

EGE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

(YÜKSEK LİSANS TEZİ)

**FARKLI İPLİKLERDEN DOKUNAN KUMAŞLARIN
KONFOR ÖZELLİKLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI**

Z. Evrim KANAT

Tekstil Mühendisliği Ana Bilim Dalı

Bilim Dalı Kodu: 621.01.00

Sunuş Tarihi: 11.09.2007

Tez Danışmanı: Yrd. Doç. Dr. Cankut TAŞKIN

Bornova – İZMİR

Z. Evrim KANAT tarafından YÜKSEK LİSANS tezi olarak sunulan “Farklı İpliklerden Dokunan Kumaşların Konfor Özelliklerinin Karşılaştırılması” başlıklı bu çalışma E.Ü. Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği ile E.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Eğitim ve Öğretim Yönergesi'nin ilgili hükümleri uyarınca tarafımızdan değerlendirilerek savunmaya değer bulunmuş ve 11/09/2007 tarihinde yapılan tez savunma sınavında aday oybirliği/oyçokluğu ile başarılı bulunmuştur.

-

Jüri Üyeleri:

İmza

Jüri Başkanı :.....

.....

Raportör Üye:.....

.....

Üye :.....

.....

ÖZET

FARKLI İPLİKLERDEN DOKUNAN KUMAŞLARIN KONFOR ÖZELLİKLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

KANAT, Z. Evrim

Yüksek Lisans Tezi, Tekstil Mühendisliği Bölümü

Tez Yöneticisi: Yrd. Doç. Dr. Cankut TAŞKIN

Eylül 2007, 92 sayfa

Bir tüketicinin giysi satın alırken göz önünde bulundurduğu temel ölçütler arasında, iyi bir tutum (tuşe), iyi bir görünüm ve giysi konforu sayılabilmektedir. Kaliteli ürünlere karşı artan tüketici talebi nedeniyle, giysi konforunun tanımlanması ve belirlenmesi, tekstil ve hazır giyim alanında önemli bir çalışma konusu haline gelmiştir.

Günümüzde çok fonksiyonlu sentetik tekstil ürünleri önem kazanmışlardır. Mikrolifler, yüksek performanslı lifler ve modifiye lifler birbirleriyle rekabet etmektedir. Bu nedenle, tez çalışmasında Ne 36/1 numara pamuk, tencel ve viskon, 167 dtex dairesel kesitli, altı kanallı ve mikro poliestere ipliklerden iki farklı doku tipinde (bezayağı ve Dimi 1/3) ve farklı atkı sıklıklarında (bezayağı kumaşlarda 19 tel/cm, 23 tel/cm, 27 tel/cm; dimi kumaşlarda 23 tel/cm, 27 tel/cm, 31 tel/cm) gömleklik kumaşlar dokunmuş ve bu kumaşların ısı özellikleri, dikey yönde su iletim davranışları, su buharı ve hava geçirgenlikleri incelenmiştir.

Anahtar kelimeler: Giysi konforu, termofizyolojik konfor, hava geçirgenliği, modifiye poliestere, mikro poliestere, gömleklik kumaş

ABSTRACT**COMPARISON OF COMFORT PROPERTIES OF WOVEN
FABRICS PRODUCED WITH DIFFERENT YARNS**

KANAT, Z. Evrim

MSc. in Textile Eng.

Supervisor: Ass. Prof. Dr. Cankut TAŞKIN

September 2007, 92 pages

Good fabric hand, good appearance and clothing comfort could be counted in basic criterions which were taken into account by a consumer during garment shopping. Because of the increasing consumer demands towards qualitative products, the determination and description of clothing comfort becomes an important subject in the textile and clothing industry.

At the present day, functional synthetic textile products gain importance. Micro fibers, high performance fibers and modified fibers are competing against each other. Because of this, shirt fabrics woven with 167 dtex micro fiber, circular cross section (conventional) and hegzachannel cross section polyester; Ne 36/1 cotton, tencel and viscose yarns in two different weaves (plain and twill 1/3 weaves) and in different weft densities (19, 23, 27 picks/cm in plain weave; 23, 27, 31 picks/cm in twill weave). Their thermal properties, water vapor permeability, air permeability and water transfer behavior in the vertical direction have been examined in the thesis.

Keywords: Clothing comfort, thermo physiological comfort, air permeability, modified polyester, micro polyester, shirt fabric

TEŞEKKÜR

Tez konusunun seçimi, denemelerin yönlendirilmesi, tezin düzenlenmesi ve sonuçların değerlendirilmesi sırasında yol gösteren, destek olan kıymetli hocam Sayın Yrd. Doç. Dr. Cankut TAŞKIN'a, bu konuda araştırma yapmamızı destekleyen Sayın Prof. Dr. Işık TARAĞÇIOĞLU'na, desteklerinden dolayı TÜBİTAK Bilim İnsanı Destekleme Daire Başkanlığı'na, Sayın Erol İnce'ye, iplik temininde yardımcı olan Advansa/Adana, Polyteks Tekstil Sanayi Araştırma ve Eğitim A.Ş./Bursa, Karsu Tekstil Sanayi Ticaret A.Ş./Kayseri, Midaş Tekstil Sanayi ve Ticaret A.Ş./Kahramanmaraş, Gökhan Tekstil Sanayi ve Ticaret A.Ş. /Denizli, üretimin gerçekleştirilmesi sırasında fabrikalarındaki her türlü olanağı kullanmamızı sağlayan Atak Tekstil Sanayi ticaret Pazarlama A.Ş./Denizli, Akayteks Dokumacılık ve Emprimecilik A.Ş./Bursa, Sarı Ankolaj Sanayi/Bursa, Sözteks Tekstil San. ve Tic. Ltd. Şti./Bursa, terbiye işlemlerindeki yardımlarından dolayı Ar. Gör. Sema Namlıgöz ve Söktaş Tekstil Sanayi ve Ticaret A.Ş. /Söke, okulumuz işletmesindeki üretimin gerçekleşmesini sağlayan Sayın Arif ER'e, testlerin yapılmasındaki yardımlarından dolayı tekniker Nurşen Düzgören'e, çalışmalarında bana yardımcı olan tekstil mühendisi Tuba Kırıcı, tekstil yüksek mühendisi Sevcan Ilgaz, araştırma görevlisi arkadaşlarım Gonca Özçelik ve Gamze Süpüren'e, TÜBİTAK TAM' da görevli tüm arkadaşlarıma, tez çalışmam süresince her yönden destek ve dostluklarını esirgemeyen başta Araştırma Görevlileri Ebru Bozacı, Seher Kanat ve tekstil mühendisi S. Erdem Karagöz olmak üzere tüm araştırma görevlisi ve tekniker arkadaşlarıma, maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen, her an yanımda olan aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖZET	V
ABSTRACT	VII
TEŞEKKÜR.....	IX
İÇİNDEKİLER	XI
ŞEKİLLER DİZİNİ	XIII
ÇİZELGELER DİZİNİ	XV
1. GİRİŞ	1
2. TERMOFİZYOLOJİK GİYSİ KONFORU (ISIL KONFOR)	6
2.3.1 Sıvının kapilarite ile iletimi	24
2.3.2 Kontakt ile su buharı transferi	27
2.3.3 Konveksiyon ile su buharı transferi	29
3. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	33
4. MATERYAL VE YÖNTEM.....	39
4.1 Materyal	39
4.1.1 Kullanılan iplikler	39
4.1.2 Kullanılan makineler.....	41
4.2 Yöntem.....	42
4.2.1 Üretilen Kumaşlar	42
4.2.2 Yapılan testler	46
4.2.2.1 Hava geçirgenliği testi	46
4.2.2.2 Bağlı su buharı geçirgenliği testi	47
4.2.2.4 Isıl konfor testi	48
4.2.2.5 Dikey yönde su iletimi testi	50
5. BULGULAR.....	52

5.1 Isıl Konfor Testi Bulguları	56
5.2 Bağıl Su Buharı Geçirgenliği Testi Bulguları	61
5.3 Hava Geçirgenliği Testi Bulguları.....	63
5.4 Dikey Yönde Su İletimi.....	65
6. SONUÇLAR VE TARTIŞMA.....	70
6.1 Isıl İletkenlik Sonuçları	70
6.2 Isıl Soğurganlık Sonuçları	71
6.3 Isıl Direnç Sonuçları.....	73
6.4 Kalınlık Değeri Sonuçları.....	75
6.5 Bağıl Su Buharı Geçirgenliği Sonuçları	76
6.6 Hava Geçirgenliği Sonuçları	77
6.7 Dikey Yönde Su İletimi Sonuçları	79
KAYNAKLAR DİZİNİ.....	86
ÖZGEÇMİŞ.....	92

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
Şekil 2.1 Kapılar etki ile nem iletimi	25
Şekil 2.2 Farklı gözenek büyüklüklerinde kapılar yükselme	27
Şekil 2.3 Giysinin ısı direnci ile kumaş kalınlığı arasındaki ilişki	30
Şekil 2.4 Giysinin su buharı direnci ile kumaş kalınlığı arasındaki ilişki	31
Şekil 3.1 Emme kanallarının şematik görünümü	38
Şekil 4.1 Kanallı poliester lifinin nemi vücuttan uzaklaştırma şekli	39
Şekil 4.2 Altı kanallı poliester lifi.....	40
Şekil 4.3 Doğal ve rejenere selüloz ipliklerin çözgü levendine yerleşimi	43
Şekil 4.4 Sentetik ipliklerin çözgü levendine yerleşimi.....	43
Şekil 4.5 Bezayağı doku raporu	43
Şekil 4.6 Dimi 1/3 doku raporu	43
Şekil 4.7 Air Permeability Tester FX 3300	47
Şekil 4.8 PERMETEST cihazının ölçüm mekanizması	47
Şekil 4.9 ALAMBETA cihazının yapısı.....	49
Şekil 4.10 Alambeta test cihazı.....	50
Şekil 4.11 Su iletimini ölçmek için kullanılan düzenek	51
Şekil 5.1 Bezayağı kumaşların gramajları	53
Şekil 5.2 Dimi kumaşların gramajları.....	53
Şekil 5.3 Bezayağı kumaşların gözeneklilikleri	55
Şekil 5.4 Dimi kumaşların gözeneklilikleri	56
Şekil 5.5 Bezayağı kumaşların ısı iletkenlikleri	58
Şekil 5.6 Dimi kumaşların ısı iletkenlikleri.....	58
Şekil 5.7 Bezayağı kumaşların ısı soğurganlıkları	59
Şekil 5.8 Dimi kumaşların ısı soğurganlıkları	59
Şekil 5.9 Bezayağı kumaşların ısı dirençleri	60

ŞEKİLLER DİZİNİ (Devam)

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
Şekil 5.10 Dimi kumaşların ısı dirençleri.....	60
Şekil 5.11 Bezayağı kumaşların kalınlık değerleri.....	61
Şekil 5.12 Dimi kumaşların kalınlık değerleri.....	61
Şekil 5.13 Bezayağı kumaşların su buharı geçirgenlikleri	63
Şekil 5.14 Dimi kumaşların su buharı geçirgenlikleri.....	63
Şekil 5.15 Bezayağı kumaşların hava geçirgenlikleri	65
Şekil 5.16 Dimi kumaşların hava geçirgenlikleri	65
Şekil 5.17 Bezayağı kumaşların çözümlü yönünde su iletimi (30sn).....	66
Şekil 5.18 Bezayağı kumaşların çözümlü yönünde su iletimi (60 sn).....	67
Şekil 5.19 Bezayağı kumaşların çözümlü yönünde su iletimi (90sn).....	67
Şekil 5.20 Dimi kumaşların çözümlü yönünde su iletimi (30sn)	68
Şekil 5.21 Dimi kumaşların çözümlü yönünde su iletimi (60sn)	68
Şekil 5.22 Dimi kumaşların çözümlü yönünde su iletimi (90sn)	69

ÇİZELGELER DİZİNİ

<u>Çizelge</u>	<u>Sayfa</u>
Çizelge 2.1 Vücudun değişik durumlarda ürettiği enerji durumları.....	8
Çizelge 2.2 İnsan vücudunun enerji bilançosu	10
Çizelge 2.3 Aktivite seviyelerine bağlı olarak bir insandan yayılan toplam ısı	11
Çizelge 2.4 Met Değerleri	12
Çizelge 2.5 Oda sıcaklığındaki kuru liflerin özgül ısıları	15
Çizelge 2.6 0.5 g/ cm ³ hacim yoğunluğu olan lif pedlerinin ısı iletkenlik değerleri	17
Çizelge 2.7 Vücut hareketliliğine bağlı olarak oluşan terleme durumu ..	23
Çizelge 3.1 Kullanılan kumaşların özellikleri	35
Çizelge 3.2 Dokuma kumaş numunelerinin karakteristikleri	36
Çizelge 4.1 Kullanılan pamuk, viskon ve tencel ipliklerin özellikleri	41
Çizelge 4.2 Kullanılan sentetik iplikleri özellikleri.....	41
Çizelge 4.2 Doku tipine göre atkı sıklıkları	44
Çizelge 4. 3 Doğal ve rejenere selüloz ipliklerin kumaş üretim planı	44
Çizelge 4.4 Sentetik ipliklerin kumaş üretim planı	45
Çizelge 4.5 Tez çalışmasında kullanılan kumaşlar	46
Çizelge5.1 Teorik kumaş gramaj değerleri	52
Çizelge 5.1 Kullanılan kumaşların tüm işlemler sonrası gramaj değerleri	52
Çizelge 5.3 Kullanılan liflerin yoğunlukları	54
Çizelge 5.4 Kumaş gözeneklilikleri	55
Çizelge 5.5 Bezayağı kumaşların ısı konfor testi sonuçları	57
Çizelge 5.6 Dimi kumaşların ısı konfor testi sonuçları	57

ÇİZELGELER DİZİNİ (Devam)

<u>Çizelge</u>	<u>Sayfa</u>
Çizelge 5.7 Bezayağı kumaşların bağıl su buharı geçirgenlikleri.....	62
Çizelge 5.8 Dimi kumaşların bağıl su buharı geçirgenlikleri	62
Çizelge 5.9 Bezayağı kumaşların hava geçirgenlikleri	64
Çizelge 5.10 Dimi kumaşların hava geçirgenlikleri.....	64
Çizelge 5.11 Bezayağı kumaşların dikey yönde su iletimi	66
Çizelge 6.1 Kumaş özelliklerine doku, sıklık ve materyalin etkileri için “p” değerleri	66
Çizelge 6.2 Materyalin ısı iletkenliğe etkisi için “p” değerleri.....	67
Çizelge 6.3 Materyalin ısı soğurganlığa etkisi için “p” değerleri	68
Çizelge 6.4 Materyalin ısı dirence etkisi için “p” değerleri.....	70
Çizelge 6.2 Materyalin kalınlık değerine etkisi için “p” değerleri.....	71
Çizelge 6.6 Materyalin bağıl su buharı geçirgenliğine etkisi için “p” değeri	72
Çizelge 6.7 Materyalin hava geçirgenliğine etkisi için “p” değeri	74
Çizelge 6.8 Materyalin 30, 60 ve 90 sn’deki dikey yönde su iletimine etkisi için “p” değeri.....	76
Çizelge 6.9 Kumaş özelliklerinin kıyaslanması	77

1. GİRİŞ

Slater (1986) konforun, subjektif bir his olduğunu ve bu yüzden nicel bir tanımının yapılamayacağını belirtmiştir. Bununla beraber diğer araştırmacılar konfor terimini tanımlamaya çalışmışlardır. Sontag (1985) konforun genel olarak iyi hissetme durumu olduğu veya kişi ile çevre arasında oluşan denge durumu olduğunu belirtmiştir. Smith (1993) konforu nötr duygu, acı çekmeme ve giyilen giysinin farkında olunmaması durumu olarak tanımlamıştır. Konforsuzluk, giysinin hissedilmesi veya rahatsızlık hissedilmesi olarak tanımlanabilir. Konforsuzluk hissi çok küçük bir rahatsızlıktan, büyük bir acıya kadar değişkenlik gösterebilmektedir. Sonuç olarak konfor tüm insanların sağlamaya ve geliştirmeye çalıştığı genel bir ihtiyaçtır (Andersson, 1999).

Konfor genel bir olgudur ve daha küçük bileşenlere ayrılabilir. Shivers (1980), konforu fizyolojik ve psikolojik olarak tanımlamıştır. Fizyolojik konfor, vücudun ürettiği ve kaybettiği ısının dengesinin sağlanmasını ifade etmektedir. Umbach (1988) konforun farklı ve tanımlanamayan farklı duyulardan oluşmadığını, ancak direkt olarak vücudun fizyolojik niceliklerinden kaynaklandığını iddia etmiştir. Psikolojik konfor, kişinin kendisini güvende ve farklı durumlarda rahat hissetmesi için gerekli farklı ihtiyaçlarla tanımlanmaktadır. Bu iki kategori birbirini etkilemekte ve birlikte konfor hissini oluşturmaktadırlar (Anderson, 1999).

Bunun dışında giysi konforu bazı kaynaklarda; insan vücudu ile çevresi arasında fizyolojik, psikolojik ve fiziksel uyumun memnuniyet

verici durumda olması (Önder ve Sarier, 2004), bir giysi içerisinde insanın memnuniyetsizlik veya konforsuzluk hissinin olmaması (Milenkovic, Skundric, Sokolovic and Nikolic, 1999), giysinin vücut fonksiyonlarına nasıl yardımcı olacağına ölçüsü (www.peges.zoom.co.uk), acı ve konforsuzluktan bağımsız nöral durum (Eryürük, 2004) olarak da tanımlanmaktadır.

Genel olarak konfor, kişinin çevresi ile arasında fizyolojik, psikolojik ve fiziksel uyum olması durumu olarak açıklanmaktadır. Vücut, deri sıcaklığı 33–35°C arasında olduğunda ve sıvı ter oluşmadığı durumlarda optimum konfor durumundadır. Konforlu bir giysi deriden su buharı geçişine izin vermeli ve kumaş deri ile temas ettiğinde ıslaklık hissi vermeden ter transferi gerçekleştirebilmelidir. Fiziksel konfor tanımında, giysinin asıl amacı ısı regülasyon sistemini sağlamaktır. Bu denge, farklı çevresel koşullarda vücudun ürettiği enerji için sağlanmalıdır. Bu dengenin sağlanmasında sadece bir tane değişken vardır ve bu da giysidir. Giysi klima şartlarına ve kişinin aktivitesine uygun seçilmelidir.

Hava geçirgenliği, nem geçirgenlik direnci ve ısı geçirgenlik direnci fiziksel konforu etkilemektedir. Kumaşta kullanılan lifler ve iplikler arasında kalan hava boşlukları etkili bir izolasyon sağlayarak kumaşın ısı tutuculuğunu arttırmaktadır. Ayrıca bu boşluklarda vücuttaki nem dışarıya çıkabilir, bu oran ise çevresel koşullara bağlı olmaktadır. Hava geçirgen bir materyal aynı zamanda sıvı veya buhar fazında su geçirgen de olabilmektedir. Böylelikle su buharı ve sıvı nem geçirgenliği iplik ve lif yapısına bağlı olan hava geçirgenliği ile yakından ilişkilidir.

Fizyolojik konfor aynı zamanda kumaş tutumu ve giysinin uygun olması ile de ilgilidir. Kumaş tutumu giysinin kumaş özelliklerine ve kumaşın deri tarafından nasıl hissedildiğine bağlı olmaktadır. Bu his hafif kaşıntıdan çeşitli alerjik reaksiyonlara kadar değişebilmektedir. Giysinin ölçü uyumu kumaşın vücut ile temasını etkilediği için önemli olmaktadır(Byrne ve arkadaşları, 2000).

Fiziksel konfor beklentileri olarak incelenen konular aşağıda sınıflandırılmaktadır. Bunlar:

1. Isıl Özellikler

- Isı iletimi
- Isıl koruma

2. Su Buharı İletimi

- Nem geçirgenliği
- Buhar geçirgenliği

3. Sıvı- Nem İletimi

- Su itme kapasitesi ve su emmesi
- Nem ölçümü
- Su emicilik
- Su iticilik
- Sıvı veya nem iletimi

4. Hava Geçirgenliği

- Hava geçirgenliği testi

- Geçirgenlik
- Geçirgenlik ve diğer unsurlar arasındaki korelasyon

5. Boyut ve Model

- Estetik konfor (subjektif)
- Estetik özelliklerinin ölçümü
- Estetik davranışın değişimi

6. Statik Elektriklenme

- Elektrostatikliğe eğilimin ölçümü
- Statik elektriklenmenin etkileri
- Elektrostatik yükün azaltılması

7. Gürültü

- Tekstil ürünü ile gürültüye karşı mücadeledir (www.technica.net/NT/NT3/comfort_clothing.htm).

Tekstil ürünlerinde konfor özellikleri; ısı konfor (termofizyolojik konfor), duyu konfor, vücut hareketi konforu, psikolojik konfor olarak incelenmektedir.

Isı konfor (termofizyolojik konfor), konforlu ve ıslak olmayan bir duruma erişim olarak tanımlanmaktadır. Isı konfor; giysilerin ısı ve nem iletim özelliklerine, giysilerin ciltte yarattıkları hisse ve giysi- cilt arasındaki mekanik etkileşimine bağlıdır. Isı ve nemin, kumaş içindeki transferi ile gerçekleşir (Marmaralı ve arkadaşları, 2006) Isı konfor, vücut

ile çevre arasındaki enerji değişimi dengesi sağlandığında gerçekleşmektedir.

Duyusal giysi konforu, tekstil materyalinin insan cildi ile teması sonucu ortaya çıkan duyguların ve hislerin memnun edici olması ile ilgili bir durumdur. Deriye değen tekstilin üst yüzeyi öyle bir yapı ve esnekliğe sahip olmalıdır ki insan derisinde hoş, sevimli bir dokunma duygusu (yumuşaklık, kayganlık) yaratmalıdır. Deriye yapışmamalı, kaşıntı ve alerjiye neden olmamalıdır (Umbach, 1993).

Vücut hareketi konforu, bir tekstil mamulünün vücut hareketlerini engellememesi, özgür hareket sağlaması, ağır olmaması ve vücut şekline uygun olmasıdır.

Psikolojik konfor, kullanıcının kendisini giysi içinde iyi hissetmesini sağlayan göz, el, kulak ve burundan aldığı özel idraktır. Bunun yanında moda ya uygunluğun ve çevre tarafından beğenilmenin verdiği öz güven de bu gruba dahil edilebilir (Marmaralı ve arkadaşları, 2006).

