

**DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**KUMAŞLARIN MEKANİK ÖZELLİKLERİNDEN
VE GEÇİRGENLİK ÖZELLİKLERİNDEN
YARARLANILARAK GİYSİ KONFORUNUN
TAHMİNLENMESİ**

Sibel KAPLAN

**Şubat, 2009
İZMİR**

**KUMAŞLARIN MEKANİK ÖZELLİKLERİNDEN
VE GEÇİRGENLİK ÖZELLİKLERİNDEN
YARARLANILARAK GİYSİ KONFORUNUN
TAHMİNLENMESİ**

Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü

Doktora Tezi

Tekstil Mühendisliği Bölümü, Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı

Sibel KAPLAN

Şubat, 2009

İZMİR

DOKTORA TEZİ SINAV SONUÇ FORMU

SİBEL KAPLAN tarafından **PROF.DR. AYŞE OKUR** yönetiminde hazırlanan **“KUMAŞLARIN MEKANİK ÖZELLİKLERİNDEN VE GEÇİRGENLİK ÖZELLİKLERİNDEN YARARLANILARAK GİYSİ KONFORUNUN TAHMİNLENMESİ”** başlıklı tez tarafımızdan okunmuş, kapsamı ve niteliği açısından bir doktora tezi olarak kabul edilmiştir.

Prof.Dr. Ayşe OKUR

Danışman

Prof.Dr. Güngör BAŞER

Tez İzleme Komitesi Üyesi

Doç.Dr. Serhan KÜÇÜKA

Tez İzleme Komitesi Üyesi

Prof.Dr. Binnaz MERİÇ

Jüri Üyesi

Prof.Dr. Sevil YEŞİLPINAR

Jüri Üyesi

Prof.Dr. Cahit HELVACI

Müdür

Fen Bilimleri Enstitüsü

TEŞEKKÜR

Doktora çalışmamın her aşamasında olduğu gibi hayatımın diğer alanlarında da karşılaştığım güçlüklerde yanımda olan, destek ve yol göstericiliğine her zaman ihtiyaç duyacağımı düşündüğüm danışman hocam Sayın Prof.Dr. Ayşe OKUR'a şükranlarımı sunarım.

Tez çalışmamın tüm aşamalarında karşılaştığım sorunlarda her an danışabildiğim ve değerli görüşleriyle tezime katkıda bulunan tez izleme komitesi üyelerim Sayın Prof.Dr. Güngör BAŞER ve Sayın Doç.Dr. Serhan KÜÇÜKA'ya destekleri için teşekkür ederim.

Çalışmanın farklı aşamalarında çıkan sorunlar sırasında her an yanımda olan ve sorunlarımı çözmek için ellerinden geleni yapan sevgili arkadaşlarım Öğr.Gör.Dr. Vildan SÜLAR, Deniz SÜLAR ve Arş.Gör. Ali Serkan SOYDAN'a teşekkür ederim. Aynı şekilde sorunlarımla her an ilgilenen ve beni yalnız bırakmayan Sayın Zeki OKUR'a ve subjektif giyim denemeleri sırasındaki yardımları için sevgili arkadaşım Arş.Gör. Gonca BALCI'ya teşekkür ederim. Ayrıca tezimin subjektif denemeler kısmında gerek danışmanlıkları gerekse sağladıkları imkanlarla büyük yardımları dokunan Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi Spor Hekimliği ABD'nden Sayın Prof.Dr. Çetin İŞLEĞEN ve Ege Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Yüksek Okulu'ndan Arş.Gör. Melih BALYAN ve Arş.Gör. Faik VURAL'a teşekkür ederim.

Hayatımın her aşamasında yanımda olan, tüm kararlarımda bana inanan ve tez çalışmamın en önemli kısımlarından birinde bizzat benimle çalışan sevgili anne ve babam Mürüvvet KAPLAN ve Turan KAPLAN'a teşekkür ve şükranlarımı sunarım.

Bu tez çalışması, Dokuz Eylül Üniversitesi ve TÜBİTAK tarafından desteklenen projeler kapsamında tamamlanmıştır. Desteklerinden dolayı her iki kuruma da teşekkür ederim.

Sibel KAPLAN

KUMAŞLARIN MEKANİK ÖZELLİKLERİNDEN VE GEÇİRGENLİK ÖZELLİKLERİNDEN YARARLANILARAK GİYSİ KONFORUNUN TAHMİNLENMESİ

ÖZ

Bu tez kapsamında, kişilerin giysi seçimlerinde giderek daha önemli hale gelen konforun temel bileşenlerinden termal konforun değerlendirilmesi için objektif ve subjektif ölçümlere dayalı bir yöntem geliştirilmesine temel oluşturacak çalışmalar yapılmıştır.

Çalışmanın amacı, termal konforun mümkün olduğunca kolay uygulanabilir objektif yöntemlerle belirlenebilmesini sağlayan bir yöntemin geliştirilmesidir. Bu amaçla öncelikle objektif ölçümler için gerekli test olanaklarının oluşturulması için çalışmalar yapılmış, dünyada termal konfor ölçümleri konusunda kullanılan en gelişmiş objektif ölçüm sistemlerinden olan dinamik terleyen levha sistemi tasarlanıp üretilmiş ve terleyen termal manken sistemi de mevcut bir sistem üzerinde yapılan değişikliklerle elde edilmiştir.

Objektif ölçümlerin gerçeği hangi oranda yansıttığının belirlenebilmesi için de incelenen kumaş grubunun bir kısmından üretilen giysilerle profesyonel sporcuların katıldığı subjektif giyim denemeleri gerçekleştirilmiştir. Subjektif giyim denemelerinden önce, seçilen bir grup kumaşın deriyle temas sırasında verdiği sıcaklık ve ıslaklık hislerinin bağlı olduğu kumaş özelliklerinin belirlenebilmesi amacıyla önkol testi uygulanmıştır. Bu test sonucu tutarlı ve tekrarlanabilir sonuçlar veren gönüllülerle subjektif giyim denemelerine devam edilmiştir. İncelenen kumaşlar piyasada sportif giysi üretiminde kullanılan, termal konfor açısından avantajlı hammadde veya yapılara sahip olduğu belirtilen kumaşlar ve standart kumaşlardan oluşan bir gruptur.

Objektif ölçüm yöntemleri ile kumaş ve giysi sistemleri için tespit edilen termal ve su buharı direnç değerleri ile subjektif giyim denemeleri ile elde edilen fizyolojik

ve psikolojik veriler arasındaki ilişkiler incelenerek farklı ölçüm sistemleri ile elde edilen parametreler arasındaki ilişkilerle ilgili sonuçlar ortaya konmuştur. Ayrıca, kumaşların fiziksel/yapısal ve geçirgenlik özellikleri de standart yöntemlerle tespit edilerek bu özelliklerin termal konfor performansı üzerindeki etkileri incelenmiştir.

Anahtar sözcükler: Giysi termal konforu, dinamik terleyen levha sistemi, termal manken sistemi, subjektif giyim denemeleri.

PREDICTION OF CLOTHING COMFORT FROM MECHANICAL AND PERMEABILITY PROPERTIES OF FABRICS

ABSTRACT

In this thesis, principle studies for development of a method including objective and subjective measurements were carried out to determine the thermal comfort performances of fabrics/garment systems.

The aim of the study was to determine thermal comfort properties of garment systems by a practical and cheap method. Therefore, a dynamic sweating hotplate system was developed and produced and a thermal manikin system was developed by modifications on an existing device. These systems are accepted as the most advanced devices to measure thermal comfort parameters.

Subjective wear trials were conducted with professional sportsmen to test in what extent the objective measurements simulate the real wear conditions by using garments produced from some of the investigated fabric group. Forearm test was carried out on subjects to determine fabric characteristics related to the coolness and dampness sensations occurring during skin-fabric contact. Subjective wear trials were continued with those subjects giving reliable and repeatable results for forearm test. Knitted fabrics having different physical/constructional properties which are used for sportive clothing were investigated within the study. The investigated fabric group consisted of fabrics having special materials or constructions providing advantage about thermal comfort and some basic fabrics.

As a result, conclusions were drawn about the relationships between parameters obtained by objective measurement systems and subjective wear trials. Physical/structural and permeability properties of the fabrics were also determined by using standard methods to investigate their effects on thermal comfort.

Keywords: clothing thermal comfort, dynamic sweating hotplate system, thermal manikin system, subjective wear trials.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
DOKTORA TEZİ SINAV SONUÇ FORMU.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
ÖZ.....	iv
ABSTRACT.....	vi
BÖLÜM BİR - GİRİŞ.....	1
1.1 Konforun Tanımı ve Önemi.....	4
1.1.1 İnsan-Giysi-Çevreden Oluşan Sistem.....	8
1.2 Nörofizyoloji ve Konfor.....	8
1.2.1 Duyusal Algıların Nörofizyolojik Mekanizması.....	9
1.2.1.1 Derinin Uyarılması ve Duyusal Sistem.....	10
1.2.1.2 Transdüksiyon (Dönüştürme)	11
1.2.1.3 Duyusal Reseptörler.....	11
1.2.1.3.1 Mekanoreseptörler.....	11
1.2.1.3.2 Termoreseptörler.....	11
1.2.1.3.3 Nosiseptörler.....	12
1.2.1.4 Nörolojik Sinir Yolları ve Tepkiler.....	12
1.2.2 Sıcaklık ve Rutubetle İlgili Hislerin Psikofiziksel Mekanizmaları.....	13
1.2.2.1 Termoreseptörler.....	15
1.2.2.2 Sıcaklık ve Islaklıkla İlgili Algıların Bağlı Olduğu Parametreler.....	17
1.3 Psikoloji ve Konfor.....	18
1.3.1 Konfor Algısı.....	18
1.3.2 Subjektif Konfor Değerlendirmeleri.....	19
1.3.2.1 Çevresel Şartlar.....	21
1.3.2.2 Denemeye Katılan Kişiler.....	23
1.3.2.3 Fizyolojik Ölçümler.....	26
1.3.2.4 İncelenen Algılar ve Kullanılan Skalalar.....	26

1.4 Termal Konfor.....	32
1.4.1 Vücutun Termoregülasyon Mekanizması.....	34
1.5 Tekstil Materyallerinde Meydana Gelen Isı ve Kütle Transfer Mekanizmaları.....	37
1.5.1 Tekstil Materyallerinde Meydana Gelen Isı Transfer Mekanizmaları.....	37
1.5.1.1 İletim (Kondüksiyon)	37
1.5.1.2 Taşınım (Konveksiyon)	38
1.5.1.3 Işıma (Radyasyon)	39
1.5.1.4 Buharlaştırma.....	40
1.5.2 Tekstil Materyallerinde Meydana Gelen Su (Sıvı ve Buhar) Transfer Mekanizmaları.....	42
1.5.2.1 Su Buharı Transferi.....	43
1.5.2.2 Sıvı Transferi.....	45
1.5.3 Tekstil Materyallerinde Meydana Gelen Birleşik Isı ve Sıvı Transfer Mekanizmaları.....	49
1.6 Termal Konfor Üzerinde Etkili Parametreleri Ölçmekte Kullanılan Yöntem ve Sistemler.....	53
1.6.1 Islanma Testleri ve Gözenekli Plaka Sistemleri.....	53
1.6.2 Su Buharı Geçirgenliği Test Yöntemleri.....	57
1.6.3 Terleyen Sıcak Levha Sistemleri.....	60
1.6.4 Termal Manken Sistemleri.....	66
1.7. Sportif Giysilik Olarak Kullanılan Hammaddeler ve Kumaş Yapıları	70
1.8 Önceki Çalışmalar.....	78
1.8.1 Subjektif Termal Konfor Değerlendirmeleri Konusundaki Çalışmalar.....	79
1.8.1.1 Tüketici Tercihleri ve Giysi Konforuyla İlgili Yapılan Anket Çalışmaları.....	79
1.8.1.2 Giysiyle Temas Sırasında Ortaya Çıkan Soğukluk ve Islaklık Hisleriyle İlgili Çalışmalar.....	81
1.8.1.3 Subjektif Giyim Denemeleri ile İlgili Çalışmalar.....	87
1.8.2 Objektif Termal Konfor Değerlendirmeleri Konusundaki Çalışmalar.....	93
1.8.2.1 Tekstil Materyallerinde Meydana Gelen Isı ve Kütle Transfer Mekanizmalarıyla İlgili Çalışmalar	93
1.8.2.2 Terleyen Sıcak Levha Sistemleriyle (Deri modelleri) İlgili Çalışmalar...	103

1.8.2.3 Termal Manken Sistemleriyle İlgili Çalışmalar.....	109
BÖLÜM İKİ - MATERYAL VE METOT.....	114
2.1 Materyal.....	114
2.2 Metot.....	116
2.2.1 Kumaş Fiziksel ve Geçirgenlik Özelliklerinin Belirlenmesi için Yapılan Ölçümler.....	116
2.2.1.1. Kumaş Fiziksel Özellikleri.....	116
2.2.1.2 Hava ve Su Buharı Geçirgenliği.....	116
2.2.1.3 Yüzey Pürüzlülüğü ve Sürtünme Özellikleri.....	116
2.2.1.4 Optik Gözeneklilik.....	118
2.2.2 Subjektif Termal Konfor Değerlendirmeleri.....	118
2.2.2.1 Konfor ve Giysi Tercihleriyle İlgili Anket Çalışması.....	118
2.2.2.2 Önkol (Forearm) Testi.....	120
2.2.2.3 Subjektif Giyim Denemeleri.....	122
2.2.3 Objektif Ölçümler.....	129
2.2.3.1 Dinamik Terleyen Levha Sistemi Ölçümleri.....	129
2.2.3.2 Termal Manken Sistemi Ölçümleri.....	135
2.3 İstatistiksel Analiz.....	140
BÖLÜM ÜÇ - ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA.....	143
3.1. Subjektif Yöntemlerle Elde Edilen Sonuçlar.....	143
3.1.1 Anket Sonuçları.....	143
3.1.2 Önkol Testi.....	156
3.1.3 Subjektif Giyim Denemeleri.....	167
3.2. Objektif Yöntemlerle Elde Edilen Bulgular.....	186
3.2.1 Dinamik Terleyen Levha Sistemi Ölçüm Sonuçları.....	187
3.2.2 Termal Manken Sistemi Ölçüm Sonuçları.....	190
BÖLÜM DÖRT - SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	192

KAYNAKLAR.....	199
EKLER.....	211
EK 1 - Giysi Konforuyla İlgili Sıkça Kullanılan Terimler Ve Tanımlayıcı Sıfatların Türkçe Karşılıkları.....	212
EK 2 - Giysi Konforuyla İlgili Yapılan Anket Çalışması.....	216
EK 3 - Subjektif Giyim Denemelerinde Kullanılan Formlar ve Belgeler.....	222
EK 4 - Giysi Termal Konforuyla İlgili Ölçümlerde Kullanılan Standartlar.....	231

BÖLÜM BİR

GİRİŞ

İnsanın günlük hayatında ve performans gerektiren aktiviteleri sırasında hassas ayar mekanizmalarına sahip olan vücut çevreyle devamlı bir etkileşim halindedir. Özellikle insan vücudu için zararlı olabilecek zorlu şartlarda gerçekleştirilen işlerde veya performansa dayalı sportif aktivitelerde kişinin üzerindeki giysi, koruma işlevinin yanı sıra fizyolojik ve psikolojik birçok faktör tarafından belirlenen konfor durumunu önemli oranda etkiler. İnsan vücudu, giysi grubu ve çevreden oluşan sistemde kişinin fizyolojik ve psikolojik açıdan ortama uyum sağlayıp herhangi negatif bir hisse sahip olmaması için kontrol altına alınabilecek bir parametre olarak giysi özellikleri ön plana çıkmaktadır. Kişilerin fizyolojik ve psikolojik özellikleri büyük bir varyasyona sahip olduğu ve çevresel şartların kontrolü ancak zararlı ortamdaki uzaklaşma şeklinde olabileceği için çok sayıdaki parametre tarafından etkilenen kişinin konfor durumunun giysi özelliklerine bağlı olarak belirlenmesi uzun yıllardır üzerinde çalışılan bir konudur. Beynin fizyolojik algı mekanizmasının yanı sıra psikolojik değerlendirme mekanizmasının da konfor değerlendirmesinde rol alması, giysi sisteminde meydana gelen fiziksel ısı ve kütle transfer mekanizmaları ile ilgili ölçümlerin yanı sıra subjektif değerlendirme metodlarının kullanılmasını ve bu değerlendirmeler sırasında bazı fizyolojik ölçümlerin alınmasını gerektirmiştir. Buna bağlı olarak genellikle çok disiplinli çalışmalarla incelenen giysi konforu konusu günümüze kadar açıklığa kavuşturulamamış yönleri ve tasarlanan yeni materyallerin konfor performanslarının belirlenmesinin gerekliliği nedeniyle güncelliğini korumakta ve konforun daha kolay ve objektif bir şekilde ölçülmesine yönelik araştırmalar devam etmektedir.

Bu tezde, basınç ve dokunsal bileşenlerle birlikte konforun üçüncü ve önemli bir bileşeni olan termal konforun belirlenmesine yönelik objektif ve subjektif ölçümlere dayalı bir metoda temel oluşturacak çalışmalar yapılmıştır. Çalışmanın amacı, giysilerin termal konfor performanslarının kolay ölçülebilir ve düşük maliyetli bir yöntemle belirlenmesi olduğu için objektif ölçüm yöntemlerinden olan dinamik

terleyen levha sistemi tasarlanıp üretilmiş ve terleyen termal manken sistemi de mevcut bir sistem üzerinde yapılan değişikliklerle elde edilmiştir.

Bahsedilen dinamik terleyen levha sistemi, temel termal konfor parametreleri olan sabit şartlarda termal ve su buharı direnç değerlerinin ölçümlerinin yanı sıra terleme sırasındaki dinamik ısı ve kütle transfer mekanizmalarını simüle eden ölçümlerin yapılmasına da imkan tanımaktadır. Bahsedilen iki tür ölçümün aynı sistemle yapıldığı bir çalışmaya literatürde rastlanmamıştır. Ayrıca dinamik terleyen levha sisteminde ve termal manken sisteminde kumaşlar ve giysiler için su buharı direncinin belirlenmesiyle ilgili ölçümler için de bir değişiklik önerilmiştir. Daha önceki farklı çalışmalar için tasarlanıp üretilmiş olan termal manken sistemine terleme fonksiyonu kazandırılması amacıyla bazı değişiklikler yapılmıştır. Mankenin gövde kısmı belirli oranda su buharı geçirgenliğine sahip bir nefes alabilir kumaşla kaplanmış, manken beş farklı bölüme ayrılarak her bölüm için gövde-kaplama arasına belirli basınçta su buharı pompalayacak bir sistem eklenmiştir.

Objektif sonuçların doğruluk ve gerçek hayata uygunluğunun tespiti için termal manken sisteminde ölçümleri yapılan üst giysiler bir grup profesyonel sporcu ile gerçekleştirilen subjektif giyim denemeleri ile değerlendirilmiştir. Kontrollü ortam şartlarında belirli bir aktivite programına göre gerçekleştirilen denemeler sırasında kişilerin sıcaklık, ıslaklık ve konfor hisleriyle ilgili subjektif değerlendirmeleri alınmış, giysi özelliklerine göre değişebilecek bazı fizyolojik ölçümler gerçekleştirilmiştir. Ayrıca subjektif giyim denemelerine başlanmadan önce denemelerde kullanılacak Türkiye'ye özgü tanımlayıcı sıfatların belirlenmesi ve kişilerin konforla ilgili bilinç seviyelerinin ve giysi konforunun hayatlarındaki öneminin belirlenmesi için 325 kişi üzerinde kapsamlı bir anket çalışması uygulanmıştır. Subjektif giyim denemelerine katılacak kişilere bir ön deneme de olması amacıyla kumaşların deriyle teması sonucu ortaya çıkan sıcaklık ve ıslaklıkla ilgili hislerin bağlı olduğu parametrelerin belirlenmesi için kullanılan bir yöntem olan önkol testi uygulanmıştır. Kumaşların termal konforla ilişkili olduğu düşünülen fiziksel (kalınlık, gramaj, yoğunluk, vb.), yüzey (pürüzlülük ve sürtünme) ve geçirgenlik (hava ve su buharı) özellikleri de standart metotlarla belirlenmiştir.

Tezin birinci bölümünde konforun anlamı, önemi ve konfor değerlendirme olayında etkili mekanizmalar incelendikten sonra tekstil materyallerinde meydana gelen ısı ve kütle transfer sistemleri ile termal konforun belirlenmesine yönelik olarak kullanılan objektif ve subjektif yöntemlerle ilgili bilgiler verilmiştir. Ayrıca bu bölümde kişilerin giysi tercihlerinde önem verdikleri parametrelerle ilgili tüketici anket çalışmaları, temas sırasında hissedilen sıcaklık ve ıslaklık hislerinin ilgili olduğu parametrelerin belirlenmesi ve subjektif giyim denemeleri gibi değerlendirme yöntemleri ile tekstil materyallerinde meydana gelen ısı ve su buharı/sıvı transfer mekanizmaları ile ilgili önceki çalışmalar özetlenmiştir. Önceki çalışmalar bölümünün objektif ölçümler kısmında bu çalışmada da tasarlanıp üretilen ve ölçümlerde kullanılan terleyen sıcak levha sistemleri ile termal manken sistemleriyle ilgili çalışmalara da yer verilmiştir.

Çalışmada incelenen kumaş özellikleri ile yapılan objektif ve subjektif ölçümlerin ayrıntılarının açıklandığı ikinci bölümde dinamik terleyen levha sisteminin ve termal manken sisteminin tasarımıyla ve parametrelerin hesaplanmasıyla ilgili ayrıntılar verilmiştir. Ayrıca bu bölümde objektif ve subjektif verilerin analizi için kullanılan farklı parametrik ve non-parametrik istatistiksel analiz yöntemlerine de kısaca değinilmiştir.

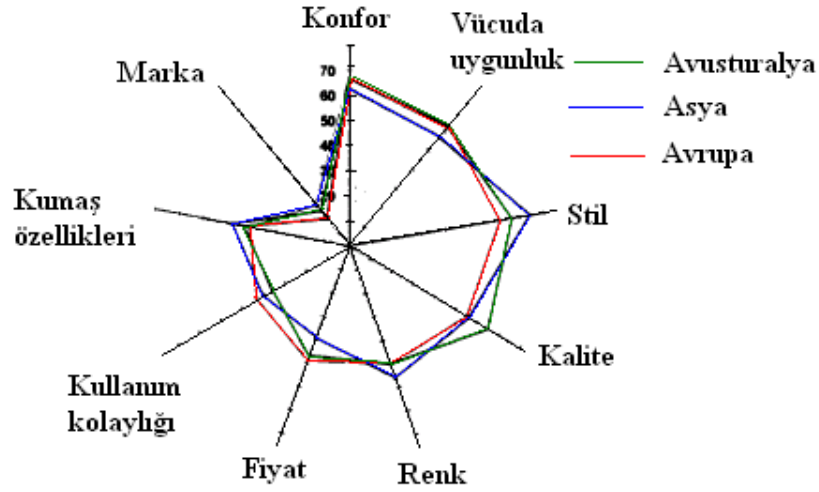
Yapılan objektif ve subjektif ölçümler sonucu elde edilen verilerin ve istatistiksel analiz sonuçlarının verildiği üçüncü bölümde farklı ölçüm yöntemleri ile elde edilen parametreler arasındaki ilişkiler ve kumaşların termal konfor performansları konusunda sonuç ve yorumlar önceki çalışmalar da göz önünde bulundurularak ortaya konmuştur.

Dördüncü bölümde sonuçlar genel olarak özetlenmiş ve bu konudaki çalışmaların ilerleme yönü ve çalışmanın bir sonraki aşamasında yapılabilecekler ile ilgili öneriler sunulmuştur.

1.1 Konforun Tanımı ve Önemi

Giyinmek, insanın en temel ihtiyaçlarından birisidir. Giysi, vücudu uygun olmayan fiziksel şartlara karşı koruyan bir ya da birden fazla katmandan oluşan bir bariyer olarak düşünülebilir. Bu koruma işlemi vücudun yaşayabilmesi için uygun termal şartların sağlanması ve vücudun sürtünme, radyasyon, rüzgar, elektrik, kimyasal ve mikrobiyolojik toksik maddeler tarafından zarar görmesini engelleyen bir dizi fonksiyonu içermektedir. Bu ana görevinin dışında giysi, kişinin içerisinde bulunduğu sosyal ortama uygun olarak sağladığı 'iyi görünme' avantajına bağlı olarak psikolojik tatmin ve rahatlık vermektedir. Bundan dolayı giysi konforunun iyileştirilmesine yönelik yapılan çalışmaların insanın yaşam standardını yükseltmeye yönelik olduğu söylenebilir (Önder ve Sarıer, 2003).

Son yüzyılda yapılan tüketici araştırmaları göstermiştir ki modern tüketiciler giysi ihtiyaçlarını daha dinamik ve rahat olan yeni hayat stilleri doğrultusunda karşılamaktadırlar. Li'ye göre (2001) bu tüketiciler için konfor temel ve evrensel bir ihtiyaçtır; artık giysinin sadece görünümünün değil, hissettirdiklerinin de 'iyi' olması beklenmektedir. Araştırmacı ayrıca bu konudaki çalışma sonuçlarına dayanarak, son yıllarda tüketici kararlarını etkileyen faktörlerden görsel duyuların yerini dokunma ve kokuyla ilgili duyularla sezgi ve duyguların aldığını belirtmiştir. Coğrafi bölgelere göre de farklılık gösterebilen bir kavram olan konforun tüketici tercihleri arasındaki yeri, Li'nin (1998) yünlü günlük giysilerin duysal konforuyla ilgili Avustralya, Asya ve Avrupa'daki tüketiciler üzerinde yaptığı bir araştırma ile incelenmiştir. Şekil 1.1'de de verilen araştırma sonucuna göre tüketicilerin giysi tercih kriterlerinde konfor ilk sırada, marka ise son sıradadır (Wong, 2002).



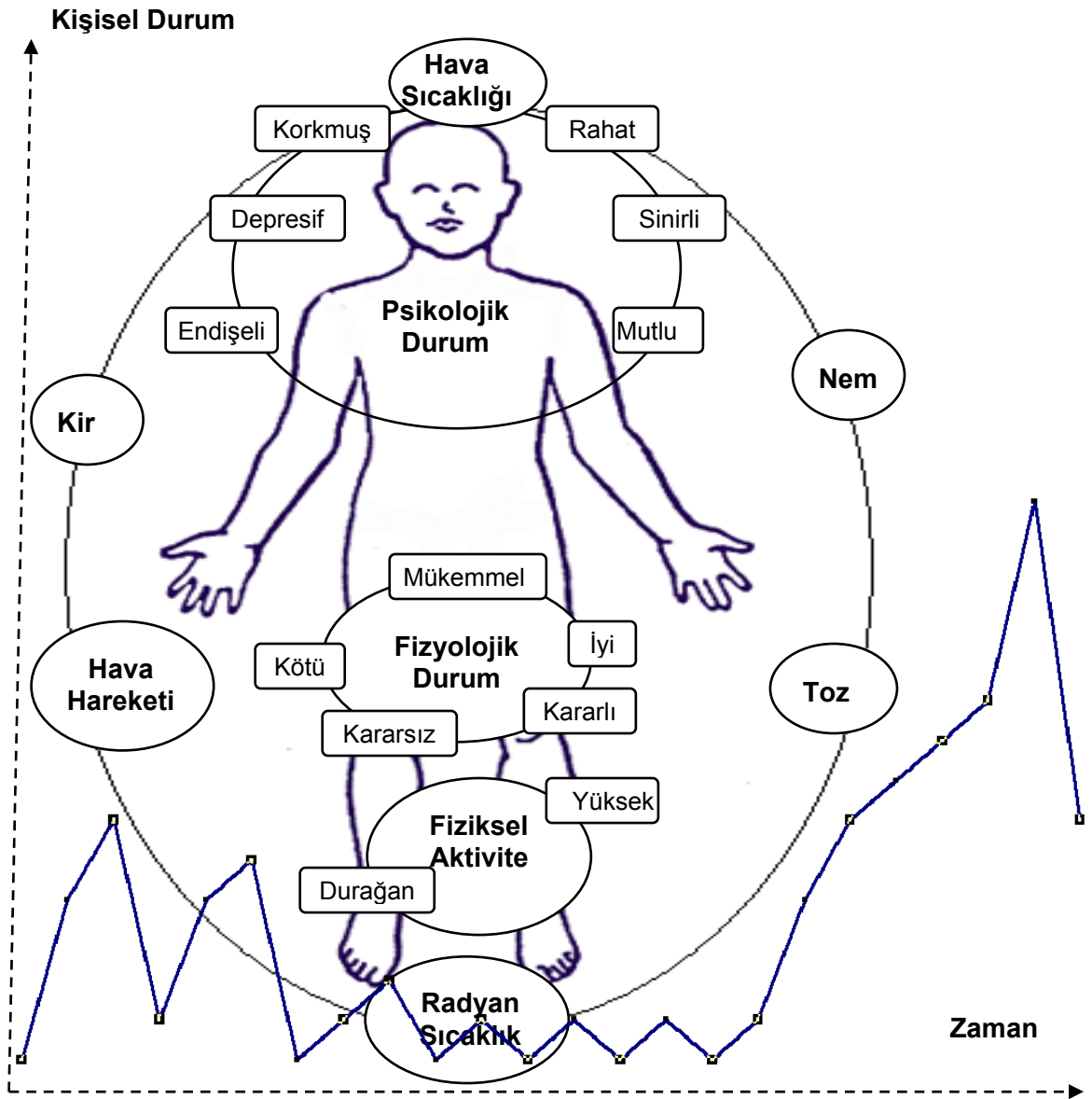
Şekil 1.1 Tüketici giysi tercihleri (Wong, 2002)

Konfor birçok fiziksel, psikolojik ve fizyolojik faktörü içeren karmaşık bir kavramdır. Fourt ve Hollies (1970), konforun termal ve termal olmayan bileşenlerinin bulunduğunu, normal giyim şartları ve daha yüksek performans gerektiren kritik şartlar için kişilerin giysi konfor durumlarının incelenmesi gerektiğini belirtmiştir (Li ve Wong, 2006). Konfor Slater (1985) tarafından ‘vücut ve çevre arasındaki fizyolojik, psikolojik ve fiziksel uyumun sonucu ortaya çıkan memnuniyet duygusu’ olarak tanımlanmıştır (Li, 2001). Literatürde en fazla kabul gören bu tanımdan başka Smith (1993) de konforu daha kısa ve genel bir şekilde ağrı ve acının bulunmadığı bir ‘iyi’ olma durumu olarak tanımlamıştır. (Li ve Wong, 2006). Birçok araştırmacının ortak fikri, konforun nötr bir his olduğudur. Bir kişinin konforlu sayılabilmesi için hava sıcaklığı, rüzgar hızı, gürültü, ışık, nem gibi çevresel faktörlerle ilgili bir uyarının beyne gönderilmemiş olması gerekmektedir: bu çevresel faktörlerden herhangi birine, giysilerimiz veya psikolojik durumumuza bağlı olarak hissedilen memnuniyetsizlik duygusu konforu ortadan kaldıracaktır (Kadolph, 1998). Yapılan çalışmalar, bu memnuniyetsizlik duygusunun, yani konforun negatif olarak değerlendirilmesinin, pozitif değerlendirmeye göre daha kolay olduğunu göstermiştir.

Hatch'e göre (1993), psikolojik ve fizyolojik açıdan konfor aşağıdaki bileşenlere ayrılabilir:

- Termofizyolojik konfor, sıcaklık ve ıslaklık açısından konforun sağlanmasıdır, kumaşta meydana gelen ısı ve kütle transfer mekanizmalarını kapsamaktadır.
- Dokunsal konfor, tekstil materyalinin deriyle teması sonucu ortaya çıkan nörolojik algılardır.
- Vücut hareket konforu, giysinin vücut hareketlerine imkan tanınması, vücuda uygulanan basıncı minimuma indirmesidir.
- Estetik konfor, kişinin psikolojisini etkileyen giysi özelliklerinin duyu organlarıyla (göz, kulak, deri vb.) algılanan kısmıdır (Li, 2001).

Tüm bu konfor bileşenlerini etkileyen faktörler Şekil 1.2'de şematik olarak gösterilmiştir. Şekilde de görüldüğü gibi çevre şartları (sıcaklık, bağıl nem, hava hızı, vb.), kişinin alışık olduğu çevre şartlarını ifade eden 'kişiye özgü minimum şartlar' kavramıyla birlikte 'çevresel' başlığı altında toplanabilir. Kişinin aktivite seviyesi ile sağlık ve fizyolojik durumu ise duruma göre alışık olunan çevresel şartlar ile birlikte 'fiziksel' olarak adlandırılan gruba konulabilir. Kişinin psikolojik durumu ve konfor durumunu tanımlayabilme yeteneği ise 'psikolojik' başlığı altında gruplanabilecek özelliklerdir (Kılınç, 2004). Tüm bu faktörler devamlı değişim halinde oldukları için gruplamanın ve etkilerin sabit kalması söz konusu değildir. Aralarındaki etkileşimlerden doğan farklı faktörlerin de kişinin konfor durumunu etkilemesi söz konusudur.



Şekil 1.2 Kişi konforunu etkileyen temel faktörler (Kılınç, 2004)

Çevre şartlarına karşı vücudu koruma görevi gören giysi sistemi, Şekil 1.2’de verilen çok sayıdaki parametre ile birlikte kişinin konfor durumu üzerinde etkili ve kontrol edilebilir bir parametredir. Konfor kavramının çok yönlülüğü ve karmaşıklığı, bu konudaki çalışmaların uzun zaman alan, yüksek maliyetli multidisipliner çalışmalar olmalarını gerektirmiştir. Uzun yıllardan beri yapılan deneysel ve teorik çalışmalar, fizyolojik ve psikolojik faktörler ile konforla ilişkili kumaş ve giysi özelliklerinin objektif olarak ölçümü üzerine yoğunlaşmıştır. Bu çalışmalar konforun farklı yönlerini açıklığa kavuşturmuş, birçok parametre

arasındaki ilişkiler çözülmüş olsa da bir giysinin konfor performansını direkt olarak ölçebilen bir yöntem henüz bulunamamıştır. Çalışmalar, konforun mümkün olduğunca kolay ölçülebilir az sayıda parametre ile belirlenebilmesi yönünde ilerlemektedir

1.1.1 İnsan-Giysi-Çevreden Oluşan Sistem

Giysi, insanın çevresiyle ilişkisinde, kişinin subjektif konfor durumunu etkileyen bir araçtır. İnsanın subjektif konfor değerlendirme mekanizmasının anlaşılabilmesi için giysi sisteminin çevreyle fiziksel, duyuşal, psikolojik açılardan dinamik etkileşime sahip açık bir yapı olarak düşünülmesi gerekmektedir. Bu sistemde temelde Şekil 1.2’de görülen parametrelerden kaynaklanan, kişinin konfor değerlendirmesinde etkili ve birbirleriyle etkileşim halinde olan prosesler aşağıda sıralanmıştır:

- Isı ve nem transferi, giysi ve vücut arasındaki mekanik etkileşimler, ışığın yansınması ve absorpsiyonu gibi vücutta fiziksel uyarılar oluşturan prosesler,
- Termal denge, termoregülasyon tepkileri ve giysi sistemi ile çevre arasındaki dinamik etkileşimleri içeren, kritik şartlar altında yaşamın devamlılığını sağlayan vücuttaki fizyolojik prosesler,
- Giysi sistemiyle ve çevreyle etkileşimler sonucu kişide ortaya çıkan duyuşal sinyallere bağılı olarak işleyen algılama sisteminin nörofizyolojik mekanizması,
- Nörofizyolojik duyuşal sinyallere dayanarak beynin subjektif algıları oluşturmaları, geçmiş tecrübeler ve o anki düşünceler ışığında yapılan değerlendirme ve önem sırasına koyma prosesleri yardımıyla genel algının formüle edilmesi (Li, 2001).

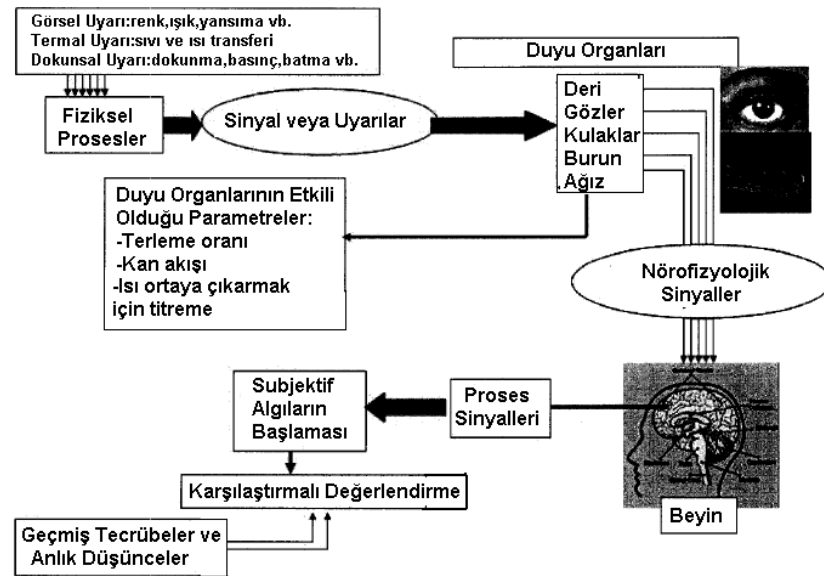
1.2 Nörofizyoloji ve Konfor

Kişinin duyuşal algılama prosesinin anlaşılabilmesi için konforun nörofizyolojisi incelenmelidir. Giysi, vücudun çok farklı noktalarıyla devamlı bir temas halindedir. Bu durum çok sayıda mekanik, termal, kimyasal ve elektriksel uyarının oluşmasına

neden olur. Bundan dolayı, duyuusal konfor üzerindeki en etkili parametre, deriye dışarıdan etkiyen farklı uyarıcılar sonucunda ortaya çıkan farklı algılar olarak tanımlanabilen 'dokunma'dır (Wong, 2002). Bu proseslerin daha iyi anlaşılabilmesi için duyuusal sistemin çalışma mekanizmasının anlaşılması gerekir

1.2.1 Duyusal Algıların Nörofizyolojik Mekanizması

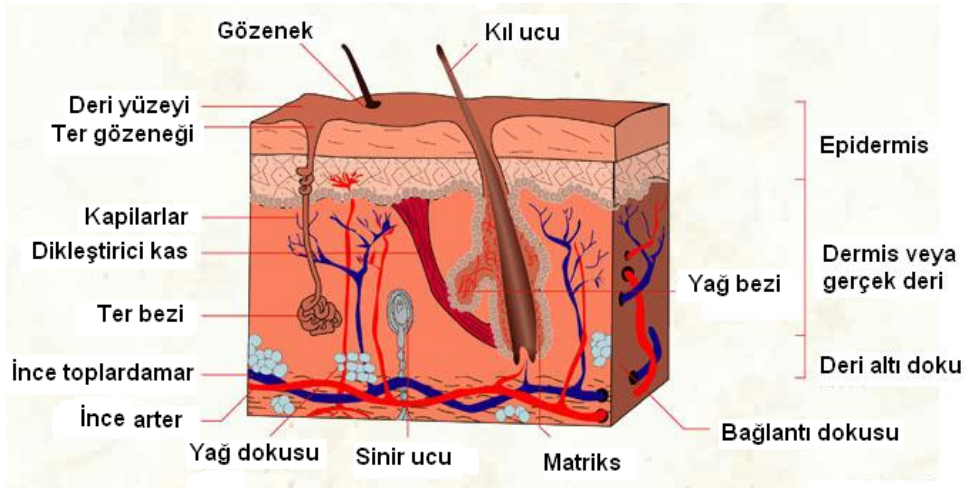
Kişinin çeşitli çevresel uyarıları algılama mekanizması Şekil 1.3'te basitçe gösterilmiştir. Deri, gözler, kulaklar, burun ve ağız gibi duyu organları; görsel (renk, ışık, vb.), termal (ısı ve nem) ve dokunsal (dokunma, basınç, batma vb.) uyarılara adapte olmaya çalışarak veya vücuda zarar vermeyecek şekilde ortamdan uzaklaşarak tepki verirler. Duyu organlarına bağlı duyuusal reseptörlerle alınan uyarılar uygun kodlara dönüştürülerek merkezi sinir sistemi sinir yolları vasıtasıyla beyne iletilir. Beyin bu uyarıları işler, uyarıya karşı bir algı geliştirir ve kendine has araçlarla eski tecrübelerle karşılaştırmalı bir değerlendirme ortaya koyar (Kılınç, 2004).



Şekil 1.3 Kişinin duyuusal mekanizmasının şematik gösterimi (Kılınç, 2004)

1.2.1.1 Derinin Uyarılması ve Duyusal Sistem

Konforla ilgili mekanik, termal ve diğer tip algılara sebep olan uyarıların reseptörler vasıtasıyla ilk ulaştığı duyu organı olan derinin enine kesit görünüşü Şekil 1.4'te verilmiştir. Şekilde de görüldüğü gibi insan derisinin büyük kısmı kıllarla kaplıdır ve karmaşık bir yapıya sahiptir. Deri, temel olarak çok sayıda ölü hücre katmanının bir canlı hücre üzerinde bulunduğu derinin dış katmanı olan epidermis ve derideki çoğu sinir uçlarını barındıran iç tabaka dermis olmak üzere iki katmandan oluşur. Dermiste ayrıca ter bezleri, kıl kökleri, ince kas demetleri de bulunur. Dermisin altında ise birbirlerine bağlı doku ve yağ hücre tabakaları, sinir uçları ve damarlar bulunur.



Şekil 1.4 Derinin enine kesit yapısı (<http://www.infovisual.info-05.01.2009>)

Deri içerisinde sinirlerin bağlı olduğu uçlar, bir cisimciğe bağlı olanlar (korpüsküler) ve serbest sinir olarak ikiye ayrılırlar. Korpüsküler sinir uçları, dentritler üzerine yerleşmiş küçük gövdelere sahiptir. Bu uçlar dokunma duyusuyla ilgili bazı korpüskül (zerre, cisimcik), disk veya uçları içerir. Deri altı yağ dokusu içerisindeki serbest sinir uçları ise ağrıdan sorumludur. Bu uçların epidermise yönelen kısımlarının da soğuk veya ağrıyla ilgili olabileceği belirtilmiştir (Li ve Wong, 2006).

1.2.1.2 Transdüksiyon (Dönüştürme)

Duyusal reseptörlerin ana görevi, farklı çevresel uyarıları sinir sisteminin işleyebileceği standart kodlara dönüştürmektir. Araştırmalar, dönüştürme işleminin reseptör içerisinde oluşturulan akımın uyarının şiddetiyle orantılı potansiyel değişimler olarak kaydedilmesi prensibine dayandığını göstermiştir. Oluşan akım sinir aksiyon potansiyelini harekete geçirir ve veri taşıyıcı sinirler boyunca merkezi sinir yollarından taşınır (Li ve Wong, 2006).

1.2.1.3 Duyusal Reseptörler

Deri, vücutla çevre arasında bir arayüzdür. Farklı çevresel uyarıları algılamak için birbiriyle bağlantılı özel duyuşsal reseptörler içerir. Kişide farklı algılara neden olan uyarı kaynakları üç ana başlık altında toplanabilir:

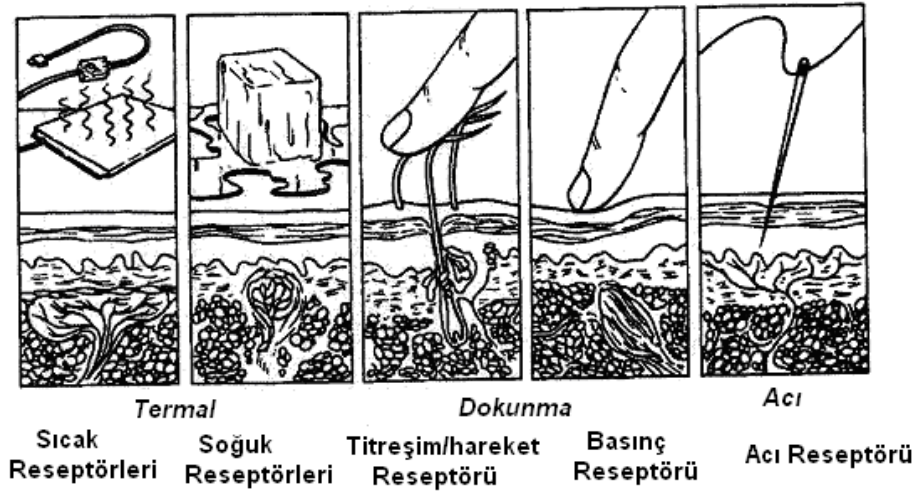
- Dışarıdaki nesnelere mekanik temas,
- Vücut yüzeyine doğru veya vücut yüzeyinden kaynaklanan ısı akışına bağlı olarak meydana gelen sıcaklık değişimleri,
- Travmatik veya kimyasal etkilerden kaynaklanan hasar.

Tüm bu uyarılara tepki gösterirken deri reseptörleri dokunma, sıcaklık-soğukluk ve acı olmak üzere çeşitli algılar oluşturur.

1.2.1.3.1. Mekanoreseptörler İki grup mekanoreseptör mevcuttur: birinci grup mekanoreseptörler hızlı iletkenlik özelliğine sahip liflerle (fibers) birbirlerine bağlıyken kıl kökü reseptörü gibi ikinci grup mekanoreseptörlerin organize ve ayırıcı yapıları vardır. Her mekanoreseptör bir mekanik uyarının belirli bir parametresini algılayıp tepki verecek özelliklere sahiptir.

1.2.1.3.2. Termoreseptörler Termoreseptörler, sabit ve dalgalı deri sıcaklıklarının her ikisine de tepki vererek sıcaklığın tespitini sağlarlar. Sabit sıcaklıklarda tepki verirken sıcaklık tespiti için reseptörler devamlı olarak uyarı oluştururlar. Bu reseptörler deri sıcaklık değişimlerine karşı oldukça hassastır. Sıcak ve soğuk olmak üzere iki çeşit termoreseptör vardır (Wong, 2002).

1.2.1.3.3. *Nosiseptörler* Bir diğer duyuşal reseptör gurubu olan nosiseptörler ise derinin ısınması, keskin veya zarar veren objelerle temas gibi zararlı uyarılara tepki verirler. Bu sensörler, organizma için koruma görevi görmek için uyarı sistemi olarak çalışın oldukça yüksek eşik değerlerine sahiptir. Nosiseptörler, myelinize aksonlarla 10-40 m/s'lik mekanik uyarılara tepki veren A tipi ve uyarıların farklılığı (çeşitliliği) prensibine göre tepki veren yüksek (> 42 °C) ve düşük (< 10°C) sıcaklıklara, acı oluşturan kimyasallara ve yüksek yoğunluklu mekanik uyarılara tepki veren B tipi olmak üzere iki gruptan oluşur (Hollies, 1971) (Wong, 2002). Deri yüzeyinin maruz kaldığı farklı fiziksel uyarılar Şekil 1.5'te gösterilmiştir.



