen iplik ilmekleri ve bunların da arasında yan yana boylamasına bağlantılar oluşturmasıyla meydana gelen tekstil yüzeyleridir.

Örmecilik, teknik ifade ile tek veya çok sayıda ipliklerin örücü ve yardımcı elemanlar ile temel örgü elemanları haline getirilmesi ve bunlar arasında da yan yana ve boylamasına bağlantılar oluşturması ile bir tekstil yüzeyi ve dokusu elde etme işlemi olarak tanımlanabilir.

## 1.2 Örne ve Dokuma Kumaşların Karşılaştırılması

Her ne kadar örme kumaşlar özellikle çözgülu örme kumaşlar son yıllarda dokuma kumaş pazarının önemli bir kısmını ele geçirdiyse de örme ve dokuma kumaşlar özellikleri bakımından birbirinden ayrılıp her birinin kendine özgü kullanım alanları bulunmaktadır ( Demir 1999).

Örme kumaşlar daha çok esneklik gerektiren mayo, iç giyim ve spor giyimde kullanılırken dokuma kumaş kışlık, yazlık üst ve dış giyimde kullanılmaktadır. Düz ve yuvarlak örme makinelerinde üretilen örgü ve kumaş tipi değişimi dokumaya göre daha kısa zamanda yapılabilmektedir. Ancak çözgülu örmeye dokumaya göre daha çok zaman almaktadır. Buna karşın örme kumaş üretimi dokuma kumaşa göre daha hızlıdır. Özellikle çözgülu örme bilinen en hızlı kumaş üretim tekniğidir.

Örme kumaşlar yapıları nedeniyle her yöne esneme kabiliyetine sahiptirler. Böylece vücudu kolayca sarar ve vücut hareketlerine rahatlıkla ayak uydurabilirler. Dokuma kumaşlarda ise atkı yönünde az bir esneme vardır. Çözgü yönünde ise esneme yoktur. Dokuma kumaşlar daha çok verev yönde esneyebildiğinden vücudu saran bir yapıya sahip değildirlere.

Örme kumaşlar kullanılan hammadde özelliği de dikkate alındığında dokuma kumaşlara göre daha dayaklıdır. Patlama ve yırtılma mukavemetleri dokumaya göre daha yüksektir.

Örme kumaşlar ilmek formunda olmaları nedeniyle daha gevşek ve daha hacimli bir yapıya sahiplerdir. Bu nedenle nem alma kabiliyetleri daha yüksektir. Aynı zamanda örme kumaşlar dokuma kumaşlara daha gözenekli bir yapıya da sahip oldukları için ısı ve hava geçirgenliği de dokuma kumaşlara göre daha yüksektir.

Örme kumaşlar dokuma kumaşlara göre daha az buruşma özelliğine sahiptir. Bu nedenle paketlemesi dokuma kumaşlara göre kolay yapılabilmektedir. Dokuma kumaşlar daha fazla buruştuğu için paketleme



işlemi zor olabilmektedir. Fakat örme kumaşların ütü tutma özelliği dokuma kumaşlara göre daha kötüdür.

Örme kumaşlarda zamanla kendiliğinden veya kullanımdan kaynaklanan bollaşma problemleri olabilir. Zorlamayla veya baskıyla bozulan ilmek yapısı eski haline gelememekte ve bu nedenle sarkma olabilmektedir. Ama dokuma kumaşlar atkı ve çözümlü ipliklerinin kesişiminden oluştuğu için böyle bir sorun yaşamamaktadır.

### **1.3 Örme Kumaşın Kullanım Alanları**

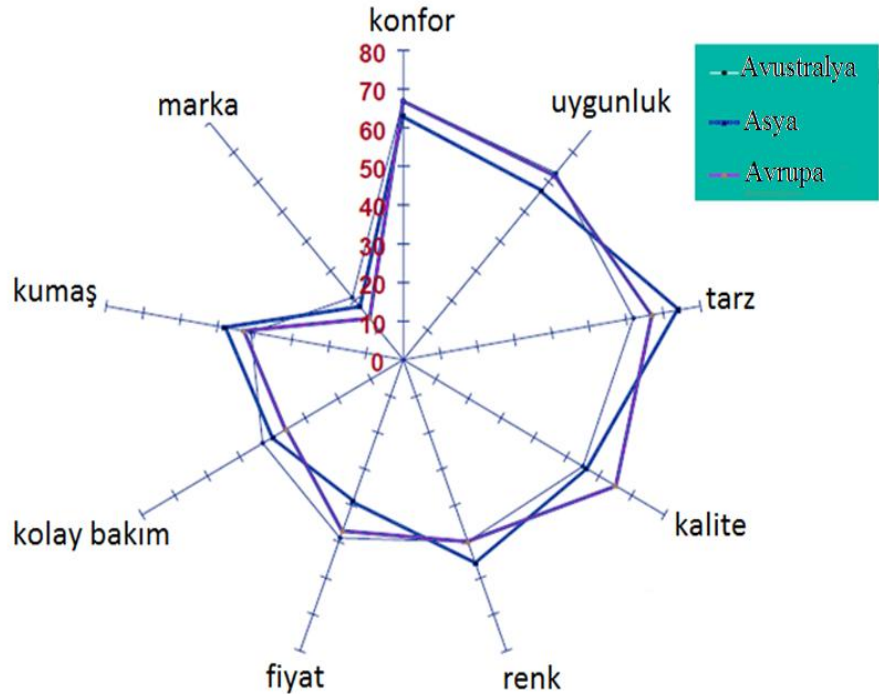
Örme kumaşların kullanım alanları oldukça geniştir. Örme kumaşların yapısında birçok farklı lifler kullanılabildiği için kullanımları oldukça yaygındır. Özellikle elastan ve esnek ipliklerin kullanılması yapısından dolayı zaten esnek olan kumaşa ekstra bir elastikiyet ve sarma özelliği katmaktadır. Örgü, birbirine geçen ilmeklerden oluştuğu için kumaşa rahat esneyebilme özelliği katmaktadır. Bu nedenle bulunduğu şekle çabuk uyum sağlar ve yumuşak bir biçimde sarar. Örme kumaşlar kolayca buruşmaz ve ilmekler arasındaki boşluklarda hava tuttuğu için ağırlığına göre gayet sıcak tutar. Çözgümlü örmelerdeki esneklik sayesinde bu kumaşlar, gerek konfeksiyon gerekse çarşaf, perde gibi ev tekstilinde kullanılabilmektedir ( Demir 1999).

Bu çalışmanın amacı luxicool elyafi kullanılan kumaşlar ile sıklıkla kullanılan diğer kumaşların konfor özelliklerinin objektif ve subjektif olarak karşılaştırılmasıdır. Bunun için luxicool elyafi ve karışım elyaflar kullanılarak kumaşlar örülmüş ve kumaşların ısı, su buharı, hava geçirgenlik ve sürtünme özellikleri test edilmiştir. Ayrıca bandaj üretiminde luxicool elyafi kullanılarak üretim yapılmış ve standart ürün ile birlikte denekler üzerinde uygulanmıştır. Sonuçlar anket çalışması ile subjektif olarak değerlendirilmiştir.

## 2. GENEL BİLGİLER

### 2.1 Konfor

Yaşam standartlarının yükselmesi ve tekstil teknolojilerinin de gelişimine bağlı olarak insanlar sağlamlık, estetik, tasarım gibi özellikler beklentisi içine girmiştir. Bunun yanı sıra gün içinde saatlerce giysiler vücudumuzla temas halinde olduğundan giysinin konforu da önemli bir konu haline gelmiştir. Daha önceleri insanlar için giysini görünüşü ve tarzı önemliyken şimdiki yaşam koşullarında giysilerde konfor beklentisi daha yüksektir. Bu açıdan giysilerin ısı ve nem iletimini dengelemesi ve koruyucu özellikte olması gerekmektedir. Şekil 2.1’de görüldüğü gibi Asya, Avrupa ve Avustralya ülkelerinin genelinde bir giyside en istenilen özellik konfordur. Stil, vücuda uygunluk, kalite, renk, fiyat, kumaş ve kolay bakım istenilen diğer özelliklerdir. Marka ise hemen hemen bütün ülkelerde bir giyside en son bakılan, tercih edilen özelliktir.



Şekil 2.1: Avustralya, Asya ve Avrupa ülkelerinin giysilerden beklentileri

Giysinin yüksek konforlu olabilmesi için aşağıdaki özellikleri sağlaması gerekmektedir;

- Hareket rahatlığı
- Optimum ısı ve nem ayarı
- İyi nem absorbe etme ve nem iletme kapasitesi
- Isı geçirgenliği ve sıcaklığı dışarı verebilme
- Çabuk kuruma
- Yumuşaklık ve deriyi tahriş etmeme
- Hafiflik
- Dayanıklılık
- Kolay Bakım
- Beğenilen tutum özellikleri

Konfor, insan vücudu ve çevre arasındaki psikolojik, fizyolojik ve fiziksel durumların harmanından oluşan memnuniyet hissidir (Li 2001).

Konfor, konforsuzluk ve ya acı hissidir olmaması durumudur (Hes 2009).

- Konfor, insanın psikolojik durumundan etkilenir.
- Konfor, vücudun düzenleme ısıdır.
- Konfor, rahatsızlık veya memnuniyetsizlik olmaması durumudur.
- Konfor, insan vücudu ve çevre arasındaki psikolojik, fizyolojik ve fiziksel uyumun memnuniyet durumudur. Eğer bu üçünden herhangi biri olmazsa insan konforsuz hisseder (Das 2010).

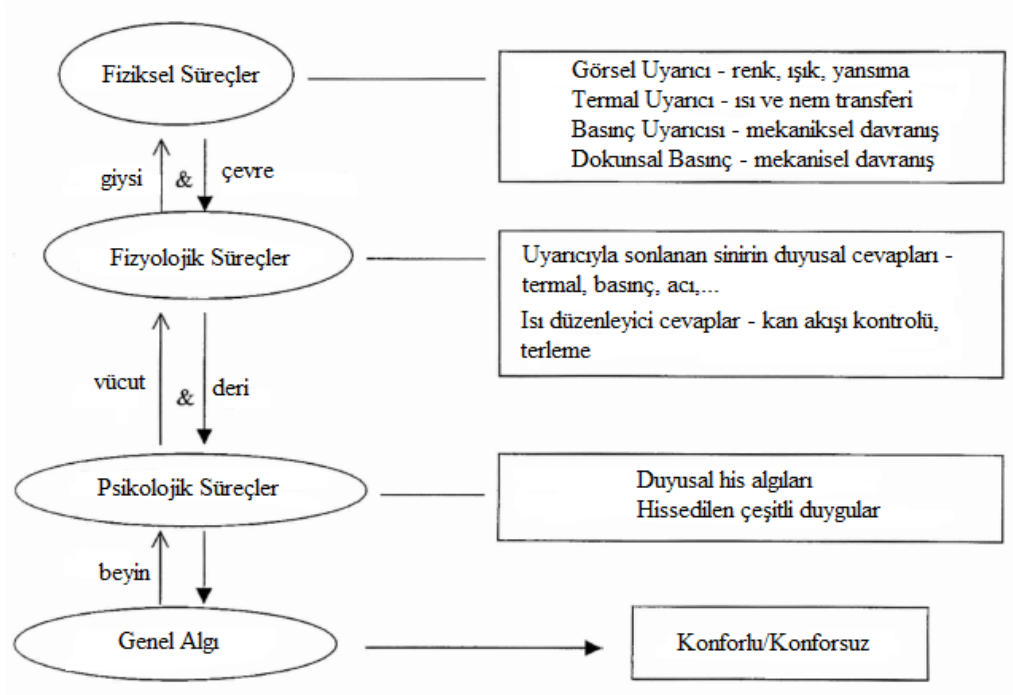
Konfor tanımlanması oldukça karmaşık ve zor bir olgudur. Buna karşın konforsuzluğun tanımı kaşıntı, batma, sıcak veya soğuk gibi durumlarla oldukça kolay tanımlanabilmektedir. Bu nedenle konforun genel olarak acı ve konforsuzluktan bağımsız nötr durum olarak tanımlanmaktadır (Li 2001).

Konfor subjektif bir algıdır. Subjektif algı akışı Şekil 2.2'de gösterilmiştir. İnsan-giysi ilişkisini vücudun her zaman içinde bulunduğu

çevreyle fiziksel, psikolojik, duyuşal ve bilgi anlamında dinamik bir etkileşim içinde olduğu açık bir sistem gibi düşünöbiliriz (Li 2001).

Bu sistemde;

- Fiziksel süreçler, giyside ısı veya nem transferi, vücut ve giysi arasındaki mekanik etkileşimler, ışığın emilmesi ve giysiden geri yansıması gibi giysi ve çevredeki fiziksel uyarıcıları hareketlendiren süreçtir.
- Vücudun ısı dengesi gibi fizyolojik süreçler ve termoregülatör cevapları, giysi ve çevresiyle dinamik etkileşimler vücudun fizyolojik durumunu ve kritik koşullar altında yaşamını belirler.
- Nörofizyolojik süreçler, örneğin deriden, gözlerden ve diğer organlardan vücudun duyuşal sinyallerinin nörofizyolojik mekanizması gibi, vücudun giysi ve çevresindeki etkileşimlerden oluşan duyuşal sinyallerdir.
- Psikolojik süreçler, nörofizyolojik duyuşal sinyallerden alınan duyuşal hisler, öznel algı oluşturan beyin süreçleri ve daha sonra geçmiş deneyimlere ve iç arzulara karşı çeşitli duyuşal algıları tartarak öznel genel algı ve tercihlerini belirlemektedirler (Li 2001).



Şekil 2.2: Konforun subjektif algı akışı(Li 2001).

İç vücut sıcaklığı olan 37°C, vücuttaki kas hareketleriyle ve gerçekleşen kimyasal olaylarla sağlanmaktadır. Bu olaylar metabolizma olarak bilinir. Eğer iç sıcaklık 5°C' den fazla herhangi bir yönde değişikliğe uğrarsa, ısı felci veya ölümle sonuçlanabilir. Derinin sıcaklığı genellikle iç vücut sıcaklığından azdır (28°C- 30°C). Bu yüzden, beden sıcaklık dengesinin korunması için, iç sıcaklık 37 °C' de korunarak vücuttan kaybedilen ısı oranının, vücutta üretilen ısı oranına eşit olması gerekmektedir. Termal dengede kalabilmek için üretilen metabolik ısı, iletim, ışıınım yoluyla ve deri yüzeyindeki ısının taşınması yoluyla dengelenmektedir. Hissedilmeyen terleme yoluyla vücut sıcaklığının yaklaşık dörtte biri kaybedilmektedir.

Şekil 2.3'de görüldüğü gibi insan vücudu termal makine gibi çalışmaktadır (Öner 2008).

Vücuttaki ısı denge aşağıdaki denklemlerle ifade edilmektedir.

$$M - W = Q_{sk} + Q_{res} = (C + R + E_{sk}) + (C_{res} + E_{res})$$

$M$  = Metabolik enerji üretim oranı (W/m<sup>2</sup>)

$W$  = Yapılan mekanik iş miktarı (W/m<sup>2</sup>)

$Q_{res}$  = Solunumla kaybedilen toplam ısı miktarı (W/m<sup>2</sup>)

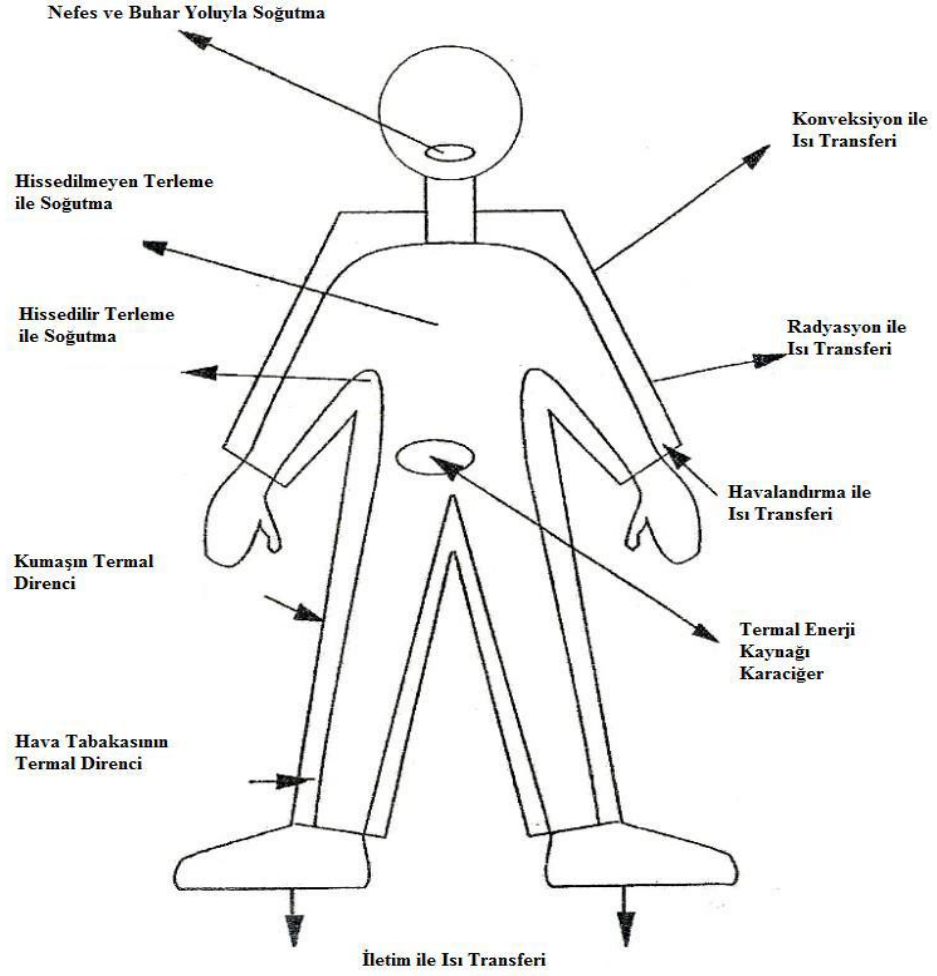
$Q_{sk}$  = Deri yüzeyinden kaybedilen toplam ısı miktarı (W/m<sup>2</sup>)

$C_{res}$  = Solunum esnasında taşınım ile kaybedilen ısı miktarı (W/m<sup>2</sup>)

$E_{res}$  = Solunum esnasında buharlaşmayla kaybedilen ısı miktarı (W/m<sup>2</sup>)

$C + R$  = Deri yüzeyinde meydana gelen hissedilebilir ısı kaybı (W/m<sup>2</sup>)

$E_{sk}$  = Deri yüzeyinde buharlaşmayla meydana gelen ısı kaybı (W/m<sup>2</sup>)



Şekil 2.3: İnsan vücudunun termal çalışması (Öner 2008)

Isı kas hareketleriyle üretilir ve üretilen ısı miktarı hareketin derecesine değişir. Taylor (1972) bu konuda “Şu an bu yazıları okurken dışa verdiğiniz ısı 100W elektrik ampulüne eşdeğer olabilir” demiştir. Tablo 2.1’de hareketlere göre ısı kaybı değerleri gösterilmiştir (Öner 2008).

Tablo 2.1: Harekete göre ısı kaybı (Öner 2008)

Vücut Pozisyonu	Kilo-kalori / saat*
Uyuma	65
Oturma	100
Hızlı yazma	140
Saatte 2.6 mil hızla yürüme	200
Saatte 3.75 mil hızla yürüme	300
Saatte 10 mil hızla bisiklet sürme	390
Yüzme	500
Dağda kayak	540
Saatte 10 mil hızla düz koşmak	900
Sürekli koşmak	1250

\*Saatte 50 kilo-kalori/saat, 58 Watt'a eşittir.'

Konfor genel olarak aşağıdaki başlıklar altında incelenebilir:

- Duyusal konfor
- Psikolojik konfor
- Vücut hareketi konforu
- Isıl konfor

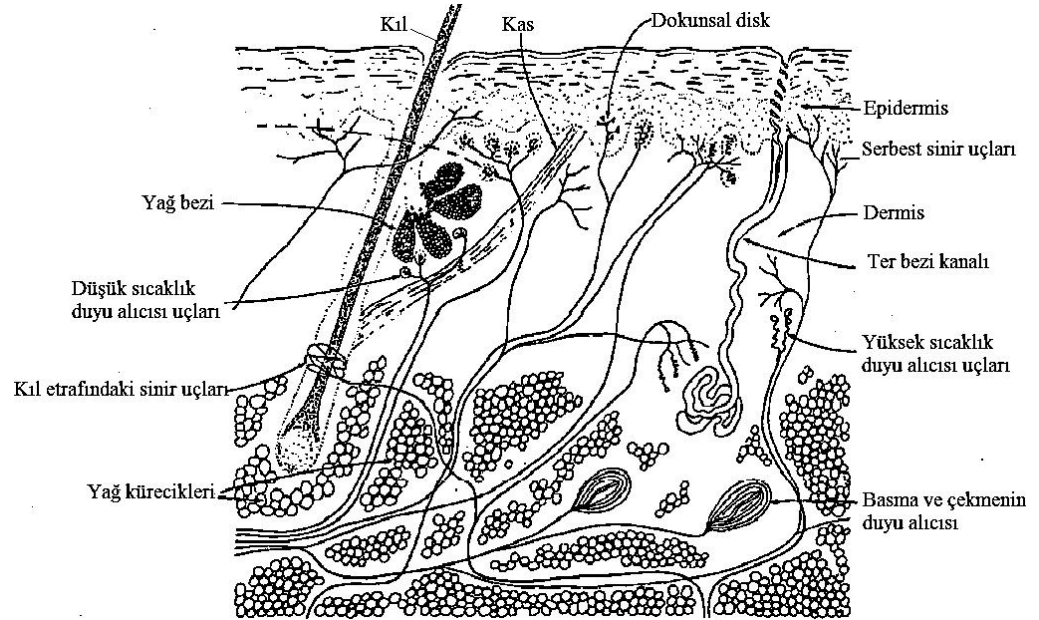
### 2.1.1 Duyusal Konfor

Giysiler, temas halinde olduğumuz süreçte dinamik olarak insan vücuduyla etkileşim içindedir ve mekanik, termal ve görsel hissi uyarır. Giysi cildimizle temas ettiği anda sinirsel duyular hareketlenir. Bu da duyusal konfor olarak tanımlanır.

Duyusal konforu ifade edebilmek için başta tutum özelliği olmak üzere ıslanabilirlik, sürtünme katsayısı, deriye yapışma kuvveti ve kumaş sertliği gibi birçok parametre belirlenmelidir.

Duyusal konfor özelliğinin yüksek olabilmesi için deri ile temas eden malzeme, hoş bir dokunma duygusu (yumuşaklık, kayganlık) yaratacak bir yapı ve esnekliğe sahip olmalı, deriye yapışmamalı, kaşıntı ve alerjiye neden olmamalıdır.

Giysinin deriyle teması sonucu oluşan his, derinin altındaki duyu alıcılarının uyarılması ile ortaya çıkmaktadır. İnsan derisi karmaşık bir yapıya sahiptir. Kıl derisindeki yapılar insan vücudunun çoğunu kapsamaktadır. Şekil 2.4'de de görüldüğü üzere insan derisinde iki katman vardır. Dış katman olan epidermis, tek bir canlı hücrenin üstteki çeşitli ölü hücrelerinden oluşan bir tabakadır. İç katman olan dermiste ise derideki çoğu sinirlerin uçları bulunmaktadır (Li 2001).



Şekil 2.4: Deri yapısı ve alıcılar (Li 2001)

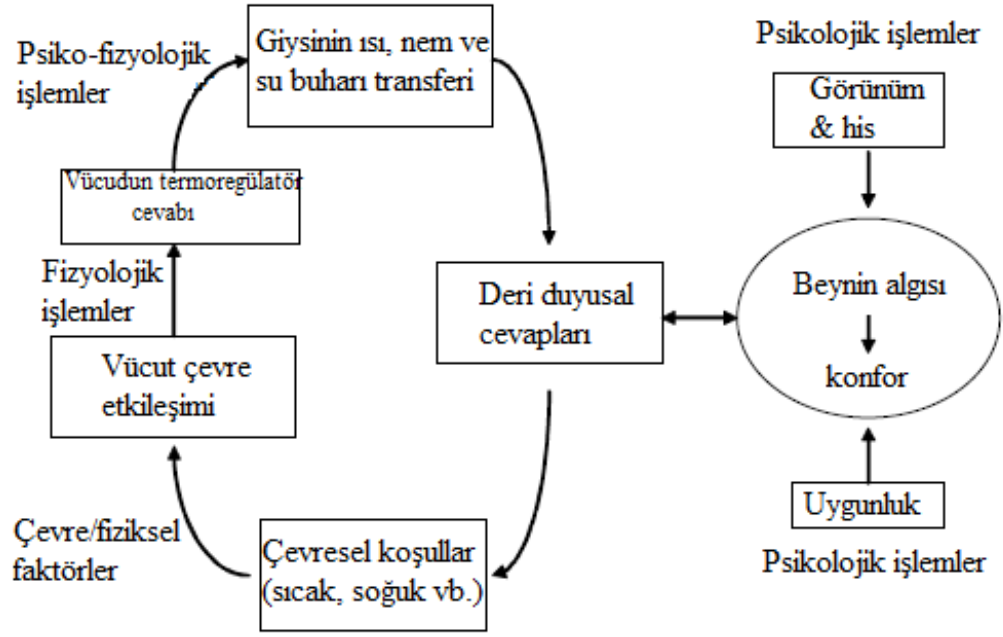


### 2.1.2 Psikolojik Konfor

Giysinin modaya uygunluğu, beğenilme duygusu, kişi o giysiyi giydiği zamanki özgüveni, kendini mutlu hissetmesi gibi parametrelerdir. Coğrafi, iklimsel, ekonomik, tarihsel, kültürel, sosyal ve kişisel beklentileri içermektedir. Cinsiyet, yaş, mevsim, çevre, sosyal durum, sosyal yaşantı, yer ve zamana göre giyim gibi faktörlerden de etkilenmektedir.