Yapılan literatür taraması sonucunda modifiye edilmiş poliester lifleri ve mikropoliester liflerinin konfor özelliklerinin geliştirildiği görülmüştür. Buna rağmen literatürde sistematik bir çalışma bulunamamıştır. Tez kapsamında, farklı materyallerden dokunmuş gömleklilik kumaşların ısı konfor özellikleri incelenmiş ve karşılaştırmalar yapılmıştır.

2. TERMOFİZYOLOJİK GİYSİ KONFORU (ISIL KONFOR)

Giysi içerisinde ısı ve su buharı transferi, termofizyolojik giysi konforu için en önemli faktörler olarak kabul edilmektedirler. Kumaşların konfor performanslarını belirleyen başlıca mekanizma, vücut ve çevresi arasında olan ısı alışverişi ve bunun yanı sıra terin hızlı bir şekilde dışarıya atılması olmaktadır (Milenković ve arkadaşları, 1999).

Termofizyolojik konfor, kumaş ile mikroklima arasındaki ilişkiyi açıklamaktadır (Smile, 2004). Mikroklima, insan cildi ve giysi arasında kalan bölgedeki klima koşulları tarafından belirlenmektedir. Bu klima koşulları ısı ve nem ile tarif edilmektedir. Ayrıca bu klima ortamında bir hava akımı da bulunmaktadır. Giysi konforunda önemli bir faktör olan mikroklima, giysi içerisinde ısı ve nem transferi gibi özelliklerin yanında, fiziksel ve çevresel koşullara da bağlı olmaktadır (www.toyobo.co.jp/e/seihin/sports/ifukunai/ifuku2.htm). Vücut ısı dengesinin ayarlanmasında önemli olan terin giysi içinden çevreye iletimi veya kumaşın verdiği sıcak- serin hissi olarak da tanımlanmaktadır (Tzanov ve arkadaşları, 1999).

Birçok araştırmacı, konforu etkileyen ana etkinin giysi sisteminin içinden geçen ısı ve nem olduğu konusunda hemfikirdir. Vücuttan terin buharlaşması ve ısının dağılması şu faktörlere bağlıdır: giyenin aktivite derecesi, çevredeki nem, dış hava hareketi, kumaş kalınlığı, içerilen hava boşluğu, kumaş yapısı ve lif içeriği. İdeal olanı, giysinin çevresel

değişimlere karşı bir tampon oluşturması ve ıslaklık hissi vermeden nemin uzaklaştırılmasıdır. Kumaşın nem direnci yüksek olduğunda, ter ve ısı yayılamayacak ve konforsuzluk hissi oluşacaktır. Yüksek su buharı geçirgenliği olan giysiler terin buharlaşarak uzaklaşmasına izin vererek konforlu bir durum sağlamaktadırlar.

Giysi sisteminde bulunan nemin, vücut ile çevre arasındaki ısı transferinde çok önemli bir etkisi vardır. Tekstil materyalinden ısı ve nem transferi birçok birbiri ile ilişkili faktörden etkilenen karmaşık bir durumdur. Bu nedenle, giysi içerisinden ısı, nem ve hava hareketinin toplamı konforun değerlendirilmesinde çok önemlidir (Andersson, 1999).

Isıl konfor özellikleri olarak, tekstil materyallerinde ısı direnç, su buharı iletkenliği, sıvı-nem aktarımı, hava geçirgenliği kabul edilmektedir. Isıl konfor açısından ideal kumaştan beklenen özellikler ise; soğuktan koruma için yüksek ısı direnç, ılımlı ısı ortam şartlarında etkin ısı transferi için düşük su buharı geçirgenliği ve yüksek ısı ortam şartlarında terlemeden dolayı oluşan rahatsız edici temas hissini elimine etmek ve etkin bir ısı transferi sağlamak için hızlı sıvı akışıdır.

Isıl konfor, bir ortamdan duyulan ısıl memnuniyeti ifade eder ve his ve duygularla ilgili bir kavramdır. Isıl konfor şartlarını etkileyen parametreler aşağıda sınıflandırılmaktadır:

- Çevresel parametreler
 - Ortamın sıcaklığı,
 - Nemi,

- Hava hareketleri,
- İnsanı çevreleyen yüzeylerin ortalama ışıma sıcaklığı
- Kişisel parametreler
- Kişinin hareketlilik düzeyi (aktivitesi),
- Giysi izolasyonu (Marmaralı ve arkadaşları, 2006)

2.1 Giysi konforunun Tıbbi Temelleri

Vücut, havadan solunum yolu ile aldığı oksijeni kan vasıtası ile tüm organlara iletmektedir. 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 sonucu ısı açığa çıkmaktadır. Vücudun ısı üretimi organdan organa, çalışma durumuna ve madde değişimine göre farklı olmaktadır. Metabolizmanın enerji bilançosu ve enerji üretimi vücudun işlevselliği, kasların ve adalelerin aktivitesinden etkilenmektedir (Weder, 1987).

Çizelge 2.1 Vücudun değişik durumlarda ürettiği enerji durumları

Eylem	Enerji: Watt [J/sn]
Tam dinlenme durumu (uykuda)	75
Oturma durumunda	100-125
Orta derecedeki bir çalışma	300-400
Ağır çalışma koşullarında	700 (1 saatlik çalışma durumunda)
En üst seviyede antrenman	1200(6 dk içinde ortaya çıkabilir)

Watt (James Watt): 1 saniyede 1 joule enerji harcaması ile oluşan güçtür.

Doğal klima şartlarında ve dinlenme anında insanın vücut sıcaklığı 37°C dir. Temel amaç bu sıcaklığın sabit tutulmasını sağlamaktır.

Sabah uykudan kalkıldığında vücut sıcaklığı 36.7°C civarındayken, gün boyunca artar ($\pm 0,8^{\circ}\text{C}$) akşam saatlerinde en yüksek değere ulaşır ve sabaha kadar tekrar azalmaya başlar. Hareket ile vücut sıcaklığı artar. Hafif bir çalışmada sıcaklık 38°C civarındayken, ağır bir harekette (örneğin maraton koşma) 40°C ye ulaşabilir. Bu yükselme ısı denge için normal olarak değerlendirilebilir.

Vücut sıcaklığının sürekli 37°C de tutulabilmesi için, oluşan bu ısının dışarı atılması gerekmektedir. Bu ısının küçük bir bölümü nefes alıp verme ile büyük bir bölümü ise deri yoluyla uzaklaştırılır. Isının deriden atılması, deri ile onu çevreleyen bölge arasındaki sıcaklık farkı ile sağlanır.

Vücut iç sıcaklığı ve deri sıcaklığına ait farklı sinyaller, beyindeki kontrol mekanizmasını harekete geçirir. Bu sinyaller, dengeleyici tepkilerin başlatılması için bir dizi eşik olarak görülebilecek referans sinyalleri ile karşılaştırılır. Bu referans sinyallerini termostat ayarı olarak düşünmek mümkündür.

Sıcaklığın regülasyonu sıcak ve soğuk uyarılar ile sağlanmaktadır. Beyne gönderilen uyarıların sayısı, sıcaklık değişim hızına bağlıdır. Eğer kişi konforlu ve relakse halde ise beyne uyarı gitmez.

Sıcak sensörü hipotalamustur. Eğer vücut çok sıcak hale gelirse, terleme veya cilt damarlarının genişlemesi ile vücut sıcaklığı regüle edilmektedir. Vücut çok soğuk hale geldiğinde ise, vücut sıcaklığı titreme

ve cilt damarlarının daralması ile regüle edilmektedir. Soğuk sensörleri cilt yakınında bulunmaktadır.(Marmaralı ve arkadaşları, 2006)

Normal vücut sıcaklığı 37°C iken vücut sıcaklığının 1°C artması oksijen tüketimini %15 artırmaktadır. Dolayısıyla kalori ve sıvı ihtiyacı da artmaktadır.

Çizelge 2.2’de insan vücudundaki organların hareketsiz ve çalışırken ısı açığa çıkarma oranları görülmektedir.

Çizelge 2.2 İnsan vücudunun enerji bilançosu

Organlar	Isı açığa çıkarma oranı (%)		Vücut ağırlığındaki oranı (%)
	Hareketsiz (dinlenme)	Çalışma anında	
Beyin	16	3	2
Göğüs, karın	56	22	6
Deri ve kaslar	18	73	52
Diğer kısımlar (Kemikler)	10	2	40

Metabolizmanın toplam enerji bilançosu (M); metabolizmanın ürettiği ısı enerjisi (W) ve kasların çalışması ile harcanan enerjinin (Pex) toplamıdır.

$$M - P_{ex} (W) = H_c + H_{st} + H_v + H_{res}$$

M = Metabolizmanın toplam enerjisi

P_{ex} = Kasların çalışması ile harcanan enerji

W = Toplam açığa çıkan ısı

H_c = Konveksiyonla ısı yayılımı veya harcanması

H_{st} = Vücuttan ışıma (radyasyon) yolu ile ısı harcanması

H_v = Derideki terin buharlaşması ile ısı harcanması

H_{res} = Derinin (gözenekleri) nefes alması ile ısı harcanması (Weder, 1987)

Bir insan tarafından yayılan toplam ısı, o kişinin aktivite seviyesine bağlıdır. Vücut ısısını yükselten çok ağır aktiviteler boyunca, vücut çok fazla ısı enerjisi üretir. Aktivite seviyelerine bağlı olarak bir insandan yayılan toplam ısı izleyen Çizelge 2.3 'de verilmiştir (Marmaralı, 2007).

Çizelge 2.3 Aktivite seviyelerine bağlı olarak bir insandan yayılan toplam ısı

Aktivite	Aktivite Seviyesi	Kişi başına toplam ısı yayımı ¹⁾²⁾ (W)
Statik zihinsel faaliyet (okuma, yazma)	1 ³⁾	120
Çok hafif bedensel faaliyet (ayakta durma)	2	150
Hafif fiziksel faaliyet	3	270 ve üzeri
Orta veya ağır fiziksel faaliyet	4	

¹⁾ Radyasyon, iletim, buharlaşma, taşınım ile 22 °C ortam sıcaklığındaki toplam emisyon
²⁾ Oturma halinde steady- state enerji dönüşümünün 1 metabolik birimi: 1 met = 58 W/m² vücut düzeyi değeridir.

Metabolik oran, yapılan aktiviteye bağlı olarak, açığa çıkan enerjidir ve birimi "met" dir. 1 met = 58,15 W/m² vücut yüzeyidir. Normal bir insan için vücut yüzeyi 1,7 m² dir. Aşağıdaki çizelgedede farklı aktiviteler için metabolik oranlar gösterilmektedir.

Çizelge 2.4 Met Değerleri

Aktivite	Metabolik Oran (M)	
Uzanma	46 W/ m ²	0,8 Met
Oturarak dinlenme	58 W/ m ²	1,0 Met
Saat tamiri	65 W/ m ²	1,1 Met
Ayakta dinlenme	70 W/ m ²	1,2 Met
Otomobil kullanma	80 W/ m ²	1,4 Met
Ayakta durma, hafif aktivite (alışveriş)	93 W/ m ²	1,6 Met
Yürüyüş (2 km/saat)	110 W/ m ²	1,9 Met
Ayakta durma, orta derecede aktivite (ev işi)	116 W/ m ²	2,0 Met
Ayakta bulaşık yıkama	145 W/ m ²	2,5 Met
Yürüyüş (5 km/saat)	200 W/ m ²	3,4 Met
İnşaat endüstrisi	275 W/ m ²	4,7 Met
Spor- 15 km/saat hızla koşu	550 W/ m ²	9,5 Met

Isıl konforun sağlanması için, vücut iç sıcaklığı ile cilt sıcaklığı dengesi sağlanmalı ve metabolizma tarafından üretilen ısı vücut tarafından verilen ısıya eşit olmalıdır.

Aşağıdaki eşitlik vücut için ısı dengeyi göstermektedir.

$$M = Q_{sk} + Q_{res} + S + W$$

Burada;

M= metabolizma

Q_{sk} = deriden ısı kaybı

Q_{res} = nefes alıp- verme ile ısı kaybı

S= depolanan ısı

W= iş

Eşitlik yeniden yazıldığı takdirde;

$$M = (C + R + E_{sk}) + (C_{res} + E_{res}) + S_{sk} + S_c + W \text{ olur.}$$

Burada;

$(C + R + E_{sk})$ = Deriden konveksiyon, radyasyon ve buharlaşma ile ilgili ısı kaybı

$(C_{res} + E_{res})$ = Deriden konveksiyon ve buharlaşma ile ısı kaybı

S_{sk} = Ciltte depolanan ısı

S_c = Vücutta depolanan ısı

W = İş

Deri sıcaklığı ortalama 33°C civarında olması, ısı konforu sağlamaktadır. Deri ıslaklığı (% olarak vücudun tümüyle ıslanan bölümünün toplam alana oranı) arttıkça konforsuzluk başlamaktadır.

2.2 Tekstil Ürünlerinin Isıl Özellikleri

Isıl iletim konfor için kritik bir faktördür. Vücut, güneşten ve diğer ışıyan yapılardan, metabolizmasından veya egzersiz ile ısı sağlamaktadır. Isı kaybı ise kontakt, konveksiyon, radyasyon veya buharlaşma ile oluşabilmektedir.

- Kontakt temas, temas ile ısı alışverişi olup rolü oldukça düşüktür. Sadece su içinde çalışmada veya soğuk/sıcak cisimleri tutarak çalışmada söz konusudur.
- Konveksiyon ile ısı iletimi daha önemlidir. Vücut ve çevre hava sıcaklıkları farklı olduğunda vücudu çevreleyen hava sayesinde meydana gelir. Genellikle deriden havaya doğru gerçekleşir.
- Işıma ile ısı transferi, çevre ve vücut sıcaklıkları arasında fark varsa, ışıma yoluyla ısı değişimi meydana gelmesidir.

•Vücudun ısı kaybetmesinin bir başka yolu terlemedir. Vücut ısısı arttığında, ısı dengesini kurabilmek için vücutta terleme olur ve bu terin buharlaşması ile etkin bir soğutma gerçekleşir.

Tekstil materyallerinin ısı özelliklerini etkileyen faktörler:

1. Lifin ve kumaş içinde tutulan havanın ısı iletkenliği
2. Lifin özel ısısı
3. Kumaş kalınlığı ve katman sayısı
4. Kumaşın hacimsel yoğunluğu (kumaş içindeki hava boşluklarının sayısı, büyüklüğü ve dağılımı)
5. Kumaş yüzeyi (kullanılan lif tipi, kumaşın yapısı, kumaştaki bitim işlemleri)
6. Kumaş ve yüzey arasındaki temas alanı
7. Deri ile kumaş arasında kontakt ısı kaybı
8. Deri ile kumaş arasında konveksiyon ısı kaybı
9. Işıma (radyasyon) ile ısı kaybı (deri ve kumaş yüzeylerinin emisyon kabiliyeti)
10. Deri veya kumaştan suyun buharlaşması ile ısı kaybı
11. Kumaşın su absorbe etmesi nedeniyle ısı kaybı veya artışı
12. Dahili atmosferik şartlar: sıcaklık, nisbi nem, çevredeki havanın hareketi, olarak sıralanabilir (Marmaralı ve arkadaşları, 2006).

Isı geçirgenliği veya ısı iletkenliği, ısının belli bir kumaş alanından geçiş hızıdır. Kumaştan ısı geçişini tanımlayan çeşitli kavramlar söz konusudur.

- Özgül ısı (C)

Maddenin 1 birim kütlesinin sıcaklığını 1°C yükseltmek için gerekli olan ısı miktarıdır (J g⁻¹ K⁻¹). Cam lifleri dışında tüm değerler 1.05- 1.51 arasında değişir. Suyun özgül ısısı 4.2 J g⁻¹ K⁻¹ olup, suyun emilmesi liflerin özgül ısısını artırır.

Çizelge 2.5 Oda sıcaklığındaki kuru liflerin özgül ısıları

Lif	Özgül ısı (J g ⁻¹ K ⁻¹)
Pamuk	1.21
Rayon	1.26
Yün	1.36
İpek	1.38
Poliamid 6	1.43
Poliester, Terylen	1.34
Asbestos	1.05
Cam	0.80

Isıl iletkenlik

Bir materyalden, birim kalınlıkta, 1°C sıcaklık farklılığında geçen ısı miktarının ölçüsüdür. Malzemenin iki yüzeyi birim sıcaklık farkına maruz kaldığında gerçekleşmektedir. Isıl iletkenlik:

$\lambda = q \cdot h / \Delta T$ (W/ m K) formülü ile gösterilir.

Bu formülde,

q = ısı akış miktarı (Wm⁻²)

ΔT = sıcaklık farkı (K)

h = kalınlık (m)'tir (Araújo, 2005).

Kumaşların ısı iletkenliğini etkileyen faktörler:

- Lifin ısı iletkenliği
- Kumaş yapısının hava akımını tutma yeteneği
- Kumaşın gramajı
- Lif, iplik ve kumaşlara uygulanan terbiye işlemleri
- Kumaşlara uygulanan kaplamalar ya da reçine apresi
- Lifin veya ipliğin ısı etkisiyle eriyebilirliği
- Kumaş kalınlığı ya da katları
- Lif ve ipliklerin hava geçirgenliği
- Havanın nemi (Marmaralı, 2007)

Bir giysinin iyi bir termofizyolojik konfora sahip olabilmesi için, kişinin bulunduğu çevredeki klima şartları ve kişinin aktivitesi ile uyumlu bir ısı geçirgenlik özelliğine sahip olması gerekmektedir. Kumaşların ısı iletkenlik değeri, liflerin ısı iletkenlik katsayısının yanında, kumaş içerisinde hapsedilen hava miktarı ile de yakından ilgilidir. Havanın ısı iletkenlik katsayısı oldukça düşüktür ve bu nedenle içerisinde fazla miktarda hava ihtiva eden liflerin ısı iletkenlik katsayıları da düşük olmaktadır. Aşağıdaki Çizelge 2.6'da liflerin ısı iletkenlik katsayıları verilmektedir (Araújo, 2005).

Çizelge 2.6 0.5 g/ cm³ hacim yoğunluğu olan lif pedlerinin ısı iletkenlik değerleri

Lif cinsi	k (mWm ⁻¹ K ⁻¹)
Pamuk	71
Yün	54
İpek	50
Polivinilklorür	160
Selülozasetat	230
Poliamid	250
Poliester	140
Polietilen	340
Polipropilen	120

Not: Durgun havanın ısı iletkenlik değeri 25 mWm⁻¹K⁻¹' dir.

Isıl konforu sağlamak için gerçekleştirilen ısı iletimini etkileyen faktörler sıcaklık, rutubet, rüzgar hızı ve giysi izolasyonudur. Bu faktörler:

- Sıcaklık: Daha yüksek hava sıcaklıklarında, ısı kaybı daha azdır. Eğer çevre sıcaklığı deri sıcaklığının üstüne çıkarsa, vücut ısı kaybetmek yerine çevreden ısı alacaktır.

- Rutubet: Havadaki rutubet miktarı (nem yoğunluğu) deriden çevreye buhar formunda nem akışını (terleme) belirler. Genellikle derideki nem yoğunluğu çevreden fazla olduğu için, deriden buharlaşma yolu ile ısı kaybı gerçekleşir. Ters durumlarında (çevre nem yoğunluğunun deriden fazla olması) insan aşırı rahatsızlık hisseder.

- Rüzgar hızı: Konveksiyon ve ışımaya ile ısı iletiminde, artan rüzgar hızı ile ısı iletimi de artar. Bu yüzden eğer hava soğuk ve rüzgarlı ise, vücut daha çabuk soğur ve daha çok etkilenir.

•Giysi izolasyonu: Giysiler, deri ve çevre arasındaki ısı ve nem transferini engelleyecek yönde etkiler. Bu nedenle giysiler aşırı soğuk ve sıcaklığa karşı vücudu korusa da, fiziksel efor sırasında oluşan fazla ısı kaybını engeller. Örneğin soğuk hava giysileri ile ağır çalışma yapan birisinin giysileri, ısı ve nem transferine direnç göstereceği için vücutta hızla ısı birikimi olacaktır (Marmaralı ve arkadaşları, 2006).

Isıl direnç (R) (Stabil durumda)

Materyalin ısı akışına karşı dayanımıdır.

$R=h/\lambda$ ($m^2 K/W$) formülü ile gösterilir.

Bu formülde,

h = kalınlık (mm)

λ = ısı iletkenlik (W/mK)'tir.

Isıl izolasyon değeri ise; “Togmetre” ile ölçülür, Tog SI birimi ile ifade edilir (Araújo, 2005).

Tog biriminin ifadesi : $1 \text{ Tog} = m^2K/10 \text{ Watt}$

Isıl soğurganlık (b) (geçici durumda)

Kumaş ile deri arasındaki ani temas, kumaşın ciltten daha düşük bir sıcaklıkta olması durumunda vücuttan kumaşa doğru bir ısı akışı meydana geleceğinden, soğukluk hissedilmesine neden olur. Isı akışı malzemenin

ısı iletkenliği ile artmaktadır. Bir malzeme daha fazla ısı enerji soğurduğunda, sıcak bir beden ile ilk temas anında daha soğuk bir his verir. Bu his tüketickiye bağlı olarak iyi veya kötüdür Çünkü sıcak yaz günlerinde soğuk bir his tercih edilirken, soğuk ortamlarda daha sıcak giysiler aranır.

Kişinin bir tekstil ürününe ilk teması anında algıladığı sıcak- soğuk hissi, o ürünün ısı konforunu belirleyen en önemli özelliklerden birisidir. Sıcak-soğuk hissini ilk defa Kawabata ve Yoneda sayısal olarak açıklamışlardır. 1983 yılında geliştirdikleri Thermo- Labo cihazı ile tekstil materyallerinin ısı temas özelliklerini objektif olarak değerlendirmişlerdir. Geçici durumda ısı özellikler için temas anında maksimum ısı akış seviyesini q_{max} (W/ m^2K) tanımlamışlardır.

Hes, sıcak-soğuk hissini objektif olarak değerlendirebilmek amacıyla başka bir parametre tanımlamıştır. Bu parametre, farklı sıcaklıktaki iki parça birbirine temas ettiğinde meydana gelen ani ısı akışıdır ve uluslar arası terminolojide “thermal absorbtivity” olarak adlandırılmaktadır.

Isıl soğurganlık;

$b = (\rho\lambda c)^{-1/2}$ ($Wm^{-2}K^{-1}s^{-1/2}$) formülü ile gösterilir.

Formülde,

$\lambda =$ ısı iletkenlik (W/mK)

$\rho =$ yoğunluk ($kg m^{-3}$)

c = özgül ısı (J/kg K)'dir.