Şekil 1.5 Deri-kumaş teması sonucu tepki veren duyuşal sinirler (Kılınç, 2004)

1.2.1.4 Nörolojik Sinir Yolları ve Tepkiler

Sinir uçlarıyla algılanan sinyaller algıların oluşturulması için beyne ulaştırılır. Beyne giden sinir yolları iki ana parametreye göre gruplanabilir; sinir liflerinin tipi ve sinir yolunun korteksteki sonlanma noktası. Sinir lifleri farklı özelliklerine göre gruplara ayrılabilir. Bu özellikler aşağıda sıralanmıştır:

- Sinir liflerini harekete geçiren uyarı tipi
- Uyarıya tepki verme şekilleri (yavaş veya hızlı adaptasyon durumu)
- Algılama alanları (geniş-iyi tanımlanmamış veya küçük-iyi tanımlanmış).

Burada algılama alanıyla, uyarıldığında özel bir sinir lifinde tepki oluşturan deri bölgesi kastedilmektedir (Li ve Wong, 2006).

Konfor, subjektif bir kavram olmakla birlikte konforla ilişkili olarak vücutta meydana gelen fizyolojik tepkiler yaşamsal tehlikelerin önlenmesi için bir ön uyarı sistemi de sayılabilir. Örneğin Afrika kökenli bir kişinin konforunu ortadan kaldıracak düzeyde ‘sıcak’ hissetmesi durumunda hipertermia oluşumunu önlemek için aktiviteyi sonlandırması veya bulunduğu ortamdan uzaklaşması gerekir. Yani kişilerin fizyolojik mekanizmaları da yaşadıkları klima koşullarına ve vücut yapılarına bağlı olarak değişir ve yaşamsal limitlerin aşılmaması için ilk basamağı konforun ortadan kalkmasına da neden olan fizyolojik uyarılar ve buna bağlı olarak ortaya çıkan hisler büyük önem taşımaktadır (Shishoo, 2005).

1.2.2 Sıcaklık ve Rutubetle İlgili Hislerin Psikofiziksel Mekanizmaları

Sıcaklık ve rutubetle ilgili algıların fiziksel mekanizması, soğukluk/sıcaklık, ıslaklık ve yapışkanlık gibi çevre şartlarına ve kişinin aktivite seviyesine göre farklılık gösteren hislere yol açtığı için hissedilen konfor üzerinde önemli ölçüde etkilidir.

Termal hisler, deri-kumaş teması sonucu termoreseptörlerin sabit sıcaklıklara ve deriden (soğuma) veya deriye (ısınma) olan değişken ısı transferi olaylarına verdikleri tepkiler sonucu ortaya çıkar (Li ve Wong, 2006). Bu hisler, terleme, titreme, damarların genişleyip daralması gibi kısa süreli fizyolojik önlemlerden öte bilinçli bir şekilde kişinin mikroklima durumunu değiştirmek için harekete geçmesi için bir ön uyarı olarak düşünülebilir. Harter ve arkadaşlarına göre (1981) termal duyarlılığın üç fonksiyonu vardır:

- 1) Vücut sıcaklığının ayarlanması,
- 2) Sıcak veya soğuktan kaynaklanan derideki bölgesel zararların önlenmesi,
- 3) Dokunulan cismin sıcaklığının belirlenmesi (Wong, 2002).

Vücudun kumaşla teması ile veya kumaş-deri arasındaki hava tabakasının şartları değiştiğinde ortaya çıkan sıcaklık ve ıslaklık algılarına bağlı olarak beyinde duyuşsal bir değerlendirme yapılır. Çevreden gelen uyarılar ve bu uyarılara bağlı olarak ortaya çıkan algılar veya algısal değerlendirmelerin aralarındaki ilişkilerle ilgili çok sayıda

çalışma yapılmıştır. Algıları ve bunları ortaya çıkaran fiziksel uyarıları psikofizik inceler. Psikofiziksel kanunlara göre, fiziksel uyarılara dayanan bir algı güvenilir ve tekrarlanabilirdir ve beynin karmaşık fonksiyonları ile karşılaştırıldığında oldukça basit bir işlemdir. Uyarı ortaya çıkaran duyuşal tecrübelerle ilgili genel amaçlı çok sayıda psikofiziksel yasa geliştirilmiştir. Weber, Fechner, Stevens gibi ünlü psikofizikçilerin çalışmalarından, zihinsel olayların fiziksel uyarılarla ilişkilerine dayanılarak ölçümler yapılabileceği sonucu çıkmıştır. Temel psikofiziksel yasalar aşağıda özetlenmiştir (Wang, 2002).

1) Weber Yasası:

1834 yılında Ernst Weber'in ortaya koyduğu bu yasaya göre uyarı yoğunluğundaki bağıl artışlar ile buna bağılı olarak algılanan yoğunluktaki sabit artışlar arasındaki ilişki, hissedilir bir fark (JND) elde edilmesi amacıyla incelenmiştir. İlişki matematiksel olarak; $\Delta I / I = C$ şeklinde ifade edilmiştir. Burada C, kişinin sinyalleri algılama ve uyarıları ayırd etme gücünü gösteren bir katsayıdır. Weber'e göre fark eşik değerinin (DL) büyüklüğü, ΔI , standart referans uyarısı I'nın sabit bir oranıdır.

2) Fechner Yasası:

Fechner, uyarı ve algı yoğunlukları arasındaki farkla (JND) ilgili Weber'in hipotezini geliştirmiş ve algısal yoğunlukla ilgili logaritmik bir ifade ortaya koymuştur. Buna göre $R_s = K \log I$ şeklinde ifade edilebilir. Fechner Yasası'na göre algısal yoğunluk (R_s), algıya sebep olan uyarı yoğunluğunun (I) logaritması ile orantılı olarak artar. Burada K, uyarı eşik değerine ve subjektif duyuşal yoğunluğa neden olan toplam eşik değerine (JND) bağılı bir katsayıdır.

3) Stevens Yasası:

1872'de Plateou'nun görsel duyuşlarla ilgili ortaya koyduğu ilişki, 1950'lerde Stevens tarafından diğere duyuşlar için de genelleştirilmiştir. 1958 yılında ortaya konan 'psikofiziksel güç yasası', duyuşal yoğunlukların bir büyüklük skalasıyla tahmin edildiği bir kuraldır. Bu yasaya göre aradaki ilişki $R_s = KI^n$ şeklinde ifade edilebilir. Burada K skala faktörü, n, davranışa özgü üstel bir katsayıdır. Bu katsayıların

değerleri farklı duyuşal durumlarda değişiklik gösterir. Stevens Yasası, fiziksel uyarı yoğunluğu ile içsel algı arasında güçlü bir bağ kurulmasını sağlar ve bu ilişki duyuşal değerlendirme proseslerindeki ölçümler için de kullanılabilir (Wang, 2002).

Genel olarak bahsedilen psikofiziksel yasalar uyarılara bağlı olarak ortaya çıkan algılar hakkında büyük oranda fikir verseler de algı mekanizmasını ve deri termoreseptörlerinin nörofizyolojik tepkileri algılama prosesi üzerindeki etkisini göz önünde bulundurmamışlardır. Önceki çalışmalar (Ring ve De Dear, 1991) göstermiştir ki, termoreseptörlerin çıkış frekansının toplam değeri, kumaşın oluşturduğu soğukluk hissinin tahmin edilmesi için de önemli bir parametredir (Wang, 2002). Termal hislerin algılanmasında etkili olan mekanizmanın en temel elemanları termoreseptörler olduğu için bu konuda daha ayrıntılı bilgi vermek uygun olacaktır.

1.2.2.1 Termoreseptörler

Kişinin termal konfor değerlendirmesinde önemli bir yere sahip olan termoreseptörlerin ana görevi vücut sıcaklığını belirleyerek otomatik termoregölasyon işleminde görev almaktır. Çok farklı özelliklerdeki termoreseptörler hipotalamus, omurilik ve sindirim sisteminde yer alırlar (Li ve Wong, 2006). Hensel (1981) deride bulunan termoreseptörlerin özelliklerini şu şekilde özetlemiştir:

- Sabit sıcaklıkta (T) ısı aktarımları (discharge) sabittir,
- Pozitif (sıcak reseptörler) veya negatif (soğuk reseptörler) sıcaklık katsayıları ile sıcaklık değişimlerine (dT/dt) dinamik olarak tepki verirler,
- Mekanik uyarılardan etkilenmezler,
- Vücuda zarar vermeyen sıcaklık aralıklarında etkilidirler (Wong, 2002).

Termoreseptörler, sahip oldukları dinamik tepkilere göre soğuk ve sıcak reseptörleri olarak ikiye ayrılırlar. Zotterman (1959), soğuk reseptörlerinin 13-35 °C ve 46–50 °C arasındaki sıcaklıklara tepki verdiğini ve tepkinin maksimum olduğu sıcaklık değerlerinin 25 °C ve 50 °C olduğunu; sıcak reseptörlerinin ise 23-46 °C sıcaklık aralığında tepki verdiklerini ve yaklaşık 38 °C'de maksimum tepkiye ulaştıklarını belirtmiştir. Bu değişmez tepkilerle elde edilen bilgiler sayesinde derinin

sıcaklık değerinin belirlenmesi mümkün olmaktadır (Wong, 2002). Soğuk reseptörleri tüm vücut alanına sıcak reseptörlerinden daha homojen bir şekilde yayılmışlardır (Wang, 2002). Hensel elektrofizyolojik metotları kullanarak yaptığı çalışması sonucunda soğuk reseptörlerin kıl ile kaplı deride daha fazla bulunduğunu, sıcak reseptörlerin ise elin dış kısmında yer alan radyal sinirler olduğunu tespit etmiştir (Li ve Wong, 2006).

Termoreseptörler, çevreden gelen termal uyarıları beynin algılayabileceği biyoelektriksel sinyallere dönüştürürler. Sıcaklık değişimi sırasında termoreseptörlerin tepki sinyal frekanslarının ölçülmesiyle fizyolojik proses ile oluşan termal algı arasında ilişkiler kurulmuştur. Sonuçta ortaya çıkan algılar, termal uyarının başlamasından itibaren olan süredeki maksimum uyarı frekansı (IMX), ortalama uyarı frekansı (IME) ve psikolojik yoğunluk (PSI) gibi farklı nörofizyolojik indislerle ifade edilebilir. Psikolojik yoğunluk, belirli bir sürede ($t < 20s$) termoreseptörlerin nörofizyolojik tepkilerinin tanımlandığı denklemin integrali ile (1) numaralı denklemdeki şekilde ifade edilir (Wang, 2002):

$$PSI = \int_0^t FR_{sk}(y,t) dt \quad (1)$$

Burada $FR_{sk}(y,t)$, termoreseptörlerin belirli zaman (t) ve termoreseptörlerin deri yüzeyinden itibaren buldukları derinliğin (y) fonksiyonu olarak çıkış tepkisi (uyarı/s) ve bu değer kantitatif sıcaklık hissi ölçüsü olarak kullanılabilir. Ring ve Dear (1991), termal algıların şiddetinin (PSI cinsinden) termoreseptörde tepki sinyallerinin başlamasından frekansının azalıp son bulmasına kadar geçen süredeki toplam sinyal sayısı ile orantılı olduğunu ortaya koymuşlardır.

Uyarı sinyalleri olarak direkt fiziksel sıcaklık değişiminin kullanılması yerine soğukluk ve ıslaklık algıları arasındaki nöropsikolojik ilişkinin ve algılarla termoreseptör tepkilerinin nörofizyolojik ilişkilerinin incelenmesi daha uygundur. Ortaya çıkan algılar, (2) numaralı denklemde de gösterildiği gibi nörofizyolojik tepkilerin formüle edilmesi için kullanılan PSI, IMX ve IME gibi indislerin bir fonksiyonudur.

$$R_s = f(\psi) \quad (2)$$

Burada;

R_s : ıslaklık-soğuklukla ilgili psikolojik algılar,

ψ : IMX, IME, PSI gibi nörofizyolojik indislerle ifade edilen nörofizyolojik tepkilerin yoğunluğu.

Bu iki denklem, fiziksel değişimlerden (sıcaklık ve sıcaklığın dinamik değişimi) yola çıkarak deriye ait termoreseptörlerin nörofizyolojik tepkileri ve psikolojik soğukluk/ıslaklık hisleri aralarındaki ilişkiler konusunda fikir vermektedir (Wang, 2002). Bahsedilen psikofiziksel yasaların kullanılmasıyla gerçekleştirilen çok sayıdaki çalışma sonucunda bile reseptörlerden gelen tepkilerle subjektif termal algıların belirlenebildiği söylenemez.

1.2.2.2 Sıcaklık ve Islaklıkla İlgili Algıların Bağlı Olduğu Parametreler

Vücutta meydana gelen metabolik prosesler sonucu ortaya çıkan ve termal konforu olumsuz yönde etkileyen hislerin başında soğukluk ve ıslaklık gelmektedir. Bu hisler, lif ve kumaştaki ısı ve nem transferi prosesleri tarafından etkilenir ve oluşan fiziksel uyarının büyüklüğünü deri-kumaş arasındaki ısı alışverişinin miktarı belirler. Islak kumaşın deriye temas etmesi, derinin hidrasyon durumunu değiştirmekte, ayrıca kılcıl damarlardaki kan akış hızı ve deri yüzey sıcaklığı da değişmektedir. Buna bağlı olarak da soğukluk ve ıslaklık hisleri ortaya çıkar ki bu da termal ve rutubetle ilgili konforun azalması anlamına gelmektedir.

Kumaşların deriyle teması sonucu ortaya çıkan sıcaklık ve ıslaklık hisleri ile bu hislerin bağlı olduğu kumaş özelliklerinin belirlenmesi amacıyla yapılan önkol (forearm) testi konfor çalışmalarında uygulanan subjektif değerlendirme yöntemlerinden biridir. Bu yöntemde, kontrollü çevre şartlarında kişilerin alt kollarının iç yüzüne belirli boyutlardaki kumaş numuneleri temas ettirilmiştir. Kişilerden, kumaş kollarına değdiği anda sıcaklık ve ıslaklıkla ilgili subjektif değerlendirmeler yapmaları istenmektedir. Hafif bir temas basıncı oluşturmak için kumaşların iki ucuna sabit ağırlıklar eklenebilmektedir. Test sırasında kişilerin deri

yüze sıcaklık düşüşü veya termoreseptörlerin tepki sinyal frekanslarının ölçümüyle subjektif soğukluk algısının kumaş özellikleri ve fizyolojik ölçümler ile belirlenmesi yönünde çalışmalar yapılmaktadır.



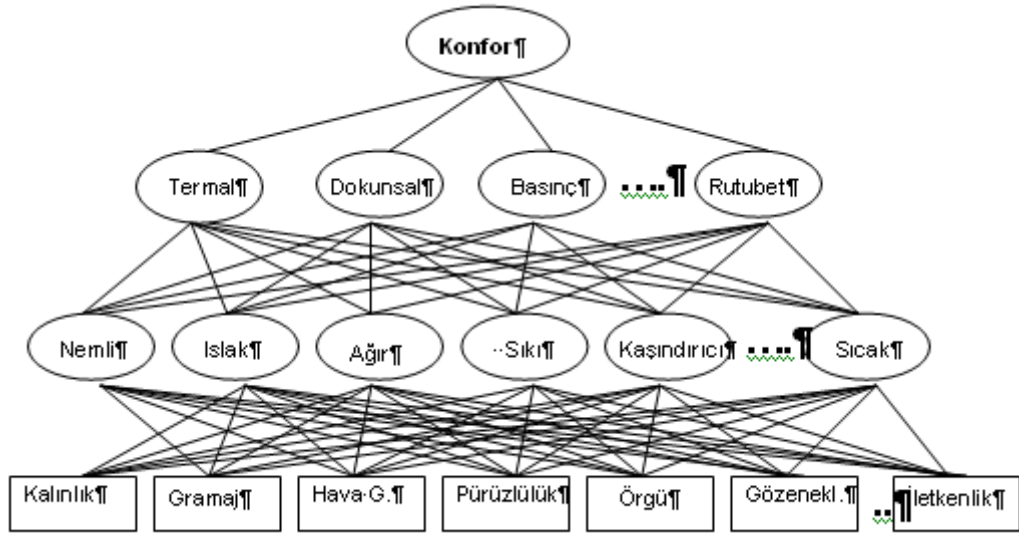
Şekil 1.6 Önkol testinin uygulaması (Wang, 2002)

1.3 Psikoloji ve Konfor

Konfor psikolojisi, duyuusal algıların beyne ulaşması ve buna bağlı olarak da beynin genel bir konfor değerlendirmesi ve tercihler yapabilmesi için bu duyuları değerlendirip bunlara ağırlıklar atması proseslerini kapsamaktadır.

1.3.1 Konfor Algısı

İnsanın duyuusal algılama sistemine dayalı olarak yapılan subjektif konfor değerlendirme mekanizması Şekil 1.7’de gösterilmiştir.



Şekil 1.7 Giysi konforu değerlendirme mekanizması (Wong, 2002)

Şekil 1.7’de görüldüğü gibi konfor değerlendirme prosesi dört seviyede incelenebilir. Birinci seviye kumaş fiziksel özelliklerini içeren ‘fiziksel’ seviye olarak adlandırılabilir. Giysi vücutla temas ettiğinde vücutta oluşan nörofizyolojik uyarılar beyne iletilir ve bunun sonucu olarak terleme seviyesinin, kan basıncının ayarlanması ve titreme sonucu ısı üretimi gibi çeşitli mekanizmalar devreye girer. İkinci seviyede beyin birçok duyardan oluşan subjektif algıyı formüle edebilmek için uyarıları inceler ve sonuçta algıları üçüncü seviyedeki gibi gruplara ayırır. Son olarak da geçmiş tecrübeler ve o anki duygulara dayanarak tek bir konfor değerlendirmesi ortaya koyar (Wong, 2002).

1.3.2 Subjektif Konfor Değerlendirmeleri

Konfor araştırmalarında sıkça uygulanan bir yöntem olan subjektif giyim denemelerinde, kontrollü çevre şartlarında belirli bir aktivite programının uygulanmasıyla kişinin üzerindeki giysiye bağlı olarak vücudunda meydana gelen fizyolojik değişimler kaydedilmekte, ortaya çıkan duyuşsal algıların tanımlayıcı sıfatlarla ifade edilmesi istenmektedir. Bu denemelerde kişinin düşünce ve hislerini ölçen fiziksel bir cihaz bulunmadığından ölçüm için tek yol psikolojik skalaların kullanılmasıdır. Değerlendirmenin subjektif yönünün yansıtılması için mutlaka kullanılması gereken bir yöntem olan subjektif giyim denemelerinde kullanılan

sıfatlarla tanımlanan mekanizmaların objektif olarak ölçülebilir olması gerekmektedir. Çünkü aksi bir durumda objektif ve subjektif ölçüm sonuçları arasında ilişki kurulması ve kişilerin his ve düşüncelerinden yola çıkılarak termal konfor üzerinde etkili parametrelerin belirlenmesi mümkün olmayacaktır.

Slater'a göre (1986) subjektif testlerin bazı dezavantajları vardır. Bunlar aşağıda sıralanmıştır:

- Ölçüm sonuçları tamamen kişinin dürüstlüğüne bağlıdır.
- Kişilerin subjektif görüşlerinin çok yüksek bir varyasyona sahip olması nedeniyle tatmin edici, hassas sonuçların elde edilebilmesi için ölçüm sayısı çok yüksek tutulmalıdır.
- Subjektif verilerin istatistiksel analizini yapmak zordur, çünkü bu veriler sayısal değildir ve kişilerin zihinsel kalibrasyonları farklılık gösterir.

Kişinin görüşü çok sayıda psikolojik, fizyolojik, sosyal ve çevresel faktörden etkilendiği için subjektif verilerde çelişkiler bulunmaktadır (Li, 2001). Bunların dışında subjektif giyim denemelerinin yüksek maliyet ve zaman dezavantajları, fonksiyonel giysilerle yapılan denemelerdeki tıbbi tehlikeler bu yöntemin uygulanmasını güçleştirmektedir.

Tüm bu zorluklara rağmen, subjektif konfor değerlendirmeleriyle ilgili çok sayıda çalışma yapılmış ve bunların sonucunda, subjektif verilerin değerlendirilmesi için çok sayıda psikolojik yasa, deneysel yöntem ve matematiksel metot geliştirilmiştir. Vollrath (1983), güvenilir ve hassas deneklerle yapılan testlerin laboratuvar test cihazları ile yapılanlara göre her zaman daha gerçeğe yakın sonuçlar verdiğini belirtmiştir (Wong, 2002).

Kontrollü çevre şartlarında gerçekleştirilen giyim denemelerinin avantajı tekrarlanabilir olmalarıdır. Giyim denemeleri zaman ve maliyet yönünden dezavantajlı olmaları nedeniyle ürün geliştirme ve sertifikasyon çalışmalarında genellikle kullanılmamaktadır. Bundan dolayı ürün geliştirme prosesini daha etkin kılmak veya sertifikasyon çalışmaları için daha yüksek tekrarlanabilirlik oranlarının sağlanabildiği objektif ölçüm yöntemleri geliştirilmiştir. Fakat giyim denemeleri, laboratuvarlarda elde edilen objektif sonuçların kalibrasyonu için gereklidir. Subjektif

ve objektif ölçüm sonuçları arasındaki ilişkileri gösteren matematiksel regresyon analizleri yapılarak objektif ölçümlerin doğrulukları kontrol edilmelidir. Gerçek hayatla örtüşmeyen, yani kişilerden alınan subjektif ve fizyolojik verilerle uyumlu olmayan test cihazı ölçüm sonuçlarının doğruluğu ve kullanılabilirliği konusunda sorunlar vardır. Bugüne kadar yapılan çalışmalar sonucunda gerçekleştirilen metotlardan sadece birkaçı subjektif verilerle uyum göstermiştir (Bartels ve Umbach, 2003a) (Shishoo, 2005).

Bu konudaki çalışmalardan birinde Barker (2002), kişinin algıladığı giysi konforu ile materyalin ölçülen özellikleri arasındaki ilişkinin miktarının genel olarak giysi modeli, kesimi, vücuda oturması ve son kullanım şartları gibi parametrelerden etkilendiğini belirtmiştir. Subjektif testlerde uygulanan giyim deneme protokolleri genellikle kişinin üzerindeki giysinin fiziksel özellikleriyle ilgili algılarında değişikliğe neden olacak fiziksel aktivite ve çevre şartlarını içerir. Subjektif giyim denemelerinde belirlenen plan dahilinde seçilmesi veya kontrol altında tutulması gereken parametreler aşağıda sıralanmıştır.

1.3.2.1 Çevresel Şartlar

Giyim denemeleri için kullanılan çevre şartları genellikle kişilerin günlük hayatlarından yola çıkılarak belirlenmektedir. ASHRAE (American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers) standartlarına göre termal konfor üzerinde etkili çevresel parametreler çevre hava sıcaklığı, ortalama radyan sıcaklık, bağıl nem ve hava hızıdır.

Çevre hava sıcaklığı normal bir kuru termometre ile ölçülen sıcaklık değeridir. Deri yüzey sıcaklığının çevre hava sıcaklığından büyük olduğu kabulüyle aradaki sıcaklık farkı arttıkça vücuttan meydana gelen ısı kaybı da daha hızlı gerçekleşir. Ortalama radyan sıcaklık, ‘vücuttan radyasyonla meydana gelen ısı kaybına eşdeğer ısı kaybına sahip siyah cismin sahip olduğu üniform sıcaklık değeri’ olarak tanımlanmıştır (ASHRAE, 1989). Vücut üzerindeki üniform radyan etkilerin yanında asimetrik etkiler de ısı transferi üzerinde etkili olabilmektedir. Örneğin vücut bir

odanın penceresinden içeriye giren asimetrik radyan ısı kaynaklarına maruz kalabilir ve bu durum vücudun bir bölümünden gerçekleşen ısı kaybı üzerinde etkilidir (Shishoo, 2005).

Hava, cisim yüzeylerine tutunma ve bir yalıtım tabakası oluşturma eğilimindedir. Bu yüzden çıplak bir vücudun konfor sıcaklığı deri yüzey sıcaklığından düşüktür. Fakat vücudu çevreleyen havanın yalıtım değeri meydana gelebilecek bir hava akımıyla kolaylıkla düşer. Hava hızı ve yalıtım değeri arasındaki ilişki Fourt ve Hollies'in (1970) ortaya koydukları (3) numaralı eşitlikle ifade edilebilir:

$$\text{Yüzey Yalıtımı} = \frac{1}{0,61 + 0,19V^{1/2}} \text{ clo} \quad (3)$$

Burada V, cm/saniye cinsinden hava hızıdır.

Rüzgar, giysinin yalıtım değerini iki farklı şekilde düşürebilir. Bunlar:

- Giysi üzerinde bir basınç oluşturarak alt katmanlardaki kumaşların sıkışmasına neden olur ve kalınlık azalmasına bağlı olarak da bu kumaşların yalıtım değerleri azalır.
- Kumaş katmanlarında bir hareket oluşturarak ve katmanlar içerisine nüfuz ederek giysi sistemi içerisinde hapsedilen havayı harekete geçirip taşınım yoluyla ısı kayıplarına neden olur (Saville, 2000).

Havanın bağıl nem değeri, belirli bir hava kütleindeki su buharı miktarının aynı sıcaklık ve basınçtaki havada bulunabilecek maksimum su buharı miktarına oranıdır. Ortamın bağıl nem değeri, vücuttan meydana gelen ısı transferini farklı şekillerde etkileyen bir faktördür. Bağıl nemin yüksek değerleri vücuttan terin buharlaşmasını yavaşlatır. Buna bağlı olarak vücuttaki fazla ısının uzaklaşması düşük su buharı basınç farkından dolayı daha yavaş gerçekleşir. Çevre havasının sıcaklığının deri yüzey sıcaklığından düşük olması durumunda ortamın bağıl neminin % 100 olması durumunda bile vücuttan terin buharlaşması devam eder (Fourt ve Hollies, 1970) (Searle, 1990).

Belirlenen giysi grubu ve aktivite programına göre hafif ve normal seviyede terleme oluşturulmak isteniyorsa bu sonuç için tecrübelerle dayalı hava sıcaklık, hız ve bağıl nem oranı değerleri seçilmelidir. Eğer çalışma farklı hammaddelerden üretilmiş giysilerin konfor açısından performanslarının karşılaştırılması veya ürün geliştirme amaçlı ise giyim denemeleri sırasında farklı çevre şartları kullanılabilir.

1.3.2.2 Denemeye Katılan Kişiler

Giyim denemeleri, uygulanması zaman alıcı ve pahalı bir yöntem olduğu için genellikle büyük bir topluluk üzerinde yapılamamaktadır. Sınırlı sayıda kişi üzerinde yapılan bu testlerde güvenilir sonuçların eldesi için tekrar sayısı yüksek tutulmalıdır. Kişi seçiminde öncelikle uygulanan basit değerlendirme yöntemleriyle (ökol testi-forearm test) subjektif değerlendirmelerdeki tutarlılıklar konusunda bir ön eleme yapılması güvenilir ve tekrarlanabilir sonuçların alınabilmesi açısından önemlidir. Denemeler için seçilen kişilerin cinsiyet, yaş, boy ve kilo gibi fizyolojik ve kişisel özellikleri arasındaki varyasyonun mümkün olduğunca düşük olması tercih edilmektedir. Bahsedilen parametreler konusunda mümkün olan en düşük varyasyonun bulunduğu durumda bile psikolojik ve fizyolojik verilerdeki varyasyon kabul edilebilir sınırların üzerinde olabilir.

Giyim denemeleri için gerekli etik izinlerin alınması, gönüllülük esasının uygulanması ve kişilerin her an karşılaşabilecekleri tıbbi sorunlara karşı dikkatli olunması gerekmektedir. Özellikle fonksiyonel giysilerle yapılan denemelerde veya belirli bir yaşın üzerindeki gönüllülerin katılımı durumlarında daha dikkatli olunmalı, denemeler sırasında tıbbi yardım hazır tutulmalıdır.

Konfor durumundaki değişimlerin sadece giysi özelliklerine bağlı olarak belirlenebilmesi için kişilerden ve ortam şartlarından kaynaklanan farklılıkların mümkün olduğu kadar kontrol altında tutulması gerekmektedir. Giyim denemesine başlamadan 24 saat önce gönüllünün alkol almaması ve ağır aktivitede bulunmaması gereklidir. Giyim denemesi için seçilen gönüllü grubunun benzer kondisyon

durumunda olmaları ve incelenen giysinin son kullanım alanına göre ayarlanan giyim denemesi protokolünün kişilerin kondisyon limitlerini aşmaması gerekmektedir. Gönüllülerin kadın olması durumunda menstrual dönemlerinin termoregülasyon üzerindeki etkileri de göz önünde bulundurulmalıdır.

Meilgaard'a (1999) göre iki kişinin tercihlerindeki farklılık, duyu organlarının hassasiyet farklılığından dolayı uyarıların farklı algılanışı, algının zihindeki anlamındaki farklılık veya algılanan uyarıları ifade etme konusundaki yetilerdeki farklılıktan kaynaklanabilir.

Subjektif değerlendirmeler üzerinde etkili faktörler Meilgaard (1999) tarafından aşağıdaki şekilde sıralanmıştır.

1) Fizyolojik Faktörler

a) Adaptasyon:

Adaptasyon, verilen bir uyarıya karşı uyarının uzun süre devam etmesi veya aynı tür uyarıların gönderilmesi durumunda kişinin hassasiyetindeki azalma veya değişimdir. Subjektif testlerde bu etki kişinin değerlendirme sırasında belirlediği eşik değerlerinde ve büyüklük/şiddet sıralamalarında yüksek varyasyona sahip değerlendirme sonuçları vermesine neden olur.

b) Artırma veya Baskılama:

Bu durumda ise ortamdaki herhangi bir parametre, incelenen diğer bir parametrenin algılanma yoğunluğunu artırır veya azaltır.

2) Psikolojik Faktörler

a) Beklenti Hatası:

İncelenen örnek hakkında önceden verilen bilgi kişinin değerlendirmede ön yargılı olmasına, 'bulmak istediği şeyi bulmasına' neden olur. Bu durum testin geçerliliğini ortadan kaldırır.

b) Alışkanlık Hatası:

Uyarının zamanla yavaş bir şekilde artıp azalması durumunda kişinin her durum için aynı tepkiyi vermesi durumudur. Günden güne herhangi bir özelliği küçük oranda değiştirilen bir numune için gönüllülerin bu hataya düşme ihtimalleri vardır.

c) Uyarı Hatası:

Gönüllülerin numunenin dış görünüş ve estetik özelliklerinden etkilenerek ön yargılı değerlendirme yapmaları durumudur.

d) Mantıksal Hata:

Bu hata, değerlendircinin zihninde numunenin bir veya daha fazla özelliği arasında bir ilişkinin bulunduğu durumlarda söz konusudur. Örneğin numunenin renginden yola çıkarak daha önceden zihnindeki bu özellik ile ilişkili sonucu vermesi, asıl istenen özelliği değerlendirmesini engellemektedir.

e) Halo Hatası:

Halo etkisi, numunenin birden fazla özelliğinin incelendiği durumda değerlendirmelerin birbirlerini etkilemesidir. Bir özellik konusunda pozitif bir değerlendirme yapılmışsa aynı numunenin diğer özellikleri için de değerlendirme sonuçlarının bu yönde olması konusunda bir eğilim oluşur.

f) Numunelerin Sunum Sırası:

Numunelerin sunum sıralarına bağlı olarak aşağıdaki hata türleri ortaya çıkabilir.

- Kontrast etkisi, değerlendirme sonucu çok iyi olan bir numuneden sonra daha kötü bir numunenin sunulması ile ikinci numunenin olduğundan daha düşük değerlendirme sonucu almasıdır.
- Grup etkisi, kontrast etkisinin tam tersine tek başına daha düşük değerlendirme sonucuna sahip olması gereken bir numunenin yüksek skorlu numunelerle birlikte değerlendirilmesi ile olması gerekenden daha yüksek değerlendirme sonucu almasıdır.
- Merkezi eğilim hatası, skalalarda orta noktayı seçme eğilimi konusundaki hata gibi numunelerin birlikte sunulması durumunda uçlardakilerden çok ortadakileri tercih etme durumudur.
- Model etkisi, gönüllülerin numunelerin sunum sırası konusunda uygulanan herhangi bir kuralı en kısa sürede fark ederek değerlendirme sonuçlarını buna göre adapte etmeleridir.
- Zaman hatası/konum sapması gönüllülerin test süresi boyunca görüş ve eğilimlerinin değişmesi veya yorgunluk hissetmeleri sonucunda özellikle ilk ve son sunulan numunelerde gerçek dışı tercihlerde bulunmalarıdır.

g) Karşılıklı Öneri:

Bir gönüllünün diğer bir gönüllünün değerlendirme sonucundan etkilenmesidir.

h) Motivasyon Eksikliği:

Gönüllülerdeki motivasyon eksikliği değerlendirmenin hassas bir şekilde gözlenmesiyle fark edilip giderilmesi için önlemler alınmalıdır.

ı) Baskınlık veya Etkisizlik:

Gönüllülerin değerlendirme skalalarındaki uç değerleri kullanması veya tüm değerlendirmeyi skalanın ortadaki değerlerini kullanarak yapmasıdır.

1.3.2.3 Fizyolojik Ölçümler

Subjektif giyim denemelerinde bir aktivite programı çerçevesinde kişilerin maksimum oksijen alımlarının belirli bir oranına ulaşmaya kadar belirli bir süre hareket etmeleri sağlanmaktadır. Tüm deneme boyunca belirli aralıklarla kişilerin deri yüzey sıcaklıkları, deri-giysi arasındaki hava tabakasının bağıl nemindeki değişim (oluşan terin buharlaşmasına bağlı olarak), terleme oranı, nabız, oksijen alımı, enerji tüketimi gibi vücudun fizyolojisine bağlı olarak değişen parametreler ölçülmektedir. Vücut iç sıcaklığı rektum veya özofagustan yapılan ölçümlerle tespit edilir. Vücut iç sıcaklık ölçümleri çevresel şartlardan etkilenmez ve ana arter damardaki kan sıcaklığına yakın değerler elde edilir (Li ve Wong, 2006). Kontrollü çevre şartlarında vücuttaki fizyolojik değişimlerden yola çıkarak subjektif konfor algısının belirlenmesine yönelik, veriler arasındaki ilişkilerin incelendiği çalışmalar yapılmaktadır.

1.3.2.4 İncelenen Algılar ve Kullanılan Skalalar

Giysi konforunun subjektif değerlendirilmesi tek bir duyuya bağlı olmadığı, 'beğenme' gibi psikolojik faktörlerden de etkilendiği için verilerin alınması için kullanılan araç olan psikolojik skalaların seçimi ölçüm sonucu üzerinde büyük oranda etkilidir. Konforla ilgili devamlı değişen fiziksel uyarıya (stimulus) ait etkili fiziksel özellikler yoktur, konfor algısı monoton bir karaktere sahiptir. Kişiden kişiye farklılık gösteren bu kavram için fiziksel standartlara dayalı bir skala oluşturulması

mümkün değildir. Dahası, konfor psikolojik faktörler de içerdiği için uzman olmayan jüri üyeleri tarafından değerlendirilmesi daha uygundur. Bu durumda da konfor değerlendirmeleri için eğitim ve karmaşık açıklamalardan arınmış basit ve kullanımı kolay skalalar gereklidir (Cardello, 2003).

Yapılan subjektif giyim denemelerinde amaç, kişinin üzerindeki giysi, çevre şartları ve uygulanan aktivite programına bağlı olarak ortaya çıkan psikolojik algılarının skalalar vasıtasıyla değerlendirilmesini sağlamaktır. Psikolojik skalalar, sosyal bilimler ve pazar araştırmalarında müşterilerin görüşlerinin alınması, eğilim ve tercihlerinin belirlenmesi için sıkça kullanılan bir araçtır. Değerlendirilecek özellik veya nesneye verilen sayılar, o özelliğin derecesinin belirtilmesi için kullanılır ve bu sayılarla reel sayılarla yapılan işlemler yapılamaz (Li, 2001).

Nominal, ordinal, aralık ve oran skalaları olmak üzere dört çeşit ölçüm skalası vardır. Nominalden oran skalalarına doğru gidildikçe kurallar daha sınırlayıcı hale gelir ve skalalar kullanılarak elde edilen sayısal değerlerle yapılabilecek aritmetik işlemlerin de sayısı artar.

- Nominal skalalar objeleri gruplandırmak için kullanılırlar ve sayılar bir grubun ismini temsil eder, birbirlerine karşı üstünlükleri yoktur.
- Ordinal skalalar, objelerin özelliklerinin birbirlerine göre öncelikleri esas alınarak oluşturulur. Bu skalalarla sayılar ve semboller vasıtasıyla bir özelliğin diğerine göre daha öncelikli olduğu belirtilebilir fakat önceliğin derecesi belirtilemez.
- Aralık skalaları, özelliklerin sayısal değerler kullanılarak sıralanmasını sağlar, fakat ordinal skalalardan farklı olarak kategoriler arasında sayısal olarak eşit mesafenin bulunması, değerlendirilen özellikler arasında da aynı oranda farklılıkların bulunduğunu gösterir.
- Oran skalalarında da aralık skalalarına benzer şekilde özelliklerin birbirlerine göre önem dereceleri oransal olarak belirtilebilir ve bu skalalar anlamlı sıfır değerine sahiptir. Aralık ve oran skalalarıyla elde edilen sonuçlara tüm istatistiksel metotlar uygulanabilir (Li, 2001).

Giysi konforuyla ilgili yapılan çalışmalarda farklı aşamalarda dört tür skala da kullanılmaktadır. Giysiyle ilgili farklı algıların derecelendirilmesi için aralık skalaları en yaygın kullanılan türdür. Oran skalaları da daha çok cihazlarla yapılan fiziksel özelliklerin ölçüm sonuçları için kullanılmaktadır.

Kişilerin bir obje veya özellik hakkında direkt tepkilerinin ölçümü için kullanılan davranış skalaları, davranış bileşenlerinden tek bir boyutun ölçümüne yarayan sınıflama skalalarından oluşmaktadır. Bu skalayı uygulayan bir araştırmacı, kişilerin bir objeyle ilgili genel davranışı, bir objenin belirli bir davranışa hangi oranda sahip olduğu, bir davranışla ilgili hisleri ve bir davranışa verilen önem derecesi gibi bilgileri edinebilmektedir. Sınıflama skalaları karşılaştırmalı ve karşılaştırmaz olarak da iki gruba ayrılmaktadır.

Tull ve Hawkins'e göre (1993) tanımlı sınıflama skalaları oluşturulurken dikkat edilmesi gereken bazı noktalar vardır. Bunlar aşağıda sıralanmıştır:

- Kategorileri temsil eden tanımlayıcı sıfatlar ve bu sıfatların derecelendirilme biçimi kişilerin tepkilerini etkiler.
- Skaladaki kategori sayısı amaca ve ölçülen özelliğe göre belirlenir. Tek bir sonuç için birden fazla skaladan elde edilecek sonuçlar toplanacaksa beş noktalı skalanın uygun olduğu belirtilmiştir. Skalaların uygulanacağı kişiler konuyla ilgili veya bilgi sahibi iseler kategori sayısı dokuzaya kadar çıkarılabilir.
- Dengeli veya dengesiz skalaların kullanımına, değerlendirilecek özelliğe ve testin uygulanacağı grubun davranışlarının dağılımına göre karar verilir. Dengeli bir skalada eşit sayıda olumlu ve olumsuz kategori vardır.
- Dengeli skalaların oluşturulmasında tek veya çift sayıda kategori oluşturulması da karar verilmesi gereken bir konudur. Normalde, kişilerin 'nötr' bir hisse sahip olabilecekleri özelliklerin değerlendirilmesinde tek kategori sayısı kullanılır.
- Sınırlandırılmış ve sınırlandırılmamış skala kullanımına da skalanın uygulandığı topluluğun değerlendirilen özellik hakkında bilgi sahibi olup olmamasına göre karar verilir. Kişilerin konu hakkında fikirlerinin olmadığı

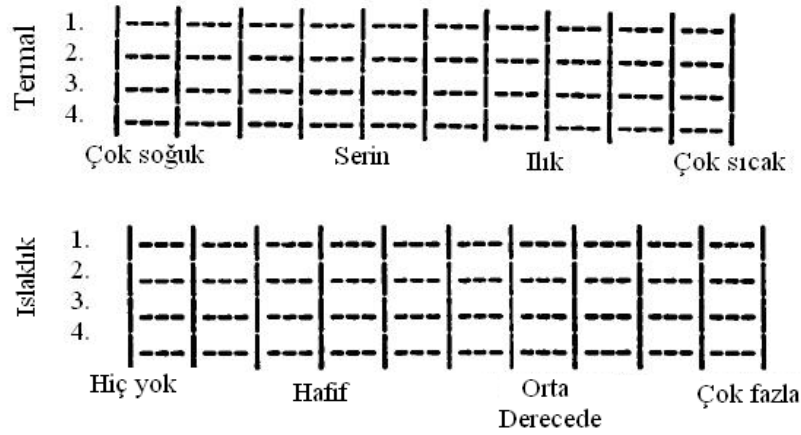
durumda skalanın orta kategorilerini kullanma eğiliminde olurlar ve bu durumda da merkezi eğilim ve varyans değerleri gerçeği yansıtmaz. Bu yüzden, skalanın uygulandığı topluluğun konu hakkında bilgi sahibi olduğundan emin olunmadığı sürece sınırlandırılmamış skalaların kullanımı daha uygundur (Li, 2001).

En çok bilinen ve kullanılan subjektif konfor değerlendirme skalaları, Hollies'in şiddet/büyüklik ifade etmek amacıyla kullandığı tanımlı sınıflama skalası (kısmen, hafif, kesinlikle, tamamen) ve Gagge ve arkadaşlarının ortaya koyduğu, konfor algısını değerlendiren skaladır (konforlu, hafif konforsuz, konforsuz, çok konforsuz). Sınıflama skalalarının yaygın olarak kullanılmalarının sebebi, basit ve kullanışlı olmaları, uzmanlar tarafından kullanılmasının kolay olması ve yüksek güvenilirlikleridir (Cardello ve ark., 2003). Tanımlı sınıflama skalalarında kullanılacak kategori sayılarıyla ilgili farklı araştırmacılar farklı görüşler ortaya koymuşlardır. Burgard'a göre (1990), beşten az kategori ayırıcılık hassasiyetinde kayba yol açtığı için kategori sayısının 7-9 arasında olması uygundur, daha yüksek olmasında da bir sakınca yoktur (Cardello ve ark., 2003). Searle'in (1990) bu konuda yaptığı tespitler ise kişilerin skalalarda uç noktaları kullanmama eğiliminde oldukları ve çok sayıda kategoriden oluşan skalaların ayırıcılıklarının yüksek fakat kategoriler arasındaki mesafelerin eşit tutulmasının zor olduğudur. Sayısal değerlere ek olarak bölümlerin tanımlayıcı kelimelerle (sıfat) adlandırıldığı durumda da kişilerin sayılardan çok kelimeler üzerinde yoğunlaştığı gözlenmiştir. Mesafelerin eşit olarak ayarlanmadığı durumda bu tip skalalar aralık skalaları olarak değil de ordinal skala olarak tanımlanabilir. Bu durum, verilere uygulanabilecek istatistiksel yöntemler açısından da sınırlamalar yaratır (parameterik yerine non-parametrik yöntemlerin kullanımı) ve algının değişim aralığı ve frekansı kategori skala derecelendirmelerini önemli oranda etkiler (Cardello ve ark., 2003).

Bu problemleri ortadan kaldıran ve değerlendirmeyi oransal olarak yapan skala ise S.S. Stevens tarafından ortaya koyulmuştur. Bu sistemde ise kişiler, algılarını yansıtan değerleri kendileri belirlerler. Stevens, bu skala sistemini 'büyüklik/şiddet tahmini' olarak adlandırmıştır ve bu sistem, sınıflama skalalarındaki

derecelendirmede bir üst sınırın bulunmasından kaynaklanan dezavantajı ortadan kaldırmıştır. Dahası, ‘büyüklük tahmini’ skalalarında duyunun gerçek bir ‘sıfır noktası’ bulunduğu ve tüm değerlendirmeler karşılaştırmalı olarak yapıldığı için elde edilen veriler oransaldır ve bu verilerin parametrik analizi mümkündür. Bu teknik subjektif algıların değerlendirilebilmesine olanak tanınmasına karşın değerlendirmeler karşılaştırmalı olarak yapıldığı için uzun periyod aralıklarıyla yapılacak değerlendirmeler için uygun bir yöntem değildir. Dahası, bu metodun kullanılabilmesi için detaylı açıklama, istatistiksel analizi için verilerin normalizasyonu gereklidir. Son yıllarda geliştirilen ‘adlandırılmış (labeled) büyüklük skalaları’ (semantik veya sınıflama oran skalaları olarak da adlandırılırlar) ile bu sınırlama ortadan kaldırılmıştır. Bu skalalar görsel analog veya ‘çizgi’ skala formunu alırlar ve algının büyüklüğünü gösteren ve oransal skalayı tanımlayan kelimelerle birlikte kullanılırlar (Cardello ve ark., 2003)..

Wong’un (2002) çalışmasında giyim denemelerinin farklı aşamalarında alınacak sıcaklık ve ıslaklık his değerlendirmeleri için kullanılan skala Şekil 1.8’de görülmektedir.



Şekil 1.8 Termal ve ıslaklıkla ilgili hislerin değerlendirilmesi için kullanılan karşılaştırmalı, dengesiz, sınırlanmış bir sınıflama skalası (Wong, 2002)

Tüketici tercihlerinin ve ürünler arasında ayırt edebilme yeteneklerinin ölçümü için çiftli karşılaştırmalı değerlendirme metodu da kullanılabilir. Çiftli karşılaştırmalar, bu metodlar içerisinde konfor çalışmalarında en fazla kullanılanıdır. Belirli bir grup ürün veya özellik için seçim söz konusu olduğunda kullanılan bu

yöntemde tüm ikili gruplar karşılaştırma için dikkate alınmalıdır. Test sayısının yüksek olduğu durumlarda bu metodun uygulanması için kapsam daraltılarak ikili karşılaştırmalar az sayıda özellik veya obje için uygulanabilmektedir (Li, 2001).

Öncelik sıralama skalaları konfor davranışlarıyla ilgili tercihlerin ölçümü için kullanılan, kişilerin obje veya özellikleri belirli kriterlere göre sıraladığı bir ölçüm yöntemidir. İkili karşılaştırmalarda olduğu gibi bu metot da karşılaştırmaya dayanır ve sonuçları, üzerinde çalışılan ürün aralığıyla sınırlıdır. İkili karşılaştırmalara göre daha az zaman alır ve uygulama için kişilere sunulan talimatlar daha anlaşılırdır. Bu metodun en önemli dezavantajı, birçok istatistiksel metodun bu yöntemle elde edilen ordinal verilere uygulanamamasıdır. Sıralama skalaları daha da geliştirilip kişilerin birden fazla objeye karşı davranışlarının ölçümü için daha karmaşık bir düzenlemeyle de kullanılabilir. Farklı skalalardan elde edilen veriler, tek bir davranışla ilgili sonuca ulaşmak için de birleştirilebilir.

Duyusal tepkilerle ilgili yapılan araştırmalarda kullanılan bir başka yöntem de anlamsal diferansiyel skalalardır (semantic differential scales). Bu metot Osgood ve arkadaşları tarafından (1957) kelimelerin anlamlarını inceleme esasına dayalı olarak ortaya konmuştur. Metot için, birbirinin zıt anlamlısı veya biri nötr biri uç noktayı temsil eden kelime çiftlerinden oluşan çift kutuplu bir dizi sıralama skalası oluşturulmaktadır. Çift kutuplu bu kelimeler arası 5-7 arasında tanımlanmış kategoriye ayrılmaktadır. Birbirinin zıttı tanımlayıcılar kullanıldığında orta nokta nötr algıyı ifade etmektedir (Li, 2001). Giyim denemeleri sırasında kullanılan anlamsal diferansiyel skalaya bir örnek Şekil 1.9'da verilmiştir.