Giysi konforunu ifade edebilmek için vücudun psikolojik etmenleri, ortalama deri sıcaklığı, deri ıslaklığının derecesi, terleme oranı ve miktarı, giysi tarafından absorbe edilen ter ve kalp atış oranıdır. Konfor algısının oluşmasına katkı sağlayan psikolojik faktörlerle fizyolojik parametrelerin korelasyonu oldukça önemlidir. Giysi konforu farklı çevresel koşullarda giysiyi giyen kişinin psikolojik hissidir. Kişinin giysi konfor hissini etkileyen faktörler üç gruba bölünebilir. Birincisi fiziksel faktörlerdir (insan-giysi-çevre sistemi), ikicisi psiko-fizyolojik faktörler ve üçüncüsü beynin psikolojik filtreleridir. Kişinin konfor hissi bütün bu faktörlere bağlıdır ve hepsinin arasındaki etkileşimlerdir (Das 2010).

Şekilde 2.5’de giysi konforunu etkileyen önemli fiziksel ve fizyolojik faktörler arası etkileşim gösterilmiştir. Genel konforun subjektif algısının nasıl oluştuğu şematize edilmiştir. Fiziksel süreçte vücudun duyu organlarına farklı sinyaller veya sıcak-soğuk, dokunma, ıslaklık gibi uyarıcılar gönderilir. Vücut bu uyarıcıları alır ve sonrasında nörofizyolojik tepkiler oluşturur. Nörofizyolojik tepkiler sonra terleme oranını, kan akışını ve bazı ısı üretimleri ayarlamakta doğru önlemleri almak için beyne gönderilir. Beyin, duyu dürtüleri aldıktan sonra, çeşitli bireysel duyuların subjektif algısını oluşturmak için bütün bu dürtüleri işler değerlendirir ve geçmiş deneyimlere dayanarak bunları anlamlandırır. Bu değerlendirme ve anlamlandırma süreci fiziksel, çevresel, sosyal, kültürel ve benzeri birçok faktör tarafından etkilenir. Giyim konforu, tüm bu uyarıcıları beynin alıp giysi deneyimlerine dayanarak genel subjektif konfor algısını oluşturmak için bütün bu uyarıcıları değerlendirip anlamlandırması ve değerlendirmesinin karmaşık bir sonucu olarak tüm giysi bütünüyle ilgili kişinin psikolojik algısıdır (Das 2010).



Şekil 2.5: Giysi konforunu kontrol eden fiziksel ve fizyolojik faktörler

1860 ta Fechner, dışsal bir fiziksel uyarı ve bilinçli bir algı deneyimi arasındaki ilişkiyi matematiksel olarak yorumlamıştır. Onun felsefesine göre eğer algıya eşdeğer ve fiziksel bir değişken arasındaki ilişki psikofiziksel formda bilirse fiziksel bağlantı ölçülerek zihinsel özelliklerini ölçülebilir. Bu nedenle psikofizikçiler, algı deneyimlerinin miktarı olarak tanımlanan içsel algıların gücünün ölçümü hakkında yoğunlaşmışlardır (Li 2001).

Fechner aşağıdaki bağıntıyı ileri sürerek Fechner kuralını oluşturmuştur;

$$R_s = k \log S_p$$

$R_s$  = Algının fiziksel uyarın büyüklüğüne göre logaritmik olarak artması

$S_p$  = Uyarının büyüklüğü

$k$  = Uyarın eşiğı

Bu yasa fiziksel uyarınların aritmetik olarak artmasıyla artan algının logaritmik olarak arttığını ileri sürer.

1834 de Earnst Weber aşağıdaki bağıntıyla Weber Kuralını ileri sürmüştür;

$$\Delta S_p / S_p = K$$

$\Delta S_p$ : Uyaranın eşiği

$S_p$ : Uyaranın büyüklüğü

$K$ : Sinyallerini algılamak ve hisler ayırmak için bir insanın gücünü gösteren bir sabit

1953 de Steven fiziksel uyarın gücü ve subjektif algı yoğunluğu arasındaki ilişki için deneysel bir araştırmayla büyüklük tahmini metodu geliştirmiştir. Bu eşitlik Steven'in güç kuralı yasası olarak bilinmektedir.

$$R_s = aS_p^b$$

$a$ : skala faktörü

$b$ : nitelik karakterinin bir üstü

Bu psikofizikçi kuralları fiziksel uyarın ve algı arasında önemli bir fark olduğunu ortaya koymuştur. Weber ve Fechner kuralı algı ayırımında ana roldedir. Steven kuralı ise fiziksel uyarın büyüklüğu ve içsel algı arasındaki güçlü ilişkiyi öne sürmüştür.

### **2.1.3. Vücut Hareketi Konforu**

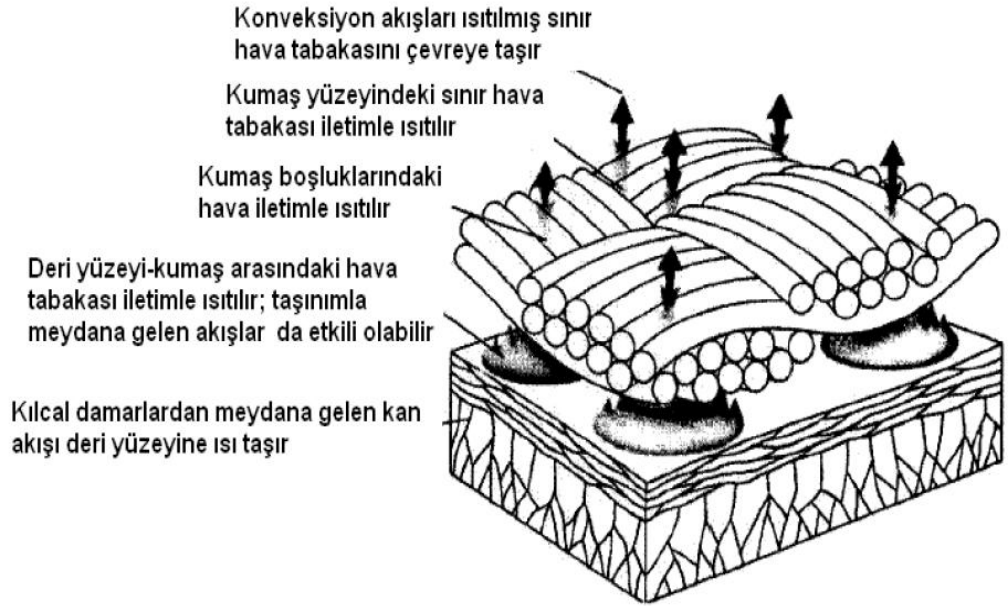
Giysinin, kişinin vücut hareketlerini engellememesi, giysi içinde rahatça hareket edebilmesi, gerektiğinde kolayca esneyebilmesi ve geriye dönebilmesi ve vücut tipine uygun olmasıdır.

### **2.1.4. Isıl Konfor**

Bilindiği üzere, doğadaki tüm canlılar hem kendi aralarında hem de buldukları ortam ile bir denge içerisinde ısı değişimi gerçekteştirerek, çevre ile uyumu ve dolayısıyla ısı konforu sağlamaktadır.

İnsan vücudu genetik kodu gereği yaşam fonksiyonlarını sürdürebilme otonom davranışları sonucu içinde ısı üretilen ve belli bir sıcaklıkta tutulan non-homojen bir ortamdır. Vücut ile çevre arasında hem madde, hem enerji transferi vardır. Enerji transferinin dinamik davranışının fizyolojik ve psikolojik değerlendirilmesi konfor hissini belirlemektedir. Rasyonel olarak enerji dengesinin kurulduğu çevre, yani vücudun net enerji kazancının sıfır olduğu (kararlı enerji dengesi) çevre ısıl açıdan konforlu çevre olacaktır.

Üretilen bu enerji vücut sıcaklığının sabit tutulabilmesi için enerji iletim, taşınım ve ısınım mekanizmaları ile vücuttan dışarıya atılmak zorundadır. Şekil 2.6’da deri ile kumaş arasında meydana gelen ısı akışı gösterilmiştir.



Şekil 2.6: Deri sıcaklığının çevre sıcaklığından yüksek olduğu durumda deri-kumaş arasında meydana gelen ısı akışı

Vücudun ısı dengesi, vücut iç sıcaklığı  $37\pm 0,5^{\circ}\text{C}$  ve deri yüzey sıcaklığı ortalama  $31,5-33,5^{\circ}\text{C}$  arasındadır. Ancak enerji dengesi, değişen koşullara karşı vücudun fizyolojik tedbirler (terleme, kalp atış hızının değişmesi gibi) almasından ötürü, konforlu kabul edilmeyen ortamlarda da kurulabilir. O halde enerji dengesinin kurulduğu her ortam konforlu değildir. Vücudun aktivite ve çevre değiştirme süreçleri de önemlidir.

Vücuttan atılan ısı enerjisinin miktarı, giysi özelliklerine ve dış ortam şartlarına göre değişmektedir. Soğuk havalarda dış ortama geçen ısının vücutta üretilen ısı enerjiden fazla olmaması için yani üşüme olmaması için giyinilir. Bu durumda giysinin ısı yalıtım özelliğinin iyi derecede olması gerekir. Sıcak havalarda ise vücuttan dış ortama ısı geçişi zorlaşır ve ısı geçişini engellemek için daha ince ve ısı geçirgenliği ve hava geçirgenliği yüksek giysiler tercih edilir. Vücudun dış ortama atılması gereken ısıyı normal yollarla (iletim, tasınım ve ısınım) atamaması durumunda, terleme meydana gelir ve ısı terleme ile dış ortama atılır. Terleme ile meydana gelen kütle difüzyonu ile birlikte buharlaşma, sıcak havalarda ısı geçişini vücuttan dış ortama doğru arttırmaktadır. Bu durumda soğuk ve sıcak havalarda giysilerin ısı yalıtımı ve geçirgenlik gibi özellikleri önem kazanmaktadır.

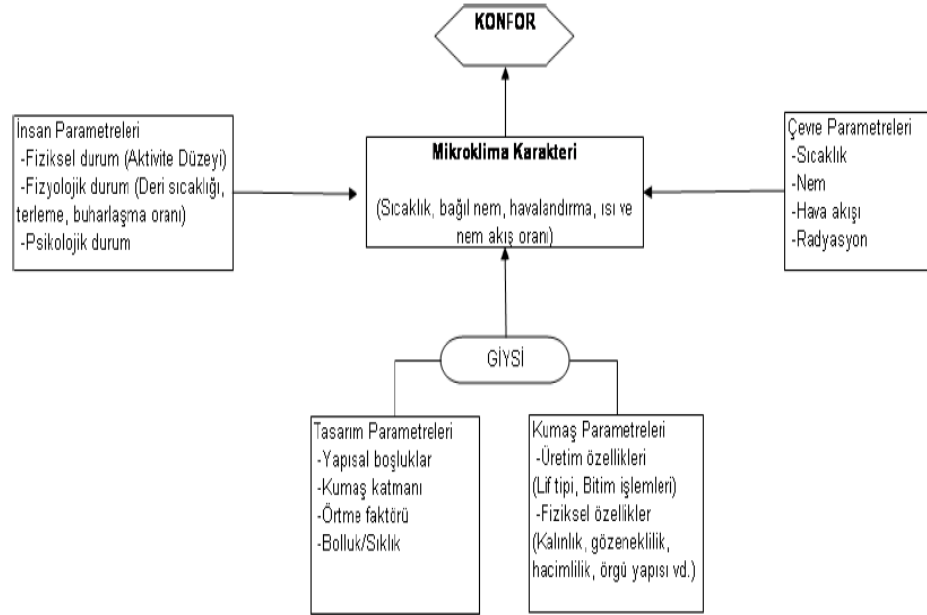
İnsan vücudunun ısı dengesini belirleyen faktörler; vücudun fizyolojik ısı denge mekanizmaları, kişisel faktörler ve çevresel faktörler olarak üç ana başlık altında incelenmektedir. Kişisel faktörler bireylerin kendileri tarafından düzenlenirken; çevresel faktörlerin dışarıdan karşılanması gerekmektedir.

Havadan solunum yolu ile alınan oksijen kan vasıtası ile tüm organlara iletilmektedir. Oksijenle besin maddelerinin yanması sonucu açığa çıkan enerji bir taraftan besin maddesi olarak vücudun beslenmesi için harcanırken, diğer yandan mekanik iş gücü olarak harcanmaktadır. Bu faaliyetler sonucunda da ısı açığa çıkmaktadır. Vücudun ısı üretimi, fiziksel aktivitelere bağlı olarak değişirken metabolizmanın enerji üretimi, vücudun işlevselliği, kasların ve adalelerin aktivitesinden de etkilenmektedir.

Vücut sıcaklığının sabit tutulabilmesi için üretilen enerjinin vücuttan dışarıya atılmasında nem, hava ve ısı transferi de ısı konfor için önemli parametrelerdir. Bu da ancak üretilen ısının çevreye transfer edilebilmesi ile mümkündür. Bu ısının bir kısmı nefes verme yoluyla atılsa da, çoğu deriden giysi yoluyla uzaklaştırılmaya çalışılmaktadır. Isı ve nem dengesi yanı sıra, ısı konfor açısından önemli bir diğer parametre de hava geçirgenliğidir. Giysilerin nefes alabilirliğini belirleyen bu özellik, mikro-klima bölgesinde hava

dolaşımını sağlayarak vücuttaki fazla ısının daha kolay uzaklaştırılmasına yardımcı olmaktadır.

Kişinin konfor hissini belirleyen, insan teniyle giysi arasında kalan hava tabakası yani mikroklima bölgesidir. Mikroklima, kişinin aktivite düzeyinden, giysi özelliklerinden ve çevresel faktörlerden etkilenmektedir. Isıl konforu etkileyen ortam koşulu, kişinin fiziksel, konforun fizyolojik ve psikolojik durumuna müdahale edilmediği için, konforun iyileştirilmesi ancak giysi özelliklerinin değiştirilerek mikroklima bölgesindeki değişiklik ile sağlanabilmektedir. Şekil 2.7’de mikroklimayı etkileyen faktörler gösterilmiştir.



Şekil 2.7: Mikroklimayı etkileyen faktörler (Öner 2008)

İnsan vücudu ve çevresi arasındaki ısı transferi iletim, taşınım ve radyasyon ile gerçekleşmektedir. Giyside ısı transferi giysi katmanları arasında ve vücudun zemin gibi herhangi bir dış ortamla teması söz konusu olduğunda iletimle ısı transferi olurken giysiyle dış ortamdaki hava arasında ise taşınım etkili olmaktadır. Radyasyon vücut sıcaklığı mertebesinde ihmal edilebilecek seviyededir.

- **İletim ile ısı transferinde;** ısı doğrudan temas ile sıcaklığı yüksek olan yerden düşük olan yere doğru aktarılır. Isı iletimi Fourier Yasasına göre aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır;

$$Q = k \frac{A \cdot \Delta T}{\lambda}$$

$Q$  = birim zamanda transfer edilen ısı miktarı (W)

$A$  = transferi gerçekleştiği yüzey alanı ( $m^2$ )

$k$  = malzemenin ısı iletkenliği ( $W/m^\circ C$ )

$\Delta T$  = malzemenin iki yüzeyi arasındaki sıcaklık farkı ( $^\circ C$ )

$\lambda$  = malzemenin kalınlığı (m)

- **Taşınım ile ısı transferinde;** ısı, hızla hareket eden sıvıların tanecikleri tarafından aktarılır.  $h$  = ısı taşınım katsayısı ( $W/m^2^\circ C$ )

$$Q = h \cdot A \cdot \Delta T$$

- **Radyasyon ile ısı transferinde;** genelde toplam ısı akışının %10-15 inden fazlası radyasyon ile giysinin içine geçmekte olup ihmal edilecek seviyededir. Sıcak günlerde veya sıcak ülkelerde solar radyasyon, hem görünebilen hem görünmeyen, termofizyolojik konforsuzluğa neden olur. Radyasyon ısıyı görünebilir ışıkla ve görünmeyen elektronik dalgalar ile transfer edilir.

İki giysi katmanı arasında radyasyonla transfer edilen ısı akışı hesaplandığında  $q[W/m^2]$  yayma dereceleri  $\varepsilon_1, \varepsilon_2$  olan paralel düzlem ilişkisini kullanabiliriz ve IR ışınları geçiren ortamda sıcaklıkları  $T_1$  ve  $T_2$  de tutabiliriz. ( $\sigma = 5,67 \times 10^{-8} (W/m^2 K^4)$ , radyasyon sabiti(Stefan-Boltzmann sabiti)):

$$q = \sigma(T_1^4 - T_2^4) / [ (1/\varepsilon_1) + (1/\varepsilon_2) - 1 ]$$

### 2.1.4.1 Isıl Konfor Parametreleri

Giysiler için en önemli ısı konfor parametreleri şu şekilde sıralanabilir:

- Isıl iletkenlik
- Isıl direnç
- Isıl soğurganlık
- Nem Transferi
- Su buharı geçirgenliği
- Hava geçirgenliği
- Giysi parametreleri

#### 2.1.4.1.1 Isıl İletkenlik ( $\lambda$ , W/m K)

Birim kalınlıkta bir malzemenin iki yüzeyi arasındaki 1°K sıcaklık farklılığında geçen ısı miktarının ölçüsüdür. Bu özellik giysilerde fiziksel aktiviteler sırasında vücuttaki fazla ısının uzaklaşmasını sağlamaktır. Malzemenin iki yüzü arasında birim sıcaklık farkı olduğunda gerçekleşir. Isıl iletkenlik değeri aşağıdaki formül ile hesaplanmaktadır;

$$\lambda = \frac{q \cdot h}{\Delta T}$$

$q$  = ısı akış miktarı (W / m<sup>2</sup>)

$\Delta T$  = sıcaklık farkı (K)

$h$  = kalınlık (m)

Kumaşların ısı iletkenliği liflerin ısı iletkenlik katsayısının yanı sıra kumaşa hapsolan hava ile de bağlantılıdır. Havanın ısı iletkenlik katsayısı düşük olduğu için içerisinde fazla miktarda hava olan kumaşların ısı iletkenlik katsayıları da düşüktür. Tablo 2.2’de bazı liflerin ısı iletkenlik katsayıları verilmiştir.



Tablo 2.2: Liflerin ısı iletkenlik katsayısı (Marmaralı 2013)

Lif Cinsi	Isıl iletkenlik değeri (W/mK)
Hava	25
Pamuk	71
Yün	54
İpek	50
Polivinilklorür	160
Selülozasetat	230
Poliamid	250
Polyester	140
Polietilen	340
Polipropilen	120

#### 2.1.4.1.2 Isıl Direnç (R, m<sup>2</sup> K/W)

Malzemenin ısı akışına karşı gösterdiği dirençtir. Isıl direnç, malzemenin kalınlığı ile doğru ısı iletkenlikle ters orantılıdır. Özellikle soğuk havada yapılan aktivitelerde yüksel ısı direnç özelliği sayesinde ısı akışı engellendiği için ısı yalıtımı sağlanmaktadır. Isıl direnç değeri aşağıdaki formül ile hesaplanmaktadır;

$$R = \frac{h}{\lambda}$$

$h$  = kalınlık (m)

$\lambda$  = ısı iletkenlik (W/mK )

### 2.1.4.1.3 Isıl Soğurganlık (Sıcak-Soğuk Hissi) ( $b$ , $Ws^{1/2}/m^2K$ )

Isıl soğurganlık, farklı sıcaklıktaki iki malzeme birbirine temas ettiği zaman meydana gelen ani ısı akışıdır. Sıcak soğuk hissi olarak da tanımlanmaktadır. Yani bir malzemeye ilk dokunulduğunda hissedilen sıcak ya da soğuk hissidir.

Deri, kumaş ile temas ettiğiindeki ilk temas, eğer kumaş deriden daha düşük bir sıcaklığa sahipse vücuttan kumaşa doğru ısı akışı oluşacağından soğukluk hissedilmesine sebep olacaktır.

Bir kumaşa dokunulduğunda eğer kumaşın ısı soğurganlık değeri düşük ise ilk temas anında sıcak his, yüksek ise soğuk his vermektedir. Özellikle soğuk günlerde bu özellik giysinin ilk giyim anındaki konforu açısından oldukça önemlidir. Bu parametre malzemenin ısıl iletkenlik değeri, yoğunluk ve özgül ısı değerleriyle doğru orantılıdır. Bazı liflerin özgül ısı değerleri ise Tablo 2.3'deki gibidir.

Isıl soğurganlık şu formülle hesaplanmaktadır;

$$b = (\lambda \rho c)^{-1/2} (W m^{-2} K^{-1} s^{-1/2})$$

$\lambda$  = ısıl iletkenlik (W/m K)

$\rho$  = yoğunluk (kg m<sup>-3</sup>)

$c$  = özgül ısı (J/ kg K)

Tablo 2.3: Kuru liflerin özgül ısıları

Lif	Özgül Isı ( $\text{Jg}^{-1}\text{K}^{-1}$ )
Pamuk	1.21
Rayon	1.26
Yün	1.36
İpek	1.38
Nylon 6	1.43
Polyester	1.34
Asbestos	1.05
Cam	0.80

#### 2.1.4.1.4 Nem çekme özellikleri

Genel olarak nem havada bulunan su miktarı olarak tanımlanmakla beraber herhangi bir maddede bulunan su buharı miktarı olarak da kabul edilmektedir. Nem içeriği, lifin tuşesi, tutumu, statik elektriklenmesi gibi özelliklerini etkilemektedir. Bunun yanı sıra liflerin içerdiği nem miktarları lifin kalitesini belirler ve ticari yönden de oldukça önemlidir.

Bu durum özellikle lif alım satımlarında sorun oluşturabileceğinden liflere özgü nem içerik değerleri bulunmuştur. Bu değerler liflerin yapısal özelliklerine göre değişmektedir. Tablo 2.4’de bazı liflerin nem içerikleri gösterilmiştir.

Bir lifin veya kumaşın ne kadar nem aldığı lifi veya kumaşı kurutarak tespit edilmektedir. Kuru bir lifin ne kadar su emdiği o lifin nem alma oranını verir. Kumaş ya da lif kurutulduktan sonra % 65 bağıl nem ve 20 °C sıcaklık altında ölçümler yapılır. Numunenin aldığı nem miktarına standart nem alma oranı denir ve aşağıdaki formülle hesaplanır (Mangut 2008).

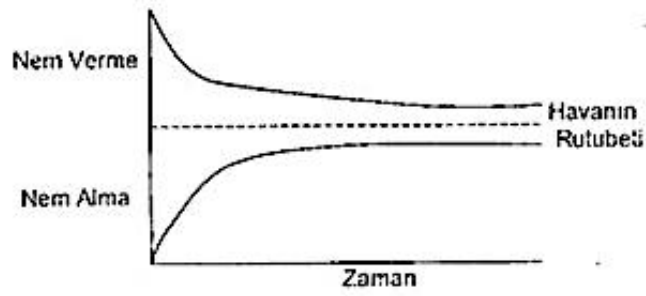
$$\% \text{ Nem } _{alma} = \frac{(m_{islak} - m_{kuru}) \times 100}{m_{kuru}}$$

Bağıl nem ise belirli bir sıcaklıkta ortamda bulunan nem miktarının, aynı sıcaklıkta aynı ortamda bulunabilecek maksimum nem miktarına oranıdır.

Tablo 2.4: Bazı liflerin nem içerikleri

<b>Lifler</b>	<b>Liflerin Nem İçerikleri (%)</b>
Akrilik	1-1,25
Yün	16-18
İpek	11
Pamuk	8,5
Cam	0-0,3
Keten	12
Polyester	0,4
Aramid	4,5
Asetat	6,5
Jüt	12
Modakrilik	0,4-4
Nylon	3,5-5
Olefin	0-0,1
Rayon	10-16
Saran	0,1
Spandex	1
Triasetat	3,5

Doğal lifler genellikle buldukları ortamın nemine bağlı olarak bünyelerine nem alırlar ya da dengeye ulaşmaya kadar ortama nem verirler. Şekil 2.8'de lifler bir ortama konulduklarında dengeye ulaşana kadar nem alması ya da nem kaybetmesi gösterilmiştir.



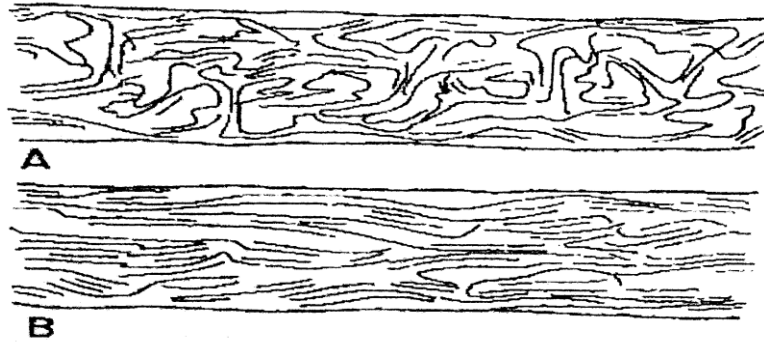
Şekil 2.8: Liflerin dengeye ulaşana kadar nem alması ve nem kaybetmesi  
(Eskin 2010)

Suyu bünyelerine kolayca alabilen yani suyu seven liflere hidrofilye lifler denmektedir ve bütün doğal lifler hidrofilye yapıdadır. Suyu kolayca emmeyen ancak az miktarda alabilen ya da hiç almayan yani suyu sevmeyen liflere ise hidrofobik lifler denmektedir. Sentetik lifler genelde hidrofob yapıdadır. Örneğini cam lifi suyu hiç sevmemektedir. Genel olarak doğal lifler yapay liflere göre daha iyi emiciliğe sahiptir. Ancak çoğunlukla düzensiz yapıda, içleri boş olan liflerden özel olarak üretilen yüksek emicilik gücüne sahip yapay liflerde bulunmaktadır.