Görüldüğü gibi ısıl soğurganlık derecesi, kumaş ve cilt sıcaklıkları arasındaki farka dayanmaktadır ve ölçüm süresine bağlıdır. Isıl soğurganlık değeri düşük ise kumaş ilk temas anında sıcaklık hissi, yüksek ise soğukluk hissi vermektedir.

Isıl yayılım (a)

Tekstil materyalinden geçen sıcaklığın yayılım hızının bir ölçüsüdür.

$a = \lambda / \rho c$ (m^2/s) formülü ile gösterilir.

Formülde,

λ = ısıl iletkenlik (W/mK)

ρ = yoğunluk ($kg\ m^{-3}$)

c = özgül ısı (J/ kg K)'dir.

Giysinin ısıl yalıtkanlığı, kumaş içindeki hava boşluklarının sayısına bağlıdır. Tekstil liflerinin termal iletkenliği havadan çok daha fazladır. Çizelge 2.6'da görüldüğü gibi ideal yalıtkan malzeme durgun havadır . Lifli malzemeler hacimli yapıları nedeniyle, içlerinde fazla hava tutma kapasitesine sahiptirler. Örneğin;

- dış giysilik bir kumaş (%25 lif + %75 hava)
- battaniye (%10 lif + %90 hava)
- kürk ceket (%5 lif + %95 hava) dan oluşmaktadır.

Diğer bir deyişle, ısı yalıtımı yüksek bir tekstil malzemesinin iç yapısında yüksek miktarda hava bulunmalıdır. Isıl yalıtım için lif

dağılımının önemi ikinci sıradadır. Tekstil malzemesinin özel bir malzeme ile kaplanması bu özellikleri elbette etkileyecektir.

Giysi birkaç tabakadan oluşuyorsa, tabakalar arasında bulunan ve malzemenin en dışında yer alan havanın özellikleri de önemli hale gelir. Giysi tabaka sayısı ile ısı direnç arasında doğrusal ilişki vardır. Fakat ısı direncin artış oranı, tabaka sayısının artışı ile azalmaktadır.

Giysi vücudu sıkıca sarıyorsa, serbestçe duran bol bir giysiden daha az hava içerecektir. Giysi birkaç tabakadan oluşuyorsa, toplam izolasyon, her bir tabakanın tek başına sahip olduğu izolasyon değerinden büyük olur.

Çevredeki hareketli hava, giysinin dışındaki durgun hava tabakasını ve dıştaki kumaş katmanının hava geçirgenliğine bağlı olarak, gözenek ve açıklıklardan girerek aradaki hava tabakasını etkilemek suretiyle, giysinin yalıtım değerini olumsuz yönde değiştirir.

Çünkü kumaş katmanları arasındaki hava ne kadar hareketsiz olursa giysinin ısı yalıtımı o kadar yüksek olur. Giysi rüzgar ile veya giyenin hareketleri ile hareket edebilir.

Rüzgarın giysiye uyguladığı basınç ile giysinin kalınlığı azalır. Bu, kumaş katmanları arasındaki havayı sıkıştırarak çevredeki hava ile yer değiştirmeye zorlar.

Örneğin; 4 m/s hızla esen rüzgarda yürümek giysi izolasyonunun %60 azalmasına yol açabilir. Konvektif çevre şartları nedeniyle, bu etkiler su buharı direnci için daha büyüktür. Söz konusu durum için buhar direncinin %80 azaldığı gözlenmiştir (Marmaralı ve arkadaşları, 2006).

Kumaşın hava geçirgenliği direnci, gramajı yüksek olan yapılarda daha fazladır. Isı tutma kapasitesi ise, kumaş gramajı ile aynı oranda artmamaktadır. Bu nedenle sıcak tutacak bir giysi için kumaşın çok kalın ve ağır olması düşüncesi hatalıdır (Marmaralı, 2007).

2.3 Tekstillerin Nem İletim Özellikleri

İnsan vücudu, kendi sıcaklığını ayarlamakta ve iç sıcaklığı düşürmek için ter üretmektedir. Fiziksel aktivite sırasında, ısı ve bir miktar su buharı oluşmaktadır. Vücut hareketliliği düşük, çevre ısısı normal bir seviyede olduğunda, insan derisinin gözenekleri ile çevre arasında sabit bir nem transferi gerçekleşmekte ve bu nem su buharı şeklinde çevreye verilmektedir. Terleme yavaş olduğu için bu durum pek hissedilmemektedir. Ancak aktivite artar ve üretilen ısı uzaklaştırılmazsa, iç sıcaklığı 37°C' da tutmak için vücut daha fazla ter salgılamaya başlamaktadır.

Terlemenin optimum şekli, nemin ciltten su buharı şeklinde uzaklaştırılmasıdır. Çünkü sıvı teri buharlaştırmak için, vücuttan ısı enerjisi alınması gerekmektedir, bu da vücut ısısının düşmesine neden olmaktadır. Bunun yanında, ciltten giysi vasıtası ile ısı akışı giysi ıslakken daha fazla olmaktadır. Suyun ısıl iletkenliği havadan çok yüksek olduğu

için, sıvı terin varlığı, giysinin ısı yalıtım özelliğini azaltmaktadır (Smile, 2004).

Bir giysinin termofizyolojik konforunun yüksek olabilmesi için gerekli ikinci şart, farklı fiziksel aktivitelerde terlemeyle ortaya çıkan sıvı terin hemen vücuttan dışarı iletilmesidir. Çizelge 2.7'de vücut aktivitelerine bağlı olarak oluşan terleme durumu verilmektedir.

Çizelge 2.7 Vücut hareketliliğine bağlı olarak oluşan terleme durumu

Vücut hareketliliği düşük	Yavaş terleme durumu
	Sabit su buharı çıkışı
Vücut hareketliliği orta derecede	Kısmen etkili terleme durumu
	Artan veya inişli çıkışlı ter çıkışı
Vücut hareketliliği yüksek	Etkili terleme durumu
	Sıvı şeklinde terleme

Vücut hareketliliği düşük olduğunda, giysinin iyi bir su buharı geçirgenlik özelliğine sahip olması gerekir. Vücut hareketliliği arttığında giysinin yüzeyde oluşan teri hızla yapısına alıp dış katlara veya dış çevreye iletilebilmesi için iyi bir su buharı geçirgenliğine sahip olması gerekir. Yine yüksek aktivite durumlarında giysinin sadece su buharını değil, sıvı haldeki teri de yani üst tabakalara iletilmesi gerekmektedir (Toprakkaya, 1999).

Ter- giysi- konfor ilişkisini şöyle açıklamak mümkündür:

Ter hissedilmeyen şekilde kaldığı sürece, vücut nispeten konforludur. Ancak buharın hemen uzaklaştırılmaması, vücut çevresindeki bağıl nemi artırır, vücudun nemli ve yapışkan olduğu hissedilir, dolayısıyla konfor kaybolur.

İlk olarak, deri ıslandığı zaman giysi de ıslanmaya başlar, sonra yapışkan bir hal alır, giysi ve deri arasındaki sürtünmenin artması, dokunma hislerince beyine iletilerek, bulunulan durum konforsuzluk olarak değerlendirilir. İkinci olarak yaş giysi çok hızlı bir şekilde soğur. Bu olay hareket sırasında gerçekleşirse güçlü bir soğukluk hissine neden olacaktır (Marmaralı ve arkadaşları, 2006).

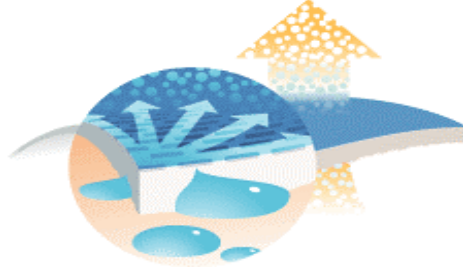
Bir kumaşın vücuttan yayılan su buharını nakletme kabiliyeti, giysi konforunu belirleyen önemli bir parametredir. Su buharının dış havaya iletilmesine izin veren kumaş, daha verimlidir giysi konforu yüksektir. Bu tip kumaşlar “nefes alabilen kumaş” da denir (Marmaralı, 2007).

Tekstil materyalinden nem geçişi çok karmaşık bir olgudur. Öncelikle nem tekstil materyalinden sıvı ve buhar şeklinde transfer edilebilmektedir. Sıvının tekstilden geçişi kapilarite etkisi ile olmaktadır. Bununla birlikte su buharı geçişi ise kontakt (difüzyon) ve konveksiyon ile gerçekleşmektedir.

2.3.1 Sıvının kapilarite ile iletimi

Kapilarite, sıvının gözenekli ortamda varolan gözeneklerin içinden kapilar hareketinden kaynaklanmaktadır. Bu gözenekler kumaşta lifler ve iplikler arasında bulunmaktadır. Bu kendiliğinden meydana gelen sıvı akışı, kapilar kuvvetler tarafından yürütülmekte ve kapilar kuvvetler ıslanma nedeniyle meydana gelmektedir (Araújo, 2005).

Kapılar etki terimi için birçok farklı tanım kullanılmaktadır. Genel olarak, kapılar etki, sıvının lifin yüzeyinden ilerlemesi ancak lif içine emilmemesi durumudur. Aşağıdaki şekilde, insan cildinden kumaşa doğru olan sıvı ter hareketi gösterilmektedir.



Şekil 2.1 Kapılar etki ile nem iletimi

Ter, vücut yüzeyinden uzaklaşmadan burada buharlaşırsa vücut sıcaklığı hızla düşmekte ve soğuk hissine sebep olmaktadır. Kumaşın, nemi hızla kapılar etki ile deri yüzeyinden alışı, nemin kapladığı yüzey alanını arttırarak nemin hızla buharlaşmasını ve giyen kişinin kuru ve konforlu kalmasını sağlamaktadır (Smile, 2004).

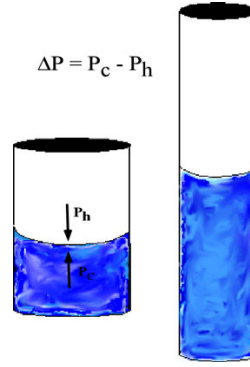
Kapılar transfer etkisi, tekstil materyalleri için “sünger etkisi” olarak da bilinmektedir ve suyun ince kapıllarlar veya kılcal boşluklar yardımı ile fiziksel olarak yukarıya taşınması-yükselmesi olayıdır. Bir tekstil materyalinde, iplikler arası boşluklar ve ipliklerin içerisinde kalan lifler arası boşluklar bu tür kapılar kanalları oluşturmaktadırlar (Toprakkaya, 1999).

Doğal liflerin birçoğu, nemi bünyesine almakta ve çok yavaş kurumaktadır. Kumaşta kalan nem, dinlenme fazında eğer giysi vücut ile

temas ediyorsa “ egzersiz sonrası titremesi” olayına neden olmaktadır. Egzersiz sonrası titremesi aşırı bir konforsuzluğa ve tehlikeli olan hipotermiye (vücut ısısının normalin altına düşmesine) neden olabilmektedir. Özel sentetik kumaşlar düşük nem alma özelliğine ve çok iyi kapılar etkiye sahiptirler.

Gözenekli ortamda sıvı iletimi, kumaş yüzeyinin ıslanmasıyla ortaya çıkan kapılar kuvvetler ile gerçekleşmektedir. Kendiliğinden gerçekleşen nem akışı veya kapılar etki, basınç farkı ya da kapılar kuvvete bağlı olarak oluşmaktadır.

Kapilarite, dar borucuklarda, çatlaklarda ve boşluklarda sıvının yüzey geriliminin sebep olduğu hareket olgusunu açıklamaktadır. Kapilarite moleküllerarası kohezyon ve adhezyon kuvvetlerine dayanmaktadır. Şekil 2.2’de gösterildiği gibi, sıvı ile borunun duvarları arasındaki adhezyon kuvvetleri, sıvının molekülleri arasındaki kohezyon kuvvetlerinden daha büyük olduğunda, kapılar hareket oluşmaktadır. Bu akış, iki sıvı kütesinin hidrolik bağlantı bölgesindeki basınç farkından kaynaklanan diğer hidrolik akışlara benzemektedir. Akış, basınç farkını azaltacak yönde olmaktadır ve basınç farkı sıfır olunca durmaktadır. Kapilarite kanunlarına göre, sıvı akışı büyük yarıçaplı kapılar boşluklarda, küçük yarıçaplı olana göre daha hızlı olmaktadır. Buna karşılık, küçük yarıçaplı kapılar boşluklarda sıvı daha yükseğe çıkmaktadır (Smile, 2004).



Şekil 2.2 Farklı gözenek büyüklüklerinde kapılar yükselme

Lifler ve iplikler ne kadar ince ise, kapılar kanallar da o kadar dar olmakta ve kumaşın kapılar transfer etkisi de o derecede yüksek olmaktadır (Toprakkaya, 2004).

Nem iletimini artırmak amacıyla, çeşitli liflerin yüzey yapıları modifiye edilerek yüzeyde kanallar oluşturulmuştur. Bu çok ince kanallar yoluyla, kapılar etki artmakta ve bu liflerden üretilen kumaşların nem iletim kapasiteleri de gelişmektedir.

Kapılar hareket birçok etkiye bağlıdır: sıvının yüzey tansiyonu, lif ve sıvı arasındaki kontakt açısı, gözenek yarıçapı, materyalin geçirgenliği, gözeneklilik, pürüzlülük, materyalin spesifik yüzey alanı gibi yapısal ve geometrik etkenler ve sıvının viskozitesi (Araújo, 2005).

2.3.2 Kontakt ile su buharı transferi

Fick kanununa göre transfer edilen buhar miktarı m [$\text{kg}/\text{m}^2 \cdot \text{sn}$], difüzyon katsayısı D_p [$\text{kg}/\text{m} \cdot \text{sn} \cdot \text{Pa}$] ve kısmi basınç gradienti $\Delta p_{\text{kısmi}}/\Delta x$ ile doğru orantılıdır:

$$m = - D_p \cdot \Delta p_{\text{kısmi}} / \Delta x = - D_p \cdot (p_{\text{WSAT}} - p_{\text{WE}})$$

Burada; m = transfer edilen buhar miktarı

D_p = difüzyon katsayısı

$\Delta p_{\text{kısmi}}$ = kısmi basınç gradienti

Δx = uzaklık

p_{WSAT} = doymuş kısmi basınç

p_{WE} = mevcut kısmi basınçtır.

Su buharı gradienti yerine kütle konsantrasyonu formülde yerleştirildiğinde;

$$m = - D_c \cdot \Delta C / \Delta x = - D_c \cdot (C_{\text{WSAT}} - C_{\text{WE}}) \text{ elde edilir.}$$

Burada; D_c = difüzyon katsayısı

ΔC = kütle konsantrasyon gradienti

Δx = uzaklık

C_{WSAT} = doymuş kütle

C_{WE} = mevcut kütledir.

Difüzyon katsayısının tüm formları arasındaki korelasyon gaz eşitliğiyle verilir.

$$D_p = D_c \cdot M_w / RT$$

Burada; M_w : su buharının molar yoğunluğu

R : genel gaz sabiti

T : mutlak buhar sıcaklığıdır.

Buhar giysilerde küçük gözeneklerin içinden ve kumaşlardan kontakt ile transfer edilir. Eğer giysilerde herhangi bir üfleme yoksa gözeneklerin su buharı direnci R_W aşağıdaki eşitlikte verilir:

$$R_{WP} = h/D_P \text{ veya } R_{WC} = h/D_C$$

Kumaşlarda bulunan gözenekler, buhar transferine izin verirler. Yüzey gözenekliliği $\varepsilon < 1$ olduğundan ve kanalların uzunluğundan (eğrilik faktöründen ξ dolayı) dolayı kumaşların su buharı direnci R_{WF} yüksek olabilmektedir:

$$R_{WP} = \xi \cdot h / \varepsilon \cdot D_P$$

Bu nedenle daha büyük gözeneklilik sebebiyle, örmelerde dokumalara göre daha çok su buharı geçirgenliği ve daha düşük su buharı direnci söz konusudur.

2.3.3 Konveksiyon ile su buharı transferi

Konveksiyonla kütle transferi ilişkisi Newton kanununa göre:

$$m = \beta_P \cdot (p_{WSAT} - p_{WE}) = \beta_C \cdot (C_{WSAT} - C_{WE}), \beta_P = \beta_C M_W / RT$$

Burada; m = kütle

β_P = konveksiyon kütle transfer katsayısı

β_C = konveksiyon kütle transfer katsayısı (hava hızı düşük olduğunda)

M_W : su buharının molar yoğunluğu

R : genel gaz sabiti

T: mutlak buhar sıcaklığıdır.

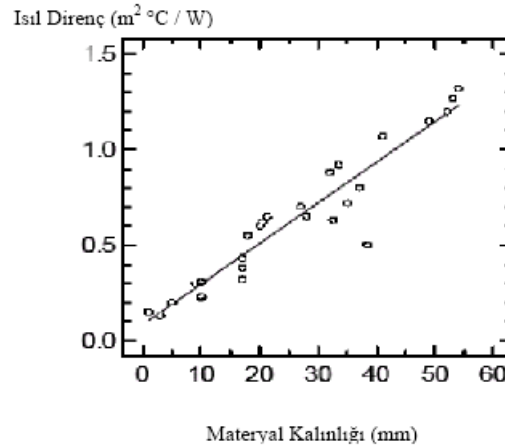
Benzer şekilde, havanın hızıyla konveksiyon ısı transfer katsayısı arttığında, konveksiyon kütle transfer katsayısı β_p [$\text{kg}/\text{m}^2\text{sn.Pa}$] da havanın hızıyla doğru orantılı olmaktadır.

Isı ve kütle arasındaki benzerlik nedeniyle, düşük hızlardaki hava için konveksiyon kütle transfer katsayısı, β_C Lewis kuralıyla hesaplanabilmektedir.

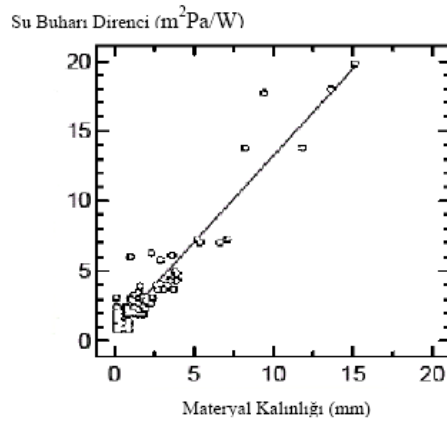
$$\alpha = \beta_C \cdot c_{PA}$$

Burada ; c_{PA} [$\text{J}/\text{kg.K}$], hava neminin spesifik ısısıdır (Hes, 2005).

Giysi malzemesinin kalınlığı, giysinin ısı ve buhar geçirgenliğini belirleyen önemli faktörlerden birisidir. Malzemenin kalınlığı ve dolayısıyla içerdiği hava miktarı arttıkça, malzemenin ısı ve buhar direnci artıp, geçirgenliği azalmaktadır. Şekil 2.3'te giysinin ısı direnci ile kalınlığı arasındaki ilişki, 2.4'te ise giysinin su buharı direnci ile kalınlığı arasındaki ilişki gösterilmektedir (Havenith, 2002).



Şekil 2.3 Giysinin ısı direnci ile kumaş kalınlığı arasındaki ilişki



Şekil 2.4 Giysinin su buharı direnci ile kumaş kalınlığı arasındaki ilişki

2.4 Hava Geçirgenliği

Kumaşların hava geçirgenliği de ısı konforunu etkileyen önemli bir parametredir. Havanın yer değiştirmesi ısı konforu üzerinde önemli bir rol oynamakta ve ısı stresi minimize etmektedir. Giysi ile vücut mikroklima boşluğu arasındaki hava hareketi, kumaşın hava geçirgenliği, giysi tasarımı, vücut hareketi, rüzgar hızı ve mikroklima hacmi ile belirlenir (Crockford, 1988).

Hava geçirgenliği, havanın lif, iplik ve kumaş yapısı içerisinde geçebilme yeteneğidir. Birim basınçta, birim alandan, belirli zamanda geçen havanın miktarıdır, l/dm²dk birimi ile ifade edilir. Aynı zamanda vücut ve giysi arasında kalan havanın dışarı iletilmesi ile de ilgili bir kavramdır.

Hava geçirgenliği lif ve iplik yapısı ile kumaş içindeki boşlukların miktar ve dağılımına bağlıdır. Örneğin sık yapılı bir kumaşta havanın geçişi daha zordur. İplikleri hacimli hale getiren ve kumaş yüzeyini tüylendiren bitim işlemleri ise havayı hapsedip, vücuda sıcaklık sağlamaktır. Hava geçirgenliği giysi konforunu önemli derecede etkiler. Paraşüt kumaşlarının, spor giysilerin, hava filtreleri çeşitli amaçlar için kaplama kumaşlarının performansının belirlenmesine yardımcı olur (Marmaralı, 2007).

Hava geçirgenliği ile ilgili terimler:

Hava geçirgenliği: 1 cm² lik kumaştan bir dakikada 1 cm su basıncı altında geçen hava hacminin cm³ cinsinden değeri.

Hava direnci: 1 cm³ lük havanın 1 cm² lik kumaştan 1 cm lik su basıncı altında geçiş süresinin dakika cinsinden değeri.

Kumaş gözenekliliği: Tüm kumaş içindeki hava boşluğunun yüzdesel değeri olarak tanımlanmaktadır (Araújo, 2005).

3. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Giysi konforu günümüzde önemli bir parametre haline gelmiş olduğundan, bu konu ile ilgili araştırmalar da yoğun bir şekilde yapılmaktadır. Özellikle termofizyolojik konfor ile ilgili yapılan çalışmalardan bahsedilecektir.

Greyson, çevredeki hava hareketinin ısı dirence etkisini incelemiştir. Bu inceleme sonucunda, hava hareketinin, giysi dışındaki durgun hava tabakasını etkilediğini, kumaşın hava geçirgenliğine de bağlı olarak, gözeneklerden girdiğini ve aradaki hava tabakasını etkilediğini tespit etmiştir. Çevre hareketi rüzgar ile olabildiği gibi giyenin hareketi ile de olabilmektedir. Hava hareketi ile giysiye basınç uygulandığını, azalan giysi kalınlığı ve kumaş içindeki hava miktarı sebebi ile de kumaşın ısı direncinin düştüğünü belirtmiştir (Greyson, 1983).

Frydrych ve Dziworska' nın (2002) yapmış oldukları çalışmada, pamuk ve tencel ipliklerden dokunmuş kumaşların ısı iletkenlik, soğurganlık, ısı direnç ve diğer ısı izolasyon özellikleri karşılaştırılmıştır. Yapılan deneysel çalışmada, bezayağı, rips 2/2 ve dimi 1/5 yapılarında kumaşlar 20 tex inceliğinde aynı miktarda büküme sahip % 100 pamuk ve % 100 tencel ipliklerden, atkı ve çözgü sıklıkları 32 tel/cm olarak üretilerek, dokuma tipinin ısı özelliklere etkisi de incelenmiştir.