	Çok		I	II	Nötr	I	II	Çok	
	I	II							
Serin	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Ilık
Yumuşak	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Sert
Düzensiz	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Pürüzlü
Karıncaandıran	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Düzensiz
Tırmalayan	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Yumuşak
Ağır	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Hafif
Konforsuz	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Konforlu

Şekil 1.9 Anlamsal diferansiyel skala (Wong, 2002)

1.4 Termal Konfor

İnsan vücudundaki bütün biyolojik prosesler sıcaklığa bağlıdır, bu yüzden vücudun farklı çevre şartlarına göre uygun sıcaklık ve nem dengesinin korunması hayati öneme sahiptir. İnsanoğlu, temel ihtiyaçları olan barınma ve giyinme karşılandığı sürece diğer canlılardan farklı olarak değişken sıcaklık değerlerine sahip ortamların hemen hemen tümünde yaşayabilme özelliğine sahiptir.

Termal konfor, derinin yüzeyindeki ve alt katmanlarındaki termoreseptörlerden gelen sinyallerin birleşiminden oluşan bir çeşit termoregülasyon sistemidir. ASHRAE (The American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers) standartlarına göre ise termal konfor, çevrenin termal şartlarına karşı duyulan memnuniyet olarak ifade edilmiştir (Wang, 2002). Kişinin termal konfor durumu, üzerindeki giysi, çevre şartları ve aktivite düzeyine bağlı olarak değişir. Fanger (1985) termal konforla ilgili ISO 7730 uluslararası standardını ortaya koyarak termal konforun dayandığı temelleri incelemiştir. Standart, toplumun belirli bir kısmının termal konfor açısından kabul edilebilir olarak bulduğu termal şartların belirlenmesi esasına dayanmaktadır. Sıcak veya soğuktan kaynaklanan konforsuzluk PMV ve PPD indeksleri ile ifade edilir. PMV indeksi, ‘tahmin edilen ortalama değerlendirme’ olarak adlandırılır ve vücudun termal durumunun soğuk-sıcak arasında değişen yedili bir skala ile değerlendirilmesiyle tahmin edilmesi için kullanılır. PPD indeksi ise ‘tahmin edilen memnuniyetsizlik oranı’ olarak adlandırılır. Standartta, her iki indeksin birbirlerine göre sahip olması gereken değer

aralıkları konusunda öneriler de mevcuttur. Daha sonraları belirlenen PMV indeksi Gagge ve arkadaşları (1986) tarafından ortamın bağıl nemini veya su buharı basıncını ve giysinin su buharı geçirgenliğini de dikkate alacak şekilde modifiye edilmiştir (Li ve Wong, 2006).

Sheppard, 1913-1923 yılları arasında konforun sağlanması için gerekli şartlarla ilgili yaptığı çalışmalar sonucunda 'konfor bölgesi' terimini ortaya koymuştur. 1923'te Houghten ve Yaglau kuru termometre sıcaklığı ve bağıl nemi aynı indekste birleştirerek 'efektif sıcaklık' kavramını ortaya koymuşlardır. İlk 'konfor kartı' 1924'te ASHVE (American Society of Heating and Ventilating Engineers) tarafından hazırlanmıştır ve bu kart daha sonra bu konuyla ilgili çalışan araştırmacılar tarafından da geliştirilmiştir. ASHRAE'nin (1981) insan yaşamı için gerekli olan çevresel sıcaklık şartlarıyla ilgili düşük aktivite seviyesinde çalışan kişiler üzerinde yazlık ve kışlık giysiler için yaptığı çalışma sonucunda kişilerin %80'inin oyuyla termal olarak kabul edilebilir konfor bölgeleri tespit edilmiştir (Ng, 1999).

Etkin sıcaklık, bir ortamın kişinin düzgün (uniform) olmayan gerçek şartlarda olduğu gibi radyasyon ve konveksiyonla eşit oranda ısı değişimi yaşadığı üniform sıcaklık değeri olarak tanımlanmıştır. Pratikte, etkin sıcaklık, yaklaşık olarak ortalama radyan sıcaklık ve hava sıcaklığının ortalamasına eşittir. Fanger'a göre, giysi tipi ve aktivite seviyesine göre toplumun çoğunluğu tarafından tercih edilen optimum etkin sıcaklık değeri 18-22 °C arasında değişmektedir.

Karmaşık ve hassas bir mekanizmaya sahip olan termoregülasyon sistemi, vücut sıcaklığına bağlı olarak gerekli fizyolojik mekanizmaları devreye sokarak vücudu çok dar bir sıcaklık aralığında dengede tutar. Çevre şartları ve aktivite seviyesine göre termoregülasyon mekanizması üzerinde etkili en önemli parametrelerden birisi vücutla çevre arasında bir kalkan olarak kabul edilebilen giysi sistemidir ve tüm bu karmaşık döngü içerisinde müdahale edilebilecek tek parametre giysi sisteminin özellikleridir. Farklı ortamlar ve giysi sistemleri için termal konforun belirlenmesine yönelik yapılan objektif ve subjektif ölçümler ile etkili parametreler arasındaki ilişkilerin belirlenmesine çalışılmaktadır.

1.4.1 Vücutun Termoregülasyon Mekanizması

Vücutun sıcaklık dengesi biyolojik mekanizmalar tarafından ayarlanır; merkezi ve periferal (sinir sisteminin beyin ve omurilik dışında kalan kısmı) sinir sistemleri devamlı olarak vücuttaki sıcaklığı biyolojik prosesler vasıtasıyla dengede tutabilmek için dalgalanmaları tespit ederler (Li, 2001). İnsan vücudu iç sıcaklığını yaklaşık 37 °C’de, deri yüzey sıcaklığını ise 33.4 °C’de sabit tutmaya çalışır ve bu sıcaklıktaki değişim 4.5 °C’yi aştığında konfor problemleri ortaya çıkar. Çoğu iklim şartlarında vücut sıcaklığı çevre sıcaklığından yüksektir ve vücutta bu sıcaklık farkını muhafaza edecek bir iç ısı kaynağı bulunmalıdır. İhtiyaç duyulan ısı, kas gücü ve diğer vücut fonksiyonları için gerekli kaloringin yakılmasından, yani vücut metabolizmasından temin edilir. İnsan organizmasına yiyecek olarak alınan enerjinin sadece % 15-30’u metabolizma için gerekli aktiviteler için kullanılırken kalan enerji ısı olarak ortaya çıkar. Vücut belirli bir termal dengeye sahip olmalıdır, çünkü ısı kazancı ve kaybı dengede olmazsa vücut sıcaklığındaki ani iniş-çıkışlar konfor problemlerine, hatta hayati tehlikelere neden olabilir (Saville, 2000). Farklı bazı aktiviteler sonucu ortaya çıkan metabolik ısı miktarları Tablo 1.1’de verilmiştir (Searle, 1990). Gagge’in (1967) bir çalışmasında, sabit sıcaklıktaki soğuk ve sıcak ortamlarda kişilerin termal konfor veya nötr sıcaklık hislerine fizyolojik sıcaklık ayarlamasına ihtiyacın olmadığı 28-30 °C sıcaklık değerlerinde sahip oldukları ortaya çıkmıştır. Soğuk ortamlarda deri yüzey sıcaklığının düşmesi veya sıcak ortamlarda terlemenin gerçekleşmesi konforsuzluğa neden olur. Termal konforsuzluğun kişilerin davranışları üzerinde de tetikleyici etkiye sahip olduğu belirtilmiştir (Li ve Wong, 2006).

Tablo 1.1 Farklı aktiviteler sonucu ortaya çıkan metabolik ısı miktarları (Searle, 1990)

Aktivite	Ortaya Çıkan Isı Miktarı	
	W/m ²	Met
Uyuma	40	0,7
Sakin oturma	60	1,0
Rahat olarak ayakta durma	70	1,2
Yürüyüş (0,89 m/s)	115	2,0
Yürüyüş (1,79 m/s)	220	3,8
Klavyede yazı yazma	65	1,1
Ayakta dosyalama/sıralama	80	1,4
Araba kullanma	60-115	1,0-2,0
Makina başındaki ağır iş	235	4,0
Kazma ve kürekle çalışmak	235-280	4,0-4,8

İnsanın termal konforu çok dar bir sıcaklık aralığında söz konusudur. Eğer vücut kontrol altına alabileceğinden daha fazla ısı üretirse veya belirli bir vücut sıcaklığına yetecek kadar ısı üretemezse termal konfor ortadan kalkacaktır. ‘Met’ insan vücudu tarafından üretilen enerjinin, yani ısının bir ölçüsüdür.

Vücuttaki ısı denge (1) numaralı denklemle ifade edilebilir (Searle, 1990):

$$M - W = Q_{sk} + Q_{res} \quad (1)$$

$$= (C + R + E_{sk}) + (C_{res} + E_{res})$$

Burada;

M = Metabolik enerji üretim oranı (W/m²)

W = Yapılan mekanik iş miktarı (W/m²)

Q_{res} = Solunumla kaybedilen toplam ısı miktarı (W/m²)

Q_{sk} = Deri yüzeyinden kaybedilen toplam ısı miktarı (W/m²)

C_{res} = Solunum esnasında taşınım ile kaybedilen ısı miktarı (W/m²)

E_{res} = Solunum esnasında buharlaşmayla kaybedilen ısı miktarı (W/m²)

C + R = Deri yüzeyinde meydana gelen hissedilebilir ısı kaybı (W/m²)

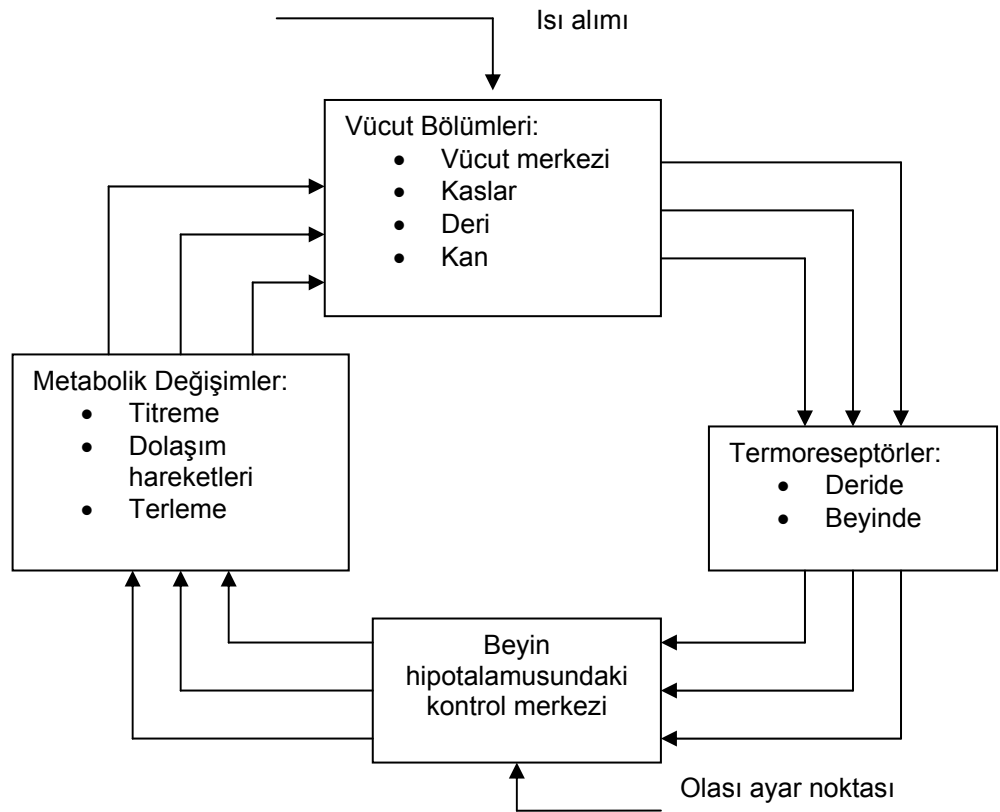
E_{sk} = Deri yüzeyinde buharlaşmayla meydana gelen toplam ısı kaybı (W/m²).

Hensel (1981) fizyolojik termoregülasyonu çok sayıda sensör, geri besleme döngüsü ve çıkıştan oluşan karmaşık bir sistem olarak ifade etmiştir. Bu sistemde kontrol değişkeni, birçok sıcaklık değerinin (merkezi sinirsel sıcaklık (T_{cn}), ekstra merkezi derin vücut sıcaklığı (T_{db}) ve deri sıcaklığı (T_{sk})) ortak etkisiyle ortaya çıkan bir değerdir. Hensel (2) numaralı denklemle ifade edilen ‘Ağırlıklı Ortalama Vücut

Sıcaklığı'nı (T_{mb}) pratik amaçlar için kontrol edilebilir bir parametre olarak tanımlamıştır.

$$T_{mb} = aT_i + (1 - a)T_{sk} \quad (a < 1) \quad (2)$$

Burada T_i vücut iç sıcaklığını, T_{sk} ortalama deri sıcaklığını, a ise lineer bir kontrol fonksiyonunda sıcaklıkların bağıl etkilerini gösteren bir ağırlıklandırma oranını ifade eder. T_i için özofagustan yapılan ölçümlerle a için 0.87 ve 0.9'luk değerler önerilmiştir (Li, 2001). Termoregülasyon mekanizması Şekil 1.10'da basit bir şema ile gösterilmiştir.



Şekil 1.10 Termoregülasyon mekanizması (Wang, 2002)

Farklı kontrol aksiyonları için metabolizma, kas hareketi (vasomotion) ve terleme gibi referanslar (veya başlangıç sıcaklıkları) farklılık gösterebilir. Sıcak reseptörler vasıtasıyla ortaya çıkan terleme gibi ısı uzaklaştırma mekanizmaları, soğuk reseptörler tarafından gerçekleştirilen ısı üretim mekanizmalarına göre daha yüksek bir başlangıç sıcaklığı değerine sahip olabilir. Bu yüzden, termoregülasyonun etkili olmadığı bir termal nötrlük noktası mevcuttur.

Hensel, termal regülasyon mekanizmalarını otomatik, davranışsal ve teknik olmak üzere üç grupta toplamıştır. Otomatik regülasyon, vücut tarafından üretilen ısı veya çevresel şartlardan kaynaklanan sıcaklık dalgalanmalarına tepki verir. Bu işlemde termoreseptörler vasıtasıyla alınan sinyaller sinir yolları vasıtasıyla merkezi sinir sistemine iletilir. Kişilerde davranışlara dayalı olarak meydana gelen termoregülasyon ise termal konforla ilgili bilinçli olarak ortaya çıkan hisler ve duygularla ilgilidir. Davranışsal termoregülasyon otomatik termoregülasyonun devreye girmesi için bir gereksinim ortaya çıkarır. Teknik termoregülasyon ise bu sistemin teknik cihazlarla olan ilişkisini ifade eder; sıcaklığın dengede tutulması yapay sensörler, kontrol üniteleri gibi sistemler yardımıyla da sağlanır (Li, 2001).

1.5 Tekstil Materyallerinde Meydana Gelen Isı ve Kütle Transfer Mekanizmaları

1.5.1 Tekstil Materyallerinde Meydana Gelen Isı Transfer Mekanizmaları

Vücudun ısıl dengeye gelebilmesi için gerçekleştirmesi gereken ısı transferi prosesi dört farklı mekanizmaya göre gerçekleşebilmektedir. Bu mekanizmalardan hissedilir veya kuru olarak nitelendirilenler radyasyon ve iletimdir. Buharlaştırma, hissedilemeyen ve gizli ısı transfer mekanizması olarak sayılırken taşınım ile olan ısı transferi duruma göre hissedilir veya hissedilemeyen ısı transfer mekanizması sayılabilir (Searle, 1990). Çoğunlukla bir ortamdaki sıcaklık dağılımı bu dört mekanizmanın ortak etkileri sonucu ortaya çıkar ve bu yüzden bir mekanizmayı diğerlerinden tamamen ayırabilmek mümkün değildir.

Isı transferi mekanizmaları kısaca açıklanacak olursa:

1.5.1.1 İletim (Kondüksiyon)

Bu mekanizmada ısı transferi bir başka yüzeye temas sonucu gerçekleşir. Isı alışveriş oranı iki yüzey arasındaki sıcaklık farkına, transfer doğrultusuna dik yöndeki yüzey alanına ve maddelerin ısı geçirgenliklerine bağlıdır (Saville, 2000).

Örneğin x yönündeki ısı transfer hızı (3) numaralı denklemle aşağıdaki şekilde ifade edilir:

$$Q_x = -kA \frac{\partial T}{\partial x} \quad (\text{W}) \quad (3)$$

burada Q_x pozitif x yönünde A alanı boyunca gerçekleşen ısı transfer oranını, k ise materyalin ısı iletkenliğini göstermektedir.

Bu ısı transfer mekanizması vücudun kumaş yüzeyine veya düğme, fermuar gibi giysi kısımlarına teması sonucu etkin olur. Temas sonucu oluşan ısı transferi tek katlı yapılarda yapının içerdiği hava ve sıvı miktarlarına büyük oranda bağlıyken çok katlı yapılardaki katmanlar arasındaki hava tabakaları da materyalin ısı iletim performansı üzerinde büyük oranda etkilidir.

Tekstil materyali ve havanın ısı iletkenlikleri arasındaki büyük farka dayanarak bir kumaşın içerdiği lif ve hava miktarlarına dayalı olarak iletkenliği (4) numaralı denklemde gösterildiği şekilde hesaplanır.

$$\text{Kumaş İletkenliği} = k = (1 - f)k_A + fk_F \quad (4)$$

Burada;

f, kumaşın elyaf tarafından oluşturulan hacimsel oranını,

k_A ve k_F , sırasıyla hava ve lifin ısı iletkenliklerini temsil eder.

Havanın iletkenliği 0,025 W/mK, lif iletkenliği ise ortalama 0,1 W/mK'dir. %10'dan daha düşük oranda lif içeren tekstil yapılarının iletkenlik değerleri havanın iletkenlik değerine yakındır (Kılınç, 2004).

1.5.1.2 Taşınım (Konveksiyon):

Bu mekanizmaya göre ısı, katı üzerinde hareket eden bir akışkan (sıvı veya gaz) vasıtasıyla taşınır. Sıvı içerisindeki sıcaklık alanı sıvının hareketinden etkilendiği için buradaki sıcaklık dağılımının ve ısı transfer oranının belirlenmesi karmaşık bir işlemdir. T_w sıcaklığındaki bir yüzeyle ona temas eden T_f ortalama sıcaklığına sahip bir akışkan arasındaki ısı transferi (5) numaralı denklemde gösterildiği şekilde hesaplanmaktadır (Özışık, 1977):

$$Q = hA(T_f - T_w) \text{ (W)} \quad (5)$$

Burada h ortamın ısı transfer katsayısıdır.

Taşınım, vücut hareketiyle deri-giysi arasındaki hava tabakasının hareketlenmesine bağlı olarak meydana gelir. Bu durumda vücut-giysi arasında doğal taşınım gözlenirken çevre havasında da oluşan akıma bağlı olarak zorlanmış taşınım gözlenir. Vücudun hareketsiz olduğu durumda ise meydana gelen serbest taşınım, vücut ve çevre hava sıcaklık farklarının bir fonksiyonudur. (Searle, 1990).

Hava akımının hızına ve doğrultusuna bağlı bir olay olduğu için zorlanmış taşınımın etkilerinin belirlenmesi daha zordur. Vücudun hareketli olduğu durumdaki taşınım olayı oldukça karmaşık bir yapıya sahiptir, bu olaya ‘körüük etkisi’ veya ‘pompalama etkisi’ denir (Searle, 1990). Hava hareketinin kumaş yapısı içerisindeki etkilerine bakıldığında ise havanın lif yüzeylerine tutunma eğiliminde olması nedeniyle lif inceliği azaldıkça artan yüzey alanına bağlı olarak hava hareketinin sınırlanması ve yapıda daha yüksek oranda hava bulunması söz konusudur. Bu durum iletim ve doğal taşınım ile gerçekleşen ısı transferi üzerinde etkilidir.

1.5.1.3 Işıma (Radyasyon)

Farklı sıcaklıklardaki iki materyal bir vakumla birbirlerinden ayrıldıklarında aralarında iletim veya taşınım mekanizmalarına dayalı bir ısı transferinin gerçekleşmesi söz konusu değildir. Işıma, ısı transferinin elektromanyetik dalgalar vasıtasıyla gerçekleştiği bir mekanizmadır. Dalgalar, çok az bir kayıpla hava içerisinden geçebilirler, fakat bir nesneye çarptıklarında enerjilerinin büyük bir kısmı ısıya dönüşür. Işıma büyük oranda materyalin sıcaklığına bağlı olduğu için (T^4 oranında) bir ısı transfer mekanizması sayılmayabilir. Bu mekanizma daha çok güneş, radyan ısıtıcılar ve ateş gibi çok yüksek sıcaklığa sahip nesnelere ısı kazancı için geçerlidir. (Saville, 2000).

T_1 sıcaklığında A alanına sahip siyah bir cismin T_2 sıcaklığında bir ortamda bulunduğu düşünülürse, cisim $A\sigma T_1^4$ oranında radyasyon enerjisi (W) yayarken

$A\sigma T_2^4$ oranında enerjii (W) de absorblayacaktır. Cismin kaybettiği net radyoaktif enerji (6) numaralı denklemlle ifade edilmiştir.

$$Q = A\sigma(T_1^4 - T_2^4) \text{ (W)} \quad (6)$$

Burada, σ Stefan-Boltzman sabitidir (Özışık, 1977).

Vücuttan radyasyonla meydana gelen ısı transferinin belirlenmesi kolay değildir, çünkü giysi vücut üzerinde eğimli yüzeyler ve basınç bölgeleri oluşturur. Kumaş radyasyonla ısı iletimi için iyi bir araç değildir ve radyan ısıyı absorblama oranı yüksek değildir. Bu yüzden kumaş, güneşten gelen radyan ısıya karşı iyi bir koruyucudur (Kılınç, 2004).

1.5.1.4 Buharlaşma

Sıvı suyun su buharı haline gelmesi büyük miktarlarda ısı enerjisine ihtiyaç duyar. Vücut yüzeyinden suyun buharlaşması için gereken enerji, vücut yüzeyinden uzaklaşarak burada soğumaya neden olur. Çevre sıcaklığı vücut yüzey sıcaklığına eriştiğinde, taşınım ve ışınım vasıtasıyla gerçekleşen ısı kaybı son bulur. Çevre sıcaklığının vücut sıcaklığından yüksek olduğu durumlarda bu ısının vücuttan uzaklaştırılması için tek yol vücudun terlemesi ve oluşan bu terin vücut yüzeyinden buharlaşmasıdır. Buharlaşma, vücut yüzeyindeki doymuş su buharı basıncı ile çevre havasının kısmi buhar basıncı arasındaki farka bağlı olarak gerçekleşir. Vücudun iç kısımlarından ısı transferi ise solunumla gerçekleşir. Solunumla vücuda alınan hava akciğerlerde vücut iç sıcaklığına kadar ısıtılır ve geriye verilmeden önce doymuş hale gelir. Sonuçta nefesle verilen hava dış ortama göre daha sıcak ve rutubet içeriği daha fazladır ve bundan dolayı nefes alma hem kuru hem de buharlaşmayla meydana gelen ısı transferi mekanizmalarını içerir (Searle, 1990).

Song'a (2003) göre, vücut tarafından üretilen ve kontrol altına alınıp uzaklaştırılması gereken ısı miktarı 30-600 W/m² arasında değişir. Terleme mekanizması vücut yüzeyine yakın damarlardaki kan basıncının artırılması ile harekete geçer. Bu proses esnasında vücut iç sıcaklığı yaklaşık 1 °C artar ve terleme miktarı 10-20 katına çıkarak saatte 1.5 litreye ulaşabilir.

Buharlaşmayla vücut yüzeyinden uzaklaştırılan enerji (7) numaralı denklemlerle ifade edilebilir:

$$Q_{EV} = mA(P_S - P_A) \quad (7)$$

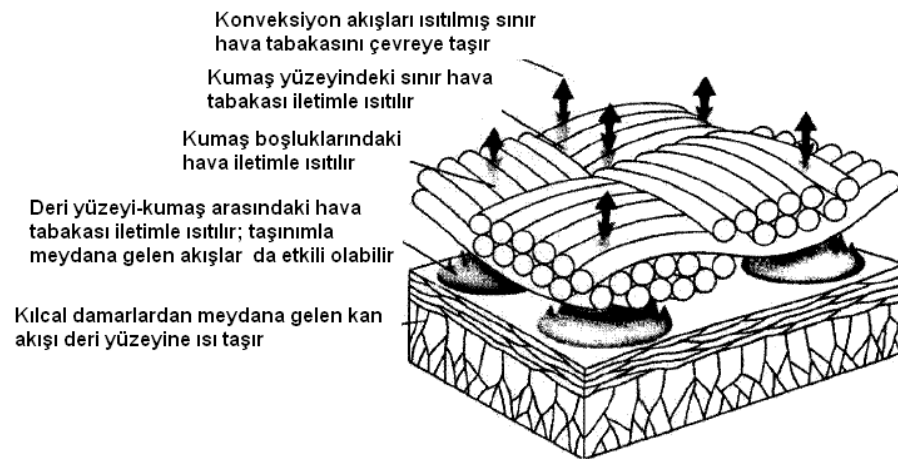
Burada; m giysinin geçirgenlik katsayısı,

A yüzey alanı (m²),

P_S vücut sıcaklığındaki kısmi buhar basıncı (Pa),

P_A çevre sıcaklığındaki kısmi buhar basıncıdır (Pa).

Giysi, vücudun ürettiği metabolik ısının çevreye kaybını belirli oranda engelleyen bir bariyer olarak düşünülebilir. Şekil 1.11'de farklı ısı transfer mekanizmalarına göre deriden çevreye doğru gerçekleşen ısı transferi gösterilmiştir. Şekilde de görüldüğü gibi bahsedilen transfer olayında büyük oranda iletim ve taşınım mekanizmaları etkilidir. Vücuttan kaybolan ısının yaklaşık %90'ı (% 80'i iletim, taşınım ve radyasyon ve % 10'u buharlaşma) deri yüzeyinden, kalan % 10'u ise solunum yoluyla uzaklaşır. Vücut, kendisini çevreleyen hava tabakasını iletimle ısıtır ve ısınan havanın yükselmesiyle vücut çevresinde bir hava tabakası oluşur (Kılınç, 2004).



Şekil 1.11 Deri sıcaklığının çevre sıcaklığından yüksek olduğu durumda deri-giysi sistemi arasında meydana gelen ısı akışı (Kılınç, 2004)

İletimle gerçekleşen ısı transferi, farklı tekstil materyallerinin ve temas eden yüzeylerin termal iletkenlik değerleri tarafından belirlenir. Materyalin kimyasal

yapısına bağılı olarak değişen iletkenlik değerleri farklı materyaller ve lifler için Tablo 1.2’de verilmiştir.

Tablo 1.2 Farklı materyallerin termal iletkenlik değerleri (Kılınç, 2004)

	Metal	Cam	Su	Lif	Hava
Termal İletkenlik*	200	1	0,6	0,2	0,025
Life göre	1000	5	3	1	1/8
Havaya göre	8000	40	25	8	1
<i>Lif termal iletkenlik değerleri*</i>					
Pamuk	Naylon	Yün	Poliester	İpek	Polipropilen
$17,5 \times 10^{-3}$	$10,0 \times 10^{-3}$	$7,3 \times 10^{-3}$	$7,0 \times 10^{-3}$	$7,0 \times 10^{-3}$	$6,0 \times 10^{-3}$

*: Termal iletkenliğin birimi W/mK’dir ve değerler 21 °C sıcaklık için geçerlidir.

1.5.2 Tekstil Materyallerinde Meydana gelen Su (Sıvı ve Buhar) Transfer Mekanizmaları

Kişinin konforlu hissedebilmesi için normalin üzerindeki değerlerdeki (50 W/m²saat) ısı birikiminin vücuttan uzaklaştırılması gerekmektedir. Fakat kişinin üzerindeki giysiden veya çevrenin hava şartlarından kaynaklanan sınırlamalar yüzünden bu tam olarak mümkün olamamakta ve bu durum vücut iç sıcaklığının yükselmesine neden olmaktadır. Isının vücuttan uzaklaştırılması, terleme ve bunu takip eden terin buharlaşması prosesleri ile mümkün olmaktadır. Farklı oranlardaki terleme vücutta sürekli meydana gelir. Kişinin termal açıdan konforlu olabilmesi için terin vücuttan buharlaşarak uzaklaşması ve giysi sisteminden ortama transferi gerekir. Çevre şartlarına veya aktivite seviyesine bağılı olarak terleme miktarı arttığında ise giysinin sıvı terle teması söz konusudur ve bu durumda da kumaşın en kısa sürede oluşan teri vücut yüzeyinden uzaklaştırması gerekir. Farklı aktiviteler sonucu ortaya çıkan metabolik ter miktarları Tablo 1.3’te gösterilmiştir. Terin buhar veya sıvı halindeki transferi ısı transfer mekanizmaları tarafından da etkilenen karmaşık prosesleri içeren bir olaydır.

Tablo 1.3 Farklı Aktiviteler Sonucu Ortaya Çıkan Ter Oranları (D'Silva ve ark., 2000)

Aktivite	Ter Oranı (g/m²saat)
Yavaş yürüyüş	176
Bisiklete binme	200
Tempolu yürüyüş	266
Hafif yükte yürüme	352
Ağır yükte yürüme	439
Maksimum aktivite	879-1056

1.5.2.1 Su Buharı Transferi

Vücuttaki önlenemeyen devamlı terleme halinin termal açıdan konforsuzluğa neden olmaması için hissedilemeyen buhar halindeki terin veya vücut yüzeyindeki sıvı terin buharlaşarak kumaştan geçmesi gerekir. Yağmurluk montlar gibi dış yüzeyi sıvının geçişine karşı kaplanmış yapılarda ‘nefes alabilir’ olarak adlandırılan su buharı molekülünün geçebileceği mikro gözeneklerin bulunduğu kaplamalar kullanılmaz ise oluşan ter deri-kumaş arasında yoğunlaşır ve önemli termal konfor problemlerine yol açar. Bir kumaşın su buharı geçirgenliği özellikle yüksek aktivite ve sıcak hava şartları sonucu oluşan yüksek metabolik ısı ve terleme durumlarında konfor performansı üzerinde belirleyici olur. Bu durumda oluşan terin buharlaşması vücudu soğutma yönünde etki ederken kumaşı oluşturan lif/iplikler arasından terin buhar halinde geçmesi vücudun kuruluşunun sağlanmasına da katkıda bulunur.

Su buharı geçirgenliği, su buharının kumaş kalınlığı boyunca gerçekleşen difüzyon oranıdır. Su buharının kumaş kalınlığı boyunca olan difüzyonu I. Fick Kanunu'na göre (8) numaralı denklemlerle ifade edilebilir:

$$Q_w = D_a \frac{\Delta C}{L} \quad (8)$$

Burada;

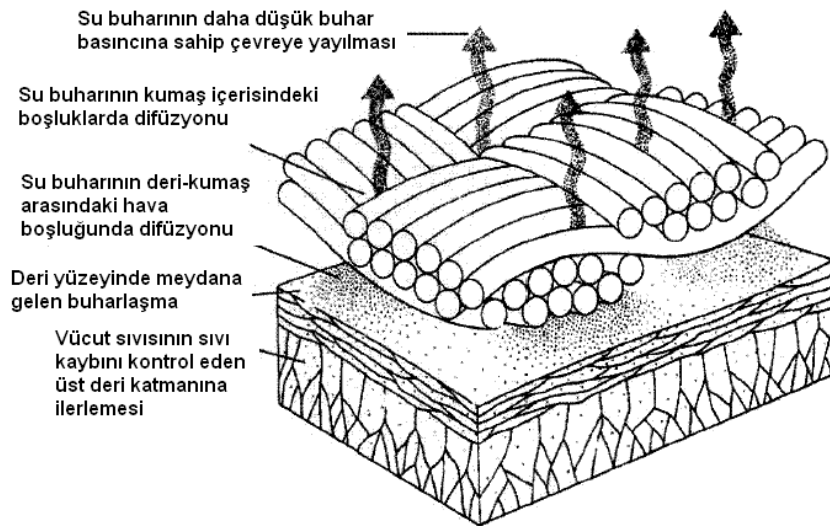
Q_w : Buhar transfer oranı (kg/m²s),

D_a : Su buharı difüzyon katsayısı (m²/s)

L: Kumaş kalınlığı (m)

ΔC : Su buharı konsantrasyon farkıdır (kg/m³) (Wang, 2002).

(8) numaralı denklemde de görüldüğü gibi su buharının kumaş kalınlığı boyunca transferi, kumaşın iki yüzündeki su buharı basınç değerleri arasındaki farka (gradyan) bağlı olarak gerçekleşir. Denklemdeki su buharı difüzyon katsayısı, kumaş yapısının su buharının ilerlemesine hangi oranda izin verdiğinin ölçüsü olan bir sabittir. Kumaşın gözenekliliği arttıkça su buharı geçirgenliği de artar. Kumaş kalınlığı boyunca olan sıcaklık dağılımına bağlı olarak materyale buhar olarak giren rutubet içeride yoğunlaşabilir ve bu durumda bölgedeki su buharı basıncı doymuş su buharı basıncına eşittir ve buhar transferinin yerini sıvı transferi alır. Bu durumda su buharı transferinden farklı olarak materyalin higroskopikliği sıvıyla olan etkileşiminde önem kazanır. Su buharının kumaş içerisinden geçişi Şekil 1.12'de açıklanmıştır.



Şekil 1.12 Su buharının buhar geçirgen bir kumaştan difüzyonu (Kılınç, 2004)

Birbiriyle etkileşim içerisindeki ısı ve kütle transfer mekanizmalarının çok katlı veya yüksek kalınlık değerlerine sahip yapılarda deneysel olarak incelenmesi oldukça güç olduğu için bu olaylar, gerekli transfer katsayılarının belirlenmesi için yapılan deney sonuçlarının kullanıldığı karmaşık ısı ve kütle transfer modelleri ile incelenir.

1.5.2.2 Sıvı Transfery

Tekstil materyalleri, liflerin farklı yapısal formlarda birleştiği gözenekli yapılardır. İplikler arasında ve iplik içerisindeki hava boşlukları su buharının geçişi için uygun bölgelerdir. Materyalin sıvıyla teması sonucunda öncelikle kumaş yüzeyinin ıslanması, bunu takiben de kapilar kuvvetlerin etkisiyle sıvının yapı içerisinde yatay ve dikey olarak ilerlemesi gerçekleşir. Mecheels (1971) buhar veya sıvı halindeki rutubetin geçiş yollarını aşağıdaki gibi özetlemiştir:

- Difüzyon yasalarına göre lifler arasındaki boşluklara nüfuz etme (kumaş gözenekliliği ve kalınlığı tarafından etkilenir),
- Absorbsiyon/desorbsiyon mekanizmaları vasıtasıyla lif içerisine nüfuz etme (daha çok doğal lifler için geçerlidir),
- Elyaf/iplikler arasındaki kapilar boşluklarda sıvının transferi (iplik ve kumaş yapısına bağlı olarak oluşan kapilar boşlukların büyüklüğüne bağlıdır) ve lif yüzeylerini ıslatması (yüzeğe uygulanan bitim işlemlerine bağlıdır),
- Sıvının lif yüzeyinde göç etmesi (Wang, 2002).

Tekstil materyallerinin sıvıyla teması sonucu sıvının kumaş içerisinde kapilar olarak ilerlemesi için öncelikle liflerin sıvı tarafından ıslatılması gerekir. Bir lif sıvı tarafından ıslatıldığında mevcut lif-hava ara yüzeyi yerini yeni bir lif-sıvı ara yüzeyine bırakır. Sıvının katıyla ve aynı zamanda buharla teması esnasında dengede bulunan kuvvetler arasındaki ilişki (9) numaralı denklemde verilmiştir:

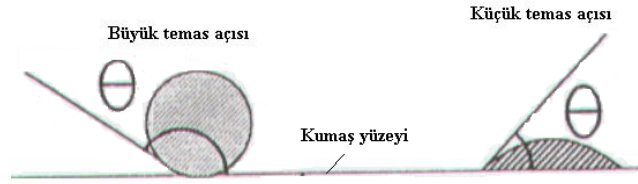
$$\gamma_{KB} - \gamma_{KS} = \gamma_{SB} \cos \theta \quad (9)$$

Burada,

γ : yüzeyler arasındaki gerilimler

θ : denge halinde katı yüzeyle bu yüzeyle temas halindeki sıvı yüzey arasındaki temas açısıdır.

Islanma sırasında farklı durumlar için oluşan temas açıları Şekil 1.13'te gösterilmiştir. Sıvının tekstil materyali tarafından absorblanabilmesi için sıvı materyale nüfuz ettikçe bir enerji kazanımının olması gerekir, yani (9) numaralı denklemdeki γ_{KB} 'nin γ_{KS} 'den büyük olması gerekir (Saville, 2000):



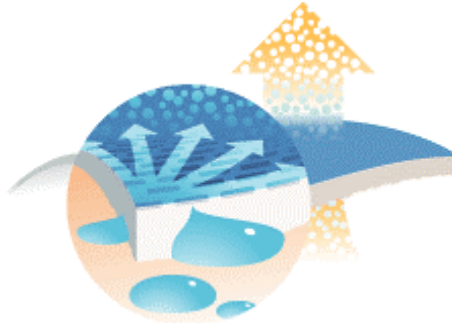
Şekil 1.13 Temas açıları (Saville, 2000).

Temas açıları üç yüzey arasındaki gerilimlere bağlı olarak değişir. Katı-buhar arasındaki gerilim katı-sıvı arasındaki gerilimden büyükse temas açısı $0-90^\circ$ arasında, tersi durumda ise açı $90-180^\circ$ arasında olur. Büyük temas açısı sıvının yüzeyden akıp uzaklaşacağını gösterirken küçük temas açısında sıvı kumaşı ıslatacaktır.

Sıvı nüfuzunun gerçekleşmesini sağlayan esas etken, lifin sıvı tarafından ıslanabilir bir kimyasal yapıya sahip olması ve kumaş geometrisinin de ıslanmaya izin vermesidir. Liflerin ıslanma davranışları lif yüzey özelliklerine, özellikle de suyla ıslanma durumunda yüzeyin hidrofobik veya hidrofilik olmasına bağlıdır. Buna bağlı olarak pürüzlü yüzey özelliklerine sahip liflerden üretilen mamuller ve suyla geçici hidrojen bağları yapmış, yani hidrofil yapıdaki polimerler iyi sıvı absorblama özelliğine sahiptirler (Searle, 1990). Sıvı absorblayan bir kumaş doyma noktasına geldiğinde deri yüzeyinden sıvı alımı durur ve sıvı kumaş içerisinde de hareket etmez. Bu durumda sıvı lif içerisinde, kumaş içerisindeki boşluklarda ve kumaş yüzeyinde bulunabilir.

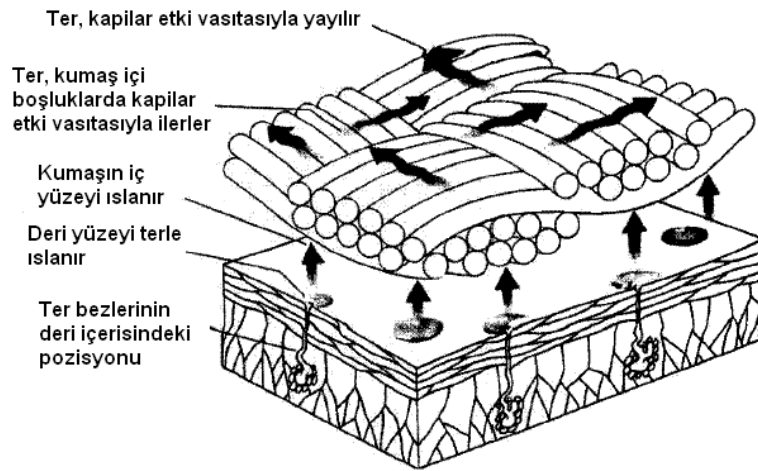
Dış kuvvetlerin bulunmadığı durumda sıvının tekstil materyalini ıslatmasından sonra yapı içerisinde ilerlemesi, ıslanması sonucu ortaya çıkan kapilar kuvvetler yardımıyla gerçekleşir (Şekil 1.14). Kapilar kuvvetler yardımıyla sıvının yapı içerisinde ilerlemesi için sıvı miktarının belirli bir değerden yüksek olması ve kumaşın iki yüzü arasında devamlı bir su sütunu oluşturması gerekir. Sıvı terin deri yüzeyinden kısa sürede uzaklaştırılmasında da etkili olan bu olay kumaşların termal konfor performansları açısından önemli bir özelliktir. Sıvının deri yüzeyinden kısa sürede uzaklaştırılması ile kişinin kuruluşunun sağlanmasının yanında ıslak kumaşla

sürtünmeden kaynaklanan tahriş ve derinin ıslak kalmasına bağlı olarak ortaya çıkan mantar gibi bakteriyel problemler de önlenir.



Şekil 1.14 Kapılar ıslanmanın şematik gösterimi
(Simile, 2004)

Kumaşların kuruma özellikleri de absorblanan sıvının en kısa sürede vücuttan uzaklaştırılıp kuruluğun sağlanması açısından önemlidir. Tam tersi olarak serinliğin istendiği durumda ise rutubet absorpsiyonu fazla ve yavaş kuruyan kumaşların tercih edilmesi gerekir. Kumaşın içerisinde bulunan sıvı rutubetin buharlaşarak kumaştan uzaklaşması olarak tanımlanabilecek kuruma davranışı, rutubetin sıvı olarak lif yüzeyinde veya buhar olarak lifin iç kısmında bulunmasına göre değişir. Gözenekli tekstil yapısı içerisinde kumaş oluşum şekillerine bağlı olarak lif ve iplikler arasında bulunan düzensiz şekilli boşluklar yapı içerisindeki sıcaklık dağılımına göre kısmen sıvı veya buhar halindeki rutubet veya hava ile doludur (Kılınç, 2004). Kumaş içerisindeki sıvı transferi Şekil 1.15'te görülmektedir.



Şekil 1.15 Sıvının kumaş içerisindeki difüzyonu (Kılınç, 2004)

Kumaş anizotropik bir yapıya sahip olduğu için farklı eksenlerinde farklı sıvı transfer davranışları gösterir ve bu davranışların ayrı ayrı ölçülmesi gerekir. Genel olarak kumaşlardaki sıvı transfer mekanizmasının liflerin kapilar kuvvetlerine bağlı olduğu ve lif yüzey özellikleri tarafından belirlendiği görüşü yaygındır. Sıvı suyun kapilar ıslatması üzerinde etkili en önemli lif özelliği ise hidrofilitedir. Giysi konforu söz konusu olduğunda kumaşın sıvı transferiyle ilgili en önemli özelliği anlık sıvı emme kapasitesidir (Yoon ve Buckley, 1984).

Deri sıcaklığı düştüğünde ve terleme azaldığında, deri yüzeyinden meydana gelen ısı kaybının sınırlandırılması gerekir. Islak kumaşlarda termal yalıtım azaldığı için iletimle gerçekleşen ısı kaybını azaltmak mümkün olmayabilir. Bu konuda çalışan araştırmacılardan, vücut yüzeyindeki sıvının uzaklaştırılmasına gerek olmadığını, sadece belirli bir sıcaklıkta tutulması gerektiğini savunanlar vardır. Deride meydana gelen termoregülasyon prosesi dinamik bir yapıya sahiptir ve termofizyolojik konforu sağlamanın en etkili yolu, yüksek ısı direncine sahip kumaşlar yerine ‘dinamik’ kumaşlar kullanmaktır. ‘Dinamik’ kumaş, sıcak ve nemli vücut üzerinde düşük bir ısı yalıtımına sahipken vücut soğuyup kurudukça yalıtım değerinin artırılabilirdiği kumaştır. Tipik ‘dinamik’ kumaşlar, sadece deri yüzeyindeki sıvıyı absorblamakla kalmaz, aynı zamanda deriyi ve deriye temas eden kumaş katmanını devamlı kuru bırakacak şekilde sıvıyı transfer edebilen bir yapıya, yani yüksek ıslanma yeteneğine sahiptir. ‘Dinamik’ olmayan bir kumaş sisteminde ise, absorblanan sıvı kumaş içerisinde birikir ve sistemin termal direnci kumaş

ıslandıktan sonra hep minimumda ve sabit kalır. Termal dirençteki bu düşüş oranı, suyun kumaş yapısındaki yerine ve yerleşimine göre değişir (Brownless ve ark., 1996).

Kumaşın içerisindeki rutubet konforun bir başka bileşeni olan statik elektriklenme özelliklerini de etkiler. Giysinin yapışarak vücuda sarmalanması konforu olumsuz yönde etkiler ve yüksek higroskopikliğe sahip bir liften üretilen kumaşın içerdiği su nedeniyle statik elektriklenme eğilimi hidrofob liflerden üretilen kumaşlara göre daha düşüktür. Kuru bir ortamda tüm lif tipleri statik elektriklenme oluşturabilir fakat ortamda rutubetin bulunduğu durumda lifin higroskopikliği statik elektriklenme konusunda bir fark yaratır (Aswani, 1985) (Searle, 1990).

1.5.3 Tekstil Materyallerinde Meydana Gelen Birleşik Isı ve Sıvı Transfer Mekanizmaları

Gözenekli yapılardaki ısı transferi, yapı içerisindeki katı kısım, yani lifler vasıtasıyla iletim, büyük sıcaklık farklarından kaynaklanan radyasyon ve gözenekli materyale havanın nüfuzu sonucu ortaya çıkan taşınım mekanizmalarıyla gerçekleşir. Bunların yanında sıvı transferi, hava boşluklarındaki buhar difüzyonu, lif içine sıvı difüzyonu (sorpsiyon/desorpsiyon), lif yüzeyindeki yoğuşma/buharlaştırma ve kumaş içerisinde kapiler etkilerle sıvının transferini kapsar. Sıvı sorpsiyon/desorpsiyonu ve yoğuşma/buharlaştırma olayları sırasında alınan ve ortaya çıkan ısı nedeniyle ısı ve sıvı transfer olaylarının birlikte ele alınması gerekmektedir (Wang, 2002). Özellikle yün ve pamuk gibi higroskopik liflerde yüksek ortam bağıl nem değerlerinde materyal rutubet absorplar ve sorpsiyon ısısı nedeniyle bir sıcaklık yükselmesi gözlenir. Tam tersi olarak ortamın bağıl nemi düştüğünde rutubet ortama verilir ve ısı lifler tarafından tekrar alınır. Değişken koşullarda bahsedilen birleşik etkiler kişinin termal hisleri ve dolayısıyla da konfor durumu üzerinde etkilidir.