**Liflerde şişme:** Tekstil liflerinin suyu bünyesine alarak bütünlüğünü kaybetmeden hacminde artış meydana gelmesine şişme denir. Şişme enine yönde kesit artışı ve boyuna yönde bir miktar kısalmaya sebep olur. Liflerdeki amorf bölge miktarı ne kadar fazlaysa o kadar çok suyu bünyelerine alabilirler. Şişme yeteneği yıkama esnasında kumaşta çekme oluşmasının en büyük nedenidir. Her lifin yapısına göre şişme özelliği vardır.

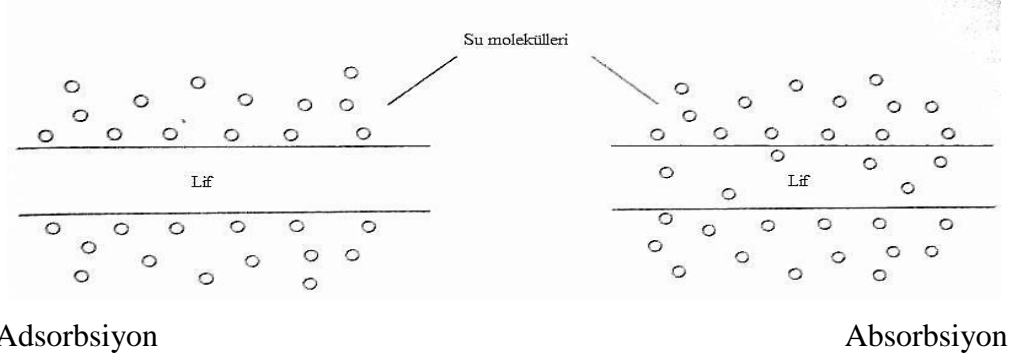
- Viskoz lifi : %115
- Pamuk lifi : %41-43
- İpek lifi : %31
- Poliamid lifi : %11
- Yün lifi : %39
- Akriyel lifi : %9 oranında şişmektedir (Mangut 2008).

Lifin içerisinde bulunan ve inceliği mikron olarak değerlendirilen lifçiklere fibril denmektedir. Fibriller bir araya gelerek mikrofibrilleri ve mikrofibriller bir araya gelerek makrofibrilleri oluşturmaktadır. Lif içerisindeki fibrillerin yerleşim düzeni ise life asıl özellikleri kazandıran kristalin ve amorf bölgeleri oluşturmaktadır. Makromoleküllerin düzenli ve sıralı, aralarında boşluk kalmayacak şekilde dizilmesiyle oluşan bölgelere kristalin bölge, kristalin bölgeler arasında makromoleküllerin düzensiz şekilde aralarında oldukça boşluklu bir şekilde bulunduğu bölgelere ise amorf bölge denmektedir. Lif içerisinde amorf bölge miktarı ne kadar çoksa lif dış etkilere çabuk etkilenir ve suyu bünyesine kolayca alır. Kristalin bölge miktarı çok olan lifler ise dayanıklı fakat esneme ve su emme kabiliyeti az olan liflerdir. Şekil 2.9'de amorf ve kristalin bölge yerleşimleri gösterilmiştir.



Şekil 2.9: A.amorf bölgelerdeki düşük oryantasyonlu makromoleküllerin yerleşimi  
B.kristalin bölgelerdeki yüksek oryantasyonlu makromoleküllerin yerleşimi

Bazı lifler suyu absorbe etmekte, bazıları ise adsorbe etmektedir. Lif suyu adsorbe ettiğinde su, lifin içine nüfuz edemeyip lif yüzeyinde tutunur(Şekil 2.10). Eğer lif hidrofob yapıda ise hidrofob yapıdaki bir life göre daha çabuk kurumaktadır. Su lifin yüzeyinde dolaştıkça emme olmakta fakat su lifin içine absorbe olamamaktadır. Bu da terin kumaş yüzeyinde hareket etmesine ve kolayca buharlaşmasına neden olmaktadır. Lifin cinsine göre emdiği, tuttuğu, dışarı bıraktığı nem oranı değişmektedir.



Şekil 2.10: Su moleküllerinin lif tarafından adsorbsiyon ve absorbsiyonu  
(Eskin 2010)

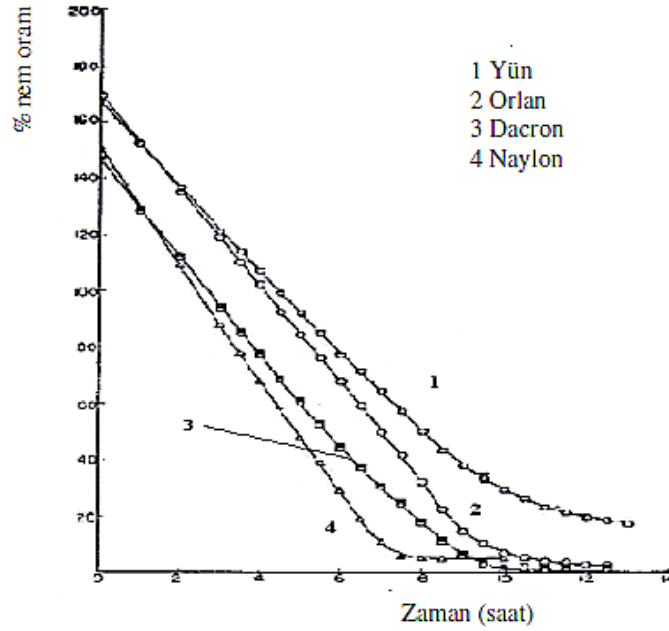
**Liflerde Kuruma Davranışı:** Su molekülleri yoğunluğu havada yer yer değişiklik gösteriyorsa dağılım homojen oluncaya kadar su molekülleri dengeye ulaşmak için yüksek konsantrasyonlu bölgelerden düşük konsantrasyonlu olan bölgelere doğru harekete geçmektedir.

Doğun ve gözenekli yapılarda tekstil yüzeyinden suyun uzaklaşması ya da kuruma işlemi üç aşamadan oluşmaktadır;

1. Yaş kumaş ortama ısı ve nem akışını sağlar. Geçiş süresi çok kısa olduğu için ihmal edilebilir.
2. Isı transferi ve buharlaşmanın dengeye ulaştığı 'Sabit Kuruma Hızı' evresidir. Bu evrede elyaf neme tamamen doymuştur ve hava ile temas sonucu elyafın yüzeyinde sürekli olarak buharlaşma meydana gelir. Bu durumda sıcaklık, rüzgar hızı, çevreleyen alan miktarı, kumaş kalınlığı, lif tipi gibi pek çok parametreye bağlıdır. Yüzeydeki doymunluğu devam ettirmek için sıvı nem kumaş yüzeyinde hareket halindedir. Kuruma hızı elyafın fiziksel özelliklerine bağlıdır.
3. Bu evrede ise kuruma hızı yavaşlamaya başlamıştır. Nem miktarı 'kritik nem miktarının' altına düşmüştür. Kritik nem miktarı, buharlaşmanın maksimum olması için hava-sıvı arasındaki etkileşimi yeterli kılacak kapillerliği (kılcallığı) sağlayan minimum su konsantrasyonu olarak tanımlanmaktadır.

Kritik nem miktarının altında doygunluğu sürdürebilmek için yüzeye nem akışı yeterli değildir ve buharlaşma kumaşın içine doğru ilerler. Elyaf çevreyle dengeyi sağlayıncaya kadar nemi dışarı vermeye devam eder.

Yapılan bir çalışmada bazı liflerin kuruma davranışları incelenmiştir. Bunun için kumaşlar önceden ıslatılıp fazla suyu alındıktan sonra laboratuvar şartlarında kuruması için bekletilmiştir. Toplam kuruma sürelerinin başlangıçta aldıkları sıvı miktarına bağlı olduğu, sıvı miktarı ne kadar fazlaysa kurumanın da o kadar geç olduğu görülmüştür. Şekil 2.11'de ki kuruma eğrisinden de görüldüğü üzere hissel olarak kuruma nem oranının %100' ün altına düşmesiyle gerçekleşmektedir.



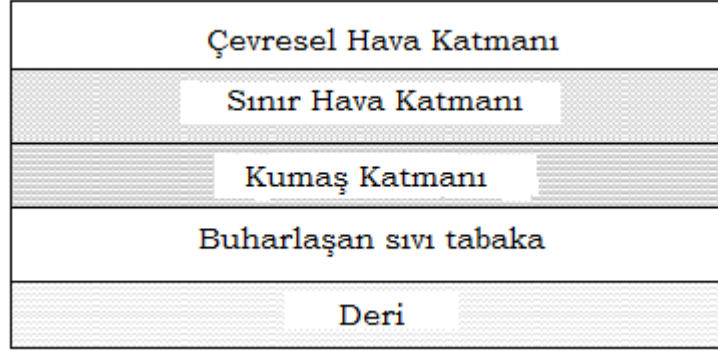
Şekil 2.11: Çeşitli kumaşların kuruma davranışları (Avcı 2007)

#### 2.1.4.1.5 Nem Transferi

Kumaşın su buharı özelliği iplikler veya lifler arası boşlukları tarafından yönetilir. Buhar lifçikler arasındaki hava boşluğu boyunca yayılır. Kısmen açık olan kumaş yapısı difüzyon sürecinde yardımcı olur. Şekil 2.12'de nemin kumaş boyunca difüzyonu sırasında su buharı yayılma direnci farklı



tabakalarda mevcut olduğunu göstermektedir. Su buharı dayanımı kumaşın hava geçirgenliğine bağlıdır ve deriden çıkan terin transfer olabilme kabiliyetini simgeler. Kumaş tarafından gösterilen direnç dış sınır tabakasından ve en içteki deri ile kumaş arasındaki hava katmanından de daha düşüktür.



Şekil 2.12: Farklı katmanlarda su buharı transferi (Das 2010)

Tekstil materyali boyunca su buharı formunda transfer olan nem mekanizması aşağıdaki gibidir;

- Lifler arası hava boşluğu boyunca su buharının transferi
- Lifler tarafından su buharının emilmesi, transfer, geri verilmesi
- Lif yüzeyi boyunca su buharının göç etmesi ve yüzeyde tutunması

Liflerin farklı formlarda birleşmesiyle oluşan tekstil yüzeylerinde sıvı transferi lifler arası boşluklardan sayesinde gerçekleşmektedir. Mechels (1977), bir tekstil yüzeyinden geçiş yollarını şu şekildedir tanımlamıştır;

- Absorbsiyon/desorbsiyon ile lif içerisine nüfuz etme
- Elyaf ve iplik arasında sıvı haldeki suyun kılcal hareketi
- Lifler arası boşluklara nüfuz etme
- Sıvının lif yüzeyinde hareket etmesi (Wang 2002)

Bunlardan nem geçişini en çok etkileyen faktör hava boşlukları arasında oluşan difüzyondur. Diğerlerinin katkısı daha düşüktür.

Konfor hissinin oluşabilmesi için sıvının deriden uzaklaştırılması gerekmektedir. Bu da sıvıyı emen lif ve kumaş sistemlerinin kullanılmasıyla mümkündür. Bu tür materyaller ıslak kumaşla vücudun teması sonucu ortaya çıkan konforsuzluk hissini kaldırmakla beraber suyun daha geniş bir kumaş alanına yayılıp daha fazla buharlaşmaya bağlı olarak ısı transfer miktarını da artırmaktadır. Kumaşlarda ısı yalıtım, hava geçirgenliği ve su buharı geçirgenliği kumaşın kalınlığı, gözenekliliği gibi etmenlere bağlıdır. Fakat sıvı transferini belirleyen en önemli faktör lif özellikleri yani kapiler (kılcal) kuvvetler ve yüzey özellikleridir.

Crank, yoğunlaşma ve buharlaşmayı matematiksel eşitlik ile tanımlamıştır. Ancak kumaştaki su buharı miktarının liflerin yoğunluk derecesinden yüksek olduğu durumlarda bu eşitlik kullanılmaktadır. Burada sıvı su liflerin yüzeyinde veya kumaşın içerisinde kapilerliği (kılcallığı) belirler.

$$\frac{\partial C}{\partial t} = h_{cf} S_v (C_{fs} - C_a)$$

$C_{fs}$ : elyaf yüzeyindeki su konsantrasyonu ( $\text{kg. m}^{-3}$ )

$C_a$ : havadaki su konsantrasyonu ( $\text{kg. m}^{-3}$ )

$h_{cf}$ : elyaf yüzeyindeki kütle transfer katsayısı ( $\text{ms}^{-1}$ )

$S_v$ : kumaşın özgül hacmi ( $\text{m}^{-1}$ )

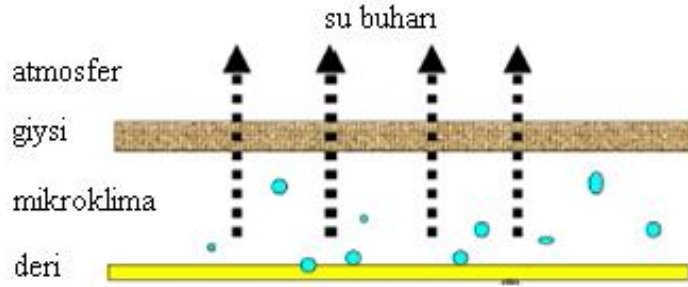
Kumaştaki su miktarı liflerin doyumluk derecesinin altında ise proses soğurma ve desorpsiyon olarak kabul edilir ve eşitlik aşağıdaki gibi verilir:

$$\chi = k_1 (1 - \exp [k_2 |H_a - H_f|])$$

$H_a$  ve  $H_f$  hava ve liflerdeki relatif nem miktarı,  $k_1$  ve  $k_2$  deney sonuçlarına göre ayarlanabilir değerlerdir.

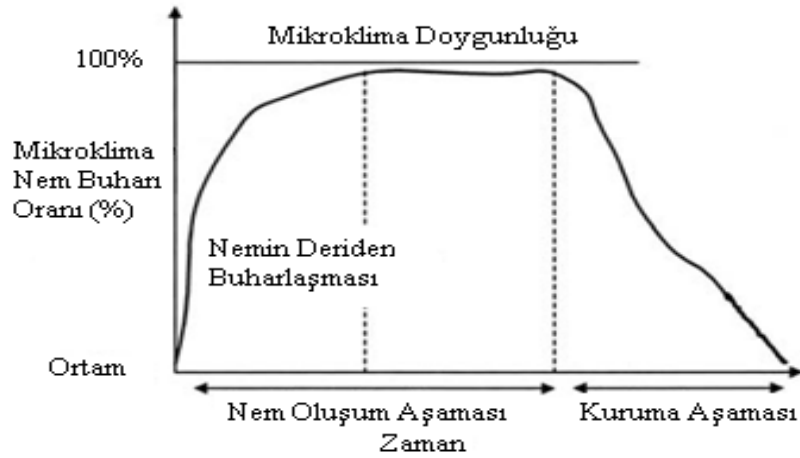
Şekil 2.13'de gösterilen insan vücudu giysi ile kapandığı zaman deri ile giysi arasındaki oluşan mikroklima olarak adlandırılan ara bölgedir. Vücuttaki

terleme sırasında öncelikle nem ve buhar bu mikroklima bölgesinde meydana gelmektedir.



Şekil 2.13: Giysi vücut sistemi (Gün 2014)

Şekil 2.14'de ise mikroklima bölgesindeki nem oluşumu ve iletimi zamana bağlı olarak gösterilmiştir. Mikroklima bölgesindeki nem miktarının en yüksek değere ulaştığında terleme devam etmektedir.

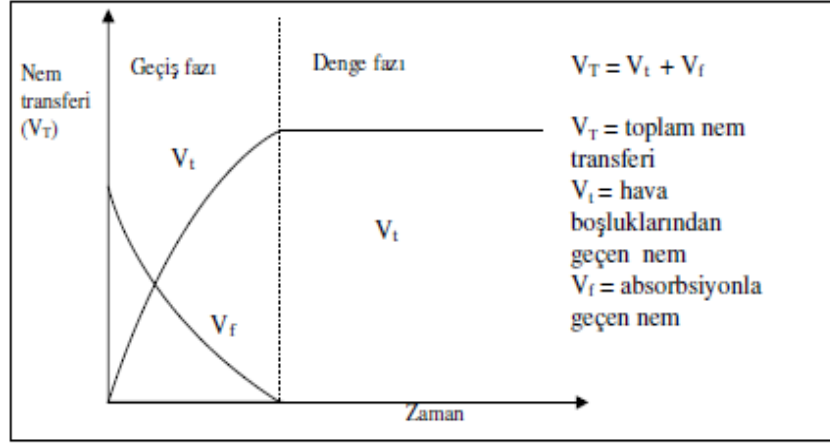


Şekil 2.14: Kumaşlarda dinamik su buharı iletimi (Gün 2014)

Mikroklima bölgesindeki nem oluşumu vücudun fiziksel hareketi, deri sıcaklığı, psikolojik haller, hava akışı, çevre parametreleri, giysi parametreleri (kalınlık, sıklık, örgü yapısı, bitim işlemleri vs.), gibi birçok farklı parametreden etkilenmektedir.

Nem kumaştan iki fazda geçmektedir (Şekil 2.15). Geçiş fazı olarak adlandırılan birinci aşamada, giysinin tenle ilk temas anında ya da fiziksel

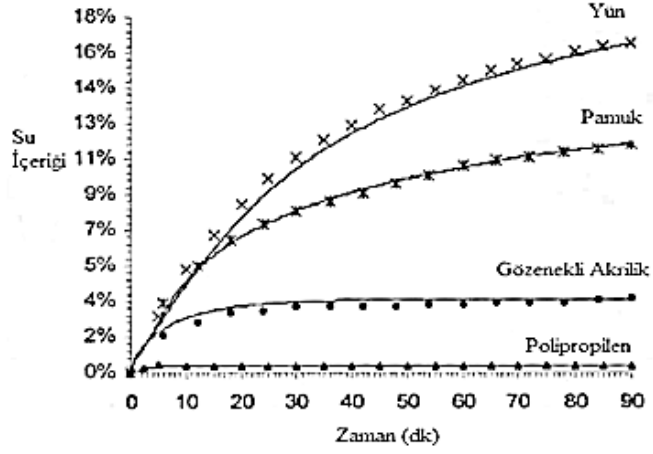
aktivasyon gibi denge halindeki bir bozulma sonucunda nem kumaştan geçmeye başlamaktadır. Deriden deri ile kumaş arasındaki mikro iklime geçen nem lifler veya iplikler arasındaki hava boşluklarından geçer veya kumaştaki lifler tarafından absorbe edilir. Lifler nem bakımından doygunluğa ulaştığında nem geçişi sadece kumaş boşluklarında gerçekleşmektedir. Bu aşamaya denge fazı denmektedir.



Şekil 2.15: Nem geçiş fazları (Avcı 2007)

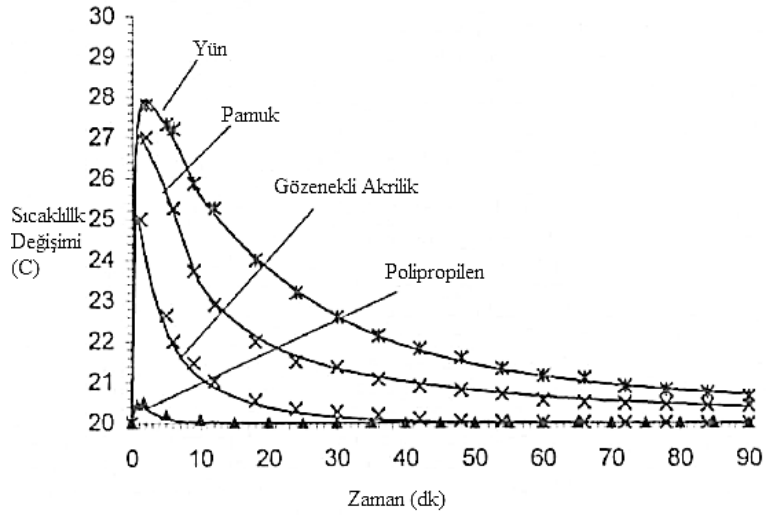
Doğal liflerin kullanıldığı kumaşlarda mikro iklimdeki basıncın yükselmesi geç olduğundan denge haline ulaşma durumu uzamaktadır. Sentetikler gibi su itici liflerin kullanıldığı kumaşlarda ise su itici lifler basıncın hızla yükselmesini sağlar ve bu da nem transfer hızını artırır. Ayrıca bu tür lifler absorpsiyon yamadığı için nemin doğrudan hava boşluklarından geçmesini sağlamaktadır.

Nem transferi boyunca kumaşın nemi çekmesi durumu bazı lifler üzerinde incelenmiştir. Yün, pamuk, akrilik ve polipropilen liflerinin incelikleri sırasıyla 2.96 mm, 2.19 mm, 2.14 mm., 2.42 mm ve kumaş ağırlıkları ise 272 g/m<sup>2</sup>, 275 g/m<sup>2</sup>, 287 g/m<sup>2</sup>, 279 g/m<sup>2</sup> dir. Şekilde de görüldüğü gibi yün lifi belirgin derecede nemi diğer liflere göre daha hızlı çekmiştir. Şekil 2.16'da noktalar deney sonucundaki ölçümleri, çizgiler ise modelden tahminleri göstermektedir (Li 2001).



Şekil 2.16: Nem transferi sırasında kumaşın nemi çekmesi (Li 2001)

Aynı şekilde yün, pamuk, akrilik ve polipropilen liflerinin dinamik nem difüzyonu sırasında kumaş yüzeyinde meydana gelen sıcaklık değişimi Şekil 2.17’de gösterilmiştir. Görüldüğü üzere nem transferi sırasında en yüksek sıcaklık artışı yün lifini aittir ve pamuk, akrilik ve polipropilen lifleri yün lifini yakından takip etmektedir.



Şekil 2.17: Nem transferi sırasında kumaş yüzeyindeki sıcaklık değişimi (Li 2001)

#### 2.1.4.1.6 Su Buharı Geçirgenliği

Özellikler yoğun fiziksel aktiviteler sonucu vücutta oluşan terin vücuttan uzaklaştırılması ve vücut sıcaklığının dengede kalabilmesi konfor açısından oldukça önemlidir. Bu nedenle giysilerin nem iletim özelliğinin iyi olması gerekmektedir. Ancak terin oluşumu öncesindeki fazla ısı, su buharı şeklinde vücuttan uzaklaştırılırsa deride ıslaklık hissi olmadan, vücudun konforu bozulmadan vücut sıcaklığı dengede kalabilmektedir. Bu durumda da giysilerin su buharı geçirgenliğinin oldukça iyi olması gerekmektedir.

Su buharı geçirgenliği, kumaşın su buharını iletebilme yeteneğidir. Yani kumaşın birim alanından belli bir zamanda geçen su buharı miktarıdır ve bağlı su buharı geçirgenliği ifadesi ile % da olarak ölçülmektedir.

Su buharı geçirgenliği yerine su buharı direnci de kullanılmaktadır. Su buharı direnci kumaşın su buharının geçmesine karşı gösterdiği dayanımdır ve su buharı geçirgenliği ile ters orantılıdır. Yani su buharı geçirgenliği ne kadar yüksekse su buharı dayanımı o kadar düşük demektir.

ISO 7933 ve ISO 9920 e göre giysilerin buharlaşma direnci iki metotla ifade edilmektedir (Das 2007).

- Çıplak vücuda göre giysi giyildiğinde buharlaşma ile kaybolan ısı için azaltma faktörü  $F_{PCL}$  kullanımı
- Giysi öğeleri veya sistemlerinin kuru ve buharlaşan ısı direnci arasındaki bir ilişki sağlayan giysi geçirgenlik indeksi  $i_m$  kullanımı

ISO 7933 e göre giysi buharı direnci ( $R_T$ ) çıplak vücuda göre giysili vücutta olan gizli ısı alışverişi için bir azaltma faktörü olan  $F_{PCL}$  kullanılarak hesaplanır (Das 2007).

$$R_T = \frac{1}{(h_e \times F_{PCL})}, m^2 kPa W^{-1}$$

$$h_e = 16.7 \times h_c, \text{ W/m}^2 \text{ kPa}, 16.7 \text{ (Lewis no.} \cdot \text{ }^\circ\text{C.kPa}^{-1}\text{)}$$

$h_e$  = çıplak insan buharlaşma ısı transfer katsayısı

$h_c$  = iletimle ısı transfer katsayısı,  $\text{W/m}^2\text{ }^\circ\text{C}$

Nem transfer enerjisi;

$$E = h_e F_{PCL} (P_{skin} - P_{air}), \text{ Joule}$$

$P_{skin}$  ve  $P_{air}$  ciltteki ve havadaki nem basıncı

Kumaşın gözenekliliği ve kalınlığı  $F_{PCL}$  yi etkiler ve eğer kumaş ıslaksa gözeneklilik azalır ve doğrudan iletim yoluyla vücuttaki ısı kaybı artar. Bu nedenle ısı direnç azalır ve  $F_{PCL}$  artar.