Yazlık giysi kullanımı için üretildiği varsayılan bu kumaşların ısı özelliklerinin karşılaştırma sonuçları aşağıdaki gibi belirlenmiştir.

- Pamuklu kumaşların ısı iletkenlik değerleri tencel kumaşlarınkinden daha yüksek olmaktadır.
- Bezayağı doku yapısı ile dokunmuş kumaşların ısı iletkenlik değerleri diğer iki tip dokuya göre daha yüksektir.
- Tencel kumaşların ısı difüzyon değerleri pamuklu kumaşlardan daha yüksektir.
- Isıl soğurgenlik değerlerinin karşılaştırılmasında, tencel kumaşların değerlerinin daha düşük olduğu belirlenmiştir. Bu da tencel kumaşların, temas edildiğinde pamuklu kumaşlardan daha sıcak algılandığını göstermektedir.
- Doku tipleri karşılaştırıldığında bezayağı kumaşların ısı soğurgenlik değerinin en yüksek, dimi kumaşların ise en düşük olduğu belirlenmiştir.
- Tencel kumaşların hava geçirgenlikleri pamuklu kumaşlardan daha yüksek olmaktadır.
- Rips ve dimi kumaşlar ile bezayağı kumaşların kalınlık farkı istatistiksel olarak önemsizdir. Kalınlık artışı ile ısı izolasyon değeri artmaktadır.

Frydrych ve Dziworska alışma sonuçlarını bu Şekilde belirttikten sonra, hammadde seçiminin subjektif olduğunu, kullanıcı için hangi özelliğin daha önemli olduğunun bu seçimi etkilediğini bildirmişlerdir.

Schacher ve arkadaşlarının (2000) yaptığı bir başka çalışmada ise, düşük basınç altında hava içerikleri, yüksek basınç altında kalınlıkları benzer olan ve biri konvansiyonel poliester, diğeri mikrolif poliester iplikten dokunmuş iki bezayağı kumaşın ısı özellikleri karşılaştırılmıştır.

Çizelge 3.1 Kullanılan kumaşların özellikleri (Schacher, 2000)

Materyal	mikrofibre PES	konvansiyonel PES
çözgü	0,7 dtex (filament)	2,5dtex (filament)
atki	1 dtex (filament)	4 dtex (filament)
desen	bezayağı	bezayağı
çözgü sıklığı	43 iplik/cm	29 iplik/cm
atki sıklığı	36 iplik/cm	23 iplik/cm
kalınlık	0,62 mm(0,5 gf/cm ²)	0,45 mm(0,5 gf/cm ²)
	0,25 mm (50 gf/cm ²)	0,26 mm (50 gf/cm ²)
sıkıştırılabilirlik(%)	61	43
hava içeriği(%)	89,7 (0,5 gf/cm ²)	88,4 (0,5 gf/cm ²)
	74,5 (gf/cm ²)	79,3 (gf/cm ²)
gramaj	88 g/m ²	72 g/m ²

Yapılan testler sonucunda mikrolif poliester ipliklerden dokunmuş kumaşların ısı iletkenlik özelliklerinin düşük, ısı ızoasyon özelliklerinin yüksek olduğu belirlenmiştir. Bunun yanında, mikrolif poliester kumaşların, konvansiyonel poliester kumaşlara oranla daha sıcak hissedildiği saptanmıştır.

Yehia El Mogahzy'nin (2002) yapmış olduğu deneysel bir çalışmada spor giysilerin dikey yönde sıvı iletimleri araştırılmıştır. Spor giysilerin, özellikle sıcak ve nemli ortamlarda aktivite halindeyken, dikey yöndeki sıvı iletim hızları, konfor açısından önemli olmaktadır.

Yapılan deneysel çalışmada, poliester, pamuk ve asetat ipliklerden bezayağı ve saten olarak dokunmuş toplam sekiz kumaş karşılaştırılmıştır. Aşağıdaki Çizelge 3.2'de kullanılan dokuma kumaşların özellikleri verilmektedir.

Çizelge 3.2 Dokuma kumaş numunelerinin karakteristikleri

Kod	Karışım	Desen	Çözümlü İpliği Bükümü (T/m)	Atkı İpliği Bükümü (T/m)	Çözümlü İpliği Numarası (Ne)	Atkı İpliği Numarası (Ne)
1	%100 Pamuk	Bezayağı	1673.2	1838.6	34.8	34.1
2	%100 Pamuk	Saten (5)	1909.5	1897.6	44.9	43.5
3	%100 Poliester	Bezayağı	filament	filament	47.2	30.1
4	%100 Poliester	Bezayağı	filament	filament	53.1	31.2
5	%100 Poliester Elbiselik-Bluzluk	Bezayağı	filament	filament	45.7	28.8
6	%65 PES-%35 Penye Pamuk	Bezayağı	1893.5	1921.3	47.0	42.4
7		Bezayağı	1834.6	1862.2	45.4	42.2
8	%100 Asetat Elbiselik-Bluzluk	Saten (5)	filament	filament	78.7	35.5

Sonuçta çözgü yönündeki sıvı iletiminin, atkı yönüne kıyasla daha hızlı olduğu belirlenmiştir. Sonuçlarda karşımıza çıkan farklı değerler ipliklerdeki hammadde ve yapı farklılığı ile kumaşlardaki yapı farklılığından kaynaklanmaktadır. Genel olarak atkı ve çözgü yönündeki sıvı iletim farklılığının % 17- %19 arasında değiştiği belirtilmektedir.

Kumaş yapılarına göre sıvı iletim hızları karşılaştırıldığında, en hızlı sıvı iletiminin % 100 poliester bezayağı kumaşlarda olduğu, ikinci sırada % 100 pamuklu saten kumaşların bulunduğu, daha sonra bezayağı pamuklu, pamuk poliester karışımı kumaşlar, saten kumaşlar ve bezayağı asetat kumaşlar yönünde azaldığı belirtilmiştir.

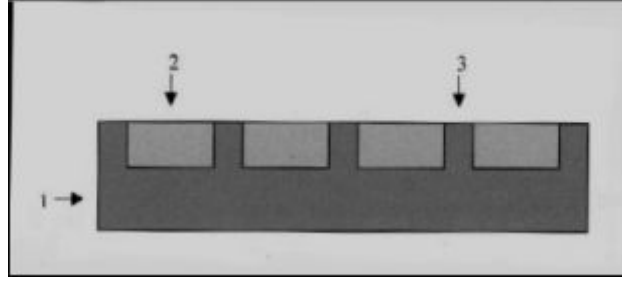
Hes (1999) yaptığı bir çalışmada, yazlık gömlelerde pamuk, poliester karışım oranının termofizyolojik konfor özelliklerine etkisini incelemiştir. Yapılan deneysel çalışmada Permetest (Sensora) cihazı, gömleklerin su buharı geçirgenliklerini belirlemede kullanılmıştır. Yazlık

gömlük kumaşlarda konforu etkileyen bir diğer parametre ise nem emme kapasitesidir. Nem emme, su veya terle kumaş hacminin toplam doyma durumundaki spesifik nem tutma özelliğidir ve kumaşın gramajı ile ilgilidir. Giysi konforunda dinamik yüzey ıslanma özelliği önemlidir.

Hes'e göre, poliester/pamuk karışımı gömlükler sıcak günlerde konforlu değildirler, terlemeyle birlikte vücuda yapışırlar. Bunun sonucunda giysi soğuk hissi yaratmakta ve giyen kişinin konforsuzluk hissetmesine neden olmaktadır. Temas süresiyle ısı, ince ara tabakadan kontakt yöntemiyle iletilir.

- Yüzeysel ıslanan % 100 pamuklu kumaş, pamuk/PES karışımı kumaşa göre daha ılık-konforlu olmaktadır.
- PES oranı arttıkça kumaşa kolay şekil verilmesi, kolay bakımı gibi özellikler olumlu yönde gelişirken, nem emiciliği ise oldukça azalmaktadır.

Hes ve arkadaşları (2002), nem ve ısı transferini kontrol etmek için, çift katlı fonksiyonel bir yapı geliştirmişlerdir. Bu yapıda, cilt ile temas ederek nem transferini sağlayacak birinci katman hidrofob karakterli polipropilen lifi, ikinci katman ise nem emme yeteneği yüksek pamuk lifi kullanılmıştır. Ayrıca ikinci katmanda kullanılan pamuk lifinden oluşan emme kanalları eklenmiştir. Oluşturulan yapının şematik görünümü Şekil 3.1'de gösterilmektedir.



Şekil 3.1 Emme kanallarının şematik görünümü

1. Emici tabaka 2. Ayırıcı katman 3. Emme kanalları

Çalışmanın sonucunda, en uygun polipropilen oranının %25 olduğu ve termofizyolojik konfor özellikleri açısından optimum emme kanalı sayısının 18 kanal/cm² olduğu belirlenmiştir.

Frydrych ve arkadaşları (2003) tarafından, 12 farklı tip dokuma kumaşın ısı özellikleri incelenmiştir. Bu çalışmanın sonucunda atkı sıklığı yüksek olan kumaşın ısı iletkenlik değerinin daha yüksek olduğu, yine atkı sıklığı arttığında ısı difüzyonunun azaldığı ve ısı direncin arttığı belirlenmiştir.

4. MATERYAL VE YÖNTEM

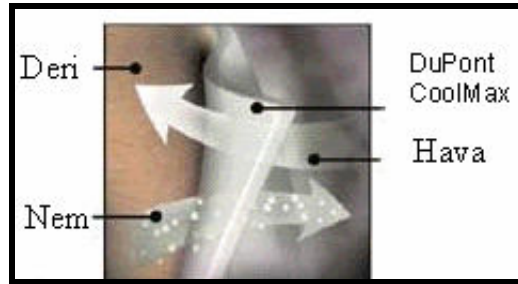
4.1 Materyal

4.1.1 Kullanılan iplikler

İlk grup lifler dairesel kesitli (konvansiyonel) poliester, mikrolif poliester ve enine kesiti altı kanallı poliester olarak belirlenmiştir.

İkinci grup lifler ise, doğal liflerin konfor özelliklerini incelemek, rejenere selüloz lifleri ile pamuk liflerinin konfor özelliklerini karşılaştırmak ve selülozik lifler ile konvansiyonel ve modifiye poliester lifleri karşılaştırmak için pamuk, tencel ve viskon olarak seçilmiştir.

Seçilen kanallı poliester lifi Dupont firmasının konfor özelliklerini geliştirmek amacıyla kumaşlarda kullandığı liftir. Kanallı lif yapısı sayesinde, nem iletim özelliğinin yüksek olduğu belirtildiğinden bu lif seçilmiştir. Şekil 4.1'de kanallı poliester lifi sayesinde nemin uzaklaştırılması gösterilmektedir.



Şekil 4.1 Kanallı poliester lifinin nemi vücuttan uzaklaştırma şekli

Kanallı lif yapısı ile lifler arası gözeneklilik artırıldığı için bu kumaşların nefes alabilirlik özelliklerinin iyi olduğu belirtilmektedir

(www.fabriclink.com/Coldweather/Coolmax/Home.html). Seçilen altı kanallı poliester lifinin enine kesiti Şekil 4.2'de görülmektedir (www.vavrycs.cz/procool/images/img_vlakno.jpg).



Şekil 4.2 Altı kanallı poliester lifi

Mikrolifler literatürde 1 deniyeden daha ince lifler olarak tanımlanmaktadır. Bu liflerden elde edilen kumaşların dökümlülüklerinin ve hava geçirgenliklerinin konvansiyonel liflerden elde edilen kumaşlara nazaran daha iyi olduğu, bunun yanında yüzey alanı arttırıldığı için kapilaritelerin daha yüksek olduğu belirtilmektedir.

Viskonun hammaddesi kayın ağacıdır; aynı pamuk gibi selülozdan oluşur. Viskon üretimi sürecinde akışkan hale gelen selülozun yapısında, hemen hemen hiç kimyasal değişiklik olmamaktadır. Filament olarak sertleştikten sonra yine selüloz olarak kalmaktadır. Viskonun nem alma özelliği, pamuktan daha yüksektir. Normal koşullarda %11-14 oranında rutubet toplamakta, şişme özelliği yüksek olduğundan %80-120'ye kadar su emebilmektedir. Kuru mukavemeti pamuktan düşük, yağ mukavemeti ise çok düşük bir orandadır. Yağ mukavemeti kuruya oranla %40-70 düşmekte, uzaması %15-30 ile pamuğa göre iki kat daha yüksek olmaktadır.

Rejenere selülozik esaslı bir elyaf türü olan tencel, yoğun mekanik işlemlere karşı yüksek bir dayanıma sahiptir. Yağ mukavemeti yüksektir.

Doğal olması nedeniyle nefes alabilir özelliğe sahip olduğu, nemi çok iyi transfer ettiği ve vücudun terlemesi durumunda rahatsızlık hissi vermediği belirtilmektedir. Bunun yanında emiciliği de yüksek olduğu belirtilen Tencel lifinden elde edilen kumaşların tutumları da yumuşak ve esnek olmaktadır (www.karsu.com.tr/tr/index.asp#).

Seçilen pamuk, tencel ve viskon ipliklerin numaraları Ne 36/1, konvansiyonel poliester, altı kanallı poliester ve mikro poliester ipliklerin 167 dtex'tir. Bu iplik numaralarının tercih edilmesinin nedeni, piyasada bulunabilen birbirine en yakın doğal ve sentetik iplik incelik değeri olmasından ve gömleklik konstrüksiyona uygunluğu nedeniyledir.

Çizelge 4.1'de kullanılan pamuk, viskon ve tencel ipliklerin, Çizelge 4.2'de kullanılan sentetik ipliklerin özellikleri verilmektedir.

Çizelge 4.1 Kullanılan pamuk, viskon ve tencel ipliklerin özellikleri

	İplik No (Ne)	Büküm (α_e)
Pamuk	36/1	3,7
Tencel	36/1	3,7
Viskon	36/1	3,7

Çizelge 4.2 Kullanılan sentetik iplikleri özellikleri

	İplik No(dtex)	Filament Sayısı	Punto (Adet/mt)
Dairesel Kesitli Poliester	167	48	110
Altı Kanallı Poliester	167	48	105
Mikro Poliester	167	288	96

4.1.2 Kullanılan makineler

Pamuk, tencel ve viskon iplikler bobin haşıl makinesinde modifiye polivinilalkol ile haşlandıktan sonra, numune çözgü makinesinde çözgü hazırlanmıştır. Kumaşlar Sulzer- Ruti mekikçikli dokuma makinesinde dokunmuştur.

Dairesel kesitli altı kanallı ve mikro poliester ipliklerin çözgüsü Benninger Bentronic konik çözgü makinesinde çekilmiş, çözgü halinde Rotal haşıl makinesinde polivinilalkol ile haşılanmıştır. Kumaşlar Somet-Excel esnek kancalı armürlü dokuma makinesinde dokunmuştur.

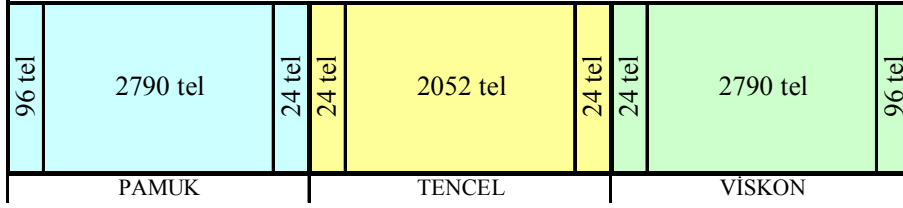
Sentetik kumaşlar haşıl maddesinin uzaklaştırılması için, 1gr/l noniyonik yıkama maddesiyle 60°C'de, 30dk yıkanmış ve ardından durulanmıştır. Pamuk, viskon ve tencel kumaşlara ise 3g/l yıkama maddesi emdirildikten sonra 2 saat bekletme yapılmış ve sonrasında durulanmıştır. Tüm kumaşlara yıkama sonrası ramözde termofiksaj (180°C'de) ve avanslı kurutma yapılmıştır.

4.2 Yöntem

Üretilen pamuk, tencel, viskon, dairesel kesitli poliester, altı kanallı poliester ve mikro poliester kumaşların ısı konfor, bağıl su buharı geçirgenliği, hava geçirgenliği ve dikey yönde su iletimi özellikleri ölçülmüş, elde edilen bulgular SPSS 10.0 yazılımı kullanılarak $\alpha=0,05$ (%95 güven aralığında) tek değişken ve bağımsız t-testi uygulanarak değerlendirilmiştir.

4.2.1 Üretilen Kumaşlar

Tez kapsamında kullanılan ipliklerden, biri pamuk tencel ve viskon ipliklerden, diğeri de dairesel kesitli, altı kanallı ve mikro poliester ipliklerden oluşan iki adet çözgü levendi hazırlanmıştır. Şekil 4.3 ve 4.4'de çözgü leventlerine yerleşimi gösterilmektedir.

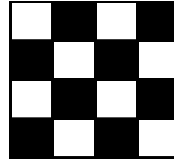


Şekil 4.3 Doğal ve rejenere selüloz ipliklerin çözgü levendine yerleşimi

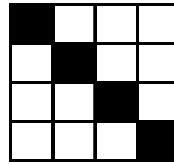


Şekil 4.4 Sentetik ipliklerin çözgü levendine yerleşimi

Kumaşlar iki farklı doku tipinde üretilmiştir. Seçilen doku tipleri bezayağı ve Dimi 1/3 olup doku raporları Şekil 4.5 ve 4.6'da gösterilmektedir.



Şekil 4.5 Bezayağı doku raporu



Şekil 4.6 Dimi 1/3 doku raporu

Bezayağı ve dimi kumaşlar üç farklı atkı sıklığında dokunmuştur. Seçilen atkı sıklıkları Çizelge 4.3'te gösterilmektedir.

Çizelge 4.3 Doku tipine göre atkı sıklıkları

Doku Tipi	Atkı Sıklığı 1(tel/cm)	Atkı Sıklığı 2(tel/cm)	Atkı Sıklığı 3(tel/cm)
Bezayağı	19	23	27
Dimi 1/3	23	27	31

Çözü sıklıkları makine üzerinde 48 tel/cm olarak seçilmiştir. Kumaşların üretim planları Çizelge 4.4 ve 4.5’de gösterilmektedir.

Çizelge 4. 4 Doğal ve rejenere selüloz ipliklerin kumaş üretim planı

Doku	Atkı Sıklığı (tel/cm)	Çözü Materyali	Atkı Materyali
Bezayağı	19	Pamuk	Pamuk
Bezayağı	23	Pamuk	Tencel
Bezayağı	27	Pamuk	Viskon
Bezayağı	19	Tencel	Pamuk
Bezayağı	23	Tencel	Tencel
Bezayağı	27	Tencel	Viskon
Bezayağı	19	Viskon	Pamuk
Bezayağı	23	Viskon	Tencel
Bezayağı	27	Viskon	Viskon
Dimi 1/3	23	Pamuk	Pamuk
Dimi 1/3	27	Pamuk	Tencel
Dimi 1/3	31	Pamuk	Viskon
Dimi 1/3	23	Tencel	Pamuk
Dimi 1/3	27	Tencel	Tencel
Dimi 1/3	31	Tencel	Viskon
Dimi 1/3	23	Viskon	Pamuk
Dimi 1/3	27	Viskon	Tencel
Dimi 1/3	31	Viskon	Viskon

Çizelge 4.5 Sentetik ipliklerin kumaş üretim planı

Doku	Atkı Sıklığı (tel/cm)	Çözü Materyali	Atkı Materyali
Bezayağı	19	Dairesel Kesitli Poliester	Dairesel Kesitli Poliester
Bezayağı	23	Dairesel Kesitli Poliester	Altı Kanallı Poliester
Bezayağı	27	Dairesel Kesitli Poliester	Mikro Poliester
Bezayağı	19	Altı Kanallı Poliester	Dairesel Kesitli Poliester
Bezayağı	23	Altı Kanallı Poliester	Altı Kanallı Poliester
Bezayağı	27	Altı Kanallı Poliester	Mikro Poliester
Bezayağı	19	Mikro Poliester	Dairesel Kesitli Poliester
Bezayağı	23	Mikro Poliester	Altı Kanallı Poliester
Bezayağı	27	Mikro Poliester	Mikro Poliester
Dimi 1/3	23	Dairesel Kesitli Poliester	Dairesel Kesitli Poliester
Dimi 1/3	27	Dairesel Kesitli Poliester	Altı Kanallı Poliester
Dimi 1/3	31	Dairesel Kesitli Poliester	Mikro Poliester
Dimi 1/3	23	Altı Kanallı Poliester	Dairesel Kesitli Poliester
Dimi 1/3	27	Altı Kanallı Poliester	Altı Kanallı Poliester
Dimi 1/3	31	Altı Kanallı Poliester	Mikro Poliester
Dimi 1/3	23	Mikro Poliester	Dairesel Kesitli Poliester
Dimi 1/3	27	Mikro Poliester	Altı Kanallı Poliester
Dimi 1/3	31	Mikro Poliester	Mikro Poliester

Üretilen kumaşların atkı ve çözgü materyalleri birbiri ile aynı olan bölümleri tez çalışmasında kullanılmıştır. Çizelge 4.6'da, tez çalışmasında kullanılan kumaşlar kodları ile birlikte verilmiştir.