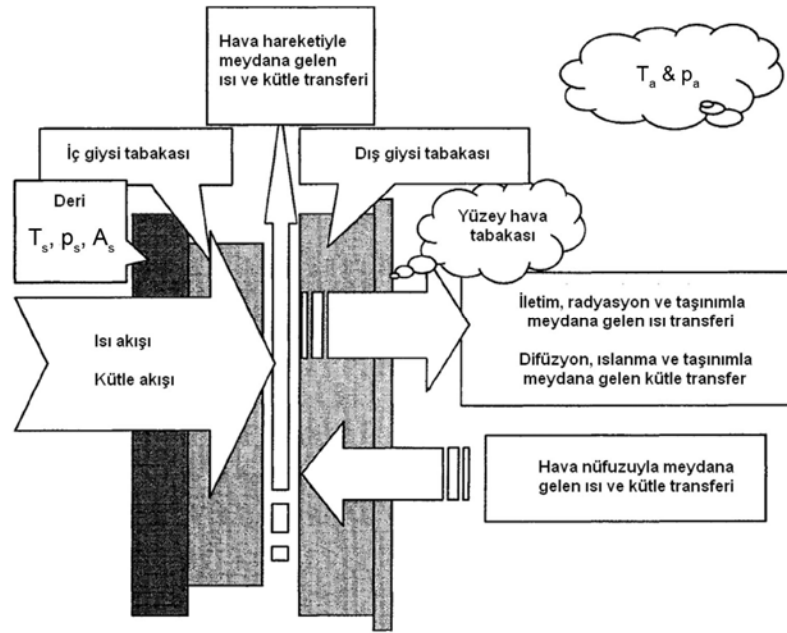
Bir kumaşa dokunulduğunda hissedilen soğukluk ve ıslaklık algılarının nöropsikolojik mekanizmalarıyla ilgili bir dizi psikofiziksel deneme ve nümerik simülasyon yapılmış ve bu denemeler sonucunda, mekanizmaların birbirleriyle ilişkili olduğu ortaya çıkmıştır. Bu subjektif algıların açıklanabilmesi için birçok

araştırmacı, su buharı ve sıvı transferinin ısı transferiyle birlikte ele alınması gerektiğini belirtmiştir (Gretton ve ark., 1996; Matsudaira ve Kondo, 1996). Bu konuda çok sayıda matematiksel model geliştirilmiş ve bu modellerin çözümünde, ısı ve kütlenin korunumu kanunu gözenekli materyallerdeki absorpsiyon kinetiği kurallarıyla birleştirilmiştir (Suprun, 2003).

Yoon ve Buckley'e (1984) göre bir kumaşın ısı transfer mekanizması üzerinde etkili üç temel parametre grubu vardır. Kütle transferiyle ilgili özellikleri de içeren bu parametreler aşağıda sıralanmıştır:

- a) Mekanizma: Duyulur (hissedilen) ısı transferi, su buharı ve sıvı suyun taşınımına bağlı olarak gerçekleşen gizli (latent) ısı transferi mekanizmaları,
- b) Tetikleyici kuvvet: Kumaş yüzeyleri arasındaki sıcaklık farkı, su buharı basınç farkı ve komşu lifler arasındaki kapılar kuvvetler,
- c) Belirleyici kumaş özellikleri: Termal yalıtım, hava geçirgenliği, buhar direnci, lif materyallerinin serbest yüzey enerjileri ve iplik yapısı.

Bu konuda çok sayıda deneysel ve teorik çalışma yapılmıştır. Geliştirilen farklı ölçüm sistemleri ile ısı ve kütle transferi mekanizmalarında etkili olayların mümkün olduğunca hassas bir şekilde ölçümünün yapılması ve ortaya konan matematiksel modellerle gerçeğe yakın tahminlerin yapılması çalışmaların ana konusudur. Geliştirilen bu modellerin çözümünde, ısı ve kütlenin korunumu kanunu gözenekli materyallerdeki absorpsiyon kinetiği kurallarıyla birleştirilmiş, modellerin doğrulanması için gerçek ölçüm sonuçları ile karşılaştırmalar yapılmıştır. şekil 1.16'da giysi sisteminde meydana gelen ısı ve kütle transferi şematik olarak gösterilmiştir. şekilde P_a ve P_s sırasıyla evre havasının ve deri yüzeyinin su buharı basıncını, T_a ve T_s sırasıyla evre havasının ortalama sıcaklığını ve alansal olarak ağırlıklandırılmış ortalama deri yüzey sıcaklığını gösterirken, A_s ise toplam vücut alanını temsil etmektedir.



Şekil 1.16 Giysi sisteminde meydana gelen ısı ve kütle transferi (Qian, 2005)

Tekstil materyallerinde meydana gelen transfer mekanizmalarıyla ilgili hal değişimlerini (sorpsiyon/desorpsiyon, buharlaşma/yoğunlaşma) de göz önünde bulunduran çok sayıda matematiksel model geliştirilmiştir. Bunlar kısaca şöyle özetlenebilir (Wang, 2002):

- *Tek Boyutlu (1D) Kısmi Diferansiyel Denklemlere Dayalı Modeller (PDEs):* Bu modellerde değişken ısı ve sıvı transfer olayları için kısmi diferansiyel denklemleri kütle ve enerjinin korunumu kanunları ile 1. Fick Yasası'na bağlı olarak çıkartılmıştır. Ayrıca Fourier'in ısı iletimi için ortaya koyduğu yasa da değişken transfer durumlarına uyarlanmıştır.
- *Direnç Ağlarına Bağlı Olarak Geliştirilen Modeller:* Bu modellerde, deri-giysi ve giysi katmanları arasındaki hava tabakaları, ısı ve kütle transferine karşı seri bağlı dirençler şeklinde düşünülmüştür. Bu kabul, Farnworth'un (1983) çok katlı yapılar için ortaya koyduğu birleşik ısı ve su buharı transferi sayısal modelinin teorik temelini oluşturmuştur. Her katman için ısı ve kütle dengesini gösteren denklemler verilmiştir.
- *İki ve Üç Boyutlu Modeller:* Isı ve sıvı transferiyle ilgili iki veya üç boyutlu modellerin geliştirilmesinde, tekstil materyalinin iç yapısındaki karmaşıklık nedeniyle bazı zorluklar vardır. Bunlar, gözenekli materyallerin geometrik

yapılarının ve fiziksel özelliklerinin matematiksel olarak tanımlanması ve birleşik ısı ve sıvı transferinin fiziksel mekanizmalarının kumaş ve lif düzeyinde matematiksel olarak ifade edilmesi olarak sıralanabilir.

Isı ve sıvı transferinin birlikte gerçekleştiği mekanizmalar ve etkileşim şekilleri aşağıda sıralanmıştır.

1) Isı Transferi ve Sıvı Difüzyonu

Sıvı difüzyonunun ısı transferi üzerinde önemli ölçüde etkili olduğu kesindir. Sıvı kumaş içerisinde yayıldıkça ve boşlukları doldurdukça iki yüzey arasındaki sıcaklık farkı kumaşın termal iletkenliğindeki artışa bağlı olarak önemli ölçüde düşer. Bu durum, giysilerimiz ıslandığında üşmememizin sebebini açıklar ve giysi tasarımında sıvı suyun difüzyonunun önlenmesi için de bir gerektir.

2) Isı Transferi ve Buhar Difüzyonu

Sıvı suyun difüzyonu ve kumaştaki boşlukların büyük kısmını doldurması ile buharın sıvının varlığından dolayı doygunluğa ulaştığı kabul edilir. Bu durumda buhar konsantrasyonu sıcaklığın bir fonksiyonu olan doymuş buhar konsantrasyonu olarak kabul edilir. Kumaş içerisinde sıvının bulunmadığı veya çok az bulunduğu durumda ise buhar difüzyonu sıvının lifler tarafından sorpsiyonunun belirgin olduğu ilk aşama dışında başlıca rutubet konsantrasyon farkı tarafından belirlenir.

3) Isı Transferi ve Rutubet Sorpsiyonu

Liflerin sıvı içeriği, sırasıyla sıcaklık ve buhar konsantrasyon farkları tarafından belirlenen bağıl nemin dağılımına büyük oranda bağlıdır. Çünkü lifin nem sorpsiyon oranı lif yüzeyindeki sıvıya, o da çevreleyen havanın bağıl nem değerine bağlıdır. Elyafın rutubet sorpsiyonu, iç yüzeyden orta kısma doğru kumaş sıcaklığında bir artışa neden olur ve bu da dış yüzeye yansarak buradaki sıcaklık düşüşünü azaltır.

4) Isı Transferi ve Yoğuşma

Buharlaşma ve yoğuşma prosesleri kumaşın sıcaklık dağılımına bağlıdır. Belirli bir noktada sıcaklık çığ noktası sıcaklığının altına düşerse orada yoğuşma görülür.

Bu sıcaklığın üzerine çıkarsa da buharlaşma görülür. Sıvıyla direkt temas ve sıvı difüzyonu durumunda ise ilk dakikalarda yoğunlaşma sadece dış katmanlarda gözlenir, çünkü bu periyotta sıvı su dış katmana henüz ulaşmamıştır. Bu durumda yoğunlaşmaya bağlı olarak sıcaklık hızla düşer. Bu yüzden yoğunlaşma/buharlaşma proseslerinin belirlenmesinde ısı transferi mekanizması belirleyici rol oynar (Wang, 2002).

1.6 Termal Konfor Üzerinde Etkili Parametreleri Ölçmekte Kullanılan Yöntem ve Sistemler

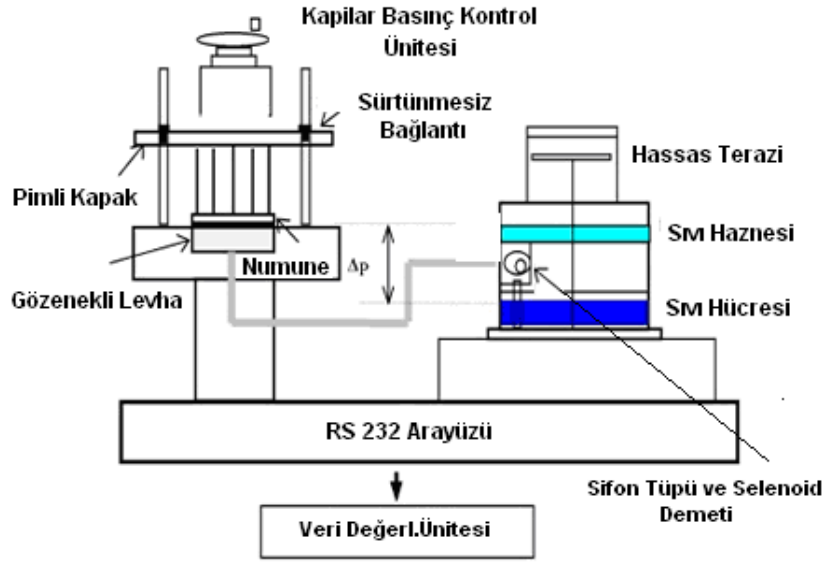
1.6.1 İslanma Testleri ve Gözenekli Plaka Sistemleri

Kumaşın sıvı transferiyle ilgili özellikleri iki gruba ayrılabilir: kumaşın absorpsiyon davranışıyla ilgili olanlar ve absorblanan sıvının kumaş içerisindeki transferi ile ilgili olanlar. Birinci gruba giren özellikler, damla absorpsiyon süresi, akış direnci ve ıslak kumaşta sıvının dikey olarak dağılımıdır. İkinci grupta ise dikey ıslanma testi bulunur (Yoon ve Buckley, 1984).

Kumaşların sıvı transfer özelliklerinin incelendiği metotlarda sıvı kaynağı kumaşın bir hazneye daldırılmasında olduğu gibi sınırsız veya belirli miktar sıvının kumaş yüzeyine damlatılmasında olduğu gibi sınırlı olabilir. Kumaş yüzeyine belirli miktar sıvının damlatılması esasına dayanan benek (spot) testinde sıvının absorpsiyon süresi ve kumaş yüzeyindeki yayılma miktarı tespit edilir. Sınırlı sıvı ile gerçekleştirilen test yöntemlerinin değerlendirilmesi, daldırma, dikey ve yatay ıslanma testleri gibi sınırsız sıvı kaynağının bulunduğu test yöntemlerine göre daha karmaşıktır. Çünkü gözenekli tekstil yapısı izotropik yapıda değildir ve sıvının yayılımı sonucu düzgün bir dairesel alan oluşmaz. Bir damlanın kumaş tarafından absorblanmasına dayanan test yöntemi, su iticilik, absorpsiyon, boyarmadde sorpsiyonu ve direnci gibi birçok konuda bilgi verir (Simile, 2004). Ağartılmış kumaşların absorpsiyon özelliklerinin incelendiği AATCC Metot 79-2000 Standardı'nda belirli bir mesafeden kumaşa damlatılan su damlasının kumaş tarafından emilerek yüzeyden kaybolması için geçen süre kaydedilmektedir (Li ve Wong, 2006).

Kumaşın kalınlığı yönündeki ıslanma davranışlarının incelenmesi amacıyla da pek çok yöntem geliştirilmiştir fakat bunlardan hiçbiri standart değildir. Bunlardan en yaygın olanı özellikle havlu kumaşlar için kullanılan gözenekli levha testleridir. Bir sıvı kaynağına bağlı gözenekli plakanın sıvı içerisinde tutulacak şekilde sıvı ile beslenmesine dayanan testte kumaşın sıvı absorpsiyon miktarı sisteme bağlı olan yatay yöndeki su sütunundaki değişime bağlı olarak tespit edilir. Bu yöntem vücutta oluşan terin absorpsiyonunun simülasyonu amacıyla geliştirilmiştir. Bu yöntemin dezavantajı, absorpsiyon sırasında kumaş numunesine uygulanan basıncın gerçek giyim şartlarına göre yüksek olmasıdır (Simile, 2004). Havlu kumaşların yüzey absorpsiyon özelliklerinin incelendiği ASTM D4772-97 Standardı'nda kumaşın deri veya farklı bir yüzeyden sıvıyı uzaklaştırma performansları test edilir (Li ve Wong, 2006). Kumaşın yüzeyi ve kalınlığı yönündeki ıslanmasının incelendiği testler arasındaki korelasyonun düşük olmasına da dayanılarak, kumaş kalınlığı yönündeki ıslanma miktarının kumaş yüzeyi üzerinde gözlenen ıslanma davranışından güvenilir bir şekilde tahmin edilemeyeceği sonucu ortaya çıkmıştır (D'Silva ve ark., 2000).

Barker ve arkadaşlarının (2002), vücudun sıvı ayar mekanizmasını, yani giysinin vücutta terlemeyle oluşan nemi dış katmanlara iletmesini simüle etmeye yönelik geliştirdikleri bir sistem olan gravimetrik absorblama test sistemi (GATS) ile sıvının kumaş kalınlığı yönündeki ilerlemesi ölçülür. Özel bir test hücresi ile birlikte çalışabilen sistem, dinamik olarak eş zamanlı yer değişimine dayalı kalınlık yönündeki sıvı transferinin ölçümünde kullanılır. Cihaz, saniyede emilen sıvı miktarını ölçerek materyalin sıvı emme oranı ve kapasitesinin anlık olarak tespit edilmesini sağlar. Cihaz Şekil 1.17'de şematik olarak gösterilmiştir.



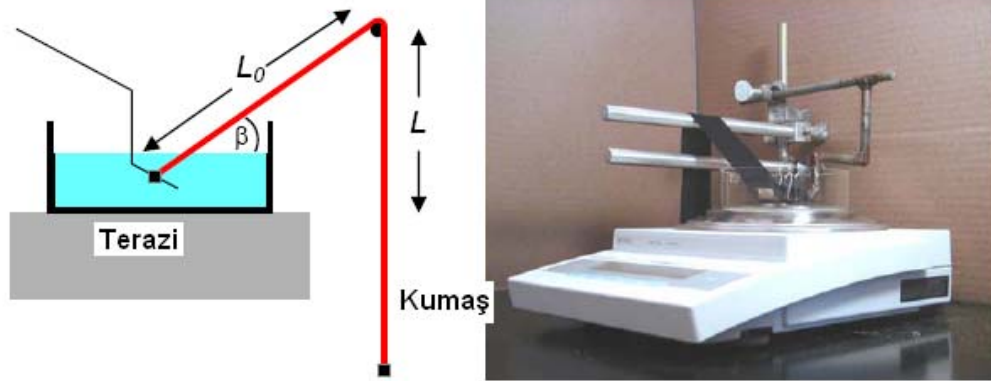
Şekil 1.17 Gravimetrik Absorblama Test Sistemi (GATS)

Sistemde bir hazne içerisindeki sıvı, kumaştaki kapilar kuvvetler yardımıyla absorblanır. Sıvı besleme sisteminin hidrostatik basıncı, numune platformunun pozisyonunun değiştirilmesiyle ayarlanır. Sıvı, gözenekli bir levha üzerine yerleştirilmiş numuneye emdirilir. Test yüzeyine yerleştirilmiş pimler yardımıyla numunenin belirli bir gerginlikte tutulması sağlanır. Hazneden pompalanan sıvı miktarı, zamanın bir fonksiyonu olarak kaydedilir. Kaydedilen bu bilgiler kumaşın absorpsiyon kapasite ve oranlarının ve kumaştan buharlaşan sıvı miktarının belirlenmesinde kullanılır.

Sınırsız bir sıvı haznesine kumaşın daldırılmasına dayanan yöntemde ise sıvı, kumaş içerisinde her yönde ilerleyebilir. Kumaşın sıvı içerisinde daldırılması sırasında sıvı kumaş içerisindeki hava ile yer değiştirir ve kumaşın sıvı içerisinde batmasına neden olur. BS 3424: Bölüm 18 Metot 21 A'ya göre yapılan dikey ıslanma testinde, belirli boyutlarda kesilen kumaş numunesi sıvı içerisinde daldırılır ve 24 saat sonucunda sıvının yerçekimi kuvvetini yenen kapilar kuvvetlerin etkisiyle kumaş içerisindeki yükselmesi tespit edilir. Bu test ile elde edilen verilerin kumaşın kapilar ıslanmasını tam olarak belirleyememesi, test süresinin çok uzun olması ve yerçekimi etkisinin gözardı edilmesi veya tüm materyaller için benzer oransal etkilere sahip

olduğunun kabul edilmesinin bu yöntemin dezavantajları olduğu belirtilmiştir (Simile, 2004). Dikey ıslanma testi Brownless ve arkadaşları (1996) tarafından modifiye edilmiştir; çalışmada, bir doğru akım devresi kullanılarak elektrolit çözeltisinin kumaş üzerindeki yükselme oranı daha objektif bir biçimde belirlenebilmiştir.

TRI Princeton'da Miller tarafından ortaya konan dikey kapilar ıslanma ölçümüne yönelik aparatla sonuçların daha iyi gözlenmesi ve yerçekiminin negatif etkilerinin bir ölçüde ortadan kaldırılması amaçlanmıştır. Bu sistemde de sifonun çalışma prensibi esas alınmış ve kumaş, basınç farkına bağlı olarak sıvıyı ileten bir tüp olarak kabul edilmiştir. Tasarlanan sistem Şekil 1.18'de görülmektedir. Sistemde kumaşın sıvı haznesini belirli bir açıyla terk ettiği ve aşağı yönde akışına başlamadan önce L_0 mesafesi boyunca ilerlemesi gerektiği görülmektedir. Sıvının kumaş içerisinde çubukla tutulan kısma ulaşip yerçekimi kuvvetiyle aynı yönde ilerlemeye başlamasından sonraki ilerleme oranının sabit olduğu gözlenmiştir (Simile, 2004).



Şekil 1.18 Miller'in ortaya koyduğu dikey kapilar ıslanma aparatı (Simile, 2004)

Kumaş içerisinde sıvının farklı doğrultulardaki hareketi genel olarak kumaşın sıvı ayar (moisture management) performansı olarak adlandırılır ve sıvının kumaş içerisindeki dinamik durumuyla ilgili yapılan ölçümler, kumaşın termal konfor performansı hakkında diğer sıvı transfer testlerinden daha fazla bilgi verir. Bu ölçümler için geliştirilen cihaz (Sıvı Ayar Test Cihazı-MMT), sıvının kumaş içerisinde bulunmasıyla kumaşın temas elektriksel direncinin değişeceği esasına göre çalışmaktadır. Kumaşların kuru halde sahip oldukları çok yüksek elektriksel direncin

sıvının bulunması durumunda azalması ve her iki durum için kumaştan oluşan devredeki voltajlar arasındaki farktan kumaşta bulunan sıvı miktarı tespit edilebilir. Kumaş yüzeyi ve kalınlığı boyunca sıvının ilerlemesi ile sıvının kumaşın karşı tarafından buharlaşma miktarı ölçülen voltaj değerleri ile tespit edilmektedir. Ayrıca bu cihazla elde edilen eğrilerden kumaşın sıvı ayar kapasitesiyle ilgili aşağıda sıralanan parametreler de kumaşın her iki yüzeyi için objektif olarak tespit edilebilmektedir:

- Islanma periyodu,
- Maksimum absorpsiyon oranı
- Maksimum ıslanma yarıçapı
- Yayılma hızı
- Tek yönlü transport kapasitesi
- Genel sıvı ayar kapasitesi (maksimum absorpsiyon oranı, transport kapasitesi ve yayılma hızına bağlı olarak hesaplanır) (Li ve Wong, 2006)

1.6.2 Su Buharı Geçirgenliği Test Yöntemleri

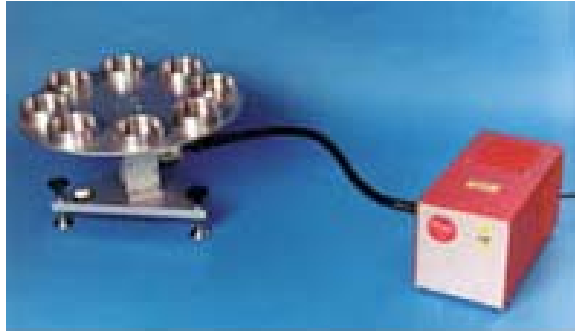
Giyisi sistemlerindeki su buharı transferi difüzyon (buhar konsantrasyon farkından kaynaklanır) ve taşınım (hava basınç farkından kaynaklanır) olmak üzere iki mekanizma vasıtasıyla gerçekleşir. Gözenekli materyallerde taşınım ile ısı ve kütle transferi, özellikle yüksek basınç farklarının bulunduğu durumda difüzyonla meydana gelen transferden daha önemlidir. Tekstil materyallerindeki transfer özellikleriyle ilgili test metotları çoğunlukla, uygulanmasının kolay oluşu nedeniyle difüzyon mekanizmasının etkin olduğu metotlar üzerine yoğunlaşmıştır. Fakat bu metotlar, özellikle yüksek hava geçirgenliğine sahip yapılar için hatalı sonuçlara neden olabilir, çünkü küçük bir basınç farkı, gözenekli yapının içerisinden, difüzyonla meydana gelen transferden çok daha fazla oranlarda konvektif akımların oluşmasına neden olur (Gibson ve ark., 2000).

Tekstil materyallerinin su buharı geçirgenlik özelliklerinin belirlenmesi için kullanılan yöntemler incelendiğinde, yöntemlerin genellikle, içerisinde belirli miktarda su bulunan bir haznenin üst kısmına sabitlenen kumaşın cihazın hareketi

veya belirli hızda hava akımının bulunduğu bir ortamda belirli süre bekletilmesi esasına dayandığı görülür. Yaklaşık 30 saatlik bu süre boyunca periyodik olarak alınan ağırlık ölçümleri ile bu süre boyunca kap ve kumaştan meydana gelen düzenekteki ağırlık kaybından tekstil materyallerinin su buharı geçirgenlik miktarları belirlenebilmektedir. Su buharı konsantrasyon farkının yanında gaz basınç farkının bulunduğu durumu da dikkate alarak taşınım ile meydana gelen transferin de belirlenmesini sağlayan dinamik rutubet geçirme hücresi adlı sistemin kullanıldığı yöntem prensip olarak diğer yöntemlerden farklıdır. Su buharı geçirgenliğinin ölçümü için kullanılan yöntemler aşağıda özetlenmiştir:

1) *ASTM E 96B Dikey Kap Metodu ($g/24s/m^2$)*

Belirli hava sıcaklık, bağıl nem ve hız değerlerinin sağlandığı bir tünele yerleştirilen içerisinde su veya kuru madde olarak kalsiyum klorit bulunan dikey kabın üst kısmına yerleştirilen numunenin yaklaşık 30 saat test edilmesiyle kapta meydana gelen ağırlık kaybı periyodik olarak belirlenmektedir (ASTM E96-95). Bahsedilen prensiple BS 3424 Standardı'na göre ölçümlerin yapıldığı bir su buharı geçirgenlik aparatı Şekil 1.19'da görülmektedir.



Şekil 1.19 BS 3424'e göre ölçüm yapan Shirley Su Buharı Geçirgenlik Test Cihazı

2) *ASTM E 96BW Ters Çevrilmiş Kap Metodu ($g/24s/m^2$)*

Dikey kap metoduna benzer şekilde bir düzenekle su geçirmez kumaşlara uygulanan bir yöntemdir. Numunenin üzerine yerleştirildiği kap ters çevrilmiş durumdadır ve suyun sızmasını engellemek için kabın çevresine bir conta

eklenmiştir. Ölçüm ve hesaplama aynı şekilde birim zamanda test aparatındaki ağırlık değişiminin yani buharlaşan sıvı miktarının belirlenmesine yöneliktir.

3) *JIS L 1099B2 ve ISO 15496 Desikatörlü Ters Çevrilmiş Kap Metotları* (g/24s/m²)

Bir su haznesi üzerine yerleştirilen ters çevrilmiş kabın ağzı, iki PTFE tabakası arasındaki kumaş numunesi tarafından kapatılmıştır. Kontrollü çevre şartlarında gerçekleştirilen testte, belirli süre boyunca test edilen kumaşın su haznesinden desikant olarak kullanılan potasyum asetata ne kadar su buharını transfer ettiği periyodik olarak yapılan ağırlık ölçümleriyle belirlenmektedir.

4) *ASTM F 2298 DMPC (Dinamik Rutubet Geçirme Hücresi) Difüzyon Testi* (g/24s/m²)

1997'de Phil ve Gibson tarafından materyallerin su buharı difüzyon direncinin ve/veya geçirgenlik oranının belirlenmesi için ortaya konan sisteme dayandırılmış bir metottur. (McCullough ve ark., 2003). Kumaş yüzeyleri arasında basınç farkının bulunmadığı durumda su buharının transferi buhar konsantrasyon farkına bağlı olarak gerçekleşen difüzyonla olur. Basınç farkının bulunduğu durumda ise buhar ve gazın transferi taşınım bileşenini de içerir. Burada gaz, difüzyon akışıyla aynı veya ters yönde akararak su buharını kumaş içerisinden transfer eder.

DMPC Metodu'nda kullanılan prensibe göre su buharının alt veya üst hücrelerin birinden diğerine akışında su buharının kütle akış oranı (numuneden geçen akış) aşağıdaki (11) numaralı denklemle ifade edilir:

$$\frac{\dot{m}}{A} = \frac{Q(\delta C)}{A} = \frac{Q(C_2 - C_1)}{A} \quad (11)$$

Burada;

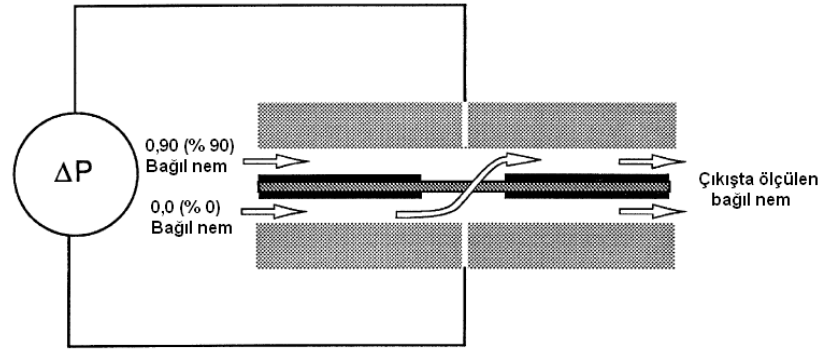
\dot{m} = Numunenin bir tarafından diğer tarafına kütleli su buharı akış hızı (kg/s)

A = Numune alanı (m²)

Q = Hücrenin alt veya üst kısmındaki hacimsel akış oranı (m³/s)

$\delta C = C_2 - C_1$ = Alt veya üst hücrelere giren (C₁) ve çıkan (C₂) akımların su buharı konsantrasyon farkıdır (kg/m³).

DMPC sisteminde numunenin iki yüzeyinde farklı buhar basınçlarının oluşturulmasıyla su buharı transferinin aynı zamanda difüzyon (konsantrasyon farkına bağlı olarak) ve taşınım (gaz basınç farkına bağlı olarak) gerçekleştiği test şematik olarak Şekil 1.20’de gösterilmektedir. Difüzyon ve taşınım gerçekleşen ısı transferi yönlerine göre birbirlerini artırıcı veya azaltıcı yönde etki ederler (Gibson ve ark., 2000).



Şekil 1.20 DMPC’de yapılan konveksiyon/difüzyon esasına dayanan test (Gibson ve ark., 2000)

1.6.3 Terleyen Sıcak Levha Sistemleri

Isı ve su buharı transfer mekanizmalarının birlikte düşünülmesinin, termal konfor üzerinde etkili parametrelerin ölçülmesinde daha gerçekçi sonuçlar verdiği ortaya çıktıktan sonra bu mekanizmalarla ilgili yapılan ölçümlerin çoğunda, üzerinde giysi bulunan bir vücudu simüle etmek için terleyen sıcak levha düzenekleri kullanılmıştır. Bu amaçla ilk olarak 1898’de tasarlanıp üretilen sistemin gelişmiş versiyonları günümüzde deri-kumaş arasındaki ısı ve kütle transferi olaylarını simüle etmek üzere sabit veya değişken sıcaklık ve bağıl nem koşullarında ölçüm yapmak üzere tasarlanmışlardır. Bu nedenle bu sistemler ‘deri modeli’ olarak da adlandırılırlar. Bu sistemlerle yapılan sıcaklık ve bağıl nem ölçümleri ile yaygın olarak kullanılan ISO 11092 Standardı’na göre kumaşın termal ve su buharı direnç değerleri belirlenmektedir. Bu sistemlerin dezavantajı, yatay kumaş numunesi kullanılarak ölçülen termal ve su buharı direnç değerlerinin kumaşın giysi formundaki

özelliklerinden farklı olduğu için gerçek kullanım şartları hakkında yeterince fikir verememeleridir.

Vücut-giysi-çevreden oluşan sistemde giysi ve deri ile giysi arasındaki hava tabakası metabolik ısının çevreye yayılmasını, sağladıkları yalıtımla belirli ölçüde engellerler. Giysinin vücut üzerinde sağladığı yalıtım ve etkili faktörler uzun yıllardır termal konfor çalışmalarının önemli konularından biri olmuştur. Termal direç veya yalıtımı ölçmek için kullanılan metotlar aşağıda sıralanmıştır.

- Soğutma metodunda sıcak vücut kütesine bir kumaş sarılarak dış yüzeye doğru soğuma oranı ölçülür.
- Disk metodunda farklı sıcaklıklara sahip iki metal plaka kullanılır. Kumaş plakalar arasına yerleştirilerek ısı akışı ölçülür.
- Sabit metotta ise sıcak vücuda bir kumaş yerleştirilir ve vücudun sıcaklığını korumak için gerekli enerji miktarı ölçülür (Morris, 1953) (Searle, 1990).

Bir giysinin üzerinden geçen ısı enerjisine karşı gösterdiği direnç ısı direnç veya yalıtım değerlerinin hesaplanmasıyla belirlenebilmektedir. Bir tekstil materyalinin termal yalıtımı, Miller (1972) tarafından farklı şekillerdeki ısı geçişine direnç gösterebilme yeteneği olarak tanımlanmıştır. G.J.Morris (1953) tarafından ise yalıtım, kumaşın denge şartlarında vücudun normal sıcaklığını sağlama etkinliği olarak tanımlanmıştır (Harrison, 1993). Bir giysinin ısı direnci ve yalıtım değerleri birbirlerinin yerine kullanılabilen paralel kavramlardır ve aralarında 1.137 katsayısıyla ifade edilebilen bir ilişki vardır (Materyale ait yalıtım değeri (clo) = 1.137 * R_{ct}) (ASTM D 1518-85). Giysi sistemlerinin ısı iletkenliği konusunda iletkenlik değeri yerine genellikle direnç değeri kullanılır. Çünkü giysi sisteminin toplam termal direnç değeri katmanların direnç değerlerinin toplamı alınarak bulunur. Termal direnç hesabında kumaş kalınlığı göz önünde bulundurulmaz.

Yalıtım değeri ayrıca büyük oranda giysinin üretildiği kumaşın kalınlığına da bağlıdır ve aralarında clo = 1,6 * kumaş kalınlığı (cm) şeklinde bir ilişki geçerlidir. 'clo', ısı direncin ölçüsüdür ve 21°C sıcaklık, % 50'nin altındaki bağıl nem ve 10 cm/saniyelik hava hız değerlerinde dinlenmekte olan konforlu bir insanın 50

Kcal/m²/saatlik ısı enerjisi üretebilmesi için gereken yalıtım miktarıdır. Isıl direncin belirtilmesinde kullanılan bir başka birim ise 'tog'dur ve 1 clo = 1,55 tog'a eşittir (Saville, 2000).

Giysinin kumaşı ve deri-giysi arasındaki hava tabakasının yalıtım değerlerinin toplamına eşit olan giysinin yalıtım değerini etkileyen faktörler aşağıda sıralanmıştır.

- Hava hızı: Hava hızının artışı deri-kumaş arasındaki hava tabakasının hareketlenmesini sağladığı için giysi sisteminin yalıtımını azaltır.
- Vücut hareketi: Pompalama etkisiyle deri-kumaş arasındaki hava tabakasının hareketlenmesini sağladığı için giysi sisteminin yalıtımını azaltır.
- Baca etkisi: Vücutta bol ve dökümlü duran giysiler hava tabakalarının hareketlenmesine, dolayısıyla da yalıtımın azalmasına neden olur.
- Körük etkisi: Yüksek vücut aktivitesi vücudun havalanmasını sağlar ve bu durumda yalıtım azalır.
- Su buharı transferi: Giysi su buharının geçişine karşı bir direnç göstererek deriden buharlaşmayla meydana gelen ısı transferini azaltır (Kılınç, 2004).

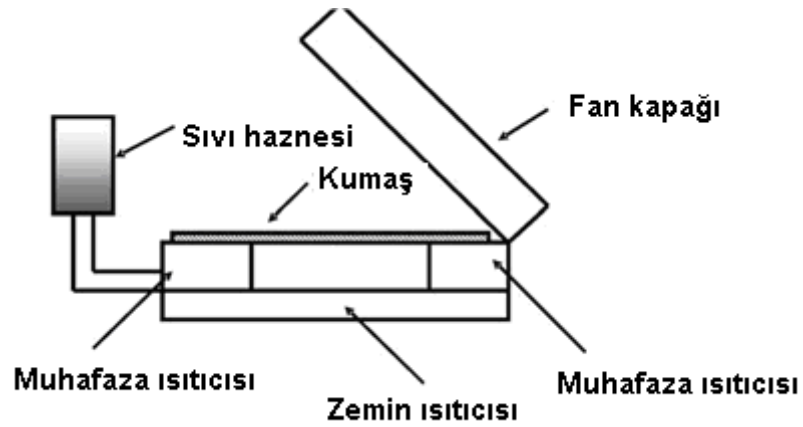
Terleyen sıcak levha sistemleri ısıl direnç veya yalıtımın yanı sıra kumaşların su buharı geçişine karşı gösterdikleri direncin belirlenmesi amacıyla da kullanılır. Farklı terleyen sıcak levha sistemleriyle farklı giyim şartları simüle edilebilmektedir. Bu durumlar aşağıda sıralanmıştır:

- 1) Hissedilmeyen terlemenin gerçekleştiği normal giyim şartları (bu şartlar için deri modeli veya sıcak levha sistemlerinde statik şartlarda gerçekleştirilen termal ve su buharı direnç ölçüm ve hesaplamaları geçerlidir).
- 2) Hissedilir terleme durumunun başlangıcı, örneğin merdiven çıkışı sırasında terlemenin başladığının hissedildiği fakat henüz terle ıslanmanın gerçekleşmediği durum. Bu durumda deriden buhar halinde terleme uyarıları gönderilir ve bu durumda önemli olan kumaş özelliği, buhar halindeki tere karşı tamponlama kapasitesidir.
- 3) Deri yüzeyinde büyük oranda sıvı terin bulunduğu yüksek terleme durumunda kumaş yapısının sıvı tere karşı olan 'tamponlama kapasitesi' ve

sıvı terin transferi ölçülmesi gereken ve termal konforu büyük oranda etkileyen parametrelerdir.

- 4) Aktiviteden hemen sonraki konfor durumu da özellikle yüksek aktivite gerektiren durumlarda giyilen giysiler için çok önemlidir. Terle tamamen ıslanmış bir giysi, termal yalıtım özelliğini büyük oranda kaybeder. Bu durumda ise ‘aktivite sonrası ürperme’yi de içeren ve konforu ortadan kaldıran hisler ortaya çıkar. Bu durumun ortadan kaldırılması için materyalin kuruma süresinin minimum olması gerekir (Shishoo, 2005).

Terleyen sıcak levha sisteminin basit şematik gösterimi Şekil 1.21’de görülmektedir. Şekilde de görüldüğü gibi sistem başlıca bir ölçme ünitesi, sıcaklık kontrol ünitesi ve sıvı haznesinden oluşmaktadır. Isıtıcı ve sıcaklık ölçüm sensörlerinin yerleştirildiği gözenekli bir levhadan oluşan ölçüm ünitesi istenilen sıcaklığın hassas bir şekilde sağlanabilmesi için ayrıca bir ısıtma sistemine sahip muhafaza ile çevrilmiştir. Sistemin istenilen sıcaklıkta tutulması için gerekli elektriksel gücün de ölçülebildiği cihaz kontrollü çevre şartlarının sağlanabildiği bir hazne içerisine yerleştirilmiştir. Su buharı direncinin ölçülmesi sırasında da sıvı haznesi gözenekli plakaya sabit seviye sağlanacak şekilde sıvı besler ve bu durumda ıslak plaka üzerine sıvı geçirmeyen fakat belirli oranda su buharı geçirgenliğine sahip bir tabaka yerleştirilerek kumaş numunesi bu katmanın üzerine yerleştirilir. Sıcak levha ve ortam şartları standartlarda belirtilen değerlerde belirli süre sabit kaldıktan sonra alınan sıcaklık ve bağıl nem verileri ile termal ve su buharı direnç değerleri hesaplanır.



Şekil 1.21 Terleyen sıcak levha sistemi (Huang, 2006)

Sabit ortam şartlarında sıcak terleyen levha sistemleri kullanılarak tekstil materyalinin termal ve su buharı direnç değerleri aşağıda açıklandığı şekilde hesaplanır (TS EN 31092):

Çıplak Levhanın Isıl Direnci (R_{ct0}) ve Su Buharı Direnci (R_{et0}):

Isıl direnç ve su buharı direncinin ölçümü için kullanılan cihazlarda, ölçme ünitesinin kendi iç direncini ve deney parçasının yüzeyine bitişik sınır hava tabakasının direncini içeren sabitler de hesaplamalar için gereklidir. Bu ölçümler için, incelenecek kumaş sisteme yerleştirilmeden ölçümler yapılır.

Levha (T_m) ve hava (T_a) sıcaklık değerleri, ortamın bağıl nemi (%) ve hava hızı (m/s) parametrelerinin kumaşlarla ölçümler için belirlenen değerlerde sabit olduğu durumda çıplak levhanın ısı direnç değeri (12) numaralı denklemde gösterildiği şekilde hesaplanır.

$$R_{ct0} = \frac{(T_m - T_a)A}{H} \quad (12)$$

Burada A ölçme ünitesinin alanı (m^2), H ölçme ünitesinin ısıtma gücüdür (W).

Sıcak levhanın yüzeyi sabit nemde iken levha (T_m) ve hava (T_a) sıcaklık değerleri eşit ve sabit, ortam havasının hız (m/s) ve bağıl nem (%) değerleri de ayarlanan değerlerde sabit durumda iken çıplak levhanın su buharı direnç değeri (13) numaralı denklemle ifade edilir.

$$R_{et0} = \frac{(p_m - p_a)A}{H} \quad (13)$$

Burada p_m ve p_a sıcak levhanın yüzeyinin ve ortam havasının kısmi su buharı basınç değerleridir (Pa). Sıcak levha ve ortam havası değerlerinin sabit ve 35 °C'ye ayarlanmasıyla ortamda ısı transferinin iletimle gerçekleşmesi önlenmiş olur.

Isıl Direnç (R_{ct}):

Bir malzemenin iki yüzeyi arasındaki sıcaklık farkının, ısı aktarım yönünde birim alandaki ısı akışına oranıdır. Birimi m^2K/W 'tır.

Kontrol edilebilen parametreler (T_m , T_a , hava hızı [v_a], bağıl nem) belirlenen değerlerde sabit iken ölçüme başlanmakta ve belirli bir süre yapılan sıcaklık

ölçümlerinin ortalaması alınarak ısı direnci (14) numaralı denklemden gösterildiği şekilde hesaplanır.

$$R_{ct} = \frac{(T_m - T_a)A}{H} - R_{ct0} \quad (14)$$

Test edilen kumaşın ısı direnci değerinin elde edilebilmesi için toplam direnci değerinden çıplak levhanın ısı direncinin çıkarılması gerekir.

Su Buharı Direnci (R_{et}):

Bir malzemenin iki yüzeyi arasındaki su buharı basınç farkının, basınç değişimi yönünde birim alandaki buharlaşma ısı akışına oranıdır. Birimi m^2Pa/W 'tır. Buharlaşma ısı akışı difüzyon ve taşınım bileşenlerinin birinin veya her ikisinin birlikte etkisiyle meydana gelebilir.

Kontrol edilebilen parametreler (T_m , T_a , hava hızı [v_a], bağıl nem) tekstil materyali içerisinde yoğunlaşma oluşturmayacak değerlere ayarlandıktan ve bu değerler sabitlendikten sonra ölçüme başlanır ve belirli bir süre yapılan ölçüm sonuçlarının ortalaması alınarak su buharı direnci (15) numaralı denklemden gösterildiği şekilde hesaplanır:

$$R_{et} = \frac{(p_m - p_a)A}{H} - R_{et0} \quad (15)$$

Test edilen kumaşın su buharı direnci değerinin elde edilebilmesi için toplam direnci değerinden çıplak levhanın su buharı direncinin çıkarılması gerekir.

Su Buharı Geçirgenlik İndeksi (i_{mt}):

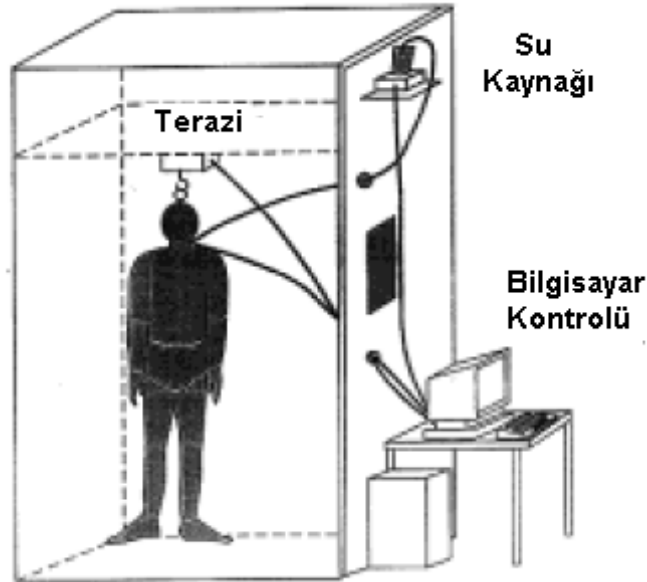
Isı direncinin su buharı direncine oranıdır. Kumaşın termal yalıtımına bağlı olarak nefes alabilirliğinin bir ölçüsüdür. Termal ve su buharı direncilerini aynı anda göz önünde bulundurup iki parametrenin kumaş kalınlığıyla olan ters ilişkilerini aynı anda yansıtmak amacıyla hesaplanan bir parametredir (Shishoo, 2005). Bu parametre birimsizdir ve 0 ile 1 arasında değişen değerler alır (16). Değerin 0 olması materyalin geçirgenliğinin olmadığını, 1 olması ise tamamen geçirgen olduğunu gösterir.

$$i_{mt} = S \frac{R_{ct}}{R_{et}} \quad (16)$$

Buradaki S, 60 Pa/K değerine eşittir (TS EN 31092).

1.6.4 Termal Manken Sistemleri

Bir giysi sisteminde, termal konfor üzerinde etkili faktörlerin ölçülebildiği en gelişmiş sistem termal mankenlerdir. 1940’larda Amerikan Silahlı Kuvvetleri tarafından tek parça halinde bakırdan üretilen mankenden sonra dünya çapında çok sayıda manken tasarlanmıştır. Termal manken sisteminin basit şematik görünümü Şekil 1.22’de görülmektedir. Termal mankenlerin yüzey sıcaklıkları deri yüzey sıcaklığı olan yaklaşık 33 °C’de tutulur ve bu sıcaklık manken üzerinde bulunan çok sayıdaki sıcaklık sensörü ile kontrol edilir. Terleyen termal manken sistemleri üzerinde, ter bezlerini simüle etmek üzere bağımsız olarak kontrol edilebilen sıvı kaynaklarına bağlı bölümler vardır. Mankenin normal bir insan vücudu ölçülerindeki ölçüm kısmı sıcaklık, bağıl nem ve hava hızının kontrol edilebildiği bir hazne içerisine yerleştirilir. Mankenin ayarlanan deri yüzey sıcaklığında tutulabilmesi için harcanan elektriksel güç giysi sisteminin termal ve su buharı dirençlerinin hesaplanmasında kullanılır. Sistemde periyodik olarak belirli bir süre yapılan sıcaklık, bağıl nem, ağırlık değişimi ölçüm sonuçlarının kullanılmasıyla giysi sistemine ait direnç değerleri hesaplanır.



Şekil 1.22 Termal Manken Sistemi

Termal manken sistemlerinde giyim denemelerinden çok daha hızlı, düşük maliyetli ve tekrarlanabilir bir şekilde sınırsız giysi kombinasyonunun termal ve su buharı direnç değerleri farklı ortam şartları ve terleme oranları için tespit edilebilir. Günümüze kadar geliştirilmiş yüzden fazla termal manken boyut, hareket edebilme, dış kaplama malzemesine bağlı olan terleme oranı, bağımsız olarak kontrol edilebilen bölüm sayısı gibi yapısal özellikler ve kullanım alanları açısından birbirlerinden farklılıklar gösterir. Bu çalışmadaki gibi vücuttan meydana gelen ısı ve kütle kaybına karşı giysi sisteminin gösterdiği direncin ölçülmesi için kullanılan mankenler olduğu gibi farklı ortamlardaki (otomobiller, çok yüksek/düşük ortam sıcaklığına sahip çalışma şartları, vb.) termal konfor şartlarının belirlenmesi için kullanılan termal mankenler de mevcuttur. Son yıllarda teknolojinin gelişmesine paralel olarak hareket edebilen ve terleyen, hatta nefes alabilen manken sistemleri tasarlanmıştır. Fakat günümüzde termal mankenlerin yüksek maliyetleri ve vücudun terleme mekanizmasının tam olarak simüle edilememesi hala önemli problemler olarak ortadadır. Mevcut termal mankenlerin çoğu düşük oranlarda terleme gerçekleştirebilmekte ve buharlaşmayla kaybolan ısının indirekt ölçümü ve deri rutubet oranının yeterince hassas ölçülememesi nedeniyle ölçümler tatmin edici sonuçlar vermemekte ve çok pahalıya mal olmaktadır.