ISO 9920 ye göre  $R_T$ ,  $i_m$  ve  $I_T$  arasındaki ilişki şu eşitlikle tanımlanır;  
(Das 2007)

$$i_m = \frac{I_T}{L \times R_T} = \frac{h_e}{L \times h_{tot}}, \text{ kPa}/^\circ\text{C}$$

$i_m$  = Buhar geçirgenlik indeksi

$h_{tot}$  = Giysinin radyasyon ve konveksiyon yolu ile ısı transfer katsayısı

$L$  = Lewis numarası

$I_T$  = Hava katmanları içeren giysi yalıtımı

Isı ve buhar transferi üzerinde giysinin etkisi ise şu eşitliklerle tanımlanır;

$$\text{Kuru \_ Isı \_ Kaybı} = \frac{t_{sk} - t_a}{I_T}, \text{ W / m}^2$$

$$\text{Buharlaşan \_ Isı \_ Kaybı} = \frac{P_{sk} - P_a}{R_T}, \text{ W / m}^2$$

$t_{sk}$  = Deri sıcaklığı

$t_a$  = Hava sıcaklığı

$P_{sk}$  = Deri buhar basıncı

$P_a$  = Hava buhar basıncı

$R_T$  = Hava katmanları içeren giysi buhar direnci

Tekstil yüzeylerinin bir tarafından diğer tarafına suyun transferi mekanizmaların kombinasyonları ile gerçekleşmektedir. Bir tekstil materyali ıslandıktan sonra suyu absorblayarak içine alır. Absorblanan su difüzyon ile tekstil yapısının içine transfer edilir. Bu mekanizmada kullanılan lif tipi ile tespit edilir. Doğal ve rejenere lifler gibi emici lifler ile yapılmış olan kumaşlarda su higroskopik lifler tarafından absorbe edilir ve şişmiş olan lifler boyunca transfer edilerek kumaşın dış yüzeyinden atılır. Sentetik liflerden yapılmış kumaşlarda ise su lif ve ipliler arasındaki kapiler boşlukların içine hapsedilir (Shishoo 2005).

Su buharının liflerden transfer olma şekilleri ise aşağıdaki gibidir;

#### 1. Su buharının difüzyonu

Kumaşın bir tarafındaki nemin diğer tarafına iletimi buhar basınç farkıyla gerçekleşmektedir. Buhar basıncı ile maddenin difüzyon akışı arasındaki ilişki Fick denklemi ile şöyle ifade edilir;

$$Q_w = \frac{D_a DC}{L}$$

$Q_w$  = Buhar transfer oranı ( $\text{kgm}^{-2}\text{s}^{-1}$ )

$D_a$  = Difüzyon katsayısı

$DC$  = Buhar konsantrasyon farkı

$L$  = kumaş kalınlığı (Kaplan 2013)

Kumaş kalınlığının artmasıyla birlikte gözeneklilik azalacağından difüzyon oranı da azalmaktadır.



Tekstil materyallerinde lifler ve çevre arasındaki sıvı ve buhar halindeki suyun transferi incelendiğinde iki farklı mekanizma bulunmuştur. Bunlardan birincisi hızlı gerçekleşen ve konsantrasyon farkına bağlı olarak devam eden Fick Yasasına uygun olan difüzyondur. İkincisi ise çok daha yavaş gerçekleşen, lifin yapısal değişikliklerine bağlı olan Fick Yasasına uymayan difüzyon şeklindedir.

Araştırmacılara göre ortaya çıkarılan aşamaların toplam difüzyon olayındaki payları lifin absorpsiyon seviyesine ve ilk nem oranına bağlıdır (Kaplan 2013).

Kumaşlar birçok lifin bir araya gelmesinden oluştuğu için boşluklu bir yapıya sahiptir. Bu nedenle su buharı transferi, lifler ve iplikler arasındaki boşluklardan ve lifin kendisinden olmak üzere iki yolla gerçekleşmektedir (Das 2007).

Kumaşın lifli kısmındaki su buharı difüzyon katsayısı hava kısmındaki difüzyon katsayısından düşük olduğu için hava miktarının ne kadar artarsa su buharının difüzyon geçiş hızı da o kadar artmaktadır. Su buharının havadan geçiş difüzyon katsayısı  $0.239 \text{ cm}^2\text{s}^{-1}$  civarında pamuklu bir kumaştan geçiş katsayısı ise  $10^{-7} \text{ cm}^2\text{s}^{-1}$  civarındadır (Das 2007).

Su buharının kumaşın lifli kısmında difüzyonu kumaşın iç yüzeyinden lif yüzeyine doğru geçmekte ve su buharı lif içinden lif yüzeyine doğru hareket ederek kumaşın dış yüzeyinden atılmaktadır.

Hidrofil liflerde ise difüzyon Fick yasasına uymamaktadır. Hidrofil lifler su moleküllerini emdiği için liflerde şişme meydana gelir. Böylece lifler arasındaki boşluklar azalacağından hava miktarı da azalır. Bu durum da difüzyon hızının düşmesine sebep olur (Das 2007).

## 2. Su buharının lif tarafından emilmesi, iletilmesi ve geri verilmesi

Mikroklima bölgesinde nem dengesinin korunması için emme-geri verme işlemi önemli bir işlemdir. Lifler su buharını lifin yapısı ve iç kimyasal bileşenlerine göre emmektedirler. Higroskopik/hidrofil kumaş deriden çevreye doğru olan su buharı akışını hidrofob kumaşa göre artırmakta ve böylece mikroklima bölgesinde nem oluşumunu azaltmaktadır.

## 3. Su buharının taşınım yoluyla iletimi

Taşınım, nem tabakası üzerinde akan havayla su buharının transfer olmasıdır. Bu işlem atmosfer ile nem kaynağı arasındaki nem yoğunluğu farkı ile kontrol edilmektedir. Özellikle rüzgârlı havalar deriden atmosfere doğru nemin iletilmesinde önemli bir rol oynamaktadır. Aşağıdaki denklemlerle taşınım ile gerçekleşen kütle akışı hesaplanabilmektedir;

$$Q_m = -Ah_m(C_{fab} - C_{air})$$

$Q_m$  = akış yönünde kumaşın A alanından taşınım yolu ile olan kütle akışı

$h_m$  = taşınım kütle transfer katsayısı

$C_{fab}$  = kumaşın yüzeyindeki buhar yoğunluğu

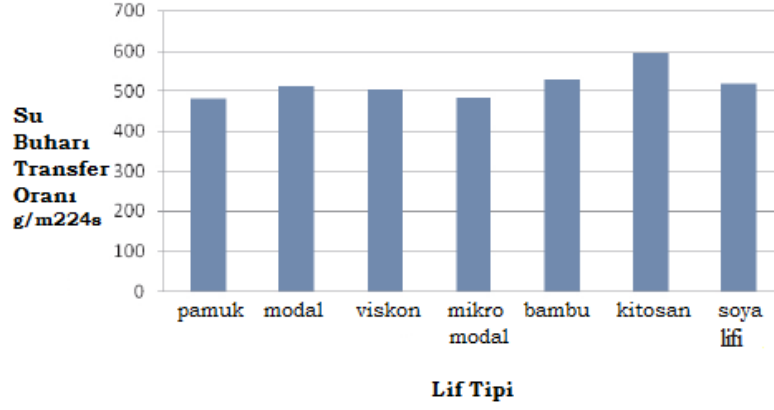
$C_{air}$  = havadaki nem yoğunluğu

Kumaşların su buharı geçirgenliğini etkileyen birçok parametre vardır. Bunlar aşağıdaki gibidir;

- Lif özellikleri; lifin cinsi, inceliği, numarası, lif karışım oranı, gözenekliliği, kesiti
- İplik özellikleri; iplik numarası, çapı, bükümü, iplik tüylülüğü, iplik geometrisi
- Kumaş özellikleri; kumaş gözenekliliği, kalınlığı, sıklığı

Cimili ve diğ., çorap üretiminde kullanılan bazı lifleri konfor açısından incelediklerinde su buharı geçirgenliklerine ait değerleri Şekil 2.18'deki gibi

bulmuşlardır. Şekilde de görüldüğü gibi kitosan lifi en yüksek su buharı geçirgenliği değerine sahiptir. Kitosanı ise bambu, soya, modal, viskoz, mikro modal, pamuk lifleri takip etmektedir.



Şekil 2.18: Kumaşların su buharı transferi (Cimili 2009)

Bu araştırmada su buharı transferi oranı önemli ölçüde kumaşın kalınlığı ve lif yapısıyla alakalı olup nem absorbe özelliğinin bunlar kadar önemli olmadığı belirtilmiştir. Literatür çalışmaları da göstermiştir ki su buharı transferi önemli ölçüde hava geçirgenliği ile yakından alakalıdır. Tablo 2.5’de kuruma test sonuçları verilmiştir.

Tablo 2.5: Kuruma test sonuçları (Cimili 2009)

Lif	Kuru kumaş ağırlığı (g)	İlk ısladığında kumaş ağırlığı (g)	Başlangıçtaki su miktarı (g)	Kuruma zamanı (saat)
Pamuk	2.369	6.401	4.032	6.5
Modal	2.105	4.619	2.514	5.5
Viskoz	2.323	6.160	3.837	7
Mikro Modal	2.026	4.458	2.432	6
Bambu	2.279	5.691	3.412	7
Kitosan	2.150	5.742	3.592	5.5
Soya Lifi	2.001	5.160	3.159	6

### 2.1.4.1.7 Hava Geçirgenliği

Isıl konfor özellikleri arasında ısı transferinin daha kolay yapılabilmesini sağlayan ve nefes alabilirlik özelliğini belirleyen hava geçirgenliği önemli bir parametredir. Kumaşların hava geçirgenliği, başta kumaşın yapısal parametrelerine bağlı olarak değişen kumaş gözenekliliği olmak üzere sıcaklık, basınç ve kumaşın içinden geçen maddenin özelliklerinden (maddenin viskozitesi gibi) etkilenmektedir.

Hava geçirgenliği, yelken, paraşüt, hava yastığı, spor giysiler, özel iş giysileri, askeri üniformalar, endüstriyel filtre kumaşlar gibi birçok alanda kullanılan kumaşlar için önemli bir özelliktir.

Hava geçirgenliği, belirli bir basınç farkı altında bir materyalin iki yüzeyi arasından birim zamanda ve birim alandan geçen havanın miktarı olarak tanımlanır. Yani havanın lif, iplik ve kumaş içerisinde geçebilme yeteneğidir.

Poiseuille kanunu olarak bilinen yasa, viskoz bir akışkanın sabit kesit alanına sahip silindirik bir tüp içindeki laminar akışı ifade etmektedir. Eğer akış (F) aerodinamik ve sabitse kumaş içindeki akış basınç (p) ile orantılı olarak tanımlanmaktadır. Bu durumu açıklayan eşitlik ise şu şekildedir;

$$F = \Delta p K$$

K, gözenekli ortamın çapı, uzunluğu, gözenek sayısı gibi özelliklere ve havanın viskozitesine bağlı bir sabittir (Turan 2015).

Tekstil materyalinin hava geçirgenlik özelliklerinin doğru bir şekilde tayin edilebilmesi için bu özellikleri etkileyen parametreler de belirlenmelidir. Bu parametreler, kumaşın yapısal parametreleri, çevresel faktörler (sıcaklık, nem, rüzgar, basınç) ve kumaş içinden geçen maddenin özellikleri (viskozite gibi) olarak sınıflandırılabilir. Kumaşın geçirgenlik özellikleri hammadde, gözeneklilik, kumaş tipi, iplik özellikleri, örgü yapısı, kumaş sıklığı, kumaş yoğunluğu, kumaşa uygulanan bitim işlemleri, kumaş kalınlığı

gibi mekanik, fiziksel, kimyasal ve duyuşsal özellikler etkilemektedir. İplik olarak düşünüldüğünde ise tüylülük, büküm, lif inceliğ , enine kesiti gibi parametreler önemli parametrelerdir.

**Gözeneklilik;** kumaş geometrisi, hammadde ve iplik özelliklerine bağlı olarak oluşan kumaş içindeki toplam boş hacimdir ve kumaşın geçirgenlik özelliklerini doğrudan etkilemektedir. Kumaş yapısındaki boş hacmin kumaşın toplam hacmine oranıyla ilişkilendirilir.

Kumaşın toplam g zenekliliğ  iplik içindeki lifler arasındaki boş alan, lif içi gözeneklilik ve kumaş oluşturun ipliklerin farklı keşişimleri sonucu oluşan boş hacmi kapsayan iplikler arası gözeneklilik olmak üzere   bölümle ifade edilmektedir. İplikler ve lifler arası gözeneklilik lif inceliğ , şekli, örgü tipi, sıklık ve iplik bükümü gibi yapısal etmenlere bağlı olarak değişmektedir. Gözenekli yapı içinden akış düşünüldüğünde ortam boşluklarının şeklinin, yerleşiminin ve boyut dağılımının önemli etmenler olduğu görülmektedir.

**Örgü Tipi;** hava geirgenliğ  için önemli bir parametredir. Dokuma ve örme kumaşlarda örgü tipi ipliklerin oluşturdukları yapılarla göre farklılık göstermektedir.

Backer, tekstil ipliklerini esnek, uzatılamayan, dairesel silindirler olarak kabul ederek kumaş geometrisi ve kumaş içinden hava akışı arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Aynı tür iplikler ve aynı sıklıklar kullanılsa dahi gözenek hacminin ipliklerin oluşturduğu yapıda keşişme şekline göre değişiklik g sterdiğ  gözlemlenmiştir (Turan 2015).

**Sıklık;** gözeneklerin boyutunu belirlediğ  için hava geirgenliğ  açısından önemli bir parametredir. Sıklık artışı genel olarak madde geçişine karşın kumaşın bariyer  zelliğ ni artırmaktadır. Kumaş ne kadar sık  r ld yse gözeneklilikte o kadar az olmaktadır. Farklı keşişme tiplerine sahip dokuma kumaşların hava geirgenliğ  gözenek artışı ile artmaktadır. Lifler arası boşluklar gözenek boyut dağılımında önemlidir.

Kumaş içinden geçen hava miktarı örtme faktörü ile ilişkilendirildiğinde sık yapılı ve küçük gözenekli yüksek örtme faktörüne sahip kumaşın hava geçişini engellediği gözlenmiştir.

**İplik Ve Lif Özellikleri;** kumaşın hava geçirgenlik özelliğinde önemli bir faktördür. Kumaşı oluşturan ipliğin bükümü, yoğunluğu, paketleme oranı gibi yapısal özellikleri hem iplikler arası hem de iplik içi gözenekliliği etkilediği için kumaşın toplam hava geçirgenliğini de etkilemektedir. Pamuklu kumaşlarda iplik bükümünün etkisi incelendiğinde büküm artışı ile gözenekliliğin arttığı belirtilmiştir.

İplik çapı kumaşta gözenekliliği ve örtme faktörünü belirlediği için önemli bir parametredir. Dawis çalışmasında diğer tüm faktörler eşitken akış oranının lif çapı ile orantılı olarak arttığını belirtmiştir (Turan 2015).

**Kat Etkisi;** kumaşta tek katlı veya çok katlı olarak hava geçirgenliğini etkilemektedir. Katman sayısı ve katmanları oluşturan malzemelerin gözenek yapısı hava geçirgenliği açısından oldukça önemlidir.

Katlı kumaşlar incelendiğinde katmanlar arası geçiş gerçekleşirken havanın bir diğer katmana çarpmasıyla kinetik enerjinin kaybolduğu ve çok katlı bir kumaşın benzer özelliklerde daha kalın bir kumaştan farklı geçirgenliğe sahip olduğu belirtilmiştir.

**Kumaş Yoğunluğu Ve Kalınlığı;** boyunca gözeneklerin şekli, boyutu ve dağılımı kumaşın bir yüzeyinden diğer yüzeyine madde geçişini etkilemektedir. Özellikle filtrasyon malzemeleri gibi toz ve farklı materyallerin hava akışı ile en etkin şekilde uzaklaştırılması gereken kumaşlarda kalınlık, yoğunluk gibi özelliklerin belirlenmesi hava geçirgenliği açısından önemlidir. Kumaşın hava geçirgenliği ile kalınlık ve yoğunluk ilişkisi arasında ters orantı olup yoğunluk azaldıkça akış oranının arttığı gözlenmiştir.

**Islanma Etkisi;** özellikle pamuk, yün ipek gibi higroskopik lifler için önemlidir. Higroskopik lifler yüksek nem ile şiştiklerinde kumaş yapısında

değişiklik meydana gelir ve bu da hava geçirgenliğini etkiler. Liflerin şişmesi kumaştaki gözeneklerin kapanmasına ve hava geçişinin, ısı ve su buharı geçişinin azalmasına sebep olmaktadır.

Sık kumaşlarda zaten az olan gözenek yapısı liflerin şişmesiyle birlikte tamamen küçülerek hava geçişini engellemektedir. Daha seyrek kumaşlarda ise iplikler arasında daha büyük boşluklar olduğundan toplam akış alanı lif hacminin artışından çok etkilenmeyip hava akışına fazla direnç göstermemektedir.

Liflerin ıslamasında uygulanan basınç farklılıklarının da hava geçirgenliğine etkisi vardır. Küçük basınç farklılığında kumaş kanalları içindeki düşük hava hızı su damlacıklarını uzaklaştırmada yetersiz olduğu için gözenek hacmi ve hava geçirgenliği azalmaktadır. Yüksek basınç farklılığında ise hava hızı artarak su damlacıkları uzaklaştırılacak ve hava geçişi engellenmeyecektir.

#### **2.1.4.1.8 Giysi Parametreleri**

Mikroklimaları etkileyen çevre ve insan parametreleri değiştirilemeyeceği için daha iyi konfor için giysinin parametrelerini değiştirmek gerekmektedir. Bunun için de giysinin ısıl özellikleri önemli bir parametredir. Giysinin görevi, çevre şartları ve fiziksel aktiviteler değişiklik gösterse bile vücut sıcaklığının ortalama değerinde tutabilmesidir. Yani giysinin vücutta oluşan fazla ısıyı dışarı verebilmesi için geçirgenlik ve transfer özelliklerinin iyi olması gerekmektedir. Aksi takdirde konforsuzluk meydana gelecektir.

Kumaşları oluşturan lif, iplik ve kumaş temel parametreleri giysilerin konfor özelliklerini etkileyen unsurlardır.

**Lif tipi:** Giysi konforu açısından önemli bir parametredir. Konforu sağlamak için liflerin taşınması gereken bazı özellikler vardır;

- Teri kolayca emmeli ve vücutta kuruluk hissi sağlamalıdır.
- Ter kumaştan kolayca geçmeli ve dışarı atılmalıdır.
- Isı ve nem transferinin engellenmemesi için lif nem aldığında şişmemelidir.

Tüm bu özellikleri ne doğal lifler ne de sentetik lifler tek başına sağlayamamaktadır. Bu nedenle iyi bir konfor için lif karışımları kullanılmalıdır. Böylece liflerin olumlu yönleri artarken olumsuz yönleri en aza indirgenmektedir.

**İplik yapısı:** kumaş deri ile temas ettiğinde deride konforsuzluk hissi yaratmamalıdır. Sertlik, düzgünsüzlük, iplik bükümü, ilmek yapısı, tekstüre derecesi, sıkma gibi olumsuz etkilere neden olamamalıdır.

Kumaşın deriyle temas eden iç yüzeyinde nem iletimi önemlidir. Bu nedenle iç yüzeyde, nem iletimini etkileyen çok ince kılcal liflerden oluşan iplikler, kıvrımlılık faktörü, büküm değeri gibi özellikler dikkate alınmalıdır.

Kumaşın dış yüzeyi emici yüzey olduğundan higroskopik liflerin kullanımı önerilmektedir.

**Örgü Yapısı:** Giysinin ısı geçirgenliği kumaşın içindeki hava boşluklarına bağlıdır. Hava boşlukları da örgünün yapısıyla alakalıdır. Hacimli malzemeler içinde daha fazla hava tutma kapasitelerine sahiptir. Örneğin;

Dış giysilik kumaş; %25 lif 4 %75 hava

Battaniye; %10 lif + %90 hava

Kürk ceket; %5 lif + %95 hava dan oluşmaktadır.

**Giysi kalınlığı:** Giysi kalınlığı, giysinin ısı ve buhar iletkenliklerini belirleyen en önemli faktörlerden birisidir. Malzemenin kalınlığı ve dolayısıyla içerdiği hava miktarı arttıkça, malzemenin ısı ve buhar direnci artıp, geçirgenliği azalmaktadır.



Giysilerde ısı konfor üzerine çok sayıda araştırma yapılmış ve bu araştırmalar sonucunda hammadde, kumaş yapısı, ve terbiye işlemlerinin ısı konfor açısından önemli olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu çalışmalardan elde edilen genel sonuçlar ise şu şekilde özetleştirilmiştir (Marmaralı 2013);

- Pamuk, viskon, modal ve tencel lifleri karşılaştırıldığında; pamuk lifi daha yüksek ısı direnç ve daha sıcak temas hissi; tencel lifi daha yüksek su buharı geçirgenliği ve viskon lifi daha yüksek hava geçirgenliği sağlamaktadır.

- Pamuk-polipropilen karışımı kumaşlarda, polipropilen lif oranı arttıkça kumaşın ısı direnç değeri azalarak, kumaşlar daha soğuk temas hissi vermekte ve su buharı geçirgenliği değeri artmaktadır.

- Pamuk-Angora ve pamuk-süt lifi karışımı kumaşlarda, Angora veya süt lifi oranı arttıkça kumaşlar daha yüksek ısı direnç ve daha sıcak temas hissi sağlamakta, ancak su buharı geçirgenliği değerleri azaltmaktadır.

- Kumaş yapısında elastan iplik kullanımı ısı izolasyon özelliğini iyileştirmekte, ancak daha soğuk bir temas hissine neden olmakta ve geçirgenlik özelliklerini azaltmaktadır.

- Örgü yapısında kullanılan iplik incelince; ısı direnç ve ısı soğurganlık değerleri azalırken, su buharı geçirgenliği değeri artmaktadır.

- İplik büküm değeri artışı ile ısı direnç değeri azalmakta, ısı soğurganlık ve su buharı geçirgenliği değerleri artmaktadır.

- İplik tüylülük değerindeki artış, ısı direnç değerini arttırmakta, ilk temas anında daha sıcak bir his sağlamakta ancak su buharı geçirgenlik değerini düşürmektedir.

- Karde, penye ve OE iplikler karşılaştırıldığında; karde ipliklerden üretilen kumaşlar daha iyi ısı izolasyon ve daha sıcak temas hissi, OE iplikler ile örülen kumaşlar ise daha yüksek su buharı geçirgenliği sağlamaktadır.

- Kumaş kalınlığı arttıkça, ısı direnç değeri artarken, su buharı ve hava geçirgenliği değerleri azalmaktadır.

- Tüm örme kumaş yapıları için sıklık değeri arttıkça, ısı soğurganlık değeri artmakta, ısı direnç, su buharı ve hava geçirgenliği değerleri azalmaktadır.

•Farklı örgü yapıları ısı konfor özelliklerini önemli oranda değiştirmektedir. Örneğin; süprem, ribana ve interlok örgülerde sırasıyla ısı direnç ve ısı soğurganlık değeri artarken; su buharı geçirgenliği azalmaktadır. Diğer yandan sentetik ve doğal liflerle oluşturulan çift yüzlü kumaşlarda yüksek nem iletim özelliği sağlanmaktadır.

•Kumaşlara uygulanan terbiye işlemlerinden ağartma, şardonlama ve makas işlemleri sırasıyla ısı direnç değerini artırmaktadır. Diğer yandan şardonlama işlemi kumaşa daha sıcak bir temas hissi sağlarken, ağartma işlemi ile düşen geçirgenlik özelliklerinden hava geçirgenliği değerini iyileştirmektedir.

### 3. LİTERATÜR ÖZETİ

Çivitçi ve Dengin (2014), yaptıkları bir çalışmada koşu giysilerinin konforunun kullanıcılar tarafından değerlendirilmesini yapmışlardır. Bu araştırmada, koşu giysilerini fiziksel, termal, duyuşal ve estetik faktörler açısından değerlendirmek ve sporcuların performansa katkı sağlayan bir unsur olarak giysilerde aradıkları özellikleri tespit etmeyi amaçlamışlardır. Araştırma sonucunda, sporcuların koşu giysilerinde en çok hafiflik ve fiziksel rahatlığa önem verdikleri tespit edilmiştir. Koşu giysilerinde en çok yaşadıkları sorunların ise serin tutma özelliğine sahip olmama, terletme ve nopenme ve çabuk deforme olma olarak tespit etmişlerdir.

Kaplan ve Okur (2009), giysi termal konforunun subjektif ve objektif ölçümlere bağılı olarak belirlenmesi ve farklı yöntemlerle ölçülen parametreler arasındaki ilişkileri tespit etmek amacıyla sportif giysilerde kullanılan örme kumaşlardan oluşan bir kumaş grubunun termal konforla ilgili özelliklerini incelemişlerdir. Deri-kumaş teması sonucu ortaya çıkan sıcaklık ve ıslaklık hislerinin büyük oranda kumaş geçirgenlik ve yüzey özelliklerine bağılı olduğunu tespit etmişlerdir. Subjektif ıslaklık ve sıcaklık değerlendirme sonuçlarının göğüs bölgesinden ölçülen mikroklima sıcaklığı ile aralarında anlamlı bir ilişki olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Ayrıca nabız değerleri ve deri yüzey sıcaklığının farklı özelliklerdeki kumaşlar için farklılık göstermezken mikroklima bağılı nem ve sıcaklık ölçüm sonuçlarının giysi termal konfor performansları arasındaki farkları daha iyi yansıttığını tespit etmişlerdir.

Kanat ve Özdil (2013), aktiviteye bağılı olarak giysilerde değışen nem miktarının ısı konfora etkisi üzerine yaptıkları araştırmada ısı konfora aktiviteye bağılı olarak oluşan nem miktarının da etki edebileceğinden yola çıkarak genellikle bu giysilerde sıklıkla kullanılan pamuk ve polyester liflerinden üretilmiş örme kumaşların nem miktarı ile değışen ısı konfor özelliklerini incelemişlerdir. Her iki liften de orta, sık ve seyrek olmak üzere 3 farklı sıklıkta örülen kumaşları mutlak kuru ağırlıklarını %100, %75, %50 ve

%25'i kadar ıslak duruma getirerek ısı özelliklerini farklı nem oranlarında incelemiştir. Kumaşların ısı iletkenlik, ısı direnç ve ısı soğurganlık değerleri ölçülerek nem miktarıyla belirgin ölçüde değiştiği, özellikle spor giysilerin ısı konforunun değerlendirilmesinde ıslak durumdaki ısı özelliklerinin de göz önünde bulundurulması gerektiği sonucuna varılmıştır.