Çizelge 4.6 Tez çalışmasında kullanılan kumaşlar

Kod	Doku	Atkı Sıklığı (tel/cm)	Atkı Materyali	Çözümlü Materyali
PB19	Bezayağı	19	Pamuk	Pamuk
TB19	Bezayağı	19	Tencel	Tencel
VB19	Bezayağı	19	Viskon	Viskon
PB23	Bezayağı	23	Pamuk	Pamuk
TB23	Bezayağı	23	Tencel	Tencel
VB23	Bezayağı	23	Viskon	Viskon
PB27	Bezayağı	27	Pamuk	Pamuk
TB27	Bezayağı	27	Tencel	Tencel
VB27	Bezayağı	27	Viskon	Viskon
PD23	Dimi 1/3	23	Pamuk	Pamuk
TD23	Dimi 1/3	23	Tencel	Tencel
VD23	Dimi 1/3	23	Viskon	Viskon
PD27	Dimi 1/3	27	Pamuk	Pamuk
TD27	Dimi 1/3	27	Tencel	Tencel
VD27	Dimi 1/3	27	Viskon	Viskon
PD31	Dimi 1/3	31	Pamuk	Pamuk
TD31	Dimi 1/3	31	Tencel	Tencel
VD31	Dimi 1/3	31	Viskon	Viskon
DKB19	Bezayağı	19	Dairesel Kesitli Poliester	Dairesel Kesitli Poliester
HXB19	Bezayağı	19	Altı Kanallı Poliester	Altı Kanallı Poliester
MCB19	Bezayağı	19	Mikro Poliester	Mikro Poliester
DKB23	Bezayağı	23	Dairesel Kesitli Poliester	Dairesel Kesitli Poliester
HXB23	Bezayağı	23	Altı Kanallı Poliester	Altı Kanallı Poliester
MCB23	Bezayağı	23	Mikro Poliester	Mikro Poliester
DKB27	Bezayağı	27	Dairesel Kesitli Poliester	Dairesel Kesitli Poliester
HXB27	Bezayağı	27	Altı Kanallı Poliester	Altı Kanallı Poliester
MCB27	Bezayağı	27	Mikro Poliester	Mikro Poliester
DKD23	Dimi 1/3	23	Dairesel Kesitli Poliester	Dairesel Kesitli Poliester
HXD23	Dimi 1/3	23	Altı Kanallı Poliester	Altı Kanallı Poliester
MCD23	Dimi 1/3	23	Mikro Poliester	Mikro Poliester
DKD27	Dimi 1/3	27	Dairesel Kesitli Poliester	Dairesel Kesitli Poliester
HXD27	Dimi 1/3	27	Altı Kanallı Poliester	Altı Kanallı Poliester
MCD27	Dimi 1/3	27	Mikro Poliester	Mikro Poliester
DKD31	Dimi 1/3	31	Dairesel Kesitli Poliester	Dairesel Kesitli Poliester
HXD31	Dimi 1/3	31	Altı Kanallı Poliester	Altı Kanallı Poliester
MCD31	Dimi 1/3	31	Mikro Poliester	Mikro Poliester

4.2.2 Yapılan testler

4.2.2.1 Hava geçirgenliği testi

Üretilen kumaşların hava geçirgenlik testleri, FX 3300 Air Permeability Tester III'de DIN 53887'ye göre yapılmıştır. Bu cihazda kumaş 20 cm²'lik test kafasının altına yerleştirilmekte ve test kafası kumaşın üzerine bastırılarak kompresörden gelen havanın kumaşın içinden

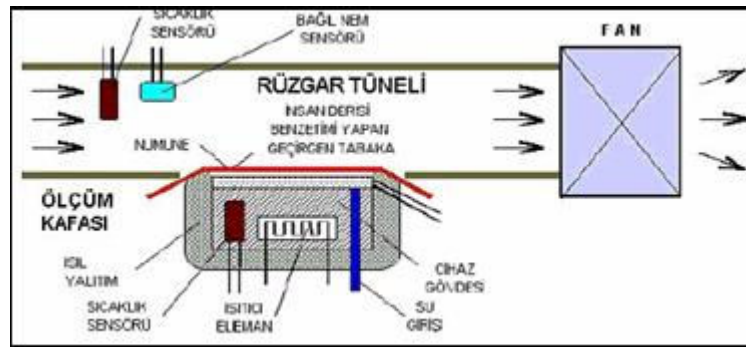
geçmesi sağlanmaktadır. Kumaşa uygun hava basıncı cihaz üzerindeki skaladan ayarlanmakta, test sonuçları $l/m^2/sn$ cinsinden alınmaktadır (Air Permeability Tester FX 3300 Labotester III kataloğu).



Şekil 4.7 Air Permeability Tester FX 3300

4.2.2.2 Bağıl su buharı geçirgenliği testi

Üretilen kumaşların bağıl su buharı geçirgenliği testleri PERMETEST cihazında yapılmıştır. Bu cihazda insan teni kuru ve yaş olarak simule edilmekte, su buharı direnci ölçülmektedir. Ölçüm sonuçları ISO 11092'de tanımlanan birimlerle açıklanmaktadır.



Şekil 4.8 PERMETEST cihazının ölçüm mekanizması (Dolezal ve Hes, 2003)

PERMETEST cihazının ölçüm mekanizması Şekil 4.8'de verilmektedir. Burada öncelikle numunesiz bir ölçüm yapılarak ortamın ısı akış değeri (q_0) kaydedilir. Daha sonra gözenekli yüzey nemlendirilir ve bir rüzgâr kanalında ayarlanabilir hızda paralel olarak hava akışına maruz bırakılır. Test edilen numune yaklaşık 80 mm çapındaki ıslatılmış alan üzerine yerleştirilir. Aktif yüzeyden dışarı çıkan buharlaşma ısısı cihaz üzerindeki özel bir sistemle ölçülür ve numune ile kaplanan ıslak ölçüm kafasının ısı kaybı miktarını gösteren q_s seviyesi kaydedilir.

4.2.2.4 Isıl konfor testi

Kumaşların ısı özelliklerini ölçmekte kullanılan ALAMBETA cihazı, bilgisayar kontrollü olarak tüm istatistiksel değerleri hesaplamaktadır. Alambeta cihazından elde edilen değerler şunlardır:

Isıl iletkenlik (λ) (W/mK)

Isıl direnç (R) ($m^2.K/ W$)

Isıl soğurganlık (b) ($Ws^{1/2} / m^2K$)

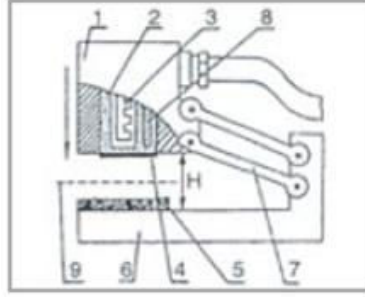
Isıl yayılım (a) (m^2 /s)

Kalınlık (h) (mm)

Isı akışı (q) (W/m^2)

Şekil 4.9'da yapısı gösterilen ALAMBETA cihazında gerçek kullanım şartları oluşturulmuş ve bu nedenle cihazın kafa sıcaklığı, cilt sıcaklığı olan 32 °C, kumaş sıcaklığı ise oda sıcaklığı olarak kabul edilen 22 °C olarak alınmıştır. Cihaz ölçüm kafası (1), bakır bir blok içerir (2) ve elektrikli ısıtıcı (3) ile ısıtılır. Sıcaklık bir regülatöre bağlı termometre (8) ile kontrol edilmektedir. Isıtılan alt blok ısı akış sensörü (4) ile

donatılmıştır. Sensör çok ince metal plaka yüzeyleri arasındaki ısı düşmelerini ölçer.



Şekil 4.9 ALAMBETA cihazının yapısı 1: ölçüm kafası, 2: bakır blok, 3: elektrikli ısıtıcı, 4: ısı iletim sensörü, 5: ölçüm numunesi, 6: aletin gövdesi, 7: ölçüm kafasını kaldırma mekanizması, 8: direnç termometresi, 9: teri simüle eden ıslatılmış tekstil ara yüzeyi (Güneşoğlu ve Meriç, 2005)

Başka bir termometre ile temas halindeki bu sensör 0,2 mm kalınlığındadır ve 0,2 saniyede maksimum ısı akışına ulaşır. Böylece yaklaşık 0,5 mm kalınlığında, 0,1- 0,3 saniyede ısının temas edilen cisme doğru maksimum akışın olduğu insan derisi temsil edilmiş olur. Ölçümden önce ölçüm kafası numune (5) tarafından kaplanan ana plakadan (6) H yüksekliğinde tutulur. (7) numaralı mekanizma, ölçüm kafasının düzgün hareketini sağlar. Kafanın kumaşa uyguladığı basınç 100- 1000 Pa arasında değişecek şekilde ayarlanabilir ve bu değer sonuçları oldukça etkiler.

Ölçüm, kafanın numune üzerine yerleştirilmesi ile başlar. Isı numuneye doğru akmaya başlar, sonra numunenin yüzey sıcaklığı değişir ve cihaz bilgisayarı ısı akışını kaydeder. Bu işlem parmağın kumaş üzerine basmasına benzer. Aynı zamanda numune kalınlığı da ölçülür (Güneşoğlu ve Meriç, 2005).

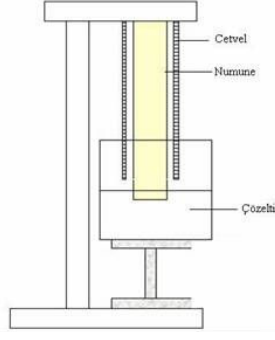
Isıl soğurganlık seviyesinin sadece gerçek duruma karşılık gelen temas basıncından etkilendiği belirlenmiştir. Ölçüm işleminin ardından, tüm veriler bilgisayarda bu amaçla hazırlanmış bir programa verilmektedir. Bu program, kısa sıcaklık değişimleri üzerine bir matematik model karakterize eder.



Şekil 4.10 Alambeta test cihazı

4.2.2.5 Dikey yönde su iletimi testi

Hidrofillik derecesi ölçümü DIN 53924'e göre yapılmıştır. Hidrofilliğin değerlendirilmesinde kullanılan yöntemde; kumaşların kapilaritesi esas alınmıştır. Kumaşların atkı ve çözgü yönlerinden 25cm x 3cm boyutlarında numune alınmış, bu numuneler, % 1'lik potasyumbikromat çözeltisine 1 cm batırılmış ve 30, 60 ve 90 sn sonunda suyun çözgü boyunca aldığı yol ölçülmüştür. Bu deneyin yapılmasında kullanılan düzenek Şekil 4.11'de gösterilmektedir.



Şekil 4.11 Su iletimini ölçmek için kullanılan düzenek

5. BULGULAR

Tez kapsamında üretilen kumaşlardan, atkı ve çözgüsü aynı materyalden olanlar seçilmiştir. Deneyler planlanırken, kumaşların aynı şartlarda üretilebilmesi amaçlanmıştır. Ancak kumaşların, gördüğü terbiye işlemleri ve lif-iplik özelliklerinden kaynaklanan büzülme (çekme) miktarları, gramajlarını değiştirebilmektedir. Çizelge 5.1’de planlanan mekanik (makine üzerinde ayarlanan, iplik büzölmeleri meydana gelmeden) sıklıklara göre kumaşların teorik gramaj değerleri, Çizelge 5.2’de ise tüm işlemler sonrası gramajları görölmektedir.

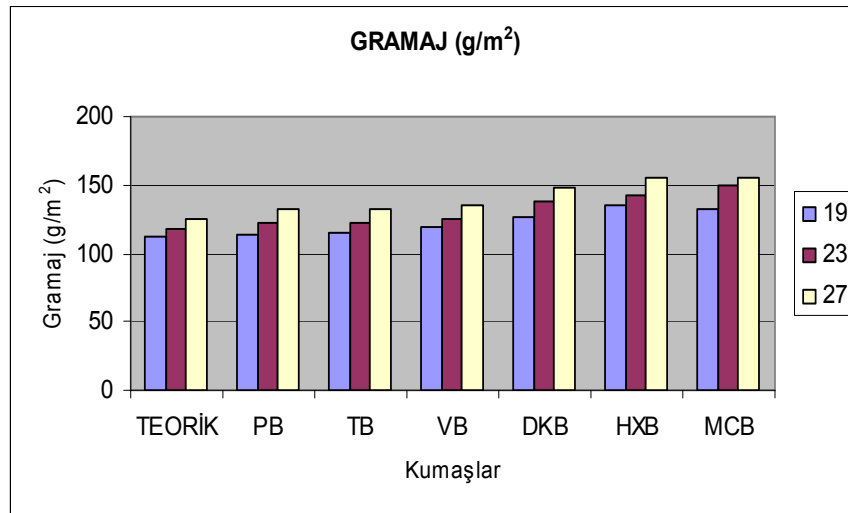
Çizelge5.1 Teorik kumaş gramaj değerleri

Atkı sıklığı (tel/cm)	Teorik Gramaj (g/m ²)
19	111,7
23	118,3
27	125
31	131,7

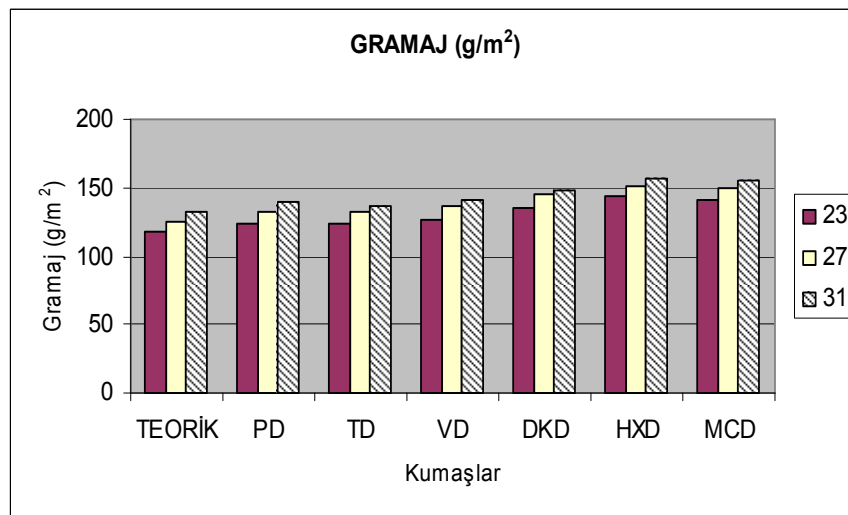
Çizelge 5.2 Kullanılan kumaşların tüm işlemler sonrası gramaj değerleri

Kumaş Kodu	Gramaj (g/m ²)	Kumaş Kodu	Gramaj (g/m ²)
19PB	114	23PD	124
19TB	115	23TD	124
19VB	119	23VD	127
19DKB	126	23DKD	135
19HXB	135	23HXD	144
19MCB	132	23MCD	141
23PB	122	27PD	133
23TB	122	27TD	132
23VB	125	27VD	136
23DKB	138	27DKD	145
23HXB	143	27HXD	151
23MCB	150	27MCD	150
27PB	132	31PD	139
27TB	132	31TD	137
27VB	135	31VD	141
27DKB	148	31DKD	148
27HXB	155	31HXD	157
27MCB	155	31MCD	155

Gramajların grafik görünömleri ise Şekil 5.1 ve Şekil 5.2’de gösterilmektedir.



Şekil 5.1 Bezayağı kumaşların gramajları



Şekil 5.2 Dimi kumaşların gramajları

Yapılan işlemler sonrasında sentetik kumaşlar, selüloz esaslı kumaşlardan daha fazla çekmiştir. Sentetik kumaşlar kendi aralarında değerlendirildiklerinde altı kanallı poliester ve mikro poliester kumaşların gramaj değerlerinin birbirine eşit veya çok yakın olduğu, bu kumaşların gramajlarının dairesel kesitli poliester kumaşlardan daha yüksek olduğu görülmektedir. Selüloz esaslı kumaşlar kendi aralarında

değerlendirildiklerinde ise, viskon kumaşların tencel ve pamuklu kumaşlardan daha yüksek gramaja sahip oldukları , tencel ve pamuklu kumaşların ise gramaj değerlerinin birbirine eşit veya çok yakın olduğu görülebilir.

Tez çalışmasında kullanılan liflerin yoğunlukları Çizelge 5.3'te gösterilmektedir. Kumaşların lif yoğunluk değerleri, gramajları ve kalınlıkları kullanılarak hesaplanan % gözeneklilik değerleri Çizelge 5.4'te verilmektedir.

$$P = (1 - m / \rho.t) \times 100$$

Burada; P= gözeneklilik (%)

m= kumaş gramajı (g/cm²)

ρ = lif yoğunluğu (g/cm³)

t=kumaş kalınlığı (cm) dir.

(www.ectc.org/TermandIndex.asp)

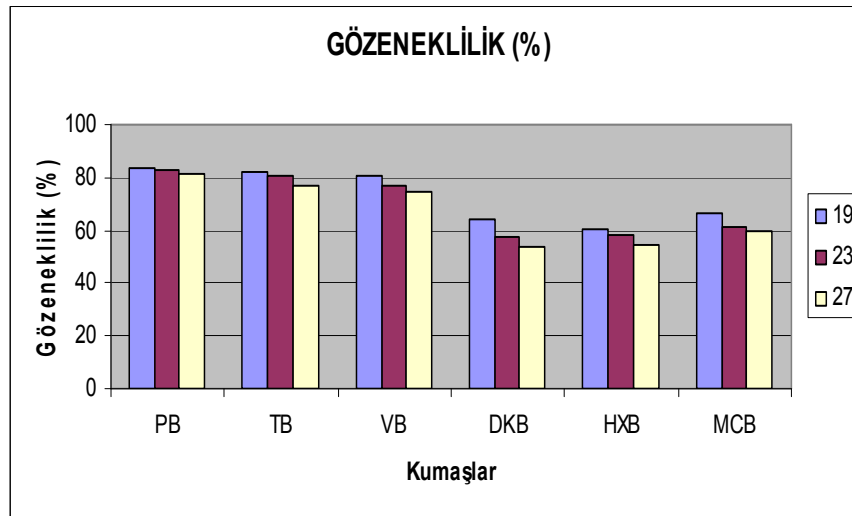
Çizelge 5.3 Kullanılan liflerin yoğunlukları

Lif	Lif Yoğunluğu (g/cm ³)
Pamuk	1,55
Tencel	1,5
Viskon	1,52
Dairesel Kesitli Poliester	1,38
Altı Kanallı Poliester	1,38
Mikro Poliester	1,38

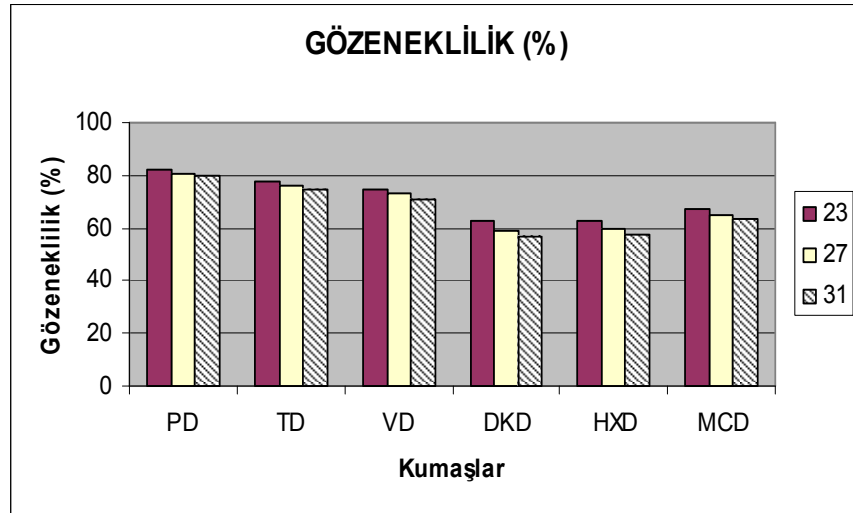
Çizelge 5.4 Kumaş gözeneklilikleri (%)

Kumaş Kodu	Gözeneklilik (%)	Kumaş Kodu	Gözeneklilik (%)
19PB	83,92	23PD	81,92
19TB	82,27	23TD	77,51
19VB	80,91	23VD	74,87
19DKB	64,54	23DKD	62,37
19HXB	60,67	23HXD	62,40
19MCB	66,73	23MCD	67,04
23PB	82,70	27PD	80,61
23TB	80,52	27TD	75,89
23VB	76,67	27VD	72,89
23DKB	57,22	27DKD	58,80
23HXB	58,55	27HXD	59,47
23MCB	61,18	27MCD	64,65
27PB	81,28	31PD	79,62
27TB	76,80	31TD	74,80
27VB	74,44	31VD	70,78
27DKB	53,52	31DKD	56,67
27HXB	54,62	31HXD	57,47
27MCB	59,89	31MCD	63,47

Şekil 5.3 ve 5.4'te bezayağı ve dimi kumaşların gözeneklilikleri gösterilmektedir.



Şekil 5.3 Bezayağı kumaşların gözeneklilikleri



Şekil 5.4 Dimi kumaşların gözeneklilikleri

Sentetik kumaşların gramajları selüloz esaslı kumaşlara göre daha yüksek, lif yoğunlukları ve kalınlık değerleri de daha düşük çıktığı için selüloz esaslı kumaşların gözeneklilikleri sentetik kumaşlara göre daha yüksek olmaktadır.

Bu kumaşların ısı konfor, su buharı geçirgenliği, hava geçirgenliği ve dikey yönde su iletimi testleri yapılmıştır. Bulgular Çizelge 5.5- 5.11 ve Şekil 5.5- 5.22’de görülmektedir.

5.1 Isıl Konfor Testi Bulguları

Isıl konfor ölçümleri ALAMBETA cihazında yapılmış, kumaşların ısıl iletkenlik, ısıl direnç, ısıl soğurganlık ve kalınlık değerleri ölçülmüştür. Tez çalışması için üretilen kumaşların kalınlıkları cihazın ölçüm aralığı dışında olduğundan, ölçümler ve karşılaştırmalar dört katlı kumaş üzerinden yapılmıştır. Çizelge 5.5’te bezayağı kumaşların, Çizelge 5.6’da dimi kumaşların ısıl konfor testi sonuçları gösterilmektedir.