Termal manken sistemleri ile vücudun simüle edilmesi sonucu elde edilen performans parametreleri aşağıda sıralanmıştır (Holmer, 2004):

- Vücudun ısı alışverişi simüle edilir.
- Tüm vücut için veya bölgesel ısı akışları belirlenir.
- Üç boyutlu ısı alışverişi ölçümlerle belirlenebilir.
- Kuru ısı kayıplarının gerçeğe yakın bir şekilde hesaplamalara katılması sağlanır.
- Giysi termal yalıtımının ölçümü için objektif bir metottur.
- Çabuk, doğru ve tekrarlanabilir ölçümlerin alınabilmesini sağlar.
- Karşılaştırmalar ve yeni ürün geliştirmeler için giyim denemelerine göre daha düşük maliyete sahiptir.
- Isı ve kütle transferi ile ilgili teorik modeller için deneysel veri sağlar.

Termal manken sistemi ile incelenen parametreler ise aşağıda sıralanmıştır (Holmer, 2004):

- Vücudun giysiyle kaplı olan ve olmayan alanları belirlenir.
- Vücut üzerinde giysi özelliklerine bağlı olarak dağılım gösteren hava tabakasının dağılımı belirlenir.
- Giysinin vücuda oturma durumuna göre değişen giysi alanının termal özellikler üzerindeki etkileri belirlenir.
- Giysi modelinin termal özellikler üzerindeki etkileri belirlenir.
- Giysi modelinde termal konforu artırıcı modifikasyonlar tespit edilir.
- Vücudun farklı bölgelerindeki sıcaklık ve ısı akışının değişiminin giysi termal özellikleri üzerindeki etkileri belirlenir.
- Vücut pozisyonunun ve hareketlerinin giysi termal özellikleri üzerindeki etkileri belirlenir.

Giysi, vücudun dış kısmında bir hava tabakası oluşturarak metabolik ısının vücuttan uzaklaşmasını belirli oranda önler. Bundan dolayı vücudun giysi ile kaplı alanı vücuttan meydana gelen ısı transferi üzerinde etkilidir. Bu nedenle vücudun giysiyle kaplı alanı genellikle hesaplamalarda göz önünde bulundurulur. Bu amaçla giysi alan faktörü denilen parametre hesaplanmaktadır.

Giysi Alan Faktörü (f_{cl}) = Açıkta kalan vücut alanı / Giysiyle kaplı vücut alanı şeklinde tanımlanır. Vücuda oturan bir giysinin f_{cl} 'si daha küçüktür çünkü bu durumda ısı transferinin gerçekleşeceği giysi alanı bol bir giysiye göre daha azdır (Searle, 1990).

Avrupa'daki farklı laboratuvarlarda bulunan termal mankenlerin kullanılmasıyla, soğuktan koruyucu giysilerin ısı direnç değerlerinin karşılaştırılabilirliğinin araştırıldığı ve bu giysilerle ilgili ENV 342 standardında revizyonların yapıldığı Subzero Projesi Kasım 2000-Ekim 2002 tarihleri arasında gerçekleştirilen kapsamlı bir çalışmadır. Termal manken sistemlerinin bağımsız olarak kontrol edilebilen bölümlerden oluşması ile yalıtımın hesaplanması için paralel ve seri olmak üzere iki hesaplama metodu ortaya konmuştur. Projede termal yalıtım hesaplama yöntemleri

(paralel ve seri yöntemler) ayrıntılarıyla incelenmiş, bu veriler subjektif giyim denemelerinden elde edilen verilerle birleştirilerek sonuçlar ortaya konmuştur.

Termal yalıtım hesaplama metotlarından seri metotta lokal ısı kayıplarının toplamı, değerlendirmeye katılan parçaların alan faktörlerine göre ağırlıklandırılır. Seri metotta her bir manken bölümünün birbirinden yalıtılmış olduğu ve bu bölümlerin bağımsız ısı kaynaklarına sahip oldukları kabul edilir. Buna göre toplam yalıtım değeri ($I_{t,r}$) hava tabakasının direnci de hesaba katılarak (17) numaralı denklemde gösterildiği şekilde hesaplanır (Meinendar, 2001).

$$I_{t,p} = \sum_i f_i \left[\frac{(T_{si} - T_a) a_i}{H_{ci}} \right] \text{ m}^2 \text{ K /W} \quad (17)$$

Burada;

f_i : Mankenin i. parçasının alan faktörü,

T_{si} : Mankenin i. parçasının lokal yüzey sıcaklığı (K)

T_a : Çevre havasının sıcaklığı (K),

a_i : Mankenin i. parçasının yüzey alanı (m^2),

H_{ci} : Mankenin i. parçasına verilen lokal ısı güç (W),

T_s : Mankenin ortalama yüzey sıcaklığı (K),

A: Mankenin toplam yüzey alanı (m^2),

H_c : Mankene verilen toplam ısı güç (W).

Paralel metodun kullanımı, ısı vücut bölümleri arasında serbestçe dağıldığı için mantıklıdır. Bilimsel çalışmaların çoğunda ve termal stresle ilgili ortaya konan standartlarda yalıtım çoğunlukla paralel metoda göre hesaplanır. Bu metoda göre toplam yalıtım, alansal olarak ağırlıklandırılmış yüzey sıcaklık değerlerinin kullanılmasıyla (18) numaralı denklemde gösterildiği şekilde hesaplanır.

$$I_{t,s} = \frac{\left[\left(\sum_i f_i T_{si} \right) - T_a \right] A}{\sum_i H_{ci}} \text{ m}^2 \text{ K /W} \quad (18)$$

Literatürde çoğunlukla paralel metot kullanılmaktadır. Standardın ilk halinde paralel metot kullanılmıştır ve seri metodun yalıtımın vücutta düzgünsüz olarak dağıldığı durumda % 30 oranında daha yüksek sonuçlar verdiği saptanmıştır (Nillson, 1997:9). Subzero Projesi kapsamında çalışan araştırmacılardan Anttonen (2001) termal yalıtım hesaplamalarında kullanılan paralel ve seri metotlar arasındaki ilişkiyi aşağıdaki eşitlikle ifade etmiştir (19).

$$I_{ts} = 1.20I_{t,p} - 0.02 \text{ m}^2 \text{ K/W} \quad (19)$$

Termal manken sistemi ile yapılan ölçümlerle giysi ve hava tabakasının dirençlerini içeren toplam su buharı direnci ise (20) numaralı formülle formülle hesaplanabilir (Chen ve ark., 2003):

$$R_{et} = \frac{A_s(P_s^* - RH_a P_a^*)}{H_e} - R_{es} \quad (20)$$

Burada;

P_s^* : deri yüzey sıcaklığındaki doymuş su buhar basıncı (Pa),

RH_a : çevre havasının bağıl nem oranı,

P_a^* : çevre havasının doymuş su buhar basıncı (Pa),

R_{es} : derinin su buharı direncidir (burada deriyi simüle etmek için kullanılan nefes alabilir kumaş tabakasının su buharı direnci alınır),

H_e : buharlaşmayla kaybedilen ısı miktarı (W),

$$H_e = \lambda Q$$

λ : deri yüzey sıcaklığında suyun buharlaşma ısısı (W.saat/g),

(34 °C için 0.67 W.saat/gram)

Q : terleme oranı veya birim zamandaki su kaybıdır.

1.7. Sportif Giysilik Olarak Kullanılan Hammaddeler ve Kumaş Yapıları

Son yıllarda lif üretim teknolojisinde kaydedilen gelişmelerle sportif giysi üretiminde klasik liflerin yanı sıra fonksiyonel ve yüksek performanslı lifler de kullanılmaya başlanmıştır. Sportif giysinin hammaddesinin yanısıra kumaş yapısı ve giysi modeliyle ilgili yapılan bazı değişiklikler (terlemenin yoğun olduğu bölgelerde farklı yöntemlerle elde edilen açıklıklar, belirli kaslar üzerinde oluşturulan ekstra

basınç bölgeleri, vb.) ile de aktivite sırasındaki yüksek sıcaklık ve aşırı terlemeden kaynaklanan problemlerin azaltılması amaçlanmıştır. Nefes alabilir ve sıvıyı vücuttan çabuk uzaklaştıran kumaşlardan üretilen giysilerin özellikle profesyonel sporcuların performanslarını olumlu yönde etkilediği kanıtlanmıştır. Çünkü nefes alabilir kumaştan üretilen bir giysiyle yüksek aktiviteye daha uzun süre devam edilebilir. Giysilerin konfor özellikleri satışla ilgili de en önemli parametrelerden biridir. ‘World Sports Activewear’ dergisine göre konfor bir giysi için en önemli özelliktir ve kişiler sportif giysiler sayesinde konfor kavramına alışmış ve bu özelliğe daha fazla önem verir hale gelmişlerdir (Foster, 1998). Ullsperger’in (2001) yaptığı bir araştırmada, kişilerin % 94’ünün giysilerinde konfora önem verdikleri ortaya çıkmıştır. (Shishoo, 2005).

Poliester sportif ve aktivite giysileri için en yaygın olarak kullanılan hammaddedir. Aktivite giysileri için kullanılan diğer lifler ise poliamid, polipropilen, akrilik ve elastandır. Yün ve pamuk da sportif ve serbest zaman giysilerinde hala tercih edilmektedir. Sentetik lifler üretimleri sırasında modifiye edilebildikleri gibi (oyuklu lif kesitleri, farklı enine kesitler, vb.) doğal liflerle optimum oranlarda karıştırılmalarıyla da üretilen materyalin termo-fizyolojik ve duyuşsal özellikleri iyileştirilmektedir (Shishoo, 2005).

Rutubet absorpsiyon kapasitesi, kumaşın konstrüksiyonuyla birlikte kumaşın termal konfor performansı üzerinde büyük oranda etkili bir parametredir. Konvansiyonel liflerin rutubet absorpsiyon kapasiteleri Tablo 1.4’te görölmektedir.

Tablo 1.4 Liflerin rutubet absorpsiyon kapasiteleri (Morton ve Hearle, 1993)

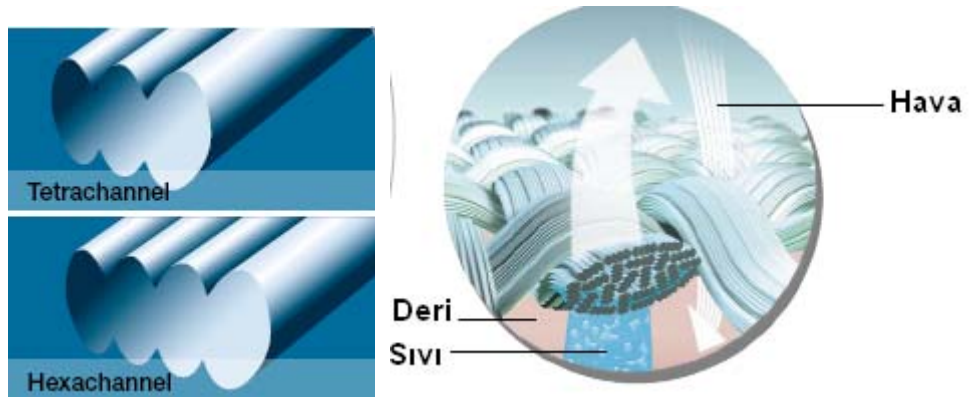
Lif ismi	Rutubet absorpsiyonu(%) (%65 bağıl nem ve 20 °C sıcaklıkta)
Pamuk	7-8
Merserize pamuk	12'ye kadar
Kenevir	8
Keten	7
Jüt	12
Viskon	12-14
Triasetat	4,5
İpek	10
Yün	14, 16-18
Kazein	14
Naylon 6.6 ve naylon 6	4,1
Poliester	0,4
Akrilik	1-2
Modakrilik	0,5-1
Polivinilklorit	0
Polivinilalkol	4,5-5
Cam, polietilen	0

Eriyikten çekim, yaş ve kuru lif çekim yöntemlerinde kaydedilen ilerlemeler ve jel çekim (gel spinning), bikomponent ve mikrolif üretim tekniklerinin geliştirilmesi, çok yüksek performans özelliklerine sahip lif, iplik ve kumaşların sportif giyim ve spor araç gereçlerinde kullanılmasını sağlamıştır. Sportif ve boş zaman giysilerinde son yıllarda elde edilen gelişmelere paralel olarak bu ürünlerden beklenen performans gereksinimleri de artmış, ürünlerin dökümlülük, termal yalıtım, sıvı bariyer özelliği, antistatik özelliği, esneme özellikleri ile sağladığı fizyolojik konfor arasında bir dengenin kurulması gerekliliği ortaya çıkmıştır. Kumaş üretimi ve uygulanan bitim işlemleri ile yüzeye uygulanan farklı özellikler kazandırmaya yarayan polimerik zar tabakaları ve kaplamalar ile tüketicilerin estetik, tasarım ve fonksiyonellik konularındaki gereksinimlerinin tümü göz önünde bulundurulabilmektedir (Shishoo, 2005).

Aktif ve sportif giyim için kullanılacak kumaşları oluşturan liflerin geometrileri, iplik içerisindeki paketlenme yoğunlukları ve yapıları ile kumaş konstrüksiyonları, yüksek metabolik oranlarda oluşan ısı ve rutubetin konforu ortadan kaldıran kısmının vücuttan uzaklaştırılmasına yardımcı olacak şekilde seçilmekte ve tasarlanmaktadır.

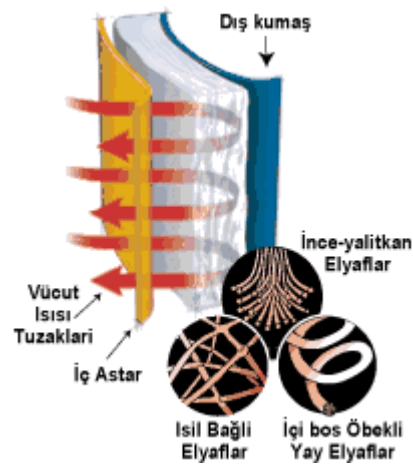
Çok farklı çift katlı örme ve dokuma kumaşlar, vücuda yakın iç yüzeyleri sıvıyı absorbe edecek ve dokunsal konfor açısından yüksek performansa sahip olacak şekilde, dış yüzeyleri ise absorbe edilen sıvıyı yayıp kısa sürede buharlaşmayı sağlayacak şekilde tasarlanmışlardır (Shishoo, 2005). Sıvının kısa sürede vücuttan uzaklaştırılıp kuruluğun sağlanması özellikle kış sporu giysileri için büyük önem taşımaktadır. Örneğin kış sporları için üretilen giysilerde iç katmanın poliester olması, polyesterin düşük ısı iletim katsayısı nedeniyle vücut ısısının korunması açısından önemlidir. Poliesterin çok katlı bir yapıda iç katmanda bulunduğu durumda sıvıyı kısa sürede dış katmanlara iletme özelliği de termal konfor açısından sağladığı bir başka avantajıdır.

Armour ve DuPont gibi lif üreticisi firmalar ve Coville gibi örme kumaş firmaları özellikle sportif giysiler için konvansiyonel liflerden çok farklı termal konfor performansına sahip olduğunu iddia ettikleri modifiye lif tipleri üretmişlerdir. Firmalar ürün tanıtımlarında, ürünlerinin vücudu ikinci bir deri gibi saran ve tüm aktivite süresince kuruluk, hafiflik ve hareket kolaylığı konularında yüksek performansa sahip olduğunu iddia etmektedirler. Bu çalışmada incelenen kumaşlardan birinin de hammaddesi olan DuPont'un kanallı kesit yapısı sayesinde sıvıyı vücuttan çabuk uzaklaştırma özelliğine sahip lifi 'coolmax' sportif giysilerde yaygın olarak kullanılan bir hammaddedir. Coolmax'ın enine kesit görünüşü Şekil 1.23'te verilmiştir. Şekilde de görüldüğü gibi 'coolmax'ın çok kanallı yapısıyla vücuttaki sıvıyı daha hızlı ve fazla oranda absorbladığı belirtilmektedir.



Şekil 1.23 Coolmax lifinin enine kesit görünüşü ve kumaşın sıvı absorblama mekanizması (<http://www.coolmax-thermolite.com-07.01.2009>)

Soğuk çevresel şartlarda ekstra sıcaklık veren hafif bir lif olarak piyasaya sürülen thermolite lifinden üretilen kumaşın da bu çalışma kapsamında dinamik terleyen levha sisteminde direnç ve su buharı geçirme performansı değerleri belirlenmiş, kumaşın termal konfor performansı incelenmiştir. Thermolite lifinden üretilen ve zorlu koşullarda maksimum yalıtım sağladığı belirtilen kumaş tiplerinden biri Şekil 1.24'te şematik olarak gösterilmiştir. Lifin sahip olduğu oyuklu kesit yapısı sayesinde ıslaklığın bulunduğu şartlarda bile sağladığı ekstra yalıtım ile kişiyi kuru ve sıcak tuttuğu iddia edilmektedir. DuPont'un araştırmalarına göre thermolite lifinden üretilmiş kumaş yalıtım sağlayan diğer kumaşlardan % 20, pamuktan ise % 50 oranında daha hızlı kurumaktadır.



Şekil 1.24 Thermolite lifinden farklı kullanım amaçlarına yönelik olarak üretilen kumaşlara bir örnek
<http://www.coolmax-thermolite.com/coolmax.htm-07.01.2009>

Filament liflerin karışımlarda kullanılması sonucu çok pürüzsüz yüzeylere sahip tekstil yapıları elde edilmektedir. Bu folyo benzeri tekstil yapılarının giyim sırasındaki deriyle olan temas alanları çok yüksektir ve buna bağlı olarak terle ıslanmış yüzeye yapışma eğilimi gösterirler (Shishoo, 2005).

Sentetik liflerle ilgili kaydedilen gelişmelerin yanı sıra sportif giysi üretiminde kullanılan pamuk ve yün kumaşlarla ilgili de iyileştirmeler yapılmıştır. Örneğin 'Sportwool' denilen özel yünlü kumaşa uygulanan işlemlerin amacı daha kuru ve serin bir iklimi sağlamaktır. Pamuk, sınırlı terlemenin bulunduğu günlük giyim koşullarında çok avantajlı bir hammaddedir. Bu durumda pamuk, küçük ter

oluşumlarını tamponlayarak mikroklimayı kuru ve konforlu tutabilir. Fakat yüksek oranda terle karşı karşıya kalan sportif giysiler için pamuk, çift katlı yapıların sadece dış yüzeyleri için tavsiye edilebilecek bir hammaddedir; iç yüzeyde sıvıyı daha iyi transfer etme özelliğine sahip sentetik bir lifin kullanımı daha uygundur. Pamuk ve rejenere lifler kumaş hammaddesi olarak tek başlarına kullanılırlarsa oluşan terle kumaş çok hızlı bir şekilde ıslanır ve deri yüzeyinde ıslak ve yapışkan bir tabaka şeklinde kalır. Bu liflerin kuruma sürelerinin uzunluğu da oluşturdukları ıslaklık hissi açısından bir dezavantajdır. Kumaşın içerdiği pamuk oranı ile terle ıslanmadan sonraki kuruma süresi arasında önemli bir ilişki vardır ($r^2 = 0.73$). Fakat birçok konfor parametresi için kumaşın konstrüksiyonu hammaddesinden daha etkilidir (Shishoo, 2005).

Yeni geliştirilen hammadde ve tasarımlarda en önemli yol gösterici unsur, profesyonel sporcuların performansları ve konforlarıyla ilgili verdikleri geri bildirimlerdir. Giyim sırasında mikroklimanın konforu ortadan kaldırmayacak şekilde tutulabilmesinin yanında kullanıcıların rahat hareket edebilme, sıvı uzaklaştırma, termal regülasyon ve UV ışınlarına karşı koruma gibi beklentileri de vardır. Sportif giysi üretim ve tasarımında aktiviteden önce ve sonraki ısınma ve soğuma periyodlarına özel önem verilmelidir (Shishoo, 2005).

Sportif giysilerdeki çok katlı yapılar askeri üniformalardan yola çıkılarak kullanılmaya başlanmıştır. Koruyucu amaçla da kullanılacak olan giysiler genellikle bir taban katmanı, ara yalıtım katmanı ve dış koruyucu kalkan tabakalarından oluşur. 'İkinci ten' olarak adlandırılan katman deriye en yakın olan giysi tabakasıdır. Bu tabaka için çoğunlukla, hareket rahatlığı ve koruyuculuğun yanında sıvı uzaklaştırma konusundaki avantajlarından da dolayı örme yapılar tercih edilmektedir. Örme kumaşlarda kumaşın iç yüzünün rib veya balpeteği türü örgülerle oluşturulması, filament iplikler yerine stapel ipliklerin kullanılması da yüzeye çıkan lif uçlarının deri-kumaş arasında bir hava tabakası oluşturması nedeniyle aktivite sırasında kullanılan giysinin konfor performansının artmasını sağlamaktadır.

Mutlaka filament liflerin kullanılmasının gerekli olduğu durumlarda da sportif giysiler için liflerin textüre olması konfor performansını olumlu yönde etkilemektedir. Fakat bu yapıların da stapel iplikten üretilen kumaşların sahip olduğu dokusal konfor performansına ulaşamadıkları belirtilmektedir. Lif kesit yapıları ve uzunluklarının değiştirilmesi ile uygulanan farklı bitim işlemleri fonksiyonel ürünlerin performanslarını artırmak için yapılan çalışmalardır. Bir kumaşın konfor performansının büyük oranda konstrüksiyonuyla ilgili olduğu yönünde bulgular vardır, fakat hammaddenin de mutlaka dikkate alınması gerekmektedir.

Ruckman ve Murray'ın (1999) bir çalışmasında, İngiltere'de ticari olarak satılan giysilerin bir kısmının tasarımında ısı ve kütle transferinin etkileri de göz önünde bulundurulmuştur. Vücuttaki fazla ısının uzaklaştırılması için kullanılan en yaygın üç yöntem aşağıda sıralanmıştır:

- Ceketlerde koltuk altına açılan fermuarlı açıklıklar. Bu açıklıklar sayesinde üst kol tamamen havalanabilir. Tasarımları cebe benzeyen bu açıklıkların yerleri farklılık göstermekle birlikte genellikle omuz dikişi, yan dikişler veya her iki dikiş üzerinde de bulunabilirler.
- Daha az yaygın olarak kullanılan bir yöntem de 'havalandırma cepleri'dir. Göğüs üzerine diyagonal olarak yerleştirilen bu açıklıkların geçirgen file şeklinde bir astarı vardır.
- Sırtta yerleştirilen ek bir parça vasıtasıyla gerçekleştirilen havalandırma da bazı ceketlerde tercih edilen bir uygulamadır. Bu uygulamada genellikle ağ yapısına sahip astarı gizlemek ve ceketin ana kısmıyla birleştirmek için bu parçayı kaplayan bir kapak vardır.

Bu yöntemlerin kullanılma oranı, fermuarlı açıklıklar, sırttan havalandırma, havalandırma cepleri şeklinde sıralanır.

Bir giysi sisteminin kat sayısının artırılması arada hapsedilen hava miktarına bağlı olarak sistemin sağladığı yalıtımı artırdığı gibi bir eteğin boyu, ceketin tek veya çift düğmeli oluşu gibi parametrelerde yapılan değişikliklerle de giysinin konfor performansı değiştirilebilir.

Lif ve giysi sistemlerinin konfor performanslarının artırılmasına yönelik geliştirilen ürünlerin tanıtım reklamlarında belirtilen özelliklerine gerçekten sahip olup olmadığı hala belirsiz bir konudur. Bir tüketicinin giysi satın alırken vücuttan terin en kısa sürede uzaklaştırılması için kumaşın kapılar ıslanma performansı konusunda herhangi bir tespit yapabilmesi mümkün değildir. Bu konuda, yapılan bilimsel çalışmalarla piyasadaki ürünlerin sahip oldukları konfor açısından avantaj sağlayan özelliklerinin farklı objektif ve subjektif ölçüm sistemleriyle tespit edilmesi gerekmektedir. Bunun yanında, bu özelliklerin bağlı olduğu temel ve kolay tespit edilebilir diğer özelliklerin de belirlenmesi sıradan bir tüketicinin ürün tercihleri konusundaki bilinç düzeyini artıracaktır.

Askeri, sportif veya farklı aktiviteler için kullanılan bazı üst giysilere şiddetli yağmurun içeriye nüfuzun engellemek için farklı yöntemlerle su itici özellik kazandırılır. Su itici kumaşlar sıvı suyun içeriye nüfuz etmeden yüzeyden kaymasını, buhar halindeki hissedilmeyen terin ise kumaştaki mikro boşluklardan geçişini sağlar. Kumaşların yüzey enerjileri hammadde özelliklerine ve yüzeye uygulanan bitim işlemine göre farklılık gösterir. Su itici bitim işlemleri leke oluşumunu engellemek amacıyla bazı döşemelik kumaşlara da uygulanabilir. Bir kumaşın su iticilik performansı yapının sıklığı ile de ilgilidir; lif/iplikler arasındaki boşluklar sıvı su molekülünün geçişine izin vermeyecek fakat su buharı molekülünün geçişine izin verecek boyutta olmalıdır. Su iticilik değerinin çok yüksek olduğu kumaşlara ‘su geçirmez’ kumaş denir. Bu kumaşlar sıvı suyun geçişine karşı tam bir bariyer görevi görürler ve su buharını geçiren veya geçirmeyen tipleri vardır. Su buharının geçişine izin vermeyen yapılarda vücuttan buharlaşan terin dış ortama aktarılabilmesi nedeniyle önemli termal konfor problemleri ortaya çıkar. Bu tür bir yapının giysilik olarak kullanılması durumunda giysinin modelinin buharın geçişine izin verecek yapıda tasarlanması ıslaklıktan dolayı oluşacak konfor problemlerini azaltabilir. Fakat bu tip yapılar düşük terleme durumlarında bile buhar halindeki terin deri-giysi arasında hapsolüp yoğunlaşmasına neden olduğu için giysinin konfor performansını önemli ölçüde düşürmektedir. Son yıllarda ‘nefes alabilir’ kumaşlar olarak adlandırılan, su geçirmezlik performansından ödün vermeden buhar geçirgenliği kazandırılan kumaşlar sportif ve fonksiyonel giysilik olarak daha fazla tercih

edilmektedir. Su geçirmez nefes alabilir kumaşın elde edilmesi için kullanılan yöntemler aşağıda sıralanmıştır.

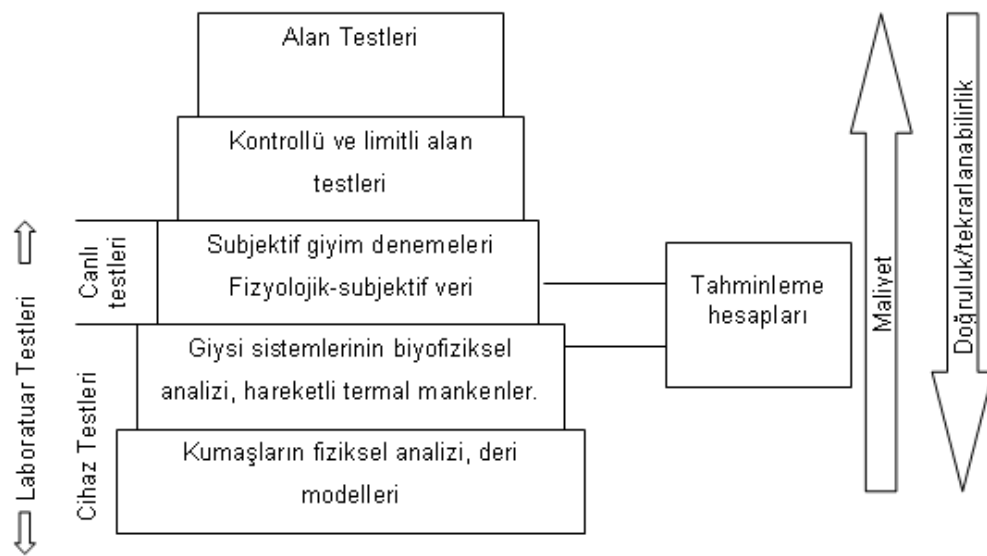
- Kumaş konstrüksiyonu (yapının sıklığının gözeneklerin 2-3 µm olacak şekilde artırılması)
- Lif çapının azaltılması (mikrolifler)
- Mikrogözenekli zarlar
- Mikrogözenekli kaplamalar
- Monolitik (tek parça) filmler (Kılınç, 2004).

Kumaşların dinamik termal ve rutubet tamponlama performanslarını artırmaya yönelik kullanılan bir başka yöntem de faz değiştiren materyallerle yapılan kaplamalardır. Yapılan bir çalışmada (Li ve Wong, 2006), farklı özelliklerdeki kumaşlardan oluşan beş katlı bir yapı dikişle birleştirilmiştir. Bu katmanlardan biri faz değiştiren materyalle kaplanmıştır, diğeri ise ısıtıcı özelliğe sahip bir elektrotekstil yapıdır. Biyonomik deri denilen bir terleyen levha sisteminde yapılan testte amaç, kumaş katmanları arasında ısı enerjisinin ilerlemesi sırasında faz değiştiren kaplamanın etkisinin araştırılmasıdır. Sonuçta, faz değiştiren materyalle kaplı bir kumaşın katmanlı giysi sisteminde ısı kaybını engelleyerek yalıtımı artırdığı gözlenmiştir. Isıtıcı bileşenlerin bulunmadığı durumda da bu uygulama çok katlı yapının yalıtımını artırıcı yönde etki ederek düşük sıcaklığa sahip çevresel şartlar için avantaj sağlayacaktır.

1.8 Önceki Çalışmalar

Uzun yıllardır yapılan çalışmalar incelendiğinde, giysi konforuyla ilgili yapılan çalışmaların gerek farklı bilim dallarını (termodinamik, fizyoloji, psikoloji, vb.) içermesi gerekse çok sayıda kumaş/giysi özelliğiyle ilişkili olması nedeniyle literatürde önemli bir yere sahip olduğu görülür. Giysi konforunun insan hayatındaki önemi, giysi konforunun belirlenmesine yönelik olarak ortaya konan objektif ve subjektif yöntemler ile giysi konforunun iyileştirilmesine yönelik geliştirilen yeni materyaller ve yapılar bu konuda yapılan çalışmaların ana başlıkları olarak kabul edilebilir. Bir giysinin konforunu etkileyen parametrelerin çok fazla olması ve çok

farklı bilim dallarını ilgilendiren konular olmaları, özellikle değerlendirmenin subjektifliği ve insan psikolojisinin de konfor durumu üzerinde etkili olması bu konudaki çalışmaların bazı açılardan tam sonuca ulaşamamasına neden olmuştur. Uzun yıllardır devam eden çalışmalarla büyük aşamalar katedilse de giysi konforu her zaman güncelliğini koruyan ve incelenmesi gereken noktaların olduğu bir alan olmaya devam etmektedir. Giysilerin termal konfor performanslarının belirlenmesine yönelik çalışmalar Umbach (1983) tarafından Şekil 1.25'te görüldüğü şekilde sınıflandırılmıştır.



Şekil 1.25 Giysi sisteminin konfor performansının belirlenmesi için kullanılan metotlar (Scott, 2005)

1.8.1 Subjektif Termal Konfor Değerlendirmeleri Konusundaki Çalışmalar

1.8.1.1 Tüketici Tercihleri ve Giysi Konforuyla İlgili Yapılan Anket Çalışmaları

Giysi ile ilgili tüketici tercihlerinin belirlenmesi için yapılan çalışmalar, her aşamadaki tekstil üreticileri için önemli veriler sağlamaktadır. Tüm pazarlarda olduğu gibi tekstil ürünleri pazarında da üreticilerin amacı, tüketici beklentilerini karşılamak, hatta beklentilerin üzerine çıkmaktır. Bu amaçla, pazardaki eksikliklerin belirlenmesi, yeni geliştirilen bir ürünün hedef kitleye tanıtılması veya geliştirme aşaması sırasında potansiyel müşteri kitlesinin belirlenmesi ve kullanım esnasındaki

sorunların tespiti için tüketici görüşleri anket ve benzeri veri alma yöntemleri ile alınır.

Bu çalışmanın konusuna da uygun olarak, tüketici tercihleri konusundaki çalışma sonuçlarına, konforun bu tercihler arasındaki yerini tespit etmek açısından bakmak yararlı olacaktır. Son yıllarda tüketicilerin daha konforlu giysiler konusundaki talepleri doğrultusunda kişilerin subjektif konfor değerlendirme mekanizmaları ve satın alma kararlarını etkileyen parametreler ile ilgili çok sayıda çalışma yapılmıştır. Philippe ve arkadaşlarına (2003) göre, kumaşın yumuşaklığı ve temas sırasında ortaya çıkan hisler tüketici tercihlerine uygun giysi üretimi için anahtar noktalar ve bu parametreler üretim süreci için yeni teknik sınırlamaları getirir. Fujiwara ve arkadaşlarına (1994) göre tüketicilerin giysi kalitesiyle ilgili algıları altı ana parametre tarafından etkilenir. Bunlar, dikiş kalitesi, fizyolojik konfor, kullanılabilirlik, fiziksel ve kimyasal özellikler, kişisel tercihlere ve moda uygunluk ile markadır. Silverman (1999), Wong ve Li (2002) de yaptıkları anket çalışmaları sonucunda konfor, vücuda uygunluk, kullanım kolaylığı ve dayanıklılığı en önemli giysi özellikleri; marka ve moda uygunluğu ise en az önemli özellikler olarak belirlemişlerdir (Li ve Wong, 2006). Benzer sonuçlar farklı ülkelerde yaşayan insanlar ve farklı ürün grupları için yapılan çalışmalarda da (Zhang ve ark., 2002; Wu ve DeLong, 2006) elde edilmiştir. Richards ve Horridge (1984), Sproles Tüketici Tercih ve Öncelikleri Anketini bir grup Amerikalı ev ekonomistine uygulamış ve normal tüketicilerle benzer şekilde bu grup da giysi konfor ve kalitesine model ve fiyattan daha fazla önem vermiştir. Tüketicilerin giysi kalitesi ile ilgili görüşlerinin alınması amacıyla yapılan bir çalışmada (Swinker ve Hines, 2006), giysiyle ilgili bilgileri ve 'yüksek kaliteli' bir giysiden beklentileri incelenmiş ve sonuçta tüketicilerin kaliteyle ilgili akıllarına gelen en önemli faktörlerin estetik, performans ve dış kaynaklı özellikler olduğu ortaya çıkmıştır. Fiyat, giysi özelliklerine bağlı olmayan dış kaynaklı parametreler içerisinde en önemlisi olarak ortaya çıkmıştır ve ilginç bir sonuç olarak 'konfor', yüksek kaliteli bir giysiden beklenen özellikler arasında yer almamıştır. Çinli öğrencilerin giysi alışkanlıkları ve alışveriş tercihlerinin incelendiği iki çalışmadan ilkinde (Hong ve Guolian, 2004), katılımcılar moda, fayda ve imaj odaklı olarak üç gruba ayrılmıştır. İkinci çalışmada ise (Guolian

ve Haiyan, 2004), elde edilen özellikler kalite, ekonomiklik ve pratiklik ve marka olarak gruplara ayrılmıştır.

Kişilerin giysilerinin hammaddesi ve özellikleri ile ilgili bilgi düzeylerinin araştırıldığı bir çalışmada (Schutz ve Phillips, 1976), 48 özelliğin 46 kumaş için uygunluğu bir anket ile araştırılmış ve sonuçta giysiler hammadde ve özelliklerine göre her biri toplam varyansın en az % 90'ını açıklayacak şekilde gruplara ayrılmıştır. Bu özellikler içerisinde giysinin konforlu olmaması batma, hoşça gitmeyen koku, boncuklanma gibi özelliklerle birlikte 'problem kaynakları' adı altındaki grupta yer almıştır.

Kazuya ve arkadaşları (2004), internetten giysi alışverişi yapılması sırasında göz önünde bulundurulmuş parametreleri ve kumaşlarla ilgili yapılan duyusal değerlendirmeleri inceledikleri çalışmalarında 'dokunma' ve 'gözle inceleme' arasında dokunmanın görüntüden daha önemli olduğunu tespit etmişlerdir. Aynı çalışma sonuçlarına göre kişilerin giysi hammaddeleri arasında diğer doğal liflerle birlikte en fazla pamuğu tanıdıkları ortaya çıkmıştır.

Kwon ve Drayton (1987) Maslow'un Motivasyon Teorisi'nin kişilerin günlük giysi tercihlerinde hangi oranda geçerli olduğunu araştırdıkları çalışmaları sonucunda en önemli giysi fonksiyonunun erkekler için hava şartları, kadınlar için ise sosyal aktivite olduğu tespit edilmiştir. Buna ek olarak kadınların giysi fonksiyonları ve fonksiyonlar arasındaki ilişkiler konusunda erkeklere göre daha fazla bilince sahip oldukları ortaya çıkmıştır.

1.8.1.2 Giysiyle Temas Sırasında Ortaya Çıkan Soğukluk ve Islaklık Hisleriyle İlgili Çalışmalar

Deri giysi teması sonucu meydana gelen ısı akışı kişide deri yüzey sıcaklığının değişimine bağlı olarak kısa süreli bir termal his değişikliğine neden olur. Bu his, termoreseptörlerin sıcaklık değişimine verdikleri tepkiden kaynaklanmaktadır ve vücut genellikle temas edilen giysiden daha sıcak olduğu için soğukluk olarak

algılanır. Deri ve kumaş arasındaki sıcaklık farkı ne kadar fazla olursa algılanan soğukluk hissi o kadar şiddetli olur ve temas eden iki yüzey arasında bir termal denge kurulana kadar devam eder. Kumaşın rutubet içeriği de deride farklı seviyelerde ıslaklık hissine neden olur ve ıslaklık, termal konforu ortadan kaldıran en önemli faktörlerden biridir. Kişilerde oluşan subjektif soğukluk ve ıslaklık hislerinin termoreseptör tepkileri gibi fizyolojik parametrelere veya objektif kumaş özelliklerine bağlı olarak belirlenmesi amacıyla çok sayıda teorik ve deneysel çalışma yapılmıştır.

Bu konudaki en önemli çalışmalardan birinde Kawabata ve Yoneda (1983-1985) kumaşlara dokunulduğunda hissedilen termal hislerin temas sırasındaki maksimum ısı akışının (q_{max}) bir fonksiyonu olduğunu belirtmişler ve bu akışı ölçen bir cihaz olan KES FB7 Thermolabo'yu geliştirmişlerdir. Bu sistem büyük oranda kabul görmüş ve diğer çalışmalar için referans olarak kabul edilmiştir. Bu cihazla, kumaşla temas ettiği yüzey arasındaki ısı transferine bağlı olarak değişen, cismin deriyle ilk temasında ortaya çıkan sıcak/soğuk hissiyle ilgili ölçümler yapılabilmektedir. Rees (1941), Hollies ve arkadaşları (1953) gibi araştırmacılar da değişken ısı akışları ve sıcak/soğuk hissi arasındaki ilişkileri incelemişlerdir. Deriyi temsil eden sıcak levha prensibine dayalı bir sistem olan Termolabo ile ısı akışının zamana bağlı değişimi bir eğri ile kaydedilebilir. Maksimum ısı akışı (q_{max}), kumaşın deriyle teması sonucu ortaya çıkan sıcak/soğuk hissini simüle etmek amacıyla temastan 0.2 saniye sonraki akış ölçülerek belirlenir. q_{max} değeri, kumaşın ısı kapasitesi, iletkenliği ve kumaş-deri temas alanına bağlıdır. Bunun yanında yüzey pürüzlülüğü temas alanını azaltırken, pürüzsüz bir kumaş yüzeyi de daha yüksek bir temas alanına, daha fazla ısı akışına ve daha fazla soğukluk hissine neden olur (Barker, 2002). Daha sonraları Barker ve arkadaşlarının (2002) gerçekleştirdikleri çalışma sonucunda Thermolabo ile ölçülen maksimum ısı akışı değeri ile subjektif soğukluk algısı arasında önemli korelasyonlar tespit edilmiştir.

Konforu genel olarak ele aldığı çalışmasında Barker (2002), duyuusal konforun yumuşaklık, pürüzsüzlük, ıslaklık, vücuda yapışma eğilimi, kaşıntırma gibi birçok his tarafından belirlendiğini belirtmiştir. Araştırmacıya göre tüm bu hisler yüzey

liflerinin sayısı ve temas noktaları, ıslakken yüzeye yapışma özelliği, absorpsiyon yeteneği, eğilme rijitliği, kayma ve çekme kuvvetlerine karşı direnç ve dokunma sonucu ortaya çıkan soğukluk hissi gibi ölçülebilen kumaş mekanik ve yüzey özellikleri ile ilişkilendirilir. KES ölçümlerine göre, yüzey pürüzlülük indeksi (SMD) ile giysinin batma özelliği arasındaki korelasyonun giyim denemesinin başında ve yoğun fiziksel aktiviteye başlamadan önceki periyotta maksimum olduğu gözlenmiştir. Ayrıca kumaşın ‘ıslak yapışma indeksi’nin de yoğun fiziksel aktivite durumlarında, sıcak ve nemli ortamlarda konfor üzerinde etkili bir faktör olduğu gözlenmiştir (Barker, 2002). G. Wang ve arkadaşları (2003) da benzer bir çalışmada farklı hammaddelerden üretilmiş giysilerde batma hissinin terlemeyle, yani kumaşın sıvıyla temasıyla değişimini araştırmışlardır. Uygulanan subjektif giyim denemeleri sonucu, özellikle yünlü kumaşlarda batma hissinin terlemeyle arttığı gözlenmiştir. Bu özellikler genel olarak lif ve iplik özellikleri, kumaş konstrüksiyonu ve uygulanan bitim işlemleri tarafından etkilenmektedir.

Yoon ve Buckley (1984), pamuk ve poliester/pamuk karışımı kumaşların termal özelliklerini inceledikleri çalışmalarının termal hislerle ilgili bölümünde kumaşların deriyle temas alanlarını belirlemeye yönelik bir yöntem geliştirmiştir. Sonuçta, belirlenen basınçta pamuklu kumaş yüzeyinde daha fazla temas noktasına neden olan lif uçları bulunduğu ve poliesterin temas sırasında yüzeye arasında daha yüksek bir kuvvetin oluştuğu tespit edilmiştir. Buradan, konforu etkileyen çok sayıda fiziksel kumaş parametresinin büyük çoğunluğunun liflerin iplik içerisindeki paketlenmesi, ipliğin ve dolayısıyla da liflerin kumaş içerisindeki yerleşimleriyle ilgili olduğu sonucu ortaya çıkmıştır.

Tekstil materyallerinin termal konfor performanslarını, sadece kuru ısı transfer davranışları açısından inceleyen çalışmalardan birinde Schacher ve arkadaşları (2000), mikropoliester ve klasik poliesterden üretilen kumaşların ısı iletkenliği ve buna bağlı olarak sebep oldukları sıcaklık/soğukluk hislerini incelemişlerdir. Sonuçta, mikropoliesterden üretilen kumaşın, basınç uygulandığında değişen kumaş temas alanına bağlı olarak veya ortamda bir hava akımının bulunduğu durumda

klasik poliesterden üretilen kumaşa göre daha fazla yalıtım sağladığı ve sıcaklık hissi verdiğini gözlemişlerdir.

Rutubet içeren bir kumaşın deriye teması sonucu derinin hidrasyon durumu damarlardaki kanın kapılar akış hızı ve deri yüzey sıcaklığı değişerek soğukluk algısındaki artışın yanı sıra ıslaklık algısı da ortaya çıkar. Clark ve Edholm (1985) insan vücudunda rutubeti algılayan özel bir sistem bulunmadığını belirtmiştir (Li, 2001). Bentley (1900), soğuk havada vücudu sarıp basınç uygulayan bir giysinin nemin bulunmadığı ortamda bile ıslaklık hissi verebileceğini belirtmiştir. Buna göre, ıslaklık hissini kumaş sıcaklığı, basıncı ve kumaş-deri teması sırasındaki basınç dağılımı gibi üç bileşenden oluşan yapay bir algı olabileceği sonucuna varılabilir (Wong, 2002).

Deri-kumaş teması sonucu ortaya çıkan ıslaklık algısının objektif yöntemlerle ölçümü mümkün olmadığı için bu konudaki çalışmalar mutlaka subjektif testleri içermelidir. Başka bir çalışma sonucunda (Li ve Wong, 2006) çevre havasıyla denge halindeki kuru kumaşların subjektif denemeler sırasında ‘tamamen kuru’ olarak değerlendirilmediği belirtilerek bunun sebebi olarak da soğukluk hissinde olduğu gibi ıslaklık hissini de kumaş materyalinin higroskopiklik özelliğiyle doğru orantılı olması gösterilmiştir. Benzer sonuçlara ulaştığı çalışmasında Hes (1999), Alambeta cihazıyla yaptığı ölçümler ve aynı kumaşlarla yaptığı subjektif giyim denemeleri sonucunda ölçülen ‘termal absorpsiyon’ parametresinin kumaşların oluşturduğu termal hisler hakkında fikir verdiğini ve bu değer kuru kumaşlarda 20-300 arasında değişirken ıslak kumaşta daha fazla soğukluk hissi anlamına gelen 1000’i geçebildiğini tespit etmiştir. Bir yüzey özelliği olması nedeniyle bitim işlemlerinden etkilenen termal absorpsiyon $(b) = \sqrt{\lambda \rho c} \text{ W s}^{1/2} \text{ m}^{-2} \text{ K}^{-1}$ şeklinde ifade edilebilir. Burada, λ lifin termal iletkenliği, ρ ve c ise sırasıyla kumaş yoğunluğu ve özgül ısıdır. Farklı bitim işlemleri uygulanmış poliester ve pamuk kumaşların deriyle teması ile oluşan hisleri incelediği çalışmasında Frydrych ve arkadaşları (2002), düzgün yüzeyli kumaşların daha fazla soğukluk hissi verdiği ve poliesterin daha düşük termal absorpsiyon değerlerine bağlı olarak daha az soğukluk hissine neden olduğu sonucuna varmışlardır.

Soğukluk ve ıslaklık hislerinin bağlı olduğu faktörleri inceledikleri çalışmaları sonucunda Schneider (1991) ve Li (1993, 1995) bu hislerin kumaşın nem içeriği, yüzey özellikleri ve deri sıcaklık düşüşüne bağlı olduğunu tespit etmişlerdir. Kumaş soğukluk ve ıslaklık hisleri arasında da bir ilişki bulunabileceği düşünülmektedir (Wang, 2002). Spencer-Smith (1978) ve Scheurell ve arkadaşları (1985) kumaş higrometresiyle ölçülen ‘dinamik yüzey ıslaklığı’ olarak tanımlanan kumaş özelliğinin ıslaklık algısı üzerinde etkili olduğunu belirtmişlerdir (Li, 2001). Kumaş hammaddesi, kumaş rutubet oranı ve çevresel şartların ortaya çıkan termal ve ıslaklık hisleri üzerindeki etkilerini önkol testi ile incelediği çalışmalarında Plante ve arkadaşları (1995), bu hislerin lif hidrofilliği ve çevre havasının bağıl nemine bağlı olduğunu ortaya koymuşlardır.