Hes ve diğ. (2008), kumaş yüzeyi ve deri arasındaki sürtünme, giysilerin konforunu etkileyen önemli bir parametre olduğu için bu çalışmada elastik örme kumaşlarda nem içeriğinin sürtünme katsayısına etkisini araştırmışlardır. Farklı oranlarda elastan içeren kumaşlar kullanılmış ve nem içeriğinin sürtünme katsayısına etkisi araştırılmıştır. Kumaşta ki nem miktarının artması ile sürtünme katsayısının belli bir seviyeye kadar arttığı tespit edilmiştir. Sürtünme katsayısı ancak yaklaşık %40'ın üzerindeki nem değerlerinde sabit hale gelmektedir. Yarı elastan içeren ve en sık yapıdaki kumaşların en yüksek sürtünme değerlerini verdiği tespit edilmiştir.

Mavruz ve Oğulata (2008), pamuklu örme kumaşlarda hava geçirgenliğini inceleyen bir çalışma yapmışlardır. Çalışmada farklı iplik numarasın, örgü tipi ve ilmek sıklığında pamuklu örme kumaşlar kullanılmıştır. Sonuçlara göre, süprem yapılar genelde en yüksek hava geçirgenliğine sahiptir ve bunu ribana ve interlok yapıları takip etmektedir. Örgüleri oluşturan iplikler incelidikçe ve kumaş sıklığı azaldıkça iplikler arası boşluklar artacağından hava geçirgenliği değerlerinde artma görülmüştür.

Özgül ve diğ. (2009), pamuklu süprem kumaşların nem iletim özellikleri üzerine bir çalışma yapmışlardır. Çalışmada farklı iplik numaralarında ve iplik büküm katsayılarında üretilen pamuk iplikleri kullanılarak süprem kumaşlar örülmüştür. Islanma süresi, maksimum absorpsiyon hızı, yayılma hızı gibi dinamik sıvı iletim özellikleri ölçülmüş ve iplik numarası ile iplik büküm katsayısının bu özellikler üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Çalışmada incelenen tüm kumaşların çok yönlü nem iletim kapasitesi değerlerine göre, iyi nem iletim yeteneğine sahip olduğu belirtilmiştir.

Bodur ve Gün (2014), yaptıkları çalışmada konfor özellikleri açısından su buharı geçirgenlik özelliğinin büyük önem taşıdığı görülmüştür. Terin buhar formunda vücuttan dışarı iletilmesi özellikle vücudu tamamen saran giysilerde daha iyi seviyede olduğundan konfor açısından tüketiciyi daha çok memnun etmektedir. Lif, iplik ve kumaş özelliklerinin tamamı su buharı geçirgenliğini etkilemektedir. Hammadde cinsinin, kumaşın kalınlığı ve gözenekliliğinin, iplik numarasının su buharı geçirgenliğini etkileyen en önemli parametreler olduğu sonucuna varılmıştır.

Özdil ve diğ. (2006), iplik özelliklerinin örme kumaşların ısı konfora etkisini araştıran bir çalışma yapmışlardır. Bu çalışmada farklı iplik numaralarında, farklı bükümlerde ve farklı tasarım proseslerinde 1x1 rib örme kumaşlar üretilip ölçümleri yapılmıştır. Aynı zamanda gözeneklilik yüzdesi ve sıklık faktörü de dikkate alınmıştır. İnce iplikten üretilen 1x1 rib örgülerin gevşek yapılarından dolayı düşük termal iletkenlik ve yüksek su buharı geçirgenliği değerlerine sahip olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca bu kumaşlar düşük termal emicilikle birlikte sıcak his vermektedir. Termal emicilik ve su buharı geçirgenliği büküm miktarı arttıkça artmış, yüksek bükümlü ipliklerden oluşan kumaşlar yüksek termal emiciliği nedeniyle soğuk his vermektedir. Termal direnç ise büküm miktarı arttıkça düşmüştür. Termal iletkenliğe ise büküm miktarının etkisi önemsizdir. Kadre iplikten örülmüş kumaşlar penye iplikten örülmüş kumaşa göre daha yüksek termal dirence sahiptir. Su buharı geçirgenliği, termal iletkenlik ve termal emicilik ise penye iplikten örülmüş kumaşlarda daha yüksektir. Penye ve kadre iplik karışımından örülmüş kumaş daha gevşek yapıda olduğundan termal emicili değeri düşmekte ve sıcak his vermektedir.

Gupta (2014), yaptığı çalışma da luxicool elyafı ile birleştirilmiş elyaflardan üretilen hastane çarşafında ısı iletkenlik üzerine çalışma yapmıştır. 6 farklı atkı kombinasyonu ile luxicool filament ipliği kullanılarak toplamda 24 farklı düz kumaş dokunmuştur ve bu numunelerin hepsine haşıl sökme, fırçalama, yıkama ve ağartma işlemleri uygulanmıştır. Luxicool ile birleştirilmiş liflerle dokunan çarşafın ticari hastane çarşafıyla karşılaştırıldığında ısı iletkenliğinin %20 daha iyi olduğu tespit edilmiştir.

Luxicool lifiyle birleştirilmiş pamuk ve pamuk/polyester lifinin dayanımı ve ısı iletkenlik değerleri farklı sayıda yıkamadan sonra da ölçülmüştür; 30 ve daha fazla yıkamaya kadar ısı iletkenlik etkisini kaybetmediği sonucuna ulaşılmıştır.

Stankovic ve diğ. (2007), doğal ve rejenere selüloz liflerinin ısı özelliklerini araştırmışlardır. Ve bunun için keten, pamuk ve viskoz lifleriyle ve bu liflerin karışımlarıyla örülen kumaşlar üzerinde çalışmışlardır. Sonuçlar göstermiştir ki, kumaşın ısı özellikleri hem kapilarite hem de yüzey karakteristikleri ile yakından alakalıdır. Isı iletkenlik açısından keten/pamuk, viskoz, keten/viskoz, pamuk, keten ve ısı direnç açısından pamuk, kete, viskoz, keten/viskoz, keten/pamuk şeklinde sıralanmıştır.

Li ve diğ. (2007), yün lifiyle örülmüş kumaşların nem taşınması üzerine bir çalışma yapmışlardır. Bu çalışmada yün, yün/polyester ve yün/pamuk lifleriyle örülmüş düz örme kumaşlar kullanmışlardır. Farklı kalınlıkta örülen %100 yün kumaşlardan daha kalın olanında nem kumaşın başından sonuna daha az yayılmıştır. Yün/pamuk kumaşta ise nem taşınması en iyi şekilde olmuştur. Yün/pamuk kumaşın nem yönetim özelliği diğerlerine göre daha iyidir.

Çil ve diğ. (2009), pamuk, akrilik ve pamuk/akrilik karışımı kumaşların su buharı geçirgenliği, su emiciliği ve kuruma karakteristikleri gibi kumaşın konfor parametreleri üzerine bir çalışma yapmışlardır. Bunun yanı sıra sıklık, lif karışımı ve iplik numarası gibi konforu etkileyen diğer parametreleri de dikkate almışlardır. Çalışmaya göre, kalın iplik kullanımı ile kumaşların sıvı transferinin ve dikey su emiciliğinin arttığı, kuruma oranının da ince iplik kullanımı ile arttığı sonucuna ulaşmışlardır. Aynı zamanda kumaşın dikey su emiciliğinin, kuruma oranının ve sıvı transfer yeteneğinin karışımda akrilik lifi oranının artmasıyla da arttığı gözlenmiştir.

Majumdar ve diğ. (2010), pamuk, rejenere bambu ve pamuk/bambu karışımı ipliklerle üretilen farklı örme kumaş yapılarının ısı özellikleri üzerine

bir çalışma yapmışlardır. Bu çalışmada, %100 pamuk, %50-%50 pamuk-bambu ve %100 bambu elyafları ile 30 tex, 24 tex ve 20 tex olmak üzere 3 farklı iplik numarası ile her bir iplikten 3 tip örme yapısında (düz-rib-interlok) örülmüş kumaşlar kullanmışlardır.

Çalışmada, bambu lif oranının artması ile kumaşın ısı iletkenliği azaldığı görülmüştür. Daha ince ipliklerden üretilen kumaşların ısı iletkenliği daha düşüktür. En yüksek ısı direnç interlok örgü yapısında elde edilmiştir. Kumaşın su buharı geçirgenliği ve hava geçirgenliğinin bambu lif oranının artmasıyla arttığı görülmüştür. En yüksek hava geçirgenliği ve su buharı geçirgenliği ise düz örme yapılarında elde edilmiştir.

Özdil ve diğ. (2009), pamuklu süprem kumaşların nem iletim özellikleri üzerine bir çalışma yapmışlardır. Çalışmada farklı iplik numaralarında ve iplik büküm katsayılarında üretilen pamuk iplikleri kullanılarak süprem kumaşlar örülmüştür. Islanma süresi, maksimum absorpsiyon hızı, yayılma hızı gibi dinamik sıvı iletim özellikleri ölçülmüş ve iplik numarası ile iplik büküm katsayısının bu özellikler üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Çalışmada incelenen tüm kumaşların çok yönlü nem iletim kapasitesi değerlerine göre, iyi nem iletim yeteneğine sahip olduğu belirtilmiştir.

Beskisiz (2010), örme kumaşların nem alması üzerine bir yüksek lisans tez çalışması yapmıştır. Bu çalışmada süper emici lifler ve polyester liflerinin karışımından şerit, iplik ve örme kumaşlar üretilmiştir. Süper emici liflerle üretilen numuneler %100 polyester içeren numunelere göre daha fazla nem aldığı görülmüştür. Ancak süper emici liflerden oluşan numunelere yıkama işlemi uygulandıktan sonra bu numuneler de polyester içeren numunelerle aynı miktarda nem almıştır. Süper emici lifler polipropilen lifiyle harmanlanıp kuru temizleme işleminden geçtikten sonra da numunelerin nem alma kabiliyetinin olduğu görülmüştür.

Cimili ve diğ. (2009), yaptıkları çalışmada çorap üretilen modal, mikro modal, bambu, soya lifi ve kitosan gibi yeni liflerin konfor özelliklerini

incelemişlerdir. Ayrıca pamuk ve viskoz gibi konveksiyonel liflerde incelenmiştir. Termal direnç, hava geçirgenliği, su buharı geçirgenliği, dikey su emicilik yüksekliği ve kuruma süresi parametreleri gibi olgular incelenmiştir. Termal direnç değerleri sırasıyla kitosan, soya lifi, bambu, mikro modal, viskoz, pamuk ve modal olarak belirtilmiştir. Hava geçirgenliği değerleri sırasıyla mikro modal, modal, , soya lifi, bambu, viskoz, kitosan ve pamuk şeklinde ve su buharı geçirgenliği değerleri ise kitosan, bambu, soya lifi, modal, viskoz, mikro modal ve pamuk şeklindedir. Dikey su emicilik yüksekliği; pamuk, kitosan, soya lifi, viskoz, modal, mikro modal, bambu lifleri şeklinde olmuştur. . Kuruma süresi için ise; en yüksek değer bambu ve viskoz daha sonra sırasıyla pamuk, soya lifi ve mikromodal, kitosan, modal şeklinde ortaya çıkmıştır.

Özgen ve Altaş (2014), yaptıkları çalışmada farklı liflerle üretilmiş süprem örgü kumaşların ısı konfor, nem iletimi ve tutum özelliklerini incelemiş ve deneysel kısmında, %90 Pamuk / %10 Seacell, %90 Pamuk / %10 Gümüş, %100 Pamuk, %100 Bambu ve %100 Soya ipliklerini kullanmışlardır. En iyi termal konfor ve nem yönetim özelliklerine sahip kumaşların soyadan üretilen kumaşların olduğu ve diğer kumaşlarla karşılaştırıldığında pamuk/gümüş ve bambu kumaşların ise en pürüzsüz yüzey hissi verdiği sonucuna ulaşmışlardır.

Kadoğlu ve diğ. (2008), yaptıkları çalışmada pamuk ve Angora tavşan liflerini karıştırarak üretilen ipliklerden çift yüzlü örme kumaşlar elde etmişlerdir. Üretilen kumaşların termal konfor özellikleri ölçülüp farklı yüzeylerin iç veya dış katman olarak kullanılmasının ve değişik miktarlarda Angora oranının bu özelliklere etkisi incelenmiştir. Kumaşlarda Angora karışımı iplik kullanılan yüzün termal absorpsiyon değerinin daha düşük olduğu ve dolayısıyla ilk temas anında daha sıcak his verdiği sonucuna ulaşılmıştır. Angora lifinin oranının artmasının kumaşın termal absorpsiyon değerinde önemli bir düşüş yarattığı, termal direnç değerini önemli oranda artırdığı ve su buharı geçirgenliğini düşürdüğü sonucuna varılmıştır.



Mahish ve diğ. (2010), hava-jeti ile tektüre edilmiş ipliklerden oluşan polyester/viskon karışımı kumaşın konfor ve tutum özellikleri üzerine bir çalışma yapmışlardır. Bu çalışmada tamamen oryante edilmiş ipliklere hava jeti ile ve ring büküm metodu ile tektüre işlemi uygulamışlardır. Hava geçirgenliği, polyester içeriğinin artırılması ile hem hava-jeti ile tektüre edilen kumaşta hem de ring bükümlü kumaşta azalmıştır. Tekstüre edilmiş ipliğin ısı dayanımı genel olarak ring bükümlüden daha yüksektir. Polyester içeren kumaşın ısı dayanımı artmıştır. Tekstüre edilmiş ipliğin su buharı geçirgenliği ring büküme göre daha yüksektir. Polyester içeriğinin artması su buharı geçirgenliğinin azalmasına neden olmuştur. Tekstüre edilmiş iplik ring bükümlüye göre daha yüksek bükülme rijitliğine sahiptir.

Ertekin ve Marmaralı (2011), askı ve atlamanın düz örgü kumaşların ısı konfor özellikleri üzerine etkisini araştırmak üzere bir çalışma yapmışlardır. Bu çalışmada farklı askı ve atlama yapılarında düz örgü kumaşlar kullanılmıştır. Sistemik bir inceleme için her 5 sırada ve 5 çubukta olacak şekilde askı ve atlamaların sayısı tek, üst üste iki ve üç olarak seçilmiştir. Sonuçlar incelendiğinde, tek atlamalı veya üç askılı kumaşlar düşük ısı direnç ve yüksek hava geçirgenliği değerlerine sahip oldukları görülmüştür. Düz örgü kumaşların ise daha yüksek ısı direnç ve daha düşük hava geçirgenliği değerlerine sahip olduğu tespit edilmiştir.

Sharabaty ve diğ. (2008), polyester/pamuk kumaşlarında nem iletimi üzerine çalışma yapmışlardır. Bu çalışmada pamuk, polyester ve polyester/pamuk karışımı çok katmanlı kumaşların nem çekme karakteristiklerini araştırmışlardır. 150 denye 48 filament polyester çözgü ipliği ve pamuk-pamuk/polyester atkı ile ipliği ile çift yüzlü kumaş kullanmışlardır. Diğer yandan %100 pamuk ipliğinden üretilen kumaşı da test etmişler ve bir yüzü polyester diğer yüzü pamuk olan çift katlı kumaşın kapilarite ölçümleri sonucunda %100 polyesterden üretilmiş kumaştan her iki yüzünün de daha nemli olduğu tespit edilmiştir. Nem transferi açısından iplik ve iki katman arasındaki dokuma bağının da önemli bir parametre olduğu ve ayrıca kumaş ve iplik yapılarının da nem transferi açısından önemli parametreler olduğu

sonucuna varılmıştır. Bu çalışmayı yaparak hasta çarşaflarında hastayı nemden rahatsız etmeyecek bir yapı dizayn etmeyi amaçlamışlardır.

Mengüç ve Özdil (2013), hayvansal liflerden üretilen giysilerin ısı konfor özelliklerini araştırmak için bir çalışma yapmışlardır. Sonuçlara bakıldığında, Angora tavşanının lif yapısı daha hafifi olmasıyla beraber lif içinde hapsolan havanın miktarının da artmasını sağlamaktadır. Kutup ayısının liflerinin yapısından dolayı lif içerisinde hapsedilen hava, liflerin ısı tutucuklarının da artmasını sağlamaktadır. Kaz ve benzeri kuşların lif yapısı da lif içine havayı hapsedtiği için bu yapı onlara hem hafiflik hem yüksek oranda ısı tutucu özellik kazandırmaktadır. Çeşitli hayvanların sahip olduğu örtülerin ısı iletkenlik değerleri aşağıdaki Tablo 2.6'da verilmiştir.

Tablo 2.6: Çeşitli Hayvanların sahip oldukları örtülerin ısı iletkenliği

<b>Türler</b>	<b><math>\lambda</math> (mW m<sup>-1</sup> K<sup>-1</sup>)</b>
Durgun kuru hava	25
Kuzey kutbunda yaşayan memeliler	36-106
Çeşitli vahşi memeliler	38-51
Merinos koyunu	37-48
Yeni doğan merinos koyunları, Down, Cheviot ve İskoç Blackface	65-107
Sığır	76-147
Tavşan	38-100
Kanguru	43-64
Keklik tüyü	29-58
Penguen	31-46
Kaz yavrusu tüyü	36-46
Yapay kürk	40-67
Dokuma kumaş	40

Marmaralı ve diğ. (2014) yüksek performanslı ipliklerden üretilen örme kumaşların mekanik etkilere karşı dayanım özelliklerinin incelenmesi üzerine yaptıkları çalışmada Twaron®, UHMWPE, PES HT, PA 6 HT, Poliamid (PA) kesikli, Poliester (PES) kesikli yüksek performanslı ipliklerle hortumlu interlok örgü yapısında kumaş oluşturmuşlar. Twaron® ipliği ile üretilen kumaşın delinme açısından yüksek seviyede dayanım gösterdiği tespit edilmiştir. Para-aramid ipliği ile üretilen kumaşların daha yüksek dayanım özelliklerine sahip olduğu sonucuna ulaşılmıştır. PES ve PA grubu kumaşlar karşılaştırıldığında kopma değerinde fark olmamakla birlikte PA grubu kumaşların kopma uzaması değerlerinin daha yüksek olduğu fakat delinme dayanımının kesikli polyester içeren kumaşlarda daha fazla olduğu gözlenmiştir. Kesikli poliamid ve Twaron® iplikleri ise yüksek kopma mukavemeti ve orta düzeyde delinme direncine sahip olup bu ipliklerle üretilen kumaşların koruyucu tekstiller için alternatif olarak kullanılabilceği sonucuna varılmıştır.

Hes (2002), ısı ve nem transferini geliştirmek için fonksiyonel örgüler geliştirmişlerdir. Geliştirilen bu çift katlı örgünün yapısında, birinci katmanında deri ile temas ederek hava transferini sağlayacak hidrofob karakterli polipropilen lifi ikinci katmanında ise hidrofil karakterli nem emme yeteneği yüksek pamuk lifi kullanmışlardır. Bunun yanında sisteme pamuktan oluşan emme kanalları da eklemişlerdir.

Crina ve diğ. (2013), fonksiyonel atkı örme spacer kumaşların yapısal parametrelerinin konfor özellikleri üzerine bir çalışma yapmışlardır. Kumaşlar çeşitli iplik ve yapı kombinasyonlarından oluşturulmuştur. Kumaşın deri ile temas eden yüzünde cilt sağlığına faydalı ve çevre dostu soya proteini, diğer yüzünde ise polyester, poliamid ve polipropilen iplikleri kullanılmıştır. Spacer kumaşlar daha yüksek termal iletkenliğe sahiptirler. Kumaş gözenekliliği de termal iletkenlik açısından önemli bir faktör olarak belirtilmiştir. Daha açık gözenekli fakat daha yoğun iplik bağlantıları olan spacer kumaşların termal iletkenliği daha yüksektir. Ayrıca termal dayanıma kumaş kalınlığı ve ağırlığının da etki ettiği sonucuna varılmıştır. Kumaş gözenekliliği arttıkça su buharı geçirgenliğinin de arttığı gözlemlenmiştir. Hava geçirgenliği kumaş

yapısı ve gözenekliliği ile direkt olarak bağlantılıdır. Gözeneklilik arttıkça hava geçirgenliği artmaktadır.

Becker ve diğ. Çok katmanlı koruyucu giysi kumaşlarında nem transferi ve absorpsiyonu üzerine yaptıkları çalışmada pamuk ve aramid liflerini farklı kombinasyonlarda iç katmanda kullanmışlardır. Bu çalışma tek katmanın nem transferi sadece o katmanın özelliklerine değil aynı zamanda diğer komşu katmanların ya da tüm katmanların kombinasyonlarının özelliklerine de bağlı olduğunu göstermiştir.

Hes ve Bajzik (2012), bitim işlemlerinin ıslak kumaşların ısı izolasyon ve ısı temas özelliklerine etkisi üzerine bir çalışma yapmışlardır. Bu çalışmada 5 farklı bitim işlemi uygulanan 3 farklı pamuklu kumaşın ısı konfor özellikleri üzerine nemin etkisi incelenmiştir. Kuru ve yaş durumda kumaşın ısı iletkenlik, ısı dayanım, ısı soğurganlık ve su buharı geçirgenliği ölçülmüştür. En yüksek etki ıslak haldeki kumaşta ısı iletkenliğin önemli ölçüde azalmasına neden olan sanforizasyon işleminde bulunmuştur. ısı iletkenlik ıslak kumaşta kuru kumaştan daha fazla, ısı dayanım ıslak kumaşta kuru kumaştakinden daha düşük ve ısı soğurganlık ıslak kumaşta kuru kumaştakinden daha fazladır. Su buharı geçirgenliği buharlaşma dayanımı ve hava geçirgenliği sadece kuru kumaş üzerinde çalışılmıştır ve belirgin bir değişim bulunamamıştır.

Tözüm ve Aksoy (2014), yaptıkları çalışmada faz değişim maddesi içeren mikrokapsül uyguladıkları kumaşın konfor ve ısı depolama ile ilgili özelliklerini incelemiş ve araştırmalarında bu kumaşların 6,1749 J/g ısı depolama kapasitesine sahip oldukları sonucuna ulaşmışlardır. Hava geçirgenlik değerleri ise kumaş yapısındaki gözeneklerin mikrokapsüller ile kapanmasında dolayı azalmaktadır. Mikrokapsül uygulanmış kumaşların eğilme direncinin arttığı gözlenmiştir. Dökümlülüğün ise artan eğilme direnci ile ilişkili olarak mikrokapsül uygulanmış kumaşlarda referans kumaşlara göre azaldığı sonucuna ulaşılmıştır. Mukavemet ve sürtünme özellikleri arasında önemli bir fark gözlenmemiştir.

Öner (2008), dokuma kumaşların konfor özellikleri üzerine bir araştırma yapmıştır. Bu çalışmada pamuk ve polipropilen lifi kullanılarak üretilen havlu dokumalar üzerine durmuştur. Havlu dokumasında en çok kullanılan değerler, tüm numunelerde sabit tutulup; hav boyu, lif çeşitleri, karışım oranları, kumaşın son durumu (ham veya terbiye işlemi görmüş) değiştirilmiştir. Hav yüksekliğindeki artış hava geçirgenliği değerinde azalmaya, su buharı geçirgenliği değerinde ise artmaya yol açmıştır. Pamuklu havlulara yapılan kasar ve optik ağartma işlemlerinin kumaşta hava geçirgenliği ve su buharı geçirgenliği değerini azaltmıştır. Polipropilen oranının artması hem hava geçirgenliği hem de su buharı geçirgenliği değerlerinde artışa yol açmıştır.

## 4. MATERYAL VE YÖNTEM

### 4.1 Materyal

Bu çalışmada yeni bir materyal olan luxicool ipliği ile tekstilde yaygın olarak kullanılan Nylon 66, Nylon 6, polyester ve elastan iplikler kullanılmıştır.

#### 4.1.1 Luxicool

Luxicool elyafı molekül boyutunda hidrofob ve hidrofil karakterli yapıların sırayla polimer zinciri oluşturmasıyla meydana gelmiştir. Bu elyaf özel polimer yapısı sayesinde mükemmel derecede ısı iletkenlik özelliğine sahiptir ve nem transferini oldukça hızlı yapmaktadır. Aynı zamanda ısı enerjisinin çabuk kaybolmasına ve soğutma etkisine sahiptir. Luxicool elyafı kullanılarak üretilen spor kıyafetler diğer liflerle üretilmiş olanlara göre yaklaşık 8 kat daha fazla ısı taşıma ve soğutma özelliğine sahip olduğu belirtilmiştir (<http://www.knittingindustry.com/luxicool-the-cooler-than-cool-yarn/>). Araştırmalara göre luxicool elyafı ile üretilen bir sporcu kıyafetinde ısı akış hızı ortalama  $2943 \text{ J/m}^2$  değerindedir. Luxicool elyafının diğer bazı özellikleri ise şu şekildedir;

Kopma uzaması ortalama değeri  $\%65 \pm 20$ ,

Çekme ortalama değeri  $\%3$

Mukavemet ortalama değeri ise  $3.1 \pm 0.5 \text{ N}$  dir.

Luxicool ipliği monofilament olarak doğal renklerde, 50, 70 ve 100 denye olarak üretilmektedir. Bu elyafın hidrofil karakterde multifilament poliamid ya da polyester ipliklerle birlikte kullanılması önerilmektedir. Kombinasyon edildiğinde konfor ve nem transferi özellikleri olumlu şekilde artarak yüksek performanslı kumaşlar üretmeye olanak sağlamaktadır. Kumaş ya da iplik formunda veya üretimi sırasında  $120 \text{ }^\circ\text{C}$  nin aşılması önemlidir.