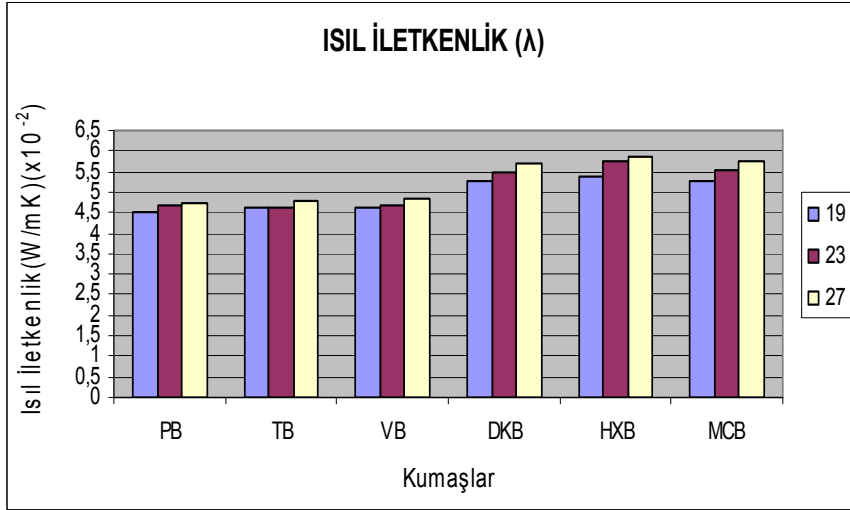
Çizelge 5.5 Bezayağı kumaşların ısı konfor testi sonuçları

Kumaş Kodu	Isıl İletkenlik (λ) ($\times 10^{-2}$)(W/mK)	Isıl Soğurganlık (b) ($\times 10^2$)(Ws ^{1/2} / m ² K)	Isıl Direnç (R) ($\times 10^{-2}$)(m ² K/ W)	Kalınlık (h) (mm)
19PB	4,51	1,23	4,06	1,83
19TB	4,63	1,39	3,73	1,73
19VB	4,61	1,39	3,49	1,64
19DKB	5,26	2,03	1,80	1,03
19HXB	5,35	1,91	1,86	1,00
19MCB	5,27	1,80	2,12	1,15
23PB	4,69	1,28	3,90	1,82
23TB	4,64	1,49	3,58	1,67
23VB	4,66	1,53	3,04	1,41
23DKB	5,49	2,07	1,75	0,94
23HXB	5,73	2,06	1,73	1,00
23MCB	5,53	1,93	2,00	1,12
27PB	4,73	1,31	3,90	1,82
27TB	4,76	1,58	3,21	1,51
27VB	4,86	1,65	2,87	1,39
27DKB	5,69	2,15	1,70	0,92
27HXB	5,86	2,15	1,72	0,99
27MCB	5,77	1,97	1,99	1,12

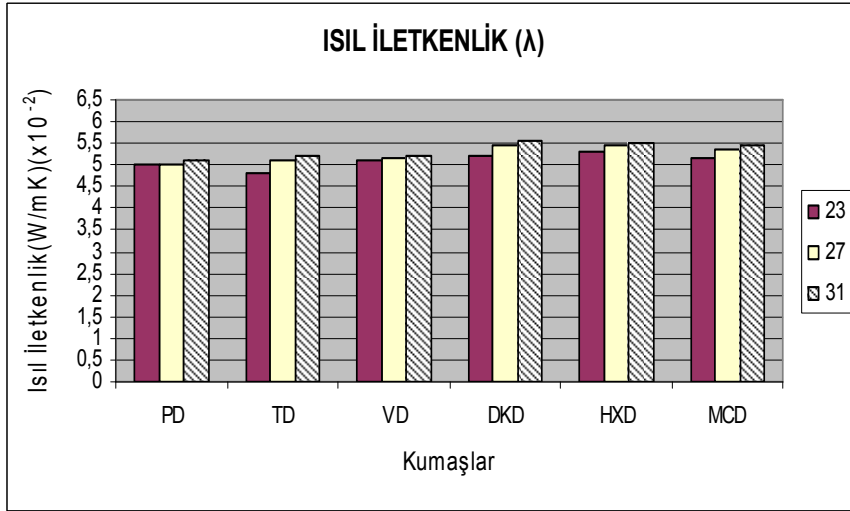
Çizelge 5.6 Dimi kumaşların ısı konfor testi sonuçları

Kumaş Kodu	Isıl İletkenlik (λ) ($\times 10^{-2}$)(W/mK)	Isıl Soğurganlık (b) ($\times 10^2$)(Ws ^{1/2} / m ² K)	Isıl Direnç (R) ($\times 10^{-2}$)(m ² K/ W)	Kalınlık (h) (mm)
23PD	4,99	1,34	3,59	1,77
23TD	4,81	1,62	3,05	1,47
23VD	5,11	1,81	2,56	1,33
23DKD	5,20	1,93	1,91	1,04
23HXD	5,32	1,99	2,02	1,11
23MCD	5,15	1,64	2,39	1,24
27PD	5,03	1,43	3,57	1,77
27TD	5,10	1,73	2,84	1,46
27VD	5,18	1,85	2,52	1,32
27DKD	5,46	1,96	1,89	1,02
27HXD	5,45	2,01	1,98	1,08
27MCD	5,34	1,72	2,31	1,23
31PD	5,11	1,51	3,47	1,76
31TD	5,19	1,81	2,79	1,45
31VD	5,22	1,87	2,49	1,27
31DKD	5,55	2,01	1,84	0,99
31HXD	5,51	2,03	1,96	1,07
31MCD	5,47	1,84	2,23	1,23

Şekil 5.5'te bezayağı, Şekil 5.6'da dimi kumaşların ısı iletkenlik değerleri gösterilmektedir.

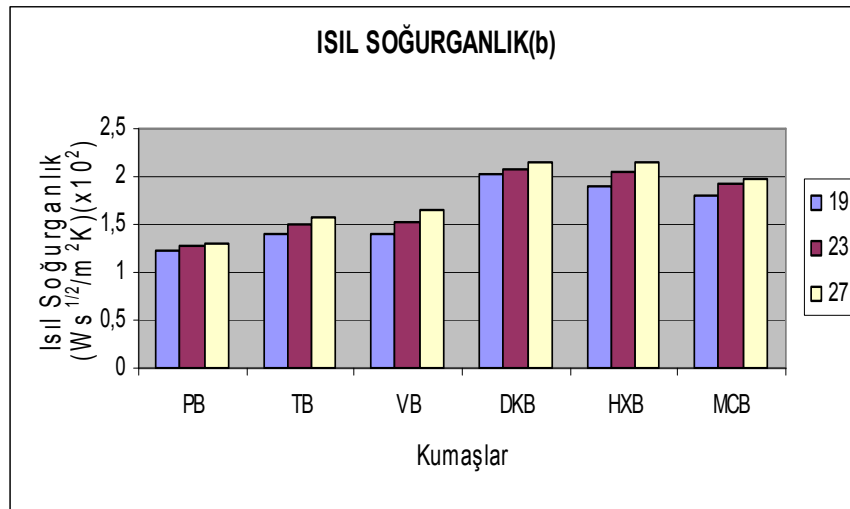


Şekil 5.5 Bezayağı kumaşların ısı iletkenlikleri

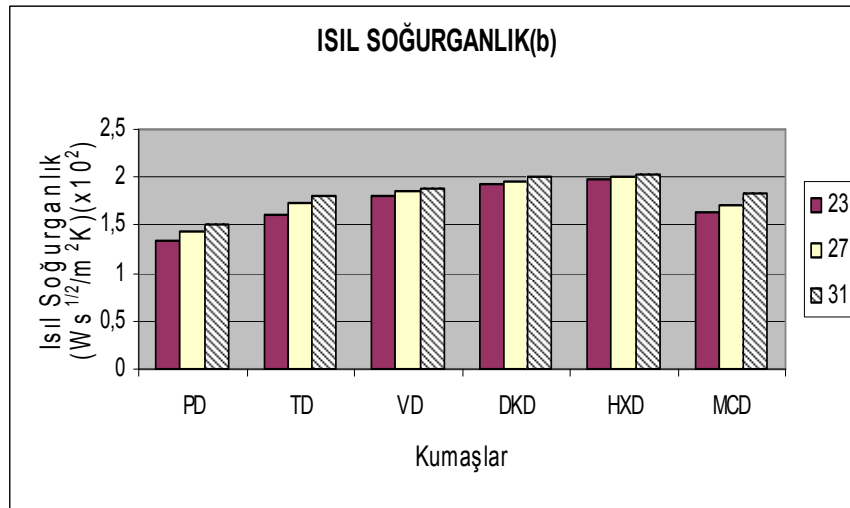


Şekil 5.6 Dimi kumaşların ısı iletkenlikleri

Şekil 5.7’de bezayağı kumaşların, Şekil 5.8’de dimi kumaşların ısı soğurganlık grafikleri verilmektedir.

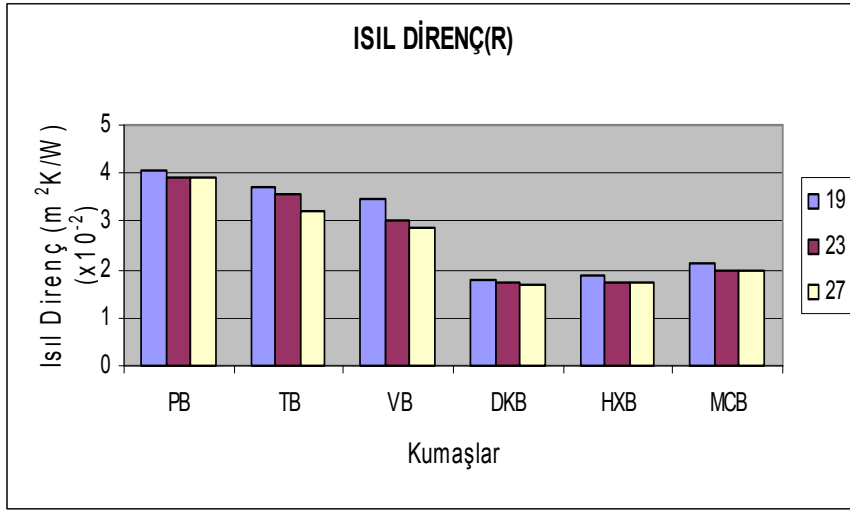


Şekil 5.7 Bezayağı kumaşların ısı soğurganlıkları

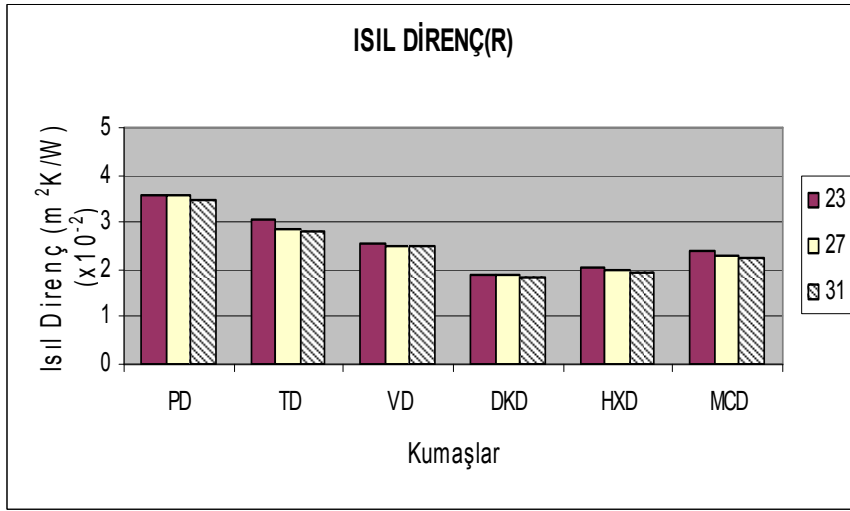


Şekil 5.8 Dimi kumaşların ısı soğurganlıkları

Şekil 5.9'da bezayağı kumaşların, Şekil 5.10'da dimi kumaşların ısı direnç grafikleri gösterilmiştir.

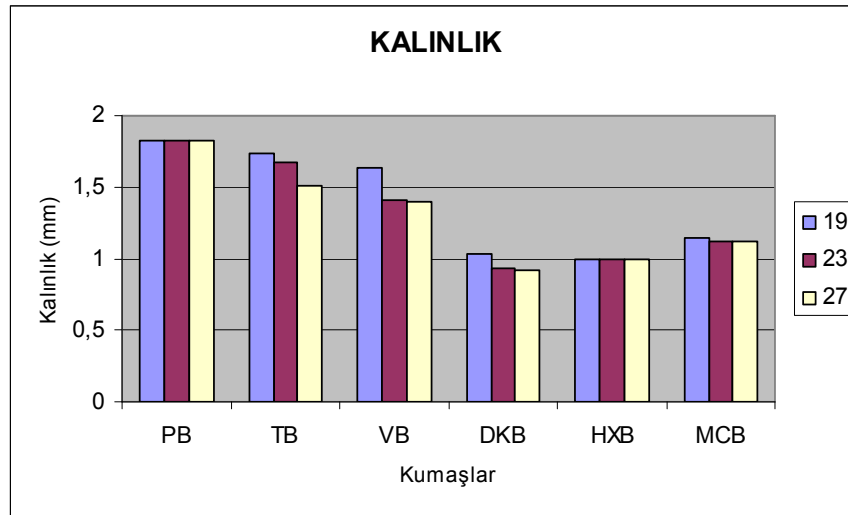


Şekil 5.9 Bezayağı kumaşların ısı dirençleri

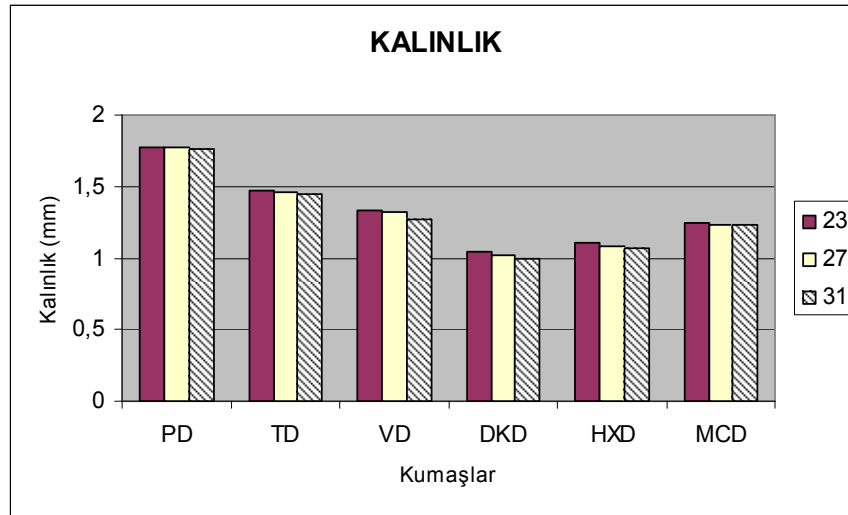


Şekil 5.10 Dimi kumaşların ısı dirençleri

Şekil 5.11'de bezayağı kumaşların, Şekil 5.12'de dimi kumaşların kalınlık grafikleri gösterilmiştir.



Şekil 5.11 Bezayağı kumaşların kalınlık değerleri



Şekil 5.12 Dimi kumaşların kalınlık değerleri

5.2 Bağlı Su Buharı Geçirgenliği Testi Bulguları

Tez için seçilen kumaşların bağlı su buharı geçirgenlikleri PERMETEST cihazında ölçülmüştür. Çizelge 5.7’de bezayağı kumaşların, Çizelge 5.8’de dimi kumaşların bağlı su buharı geçirgenlikleri verilmektedir.

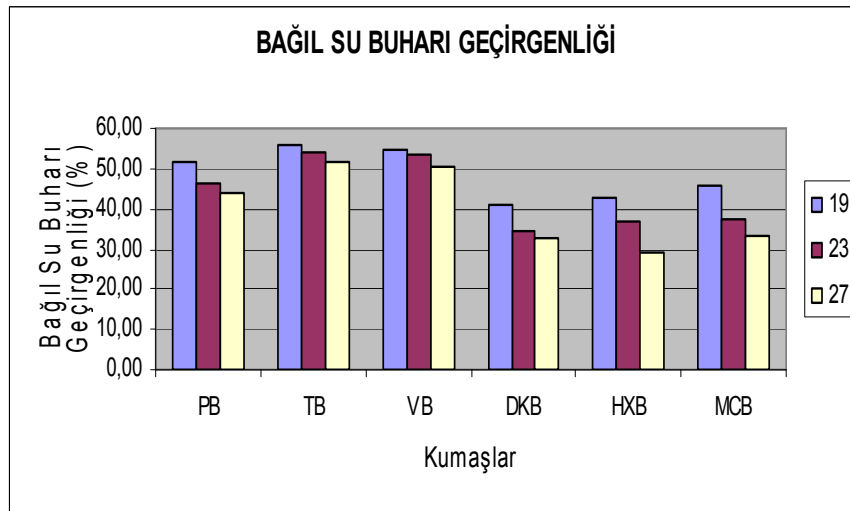
Çizelge 5.7 Bezayağı kumaşların bağıl su buharı geçirgenlikleri

Kumaş Kodu	Bağıl Su Buharı Geçirgenliği (%)
19PB	51,93
19TB	56,10
19VB	54,43
19DKB	41,23
19HXB	42,63
19MCB	45,70
23PB	46,30
23TB	54,13
23VB	53,63
23DKB	34,37
23HXB	37,10
23MCB	37,17
27PB	44,23
27TB	51,53
27VB	50,50
27DKB	32,73
27HXB	29,10
27MCB	33,23

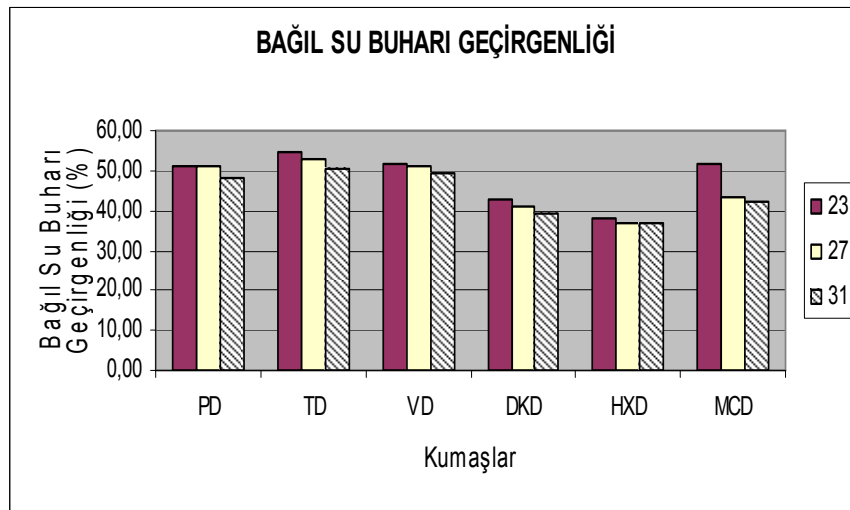
Çizelge 5.8 Dimi kumaşların bağıl su buharı geçirgenlikleri

Kumaş Kodu	Bağıl Su Buharı Geçirgenliği (%)
23PD	50,87
23TD	54,83
23VD	51,83
23DKD	42,57
23HXD	38,23
23MCD	51,47
27PD	50,87
27TD	52,67
27VD	51,13
27DKD	40,73
27HXD	37,07
27MCD	43,63
31PD	48,23
31TD	50,47
31VD	49,20
31DKD	39,40
31HXD	36,73
31MCD	42,27

Şekil 5.13'te bezayağı kumaşların, Şekil 5.14'te dimi kumaşların bağıl su buharı geçirgenlikleri verilmektedir.



Şekil 5.13 Bezayağı kumaşların su buharı geçirgenlikleri



Şekil 5.14 Dimi kumaşların su buharı geçirgenlikleri

5.3 Hava Geçirgenliği Testi Bulguları

Tez için seçilen kumaşların hava geçirgenlikleri FX 3300 Air Permeability Tester III cihazında ölçülmüştür. Çizelge 5.9'da bezayağı kumaşların, Çizelge 5.10'da dimi kumaşların hava geçirgenlikleri verilmektedir.

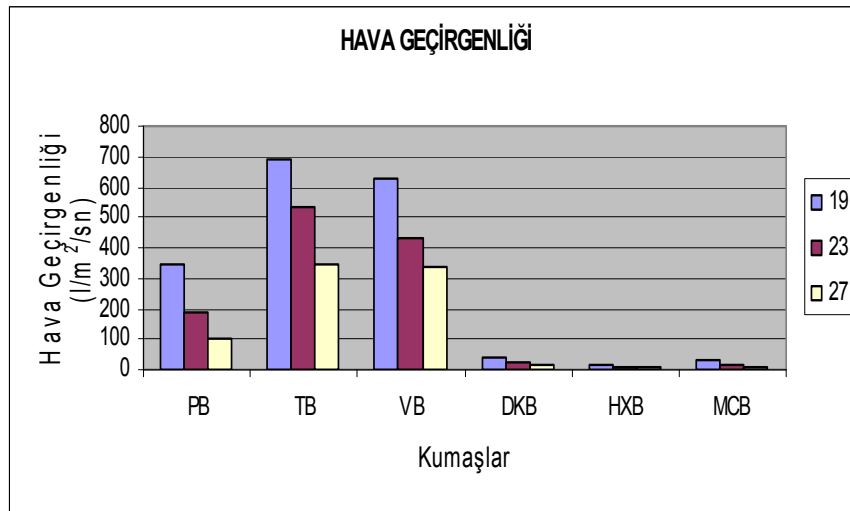
Çizelge 5.9 Bezayağı kumaşların hava geçirgenlikleri

Kumaş Kodu	Hava Geçirgenliği (l/m²/sn)
19PB	342,33
19TB	691,00
19VB	625,00
19DKB	37,30
19HXB	16,40
19MCB	31,63
23PB	190,33
23TB	537,00
23VB	432,00
23DKB	20,23
23HXB	7,45
23MCB	13,67
27PB	103,67
27TB	346,33
27VB	334,00
27DKB	12,03
27HXB	4,54
27MCB	7,91

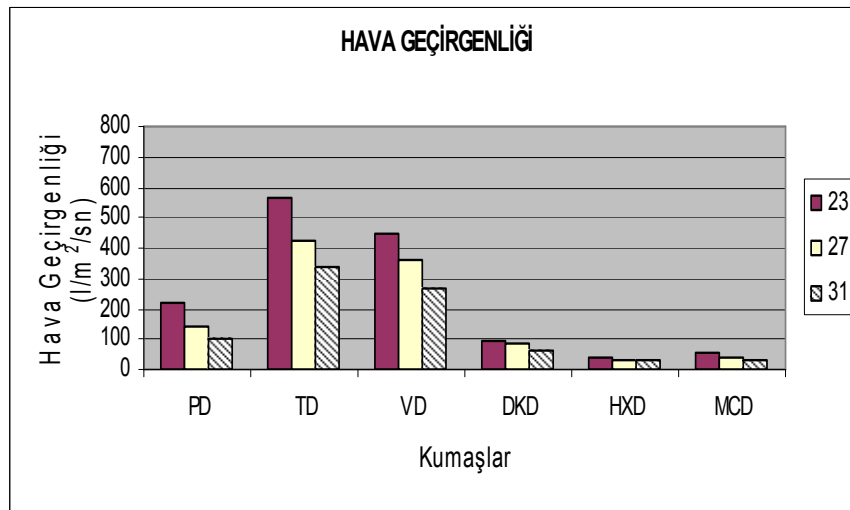
Çizelge 5.10 Dimi kumaşların hava geçirgenlikleri

Kumaş Kodu	Hava Geçirgenliği (l/m²/sn)
23PD	216,67
23TD	565,00
23VD	443,40
23DKD	92,70
23HXD	38,97
23MCD	56,37
27PD	143,67
27TD	420,00
27VD	360,00
27DKD	83,03
27HXD	31,33
27MCD	38,97
31PD	103,67
31TD	339,67
31VD	263,00
31DKD	64,33
31HXD	28,00
31MCD	31,00

Bezayağı kumaşların ölçüm sonuçları Şekil 5.15, dimi kumaşların ölçüm sonuçları Şekil 5.16'da grafik olarak gösterilmektedir.