Sweeney ve Branson (1990), giysideki rutubetin konfor üzerindeki etkilerini incelemek için psikofiziksel bir yaklaşım kullanmış ve nem algısının mutlak ve fark eşik değerlerini belirlemişlerdir. Ayrıca ölçülen rutubet miktarı ile ortaya çıkan ıslaklık algısının yoğunluğu arasında da doğrusal ilişki olduğunu belirtmişler, fakat diğer çalışmalardan farklı olarak, deneklerin yalnızca sıcaklıkla ilgili faktörlerin ihmal edilmesi durumunda ıslaklıkla ilgili uyarılara tepki verdiğine dikkat çekmişlerdir. 1990’lı yıllarda bu konuyla ilgili çok sayıda çalışma yapan Li ve arkadaşları (1992, 1993, 1995) doğal ve sentetik liflerin vücutta oluşturdukları ter miktarı ve oluşan teri absorblama özelliklerini incelemişler ve buna bağlı olarak da sentetik ve doğal liflerden üretilmiş giysilerin kişide oluşturduğu soğukluk ve yapışkanlık hisleriyle ilgili sonuçlar ortaya koymuşlardır. Araştırmacılar yaptıkları subjektif testler ve bu testler sırasında aldıkları fizyolojik ölçümlerle ‘tamamen kuru’ ve ‘çok ıslak’ arasında değişen bir skala oluşturmuşlar ve kumaş-deri arasındaki ısı ve nemle ilgili prosesleri kumaş özelliklerini de dikkate alarak matematiksel olarak simüle etmişlerdir. Ayrıca, subjektif soğukluk algısı ve temas sırasındaki maksimum ısı akışı gibi ölçülen kriterlerle psiko-duyusal yoğunluk (PSI) arasındaki ilişkileri karşılaştırmış ve PSI’nın subjektif algıyla ilişkisinin maksimum sıcaklık akışıyla olduğundan daha kuvvetli olduğunu ortaya koymuşlardır (Li, 2001).

Z. Wang ve arkadaşları (2002) kumaşlarda ısı ve sıvı transferlerinin fiziksel mekanizmalarını, termoreseptörlerin nörofizyolojik tepkilerini ve deneyler yoluyla açıklığa kavuşturulan psikonörofizyolojik ilişkileri açıklayan matematiksel modeller yardımıyla termal ve nemle ilgili algıları matematiksel olarak simüle etmişlerdir. Çalışmada, örme kumaşlara dokunulduğu anda hissedilen soğukluk ve ıslaklık hisleri tahminlenerek subjektif önkol testi sonuçları ile karşılaştırılmıştır. Deneysel sonuçlara göre genelde, termoreseptörlerin nörofizyolojik tepkileri ve psikolojik algılar arasındaki ilişkiler, Steven Güç Fonksiyonu ile uyumludur. Son olarak da tahminlenen algılar, diğer denemelerden bağımsız olarak yapılan kontrol testleri ile doğrulanmıştır.

Konuyla ilgili çalışan diğer bir grubun iddiası da deriyle temas halindeki giysilerde liflerin sıvı alma derecesinin konfor üzerinde bir etkisi olmadığı yönündedir. Rodwell ve arkadaşları (1965), Vokac ve arkadaşları (1976), Umbach (1980), Holmer (1985) ve Hatch ve arkadaşları (1990) sentetik lifler ve pamuk lifi gibi hidrofil ve hidrofob yapıdaki liflerden yapılmış giysiler kullanarak yaptıkları giyim denemeleri sırasında kişide meydana gelen fizyolojik değişimler arasında bir fark tespit etmediklerini belirtmişlerdir (Wong, 2002).

Hollies'in (1977) yaptığı bir çalışmada, subjektif giyim denemeleri sırasında deneklerin, giysinin denge rutubetinin % 4 üzerindeki değerlerde ıslaklığa bağlı olarak konforsuzluk hissettikleri belirtilmiştir ki bu rutubet değeri ıslanmayı başlatmak için oldukça düşüktür. Çünkü ıslanma, lifler ve iplikler arasında oluşan kapılar boşlukları dolduracak miktarda sıvı biriktikten sonra başlar. Bu sıvı, kapılar hareketi başlatacak dış basıncın oluşmasını sağlar. Bu kritik sıvı miktarı, liflerin maksimum absorpsiyon kapasitesinden oldukça fazladır. Bu konuyla ilgili daha önce yapılan çalışmalarda (Spencer-Smith, 1977; Goldstein, 1980), bu değer kumaşın kendi ağırlığından kaynaklanan basınç altında % 23-122 arasında değiştiği tespit edilmiştir (Adler ve Walsh, 1984). Bu konudaki çalışmasında Schneider ve arkadaşları (1996) önkol testi ile üç temel hammaddeyi (pamuk, yün, poliester) inceledikleri çalışmaları sonucunda kişilerin çok düşük sıvı absorpsiyon kapasitesine sahip kumaşlardaki rutubeti bile ayırd edebildiklerini gözlemlemişlerdir.

D. Wang ve arkadaşları (2007), vücudun ısı kaybının ve termal durumunun belirlenmesi için farklı bir yaklaşım ortaya koymuşlar ve çok sayıda termoreseptör içeren elin farklı bölgeleri ve koldan aldıkları sıcaklık ölçümleri ile vücudun genel termal durumunun tahmin edilebileceğini belirtmişlerdir. Ölçüm için belirtilen noktaların seçimini ise bu noktalardaki termoreseptörlerin termoregülasyon mekanizması vasıtasıyla damarların genişleyip daralması ile vücudun farklı bölgelerindeki kan akışı üzerinde etkili olmasına bağlamışlardır.

Genel olarak sonuçlar incelendiğinde, deri-kumaş arasındaki ısı transferinin temas alanı tarafından büyük oranda etkilendiği belirtilebilir. Bahsedilen deri ve kumaşın temas alanları kumaş ve derinin yüzey pürüzlülükleri tarafından belirlenir. Kumaş hammaddesinin higroskopikliği, ısıl kapasitesi veya iletkenliği ile tüm bu özelliklerin kumaşa yansıma oranını etkileyen kumaş yapısal özellikleri de bahsedilen transfer mekanizması üzerinde büyük oranda etkilidir. Farklı liflerin incelendiği çalışmalara bakıldığında, düşük higroskopikliğe sahip poliester gibi sentetik liflerin pamuk ve yüne göre daha sıcak hisler ortaya çıkardıkları tespit edilmiştir.

1.8.1.3 Subjektif Giyim Denemeleri ile İlgili Çalışmalar

Giysilerin termal konfor performanslarının belirlenmesi için kontrollü çevre şartlarında veya normal giyim ortamlarında çok büyük gruplarla veya az sayıda kişiden oluşan kişisel ve fizyolojik özellikleri benzer gruplarla subjektif giyim denemeleri gerçekleştirilmektedir. Bu metot uygulaması zor ve yüksek maliyetli olmasına karşın bir kumaş veya giysinin konfor performansı konusundaki ölçümlerin gerçeği hangi oranda yansıttığının belirlenebilmesi için tek yöntemdir. Literatürde farklı özelliklerdeki giysilerle yapılmış çok sayıdaki giyim denemesi ile ilgili çalışmada farklı çevresel şartlar (ortamın sıcaklık, bağıl nem ve hava hızı) ve aktivite seviyelerinde giysilerin termal konfor performanslarının belirlenmesine yönelik ölçümler yapılmaktadır. Bu ölçümler, kumaş ve giysi özelliklerinin yanında subjektif hislerle ilgili değerlendirmeleri ve vücutta meydana gelen fizyolojik değişimleri (deri

yüze ve mikroklima sıcaklıkları, rektal sıcaklık, mikroklima bağıl nemi, nabız oranı, terleme oranı, ter içeriğinin analizi, vb.) kapsar.

Subjektif giyim denemelerinde kişilerin algılarını ifade etmeleri için kullanılacak sıfatların belirlenmesiyle ilgili çok sayıda çalışma yapılmıştır. Miller (1996), bir kişinin zihninde aynı anda birbirinden bağımsız 5-7 olayı canlandırabildiğini iddia etmiştir. Diğer yandan Martens (1986), duyuşal verilerin analizinde, verilerdeki gerekli bilginin 1-3 farklı boyut tarafından kapsandığını ortaya koymuştur. Bu bulgulara dayanılarak, kişinin duyuşal algılarının 5-9 bağımsız boyuta indirgenebileceği sonucu çıkarılabilir (Wong, 2002). Bu sonuçtan yola çıkılarak, kişilerin termal konforla ilgili algılarının daha az sayıda grup altında toplanması gerektiği belirtilebilir.

Araştırmacılar giysilerin termal, rutubetle ilgili, dokunsal, tutum ve estetik özelliklerine dayanan birçok sıfat belirlemişlerdir. Li'ye göre (2001), tecrübelerden elde edilen bu veriler, araştırmalar için önemli bir kaynak olmakla birlikte sıradan tüketicilerin algılarını ifade etmek için kendi aralarında kullandıkları tanımlayıcı sıfatların da konfor değerlendirme çalışmalarında göz önünde bulundurulması gerekmektedir. Çalışmalar, farklı coğrafi bölgelerde yaşayan farklı insanlar için bu sıfatların farklılık gösterdiğini ortaya koymuştur. Tanımlayıcı sıfatların uygun konfor alt gruplarına göre sınıflandırılmasıyla ilgili bir çalışmada Li ve arkadaşları (1998), İngiltere, Çin ve Amerika'da yaşayan tüketicilerin giysilerle ilgili psikolojik duyuşal tepkilerini incelemişlerdir. Çalışma sonucu elde edilen sıfatlardan seçilen 26 adedini dokunsal, rutubetle ilgili, basınçla ilgili ve termal olmak üzere dört temel duyuşal algı grubu altında toplamışlardır. Ayrıca araştırma sonuçlarına göre farklı giysi grupları (yazlık, kışık ve sportif) için veya farklı coğrafi bölgelerden elde edilen tanımlayıcı sıfatlar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklar mevcuttur. Hollies ve arkadaşları (1965-1989), yaptıkları subjektif giyim denemelerinde, hafif veya ağır terleme durumunda ve terlemeyi takip eden hafif ısınma ve üşüme durumlarında kuvvetli duyuşal algıların ortaya çıktığını gözlemişlerdir. Giyim denemelerinde her deneğin bu tanımlayıcılardan birini kullanma veya yeni bir tanımlayıcı ekleme seçeneği bulunmaktadır. Sonuçta, en fazla kullanılan duyuşal tanımlayıcıların rahat

ve sıcak (snug), gevşek (loose), ağır (heavy), hafif (lightweight), sıkı (stiff), staticky (statik elektriklenme nedeniyle vücuda sarmalanan), sıvı absorblamayan (non-absorbent), soğuk (cold), soğuk ve nemli (clammy), yaş (damp), yapışkan (clingy), picky (karıncalandıran), pürüzlü (rough), tırmalayan (scratchy) olduğu gözlenmiştir. Araştırmacılar daha sonra uzun yıllar boyunca elde ettikleri verileri, non-parametrik blok analizi metodunu kullanarak dokunsal ve nemle ilgili olmak üzere iki grupta toplamışlardır. Li ve arkadaşlarının (1988) subjektif konfor algısı ile kumaş fiziksel özellikleri arasındaki ilişkileri ortaya koymak için yaptığı psiko-fizyolojik giyim denemelerinde farklı liflerden üretilmiş t-shirtler kullanılmıştır. Giyim denemelerinde, iki farklı çevre şartında 19 farklı duyuşal sıfat kullanılarak termal-ıslak, dokunsal ve basınçla ilgili olmak üzere konforun üç temel duyuşal bileşeni hakkındaki subjektif görüşler kaydedilmiştir. Araştırmacılar, kanonik korelasyon analizi metodunu kullanarak on fiziksel faktör ve üç psikolojik duyuşal faktör arasındaki ilişkileri incelemiştir (Wong, 2002).

De Dear ve ark. (1989) ortam havasının bağıl nemindeki değişimin termal konfor üzerindeki etkilerini termal manken ve giyim denemeleri aracılığıyla inceledikleri çalışmalarında, bağıl nem değişimlerine bağılı olarak sıvının yün giysiler tarafından absorbsiyon veya desorbsiyonu ile meydana gelen ısı değişimlerinin % 37-42 'sinin kişinin hissedilir ısı dengesi üzerinde etkili olduğunu ortaya koymuşlardır. Özellikle yünlü giysilerin giyildiği durumda deri yüzey sıcaklığındaki değişimin maksimum olduğunu gözlemişlerdir. Sonuçta, Gagge'in modelinin sabit çevresel şartlarda kişinin termal konfor durumunun açıklanması için yeterli olduğu, fakat değişken şartlar için bu modelin geçerli olamayacağı sonucuna varmışlardır (Li, 2001).

Searle'ün (1990) pamuklu, ipek ve polyester; poliamid ve karışımlarından üretilmiş elbise şeklindeki iç çamaşırlarının termal konfor performanslarını incelediği çalışmasının giyim denemeleri bölümünde elde edilen veriler ile hammadde, model ve aktivite seviyesinin termal konfor üzerindeki etkileriyle ilgili sonuçlar ortaya konmuştur. Ayrıca farklı liflerin ve özellikle modifiye poliamid liflerinin ter absorblama ve dokunsal açıdan özelliklerinin incelenmesi ile liflerin beklenen performansa sahip olup olmadıkları test edilmiştir. 54 katılımcıdan elde

edilen sonuçlarla kişilerin giysi performansları konusundaki ayıricılıkları ile ilgili anlamlı sonuçlara ulaşılmıştır.

Ha ve arkadaşlarının (1999) yaptığı çalışmanın amacı, kumaşların hava geçirgenliği ve nem absorpsiyon özelliklerinin deri yüzey sıcaklığı ve oluşan terin buharlaşmasına bağlı olarak mikroklima bağlı nem değerinin değişimi gibi fizyolojik parametreler üzerindeki etkilerinin araştırılmasıdır. Farklı geçirgenlik ve nem absorpsiyon özelliklerine sahip poliester ve pamuk giysilerle yapılan subjektif giyim denemelerinden elde edilen veriler, önkol testi ve termal manken ölçümlerinden elde edilen subjektif, fizyolojik ve objektif verilerle birleştirilerek kumaş özellikleri ve sahip oldukları termal konfor performanslarıyla ilgili sonuçlar ortaya konmuştur. Bu çalışma için elde edilen en ilginç sonuç, pamuklu giyside sırt bölgesindeki kumaş yüzey sıcaklığının PES giysilere göre yüksek olmasıdır. Kwon ve arkadaşları (1988) ise benzer bir çalışmada higroskopik ve hidrofobik yapıdaki kumaşların fizyolojik parametreler üzerindeki etkilerini farklı hava hız değerlerinde uyguladıkları subjektif giyim denemeleri ile incelemişlerdir.

Ruckman ve arkadaşları (1999), bir giysi sisteminin termal konforunun artırılması amacıyla yaptıkları çalışmalarında termal konforu etkileyen parametreler arasında müdahale edilebilecek tek parametrenin giysi sistemi özellikleri olmasından yola çıkmışlardır. Araştırmacılar gerçekleştirdikleri giyim denemeleri sonucunda su buharı geçirgenlik değerleri düşük kumaşlardan üretilmiş ceketlerin omuz ve yan dikişleri üzerinde oluşturulan fermuarlı açıklıkların zorlanmış taşınım nedeniyle sıcaklık artışını engellediğini tespit etmişlerdir. Çalışmada ayrıca termal konforun artırılması amacıyla piyasada satılan giysi modellerinde en fazla uygulanan açıklık türleriyle ilgili de bilgi verilmiştir. Araştırma sonucunda en yaygın kullanılan açıklık oluşturma yöntemlerinin vücudun farklı bölgelerinde oluşturulan fermuarlı açıklıklar olduğu, bunu sırttan havalandırma ve havalandırma cepleri uygulamalarının takip ettiği tespit edilmiştir.

Zhang ve arkadaşları (2002) giyim denemeleri ve kumaş fiziksel ölçümlerinden oluşan çalışmalarında, giysiyi oluşturan kumaşın hava geçirgenliği ve hava hızının

kişilerin fizyolojileri üzerindeki etkilerini araştırmışlardır. Fizyolojik değişimlerin belirlenmesi için yedi farklı vücut noktasından alınan deri yüzey sıcaklık değerleri, rektal sıcaklık, mikroklima sıcaklık ve bağıl nem değerleri, terleme miktarı ve laktik asit konsantrasyonu gibi parametreler incelenmiştir.

Barker'ın (2002), dokuma veya dokusuz yüzey ameliyat önlüklerini incelediği çalışması objektif ve subjektif ölçümleri içermektedir. Objektif kumaş ölçümlerini tasarladığı terleyen sıcak levha sisteminde gerçekleştirdiği çalışmanın giyim denemeleri bölümünde kişilerin genel konfor, sıcak/soğuk ve yumuşaklık hisleriyle ilgili değerlendirmeleri yedili skala kullanarak yapmaları istenmiştir. İncelenen giysi özelliklerini en iyi ifade eden 11 tanımlayıcı sıfat seçilmiştir. Bu tanımlayıcıların negatif olmaları tercih edilmiştir. Her bir sıfat ise ayrı ayrı beşli skala ile değerlendirilmiştir.

Cardello ve arkadaşlarının (2003), askeri giysilik kumaşların tutum özellikleri ile duyuşal ve mekanik özelliklerinin algılanan konfor üzerindeki etkilerinin belirlenmesi için yaptığı bir çalışmada, tüm giysi tipleri için güvenilir ve tekrarlanabilir sonuçlar verdiği belirtilen CALM skalası ortaya konmuştur. Skala, 'konforlu' ve 'konforsuz' sıfatlarının önüne getirilen tanımlayıcılarla sıfatların şiddetlerinin değiştirilmesiyle oluşturulmuştur. Belirlenen sıfatları kişilerin anlama düzeyinin belirlenmesi ve en çok kullanılan tanımlayıcıların seçilmesi için kişilerin karışık haldeki tanımlayıcıları (43 adet) sıralamaları istenmiş ve kişiler tarafından belirlenen sıra numarası varyasyonu en düşük tanımlayıcılar seçilerek daha küçük bir skala oluşturulmuştur. Çalışmada, farklı subjektif testler ve hazırlanan senaryolarla ilgili ortaya çıkan algıların CALM skalasıyla test edilmesiyle skalanın güvenilirliği de test edilmiştir. Tüketicilerden elde edilen tanımlayıcı sıfatlara dayanan veriler ve konforla ilgili veriler, kumaşların KESF ölçüm sonuçlarıyla birleştirilmiş ve çoklu regresyon analizleri ile tüketici konforunun subjektif ve objektif veriler vasıtasıyla tahmin edilmesi sağlanmıştır.

İstatistiksel olarak, faktör seviye sayısından daha az sayıda deneyle belirli bir faktörün etkisinin incelenmesi mümkün değildir. Bir konfor değerlendirmesinde

etkin faktörler ve bunlar arasındaki ilişkiler düşünülürse, kişiler tarafından değerlendirilmesi gereken sonsuz sayıda parametre ortaya çıkar. Genelde araştırmacılar faktör seviye sayısındaki bu fazlalıktan kaynaklanan sorunları çözmek için birçok insanın ortak tercihi olan ayırıcı sayılabilecek faktörleri seçmişlerdir. Bazı araştırmacılar da karmaşıklığı azaltmak için faktörleri rastgele seçmişlerdir. Bu kritik parametrenin değerlendirilmesinde kullanılan her iki yaklaşımın da eksik olduğu düşünülmektedir. Sonuç olarak bazı araştırmacılar bu faktörlerin mutlaka birlikte değerlendirilmesi gerektiğini düşünerek farklı değerlendirme panelleri ve teknikleri (anket formları, farklı numune tanımlamaları ve farklı psikolojik değerlendirme skalaları) kullanmışlardır. Bazı araştırmacılar da konforun güvenilir bir şekilde değerlendirilmesi için uzman panellerini kullanmışlardır. Bir uzman paneldeki problem, panelin tecrübe seviyesinin tanımlanmasıdır; eski deneyimlerin bugüne ne oranda katkısı olduğu ve değerlendirme anındaki durumunun farklılık göstermesidir (Kılınç, 2004).

Subjektif giyim denemelerinde materyal olarak genellikle doğal ve sentetik lif gruplarını temsil eden pamuk, yün ve poliesterin termal konfor performansları incelenmiştir. Bu liflerin en fazla kullanılan hammaddeler olmalarının yanında bu materyaller temsil ettikleri lif gruplarının performansları hakkında da büyük ölçüde fikir vermeleri termal konfor performansları arasındaki büyük farklılıklar nedeniyle ölçüm yöntemleri arasındaki ilişkilerin daha belirgin olarak ortaya çıkmasını sağlamaktadır. Bu çalışmalardan birinde Li ve arkadaşları (1992) polyester ve yünü tamponlama özellikleri açısından karşılaştırmak amacıyla gerçekleştirdikleri giyim denemeleri sonucunda vücudun üst kısmından kaybedilen ter miktarı açısından polyester ve yünün farklı olmadığını tespit etmişlerdir. Fakat yünün, oluşan teri polyestere göre daha fazla absorbladığı gözlenmiştir. Buna bağlı olarak kişiler yünden yapılmış giysiyi giydiklerinde daha az yapışkanlık ve daha yüksek sıcaklık hissettiklerini belirtmişlerdir. Giyim denemelerine göre belirlenen uygun sınır şartları kullanılarak bu duruma özgü bir birleştirilmiş ısı ve kütle transfer modeli geliştirilmiştir. Li ve Holcombe (1993) bir başka çalışmada ise poliesterden üretilmiş bir giysinin mikroklima bağlı nemini yünlü giysiye göre daha hızlı

yükselttiği gözlenmiştir. Terlemeden sonra ise giysi ve deri sıcaklık yükselmesinin yünde daha fazla olduğu gözlenmiştir (Wong, 2002).

Wong (2002) giysi konforuyla ilgili yapay sinir ağları ve bulanık mantık gibi yapay zeka teknikleri ile istatistiksel metotları kullanarak kapsamlı bir tahminleme sistemi geliştirdiği çalışmasında veri olarak farklı kumaş ve giysilerin fiziksel özelliklerinin objektif ölçüm sonuçları, farklı çevre şartlarında kişide oluşan fizyolojik ve psikolojik tepkiler ve kişinin subjektif duyuşsal tepkilerini kullanmıştır. Elde edilen tanımlayıcı sıfatları faktör analizi yöntemini kullanarak konfor alt gruplarına ayırmış ve sonuçta sportif giysilerde genel konfor değerlendirmesini etkileyen faktörlerin rutubet konforu, dokunsal konfor ve termal uygunluk konforu olduğunu belirtmiştir.

Z.Wang (2002), geliştirdiği dinamik ısı ve kütle transfer mekanizmasını ve vücuttaki termoregülasyon mekanizmasını içeren teorik modelinde gerekli verilerin eldesi ve sonucun gerçek verilerle uyumunun araştırılması için giyim denemeleri gerçekleştirmiştir. Giyim denemeleri sırasında deri ve kumaş yüzey sıcaklıkları ile kan basıncı, terleme oranı ve aktivitenin bitiminden sonra titremenin başlaması için geçen süre gibi fizyolojik özellikleri ölçmüştür.

1.8.2 Objektif Termal Konfor Değerlendirmeleri Konusundaki Çalışmalar

1.8.2.1 Tekstil Materyallerinde Meydana Gelen Isı ve Kütle Transfer Mekanizmalarıyla İlgili Çalışmalar

Kumaşlarda meydana gelen ısı ve kütle transferi mekanizmaları bu kumaştan üretilen giysinin termal konfor performansı üzerinde belirleyici bir etkiye sahiptir. Bu konudaki ilk çalışmalarda ısı ve buhar veya sıvı suyun vücuttan dış ortama transferi veya yapı içerisindeki dağılımını ayrı ayrı ele alan çalışmalar yapılmıştır. Fakat buharlaşma, yoğuşma gibi ısı ve kütle transferinin etkileşim içerisinde olduğu olayları da göz önünde bulunduran kapsamlı ve gerçeğe yakın teorik ve deneysel çalışmaların yapılabilmesi için ısı ve kütle transferinin birlikte ele alınması

gerekmektedir. Tasarlanan aparat ve cihazlarla kumaş içerisinde veya giysi sisteminin tümündeki transfer davranışları kumaş ve giysi sisteminin özellikleri de göz önüne alınarak pek çok teorik ve deneysel çalışma ile incelenmiştir.

İç çamaşırı kumaşlarının kalınlıkları ve termal dirençleri arasındaki ilişkiyi, yıkamanın etkilerini de göz önünde bulundurarak inceleyen Holcombe ve Hoschke (1983), düşük sıklığa sahip bu kumaş tipinde termal direncin başlıca kumaş kalınlığı tarafından belirlendiğini; lif özellikleri (termal iletkenlik, lif inceliği, paketlenme yoğunluğu) ve kumaş konstrüksiyonunun daha düşük oranlarda etkili olduğunu belirtmişlerdir.

Kumaşlardaki sıvı transferi, kapılar ıslanma ile buhar ve sıvı halindeki suyun difüzyonu mekanizmalarının kombinasyonu ile gerçekleşir. Kumaşlarda meydana gelen su buharı transferiyle ilgili yapılan çalışmalar sonucunda bu transfer prosesinin sadece hava geçirgenliğine bağlı olduğu, lif tipinden etkilenmediği ortaya çıkmıştır. Fakat bu sonuçlar, sabit şartlarda, yani kumaştan geçen su buharı oranının ve konsantrasyon gradyanının zamanla değişmediği varsayımıyla alınmıştır. Hollies'in konforla ilgili çalışmalarında su buharı transferinin sıvı transferinin önemli bir kısmını oluşturduğu ve sabit şartlardaki su buharı transferinin lif tipinden bağımsız olduğu belirtildiği için değişken su buharı transferinin sıvı transferi mekanizması için belirleyici bir faktör olduğu belirtilebilir. Şimdiye kadar, sabit şartlarda meydana gelen su buharı transferini ifade eden pek çok model ortaya konmuştur, fakat gerçek giyim şartlarında ortaya çıkan sıvı, atmosferik şartlar, vücut pozisyon ve hareketleriyle ilgili değişimler söz konusudur (Adler ve Walsh, 1984).

Su buharı transferini daha kapsamlı bir şekilde ele aldıkları çalışmalarında Gibson ve arkadaşları (2000), konveksiyon/difüzyon test metodunu kullanarak dokuma kumaş ve dokusuz yüzeylerin taşınım ve difüzyona dayalı gaz ve su buharı transfer özelliklerini incelemişlerdir. Bu metot daha önce Gibson ve arkadaşlarının (1995a, 1995b) ortaya koyduğu dinamik sıvı geçirgenlik hücresi (DMPC) prensibine dayanır. Düzenegın avantajı, çok küçük numuneler üzerinden ölçüm yapabilesidir (maks. 10 cm²). Konveksiyon/difüzyon test metodu, tek bir seferde gaz akış

direncinin ve su buharı difüzyon özelliklerinin belirlenebilmesini sağlar. Düzenek ayrıca transfer özellikleri konsantrasyona bağlı olarak değişen materyaller için de ayrı ayrı difüzyon veya hava geçirgenliği özelliklerinin belirlenebilmesine de imkan tanır ve test süresi açısından da avantajlar sağlar. Numunenin bir yüzeyindeki nitrojenin sıcaklık ve su buharı konsantrasyonu kontrol altında tutularak hücreden çıkan havanın sıcaklık, konsantrasyon ve akış oranı ölçülerek materyalin su buharı ve hava geçirgenlikleri belirlenebilmektedir.

Kumaşın ıslanma özellikleriyle ilgili yapılan çalışmalarda genellikle sıvının iplik içerisinde lif yüzeyi/sıvı arasındaki arayüzey (interfacial) kuvvetlerinin etkisiyle lifler arasındaki boşluklarda hareket ettiği kabul edilmiştir. Bu yüzden, ıslanma oranının lifin yüzey enerjisine ve iplik içerisindeki liflerin birbirlerinden ayrılma eğilimine bağlı olduğu düşünülmektedir. Fakat gerçekte tekstil materyallerinde lifler arasındaki boşluklar farklılık göstermektedir ve sıvı akış kanalı doğrusal bir yapıya sahip değildir (Yoon ve Buckley, 1984).

Adler ve Walsh'un (1984) çalışmalarında pamuklu, PES ve karışım dokuma ve örme kumaşlar arasındaki sıvı transferinin başlaması için gereken rutubet oranları belirlenmiştir. Ayrıca hidrofilik bitim işleminin PES kumaşın ıslanma davranışı üzerindeki etkileri de incelenmiş ve bu işlemin yüksek rutubet oranlarında ıslanmayı artırdığı gözlenmiştir. Bu işlemin, kumaş yüzeyine uygulandığı, liflerin kimyasal ve fiziksel özelliklerini değiştirmede için difüzyon ve absorpsiyon kapasitesi üzerinde çok küçük, ıslanma davranışları üzerinde ise büyük oranda etkili olduğu düşünülmektedir.

Benzer bir çalışmada Hes (1999) poliester, pamuk ve poliester/pamuk karışım kumaşlardan üretilmiş gömleklerin ani ıslanma davranışlarını incelediği çalışmasında gömleklerin termal temas konforlarının açıklanabilmesi için 'sıvı absorbtivitesi' olarak adlandırılan yeni bir parametre tanımlamış ve kumaş-deri arasındaki sıvı transferini ifade eden basit bir denklem ortaya koymuştur. Gömleklerin ıslatılması için kuru halde gömlek kumaşının termal kapasitesini etkilemeyecek şekilde çok ince bir kumaş kullanılmıştır. Bu kumaşın görevi, deriden ani ter boşalmalarını simüle

etmektedir ve bu amaçla belirli bir miktar sıvıyı absorblayarak homojen ve hızlı bir şekilde yayması gerekmektedir. Ölçümlerin subjektif giyim denemeleriyle de karşılaştırıldığı çalışma sonucunda, % 25-40 oranında klasik poliester içeren poliester/pamuk gömleklerin % 100 pamuklu gömleklerle benzer, hatta daha yüksek su buharı geçirgenliğine sahip olduğu, kuru halde daha fazla ‘sıcaklık hissi’ verdiği ve çok düşük bir farkla daha düşük sıvı absorpsiyon kapasitesine sahip olduğu tespit edilmiştir. Dahası, modifiye edilmiş özel poliester liflerinin kullanılmasıyla termal konforun daha da artırılacağı düşünülmektedir.

Güneşoğlu (2005) piyasada kullanılan kullanılan farklı örgülere sahip spor giysilik kumas tipleri ile Alambeta ve Permetest cihazlarını kullanarak yaptığı termal konfor parametre ölçümleri ile kumaşların ilk temasta oluşturdukları termal hisler ve ısı ve buhar geçirme özellikleri ile ilgili sonuçlar ortaya koymuştur. Kumaşların sıvı transfer özelliklerinin de dikey ve yatay ıslanma testleri ile incelendiği çalışmada kumaş fiziksel özellikleri ile geçirgenlik özellikleri arasındaki ilişkiler belirlenmiştir. İncelenen kumaş özelliklerinden termal absorbtivite ve termal iletkenliğin tahmin edilmesine yönelik bir yapay sinir ağı da çalışma kapsamında oluşturulmuştur.

Giysi konforunu temel alarak poliester, pamuk ve poliester/pamuk karışımı kumaşların termal transfer özelliklerini, yaptıkları objektif ve subjektif ölçümler vasıtasıyla inceledikleri çalışmalarında Yoon ve Buckley (1984), % 50/50 poliester/pamuk karışımı kumaşın sıvı transferi açısından % 100 pamuklu kumaşa yakın sonuçlar verdiğini belirtmişlerdir. Bu durumun iplik içerisindeki lif paketlenmesine bağlı olduğunu belirterek buhar halindeki suyun geçirgenliği söz konusu olduğunda, ‘nefes alabilir’ yapıların sadece pamukla özdeşleştirilmesinin doğru olmadığını iddia etmişlerdir. Pamukla karşılaştırıldığında PES kumaşın daha düşük su buharı direnci, termal direnç ve sıvı transfer özelliklerine sahip olduğu gözlenmiştir. PES’in termal direncinin, lifin kimyasal yapısı değiştirilmeden, lif paketlenme yoğunluğunun azaltılmasıyla artırılacağı düşünülmektedir fakat PES liflerinin sıvı transfer özelliklerini geliştirmenin sadece lif yüzeyinin kimyasal yapısının değiştirilmesiyle mümkün olduğu düşünülmektedir. Çalışmada poliester ve

pamukla ilgili farklılıklarla ilgili yorumlar yapılırken liflerin iplik kesitindeki yerleşimi de göz önünde bulundurulmuştur.

Long (1999) da farklı hammadde ve yapısal özelliklere sahip çift katlı örme kumaşlar üzerinde yaptığı deneyler sonucunda Yoon ve Buckley'in iddiasını destekleyen sonuçlar ortaya koymuştur. Araştırmacı ayrıca, çift katlı kumaşlarda kumaşın deriye yakın birinci katmanının hidrofob, ikinci katmanın ise hidrofil bir liften oluştuğu durumda maksimum kuruluk ve konforun elde edildiğini belirtmiştir. Bunun nedeni olarak da hidrofob lifin teri kapiler ıslanma hareketi ile dış katmana iletmesi, dış katmanın ise daha geniş bir ıslak bölge alanı oluşturarak daha hızlı buharlaşma sağlamasını göstermiştir.

D'Silva ve arkadaşlarının (2000) yaptığı çalışmada ortaya konan metot, 'gözenekli levha' yönteminin geliştirilmesiyle oluşmuştur ve yüksek aktivite sırasında ortaya çıkan ter miktarının simüle edilip kumaşın absorpsiyon ve ıslanma özellikleriyle ilgili fiziksel parametrelerin objektif ve eş zamanlı olarak ölçülmesini sağlar. Bu çalışmada kullanılan aparat temelde Jackson ve Roper'ın (1949) tasarladıkları ve sadece absorpsiyon kapasitesini ölçen aparatla benzerlik gösterir, fakat kullanılan numune alanı önceki çalışmada ıslak gözenekli levha alanına eşitken bu çalışmada alan, levha alanından büyüktür. Bu fark sayesinde, kumaşın levhanın altında kalan alanı doymuş hale geldikten sonra ıslanmanın başlaması mümkün olabilmektedir.

Frydrych ve arkadaşları (2002) yaptıkları çalışmada, pamuk ve Tencel'den üretilmiş kumaşların termal yalıtım özelliklerini karşılaştırmalı olarak incelemiştir. Sonuçta, Tencel iplikten dokunan kumaşın daha düşük ısı iletkenliği ve absorpsiyon değerleri verdiği gözlenmiştir. Bu kumaşların ısı difüzyon ve direnç değerleri ise daha yüksek ölçülmüştür. Her iki hammadde için de, kumaş örgüsünün termal özellikler üzerinde etkili olduğu gözlenmiştir. Her iki hammadde için de dimi örgünün maksimum, bezayağı örgünün ise minimum termal direnç değerleri verdiği gözlenmiştir.

Kim ve arkadaşları (2003) yüksek sıvı emme kapasitesine sahip farklı dokuma ve örme kumaşların sıvı emme davranışlarını inceledikleri çalışmalarında ölçümler için Gravimetrik Absorblama Test Sistemi'ni (GATS) kullanmışlardır. Sıvı transferini dinamik olarak eş zamanlı ve hassas bir şekilde incelemeye imkan tanıyan bu sistemle elde ettikleri sonuçlara göre optimum sıvı emme davranışına sahip kumaşların sıklık ve lif inceliği değerleri minimum, kalınlık ve gözenek büyüklüklerinin ise maksimum olması gerekmektedir. Dikey ıslanma testlerinin aksine kumaş kalınlığı boyunca gerçekleşen ıslanmayı ölçen sistemlerin daha gerçeğe yakın sonuçlar verdiğini belirten araştırmacılar daha önce ortaya konmuş birçok çalışma sonucunun aksine, farklı materyallerden dokunmuş çift katlı kumaşların sıvı emme davranışlarını etkileyen faktörün hammadde değil, kalınlık, sıklık, gözenek büyüklüğü gibi fiziksel özellikler olduğunu iddia etmişlerdir.

Li ve Wong (2006), kumaşın elektriksel temas direncindeki değişime dayalı olarak yatay ve kalınlığı doğrultusundaki sıvı transfer davranışlarının incelendiği ve genel sıvı ayar kapasitesinin hesaplandığı cihazla (MMT) elde edilen verilerin subjektif giyim denemeleri ile elde edilen ıslaklık değerlendirme sonuçlarıyla ilişkilerini araştırmışlardır. Sonuçta MMT ile elde edilen verilerden hesaplanan sıvı ayar kapasitesi ile subjektif giyim denemelerinin son bölümlerinde hissedilen nemlilik ve ıslaklık hisleri arasında anlamlı ilişkiler tespit edilmiştir.

Li ve arkadaşları tarafından geliştirilen MMT, aynı çalışma grubundan Yao ve arkadaşları (2006) tarafından tekrar ele alınmış ve cihazla ölçülen parametreler ve sıvı ayar kapasitesine göre kumaşların sınıflandırılması konusunda yeni yaklaşımlar ortaya konmuştur. Kumaşlar ıslanma periyodu, absorpsiyon oranı, maksimum ıslanma yarıçapı ve yayılma hızı parametrelerine göre 'ıslanmayan' ve 'çok hızlı ıslanan' arasında değişen beşli skala ile değerlendirilmiştir. Çalışma sonucunda kumaşın ıslanma karakteri, ölçülen parametreler ve hesaplanan genel sıvı ayar kapasitesinden oluşan bir parmak izi diyagramıyla gösterilmiştir. Böylece kumaşlar, farklı yönlerdeki dinamik transfer davranışlarına göre yedi gruba ayrılmıştır.

Ren ve Ruckman (2004) su geçirmez üç katlı kumaş yapılarının sıvı absorpsiyon davranışlarını, yoğunlaşmanın söz konusu olduğu durumlar için daha önceden ortaya

konan ısı ve kütle transferi teorileri ışığında incelemişlerdir. Çalışmada incelenen çok katlı yapı için sınır şartları belirlenmiş, kumaşın bazı fiziksel özelliklerinin değiştirilmesiyle (su geçirmez zarın kalınlığının veya dış kumaş katmanının inceltilmesi, dış katman veya zar tabakasının ortalama difüzyon katsayısının artırılması, vb.) kumaşın dış kısmındaki su buharı transferinin artırılacağı ve kumaş içerisindeki yoğuşmanın azaltılabileceği belirtilmiştir.

Tekstil materyallerinde sıvı veya buhar halinde suyun transferinin incelendiği çalışmaların bir bölümünde, yapının en küçük birimi olan lifler ile çevre havası arasında gerçekleşen kütle alışverişi incelenmiştir. Yün liflerinin su buharı absorpsiyon davranışlarını inceledikleri çalışmalarında Downes ve Markay (1958) ve Watt (1960) olayın iki aşamalı bir şekilde gerçekleştiğini ortaya koymuşlardır. Bunlardan birincisinin, hızlı gerçekleşen ve konsantrasyona bağlı olarak denge değerine kadar devam eden ve I. Fick Yasası'na uygun olarak gerçekleşen difüzyon, ikincisinin ise çok daha yavaş gerçekleşen, lif içerisindeki yapısal değişikliklere bağlı olan ve Fick Yasası'na uymayan difüzyon olduğunu belirtmişlerdir. Araştırmacılara göre belirtilen aşamaların toplam difüzyon olayındaki payları lifin ilk nem oranı ve absorpsiyonun seviyesine bağlıdır (Wang, 2002).

Wehner (1987), liflerin rutubet sorpsiyonunun kumaş içerisindeki hava boşluklarındaki rutubet akışı üzerindeki etkilerini incelediği çalışmasında iki matematiksel model ortaya koymuştur. Birinci modelde lif içerisindeki difüzyonun hızlı olduğu ve lifin rutubet oranının çevreleyen havayla dengede olduğu kabulünü yapmıştır. Bu durumda sorpsiyon olayındaki etkin kütle transfer direncinin su moleküllerinin havadan lif yüzeyine difüzyonuna karşı etkili olduğunu belirtmiştir. İkinci modelde ise lif sorpsiyon kinetiğinin Fick Yasası'na uygun olarak işlediği ve etkin kütle transfer direncinin suyun lif içerisindeki moleküler difüzyonuna karşı etkili olduğu kabulünü yapmıştır. Bu yüzden lifin rutubet içeriği lif yüzeyindeki havanın rutubet içeriğinden daha yavaş değişim gösterir. Bu modellerde rutubet sorpsiyonu ve bu olaya bağlı olarak ortaya çıkan ısı göz ardı edilmiştir. 1992'de yünlü kumaşlardaki birleşik ısı ve sıvı transferini açıklamak için yaptıkları çalışmada Li ve Holcombe, lifler için daha önce ortaya konan iki aşamalı sorpsiyon kinetiği

kurallarını esas alan bir difüzyon modeli geliştirmişlerdir. Daha sonraları bu model iki aşamalı difüzyon olayının uniform bir Fick Difüzyon denklemi ile ifade edilmesiyle daha da geliştirilmiştir. Bu denklem, sistemin dengeye gelmesi için geçen sürenin öncesinde ve sonrasında değişkenlik gösteren bir difüzyon katsayısına sahiptir. Bu geliştirilmiş model hidrofил ve hidrofob yapıdaki tüm lifler için geçerli hale getirilmiştir (Li, 2001).

Li ve Luo'nun (2000) farklı lifler üzerinde yaptığı benzer bir simülasyon çalışmasında da higroskopik lifler için iki aşamalı difüzyon olayının geçerli olduğu yönündeki iddia desteklenmiş, daha az higroskopik liflerde ise sabit bir difüzyon katsayısı ile tek aşamalı Fick Difüzyonu'nun geçerli olduğu belirtilmiştir. Ayrıca araştırmacılar farklı kumaşlar için hava rutubetinin kumaşa difüzyonunun hızlı, liflere difüzyonunun ise, birleşik ısı ve sıvı transfer mekanizmaları etkin olduğu için, daha yavaş bir olay olduğunu belirtmişlerdir.

Lif ile çevreleyen hava arasındaki rutubet alışverişini inceleyen araştırmacılar Lyons ve Vollers'a göre (1971) bu olay, rutubetin sıvı halde lif yüzeyinde bulunmasına veya buhar halinde iç kısımlarda depolanmasına göre farklılık gösteren karmaşık bir olaydır ve bu olayın anlaşılabilmesi için kumaşların kuruma davranışlarının incelenmesi gerekir. David ve Nordon (1969) ve Farnworth (1986) ise, liflerin sıvı içeriğindeki değişim oranı ile hava ve lifin bağıl nem oranları arasındaki ilişkileri incelemişlerdir King ve Cassie (1939, 1940), MacMahon ve Crank (1975), yün lifinin su buharı ve sıvı absorpsiyonu ve bu olay sonucunda meydana gelen ısı alışverişleriyle ilgili çalışmalar yapmışlardır. Tekstil materyalinin ortam atmosferiyle dengeye gelmesi için geçen süre, absorpsiyon kapasitesi ve bu özelliklerin bağlı olduğu parametrelerle ilgili sonuçlar ortaya koymuşlardır. Henry (1939, 1948), Shirley Enstitüsü'nde benzer bir çalışmayı pamuk balyaları üzerinde gerçekleştirmiştir (Li, 2000).

Barnes ve Holcombe (1996) giyim sırasında oluşan terin vücuttan uzaklaştırılması işlemini simüle etmek üzere farklı özellikteki kumaşlar üzerinde

yaptıkları çalışmada bir teorik model ortaya koymuşlar ve tasarladıkları sistem vasıtasıyla modelin doğruluğunu kontrol etmişlerdir.

Brownless ve arkadaşları (1996) havlı kumaşlarda sıvı sorpsiyonunun kumaşın termal direnci üzerindeki etkilerini de kumaş yapısını basitleştirerek ortaya koydukları model ve yaptıkları hassas fiziksel ve fizyolojik ölçümler vasıtasıyla incelemişlerdir. Sonuçta, bir kumaş içerisindeki sıvı kadar bu sıvının kumaştaki dağılımının da termal yalıtım özellikleri üzerinde etkili olduğu ortaya çıkmıştır.

Tekstil materyallerinin ve giysilerin termal fonksiyonları ve konforlarıyla ilgili teorik ve deneysel veriler ışığında tasarım ve geliştirmeler yapmak amacıyla farklı şartlar ve farklı özellikteki tek ve çok katlı kumaş ve giysi sistemleri için ortaya koyduğu modellerden oluşan kapsamlı çalışmasında Wang (2002) öncelikle tekstil materyallerinin izotropik yapıda olduğu kabulüyle radyasyon ve iletimle meydana gelen ısı transferi, kapiler sıvı hareketi, sıvı sorpsiyonu ve yoğuşma gibi çoklu olayların etkilerini göz önünde bulundurarak temel bir model ortaya koymuştur. Daha sonra bu modeli çok katlı anizotropik yapıdaki sistemlere uygun olarak modifiye etmiş, bu model sayesinde farklı materyallerden üretilmiş karmaşık yapısal özelliklere sahip çok katlı yapılarda meydana gelen transfer olaylarının daha kapsamlı bir şekilde analizinin ve fonksiyonel özelliklerin daha yüksek oranda yansıtılmasının mümkün olduğunu belirtmiştir. Çalışmanın son aşaması olarak bir termoregülasyon modeli de ortaya koyan ve ortaya koyduğu tüm modellerin doğruluğunu kumaşlar üzerinde yaptığı fiziksel ölçümler ve subjektif giyim denemeleri ile kontrol eden Wang, bu tür çalışmalarda genellikle karşılaşılan bir problem olarak lif düzeyindeki ölçümlerin zorluğundan bahsetmiştir. Çünkü ölçümler sırasında lif üzerinden ölçüm alınması için yapılan bir müdahale, kumaşların sıvı sorpsiyon davranışlarında ölçüm hatalarına neden olabilmektedir. Bu konuda bazı kabuller yapılarak materyale temas etmeden ölçüm yapan infrared ölçüm sistemleri kullanılmıştır.

Daha önceden ortaya konan dinamik birleşik ısı ve sıvı transferi modellerini kontrol edip geliştiren araştırmacılardan Li ve Zhu (2003) ve Dent (2001) sırasıyla,

gözenekli tekstil yapılarındaki sıvı difüzyonu olayının ve terlemenin başlangıcından itibaren ortaya çıkan mekanizmaların ayrıntılı analizlerini yaparak ortaya koydukları kapsamlı modeller ve fiziksel ölçümlerle gerçek giyim şartlarını büyük oranda simüle edebildiklerini belirtmişlerdir. Fohr ve arkadaşları (2002) da ısı ve kütle transferinde etkili parametreleri kapsamlı bir şekilde ele alarak ortaya koydukları tek boyutlu dinamik modelin doğruluğunun kontrolünü daha önce bu konuda yapılan deneysel çalışmalar vasıtasıyla gerçekleştirmişlerdir. Tasarladığı termal manken sistemi vasıtasıyla vücut hareketleri ve rüzgarın termal konfor üzerindeki etkilerini araştırdığı çalışmasında Qian (2005), etkili en önemli parametreler olarak termal yalıtım ve su buharı direncini izotropik ve anizotropik şartlar için tahminlemeye yönelik modeller ortaya koymuştur. Tasarlanan termal manken sistemiyle de modellerin doğruluğu kontrol edilmiştir.

Tek ve çok katlı kumaş sistemlerinin yanında tüm vücudu ve giysi sistemini ele alan termoregülasyon modelleri de uzun yıllardır üzerinde çalışılan bir konudur (Mitchell, 1972; Hensel, 1973; Gagge, 1977; Wenner, 1977; Hayward, 1977; Stolwijk, 1977; Li, 1998). Kumaştan yola çıkılarak giysi sisteminin ve vücudun fizyolojik tepkilerinin de göz önünde bulundurulduğu bu çalışmalar, ısı ve kütle transferiyle ilgili yapılan çalışmalar içerisinde, termal konforla ilgili daha kapsamlı ve gerçeğe yakın sonuçlar verdiği için bir ileri aşama olarak kabul edilebilir. Bu konudaki temel çalışmalardan biri olarak kabul edilen Gagge ve arkadaşlarının (1971) ortaya koyduğu iki düğümlü termoregülasyon modelinde vücudun, merkez ve deri olarak iç içe geçmiş iki katmandan oluştuğu kabul edilmiştir. Deri, m_{sk} kütlesine sahip ince bir katman olarak, vücudun iç kısmı ise m_{cr} kütlesine sahip merkezi bir çekirdekle temsil edilmiştir. Vücudun toplam kütlesi (m), bu iki kütle değerinin toplamına eşittir (Li, 2001).