Boyama veya yüzey kaplama işlemleri polimerin soğutma etkisini olumsuz etkilemektedir. Bu nedenle kombine edilen ipliklerin renkli kullanılmasıyla renklendirme sorununa çözüm elde edilebilmektedir. Farklı renklerde ve miktarlarda iplikle kombine edildiği takdirde elyafın soğutma ve nem transferi özelliği bozulmadan daha konforlu, estetiksel görünümü iyi ve daha yumuşak tutumlu kumaşlar elde etmek mümkündür. Aynı zamanda farklı örme yapıları kullanılarak ya da çift taraflı kumaşlarda luxicool elyafını deriyle temas edecek iç kısımda kullanarak kumaş performansını artırmak da mümkündür.

Luxicool elyafı, spor kıyafetlerde, iş giysilerinde, askeri giysilerde, koruyucu giysilerde, medikal bandajlarda, spor bandajlarda, yanık yarası tedavilerinde, hasta çarşafalarında ve ayakkabı kumaşlarında kullanılabilir.

#### **4.1.2 Nylon 66/6**

Tüm sentetik lifler arasında en çok nem çekme (%3-8,5) özelliğine sahip olan liflerdir. Isı tutma özelliği iyidir. Isı altında oluşan buruşukluklar kalıcıdır. Bakımı kolaydır, çabuk kurur ve formunu korur. Kopma ve aşınma dayanıklılığı iyi olup ışığa karşı dayanıklı değildir. İnce çoraplar, spor giysileri, balık ağları, mayo ve iç çamaşırlarında kullanılabilir.

#### **4.1.3 Polyester**

Polyester lifi en az nem çekme (%0,3-0,5) özelliğine sahip olan sentetik liflerden birisidir. Bu lifler nemi içlerine çekmeyip yüzeyde tutabildikleri için çabuk kururlar ve sıcak havalarda kullanıma uygundur. Tekstüre edilmesiyle ısı tutma özellikleri düşüktür. Kopma ve aşınma dayanımları fazla olup elastiktirler. Isı altında buruşuklukları kalıcıdır. Çok ince çekilebildikleri için çok hafif bir liftir. Polyester lifi tekstilde oldukça geniş bir kullanım alanına sahiptir. Tek başına kullanılabilirler gibi pamuk, yün, keten gibi başka

liflerle birlikte de kullanılabilirler. Bayan ve erkek giyiminde, dikiş ipliği yapımında, tül, yelken, dekoratif kumaş gibi birçok alanda kullanılabilirler.

#### **4.1.4 Elastan**

Yapısında % 85 oranında poliüretan polimerleri bulunan sentetik liflere elastan adı verilir. Spandex liflerinin en önemli özelliği kopma anındaki uzama miktarının %400-500 arasında olmasıdır. Çok düşük mukavemete sahip bir lif çeşididir. Nem çekme yetenekleri % 1-1,4 arasındadır. Güneş ışığına, mikroorganizmalara ve kimyasal maddelere karşı dayanıklıdır. Başka liflerle birlikte de kullanılabilir. Esnekliği iyi olan mayo, iç giyim, çorap, dizlik, dirseklik bandaj gibi çeşitli yerlerde kullanımı mümkündür.

#### **4.2 Yöntem**

Araştırmada ilk olarak %100 luxicool elyafı kullanılarak kumaş denemeleri yapılmış ancak luxicool elyafının esnek ve kırılğan yapısı nedeniyle kullanılan örme makinelerinde örmesi yapılamamıştır. Bunun üzerine;

150 denye nylon 6/luxicool,

70/70 denye polyester/luxicool,

80/70 denye nylon 66/luxicool,

70/70 denye polyester,

80/80 denye nylon 66 karışımı iplikler kullanılarak örülen kumaşların değerleri ölçülmüştür. Kumaşlar Mesdan Lab AB Knitter 294E makinesinde 16 sıklık değerinde örülmüştür.

Aynı zamanda yine farklı elyaflar içeriklerinden örülmüş iki farklı bandaj numunesi kullanılmıştır. Numunelerin ısıl özellik değerleri, patlama mukavemeti, boncuklanma ve dinamik sürtünme katsayısı değerleri ölçülmüş ve ayrıca bandaj numuneleri anket çalışmasında kullanılarak subjektif ölçümler



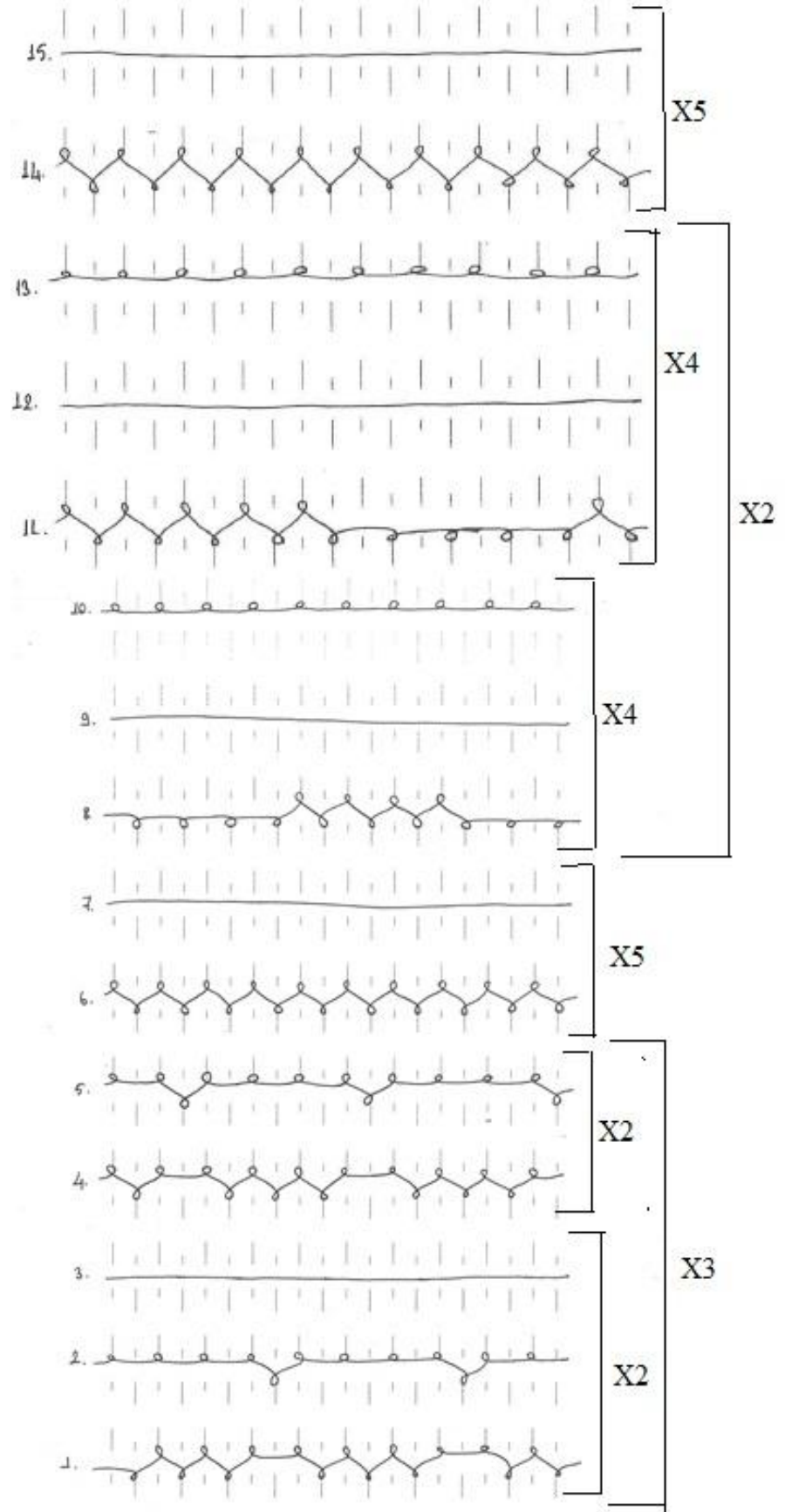
de yapılmıştır. Birinci tür bandaj numunesi, elastan ve nylon 6 iplikleri kullanılarak örülmüştür. İkinci tür numunede ise elastan, nylon 6, polyester ve luxicool iplikleri kullanılmıştır.

Tablo 4.1’de görüldüğü gibi luxicool ipliğinin birim fiyatı diğer ipliklere göre daha yüksektir. Bunun sonucu üründe hammadde maliyeti luxicool olmayan ipliğe göre yaklaşık 6 kat daha fazladır. Ancak luxicool ipliği sipariş üzerine üretilmektedir. Ticari olarak yaygınlaştığında ya da büyük partiler halinde satın alınımında çok daha ucuza üretilebilir.

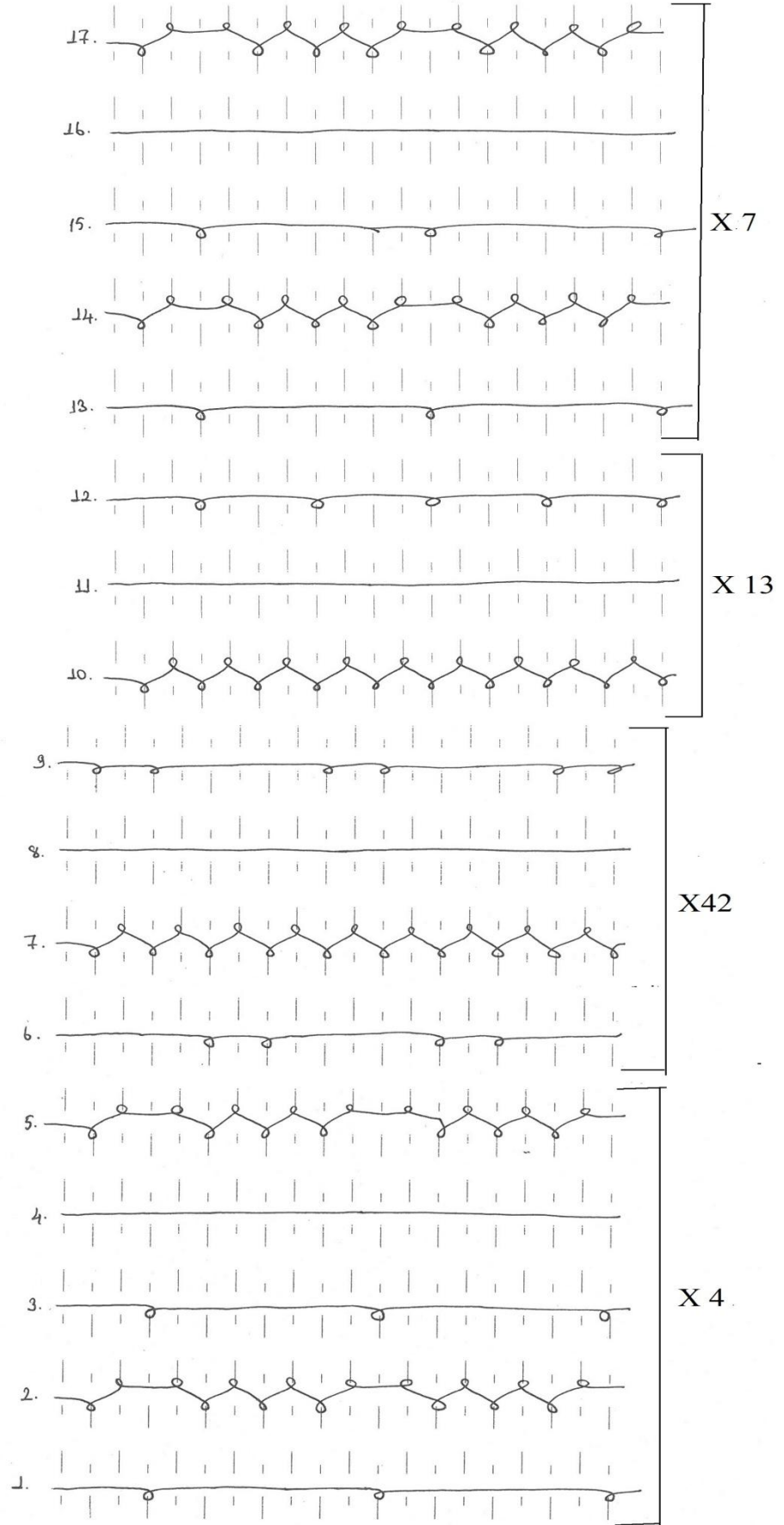
Tablo 4.1: Numunelerde kullanılan elyaf tipi ve ürün maliyetine etkisi

A ürünü				B ürünü			
Elyaf tipi	Elyaf fiyatı (kg)	Üründeki ağırlık (g)	İplik maliyeti (\$)	Elyaf tipi	Elyaf fiyatı (kg)	Üründeki ağırlık (g)	İplik maliyeti (\$)
Nylon 6	3.30	46	0.1518	Polyester /luxicool	25.41	63	1.60083
Nylon 6	3.30	6	0.0198	Nylon 6	3.30	13	0.0429
310 denye elastan	2.25	12	0.027	1240 dtex elastan	3.10	14	0.0434
44 denye elastan	3.90	4	0.0156				
1240 dtex elastan	3.10	12	0.0372				
<b>TOPLAM</b>		<b>80</b>	<b>0.2514</b>			<b>90</b>	<b>1.68713</b>

Numuneler Stoll Cms 433 düz örme makinesinde üretilmiştir. Makine inceliği E 12, iğne sayısı ise 1200’ dür. Şekil 4.1 ve Şekil 4.2’de üretilen numunelerin örgü raporları gösterilmiştir. Örgü raporu verilen numunelerin elyaf tipi ve maliyet hesapları aşağıdaki gibidir;



Şekil 4.1: A ürününün örgü raporu



Şekil 4.2: B ürününün örgü raporu

#### **4.2.1 Isıl özelliklerin Testi**

Isıl özellikler (ısıl iletkenlik, ısıl soğurganlık, ısıl direnç) Alambeta cihazı ile ölçülmüştür. Herhangi bir standardı yoktur. Bu cihaz iki farklı sıcaklıktaki plaka (22 °C ve 32 °C) arasına yerleştirilen kumaşın içerisinden geçen ısı akışını ve kumaşın kalınlığını ölçmekte ve numunenin ısıl özelliklerini hesaplamaktadır. Ölçüm birkaç dakika gibi kısa bir sürede gerçekleşmektedir. Numuneler teste başlamadan önce standart atmosfer koşullarında 24 saat boyunca bekletilmiş ve her bir kumaşın 3 farklı yerinden ölçümler yapılmıştır. Ölçümlerden elde edilen sonuçların aritmetik ortalamaları alınmıştır.

#### **4.2.2 Su Buharı Geçirgenliği Testi**

Bağıl su buharı geçirgenliği ve su buharı direnci testleri TS EN 31092 esas alınarak Permetest cihazında ölçülmüş test sonuçlarının aritmetik ortalaması alınmıştır. Permetest cihazı, kuru ve ıslak kumaşların bağıl su buharı ve buharlaşma direnci değerlerinin 3-5 dakika içinde belirlenmesini sağlamaktadır.

#### **4.2.3 Hava Geçirgenliği Testi**

Hava geçirgenliği ölçümleri, TS 391 EN ISO 9237'ye göre Textest Hava Geçirgenliği Test Cihazı ile yapılmıştır. Ölçüm alanı 5 cm<sup>2</sup> dir. Test yapılmadan önce numuneler laboratuvar şartlarında kondüsyonlandıktan sonra ölçülüp yapılan test sonuçlarının aritmetik ortalaması alınmıştır.

#### **4.2.4 Dinamik Sürtünme Katsayısı**

Kumaşın sürtünme katsayısı ölçümü FricTorq cihazı kullanılarak yapılmıştır. Her bir kumaş için 3 ölçüm yapılmış ve ölçümlerin ortalaması alınmıştır.

#### **4.2.5 Boncuklanma Testi**

Boncuklanma testi M235 Martindale Cihazı ile TS EN ISO 12945-2 standardı esas alınarak yapılmıştır. Test için hazırlanan numuneler cihaza yerleştirilip sırayla 125, 250, 500, 1000 ve 2000 devirde işleme tabi tutulmuştur. Her devir artırımında cihaz durdurularak yüzey temizleme işlemi yapılmıştır.

#### **4.2.6 Patlama Mukavemeti Testi**

Patlatma mukavemeti testi TS EN ISO 13938-2 standardına göre SDL Atlas m229p pnömatik patlama mukavemeti test cihazında yapılmıştır. 30x30 cm boyutlarında hazırlanan numune lastik bir diyafram üzerine dairesel bir mengene şeklindeki germe tertibatı ile bağlanmıştır. Basınç altındaki bir gaz diyafram ve numuneyi, numune patlayana kadar şişirmiş ve buna karşılık gelen basınç değeri cihaz ekranında okunmuştur.

#### **4.2.7 Anket Çalışması**

Araştırması yapılan numuneler yoğun fiziksel aktiviteler sonucunda aşırı terlemeye maruz kalan kişiler tarafından bir ya da birkaç defa kullanılmış ve ardından anket formu doldurulmuştur. Anket formunda deneklere bu tür numunelerden neler bekledikleri, nasıl bir konfor hissi oluşmasını istedikleri gibi sorular sorulmuştur.

Anket çalışması üç bölümden oluşmaktadır. İlk bölümde kişisel bilgiler (cinsiyet, yaş, haftalık spor yapma süresi), ikinci bölümde numune değerlendirilmesi ile ilgili sorular ve son bölümde ise numune kullanımı ile ilgili gelecek tahminlemesi bulunmaktadır.

Kullanılan iki farklı kumaştan Nylon6/Elastan karışımı olan numune A ürünü, Luxicool/Polyester/Nylon 6/Elastan karışımı olan numune B ürünü

olarak adlandırılmıştır ve her iki numune için de ayrı ayrı anket uygulanmıştır. Anket bilgileri Tablo 4.2'deki gibidir.

Tablo 4.2: Anket soruları değerlendirme skalası

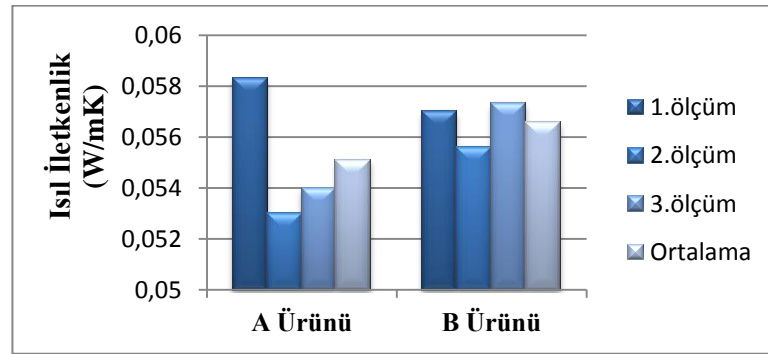
Sorular	Değişken Parametre Değerleri						
	1	2	3	4	5	6	7
<b>Cinsiyet</b>	Kadın	Erkek					
<b>Yaş</b>	15-25 yaş	26-35 yaş	36+ yaş				
<b>Haftalık Spor</b>	2-4 saat	4-6 saat	6+ saat				
<b>Kaç saat kullanıldı</b>	0-2 saat	2-4 saat	4+ saat				
<b>Genel konfor</b>	Çok Kötü	Kötü	Zayıf	Orta	İyi	Çok İyi	Mükemmel
<b>Yumuşaklık Kuruluk Serinlik</b>	Kötü	Zayıf	Orta	İyi	Çok İyi		
<b>İlerde kullanılma</b>	Evet	Hayır	Kararsızım				

## 5. BULGULAR

### 5.1 Isıl Özelliklerin Test Sonuçları

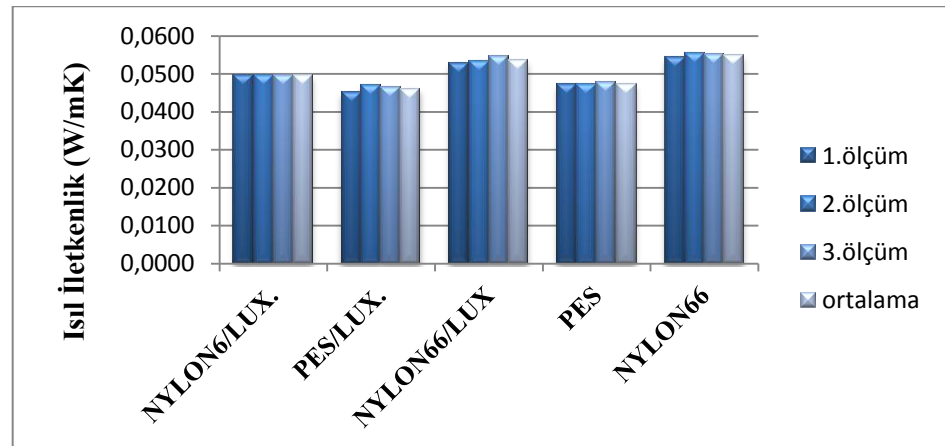
Alambeta cihazı ile yapılan ısı iletkenlik test sonucunda bandaj numunelerinden elde edilen değerler Şekil 5.1’de ve diğer numune kumaşlardan elde edilen değerler Şekil 5.2’de verilmiştir.

Isıl iletkenlik test sonuçlarında Luxicool elyafını içeren B ürünün ortalaması (0,566) A ürününün ortalamasına (0.0551) bulunmuştur.



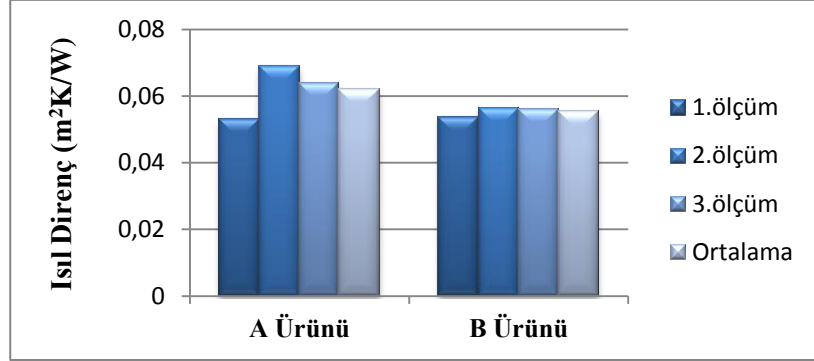
Şekil 5.1: Bandaj numunelerinin ısı iletkenlik test sonuçları

Kumaşlarda en yüksek ısı iletkenlik değeri 0,0549 ile Nylon 66 elyafından üretilen üründe bulunmuştur.



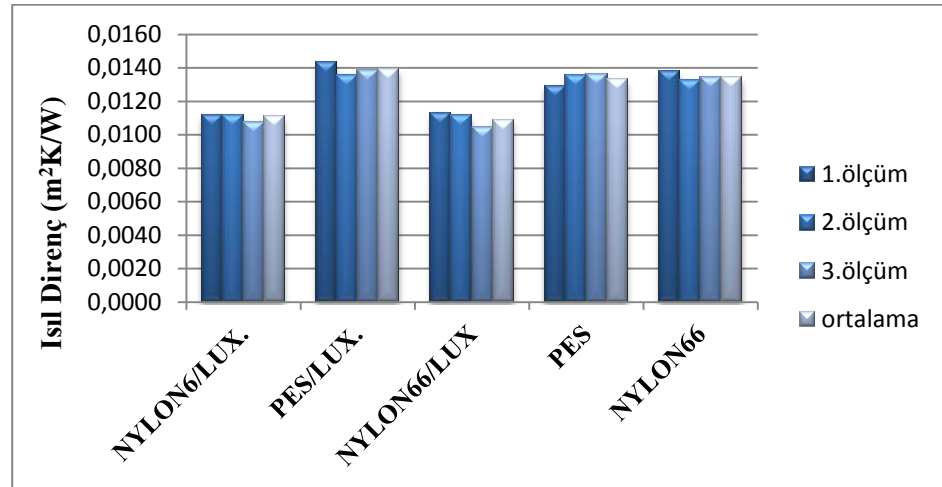
Şekil 5.2: Kumaş numunelerinin ısı iletkenlik test sonuçları

Isıl direnç test sonuçlarına bakıldığında B ürününün ortalama değeri 0,0553, A ürününün ortalama değeri 0,0619 çıkmıştır. Bu da gösteriyor ki B ürününün ısı direnci A ürününe göre daha düşüktür.(Şekil 5.3).



Şekil 5.3: Bandaj numunelerinin ısı direnç test sonuçları

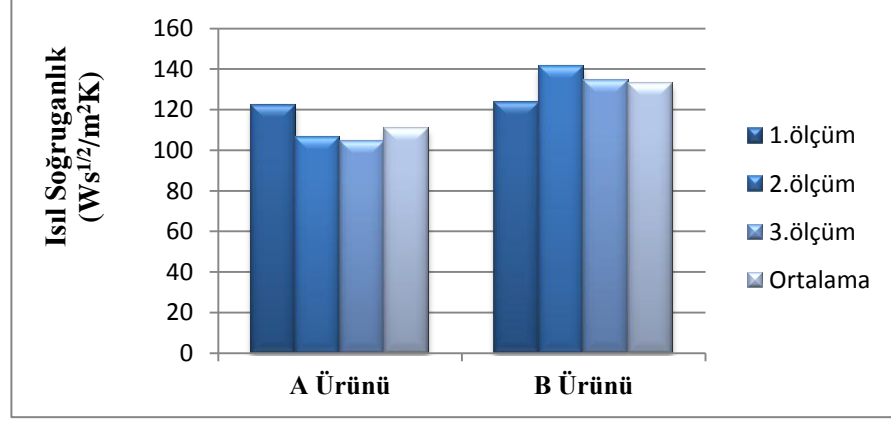
Isıl direnç test sonuçlarında polyester/luxicool karışımı içeren numune 0,0139 ortalama değeri ile en yüksek ısı direnç değerine sahiptir (Şekil 5.4).