Şekil 5.15 Bezayağı kumaşların hava geçirgenlikleri



Şekil 5.16 Dimi kumaşların hava geçirgenlikleri

5.4 Dikey Yönde Su İletimi

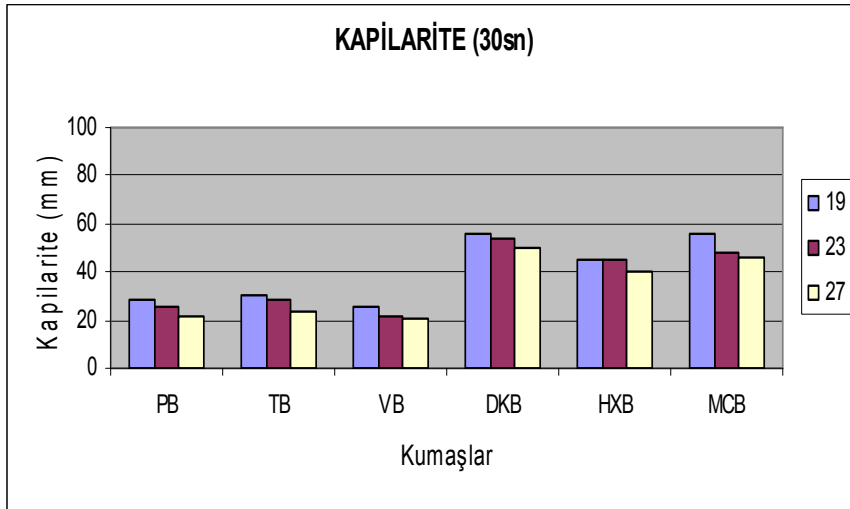
Tez için seçilen kumaşların dikey yönde su iletimleri çözgü yönünde 30, 60 ve 90 sn'de ölçülmüştür. Çözgü sıklığı değişmediği için atkı yönündeki kapilarite değerleri incelemeye alınmamıştır. Çizelge 5.11'de

bezayağı ve dimi kumaşların çözgü yönünde dikey yönde su iletimi değerleri verilmektedir.

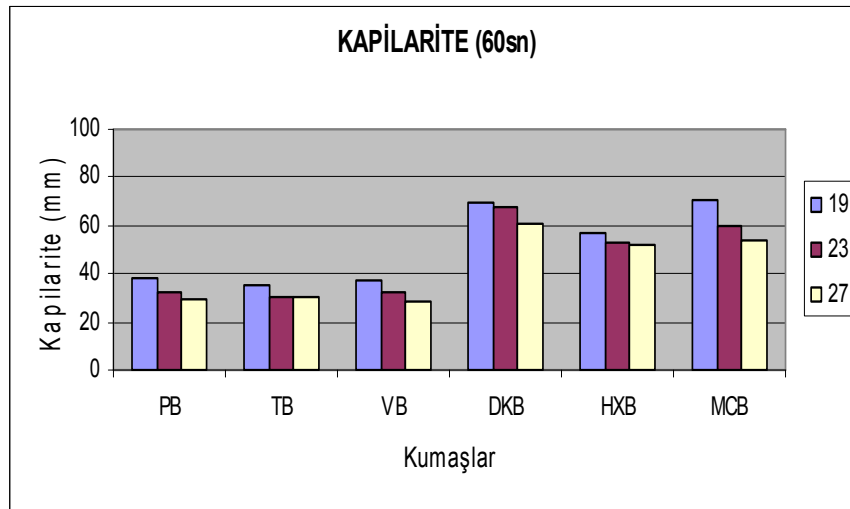
Çizelge 5.11 Bezayağı kumaşların dikey yönde su iletimi

Kumaş Kodu	Çözgü Yönünde (mm)			Kumaş Kodu	Çözgü Yönünde (mm)		
	30 sn	60 sn	90 sn		30 sn	60 sn	90 sn
19PB	28,00	38,67	44,33	23PD	26,33	37,00	44,00
19TB	30,00	35,67	42,67	23TD	34,00	46,33	51,33
19VB	25,33	37,67	37,67	23VD	28,00	33,33	42,00
19DKB	56,00	69,33	78,00	23DKD	46,00	68,00	78,00
19HXB	45,33	57,33	65,00	23HXD	43,00	58,00	66,00
19MCB	56,00	70,67	80,00	23MCD	38,00	61,33	71,33
23PB	25,67	32,00	38,67	27PD	25,33	35,33	43,67
23TB	28,00	30,67	40,67	27TD	32,67	42,33	48,00
23VB	21,67	32,33	35,67	27VD	26,33	32,67	41,00
23DKB	54,00	68,00	77,33	27DKD	45,00	66,00	76,67
23HXB	45,00	53,00	59,00	27HXD	39,00	55,00	64,00
23MCB	47,67	60,00	67,00	27MCD	35,00	58,00	69,67
27PB	22,00	29,67	36,33	31PD	22,67	32,33	39,00
27TB	23,67	30,00	35,00	31TD	31,33	41,33	47,33
27VB	20,67	28,33	34,33	31VD	23,33	31,33	36,67
27DKB	50,00	60,67	67,00	31DKD	40,00	62,00	74,67
27HXB	40,00	52,00	59,00	31HXD	36,00	52,00	61,67
27MCB	46,00	54,00	61,00	31MCD	31,00	55,00	67,33

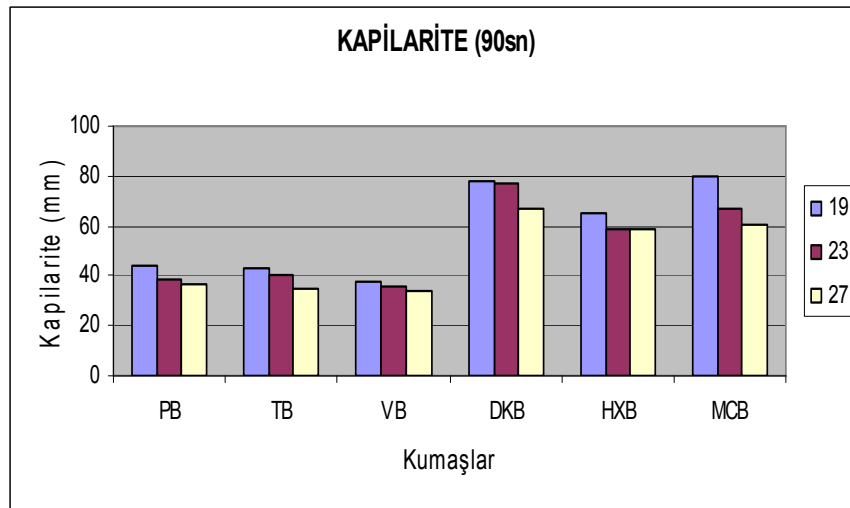
Şekil 5.17, 5.18 ve 5.19’da bezayağı kumaşların çözgü yönünde 30, 60 ve 90 sn’deki sıvı yükselme miktarları mm olarak verilmektedir.



Şekil 5.17 Bezayağı kumaşların çözgü yönünde su iletimi (30sn)

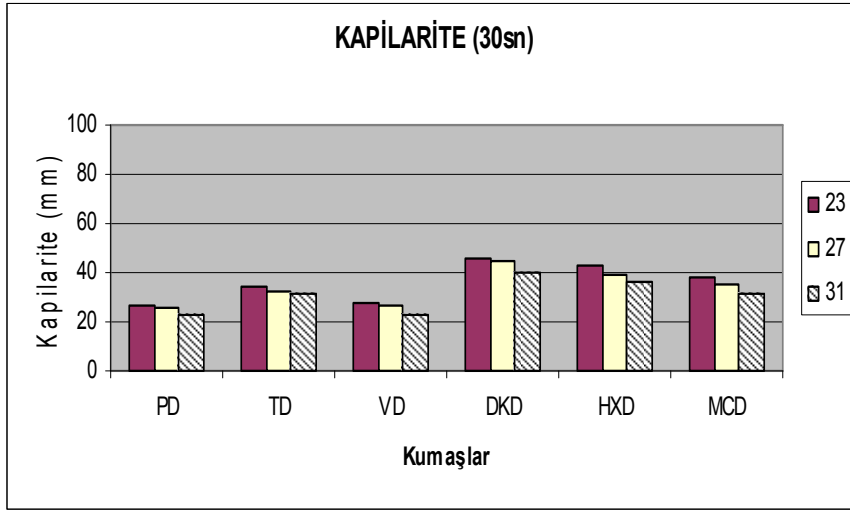


Şekil 5.18 Bezayağı kumaşların çözümlü yönünde su iletimi (60 sn)

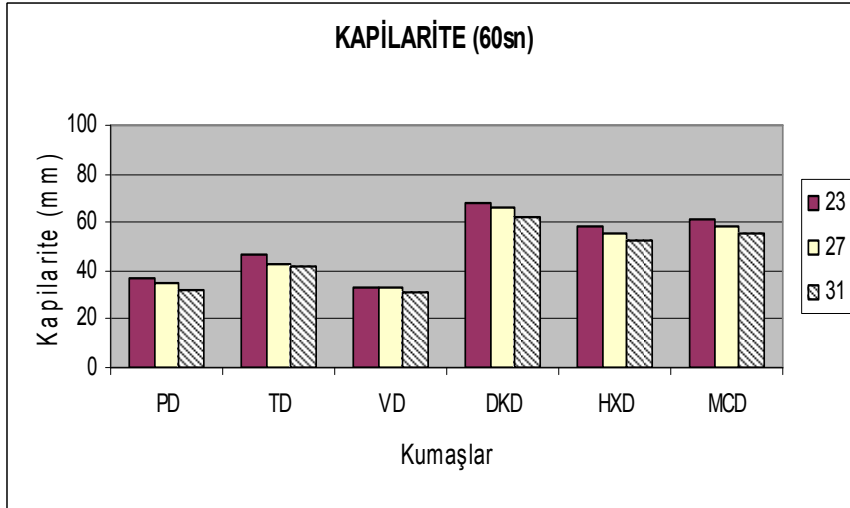


Şekil 5.19 Bezayağı kumaşların çözümlü yönünde su iletimi (90sn)

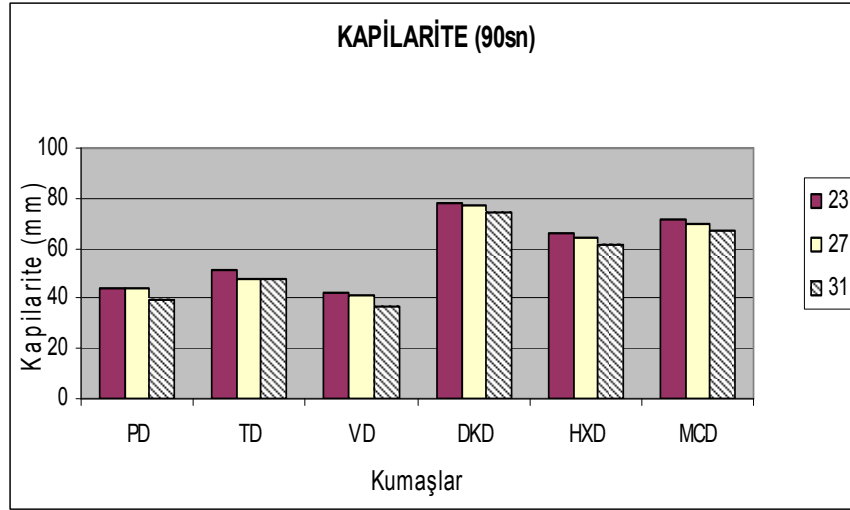
Şekil 5.20, 5.21 ve 5.22’de dimi kumaşların 30, 60 ve 90 sn’deki çözümlü yönünde su iletimleri gösterilmektedir.



Şekil 5.20 Dيمي kumaşların çözgü yönünde su iletimi (30sn)



Şekil 5.21 Dيمي kumaşların çözgü yönünde su iletimi (60sn)



Şekil 5.22 Dime kumaşların çözgü yönünde su iletimi (90sn)

6. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Yapılan deneyler SPSS programında istatistiksel olarak %95 güven aralığında ($\alpha=0,05$) tek değişken ve bağımsız t- testleri uygulanarak değerlendirilmiştir. İncelenen kumaş özelliklerine seçilen doku, materyal ve sıklığın etkisinin değerlendirme sonuçları Çizelge 6.1’de verilmektedir.

Çizelge 6.1 Kumaş özelliklerine doku, sıklık ve materyalin etkileri için “p” değerleri

	Isıl İletkenlik	Isıl Soğurganlık	Isıl Direnç	Su Buharı Geçirgenliği	Kalınlık	Hava Geçirgenliği	Dikey Yönde Su İletimi		
							30"	60"	90"
DOKU	0,804	0,909	0,727	0,005*	0,883	0,384	0,803	0,130	0,047*
SIKLIK	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*	0,043*	0,000*	0,000*	0,000*	0,009*
MATERYAL	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*

“*”: Anlamlı ($\alpha=0,05$)

Çizelge 6.1’de görüldüğü gibi, sıklık ve materyalin ısı iletkenlik, ısı ıoğurganlık, ısı ı direnç, su buharı geçirgenliği, hava geçirgenliği ve dikey yönde su iletimine etkisi $\alpha=0,05$ ’de anlamlı iken, dokunun bağıl su buharı geçirgenliği ve 90 saniyede dikey yönde su iletimine etkisi anlamlı, diğer özelliklere etkisinin ise anlamsız olduğu belirlenmiştir.

6.1 Isıl İletkenlik Sonuçları

Kumaşların ısı iletkenlik değerleri, sıklık arttıkça artmaktadır. Kumaş sıklığının ısı iletkenliğe etkisi, istatistiksel açıdan anlamlı bulunmuştur. Kumaş sıklığı arttıkça kumaşın içindeki hava boşluklarının (gözeneklerin) miktarı azalmakta, liflerin ısı iletkenlikleri havadan çok daha yüksek olduğu için kumaşın iletkenlik değeri yükselmektedir.

Materyalin ısı iletkenlik değeri üzerine etkisi istatistiksel açıdan anlamlı bulunmuştur. Materyallerin kendi aralarında değerlendirme sonuçları Çizelge 6.2’de verilmektedir.

Çizelge 6.2 Materyalin ısı iletkenliğe etkisi için “p” değerleri

MATERYAL	p
Pamuk-Tencel	1,000
Pamuk-Viskon	0,624
Pamuk-Dairesel Kesitli PES	(-)0,000*
Pamuk- Altı Kanallı PES	(-)0,000*
Pamuk-Mikro PES	(-)0,000*
Tencel-Viskon	0,716
Tencel-Dairesel Kesitli PES	(-)0,000*
Tencel-Altı Kanallı PES	(-)0,000*
Tencel-Mikro PES	(-)0,000*
Viskon-Dairesel Kesitli PES	(-)0,000*
Viskon-Altı Kanallı PES	(-)0,000*
Viskon-Mikro PES	(-)0,000*
Dairesel Kesitli PES-Altı Kanallı PES	0,642
Dairesel Kesitli PES-Mikro PES	0,999
Altı Kanallı PES- Mikro PES	0,418

“*”: Anlamlı ($\alpha=0,05$)

“-”: 2. Materyal yönünde

Materyallerin ısı iletkenlik değerlerinin istatistiksel değerlendirilmesi sonucu sıralama aşağıdaki gibi olmaktadır:

pamuk=tencel=viskon<mikro poliester=dairesel kesitli poliester= altı kanallı poliester

Çizelge 6.2’de görüldüğü gibi, sentetik kumaşlar ile selüloz esaslı kumaşlar arasındaki farklar istatistiksel açıdan anlamlı iken sentetik kumaşların ve selüloz esaslı kumaşların kendi aralarında fark görülmemektedir. Bu da, ısı iletkenlik değerinin öncelikle lifin ısı iletkenlik değerine bağlı olduğunu göstermektedir.

6.2 Isıl Soğurganlık Sonuçları

Yapılan istatistiksel değerlendirme sonuçlarına göre tez çalışmasında kullanılan iki doku arasındaki fark anlamlı çıkmamıştır.

Kumaşlardaki atkı sıklığı artışı ile soğurganlık değeri yükselmektedir ve istatistiksel açıdan da anlamlı çıkmıştır. Bu sonuç atkı sıklığının artması ile kumaş yoğunluğunun artmasına bağlı olmaktadır.

Isıl soğurganlığa materyalin etkisi de istatistiksel açıdan anlamlı çıkmaktadır. Materyallerin kendi aralarında değerlendirme sonuçları Çizelge 6.3'te verilmektedir.

Çizelge 6.3 Materyalin ısı soğurganlığına etkisi için "p" değerleri

MATERYAL	p
Pamuk-Tencel	(-)0,000*
Pamuk-Viskon	(-)0,000*
Pamuk-Dairesel Kesitli PES	(-)0,000*
Pamuk- Altı Kanallı PES	(-)0,000*
Pamuk-Mikro PES	(-)0,000*
Tencel-Viskon	0,411
Tencel-Dairesel Kesitli PES	(-)0,000*
Tencel-Altı Kanallı PES	(-)0,000*
Tencel-Mikro PES	(-)0,000*
Viskon-Dairesel Kesitli PES	(-)0,000*
Viskon-Altı Kanallı PES	(-)0,000*
Viskon-Mikro PES	(-)0,024*
Dairesel Kesitli PES-Altı Kanallı PES	1,000
Dairesel Kesitli PES-Mikro PES	0,000*
Altı Kanallı PES- Mikro PES	0,000*

"*": Anlamlı ($\alpha=0,05$)

"-": 2. Materyal yönünde

Materyallerin ısı soğurganlık değerlerinin istatistiksel değerlendirilmesi sonucu sıralama aşağıdaki gibi olmaktadır:

pamuk<tencel<viskon<mikro poliester<dairesel kesitli poliester=altı kanallı poliester

Materyaller arasındaki farklılıklara baktığımızda sadece, tencel ve viskon kumaş ile dairesel kesitli poliester ile altı kanallı poliester arasındaki farkların anlamsız olduğu görülmektedir. Bu da, bu iki çift

kumaşın kumaş yoğunluklarının birbirine çok yakın olduğunu düşündürmektedir.

Isıl soğurganlık değerinin yüksek olması, kumaş ile ilk temasta soğuk hissi verdiğini ifade etmektedir. Buna göre pamuklu kumaş ilk anda en sıcak hissedilendir. Bundan başka, hem bezayağı hem de dimi kumaşlarda poliester esaslı kumaşların ısı soğurganlık değerleri en yüksek olmaktadır.

6.3 Isıl Direnç Sonuçları

Doku farklılığının ısı dirence etkisi istatistikî olarak anlamsız çıkmıştır.

Atkı sıklığının ısı dirence etkisi anlamlıdır. Sıklık arttıkça ısı direnç düşmekte, ısı iletkenlik değeri ise artmaktadır. Kumaş kalınlığı da ısı direnci etkilemektedir. Kumaş kalınlığı arttıkça ısı direnç artar.

Isıl dirence, materyalin etkisi istatistiksel olarak anlamlı çıkmıştır. Materyallerin kendi aralarında değerlendirme sonuçları Çizelge 6.4'te verilmektedir.

Çizelge 6.4 Materyalin ısı dirence etkisi için “p” değerleri

MATERYAL	p
Pamuk-Tencel	0,000*
Pamuk-Viskon	0,000*
Pamuk-Dairesel Kesitli PES	0,000*
Pamuk- Altı Kanallı PES	0,000*
Pamuk-Mikro PES	0,000*
Tencel-Viskon	0,000*
Tencel-Dairesel Kesitli PES	0,000*
Tencel-Altı Kanallı PES	0,000*
Tencel-Mikro PES	0,000*
Viskon-Dairesel Kesitli PES	0,000*
Viskon-Altı Kanallı PES	0,000*
Viskon-Mikro PES	0,000*
Dairesel Kesitli PES-Altı Kanallı PES	0,961
Dairesel Kesitli PES-Mikro PES	(-)0,000*
Altı Kanallı PES- Mikro PES	(-)0,002*

“*”: Anlamlı ($\alpha=0,05$)

“-”: 2. Materyal yönünde

Materyallerin ısı direnç değerlerinin istatistiksel değerlendirilmesi sonucu sıralama aşağıdaki gibi olmaktadır:

dairesel kesitli poliester=altı kanallı poliester< mikro poliester<viskon<tencel<pamuk

Materyallerin kendi aralarındaki istatistiksel farklılıklar incelendiğinde, dairese kesitli poliester ile altı kanallı poliester arasındaki farkın anlamsız, bunun dışındaki tüm farklılıkların anlamlı olduğunu görülmektedir. Bu iki kumaş arasındaki farkın anlamsız çıkmasının sebebi, kumaş iletkenlik değerleri arasındaki farkın da anlamsız olması, bunun yanında kumaş kalınlık ve gözeneklilik değerlerinin birbirine yakın olmasıdır.

6.4 Kalınlık Değeri Sonuçları

Doku farklılığının kalınlık değerlerine etkisi istatistiksel olarak anlamsız çıkmaktadır.

Atkı sıklığı farkının kalınlık değerine etkisi istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Sıklık değeri arttıkça kalınlık değeri azalmaktadır. Materyal farkının kalınlığa etkisi de istatistiki açıdan anlamlı bulunmuştur. Materyallerin kendi aralarında değerlendirme sonuçları izelge 6.5'te verilmektedir

Çizelge 6.5 Materyalin kalınlık değerine etkisi için "p" değerleri

MATERYAL	p
Pamuk-Tencel	0,000*
Pamuk-Viskon	0,000*
Pamuk-Dairesel Kesitli PES	0,000*
Pamuk- Altı Kanallı PES	0,000*
Pamuk-Mikro PES	0,000*
Tencel-Viskon	0,000*
Tencel-Dairesel Kesitli PES	0,000*
Tencel-Altı Kanallı PES	0,000*
Tencel-Mikro PES	0,000*
Viskon-Dairesel Kesitli PES	0,000*
Viskon-Altı Kanallı PES	0,000*
Viskon-Mikro PES	0,000*
Dairesel Kesitli PES-Altı Kanallı PES	0,346
Dairesel Kesitli PES-Mikro PES	(-)0,000*
Altı Kanallı PES- Mikro PES	(-)0,000*

“*”: Anlamlı ($\alpha=0,05$)

“-”: 2. Materyal yönünde

Materyallerin kalınlık değerlerinin istatistiksel değerlendirilmesi sonucu sıralama aşağıdaki gibi olmaktadır:

dairesel kesitli poliester=altı kanallı poliester<mikro poliester<viskon<tencel<pamuk

6.5 Bağıl Su Buharı Geçirgenliği Sonuçları

Doku farklılığının bağıl su buharı geçirgenliğine etkisi istatistiksel olarak anlamlı çıkmıştır, dimi kumaşların bağıl su buharı geçirgenlikleri bezayağı kumaşlardan daha yüksek olmaktadır. Bu da dimi kumaşların iplik bağlantıları ve atlamaları arasındaki boşluklardan kaynaklanmaktadır.