Simile (2004) kumaşların genel kapilar ıslanma performansını belirlemek üzere ortaya koyduğu metotta yatay ve dikey kapilar ıslanma test yöntemleri birleştirilmiştir. Geliştirilen yöntemde daha önce ortaya konan yöntemlerdeki dezavantajların ortadan kaldırılması amaçlanmış ve sonuçta kapilar basınç ve geçirgenliğin gözenekli yapılar için gözeneklerin doygunluk oranına bağlı olarak

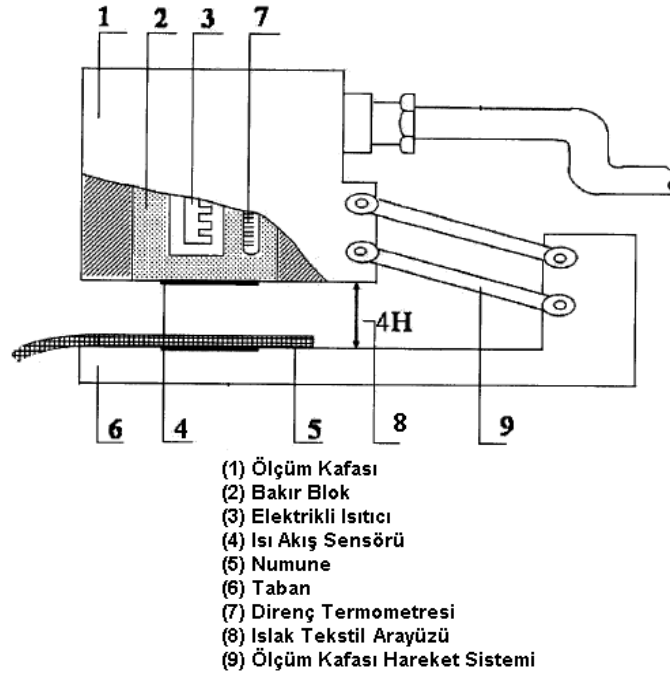
değişen özellikler olduğunu tespit etmiştir. İnşaat mühendisliğinde sıkça kullanılan bir kurala göre belirli yüksekliklerdeki doyunluk değerlerinden kapılar basınç ve geçirgenlik değerleri teorik olarak Darcy Yasası ve Lucas Washburn Denklemi kullanılarak hesaplanmıştır.

1.8.2.2 Terleyen Sıcak Levha Sistemleriyle (Deri modelleri) İlgili Çalışmalar

Son kullanım alanı için giysi sisteminin uygunluğunun ve fonksiyonel tasarımının etkinliğinin bir ölçüsü olarak kabul edilen termal ve su buharı direnç değerleri giysi termal konfor performansının belirlenmesinde en yaygın olarak kullanılan parametrelerdir. Bu özelliklerin belirlenmesi için ‘deri modeli’ olarak da adlandırılan terleyen sıcak levha sistemleri tasarlanmış ve sabit şartlarda termal ve su buharı direnç değerlerinin belirlenmesi için ölçümler yapılmıştır. Ölçüm prensibi aynı olmak şartıyla farklı araştırmacıların tasarladıkları çok sayıda sistem mevcuttur fakat bunlar içerisinde en fazla kabul göreni Hohenstein Enstitüsü’nün tasarladığı deri modelidir. Üretici firmalara ürünlerinin termal ve su buharı direnç değerlerinin belirlenmesi için laboratuvar hizmeti de veren enstitü dünyada bu konudaki ölçümler için bir referans olarak kabul edilebilir.

Kumaşlara temas sırasındaki termal hislerin belirlenmesi için Kawabata ve arkadaşları (1985) tarafından tasarlanan KES FB7 Termolabo Cihazı’ndan yola çıkarak benzer bir sistem Barker (2002) tarafından geliştirilmiştir. Bu sistem üç bölümden oluşmaktadır; kontrollü çevre şartlarına sahip bir ortam, deri veya vücudun ısı kaybını simüle eden bir aparat ve bilgisayar destekli bir analiz sistemi. Bu sistemde ısı ve sıvı transferi konfor indisleri, termal yalıtım, su buharı geçirgenlik indeksi ve tahminlenen termofizyolojik konfor limitleri gibi parametreler yapılan ısı transferi ölçümleri vasıtasıyla hesaplanmaktadır. Bu çalışmadaki sistemle vücutta ortaya çıkan ısıya bağlı olarak konfor limitlerinin belirlenebilmesi için Woo ve Barker’in daha önce (1988) ortaya koydukları modelin kullanılması gerekmiştir. Model, giysi konforunun sağlanması için gerekli olan birinci şarta, yani ortaya çıkan net metabolik ısının giysiler aracılığıyla vücuttan uzaklaştırılması prensibine dayandırılmıştır.

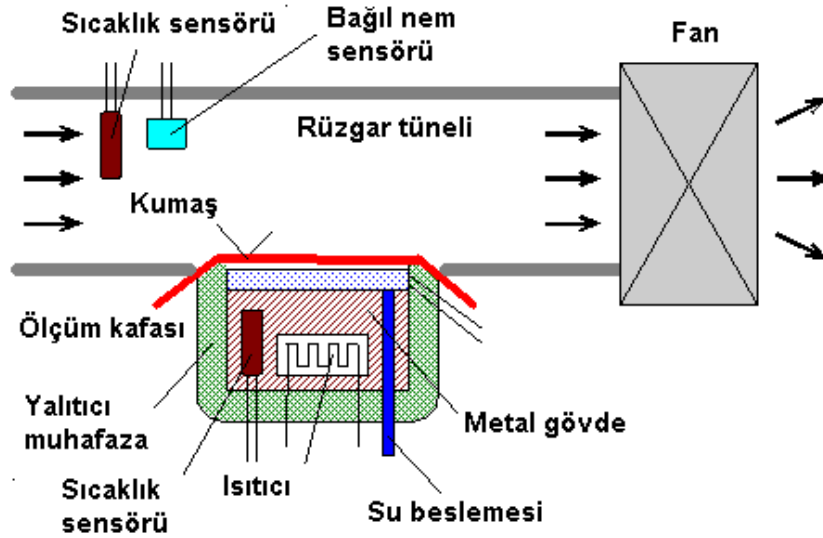
Kumaşların ısı ve sıvı transfer mekanizmalarının ölçümüyle ilgili geliştirilmiş bir diğer sistem de Hes ve arkadaşlarının geliştirdiği 'Alambeta Termal Parametre Değerlendirme Sistemi'dir. Alambeta, Lee'nin geliştirdiği diske benzer prensiple, deriyi simüle eden ısıtılabilen alüminyum bir levha çifti ve alt levhada bulunan bir dizi sıcaklık ölçerden oluşur. Kumaş, levhalar arasına yerleştirilir ve ısı akışı, alt levhadan sıcaklık ölçerlerin bulunduğu üst levhaya doğru olur. Ölçüm kafası olarak adlandırılan üst levha, kumaş yüzeyine minimum basınç uygular. Cihaz vasıtasıyla kumaşların ısı direnci, ısı yayılması, absorpsiyonu (sıcak/soğuk hissiyle ilgili) ve kalınlıkları ile kumaştan geçen maksimum ısı akışı ölçülebilir (Brownless ve ark., 1996). Şekil 1.26'da Alambeta Cihazı şematik olarak gösterilmiştir.



Şekil 1.26 Alambeta Termal Parametre Değerlendirme Sistemi

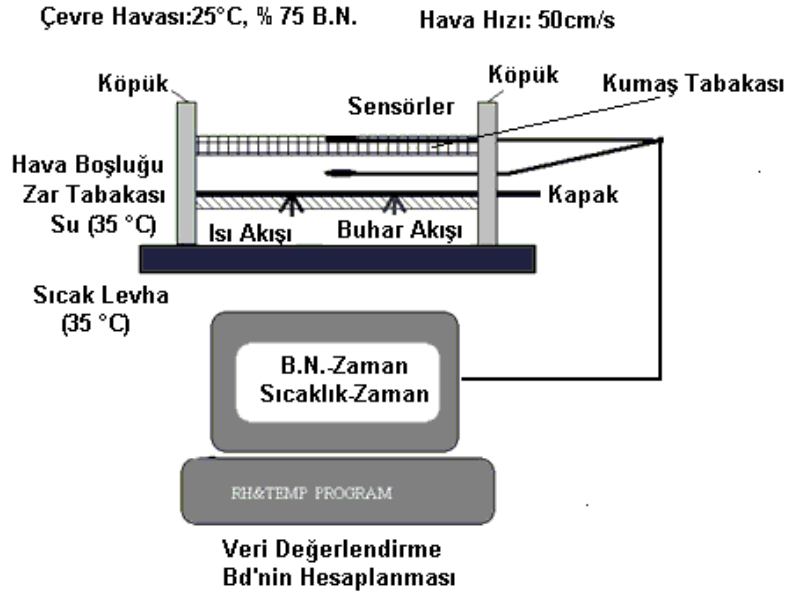
Dolezal ve Hes'in (2003) geliştirdiği bir diğer termal parametre ölçüm sistemi de termal ve su buharı direnç değerlerinin ölçümü için kullanılan Permetest'tir (Şekil 1.27). Deri-kumaş arasındaki etkileşimi simüle etmek üzere tasarlandığı için deri modeli olarak da adlandırılan sistemde levha yüzeyi vücut yüzeyine benzetilmek üzere eğimli olarak tasarlanmıştır. Test edilecek kumaşla sıcak levha arasında bir hava tabakasının bırakıldığı sistemin üst kısmında belirli hava hızlarının

oluşturulabildiği bir rüzgar tüneli mevcuttur. Sistemde test kumaşının bulunmadığı ve bulunduğu durumlarda kaydedilen ısı akış değerlerinden hesaplanan geçirgenlik değerlerinin oranlanmasıyla bağıl su buharı geçirgenliği değeri belirlenebilmektedir. Ayrıca sisteme nefes alabilir bir yüzeyin yerleştirilmesiyle kumaşın ısı ve su buharı direnç değerleri de belirlenebilmektedir



Şekil 1.27 Permetest (Dolezal ve Hes, 2003)

Barker'ın (2002) tasarladığı bir başka sistemde, çevre şartları belirli bir hazne içerisindeki ağız kapalı bir difüzyon hücresi vasıtasıyla anlık buhar basınç farkı oluşturulmaktadır. Belirli bir hızda sabit hava akımının da oluşturulduğu sisteme bağlı olan yüksek hassasiyetli ve eş zamanlı ölçümler yapabilen sıcaklık ve bağıl nem sensörleri vasıtasıyla ortamdaki sıcaklık ve bağıl nem değerleri kaydedilebilmektedir. Bahsedilen difüzyon hücresi ısıtılabilen bir sıvı kaynağı, üç katlı, su buharı geçirgenliğine sahip nefes alabilir zar tabakası, bir kapak ve ölçüm sensörlerinden oluşur. Şekil 1.28'de görülen sistemde bulunan kapak, sıcaklık ve bağıl nem farklarının oluşturulabilmesi ve belirlenen şartlarda belirli süre ölçüme devam edilebilmesi için gereklidir. Bu bölüm, kişi kuru haldeyken herhangi bir sebeple terlemesi sonucu deri-giysi-çevre sisteminde meydana gelen değişimlerin simüle edilmesi amacıyla tasarlanmıştır.



Şekil 1.28 Dinamik terleyen levha sistemi (Barker, 2002)

$S_{2,5}$: Ter artırımı başladıktan (sistemdeki kapak açıldıktan) sonraki 2. ve 5. dakikalarda zar tabakası-kumaş arasındaki hava tabakasının bağıl nem değerleri,

DRH_{max} : Ter artırımı başladıktan sonra zar tabakası-kumaş arasındaki hava tabakasının bağıl neminin en yüksek değeri,

T_d : Ter artırımının bitişini takiben zar tabakası-kumaş arasındaki hava tabakasının bağıl neminin sabitlenmesi için geçen süre.

Su buharı ayar performansı iyi olan bir kumaş, yukarıda açıklanan parametreler için minimum değerleri vermelidir. Kumaşın buhar absorblama karakteri 'su buharı regülasyon indeksi' ile (21) numaralı denklemde ifade edilmiştir:

$$B_d = \frac{D}{S_2 DRH_{max} T_d} \quad (21)$$

burada D, B_d değerinin belirli bir oranda yükseltilebilmesi için kullanılan bir sabittir (1000).

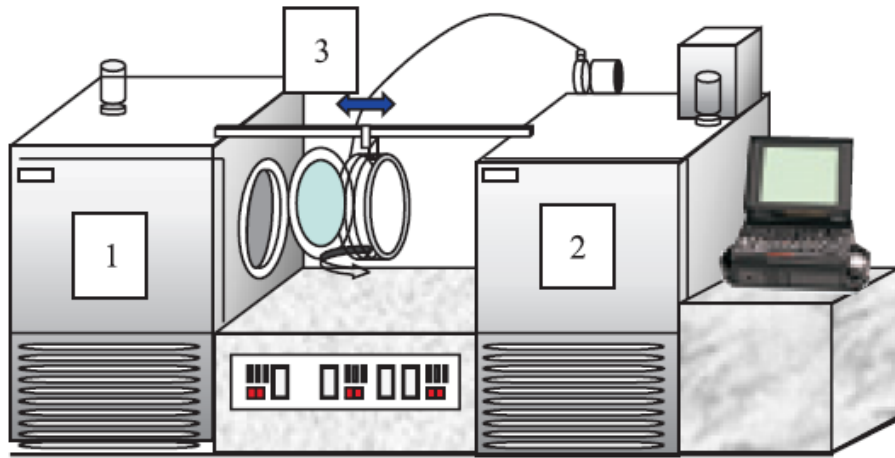
Prahsarn ve arkadaşları (2005) daha sonraları geliştirdikleri dinamik terleyen levha sisteminin performansını yaygın olarak kullanılan standart test metotlarıyla karşılaştırmak amacıyla bir çalışma yapmışlardır. Bu çalışmada farklı konstrüksiyonlara sahip poliester kumaşların kullanılmasıyla ASTM E96B dikey kap su buharı geçirgenlik metodu ve terleyen sıcak levha sistemi ile hesaplanan su buharı

geçirgenlik oranı (MVTR), ve ısı direnç (R_{et}) değerleriyle geliştirdikleri dinamik terleyen levha sistemiyle ölçtükleri mikroklima dengeye gelme süresi arasındaki ilişkiler incelenmiştir. Çalışmada, sabit şartlarda ölçümlerin yapıldığı iki standart metot ve gerçeğe daha yakın dinamik ortam şartlarının simüle edilebildiği yeni metotla elde edilen verilerle kumaş fiziksel özellikleri arasındaki ilişkilerle ilgili sonuçlar ortaya konmuştur.

Wang ve Li (2005) de kumaşa meydana gelen dinamik ısı ve sıvı transferiyle ilgili ölçümler yapmak üzere bir cihaz geliştirmişlerdir. Terleme durumunda deri-kumaş arasında kalan ve mikroklima denilen hava tabakasında meydana gelen transfer mekanizmalarının simülasyonu amacıyla geliştirilen cihazdan elde edilen eğrilerden yola çıkılarak kumaşların ısı ve sıvı transfer özelliklerinin tespiti için ‘ısı ve sıvı oranı’ ile ‘bağıl termal difüzyon oranı’ olarak adlandırılan parametreler hesaplanmıştır. Sonuçta, bu iki parametre vasıtasıyla gizli ve belirgin terleme durumları için kumaşların ısı ve sıvı transfer davranışları açıklanabilmektedir. Bu iki indisin hesabı, Barker’ın (2002) ortaya koyduğu ve bu çalışma kapsamında da üretilen dinamik terleyen levha sistemine benzer şekilde mikroklimadaki bağıl nem-sıcaklığın maksimum değerleri ve bu değerlerin dengeye gelme süresine bağlı olarak yapılmaktadır. Cihaz deriyi simüle eden bir yüzey, sıcaklık-bağıl nem sensörleri ve su besleme sisteminden oluşmaktadır ve kontrollü çevre şartlarının oluşturulabildiği bir ortama yerleştirilmiştir. Dinamik şartlarda ölçüm yapan diğer cihazlardan farklı olarak kumaşın sıvıyla teması sıvının kumaşa enjekte edilmesiyle sağlanmaktadır. Çalışmada ayrıca objektif olarak ölçülen parametreler ile giysi üzerine sıvı enjekte edilmesi ile hareketsiz olarak gerçekleştirilen subjektif giyim deneme sonuçları arasındaki ilişkiler de incelenmiştir.

Kim ve arkadaşları (2006) dinamik şartlarda insan-giysi-çevre sisteminde meydana gelen ısı ve kütle transfer mekanizmalarını simüle etmek üzere bu konuda geliştirilen yatay modellerden farklı olarak insan-giysi-çevre simülatörü olarak adlandırdıkları bir dikey deri modeli geliştirmişlerdir (Şekil 1.29). Geliştirilen sistemde farklı ortam şartlarının sağlandığı iki bölüm arasındaki hareketli test levhası vasıtasıyla farklı ortam şartlarının, kumaş özelliklerinin ve hareketle ortaya çıkan

hava akışının ısı ve kütle transferi üzerindeki etkileri incelenebilmektedir. Araştırmacılar, ortaya koydukları sistemin daha önce geliştirilen sistemlere göre daha fazla ortam şartını simüle edebilmesiyle özellikle aşırı soğuk ve sıcak şartlarda kullanılan fonksiyonel giysilerin testlerinde daha iyi sonuçlar verdiğini belirtmişlerdir. Ayrıca levhanın dikey olmasının da gerçeği simüle etme açısından bir başka avantaj olduğunu belirtmişlerdir. Sistemdeki test levhası bir sıcak levha ve onu kaplayan sıvının yayılmasını sağlayan bir kaplamadan oluşmaktadır. Sistemde, araya yerleştirilen sıcaklık ve bağıl nem sensörleriyle birden fazla katmandan oluşan sistemlerin de transfer davranışları incelenebilmektedir ve farklı giysi tasarımlarına uygun olarak katmanlarda açıklıklar oluşturulabilmektedir. Sistemde ayrıca aynı anda iki farklı ortam oluşturulabildiği için sıcaklığa uyum gösteren kumaşlardaki endotermik ve exotermik olayların incelenmesinin de mümkün olduğu belirtilmiştir. Şekil 1.29'da şematik olarak gösterilen sistemde (1) ve (2) numara ile gösterilen kısımlar sırasıyla soğuk ortam (-30 °C-18 °C) ve sıcak ortam (10°C-50 °C), (3) numara ile gösterilen kısım ise deriyi temsil eden tabaka ve kumaş numunesinin yerleştirildiği kısımdır.



Şekil 1.29 İnsan-giysi-çevre simulatörü (Kim ve ark., 2006)

1.8.2.3 Termal Maneken Sistemleriyle İlgili Çalışmalar

İnsan vücudunu simüle etmeleri nedeniyle giysi sistemlerinin termal özelliklerinin objektif olarak test edilebildiği en gelişmiş sistemler olarak kabul edilen termal maneken sistemleri günümüzde teknolojinin sağladığı olanaklarla hareket edebilme, gerçeğe yakın terleme oranları, ve nefes alma fonksiyonlarına sahip olabilmektedir. Tasarlanan mankenlere terleme fonksiyonunun kazandırılabilmesi için bu konudaki ilk çalışmalarda manken yüzeyinin sıvı absorbe eden bir tabakayla kaplanması ve bu tabakaya çeşitli yöntemlerle sıvı beslenmesi metodu uygulanmıştır. Farklı araştırmacılar veya laboratuvarlar tarafından tasarlanan termal manekenler bakır, plastik, su geçirmeyen nefes alabilir kumaş gibi farklı materyallerden üretilmiş, terleme ve deri yüzey sıcaklığı için bağımsız olarak kontrol edilebilen bölümler oluşturulmuştur. Son yıllarda hesaplama ve görüntü işleme teknolojilerindeki ilerlemelerle termal maneken verilerinin kullanımıyla tüm giysi sistemi için ısı ve kütle transfer modelleri geliştirilmektedir (Li ve ark., 2000; Buxton ve ark, 2001). (Li ve Wong, 2006).

Uzun yıllar boyunca termal manekenlerle ilgili çalışmalar iki yönde ilerlemiştir. Birincisi bilimsel amaçlarla hassas ölçümlerin alınabildiği ve insan vücudunu mümkün olduğunca simüle edebilmek için oldukça yüksek maliyetlere sahip sistemlerdir. Diğer yandan, tekrarlanabilir sonuçların alınabildiği, işletmeler tarafından veya basit uygulamalarda kullanılan düşük maliyetli genellikle hareketsiz sistemler de üretilmiştir. Giysi termal özelliklerinin belirlenmesinin yanı sıra manekenler farklı ortam şartlarının vücut üzerindeki etkilerinin belirlenmesi için de kullanılır.

Termal maneken sistemleriyle ilgili dünyanın farklı yerlerinde çalışan araştırmacıların kaydettikleri gelişmeler ve elde ettikleri ölçüm sonuçları sadece termal maneken teknolojisi konusunda düzenlenen etkinlikler vasıtasıyla paylaşılmakta ve bu sistemlerle yapılan ölçümlerin doğruluğu ve karşılaştırılabilirliği tartışılmaktadır. 1997 yılında Avrupa'da düzenlenen bir termal maneken seminerinde çalışmalarını sunan farklı araştırmacılar (Nilsson, 1997; Redartier, 1997; Weder,

1997; Meinendar, 2001; Holmer, 2001) tasarladıkları termal manken sistemleriyle çok farklı giysiler üzerinde farklı çevre şartlarında yaptıkları ölçümlere dayanarak paralel ve seri direnç hesaplama yöntemleri ve farklı manken konstrüksiyonlarıyla ilgili sonuçlar ortaya koymuşlardır.

Japonya’da bir araştırma enstitüsü ve üretici firmaların ortak projesi kapsamında üretilen manken TARO, eski nesil mankenler arasında terlemenin deriyi temsil eden tabakanın altına belirli basınçta buhar pompalanması ile sağlandığı tek sistemdir. Manken vücudunun 10 ayrı bölüme ayrıldığı sistemde çok farklı oranlarda terleme doymuş buharın mankene beslenmesi için gereken hava basıncının değiştirilmesiyle sağlanabilmektedir (Dozen ve ark., 1989).

Tamura’nın (2006) farklı amaçlarla kullanılmak üzere tasarlayıp ürettiği terleyen termal manken JUN’un gövdesi plastik üzerine özel bir kaplamadan üretilmiştir ve vücut bağımsız kontrollü 17 bölüme ayrılmıştır. Ter salınımını sağlayan 180 adet gözenek ve termografla kontrol edilebilen farklı vücut sıcaklık bölgeleri bu sistemle sağlanabilen fonksiyonlardır.

Konarska ve arkadaşlarının (2006) tasarladıkları termal manken sistemi DIANA çevresel şartların yalıtım ve direnç değerleri üzerindeki etkilerinin yanı sıra elektriksel gücün manken gövdesine aktarılması yani manken yüzeyinde sıcaklığın homojen olduğu veya farklı olarak ayarlandığı durumların termal yalıtım üzerindeki etkilerinin incelenmesi amacıyla kullanılmıştır. Materyal olarak soğuktan koruyucu giysilerin incelendiği çalışmada 16 manken bölgesinin sıcaklığı iki farklı şekilde ayarlanmıştır. Birincisinde tüm vücut sıcaklığı homojen tutulurken ikinci durumda sıcaklık değerleri vücuttan meydana gelen kuru ısı kayıplarına bağlı olarak belirlenmiştir. Daha sonra Konarska ve arkadaşları (2007) medikal önlüklerle ilgili tasarladıkları termal manken sistemi ile elde ettikleri yalıtım değerlerini uyguladıkları subjektif denemeler sırasında hesaplanan yalıtım değerleriyle karşılaştırmışlar ve denemeler sonucu hesaplanan yalıtımın manken sistemiyle hesaplanandan % 13 daha yüksek olduğunu tespit etmişlerdir. Kişiler üzerinden alınan ölçümlerle yalıtım hesabı, vücuttan meydana gelen kuru ısı kayıplarını dikkate

alan termal denge denklemine göre yapılmıştır. Termal denge denklemindeki buharlaşmayla meydana gelen ısı kayıpları ise solunum sırasındaki oksijen tüketimi ve karbondioksit emisyonu kullanılarak hesaplanmıştır.

Anttonen (2002) Subzero Projesi kapsamında termal mankenler üzerinden statik ve hareketli halde ölçülen değerlerle hesaplanan yalıtım değerleri ve farklı laboratuarlardaki ölçüm sonuçları arasında yalıtımın giysi sisteminin tümünde homojen bir dağılım gösterdiği durumda önemli bir fark olmadığını tespit etmiştir. Termal mankenlerin içerisinde bulunduğu haznenin hava hız ve yönünün yalıtım üzerindeki etkileriyle ilgili araştırmasının sonucunda da Anttonen, baştan aşağı doğru bir akışın önden gelen havaya göre yalıtım üzerinde iki kat daha etkili olduğunu tespit etmiştir. Subzero Projesi'nin sıvı absorpsiyonunun giysinin yalıtım değerleri üzerindeki etkilerinin incelendiği bölümünde, sıvı absorpsiyonuna bağlı olarak yalıtım değerindeki azalma miktarının giysi sistemi ve çevre havasının özelliklerine bağlı olduğu ve termal manken testlerinde yüksek ter oranlarında genellikle düşük ter oranlarına göre daha az buharlaşma gözlemlendiği belirtilmiştir.

Barker'ın çalışmasında (2002) tasarlanıp üretilen termal manken son nesil termal mankenler arasında hassas ve tekrarlanabilir ölçümlerin alınabildiği gelişmiş sistemlerdendir. Manken, 18 adet bağımsız olarak kontrol edilebilen bölümden oluşmaktadır ve üzerinde ter bezlerini simüle etmek üzere 187 adet bağımsız olarak kontrol edilebilen sıvı kaynağı vardır. Eklem yerlerindeki bağlantılar sayesinde farklı hareketleri yapabilmeye özelliğine sahip sistemde ısı ve nem kaybı devamlı olarak tüm giysi sistemi için, farklı çevre şartları ve aktivite düzeyleri için kaydedilebilir.

Fan ve Qian'ın (2004) geliştirdikleri terleyen manken Walter'da ise diğer sistemlerden farklı olarak ısı ve su buharı direnç değerleri için ölçümler tek aşamada yapılabilmektedir. Walter'ı geliştiren çalışma grubundaki araştırmacılardan Chen ve arkadaşları (2003) yaptıkları ölçümlerle terlemenin termal yalıtım üzerindeki etkilerini incelemişlerdir. Sonuçta, düşük ve yüksek terleme oranlarında yalıtımın giyside biriken sıvı miktarına bağlı olarak % 2-8 oranında azaldığı tespit edilmiştir. Aynı gruptan bir araştırmacı olan Qian (2005) ise Walter üzerinde yaptığı

değişikliklerle termal konfor üzerinde etkili en önemli parametreler olarak termal yalıtım ve su buharı direncini tahminlemeye yönelik modeller ortaya koymuştur. Hava hızı ve yürüyüşten kaynaklanan hava akımının taşınımıyla meydana gelen ısı transferi üzerindeki etkileri giysi özellikleri de göz önünde bulundurulacak şekilde bir regresyon bir de fiziksel olmak üzere iki model vasıtasıyla ifade edilmiştir. Ayrıca mankenin üzerinde giysi bulunmadığı durumda yapılan ölçümler sonucu, terleyen ve kuru mankenlerin yüzey yalıtım değerleri ve bu yüzey hava tabakası için izotermal ve izotermal olmayan şartlarda ölçülen su buharı direnç değerleriyle ilgili de sonuçlar ortaya konmuştur. Walter Şekil 1.30'da hareketli halde görülmektedir.



Şekil 1.30 Terleyen termal manken sistemi Walter (Qian, 2005)

Fukazawa ve arkadaşlarının (2004), tasarladıkları termal manken sistemi KEM 17 adet bağımsız kontrol edilebilen bölümden oluşan, yüzeyi su buharı geçirgenliğine sahip katı bir materyalden oluşan hareketli bir termal mankendir.

Farklı özelliklerdeki soğuktan koruyucu giysilerin soğuk ortam şartlarında farklı terleme oranlarına bağlı olarak ortaya çıkan deri ıslaklık değerlerinin (ortalama ağırlıklandırılmış değer) termal ve su buharı direnç değerleri üzerindeki etkilerini incelemiştir. Ayrıca çalışmada, giysi sisteminde çevre şartlarına bağlı olarak meydana gelen yoğuşmanın dağılımı da incelenmiş, elde edilen sonuçlar daha önceden ortaya konmuş analitik yöntemle göre hesaplanan değerlerle karşılaştırılmıştır.

Daha önceden termal mankenlerden farklı giysiler için elde edilen verilerin kullanılmasıyla bölgesel yalıtım değerlerinin belirlenmesine yönelik bir metodun geliştirildiği çalışmada (Nelson ve ark., 2005) tüm vücudun ısı transfer mekanizmasının teorik olarak açıklanması amaçlanmıştır. Bölgesel yalıtım değerlerinin belirlenmesi, hissedilir ısı alışverişini açıklayan yüksek çözünürlüklü modellerin geliştirilmesi açısından oldukça önemlidir. Bu çalışmada yöntem olarak bilgisayar destekli tasarım (CAD) ve termal analiz yazılımı kullanılmıştır. 106 giysi kullanılarak elde edilen bölgesel yalıtım değerleri bilgisayar destekli modellerle doğrulanmıştır. Elde edilen sonuçların, hacim veya alan tabanlı modeller yardımıyla tüm vücut için geliştirilecek bir transfer modelinde kullanılabileceği belirtilmiştir.

BÖLÜM İKİ

MATERYAL VE METOT

2.1 Materyal

Çalışma kapsamında objektif ve subjektif termal konfor değerlendirmelerinde farklı özelliklerdeki örme kumaşlar incelenmiştir. Dinamik terleyen levha sistemi ile kumaş halinde, termal manken sistemi ve giyim denemeleri ile de giysi olarak termal özellikleri belirlenen farklı özelliklerdeki kumaşların hammaddeleri ve fiziksel/yapısal özellikleri Tablo 2.1’de verilmiştir. Tablo 2.1’de verilen 17 kumaştan 1-5 arasında koda sahip olanlar tüm testler için kullanılmış, 1-10 arasındakiler önkol testi için, 5-9 arasında koda sahip olanlar dışındakiler ise dinamik terleyen levhada yapılan ölçümler için kullanılmıştır.

Tablo 2.1 İncelenen kumaşların fiziksel özellikleri

Kod	Hammadde	İplik Numarası (tex)	Örgü	Çubuk-sıra/cm	Kumaş Gramajı (g/m ²)	Kumaş Kalınlığı (mm)	Kumaş Yoğunluğu (g/cm ³)
1	% 100 Poliester	11	Jakarlı interlok	8-21	189,3	0,75	0,25
2	% 100 Poliester	8-11 (arka-ön)	Çift yüzlü interlok	16-22	183,6	0,60	0,31
3	% 70-30 Pamuk-Poliester	79-17 (Pamuk-Poliester)	Çift yüzlü interlok (iç yüzü poliester, dış yüzü pamuk)	8-11 (ön) 16-20 (arka)	459,9	1,44	0,32
4	% 95-5 Modifiye poliester (Coolmax)-Elastan	21	Suprem	16-27	242,9	0,77	0,32
5	% 100 Pamuk	20	Suprem	16-23	166,5	0,56	0,30
6	% 52-48 Modifiye poliester (coolmax®)-Poliester	9-9	Jakarlı interlok -iç yüzü coolmax, dış yüzü poliester	16-29	160,2	0,65	0,25
7	% 95-5 Viskon-elastan	20	Suprem	16-28	239,5	0,70	0,34
8	% 70-30 Viskon-Poliakrilonitril	22	Suprem	14-19	141,0	0,45	0,31
9	% 93-7 Poliamid (Tachtel Fresh Fx)-Elastan	14	Suprem	16-28	183,3	0,64	0,29
10	% 49-49-2 Poliester-Modifiye viskon (viloft)-Elastan	20	1x1 rib	12-11	289,0	1,1	0,26
11	% 50-50 Poliester-Viskon	22	Suprem	15-19	145,8	0,51	0,29
12	% 47-53 Pamuk-Modifiye poliester (thermolite)	20-8 (Pamuk-thermolit.)	Suprem	12-18	301,1	1,52	0,20
13	% 100 Poliester (Trevira)	20	1x1 rib	10-16	168,3	0,86	0,20
14	% 96-4 Poliamid-Elastan	17	Futter	16-24	266,7	0,78	0,34
15	%89-11 Poliester-Elastan	13	Futter	17-29	203,2	0,81	0,25
16	% 80-20 Poliamid-Elastan	9	Suprem	20-31	196,6	0,72	0,27
17	% 97-3 Pamuk-Elastan	15	1x1 rib	15-14	173,6	0,83	0,21

2.2 Metot

2.2.1 Kumaş Fiziksel ve Geçirgenlik Özelliklerinin Belirlenmesi için Yapılan Ölçümler

2.2.1.1 Kumaş Fiziksel Özellikleri

Kumaş kalınlığı ASTM D 1777'ye göre James Heal R&B Kumaş Kalınlık Ölçeri ile 5 g/cm^2 'lik basınç altında belirlenmiştir. Kumaş yoğunluğu (g/cm^3), gramaj ve kalınlık değerlerinin kullanılmasıyla hesaplanmıştır.

2.2.1.2 Hava ve Su Buharı Geçirgenliği

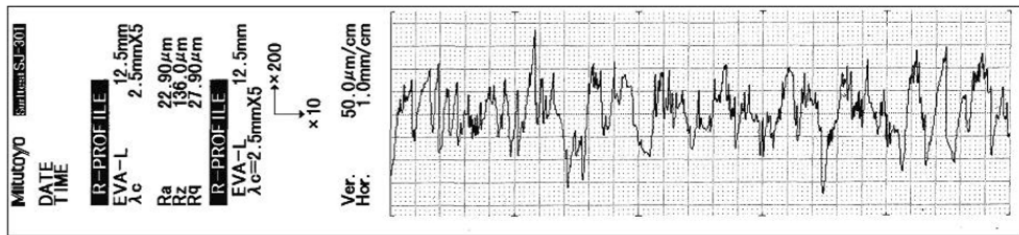
Kumaş gözenekliliğine bağlı bir parametre olan ve kumaşın termal özelliklerini etkileyen kumaşın hava geçirgenliği, içerisinde havanın hangi oranda geçebildiğinin bir ölçüsüdür. Daha teknik bir tanımla, manometrede 10 mm'lik bir yükseklik farkına neden olacak basınçta 100 mm^2 'lik bir alandan bir saniyede geçen hava hacminin mm olarak ifadesidir. Pratikte hava geçirgenliği yerine hava direnci kavramı daha fazla kullanılır çünkü bir giysi sisteminin toplam hava direnci, tek tek giysilerin dirençlerinin toplanmasıyla elde edilebilir (Saville, 2000).

Kumaşların hava geçirgenliği değerleri ISO 9237'ye göre Textest Hava Geçirgenliği Test Cihazı ile test edilmiştir. Su buharı geçirgenliği değerleri ise BS 3424'e göre Shirley M261 Su Buharı Geçirgenliği Test Cihazı ve ASTM E 398'e göre Labthink TSY-W1 Su Buharı Geçirgenliği Test Cihazı ile belirlenmiştir.

2.2.1.3 Yüzey Pürüzlülüğü ve Sürtünme Özellikleri

Önkol testinde incelenen kumaşların yüzey özellikleri (pürüzlülük ve sürtünme) ile optik gözeneklilik değerleri de deri-kumaş temas alanını, dolayısıyla da deriden kumaşa meydana gelen ısı akışını etkiledikleri için incelenmiştir. Kumaş yüzey pürüzlülüğü daha önceki bir çalışmada (Sülar ve Okur, 2007) kumaş pürüzlülüğü ile

tutumu arasındaki ilişkilerin incelenmesi için kullanılan bir yüzey pürüzlülük ölçeri (Mitutoyo SJ-301) ile ANSI'95 standardına uygun olarak belirlenmiştir. Numuneler pürüzlülük değeri '0' olarak kabul edilen bir granit plaka üzerine yerleştirilerek sıra ve çubuk yönlerinde pürüzlülük değerleri belirlenmiştir. Kumaşların pürüzlülük özellikleri, Şekil 2.1'de görülen, cihazın çizdiği grafik üzerinden yapılan hesaplamalarla elde edilen parametreler tarafından belirlenmiştir. Grafikten hesaplanan çok sayıda parametre arasından üçünün (Ra, Rq ve Rz) kumaş pürüzlülüğü konusunda belirleyici olduğuna karar verilmiştir. Bu parametrelerden Ra, grafikte profil sapmalarının (mutlak değer olarak) ortalamasıdır. Rq, ortalama çizgisinden sapmaların kareli ortalamasının kareköküdür. Rz ise ölçüm uzunluğu boyunca pozitif ve negatif yönlerdeki toplam profil sapmalarının maksimum değeridir.



Şekil 2.1 Pürüzlülük test cihazıyla çizilen grafiğe bir örnek (Sular ve Okur, 2007)

Deri-kumaş temas alanını etkileyen bir başka özellik olan kumaş sürtünme özellikleri ise daha önceki bir çalışmada (Okur, 2002) bir grup örme kumaşın sürtünme özelliklerinin tespiti için geliştirilip kullanılmış bir aparatla incelenmiştir. Instron Mukavemet Test Cihazı (Model 4411) ile kullanılan aparatla bir kızağın (7,9 x 4,9 cm) bir platforma (50 x 15 cm) serilmiş kumaş üzerindeki hareketi sonucu mukavemet test cihazının çizdiği yük-hareket mesafesi grafiği üzerinden statik ve kinetik sürtünme direnç değerleri okunmuş veya hesaplanmıştır. Kızağın mukavemet test cihazının hareketli üst çenesine bağlanmış ve 50 mm/d hızla 2 g/cm²'lik bir normal yük oluşturacak şekilde hareket ettirilmiştir. Kızağın kumaşla temas halindeki yüzeyi kaplamalı bir kumaşla kaplanmıştır. Grafikte oluşan en yüksek tepe değeri statik sürtünme direnci (gf) olarak alınmıştır. Kinetik sürtünme direnci ise grafik profilinin başlangıç kısmı dışındaki hareketin düzenli olduğu bölümün ortalama tepe yüksekliğinin hesaplanması ile belirlenmiştir. Sıra ve çubuk yönlerinde

tespit edilen sürtünme direnç değerleri dışında her iki yön için de grafiğin pozitif ve negatif yönlerdeki maksimum toplam sapma değerleri de bir parametre olarak hesaplanmıştır.

2.2.1.4 Optik Gözeneklilik

Kumaş temas alanını etkileyen bir parametre olan kumaş gözenekliliği bir mikroskoba (Olympus CX 21) bağlanan kamera (Optic Ivyment Systems) yardımıyla alttan ışıkla alınan kumaş görüntülerinden yararlanılarak yapılan hesapla belirlenmiştir. Benzer şekilde optik gözeneklilik hesabı daha önce örme kumaşların gözeneklilik ve geçirgenlik özellikleri arasındaki ilişkilerin incelendiği bir çalışmada da yapılmıştır (Wilbik-Halgas ve ark., 2006). Elde edilen mikroskobik görüntülerin renk yoğunlukları düşürülerek elde edilen siyah beyaz fotoğrafların alan oranlarının MATLAB 6.5 programında yazılmış bir algoritma ile hesaplanmasıyla kumaşların optik gözeneklilik (%) değeri tespit edilmiştir.

2.2.2 Subjektif Termal Konfor Değerlendirmeleri

2.2.2.1 Konfor ve Giysi Tercihleriyle İlgili Anket Çalışması

Subjektif giyim denemelerinin yapılacağı ortama ve jüri özelliklerine göre incelenen kumaş/giysi özelliklerini en iyi ifade eden tanımlayıcı sıfatların belirlenmesi büyük öneme sahiptir, çünkü bu sıfatların ırklara ve coğrafi bölgelere göre farklılık gösterdiği tespit edilmiştir. Bu nedenle, Türk insanının termal konfor problemlerini ifade etmek için kullandığı tanımlayıcı sıfatların belirlenmesi amacıyla farklı özelliklere sahip 325 kişi üzerinde bir anket çalışması yapılmıştır. Hazırlanan ayrıntılı ankette kişilerin giysi tercihleri, konforla ilgili bilinç düzeyleri ve konfor problemleri gibi pek çok konuda hazırlanan bölümler ile veriler toplanmıştır. (Kaplan ve Okur, 2008b). Katılımcılara ait kişisel bilgiler Tablo 2.2’de verilmiştir. Hazırlanan anketin uzun olması nedeniyle, bu tip çalışmalarda sıkça rastlanan bir sorun olan katılımcı sayısının artırılması konusundaki sorunlar bu çalışmada da yaşanmıştır. Anketin ayrıntılı olması ve bazı noktalarda açıklamalar gerektirmesi nedeniyle

çoğunlukla gönüllü kişilerle yüzyüze görüşmelerle gerçekleştirilmiştir. Bir kısmı ise açıklayıcı metinleri de içeren e-mail mesajlarıyla katılımcılara gönderilmiştir. Tablo 2.2’de de görüldüğü gibi katılımcılar genç, eğitim düzeyleri yüksek, giysi tercihleri ve konforu konusunda bilinç düzeyi yüksek olan bir gruptur.

Tablo 2.2 Katılımcıların kişisel bilgileri (Kaplan ve Okur, 2008b)

Yaş	%	Cinsiyet	%	Eğitim Düzeyi	%	Meslek	%
18-30	56,6	Kadın	57,8	İlkokul	1,5	Sosyal bilimler	44,9
31-45	23,6	Erkek	42,2	Ortaokul	7,7	Fen bilimleri	50,2
46-60	12,9			Lisans	43,4	Bilinmeyen	4,9
>61	1,8			Lisansüstü	47,4		

Bu çalışmada kişilere sunulan farklı olay senaryolarında seçenek olarak literatürden alınan sıfatlar sunulmuş ve kişilerin gerekli sıfat eklemelerini yapmalarına da imkan tanınmıştır. Burada amaç, kişilere sunulan sıfat listesinden hangilerinin Türkiye’de en fazla kullanıldığının belirlenmesi ve sadece Türkiye’ye özgü kullanımların olup olmadığının araştırılmasıdır. Türk insanının konforsuzluğunu ifade etmek için kullandığı tanımlayıcı sıfatların belirlenmesi dışında bu anket çalışması, aşağıda sıralanan konularla ilgili verilerin toplanması için de kullanılmıştır:

- Kişilere göre, belirlenen kumaş/giysi özelliklerinin konfor üzerindeki etki miktarları (‘çok önemli’ ve ‘hiç önemli değil’ arasında değişen beşli sıralama skalası ile değerlendirilmiştir),
- Giysi seçiminde göz önünde bulundurulan kriterler ve konforun bu kriterler arasındaki yeri (‘çok önemli’ ve ‘hiç önemli değil’ arasında değişen beşli sınıflama skalası ile değerlendirilmiştir),
- Hayat periyodu içerisinde giysi konforuna verilen önem miktarının değişip değişmediği ve değişim varsa bunun sebepleri,
- Giysi hammaddesinin seçim kriterleri arasında yer alıp almadığı, bunun nedenleri ve bilinen tekstil hammaddeleri,
- Giysi alışverişlerinde kişilerin kendilerince önemli buldukları özellikleri belirlemek için başvurdukları yöntemler,
- Günlük hayatta karşılaşılan başlıca konfor problemleri.

Anketin son kısmında farklı durumları anlatan senaryolar vasıtasıyla kişilerin belirtilen şartlardaki hislerini tanımladıkları sıfatlar belirlenmiştir. Literatürden yola çıkılarak belirlenen sıfatların yanında kişilerin yeni sıfat eklemelerine de izin verilmiştir.

Elde edilen verilerin analizinde, farklı özellik/parametreleri aralarındaki ilişkilere göre faktör gruplarına ayırmaya yarayan bir yöntem olan faktör analizi yöntemi kullanılmıştır. Bu çalışmada faktör analizi konforla ilişkili kumaş/giysi özelliklerinin ve giysi tercihlerinde dikkat edilen parametrelerin gruplanması için kullanılmıştır. Parametreleri ayırma yöntemi olarak temel bileşen analizi kullanılmış, faktör gruplarının rotasyonunda (döndürme) ise Kaiser Normalizasyonu ile Varimax yöntemi kullanılmıştır (<http://www.psych.cornell.edu>).

2.2.2.2 Önkol (Forearm) Testi

Subjektif giyim denemelerine başlanmadan önce giyim denemelerine katılacak sporculara, bu konudaki çalışmalarda kumaşların kişide oluşturduğu soğukluk ve ıslaklık hislerinin incelenmesi amacıyla kullanılan önkol (forearm) testi uygulanmıştır. Bu test sırasında kişilere çalışmayla ilgili bilgi verilmiş, ayrıca elde edilen subjektif verilerin tutarlılığı ve tekrarlanabilirliği incelenerek en güvenilir sonuçları veren beş kişi giyim denemelerine katılmak üzere belirlenmiştir. Önkol testi ve giyim denemelerinde oluşturulan şartlara bağlı olarak kişilerde meydana gelmesi beklenen ‘sıcaklık’ ve ‘ıslaklık’ hislerine göre Tablo 2.3’te verilen sıcaklık için dengeli, ıslaklık için ise dengesiz karşılaştırmalı sınıflama skalalarının kullanılması uygun bulunmuştur. Önkol testinde Tablo 2.3’te verilen skalaların kullanımı sırasında sıcaklık ve ıslaklık için referans noktaları belirlenmiş ve gönüllülerin bu noktalarla karşılaştırmalı olarak hislerini ifade etmeleri istenmiştir. Gönüllülerin kolları açık halde test ortamında buldukları durumdaki sıcaklık hislerinin ‘nötr’ olduğu kabul edilmiştir. Farklı rutubet oranlarına sahip kumaşların ortaya çıkardığı ıslaklık hisleri ise ortamla dengede bulunan ‘kuru’ kumaşa göre yapılan karşılaştırma ile derecelendirilmiştir. Önkol testi, Dokuz Eylül Üniversitesi Tekstil Mühendisliği Bölümü Fiziksel Tekstil Muayeneleri Laboratuvarı’nda

gerçekleştirilmiş ve test sırasında ortam şartları 24 °C sıcaklık ve % 45 bağıl neme ayarlanmıştır. İncelenen kumaşlara TS 5720 EN ISO 6330 standardına uygun olarak ev tipi yıkama işlemi uygulanmıştır.