Şekil 5.4: Kumaş numunelerinin ısı direnç test sonuçları

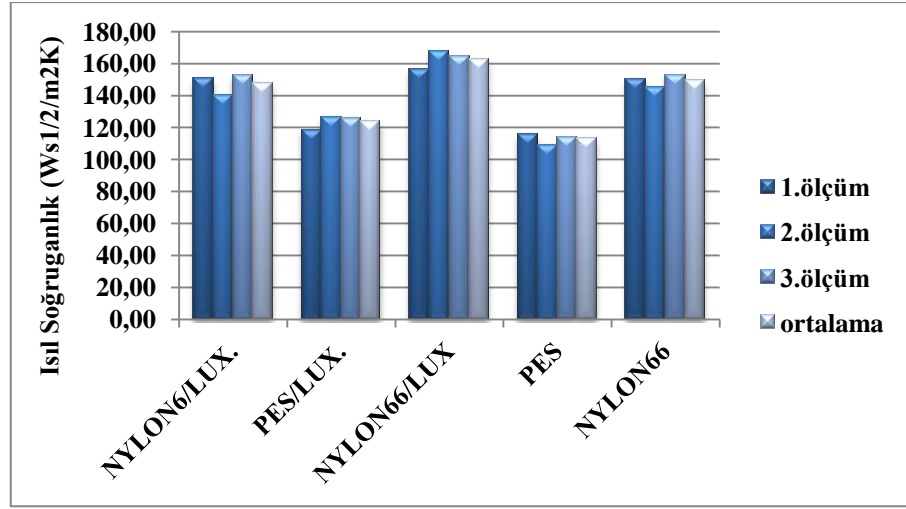
Isıl soğurganlık sonuçlarında Luxicool elyafı içeren B ürünü 133,93 iken, A ürünü 110,93 olarak bulunmuştur (Şekil 5.5). Yani Luxicool elyafı içeren bir üründe ilk temas hissi daha soğuk olmaktadır.





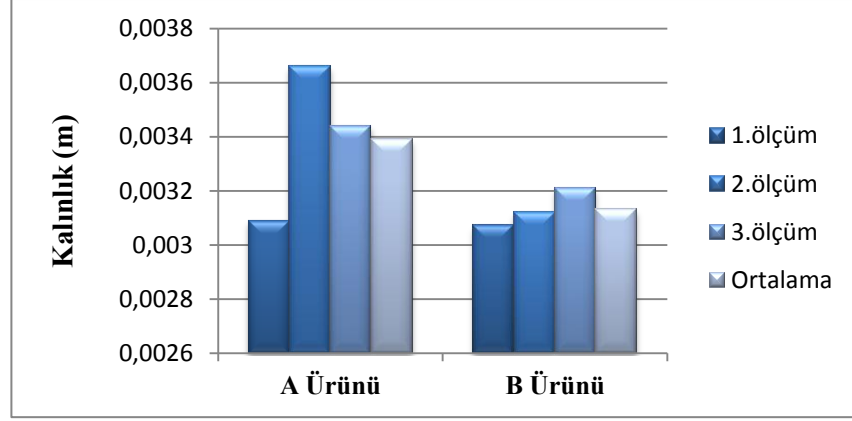
Şekil 5.5: Bandaj numunelerinin ısıı soğurganlık test sonuçları

Kumaş numunelerinin ısıı soğurganlıklarında ise en yüksek soğurganlık değeri 162.59 ortalama değeri ile nylon 6/luxicool karışımı kumaşa aittir. Yani bu kumaş ilk temas halinde soğuk his vermektedir.

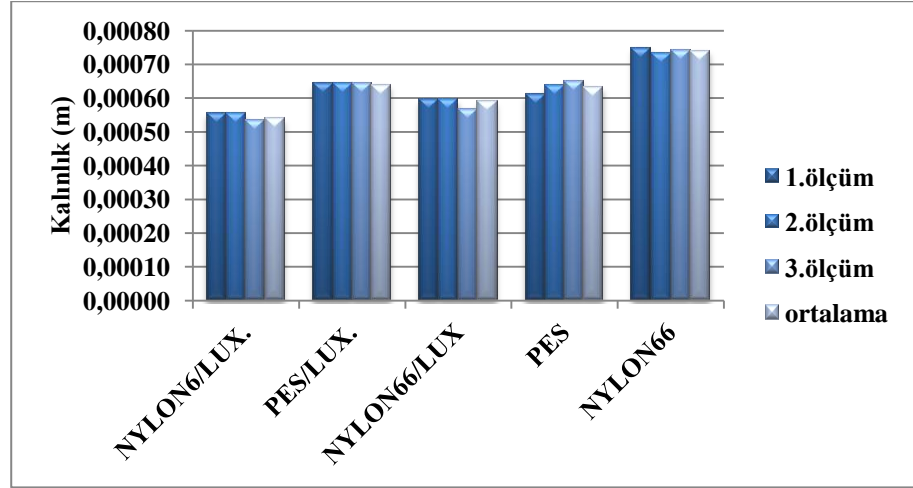


Şekil 5.6: Kumaş numunelerinin ısıı soğurganlık test sonuçları

Şekil 5.7'de gösterilen kalınlık test sonuçlarında yüksek değeri A ürününe aittir. Şekil 5.8'de ise diğer kumaş numunelerine ait test sonuçları gösterilmiştir.



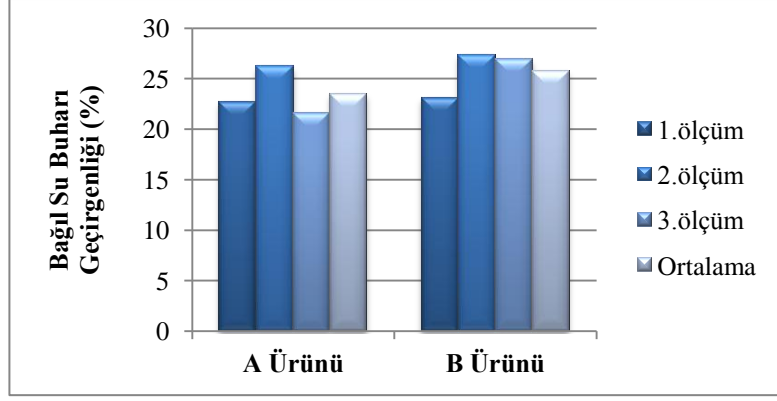
Şekil 5.7: Bandaj numunelerinin kalınlık test sonuçları



Şekil 5.8: Kumaş numunelerinin kalınlık test sonuçları

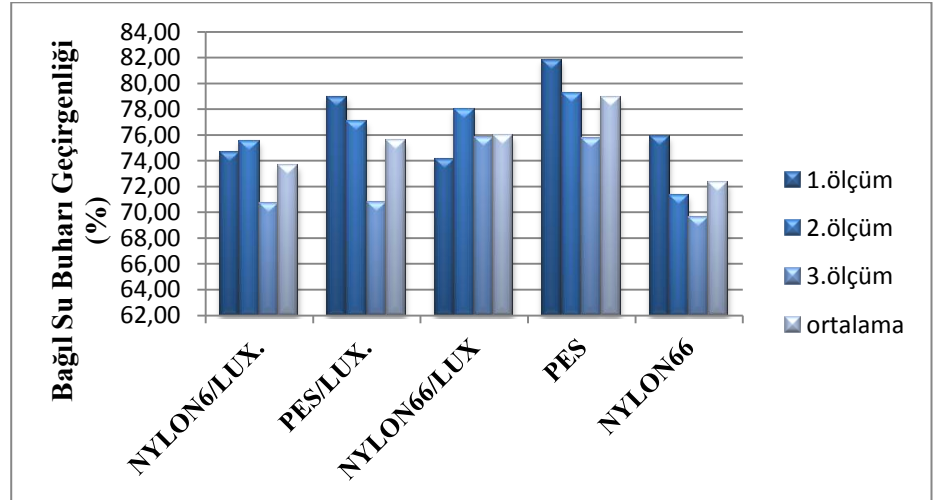
## 5.2 Su Buharı Test Sonuçları

TS EN 31092 esas alınarak yapılan su buharı geçirgenliği tayini testinden elde edilen değerler Şekil 5.9 ve Şekil 5.10'da verilmiştir. Su buharı test sonuçlarına bakıldığında B ürününün bağıl su buharı geçirgenliğinin ortalama değeri (25,8) A ürününe (23,5) göre daha yüksektir.



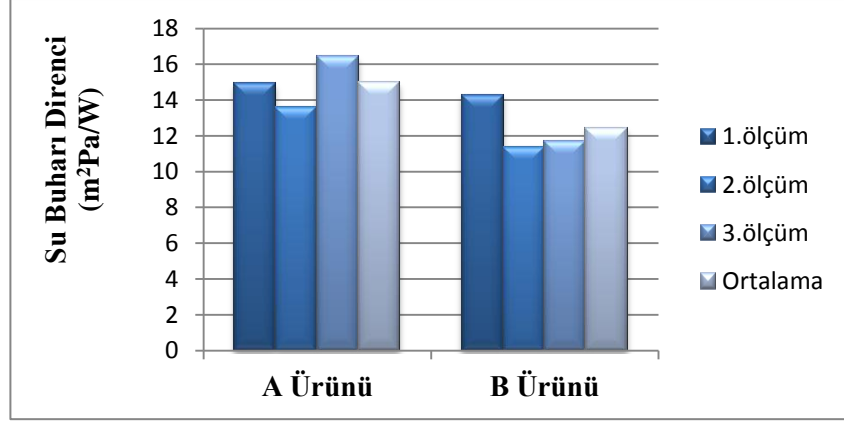
Şekil 5.9: Bandaj numunelerinin bağıl su buharı geçirgenliği test sonuçları

Diğer kumaş numunelerinde ise en yüksek su buharı geçirgenliğine sahip olan kumaş 78,94 ortalamaya sahip polyester kumaştan sonra 75,99'luk ortalamayla nylon 66/luxicool karışımı kumaşa aittir (Şekil 5.10).



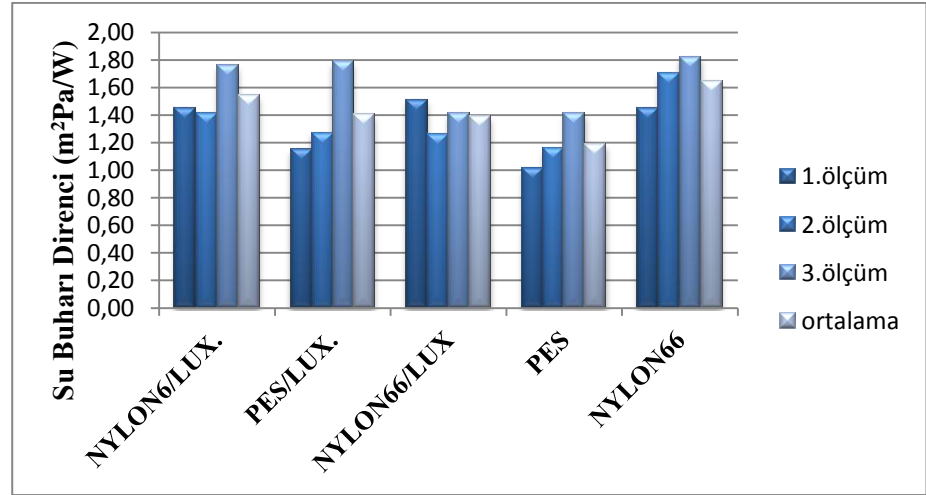
Şekil 5.10: Kumaş numunelerinin bağıl su buharı geçirgenliği test sonuçları

Su buharı direnci değerleri ortalaması ise A ürününde 14,96, B ürününde 12,46'dır. Yani B ürünü A ürününe göre su buharına karşı daha az direnç göstermektedir (Şekil 5.11).



Şekil 5.11: Bandaj numunelerinin su buharı direnci test sonuçları

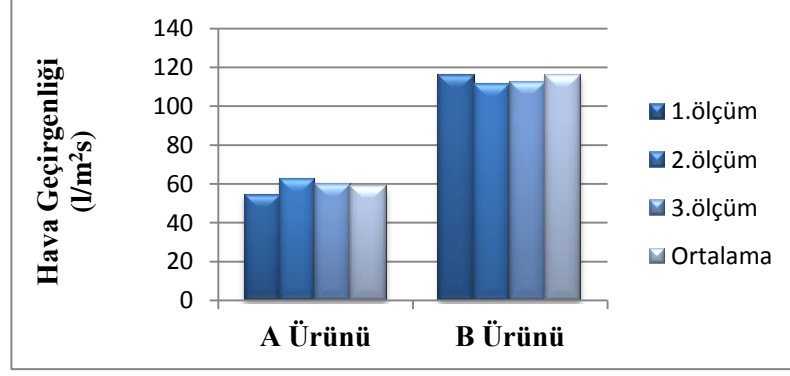
Şekil 5.12 incelendiğinde en yüksek su buharı direncine sahip kumaşın 1,65 ortalama değeri ile nylon 66 ile örülmüş kumaşa ait olduğu görülmektedir.



Şekil 5.12: Kumaş numunelerinin su buharı direnci test sonuçları

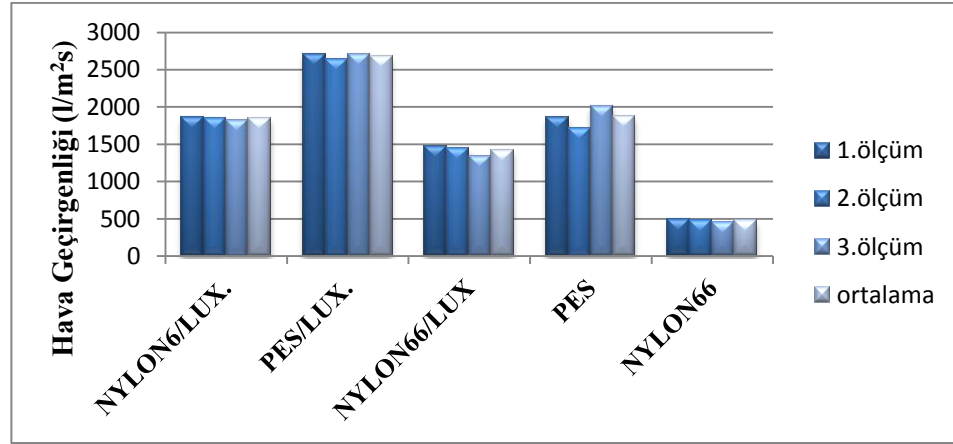
### 5.3 Hava Geçirgenliği Test Sonuçları

TS 391 EN ISO 9237'ye göre yapılan hava geçirgenliği test sonuçları 5.13'de gösterilmiştir. B ürününün değerlerinin A ürününe göre fazla bir fark ile daha yüksek olduğu görülmektedir. B ürününün ortalama değeri 112 iken A ürününde bu değer 59,8'dir.



Şekil 5.13: Bandaj numunelerinin hava geçirgenliği test sonuçları

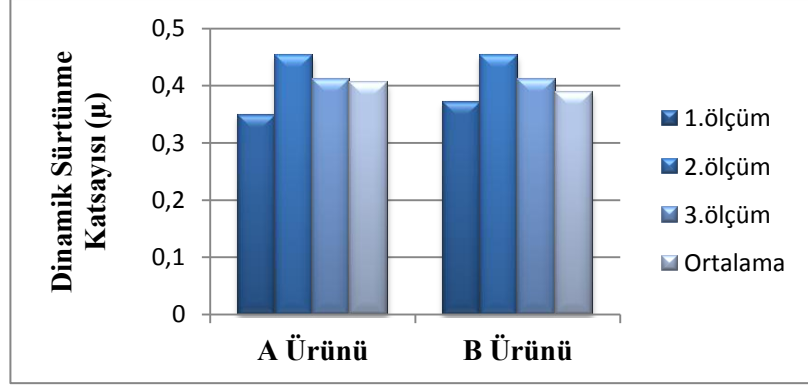
Polyester/luxicool karışımı kumaş 2683 ortalama değeri ile en yüksek hava geçirgenliğine sahiptir (Şekil 5.14)



Şekil 5.14: Kumaş numunelerinin hava geçirgenliği test sonuçları

#### 5.4 Dinamik Sürtünme Katsayısı Test Sonuçları

FricTorq cihazı kullanılarak yapılan ölçümlerin sonuçları Şekil 5.15 gösterilmiştir. A ürününün ortalama değerinin (0,4046) B ürününün ortalama değerine (0,3894) göre daha yüksek olduğu görülmektedir.



Şekil 5.15: Dinamik sürtünme katsayısı test sonuçları

Ürünlere uygulanan ısı özellikler, bağıl su buharı geçirgenliği, su buharı direnci, hava geçirgenliği ve dinamik sürtünme katsayısı test sonuçlarında A ve B ürünü arasındaki anlamlılık düzeyini belirlemek için Mann – Whitney U testi kullanılarak veriler analiz edilmiştir. Yapılan Mann – Whitney U analizi sonucunda Tablo 5.1 incelendiğinde parametrelerin p değerlerine bakıldığında  $p > 0,05$  olduğundan istatistiksel olarak 0,05 önem düzeyinde anlamlı bir fark bulunamamıştır.

Tablo 5.1: Ürünler arasındaki anlamlılık düzeyi

Değişken	Soru	n	Sıra top.	Sıra ort.	U	Z	p
Isıl İletkenlik	A Ürünü	3	9	3	3,000	-0,655	0,513
	B Ürünü	3	12	4			
Isıl Direnç	A Ürünü	3	12	4	3,000	-0,655	0,513
	B Ürünü	3	9	3			
Isıl Soğurganlık	A Ürünü	3	6	2	0,000	-1,964	0,050
	B Ürünü	3	15	5			
Kalınlık	A Ürünü	3	13	4,33	2,000	-1,091	0,275
	B Ürünü	3	8	2,67			
Bağıl Su Buharı Geçirgenliği	A Ürünü	3	7	2,33	1,000	-1,528	0,127
	B Ürünü	3	14	4,67			

Tablo 5.1 (devam)

<b>Su Buharı Direnci</b>	A Ürünü	3	14	4,67	1,000	-1,528	0,127
	B Ürünü	3	7	2,33			
<b>Hava Geçirgenliği</b>	A Ürünü	3	6	2	0,000	-1,964	0,050
	B Ürünü	3	15	5			
<b>Dinamik Sürtünme Katsayısı</b>	A Ürünü	3	11	3,67	4,000	-0,218	0,827
	B Ürünü	3	10	3,33			

### 5.5 Boncuklanma Test Sonuçları

TS EN ISO 12945-2 esas alınarak yapılan boncuklanma testinde numune sırayla 125, 250, 500, 1000 ve 2000 devirde işleme tabi tutulmuştur. Her iki bandaj numunesinde de boncuklanma eğilimi 5 değerinde olup boncuklanma meydana gelmemiştir.

### 5.6 Patlama Mukavemeti Test Sonuçları

TS EN ISO 13938-2 esas alınarak yapılan patlama mukavemeti testinde her iki numunede de patlama meydana gelmeyip makine 1250 kPa değerinde durmuştur.

### 5.7 Anket Çalışması Sonuçları

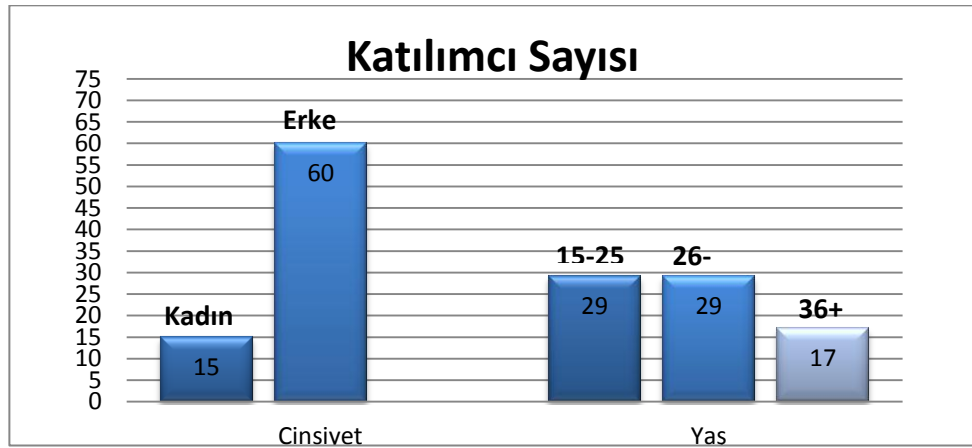
Anket çalışmasının sonuçları istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. Geliştirilen ürün ile önceki ürün arasında istatistikî olarak anlamlı bir fark olup olmadığını analiz etmek için %95 güven aralığında testler yapılmıştır. Yapılan analizlerde numunelerin genel konfor, yumuşaklık, serinlik ve kuruluk özellikleri bağımlı değişken, farklı lifler içeren iki farklı kumaş türü ise bağımsız değişken olarak tanımlanmıştır. İstatistiksel olarak anlamlı farkı belirlemek için hata düzeyi 0,05 olarak belirlenmiştir. Anlamlılık değerinin 0,05 den küçük olması bağımsız değişkenlerin ilgili sorular için istatistiksel

olarak farklı olduğunu, aksi takdirde istatistiksel açıdan anlamlı bir fark olmadığını göstermektedir.

Katılımcıların sorulara verdiği yanıtların dağılımını belirlemek için Kolmogorov-Smirnov (K-S) normallik testi uygulanmıştır. Verilen yanıtların normal dağılım göstermediği görülmüştür ( $p < 0,05$ ). Bu nedenle ölçülen performans değerleri için ürünler arasında anlamlı bir farklılık olup olmadığını belirlemek amacıyla parametrik olmayan teknikler olan Mann-Whitney U, Kruskal-Wallis Test ve Wilcoxon Signed Rank Test kullanılmıştır.

Haftalık spor süresi ve kaç saatlik kullanım sonucu farkın hissedilmesi sorularına verilen cevaplarda  $p > 0,05$  olduğundan anlamlı bir fark bulunmayıp önemsiz kabul edilmiştir.

Anketin birinci bölümünde uygulanan yaş, cinsiyet gibi demografik özellikler Şekil 5.16'da incelendiğinde katılımcıların %20'si kadın, %80'i erkek olduğu görülmektedir. Katılımcılar yaşları bakımından incelendiğinde ise %38,7 si 15-25 yaş, %38,7 si 26-35 yaş ve %22,6 si ise 36 yaş ve üzeri olduğu görülmektedir.



Şekil 5.16: Katılımcı sayısı

Anketin ilk bölümündeki sorulardan elde edilen sonuçlara göre cinsiyet cevaplarının normal dağılım göstermediği belirlenmiştir.  $p > 0,05$  ve Z değerleri şu şekildedir.



Genel konfor için; K-S\_ $Z_{5A,5B}$  = -1,585, -0,262

Yumuşaklık için; K-S\_ $Z_{6A,6B}$  = -1,546, -1,499

Kuruluk için; K-S\_ $Z_{7A,7B}$  = -0,737, -0,317

Serinlik için; K-S\_ $Z_{8A,8B}$  = -0,565, -1,368

İlerde kullanılma için; K-S\_ $Z_{9A,9B}$  = -0,071, -0,805

Bu nedenle araştırma sorularından cinsiyet sorusunu analiz etmek için Non-Parametrik bir test olan Mann – Whitney U'nun kullanılmasına karar verilmiştir.

Yapılan Mann – Whitney U analizi sonucunda Tablo 5.2 incelendiğinde cinsiyet değişkenine göre sorulara verilen cevaplar arasında verilen p değerlere bakıldığında  $p > 0,05$  olduğundan istatistiksel olarak 0,05 önem düzeyinde anlamlı bir fark bulunamamıştır. Yani katılımcıların cinsiyetlerinin kullandıkları ürün üzerinde herhangi bir önemi bulunmamaktadır.

Yaş sorusuna verilen cevaplarının da normal dağılım göstermediği belirlenmiştir.  $p > 0,05$  ve Z değerleri şu şekildedir.

Genel konfor için; K-S\_ $X^2_{5A,5B}$  = 3,702, 2,502

Yumuşaklık için; K-S\_ $X^2_{6A,6B}$  = 7,268, 5,952

Kuruluk için; K-S\_ $X^2_{7A,7B}$  = 0,664, 6,667

Serinlik için; K-S\_ $X^2_{8A,8B}$  = 1,760, 4,612

İlerde kullanılma için; K-S\_ $X^2_{9A,9B}$  = 3,842, 0,886

Bu nedenle araştırma sorularından yaş sorusunu analiz etmek için Non-Parametrik bir test olan Kruskal-Wallis Test kullanılmasına karar verilmiştir.

Yapılan Kruskal-Wallis analizi sonucunda Tablo 5.3 incelendiğinde yaş değişkenine göre sorulara verilen cevaplar arasında verilen p değerlere bakıldığında  $p > 0,05$  olduğundan istatistiksel olarak 0,05 önem düzeyinde anlamlı bir fark bulunamamıştır. Yani katılımcıların yaşlarının kullandıkları ürün üzerinde herhangi bir önemi bulunmamaktadır.