Sıklık artışının bağıl su buharına olan etkisi anlamlıdır ve sıklık arttıkça bağıl su buharı geçirgenliği düşmektedir. Bunun nedeni, atkı sıklığı arttığında kumaş gözenekliliğinin azalması ile su buharının iletiminin engellenmesidir.

Materyal farklılığının bağıl su buharı geçirgenliğine etkisi de anlamlıdır. Materyallerin kendi aralarında değerlendirme sonuçları Çizelge 6.6'da verilmektedir.

Çizelge 6.6 Materyalin bağıl su buharı geçirgenliğine etkisi için “p” değeri

MATERYAL	p
Pamuk-Tencel	(-)0,003*
Pamuk-Viskon	0,110
Pamuk-Dairesel Kesitli PES	0,000*
Pamuk- Altı Kanallı PES	0,000*
Pamuk-Mikro PES	0,000*
Tencel-Viskon	0,799
Tencel-Dairesel Kesitli PES	0,000*
Tencel-Altı Kanallı PES	0,000*
Tencel-Mikro PES	0,000*
Viskon-Dairesel Kesitli PES	0,000*
Viskon-Altı Kanallı PES	0,000*
Viskon-Mikro PES	0,000*
Dairesel Kesitli PES-Altı Kanallı PES	0,644
Dairesel Kesitli PES-Mikro PES	(-)0,031*
Altı Kanallı PES- Mikro PES	(-)0,000*

“*”: Anlamlı ($\alpha=0,005$)

“-”: 2. Materyal yönünde

Materyallerin bağıl su buharı geçirgenlik değerlerinin istatistiksel değerlendirilmesi sonucu sıralama aşağıdaki gibi olmaktadır:

altı kanallı poliester=dairesel kesitli poliester<mikro poliester<pamuk=viskon <viskon=tencel

Materyaller arasındaki farklılık durumuna bakıldığında, selüloz esaslı kumaşların kendi aralarındaki farklılıkların ve dairesel kesitli poliester ile altı kanallı poliester arasındaki farklılığın anlamlı olmadığı görülmektedir. Bu kumaşlar arasındaki toplam gözeneklilik değerlerinin birbirine yakın olduğunu göstermektedir. Selüloz esaslı kumaşların bağıl su buharı geçirgenliği sentetik kumaşlardan daha yüksektir. Bunun sebebi, sentetik kumaşların gözeneklilik değerlerinin selüloz esaslı kumaşlardan daha düşük olmasıdır. Sentetik kumaşlarda ise en yüksek bağıl su buharı geçirgenliği değeri mikro poliester kumaşlarda karşımıza çıkmaktadır. Mikro poliester ipliklerin, bünyesindeki filamentlerin arasındaki boşluklar diğer sentetik ipliklerden daha yüksek olduğu için, bağıl su buharı geçirgenlik değeri bu kumaşlardan daha yüksek olmaktadır.

6.6 Hava Geçirgenliği Sonuçları

Doku farklılığının hava geçirgenliğine etkisi anlamlı çıkmamıştır. Bununla birlikte dimi kumaşların iplik atlamaları ve bağlantıları dolayısıyla gözeneklilik değerleri bezayağı kumaşlardan daha yüksek olduğu için, dimi kumaşların hava geçirgenliği değerleri bezayağı kumaşlardan biraz daha yüksek olmuştur.

Sıklığın hava geçirgenliğine etkisi anlamlıdır. Atkı sıklığı arttıkça kumaş gözenekliliği azaldığı için, hava geçirgenliği değerleri de düşmektedir.

Materyalin hava geçirgenlik değerine etkisi de istatistiksel olarak anlamlı çıkmıştır. Materyallerin kendi aralarında değerlendirme sonuçları Çizelge 6.7’de verilmektedir.

Çizelge 6.7 Materyalin hava geçirgenliğine etkisi için “p” değeri

MATERYAL	p
Pamuk-Tencel	(-)0,000*
Pamuk-Viskon	(-)0,000*
Pamuk-Dairesel Kesitli PES	0,000*
Pamuk- Altı Kanallı PES	0,000*
Pamuk-Mikro PES	0,000*
Tencel-Viskon	0,000*
Tencel-Dairesel Kesitli PES	0,000*
Tencel-Altı Kanallı PES	0,000*
Tencel-Mikro PES	0,000*
Viskon-Dairesel Kesitli PES	0,000*
Viskon-Altı Kanallı PES	0,000*
Viskon-Mikro PES	0,000*
Dairesel Kesitli PES-Altı Kanallı PES	(-)0,000*
Dairesel Kesitli PES-Mikro PES	(-)0,028*
Altı Kanallı PES- Mikro PES	0,798

“*”: Anlamlı ($\alpha=0,05$)

“-”: 2. Materyal yönünde

Materyallerin hava geçirgenlik değerlerinin istatistiksel değerlendirilmesi sonucu sıralama aşağıdaki gibi olmaktadır:

altı kanallı poliester=mikro poliester<dairesel kesitli poliester<pamuk<viskon<tencel

Materyaller arasındaki farklılık sonuçları, selüloz esaslı kumaşların hava geçirgenliği değerlerinin sentetik kumaşlardan daha yüksek olduğunu göstermektedir. Bu fark, selüloz esaslı kumaşların, sentetik kumaşlardan daha gözenekli yapıda olmasındandır.

Tencel kumaşların hava geçirgenlik değerleri, selüloz esaslı kumaşlar arasında en yüksektir. Genel kumaş gözeneklilik değeri birbirine

yakın çıkmasına rağmen oluşan bu farkın nedeninin iplik içindeki lif oryantasyonundan kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

6.7 Dikey Yönde Su İletimi Sonuçları

Doku farklılığının 90 sn'deki dikey yönde su iletimine etkisi anlamlı, 30 ve 60 sn'deki dikey yönde su iletimine etkisi anlamsızdır.

Atkı sıklığının artışı ile dikey yönde su iletimi azalmaktadır ve istatistiksel olarak bu azalma anlamlıdır. Bunun nedeninin, gözeneklilikteki azalma ile sıvının ilerleyebileceği kapılar boşlukların azalması olduğu düşünülmektedir.

Materyaller arasındaki farklılık istatistiksel olarak anlamlıdır. Materyallerin kendi aralarındaki farklılıklar Çizelge 6.8'de gösterilmektedir.

Materyallerin 30 sn'deki dikey yönde su iletim değerlerinin istatistiksel değerlendirilmesi sonucu sıralama aşağıdaki gibi olmaktadır:

viskon=pamuk=tencel<altı kanallı poliester=mikro poliester<dairesel kesitli poliester

Materyallerin 60 sn'deki dikey yönde su iletim değerlerinin istatistiksel değerlendirilmesi sonucu sıralama aşağıdaki gibi olmaktadır:

viskon=pamuk<pamuk=tencel<altı kanallı poliester<mikro poliester<dairesel kesitli poliester

Materyallerin 90 sn'deki dikey yönde su iletim değerlerinin istatistiksel değerlendirilmesi sonucu sıralama aşağıdaki gibi olmaktadır:

viskon=pamuk<pamuk=tencel<altı kanallı poliester<mikro poliester<dairesel kesitli poliester

Çizelge 6.8 Materyalin 30, 60 ve 90 sn'deki dikey yönde su iletimine etkisi için "p" değeri

MATERYAL	p (30")	p (60")	p (90")
Pamuk-Tencel	0,060	0,282	0,471
Pamuk-Viskon	0,998	0,942	0,491
Pamuk-Dairesel Kesitli PES	(-)0,000*	(-)0,000*	(-)0,000*
Pamuk- Altı Kanallı PES	(-)0,000*	(-)0,000*	(-)0,000*
Pamuk-Mikro PES	(-)0,000*	(-)0,000*	(-)0,000*
Tencel-Viskon	0,170	0,035*	0,007*
Tencel-Dairesel Kesitli PES	(-)0,000*	(-)0,000*	(-)0,000*
Tencel-Altı Kanallı PES	(-)0,000*	(-)0,000*	(-)0,000*
Tencel-Mikro PES	(-)0,000*	(-)0,000*	(-)0,000*
Viskon-Dairesel Kesitli PES	(-)0,000*	(-)0,000*	(-)0,000*
Viskon-Altı Kanallı PES	(-)0,000*	(-)0,000*	(-)0,000*
Viskon-Mikro PES	(-)0,000*	(-)0,000*	(-)0,000*
Dairesel Kesitli PES-Altı Kanallı PES	0,001*	0,000*	0,000*
Dairesel Kesitli PES-Mikro PES	0,007*	0,011*	0,014*
Altı Kanallı PES- Mikro PES	0,996	0,029*	(-)0,002*

"*": Anlamli ($\alpha=0,05$)

"-": 2. Materyal yönünde

Selüloz esaslı kumaşların gözeneklilik değerleri sentetik kumaşlardan daha yüksek olmasına rağmen; sentetik kumaşların dikey yönde su iletimleri, selüloz esaslı kumaşlardan daha yüksektir. Bunun nedeni de, hidrofob olan poliester kumaşların suyu emmeyip, kapılar kuvvetlerle iletmelerinden kaynaklanmaktadır. Sentetik kumaşlarda ise, dairesel kesitli poliesterin dikey yönde su iletimi en yüksek olmakta, onu mikro poliester ve altı kanallı poliester izlemektedir.

İstatistiksel sonuçlara bağlı olarak, incelenen altı farklı materyalin kumaş konfor özelliklerine etkileri kıyaslanarak Çizelge 6.9’da gösterilmektedir. Bu kıyaslamada “6”: En yüksek, “1”: En düşük değer olarak belirtilmiştir.

Çizelge 6.9 Kumaş özelliklerinin kıyaslanması

Kumaş Özellikleri	Pamuk	Viskon	Tencel	Dairesel Kesitli Poliester	Altı Kanallı Poliester	Mikro Poliester
Isıl İletkenlik	4	4	4	1	1	1
Isıl Soğurganlık	6	4	5	1	1	3
Isıl Direnç	1	3	2	5	5	4
Kalınlık	1	3	2	5	5	4
Bağıl Su Buharı Geçirgenliği	2	1-2	1	5	5	4
Hava Geçirgenliği	3	2	1	4	5	5
Dikey Yönde Su İletimi (30")	4	4	4	1	2	2
Dikey Yönde Su İletimi (60")	4-5	5	4	1	3	2
Dikey Yönde Su İletimi (90")	4-5	5	4	1	3	2

Yapılan testlere göre, özellikleri irdelenen gömleklik kumaşların kullanılacağı ortam sıcaklıkları ve kişilerin terleme durumları önemlidir. Bu nedenle, yorum yapılırken ortam sıcaklığının (iklim şartlarının), vücut sıcaklığının, terleme durumunun ve faaliyetlerin göz önüne alınması gerekir.

Yorumlamada, yaz ve kış mevsimlerindeki özellikle yaşam bölgesine bağlı iklim şartlarına göre değerlendirme yapılmalıdır. Ayrıca gömleklik kumaşların egzersiz gibi faaliyetlerde kullanılmayacağı, dolayısıyla vücut sıcaklığının 36-38°C arasında olacağı düşünülmelidir.

Isıl konfor yönünden incelenen özellikler, materyale bağlı olarak farklılık göstermektedir. Şartlara bağlı olarak, sahip oldukları farklı özellikler bazen avantaj sağlarken, bazen de dezavantaj oluşturmaktadır. Bu nedenle hangi özelliğin kullanım için daha etken olduğu üzerine bir yaklaşım olmaması, tam olarak hangi materyalin uygun olacağını belirlenmesini güçleştirmektedir.

Kış mevsiminde, genellikle ortam sıcaklığı vücut sıcaklığından düşük olmaktadır. bu nedenle, kullanılacak gömleklik kumaşların ısı iletkenlik, soğurganlık ve hava geçirgenliği değerlerinin düşük; su buharı geçirgenliği, ısı direnç ve tercihen kapilaritesinin yüksek olması tercih edilebilir. Isıl iletkenlik ve soğurganlık değerlerinin düşük, ısı direnç değerinin yüksek olması, vücuttan ortama ısı kaybını azaltacaktır. Ancak kış döneminde terlemenin sıvı ter şeklinde pek olamayacağından kapilarite çok fazla önemsenecek bir özellik olmayacaktır.

Bu doğrultuda, özellikle selüloz esaslı kumaşların hava geçirgenliği dışında poliester esaslı kumaşlardan daha uygun özelliklere sahip olduğu görülmektedir.

Selüloz esaslı kumaşlar kendi aralarında incelendiğinde ısı direnç yönünden viskon kumaşın, ısı soğurganlık yönünden ise pamuklu kumaşın daha uygun olacağı söylenebilir.

Selüloz esaslı kumaşların hava geçirgenlik değerleri bir dezavantaj oluşturmaktadır. Ancak bu dezavantaj sadece hava akımının olduğu ortamda meydana gelecektir. Soğuk havalarda sadece gömlekle dışarı çıkılması uygun olamayacağından, sadece hava geçirgenliği yönünden

avantaj sağlayacak poliester esaslı kumaşların seçilmesinin uygun olamayacağı düşünülmektedir.

Doku ve sıklık açısından incelendiğinde kış aylarında sık dokunmuş bezayağı kumaşların uygun olacağı görülmektedir. Bu durumda gözeneklilik mümkün olduğunca azalacak ve hava geçirgenlik değerleri düşük olacaktır.

Bahar ve yaz dönemlerinde, iklim şartlarına göre ortam sıcaklığı vücut sıcaklığından daha düşük veya daha yüksek olabilir.

Ortam sıcaklığının vücut sıcaklığından düşük olduğu bahar veya yaz aylarında ısı iletkenlik, soğurganlık, su buharı ve hava geçirgenliği değerleri ile kapilarite özelliğinin yüksek, ısı direncin ise düşük olması vücuttan ortama ısı ve nem transferini kolaylaştıracaktır.

Bu durumda, poliester esaslı kumaşların bağıl su buharı ve hava geçirgenlik özellikleri dışında avantajlar oluşturduğu görülmektedir. Özellikle kapilaritenin yüksek olması yaz aylarında sıvı ter oluşumunda avantaj sağlamakla birlikte, hava ve su buharı geçirgenlik özelliklerinin düşük olması oldukça önemli bir dezavantaj oluşturmaktadır.

Bu nedenle poliester esaslı kumaşların yoğun egzersiz yapıldığı durumlarda, daha gözenekli bir yapı oluşturularak kullanılması daha uygun olacaktır.

Selüloz esaslı kumaşlar kendi aralarında incelendiğinde sadece ısı soğurganlık yönünden pamuklu kumaşların, su buharı geçirgenliği yönünden ise tencel kumaşların avantaj sağlayacağı görülmektedir.

Ortam sıcaklığının vücut sıcaklığından yüksek olduğu şartlarda ise ısı iletkenlik değerinin düşük, diğer incelenen özelliklerin ise yüksek değerde olması istenmelidir. Bu durumda ortamdan vücuda olan ısı transferi azaltılacak, vücuttan su buharı ve sıvı ter geçişi ise yüksek olacaktır.

Selüloz esaslı kumaşların poliester esaslı kumaşlara göre bu özellikleri kapilarite dışında sağladıkları görülmektedir.

Selüloz esaslı kumaşlar arasında tencel kumaşların pamuklu ve viskon kumaşlara göre su buharı geçirgenliği ve kapilarite yönünden avantaj sağladığı ve bu nedenle tercih edilebileceği düşünülmektedir.

Bahar ve yaz aylarında kullanılan kumaşların dokusunun dimi olarak seçilmesi hava geçirgenlik değerleri yüksek olacağı için uygun görülmektedir. Sıklık değerlerinin de düşük olması hava geçirgenlik değerlerinin düşük olmasını sağlayacaktır.

Tez kapsamında incelenen termofizyolojik konfor özellikleri, iklim şartları ve kullanıcının terleme durumu göz önüne alındığında, gömleklik kumaş seçimi için fikir vermektedir. Bunun yanında kumaş seçiminde diğer konfor özellikleri de dikkate alınabilir.

KAYNAKLAR DİZİNİ

Andersson , C. J., Relationships Between Physical Textile Properties and Human Comfort During Wear Trials of Chemical Biological Protective Garment Systems, Master Thesis, University of Alberta, Canada

Araújo M., 2005, Innovative Designs in Textiles Dersi Notları, Ege Üniversitesi, İzmir

Byrne M. S., Carty P., Scriven K., 2000, The Effect of linear density of polyamide filaments on the comfort and performance of ladies hosiery; *J Consumer & Home economics*, 24, 3, September:198- 204

Crockford, G. W., (1988), The measurement of clothing air exchange and its role in clothing design, I. B. Mekjavic, E. W. Banister, & J. B. Momson (Eds.), *Environmental Ergonomics: Sustaining Human Performance in Harsh Environments* (pp. 184- 194). Philadelphia, PA: Taylor & Francis.

Eryürük, S., H., 2004, Polar Kumaşların Konfor Özelliklerinin İncelenmesi, *Örme İhtisas*, Eylül-Ekim(7): 38-42.

Frydrych I., Dziworska G., 2002, Comparative Analysis Of The Thermal Insulation Properties of Fabrics Made of Natural and Man- Made Cellulose Fibres, *Fibres & Textiles in Eastern Europe*, October/ December: 40-44

KAYNAKLAR DİZİNİ (Devam)

Greyson, M., 1983, Encyclopedia of Composite Materials and Componentes, Wiley&Sons, USA.

Havenith, G., 2002, “The Interaction of Clothing and Thermoregulation”, *Exogenous Dermatology*, 1(5): 221-230.

Hes L., 2005, Clothing Comfort Dersi Notları, Technical University of Liberec, Liberec

Hes L., 1999 Optimisation of Shirt Fabrics' Composition From The Point of View of Their Appearance and Thermal Comfort, *International Journal of Clothing Science and Technology*, Vol. 11 No. 2/3:105-115.

Air Permeability Tester FX 3300 Labotester III kataloğu

Marmaralı A., Giysi Konforu, Doktora Ders Notları, İzmir, 2007

Marmaralı A, Özdil N, Kretschmar S. D., 2006, Giysilerde Isıl Konfor, *Tekstil & Teknik*, Eylül: 163-167

Marmaralı A, Kretschmar S. D., Özdil N, Oğlakçioğlu N. G., 2006, Giysilerde Isıl Konforu Etkileyen Parametreler, *Tekstil ve Konfeksiyon*, 4: 241-246

KAYNAKLAR DİZİNİ (Devam)

Milenkovic, L., Skundric, P., Sokolovic, R., Nikolic, T., 1999, Comfort Properties of Defence Protective Clothing, *The Scientific Journal Facta Universitatis*, 1(4): 101-106.

Mogahzy Y., 2002, Developing a design- oriented fabric comfort model, National Textile Center Annual Report, November

Önder, E., Sarier, N., 2004, Improving Thermal Regulation Functions of Textile, WTC 4th AUTEX Conference, June 22-24, Roubaix, France.

Schacher L., Adolphe D. C. and Drean J.-Y., 2000, Comparison Between Thermal Insulation and Thermal Properties of Classical and Microfibres Polyester Fabrics, *International Journal of Clothing Science and Technology*, Vol. 12 No. 2:84-95.

Shivers, J., (1980), Physical measures of clothing comfort: A literature review.

Canadian Home Economics Journal. 30 (4):241-244.

Simile C. B., 2004, Critical Evaluation Of Wicking In Performance Fabrics, Master Thesis, Georgia Institute of Technology

Slater, K., (1986), Discussion paper: The assessment of comfort, *Journal of the Textile Institute*, 77 (3):157- 171.

KAYNAKLAR DİZİNİ (Devam)

Sontag, S. M., (1985), Comfort dimensions of actual and ideal insulative clothing for older women, *Clothing and Textiles Research Journal*, 4 (1): 917.

Smith, J. E.,(1993), The comfort of clothing. *Textiles*. 22 (1):18-20.

Toprakkaya D., 1999 ,Termofizyolojik Açıdan Giyim Konforu, *Tekstil ve Konfeksiyon*, 5: 403-407

Tzanov T., Betcheva R. and Hardalov I., 1999, Thermophysiological comfort of silicone softeners-treated woven textile materials, *International Journal of Clothing Science and Technology*, Vol. 11 No. 4: 189-197.

Umbach, K. H., 1993, Bekleidungsphysiologische Gesichtspunkte zur Entwicklung von Sportkleidung Von, Wirkerei-und Stickerei-Technik, 108-114

Umbach, K. H., (1988), Physiological tests and evaluation models for the optimization of the performance of protective clothing, I. B. Mekjavic, E. W. Banister, & J. B. Morrison (Eds.), *Environmental Ergonomics: Sustainable Human Performance in Harsh Environments* (pp. 139- 161). Philadelphia, PA: Taylor & Francis.

Weder W., 1987, Messmethoden Bekleidungsphysiologische *Textilveredlung*, 2: 376

KAYNAKLAR DİZİNİ (Devam)

www.ectc.org/TermandIndex.asp

www.fabriclink.com/Coldweather/Coolmax/Home.html

www.peges.zoom.co.uk

www.technica.net/NT/NT3/comfort_clothing.htm

www.toyobo.co.jp/e/seihin/sports/ifukunai/ifuku2.htm

ÖZGEÇMİŞ

1979 yılında Çanakkale’de dünyaya gelen Z. Evrim KANAT, T.C. vatandaşıdır. İlkokul, ortaokul ve lise eğitimini Çanakkale’de tamamladıktan sonra 1997 yılında Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Tekstil Mühendisliği Bölümü’nü kazanarak yüksek öğrenimine başlamıştır.

1 yıl Almanca hazırlık sınıfına devam ettikten sonra başladığı Tekstil Mühendisliği’ni tamamlayarak 2002 yılında “Tekstil Mühendisi” ünvanı almaya hak kazanmıştır. Mezun olduktan sonra, Askon Tekstil, İzmir Pamuk Mensucatı T. A. Ş. Ve Gürsel Tekstil A.Ş.’de kalite departmanlarında çalıştı. 2004 güz yarısında açılan yüksek lisans sınavını kazanarak E. Ü. Tekstil Mühendisliği Bölümü’nde yüksek lisans öğrenimine başlamıştır. 2005 Şubat ayından 2007 Ocak ayına kadar Tübitak Tekstil Araştırma Merkezi’nde “Uzman Yardımcısı” olarak çalışmıştır.