Tablo 5.2: Cinsiyet faktörünün sorular üzerine etkisi

Değişken	Soru	Kategori	n	Sıra top.	Sıra ort.	U	Z	p
Cinsiyet	5A	Kadın	10	283,00	28,30	228,00	-1,585	0,113
		Erkek	65	2567,00	39,49			
	5B	Kadın	10	396,00	39,60	309,00	-0262	0,793
		Erkek	65	2454,00	37,75			
	6A	Kadın	10	286,00	28,60	286,00	-1,546	0,122
		Erkek	65	2564,00	39,45			
	6B	Kadın	10	471,00	47,10	234,00	-1,499	0,134
		Erkek	65	2379,00	36,60			
	7A	Kadın	10	336,00	33,60	336,00	-0,737	0,461
		Erkek	65	2514,00	38,68			
	7B	Kadın	10	399,00	39,90	306,00	-0,317	0,751
		Erkek	65	2451,00	37,71			
	8A	Kadın	10	345,50	34,55	290,00	-0,565	0,572
		Erkek	65	2504,50	38,53			
	8B	Kadın	10	463,00	46,30	242,00	-1,368	0,171
		Erkek	65	2387,00	36,72			
	9A	Kadın	10	384,00	38,40	321,00	-0,071	0,943
		Erkek	65	2466,00	37,94			
9B	Kadın	10	332,00	33,20	277,00	-0,805	0,421	
	Erkek	65	2518,00	38,74				

Tablo 5.3: Yaş faktörünün sorular üzerine etkisi

Değişken	Soru	Kategori	n	Sıra ort.	sd	X <sup>2</sup>	p
Yaş	5A	15-25	29	41,45	2	3,702	0,157
		26-35	29	32,19			
		36+	17	42,03			
	5B	15-25	29	35,69	2	2,502	0,286
		26-35	29	42,69			
		36+	17	33,94			
	6A	15-25	29	38,38	2	7,268	0,026
		26-35	29	31,48			
		36+	17	48,47			
	6B	15-25	29	38,38	2	5,952	0,051
		26-35	29	43,43			
		36+	17	28,09			
	7A	15-25	29	40,36	2	0,664	0,718
		26-35	29	36,17			
		36+	17	37,09			
	7B	15-25	29	31,22	2	6,667	0,035
		26-35	29	45,03			
		36+	17	37,56			
	8A	15-25	29	39,90	2	1,760	0,415
		26-35	29	34,07			
		36+	17	41,47			
	8B	15-25	29	33,71	2	4,612	0,100
		26-35	29	44,43			
		36+	17	34,35			
	9A	15-25	29	32,76	2	3,842	0,146
		26-35	29	42,41			
		36+	17	39,41			
9B	15-25	29	39,17	2	0,886	0,642	
	26-35	29	35,31				
	36+	17	40,59				

Anketin diğer bölümlerindeki sorulardan elde edilen sonuçlara göre de cevapların normal dağılım göstermediği belirlenmiştir.  $p < 0,05$  iken Z değerleri şu şekildedir;

Genel konfor için;  $K-S_{Z_{5A,5B}} = -3,198^b$

Yumuşaklık için;  $K-S_{Z_{6A,6B}} = -3,292^b$

Kuruluk için;  $K-S_{Z_{7A,7B}} = -5,962^b$

Serinlik için;  $K-S_{Z_{8A,8B}} = -4,639^b$

İlerde kullanılma için;  $K-S_{Z_{9A,9B}} = -0,898^b$ , (b= pozitif sıralar temeli)

Bu nedenle diğer araştırma sorularını analiz etmek için Non-Parametrik bir test olan Wilcoxon Matched Paired Signed Rank Test kullanılmasına karar verilmiştir. Katılımcıların iki farklı ürün için verdikleri cevaplar arasında istatistiksel olarak 0,05 önem düzeyinde anlamlı bir fark olduğu belirlenmiştir. Fark puanlarının sıra ortalamaları ve toplam puanlar dikkate alındığında gözlenen B ürününün lehine olduğu Tablo 5. 4-5-6-7’de görülmektedir. Yani sorulardaki değerler incelendiğinde luxicool elyafı içeren B ürünü A ürününe göre daha pozitif bir sonuç vermiştir. Sadece İlerde kullanılma tahminlemesi için anlamlı bir fark bulunmamıştır ( $Z = -0,898^b$ ,  $p > 0,05$ ) (Tablo 5.8).

Anlamlı bir farkın bulunduğu Luxicool elyafı içeren B numunesi için yumuşaklık, kuruluk ve serinlik parametreleri arasında bir kıyaslama yapmak için ortalama değerlere baktığımızda yumuşaklık-3.73, kuruluk-3.96 ve serinlik-3.84 çıkmıştır. Yani en anlamlı fark kuruluk parametresinde bulunmuştur.

Tablo 5.4: Genel konfor için ürünler arasındaki ilişki

Değişken	Kategori	n	Sıra top.	Sıra ort.	Z	p
Genel Konfor	5A	75	758,50	28,09	-3,198 <sup>b</sup>	0,001
	5B	75	1869,50	41,54		
Toplam		75				

Tablo 5. 5: Yumuşaklık için ürünler arasındaki ilişki

Değişken	Kategori	n	Sıra top.	Sıra ort.	Z	p
Yumuşaklık	6A	75	767,00	26,45	-3,292 <sup>b</sup>	0,001
	6B	75	1934,00	43,95		
<b>Toplam</b>		75				

Tablo 5.6: Kuruluk için ürünler arasındaki ilişki

Değişken	Kategori	n	Sıra top.	Sıra ort.	Z	p
Kuruluk	7A	75	244,00	18,77	-5,962 <sup>b</sup>	0.00
	7B	75	2241,00	39,32		
<b>Toplam</b>		75				

Tablo 5.7: Serinlik için ürünler arasındaki ilişki

Değişken	Kategori	n	Sıra top.	Sıra ort.	Z	p
Serinlik	8A	75	468,50	22,31	-4,639 <sup>b</sup>	0.00
	8B	75	2016,50	41,15		
<b>Toplam</b>		75				

Tablo 5.8: İlerde kullanılma için ürünler arasındaki ilişki

Değişken	Kategori	n	Sıra top.	Sıra ort.	Z	p
İlerde Kullanılma	9A	75	472,50	18,90	-0,898 <sup>b</sup>	0,369
	9B	75	347,50	23,17		
<b>Toplam</b>		75				

## 6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada ısı iletim özellikleri sıklıkla kullanılan diğer elyaflardan üretici tarafından çok daha iyi olduğu belirtilen luxicool elyafı, yoğun terleme esnasında konforsuzluk hissi oluşmaması için yüksek geçirgenlik özelliği olması gereken bandaj uygulanmasında kullanılmıştır. Bandaj numunelerinde ısı özellikler test sonuçlarında; luxicool elyafı kullanılan numunelerde ısı iletkenlik, ısı soğurganlık değerleri diğer numuneye göre daha yüksek, ısı direnç değeri ve kalınlık ise daha düşük çıkmıştır. Ancak deneme amaçlı örülen kumaşlarda luxicool elyaflı ürünler ısı özellikler bakımından belirgin bir fark ortaya çıkaramamıştır.

Yapılan patlama mukavemeti ve boncuklanma testi gibi fiziksel testler sonucunda numunelerde herhangi bir deforme söz konusu olmamıştır. Su buharı geçirgenliği ve hava geçirgenliği test sonuçlarında luxicool elyafı numunelerde, bağıl su buharı geçirgenliği ve hava geçirgenliği değerleri yüksek çıkarken su buharı direnci değeri düşük çıkmıştır. Dinamik sürtünme katsayısı değeri luxicool elyafı içeren numunede diğer numuneye göre daha düşüktür. Bunun sebebi ise luxicool elyafının filament bir yapıya sahip olmasıdır.

Yapılan anket sonuçlarında luxicool elyafı içeren numuneler kullanıcılara göre subjektif olarak daha konforlu, yumuşak, kuru ve serin bulunmuştur. Genel konfor açısından ortalama değerlere baktığımızda Luxicool elyafı içeren B ürününde 4,866 iken A ürününde ortalama değeri 4,173 çıkmıştır. Yani genel olarak kullanıcılar tarafından B ürünü daha konforlu, daha rahat bulunmuştur.

Bu çalışmada görülmüştür ki yeni bir sentetik elyaf olan luxicool elyafı objektif ölçümlerde belirgin bir fark gösterememesine rağmen subjektif ölçümlerde diğer elyaflardan daha çok konfor hissinin yaşatmaktadır. Özellikle aşırı terlemeye sebebiyet veren spor, yoğun çalışma temposu gibi yerlerde

kullanılacak olan gerek giysiler, gerekse bandaj, korse gibi farklı uygulamalarda luxicool elyafının kullanımı ile yüksek konfor hissi sağlanabilir.

Hesaplandırma yapılan dönem içinde iplik fiyatlarına ve kullanılan gramajlara göre ortalama olarak yüksek performans özelliklerinden dolayı luxicool elyafı kullanılan numune diğer numuneye oranla yaklaşık 6 kat daha fazla maliyete sahiptir. Ancak bu maliyet hesabı yıllara göre iplik fiyatlarına ve kullanılan iplik miktarlarına göre de değişim gösterecektir. Uygun bir maliyetlendirme olduğu takdirde birçok kullanıcı tarafından tercih edileceği düşünülmektedir.

## 7. KAYNAKLAR

Akkış, B., “Farklı İplik Numaralarından Örölmüş değişik Örgü Tiplerinin Kumaşın Fiziksel Özelliklerine Etkisi”, Yüksek Lisans Tezi, *Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Adana, (2009).

Avcı, H., “Yeni Liflerden Mamul Çorapların Konfor Özellikleri”, Yüksek Lisans Tezi, *İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul, (2007).

Baçan, V., “Endüstriyel Örne Giyim Ürünlerinin Teknolojik Özelliklerinin Belirlenmesi”, Doktora tezi, *Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, (2010).

Bajzik, V., Hes, L., “The effect Of Finishing Treatment On Thermal Insulation And Thermal Contact Properties Of Wet Fabrics”, *Tekstil ve Konfeksiyon*, 1, 26-31, (2012).

Baştürk, R., “*Nonparametrik İstatiksel Yöntemler*”, Anı Yayıncılık, (2011).

Beskisiz, E., “Örne Kumaşların Nem Alma Özelliklerinin Geliştirilmesi”, Yüksek Lisans Tezi, *İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul, (2010).

Cimili, S., Nergis, B. U., Candan, C., Özdemir, M., “A Comparative Study of Some Comfort-related Properties of Socks of Different Fiber Types”, *Textile Research Journal*, 80(10), 948-957, (2009).

Çil, M. G., Nergis, B. U., Candan, C., “An Experimental Study of Some Comfort-related Properties of Cotton–Acrylic Knitted Fabrics”, *Textile Research Journal*, 79(10), 917-923, (2009).

Çivitçi, Ş., Dengin, S., “Koşu Giysileri Konforunun Kullanıcılar Tarafından Değerlendirilmesi Üzerine Bir Araştırma”, *International Journal of Science Culture and Sport*, 1, 2148-1148, 553-559, (2014).

Criana, B., Blaga, M., Luminita, V., Mishra, R., “Comfort Properties Of Functional Weft Knitted Spacer Fabrics”, *Tekstil ve Konfeksiyon*, 23(2), 220-227, (2013).

Das, A., Alagirusamy, R., *Science in Clothing Comfort*, New Delhi, Cambridge, Oxford: Woodhead Publishing India Pvt Ltd, (2010).



Das, B., Das, A., Kothari, V. K., Fanguiero, R., Araujo, M., “Moisture Transmission Through Textiles Part I: Processes Involved In Moisture Transmission And The Factors At Play”, *AUTEX Research Journal*, 7(2), 100-110, (2007).

Das, B., Das, A., Kothari, V. K., Fanguiero, R., Araujo, M., “Moisture Transmission Through Textiles Part II: Evaluation Methods and Mathematical Modelling”, *AUTEX Research Journal*, 7(3), 194-216, (2007).

Demir, A. ve Günay, M. (Eds), “*Tekstil Teknolojisi*”, 4, (1999).

Eskin, B., “Islaklık Hissi Oluşturmayan Su Buharı Emebilen Liflerin Özelliklerinin İncelenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, *İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul, (2010).

Ertekin, G., Marmaralı, A., “Askı Ve Atlamanın Düz Örgü Kumaşların Isıl Konfor Özelliklerine Etkileri”, *Tekstil ve Mühendis*, (83), 21-26, (2011).

Gupta, K. S., “Studies On Thermally Conductive Filament Incorporated Hospital Bed Linens”, *Sitra News*, 10-15, (2014).

Gün, A. D., Bodur, A., “Kumaşların Su Buharı Geçirgenliği”, *Tekstil Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 8(3), 20-34, (2014).

Günerhan, H., Erkek, M., “Isı Transferi Dersi”, Ders Özet Bilgiler, Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümü, (2006).

Hes, L., “Fundamentals of Design of Fabrics and Garments with Demanded Thermophysiological Comfort”, *TextileCongress*, Liberec, 94-95, (2001).

Hes, L., Marmaralı, A., Özdil, N., Oğlakcioğlu N., Lima, M., “The Effect of Moisture on Friction Coefficient of Elastic Knitted Fabrics”, *Tekstil ve Konfeksiyon*, 3, 206-210, (2008).

Hes, L., “Fundamentals of Design of Fabrics And Garments With Demanded Thermophysiological Comfort”, *Ministry of Education And Research*, (2009).

Kanat, Z. E., Özdil, N., “Aktiviteye Bağlı Olarak Giysilerde Değişen nem Miktarının Isıl Konfora Etkisi”, 11. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, *Isıl Konfor Sempozyumu*, 1967-72, (2013).

Kaplan, S., Okur, A., “Giysi Termal Konforunun Belirlenmesinde Kullanılan Subjektif Yöntemler ve Yapılan Fizyolojik Ölçümler”, Dokuz Eylül Üniversitesi Tekstil Mühendisliği Bölümü, (2009).

Kaplan, S., Okur, A., “Tekstil Materyalinde Meydana Gelen Isı Ve Kütle Transferi Mekanizmalarının Giysi Termal Konforu Üzerindeki Etkileri”, *Tekstil ve Mühendis*, (62-63), 28-36, (2013).

Keiser, C., Becker, C., Rossi, R. M., “Moisture Transport and Absorption in Multilayer Protective Clothing Fabrics”, *Textile Research Journal*, 78(7), 604-613, (2008).

Li, Y., *The Science of Clothing Comfort*, 31, (1/2), UK: Textile Progress, (2001).

Li, Y., Zhu, Q., Yeung, K. W., “Influence of Thickness and Porosity on Coupled Heat and Liquid Moisture Transfer in Porous Textiles”, *Textile Research Journal*, 72(5), 435-446, (2002).

Li, Y., Zhu, Q., “A Model Of Coupled Liquid Moisture And Heat Transfer in Porous Textiles With Consideration of Gravity”, *Numerical Heat Transfer, Part A*, 43, 501–523, (2003).

Li, Y., Luo, Z. X., “Physical Mechanisms of Moisture Diffusion into Hygroscopic Fabrics During Humidity Transients”, *Journal of the Textile Institute*, 91(2), 302-316, (2009).

Mahish, S. S., Punj, S. K., Kothari, V. K., “Comfort and Handle Related Properties of P/V Blended Air-jet Textured Yarn Fabrics”, *Fibers and Polymers*, 11(6), 932-940, (2010).

Majumdar, A., Mukhopadhyay, S., Yadav, R., “Thermal Properties of Knitted Fabrics Made From Cotton and Regenerated Bamboo Cellulosic Fibres”, *International Journal of Thermal Sciences*, 49, 2042-2048, (2010).

Mangut, M., Karahan, N., *Tekstil Lifleri*, 3. Baskı, Ekin, (2008).

Marmaralı, A., Özdil, N., Kretzschmar, S. D., Oğlakcıoğlu, G. N., “Giysilerde Isıl Konforu Etkileyen Parametreler”, *Tekstil ve Konfeksiyon*, 241-246, 4, (2006).

Marmaralı, A., Özdil, N., Kretzschmar, S. D., “Elastik İplikli Düz Örme Kumaşların Isıl Konfor Özellikleri”, *Tekstil ve Konfeksiyon*, 3, 178-182, (2007).

Marmaralı, A., Oğlakcıoğlu, N., “Giysilerde Isıl Konfor”, 11. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, *Isıl Konfor Sempozyumu*, 1957-63, (2013).

Mavruz, S., Oğulata, R. T., “Pamuklu Örme Kumaşlarda Hava Geçirgenliğinin İncelenmesi Ve İstatistiksel Olarak Tahminlenmesi”, *Tekstil ve Konfeksiyon*, 1, 29-38, (2009).

Mecheels, J.H., and Umbach, K.H., “The psychometric ranges of clothing systems, Clothing Comfort: Interactions of Thermal, Ventilation, Construction and Assessment Factors, Ann Arbor Science Publishers, 133-166, (1977).

MEGEP, “Tekstil Yüzeyleri”, Giyim Üretim Teknolojisi, Ankara, (2007).

MEGEP, “Tekstil Lifleri”, Giyim Üretim Teknolojisi, Ankara, (2007).  
Mengüç, G. S., Özdil, N., “Hayvansal Liflerden Üretilen Giysilerin Isıl Konfor Özellikleri”, 11. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, *Isıl Konfor Sempozyumu*, 1975-84, (2013).

Oğlakcıoğlu, N., Çelik, P., Üte, T. B., Marmaralı, A., Kadoğlu, H., “Thermal Comfort Properties of Angora Rabbit/Cotton Fiber Blended Knitted Fabrics”, *Textile Research Journal*, 79(10), 888-894, (2009).

Oğlakcıoğlu, N., Ertekin, G., Marmaralı, A., “Yüksek Performanslı İpliklerden Üretilen Örme Kumaşların Mekanik Etkilere Karşı Dayanımlarının İncelenmesi”, *Tekstil ve Mühendis*, 21 (95), 1-8, (2014).

Öner, E., “Dokuma Kumaşların Konfor Özellikleri Üzerine Bir Araştırma”, Yüksek Lisans Tezi, *Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Denizli, (2008).

Öner, E., Okur, A., “Materyal, Üretim Teknolojisi Ve Kumaş Yapısının Termal Konfora Etkileri”, *Tekstil ve Mühendis*, (80), 20-29, (2017)

Özgül, N., Marmaralı, A., Kretschmar, S., “Effect of Yarn Properties on Thermal Comfort of Knitted Fabrics”, *International Journal of Thermal Sciences*, 46, 1318-1322, (2007).

Özgül, N., Süpüren, G., Özçelik, G., Pruchova, J., “A Study On The Moisture Transport Properties Of The Cotton Knitted Fabrics In Single Jersey Structure”, 3, 218-223, (2009).

Özgen, B., Altaş, S., “The Investigation Of Thermal Comfort, Moisture Management And Handle Properties Of Knitted Fabrics Made Of Various Fibres”, *Tekstil ve Konfeksiyon*, 24(3), 272-278, (2014).

Sarıkaya, G., “Çok Katlı Kumaşların Performans Özelliklerinin Belirlenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, *Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Denizli, (2014).

Sharabaty, T., Biguenet, F., Dupuis, D., Viallier, P., “Investigation on Moisture Transport Through Polyester/Cotton Fabrics”, *Indian Journal of Fibre & Textile Research*, 33, 419-425, (2008).

Shishoo, R. (Ed.), *Textiles in Sport*, Boca, Raton, Boston, New York, Washington: The Textile Institute, CRC, WP, (2005).

Spencer, D. J., *Knitting Technology*, 3. Edition, England, USA: WPL, Technomic Publishing Company Inc, (2001).

Stankovic, S.B., Popovic, D. and Poparic, G. B., “Thermal Properties of Textile Fabrics Made of Natural And Regenerated Cellulose Fibers”, *Polymer Testing*, 27, 41–48, (2008).

Sybilka, W., and Korycki, R., “Analysis of Coupled Heat and Water Vapour Transfer in Textile Laminates with a Membrane”, *Fibres & Textiles in Eastern Europe*, 18 (3), 65-69, (2010).

Turan, R. B., Okur, A., “Kumaşlarda Hava Geçirgenliği”, *Tekstil ve Mühendis*, 72, 16-25, (2015).

Tözüm, M. S., Aksoy, S. A., “Isı Depolama Özellikli Mikrokapsül Uygulanmış Kumaşların Isı Depolama ve Konfor ile İlgili Özelliklerinin Araştırılması”, *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 18(2), 37-44, (2014).

Utkun, E., ‘‘Giyim Konforunun Tahminlenmesinde Yapay Sinir Ağları Sistemlerinin Kullanımına Yönelik Bir Literatür Araştırması’’, *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilim Dergisi*, 20(7), 272-280, (2014).

Wang, Z., Li, Y., Kowk, Y. L., Yeung, C. Y., ‘‘Mathematical Simulation of the Perception of Fabric Thermal and Moisture Sensations’’, *Textile Research Journal*, 72(4), 327-334, (2002).

Zhou, L., Feng, X., Du, Y., Li, Y., ‘‘Characterization of Liquid Moisture Transport Performance of Wool Knitted Fabrics’’, *Textile Research Journal*, 77(12), 951–956, (2007).

<http://www.tekstilokulu.net/smfforum/index.php?topic=9.0> (erişim 13.11.2015)

<http://tekstilsayfasi.blogspot.com.tr/2012/12/ormenin-tarihcesi-tanimi-ve.html> (erişim 10.10.2015)

<http://tekstilkutuphane.blogspot.com.tr/2011/03/orme-ve-dokuma-kumaslarn-karslastrlmas.html> (erişim 10.10.2015)

<http://www.knittingindustry.com/luxicool-the-cooler-than-cool-yarn/> (erişim 05.09.2015)

[http://www.tekstildershanesi.com.tr/?sec=haber&id=1470&title=ormenin-tarihcesi#.VjyQmbAw\\_IU](http://www.tekstildershanesi.com.tr/?sec=haber&id=1470&title=ormenin-tarihcesi#.VjyQmbAw_IU) (erişim 10.09.2015)

[http://www.tekstildershanesi.com.tr/?sec=haber&id=1470&title=ormenin-tarihcesi#.VjyQmbAw\\_IU](http://www.tekstildershanesi.com.tr/?sec=haber&id=1470&title=ormenin-tarihcesi#.VjyQmbAw_IU) (erişim 21.09.2015)

<http://tekstilsayfasi.blogspot.com.tr/2012/12/sentetik-lifler-cesitleri-ozellikleri.html> (erişim 18.11.2015)

[http://yunus.hacettepe.edu.tr/~tonta/courses/spring2009/bby606/Anket\\_Hazirlama\\_Kilavuzu.pdf](http://yunus.hacettepe.edu.tr/~tonta/courses/spring2009/bby606/Anket_Hazirlama_Kilavuzu.pdf) (erişim 13.19.2015)

# **EKLER**

## 8. EKLER

### EK A: Numunelerin ısı özelliklerinin test sonuçları

Materyal	Ölçüm Sayısı	Isıl İletkenlik (W/mK)	Isıl Direnç (m <sup>2</sup> K/W)	Isıl Soğurganlık (Ws <sup>1/2</sup> /m <sup>2</sup> K)	Kalınlık (m)
A Ürünü	1	0,0583	0,0530	122	0,00309
	2	0,0530	0,0690	106,20	0,00366
	3	0,0540	0,0637	104,60	0,00344
	<b>Ortalama</b>	0.0551	0,0619	110,93	0,00339
B Ürünü	1	0,0570	0,0538	123,70	0,00307
	2	0,0556	0,0562	141,40	0,00312
	3	0,0573	0,0560	134,10	0.00321
	<b>Ortalama</b>	0,0566	0,0553	133,06	0,00313

### EK B: Numunelerin hava geçirgenliği test sonuçları

YAPILAN ANALİZLER	BULUNAN DEĞERLER	
	A Ürünü	B Ürünü
Hava Geçirgenliği (l/m <sup>2</sup> s)	54,5	116
	62,3	111
	59,8	112
<b>ORTALAMA</b>	58,8	116,3

**EK C: Numunelerin su buharı test sonuçları**

<b>Materyal</b>	<b>Ölçüm Sayısı</b>	<b>Bağlı Su Buharı Geçirgenliği (%)</b>	<b>Su Buharı Direnci (m<sup>2</sup>Pa/W)</b>
<b>A Ürünü</b>	1	22,70	14,90
	2	26,20	13,60
	3	21,60	16,40
	<b>Ortalama</b>	23,5	14,96
<b>B Ürünü</b>	1	23,10	14,30
	2	27,40	11,40
	3	26,90	11,70
	<b>Ortalama</b>	25,80	12,46

**EK D: Numunelerin dinamik sürtünme katsayısı test sonuçları**

<b>YAPILAN ANALİZLER</b>	<b>BULUNAN DEĞERLER</b>	
	<b>A Ürünü</b>	<b>B Ürünü</b>
<b>Dinamik Sürtünme Katsayısı(μ)</b>	0,3491	0,3718
	0,4532	0,4138
	0,4117	0,3827
<b>ORTALAMA</b>	0,4046	0,3894



## EK E: Anket soruları

### ÜRÜN DEĞERLENDİRME ANKETİ

1. Cinsiyet: Kadın Erkek
2. Yaşınız:.....
3. Haftada kaç saat spor yapıyorsunuz? .....
4. Kaç saatlik kullanım sonucunda farkı hissettiniz?.....
5. Kullandığınız ürünlerin genel konforunu değerlendiriniz.  
A ürünü: Mükemmel Çok iyi İyi Orta Zayıf Kötü Çok kötü  
B ürünü: Mükemmel Çok iyi İyi Orta Zayıf Kötü Çok kötü
6. Kullandığınız ürünlerin yumuşaklık durumunu değerlendiriniz.  
A ürünü: Çok iyi İyi Orta Zayıf Kötü  
B ürünü Çok iyi İyi Orta Zayıf Kötü
7. Kullandığınız ürünlerin kuruluk hissini değerlendiriniz.  
A ürünü: Çok iyi İyi Orta Zayıf Kötü  
B ürünü Çok iyi İyi Orta Zayıf Kötü
8. Kullandığınız ürünlerin serinlik durumunu değerlendiriniz.  
A ürünü: Çok iyi İyi Orta Zayıf Kötü  
B ürünü Çok iyi İyi Orta Zayıf Kötü
9. İleri de bu ürünleri kullanır mısınız?  
A ürünü: Evet Hayır Kararsızım  
B ürünü: Evet Hayır Kararsızım
10. Eklemek istediğiniz başka bir şey var mı?  
.....  
.....

Adı-Soyadı

İmza

## 9. ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : ÖZLEM DEMİR  
Doğum Yeri ve Tarihi : SİVAS 22.06.1989  
Lisans Üniversite : PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ  
Y. Lisans Üniversite : PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ  
Elektronik posta : ozlm\_dmr89@hotmail.com  
İletişim Adresi : Hacıkaplanlar Mah. No:18,  
DENİZLİ