Tablo 2.3 Sıcaklık ve ıslaklık hislerinin ifade edilmesinde kullanılan sınıflama skalaları

Sıcaklık				
1	2	3	4	5
Soğuk	Serin	Nötr	Ilık	Sıcak
Islaklık				
1	2	3	4	5
Kuru	Hafif ıslak	Islak	Çok ıslak	Aşırı derecede ıslak

Önkol testi, duyuşal reseptörlerin yoğun bir şekilde bulunduğu alt kolun iç kısmına belirli basınçta belirli rutubet oranına sahip kumaş numunelerinin temas ettirilmesine dayanmaktadır. Bu sırada kişilerin numuneyi görmesi engellenmekte, yalnızca kumaşın teması sırasında ortaya çıkan hislere yoğunlaşmaları istenmektedir. Tablo 2.1’de verilen 1-10 arasında kodlara sahip kumaşlardan biri kuru (ortam şartlarıyla dengede) olmak üzere üç farklı rutubet seviyesinde (%0, % 10 ve % 20) hazırlanan 10 x 10 cm boyutlarındaki numuneler gönüllülerin önkollarına 15 g’lık bir ağırlıkla birlikte 10’ar saniye temas ettirilerek subjektif görüşleri ve temas sırasında deri yüzey sıcaklığındaki düşüşler kaydedilmiştir. Saniyede bir kaydedilen deri sıcaklık değerleri daha sonra kumaşın deriyle temas ettiği sürelerle göre analiz edilerek mevcut deri yüzey sıcaklığı ve temas anındaki deri yüzey sıcaklığı arasındaki farktan sıcaklık düşüş değerleri hesaplanmıştır. Fazla rutubet oranları literatürden yola çıkılarak belirlenmiştir. Hollies’e göre (1979), kumaşa % 10-20 oranında eklenen suyla terleme hissi yapay olarak oluşturulabilir (Wong, 2002). Numunelerin hazırlanması aşamasında kumaşlar denemelerin yapılacağı ortam şartlarında kondisyonlanmıştır. Kondisyonlanmış ağırlığa göre belirlenen fazla sıvı kumaşlara bir pipet yardımıyla aktarılmış, sıvının kumaş içerisinde homojen yayılımının sağlanması için hava geçirmez poşetlere konulan numuneler aynı ortamda 12 saat daha tutulmuştur. Testler üçer tekrarlı olarak gerçekleştirilmiştir. Gönüllülerin testten yaklaşık yarım saat önce laboratuara gelerek ortam şartlarına uyum sağlamaları sağlanmıştır. Önkol testi sırasında uygulanan ve gönüllülere bilgi vermek amacıyla kullanılan prosedür aşağıda verilmiştir:

- Gönüllünün testten en az 20 dakika önce ortama gelerek şartlara uyum sağlaması gereklidir.
- Gönüllü kolunu, kutudaki açıklığa iç kısmı üste gelecek şekilde yerleştirir.
- Temas sırasındaki deri sıcaklık değişiminin tespiti için ön kolun (bilek-dirsek arası) iç kısmına film şeklinde ölçüm ucuna sahip bir sıcaklık sensörü (KIMO KTH 300) medikal bir bantla yapıştırılır.
- 10 x 10 cm boyutlarındaki kumaş numuneleri her iki tarafına tutturulmuş 15 g'lık ağırlıklarla 10'ar saniyelik süreler boyunca gönüllünün koluna temas ettirilir.
- Temas sırasında gönüllünün sıcaklık ve ıslaklıkla ilgili hisleri daha önceden kullanımı açıklanmış skalalar yardımıyla alınır. Sıcaklık hissi değerlendirilirken kolun kumaşla temas etmeden önceki durumu 'nötr' olarak kabul edilerek temastaki hisler bu durumla karşılaştırılır. Islaklık hissi değerlendirilirken çevre havasıyla denge halindeki kumaş 'kuru' olarak kabul edilir ve % 10 ve % 20 oranlarında fazla rutubet içeren kumaşların meydana getirdiği ıslaklık hissi karşılaştırmalı olarak değerlendirilir (Bu kumaşlar için soğukluk hissi de aynı zamanda değerlendirilir). Önkol testinin uygulanışı Şekil 2.2'de görülmektedir.



Şekil 2.2 Önkol testinin uygulanışı (Kaplan ve Okur, 2008a)

2.2.2.3 Subjektif Giyim Denemeleri

Giysi konforu, vücut-giysi-çevreden oluşan sistem parametrelerinin fiziksel, fizyolojik ve psikolojik açıdan birbirleriyle ilişkilerine dayanan karmaşık ve bulanık bir kavram olduğu için objektif ölçüm yöntemlerinin yanında subjektif yöntemler de bu konudaki araştırmalarda sıkça kullanılmaktadır. Konfor araştırmalarında sıkça

uygulanan bir yöntem olan subjektif giyim denemelerinde, kontrollü çevre şartlarında belirli bir aktivite programının uygulanmasıyla kişinin üzerindeki giysiye bağlı olarak vücudunda meydana gelen fizyolojik değişimler kaydedilmekte, ortaya çıkan duyuşsal hisler tanımlayıcı sıfatları içeren subjektif skalalar kullanılarak kaydedilmektedir. Bu çalışmada kullanılan psikolojik skalalar anket çalışmasının ortam senaryoları bölümünden elde edilen veriler ve literatürde kullanılmış tanımlayıcı sıfatlar dikkate alınarak hazırlanmıştır. Subjektif giyim denemeleri için gerekli etik izin Dokuz Eylül Üniversitesi Tıp Fakültesi'ne bağlı Klinik Laboratuvar Araştırmaları Etik Kurulu'ndan alınmış ve denemeler Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi Spor Hekimliği Anabilim Dalı'na bağlı bir laboratuvar da gerçekleştirilmiştir. Tablo 2.1'de görülen sportif giysilik olarak kullanılan kumaşlardan 1-5 arasında kodlara sahip olanlardan belirli modelde diktirilen üst giysilerle profesyonel sporcularla gerçekleştirilen giyim denemeleri için uygulanacak aktivite protokolü ve kullanılacak subjektif skalalar konusunda literatürden ve Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi Spor Hekimliği ABD'ndaki ve Beden Eğitimi Yüksek Okulu'ndaki konuyla ilgili araştırmacıların görüşlerinden yararlanılmıştır. Skalaların hazırlanmasıyla ilgili literatürün yanında sağlanacak ortam koşulları da göz önünde bulundurulmuştur. Giyim denemelerine gönüllü olarak katılmak üzere, Ege Üniversitesi Beden Eğitimi Yüksek Okulu öğrencilerinden fizyolojik özellikler (yaş, boy, kilo) açısından minimum varyasyona sahip yedi kişi belirlenmiştir. Katılımcılara denemelere katılmaları karşılığında belirli bir ücret ödenmiştir.

Giyim denemeleri için belirlenen, yaşları 20-23, boyları 1.79-1.91, kiloları 72-77 arasında değişen beş kişiye öncelikle çalışmanın ayrıntılarıyla ilgili bilgi verilmiş, hazırlanan gönüllü bilgilendirme formunda (EK 3) yazan tüm şart ve haklardan haberdar olmaları sağlanmıştır. Deneme prosedürüyle ilgili anlaşılır ve tüm ayrıntıları içeren bir doküman da yazılı olarak gönüllülere verilmiştir. Beş farklı kumaştan üretilen üst giysileri üçer tekrarlı olarak giymeleri için her bir gönüllünün 15'er kez denemelere katılması gerekmektedir. Deneme programı, her gönüllü için denemeler günün aynı saatlerinde ve belirli aralıklarla olacak şekilde ayarlanmıştır. Denemelere katılacağı gün gönüllünün algılarında bir değişikliğe neden olacak

faktörlerden (ilaç, alkol, farklı bir kozmetik ürün, vb.) uzak durması gerektiği belirtilmiş ve herhangi bir sağlık sorununda deneme ertelenmiştir.

Giyim denemelerinde kullanılmak üzere Tablo 2.1’de verilen 1-5 arasındaki kodlara sahip kumaşlardan sıfır yaka uzun kollu üst giysiler diktirilmiştir. Bu giysiler dışındaki alt giysi ve iç çamaşırları tüm denemelerde sabit tutulmuştur. Çamaşır olarak % 92-8 oranında pamuk-elastan içeren bir slip ve alt giysi olarak da % 100 poliester bir eşofman seçilmiştir. Gönüllülerin incelenen üst giysiyi direkt vücutları üzerine giymelerinin sadece üst giysiden kaynaklanan değişimlerin tespiti açısından uygun olduğu düşünülmüştür. Gönüllüler deneme sırasında pamuklu spor çorabı ve alışıktıkları spor ayakkabılarını giymişlerdir.

Her bir gönüllü her denemeye önceden TS 5720 EN ISO 6330 standardına göre yıkanmış iç çamaşırı ve alt giysiyle katılmıştır. Üst giysiler de her bir deneme sonunda aynı standarda göre yıkanmıştır. Takım olarak bir giysi örneği Şekil 2.3’te görülmektedir.



Şekil 2.3 Giyim denemelerinde incelenen giysilere bir örnek

Giyim denemeleri sırasında sadece giysi özelliklerine bağlı olarak ortaya çıkan fizyolojik ve psikolojik değişikliklerin tespit edilebilmesi için ortam şartları 24 °C sıcaklık ve % 60 bağıl nem olacak şekilde ayarlanmıştır. Ortamda fazladan hava

hareketine neden olacak bir araç kullanılmamıştır. Mevcut hava hızı ise anemometrenin ölçüm hassasiyetinin altında bir değerdedir. Denemelerin yapıldığı ortam şartları kişilerin oturma halinde ‘konforlu’, yoğun aktivite sırasında ise ‘sıcak’ hissetmelerine yönelik olarak hazırlanmıştır. Denemeler sırasında belirlenen ortam şartlarında gönüllüler aşağıda ayrıntıları verilen aktivite protokolünü uygulamışlardır:

- 15 dakika oturarak yapılan hafif aktivite (kitap okuma, müzik dinleme, vb.)
- 15 dakika yürüyüş bandında 6 km/saat hızla yürüyüş (orta dereceli aktivite)
- 5 dakika ayakta dinlenme
- 15 dakika yürüyüş bandında 9 km/saat hızla koşu (yüksek aktivite)
- 10 dakika oturarak dinlenme (soğuma)

Giyim deneme protokolündeki ikinci aşama olan orta dereceli aktivite Şekil 2.4’te gösterilmiştir.



Şekil 2.4 Giyim deneme protokolünün yürüyüş bölümü

Literatürde aktivite programındaki farklı aktivite seviyeleri, kişilerin maksimum oksijen harcamalarının belirli bir oranına çıkmaları, belirli bir nabız aralığına çıkmaları veya yürüyüş hızının kontrolü ile ayarlanmaktadır. Bu çalışmada da farklı aktivite seviyeleri farklı yürüyüş hızlarıyla sağlanmıştır.

Önkol denemesinde de kullanılan sıcaklık ve ıslaklık skalalarının yanında aktivite programının her aşamasından sonra genel konfor değerlendirmeleri için kullanılan skala Tablo 2.4’te verilmiştir.

Tablo 2.4 Giyim denemelerinin farklı aşamalarında kullanılan skalalar

<i>Başlangıç (Giysilerin giyilmesinden hemen sonra)</i>				
Soğuk <input type="checkbox"/>	Serin <input type="checkbox"/>	Nötr <input type="checkbox"/>	Ilık <input type="checkbox"/>	Sıcak <input type="checkbox"/>
Kuru <input type="checkbox"/>	Hafif ıslak <input type="checkbox"/>	Islak <input type="checkbox"/>	Çok ıslak <input type="checkbox"/>	Aşırı derecede ıslak <input type="checkbox"/>
Genel Konfor Algısı				
1: Tamamen konforsuz.....5: Tamamen konforlu				
<i>Hafif aktivite (15 dakika) (Oturarak kitap okuma, müzik dinleme, vb.)</i>				
Soğuk <input type="checkbox"/>	Serin <input type="checkbox"/>	Nötr <input type="checkbox"/>	Ilık <input type="checkbox"/>	Sıcak <input type="checkbox"/>
Kuru <input type="checkbox"/>	Hafif ıslak <input type="checkbox"/>	Islak <input type="checkbox"/>	Çok ıslak <input type="checkbox"/>	Aşırı derecede ıslak <input type="checkbox"/>
Genel Konfor Algısı				
1: Tamamen konforsuz.....5: Tamamen konforlu				
<i>Orta derecede aktivite (15 dakika) (6 km/saat hızla yürüyüş)</i>				
5 dakika dinlenme				
Soğuk <input type="checkbox"/>	Serin <input type="checkbox"/>	Nötr <input type="checkbox"/>	Ilık <input type="checkbox"/>	Sıcak <input type="checkbox"/>
Kuru <input type="checkbox"/>	Hafif ıslak <input type="checkbox"/>	Islak <input type="checkbox"/>	Çok ıslak <input type="checkbox"/>	Aşırı derecede ıslak <input type="checkbox"/>
Genel Konfor Algısı				
1: Tamamen konforsuz.....5: Tamamen konforlu				
<i>Yüksek aktivite (15 dakika) (9 km/saat hızla koşu)</i>				
Soğuk <input type="checkbox"/>	Serin <input type="checkbox"/>	Nötr <input type="checkbox"/>	Ilık <input type="checkbox"/>	Sıcak <input type="checkbox"/>
Kuru <input type="checkbox"/>	Hafif ıslak <input type="checkbox"/>	Islak <input type="checkbox"/>	Çok ıslak <input type="checkbox"/>	Aşırı derecede ıslak <input type="checkbox"/>
Genel Konfor Algısı				
1: Tamamen konforsuz.....5: Tamamen konforlu				
<i>AKTİVİTE SONU</i>				
<i>Dinlenme (soğuma) (10 dakika)</i>				
Soğuk <input type="checkbox"/>	Serin <input type="checkbox"/>	Nötr <input type="checkbox"/>	Ilık <input type="checkbox"/>	Sıcak <input type="checkbox"/>
Kuru <input type="checkbox"/>	Hafif ıslak <input type="checkbox"/>	Islak <input type="checkbox"/>	Çok ıslak <input type="checkbox"/>	Aşırı derecede ıslak <input type="checkbox"/>
Genel Konfor Algısı				
1: Tamamen konforsuz.....5: Tamamen konforlu				

Bu algılar dışında giyim denemelerinin sonunda kişilerin üzerlerindeki giysilerle ilgili ortaya çıkan diğer algılarını da verilen tanımlayıcı sıfatları beşli skalayla derecelendirerek ifade etmeleri istenmiştir. Sıcaklık, ıslaklık ve konfor dışındaki diğer hisleri tespit etmek için kullanılan skala Tablo 2.5’te gösterilmiştir.

Tablo 2.5 Giyim denemesinin sonunda giysiyle ilgili algıların değerlendirilmesi için kullanılan skala

	1: Hiç hissetmiyorum 3: Orta derecede hissediyorum 5: Tamamen hissediyorum				
Konfor Tanımlayıcıları	1	2	3	4	5
Islaklık					
Yapışkanlık ve sarmalanma					
Sıvının emilmemesi					
Vücudun nefes alamaması					
İlk temas sırasında soğukluk					
Statik elektriklenme					
Kaşıntı					
Vücutta tahriş					
Rahat hareket edememe (esnek olmama)					
Ağırlık					
Kalınlık					
Pürüzlülük					
Sertlik					
Batma					
Kalıp gibi olma (dökümlü olmama)					

Giyim denemeleri sırasında kişilerin vücutlarında meydana gelen bazı fizyolojik değişimler de tespit edilmiştir. Tüm aktivite programı sırasında göğüs ve sırt bölgelerinden deri yüzey sıcaklıkları ve deri-giysi arasındaki hava tabakasının (mikroklima) bağıl nemi belirli aralıklarla (30 saniye) KIMO KTH 300 sıcaklık ve bağıl nem kayıt sistemi ile ölçülüp kaydedilmiştir. Sistem bir veri dönüştürme/kaydetme bölümü ile buna bağlı olarak çalışan film halindeki yüzey sıcaklık sensörü ve ortam havasının bağıl nem ve sıcaklık değerlerini kaydeden kalem şeklindeki bir sensörden oluşmaktadır. Ayrıca nabız değerlerinin aktiviteye bağlı değişimi de Polar S810i nabız ölçer saatle 5 s’de bir ölçülüp bpm (atış/dakika) olarak kaydedilmiştir. Sistem, göğsün alt kısmına sabitlenen bir ölçme bandı ve bu kısmın kızılötesi bağlantıyla haberleştiği kayıt saatinden oluşmaktadır. Vücudun üst kısmının terleme oranı ise giysinin denemeden önceki ve sonraki ağırlıkları arasındaki farktan tespit edilmiştir. Nabız ölçer saat ve ortam hava hızının ölçümü için kullanılan anemometre Şekil 2.5 ve Şekil 2.6’da gösterilmiştir.

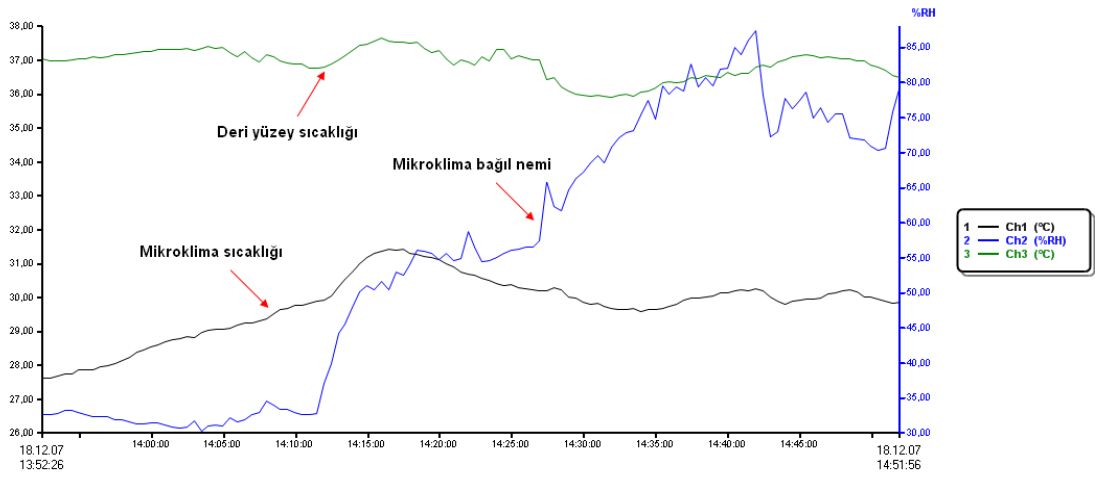


Şekil 2.5 Nabız ölçer saat



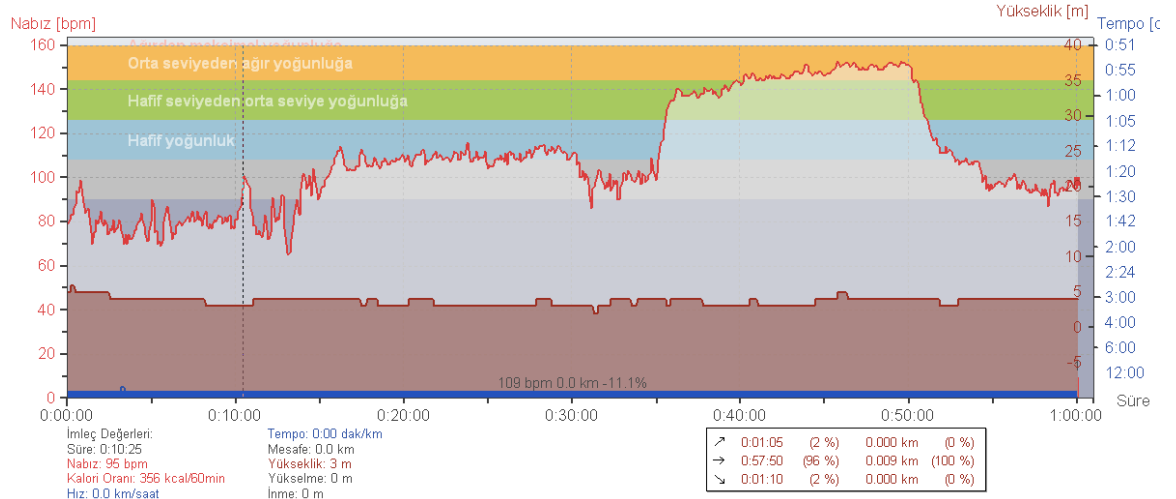
Şekil 2.6 Hava hız ölçer

Göğüs ve sırta yerleştirilen sıcaklık ve bağıl nem sensörlerinden bir deneme boyunca yapılan sıcaklık ve bağıl nem kaydına bir örnek Şekil 2.7’de görülmektedir.



Şekil 2.7 Giyim denemeleri sırasında yapılan vücut sıcaklık ve bağıl nem ölçüm sonuçlarına bir örnek

Aktivite programı boyunca kişilerin nabız değerlerindeki değişim de Şekil 2.8’de verilen örnek grafikte görülmektedir.



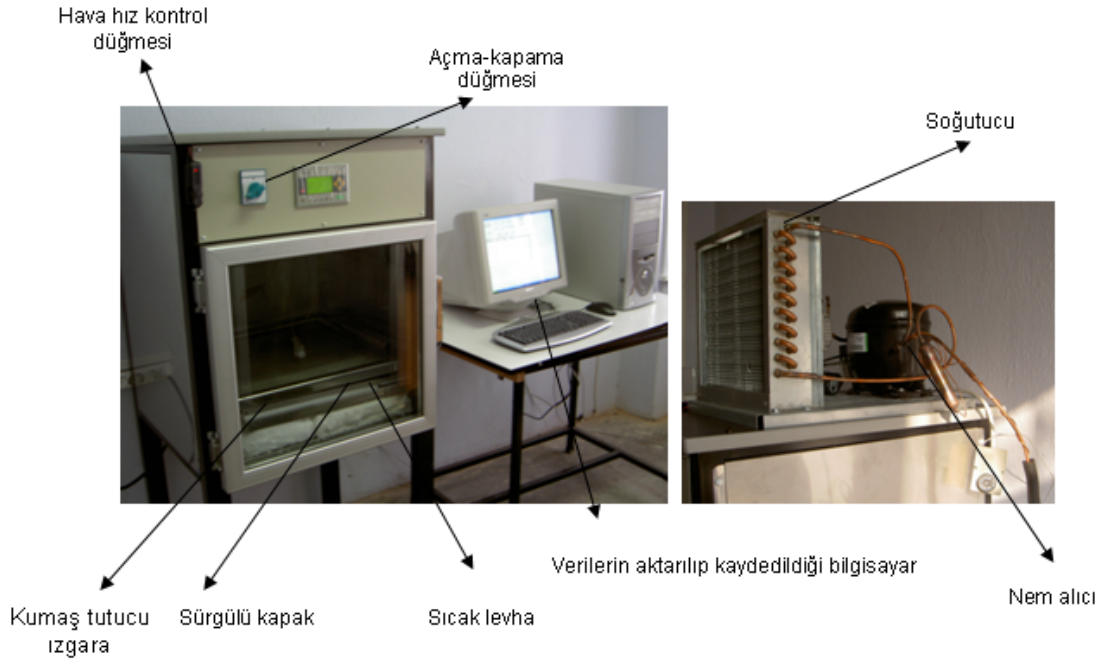
Şekil 2.8 Giyim denemeleri sırasında yapılan nabız (bpm) ölçüm sonuçlarına bir örnek

2.2.3 Objektif Ölçümler

Termal konforla ilgili yapılan objektif ölçümler, terleyen levha sistemleri ile kumaşlar için ve termal manken sistemleri ile de giysi sistemleri için termal ve su buharı direnç değerlerinin belirlenmesine yönelik olarak yapılmaktadır. Bu çalışma kapsamında tasarlanıp üretilen dinamik terleyen levha ve termal manken sistemlerinde bir grup sportif giysilik kumaş ve bu kumaştan üretilen giysiler üzerinde direnç ölçümleri yapılmıştır. Ayrıca dinamik terleyen levha sisteminde yapılan ölçümlerle dinamik şartlarda kumaşların su buharı geçirme performansının belirlenmesine yönelik yeni bir yöntem de ortaya konmuştur.

2.2.3.1 Dinamik Terleyen Levha Sistemi Ölçümleri

Mevcut dinamik terleyen levha sisteminde kumaşlar üzerinde standart termal ve su buharı direnç değerleri ile bu çalışma kapsamında ortaya konan ve dinamik transfer şartlarında materyalden geçen su buharı miktarının belirlenmesine yönelik sıcaklık ve bağıl nem ölçümleri yapılmıştır. Şekil 2.9'da dinamik terleyen levha sistemi görülmektedir.



Şekil 2.9 Dinamik terleyen levha sistemi

Literatürdeki bir sistemden yola çıkılarak tasarlanan dinamik terleyen levha sisteminin tasarım ve üretim süreçlerinden sonra incelenmesi düşünülen parametrelerle ilgili ölçümler sırasında ortaya çıkan problemler doğrultusunda sistemde bazı değişiklikler yapılmıştır. Belirlenen her parametre (termal ve su buharı direnç değerleri ile dinamik şartlarda belirlenen su buharı geçirme performansı) için farklı özelliklerdeki kumaşlar için tekrarlı ölçümler ile sistemle elde edilen verilerin doğruluk ve tekrarlanabilirlik özellikleri kontrol edilmiştir. Sistemin standartlarda belirtilen ortam şartlarını belirleme ve kararlı halde kalabilme konusundaki problemlerinin çözümü için Şekil 2.9'da da görülen soğutma ve nem alma ünitesi sonradan eklenmiştir. Şekil 2.10'da sistemin iç kısmı daha ayrıntılı bir şekilde gösterilmiştir.

transfer olan su buhar miktarının g olarak hesaplandığı bir hesaplama yöntemine daha önceki çalışmalarda rastlanmamıştır. Sistemde deriyi temsil eden nefes alabilir kumaşla kaplı yüzey sıcaklığı 35 °C'ye, ortam şartları da 21 °C sıcaklık ve % 60 bağıl neme ulaştığında kapak açılarak ölçümlere başlanmaktadır. 15 dakika boyunca sıcak levha-kumaş arasındaki hava tabakasının bağıl neminin maksimumuna ulaşması beklenmekte ve daha sonra kapak kapatılmaktadır. Terlemenin bitişini simüle eden bu işlemden sonra belirli sürede mikroklimadan kumaşın diğer tarafına geçen su buharı miktarı (22) numaralı eşitlikte görüldüğü şekilde hesaplanmaktadır:

$$B = \frac{\Delta m_w}{\Delta P_v} \text{ kg nem/m}^2 \text{ s Pa} \quad (22)$$

Burada; Δm_w mikroklimadan birim zamanda birim alandan transfer olan nem miktarıdır ve (23) numaralı denklemlerle hesaplanmaktadır.

Yapılan deneme ölçümlerinde bu transferin en fazla ilk birkaç dakikada gerçekleştiği gözlenmiş ve bağıl nemin maksimum değerine ulaşmasından ve kapağın kapatılmasından sonraki bir dakikalık veriler hesaplamalarda kullanılmıştır. Transfer olan nem miktarı, (1) indisiyle gösterilen durumdaki yani mikroklimadaki bağıl nemin maksimum olduğu durumdaki nem kütlesi ile belirlenen süre sonundaki (2 indisiyle gösterilmiştir) mikroklima nem kütlesi arasındaki farkın alınmasıyla tespit edilmektedir. Denklemdaki t , transfer hesabında dikkate alınan birim süre (s), A ise test kumaşının ölçüm bölgesindeki alanını (m^2) ifade etmektedir.

$$\Delta m_w = \frac{m_{w1} - m_{w2}}{t * A} \text{ kg nem/m}^2 \text{ s} \quad (23)$$

İncelenen mikroklima hacmindeki nem miktarı ise (24) numaralı denklemlerle hesaplanmaktadır:

$$m_w = w * m_{hava} \quad (24)$$

Burada; w , psikrometrik diyagram yardımıyla tespit edilen belirli sıcaklık ve bağıl nemde birim ağırlıktaki kuru havada bulunan nem miktarıdır (g nem/ g kuru hava).

m_{hava} ise incelenen hacimdeki (m^3) toplam kuru hava kütlesidir. m_{hava} , basıncın

atmosfer basıncına (100 kPa) eşit kabul edilmesi durumunda ideal gaz denkleminde göre (25) numaralı eşitlikte gösterildiği şekilde hesaplanmaktadır.

$$m_{hava} = \frac{P_{atm} * V_{hava}}{R * T} \quad (25)$$

Burada; R gaz sabiti (0,287 kJ/kgK), T Kelvin olarak ortam sıcaklığıdır.

ΔP_v , her iki durum için mikroklima ve çevre havasının ortalama buhar basınçları arasındaki farktır ve (26) numaralı denklemlerle ifade edilmektedir. Buradaki (1) ve (2) indisleri sırasıyla transfer hesabında dikkate alınan sürenin başlangıcı ve sonundaki durumları ifade etmektedir. Ayrıca A indisi mikroklimaları, B indisi ise çevre havasını temsil etmektedir.

$$\Delta P_v = \frac{P_{A1} + P_{A2}}{2} - \frac{P_{B1} + P_{B2}}{2} \quad (26)$$

35 °C ve denge sıcaklığındaki kısmi buhar basınçları (P_A ve P_B değerleri) ise; RH ortamın bağıl nem yüzdesi, P_g de suyun doymuş haldeki buhar basıncı olmak üzere $RH * P_g$ formülüne göre psikrometrik diyagram yardımıyla bulunmaktadır.

Bu sistemde, daha önceki çalışmalarda tasarlanan dinamik ölçüm sistemlerinden farklı olarak kumaşın direkt olarak nefes alabilir kumaşla kaplı sıcak levha üzerine yerleştirilmesiyle (portatif kumaş tutucu ızgara çıkartılır) ve ortamın sıcaklık ve bağıl nem değerlerinin standartlarda belirtilen değerlerde sabit tutulmasıyla ısıl ve su buharı direnç değerleri de belirlenebilmektedir. Sistemde gerçekleştirilen direnç ölçümleri TS EN 31092 standardına göre aşağıda açıklandığı şekilde gerçekleştirilmektedir.

Su Buharı Direnci (R_{et}): Bir malzemenin iki yüzeyi arasındaki su buharı basınç farkının, basınç değişimi yönünde birim alandaki buharlaşma ısı akışına oranıdır. Birimi m^2Pa/W 'dir. Buharlaşma ısı akışı difüzyon ve taşınım bileşenlerinin birinin veya her ikisinin birlikte etkisiyle meydana gelebilir.

Sıcak levhanın yüzeyi sabit nemde iken levha (T_m) ve hava (T_a) sıcaklık değerleri eşit ve sabit, ortam havasının hız (m/s) ve bağıl nem (%) değerleri de ayarlanan

değerlerde sabit durumda iken sisteme test kumaşı yerleştirilmeden alınan yarım saatlik ölçüm sonuçlarının ortalaması alınarak çıplak levhanın su buharı direnç değeri (27) numaralı denklemde gösterildiği şekilde hesaplanır.

$$R_{et0} = \frac{(p_m - p_a)A}{H} \quad (27)$$

Burada, p_m ve p_a sıcak levhanın yüzeyinin ve ortam havasının kısmi su buharı basınç değerleri (Pa), A ölçme ünitesinin alanı (m^2), H ölçme ünitesinin ısıtma gücüdür (W). Kısmi buhar basınç değerleri sıcaklığa bağlı olarak verilen doymuş buhar basınç tablolarından yararlanılarak hesaplanmıştır.

Sıcak levha ve ortam havası değerlerinin sabit ve $35\text{ }^\circ\text{C}$ 'ye ayarlanmasıyla ortamda ısı transferinin iletimle gerçekleşmesi önlenmiş olmaktadır. Kontrol edilebilen parametreler tekstil materyali içerisinde yoğuşma oluşturmayacak değerlere ($T_m = T_a = 35\text{ }^\circ\text{C}$, hava hızı $[v_a] = 0.5\text{ m/s}$, bağıl nem = % 40) ayarlandıktan ve bu değerler sabitlendikten sonra yapılan ölçümlerle test edilen kumaşın su buharı direnci aşağıdaki şekilde hesaplanmaktadır. Sadece kumaşa ait su buharı direnç değerinin elde edilebilmesi için toplam direnç değerinden çıplak levhanın su buharı direncinin çıkarılması gerekmektedir (Denklem 28).

$$R_{et} = \frac{(p_m - p_a)A}{H} - R_{et0} \quad (28)$$

Bu çalışmada su buharı direnç değerinin belirlenmesi için yapılan ölçümlerde nefes alabilir kumaşla kaplı sıcak levha ile kumaş arasındaki hava tabakasının bağıl nemi ekstra bir sıcaklık ve bağıl nem sensörü ile ölçülerek kumaşın iki tarafında oluşturulan su buharı basınç farkına dayalı olarak hesaplar yapılmıştır. TS EN 31092 Standardında belirlenen şartlarda ölçümler yapılmakta fakat bu yöntemde çıplak levhanın su buharı direncinin belirlenmesine gerek kalmamaktadır. Bu çalışma kapsamında önerilen bu yöntemle elde edilen sonuçların çalışmanın sonraki aşamalarında yaygın olarak kullanılan standarda (ISO 11092) göre elde edilen sonuçlarla karşılaştırılması planlanmaktadır. Bu sayede ölçüm sonuçları arasındaki ilişkiler ve farklı yöntemlerin kumaşların su buharı geçirme performanslarını ayırma konusundaki performanslarının da belirlenebileceği düşünülmektedir.

Isıl Direnç (R_{ct}): Bir malzemenin iki yüzeyi arasındaki sıcaklık farkının, ısı aktarım yönünde birim alandaki ısı akışına oranıdır. Birimi m^2K/W 'tır. Isıl direncin ölçümü için öncelikle ölçme ünitesinin kendi iç direncini ve deney parçasının yüzeyine bitişik sınır hava tabakasının direncini içeren sabitler belirlenmelidir. Bu sabitler, test kumaşı sisteme yerleştirilmeden çıplak levha ölçümleri ile hesaplanır.

Levha (T_m) ve hava (T_a) sıcaklık değerleri, ortamın bağıl nemi (%) ve hava hızı (m/s) parametrelerinin standartta belirtilen değerlerde kararlı hale geldiği durumda yarım saatlik ölçümler sonucu elde edilen verilerin ortalamaları kullanılarak çıplak levhanın ısı direnç değeri (29) numaralı denklemde gösterildiği şekilde hesaplanır:

$$R_{ct0} = \frac{(T_m - T_a)A}{H} \quad (29)$$

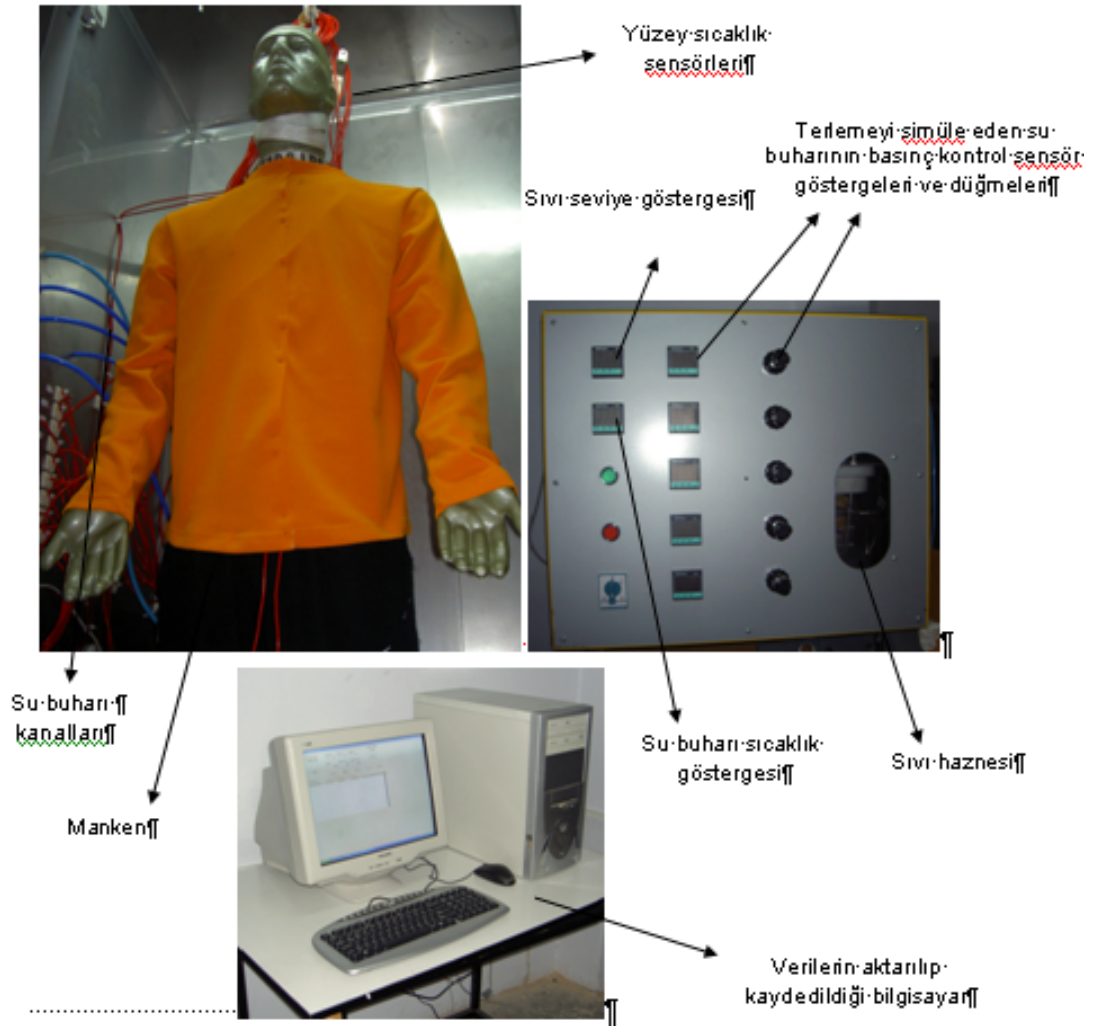
Burada, A ölçme ünitesinin alanı (m^2), H ölçme ünitesinin ısıtma gücüdür (W).

Kontrol edilebilen parametreler belirlenen değerlerde ($T_m = 35 \text{ }^\circ\text{C}$, $T_a = 27 \text{ }^\circ\text{C}$, hava hızı [v_a] = 0.5 m/s, bağıl nem = % 50) kararlı hale geldikten sonra test kumaşının yerleştirilmesiyle yapılan ölçümlerle kumaşın ısı direnci aşağıda gösterildiği gibi hesaplanır. Sadece kumaşa ait ısı direncin belirlenebilmesi için toplam direnç değerinden çıplak levhanın ısı direncinin çıkarılması gerekir (Denklem 30).

$$R_{ct} = \frac{(T_m - T_a)A}{H} - R_{ct0} \quad (30)$$

2.2.3.2 Termal Manken Sistemi Ölçümleri

Termal konforla ilgili parametrelerin (termal direnç ve su buharı direnci) ölçümünde kullanılan en gelişmiş sistem olarak kabul edilen bir termal manken sistemi de çalışma kapsamında tasarlanıp üretilmiştir. Soğutucu giysi tasarımıyla ilgili başka bir üniversite destekli proje kapsamında üretilen bir sistem üzerinde yapılan değişikliklerle bir terleyen manken sistemi elde edilmiştir. Sistem, normal bir erkek vücudu boyutlarında bakır döküm bir gövde ($1.65 \pm 0.02 \text{ m}$), istenilen ortam şartlarının (sıcaklık ve bağıl nem) sağlanabildiği bir hazne, yüzey-ortam sıcaklık ve bağıl nem sensörlerinden oluşmaktadır. Gövdenin yüzey sıcaklığı 40 lt'lik ayrı bir su



Şekil 2.11 Termal manken sistemi

Termal manken sistemi ile elde edilen yüzey ve ortam sıcaklık değerleri ($^{\circ}\text{C}$) ile mikroklima ve ortam havasının bağıl nem değerleri (%) incelenen giysi sistemlerinin termal ve su buharı direnç değerlerinin hesaplanması için kullanılmıştır. Ayrıca mankenin ısıtılması için harcanan ısı enerjisi (W) ve mankene gönderilen buhar için kullanılan sıvı kaynağındaki ağırlık değişimi (g/m^2 saat) de hesaplamalar için gerekli parametrelerdir. Giysi sisteminin ve hava tabakasının termal direnç değerlerini içeren toplam termal direnç değeri paralel metoda (yüzey alanı ortalamalı direnç hesabı) göre (31) numaralı denklemde gösterildiği şekilde hesaplanabilir (TS EN ISO 15831):

$$R_t = \frac{A(\bar{T}_s - T_a)}{H_c} \quad (31)$$

Burada;

A_s : mankenin toplam yüzey alanı (m^2)

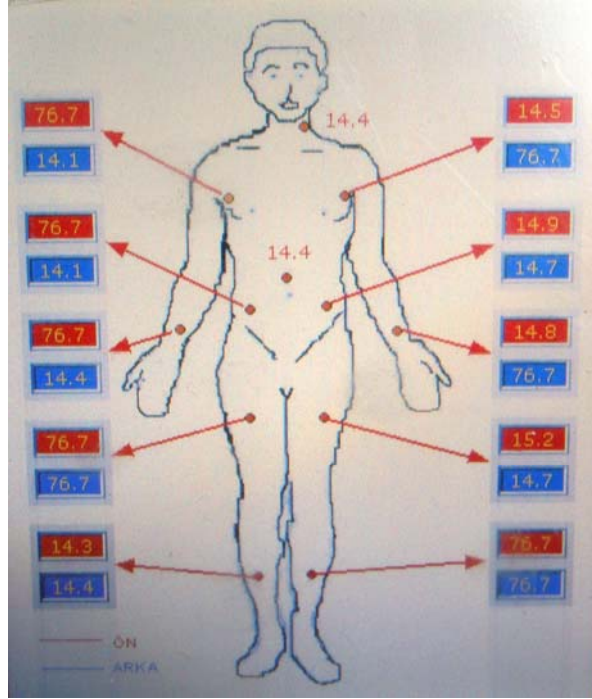
\bar{T}_s : ortalama deri yüzey sıcaklığıdır ($^{\circ}C$) ve $\sum_{i=1} f_i T_{si}$ formülüyle sensörlerden elde edilen sonuçların temsil ettikleri alanlara oranlanarak ortalamasının alınmasıyla bulunur ($f_i = \frac{a_i}{A_i}$)

T_a : ortalama çevre sıcaklığı ($^{\circ}C$),

H_c : mankene verilen veya ısıtıcılar tarafından üretilen ısı miktarı (W),

(31) numaralı denklemde de görüldüğü gibi paralel metotta mankenin ortalama yüzey sıcaklığı alansal olarak ağırlıklandırılır ve bağımsız olarak kontrol edilebilen manken bölümlerine verilen ısı güçlerinin toplamına oranlanarak toplam direnç hesaplanır. Fakat bu çalışmada kullanılan manken sisteminde mankenin yüzey sıcaklığının sağlanması için tek bir ısı kaynağı bulunduğu için toplam ısı güç olarak bu kaynağın ısı gücü kullanılmıştır. Ayrıca termal manken sisteminin gövde kısmının toplam yüzey alanı gövde, kol ve bacak alanlarının standart geometrik şekiller cinsinden bölümlere ayrılmasıyla $1.51 m^2$ olarak bulunmuştur. Ortalama yüzey sıcaklığı ise gövdenin ön ve arka kısmına, kol ve bacaklara yerleştirilen sıcaklık sensörlerinden alınan değerlerin ortalaması alınarak (32) numaralı formüle göre hesaplanmıştır. Sıcaklık sensörlerinin manken gövdesindeki dağılımı Şekil 2.12'de verilmiştir.

$$\bar{T}_s = 0.23 (\text{Ön bedenin yüzeyinin sıcaklık ortalaması} + \text{Arka beden yüzeyinin sıcaklık ortalaması}) + 0.09 (\text{Sağ kol sıcaklığı} + \text{Sol kol sıcaklığı}) + 0.18 (\text{Sağ bacak sıcaklığı} + \text{Sol bacak sıcaklığı}) \quad (32)$$



Şekil 2.12 Termal manken sisteminin kontrol panelinde görülen sıcaklık sensörleri yerleşim planı

Termal manken sisteminde termal direnç ölçümü sırasında dinamik terleyen levha sisteminde kumaşlar üzerinden elde edilen sonuçlarla karşılaştırma yapabilmek açısından mümkün olduğunca benzer test şartları ($T_s = 35 \text{ }^\circ\text{C}$, $T_a = 25 \text{ }^\circ\text{C}$, bağıl nem = % 50) kullanılmıştır. Termal manken sisteminin kontrollü çevre şartlarının sağlandığı hazne kısmında ortamın sıcaklık ve bağıl nemini ayarlamak üzere otomatik kontrollü bir fan sistemi mevcuttur. Bundan dolayı ortamda sabit bir hava hızı oluşturulamamakla birlikte farklı giysi sistemleri için benzer periyotlarda $0.1 \pm 0.05 \text{ m/s}$ 'lik bir hava hızı mankenin baş hizasında oluşmaktadır.

Giysi ve hava tabakasının dirençlerini içeren toplam su buharı direnci ise (33) numaralı denklemle aşağıda belirtildiği şekilde hesaplanabilir (Chen, 2003):

$$R_{et} = \frac{A_s(P_s^* - RH_a P_a^*)}{H_e} - R_{es} \quad (33)$$

Burada;

P_s^* : deri yüzey sıcaklığındaki doymuş su buhar basıncı (Pa),

RH_a : çevre havasının bağıl nem oranı (%),

P_a^* : çevre havasının doymuş su buhar basıncı (Pa),

R_{es} : derinin su buharı direncidir

$$H_e = \lambda Q$$

λ : deri yüzey sıcaklığında suyun buharlaşma ısısı (W.saat/g),

Q : terleme oranı veya birim zamandaki su kaybıdır (g/saat).

Bu çalışmada, termal manken sistemiyle tüm giysi sisteminin su buharı direnci dinamik terleyen levha sisteminde uygulanan ve bu çalışmada önerilen yöntemle deriyi simüle eden nefes alabilir kaplama-giysi arasındaki hava tabakasının bağıl nem ve sıcaklık değerlerinin portatif sıcaklık ve bağıl nem sensörleriyle iki noktadan ölçülmesi ile hesaplanmıştır. Böylece giysinin her iki tarafındaki (mikroklima ve ortam) su buharı basınç değerleri belirlenmiş ve elde edilen sonuçtan kaplama kumaşının su buharı direncinin ve üzerinde giysi bulunmayan mankenin su buharı direncinin çıkartılmasına gerek kalmamıştır.

Termal manken sistemiyle yapılan termal ve su buharı direnç ölçümleri sırasında alt giysi olarak giyim denemelerinde olduğu gibi % 100 poliester eşofman kullanılmıştır. Böylece giysi sistemleri için elde edilen direnç değerlerindeki farklılığın incelenen kumaşlardan üretilmiş üst giysilerden kaynaklanması sağlanmıştır. Üst ve alt giysilerin sabit manken gövdesine giydirilebilmesi için ön ve yarlarda açıklıklar oluşturulmuş, giydirme işleminden sonra bu açıklıklar kapatılmıştır.

2.3 İstatistiksel Analiz

Objektif ölçümlerle elde edilen termal konfor parametrelerinin (ısı ve termal direnç değerleri), termal konfor üzerinde etkili fiziksel/yapısal (gramaj, kalınlık, örgü, gözeneklilik, pürüzlülük, vb.) ve geçirgenlik özelliklerinin (hava ve su buharı geçirgenlikleri) ve subjektif giyim denemeleriyle elde edilen fizyolojik ve psikolojik verilerin analizi için temel istatistiksel analiz yöntemleri (varyans analizi, korelasyon) ile non-parametrik verilerin analizinde kullanılan yöntemler (faktör

analizi, uyumluluk testleri, non-parametrik varyans analizi) SPSS 11.00 istatistiksel Paket Programı ile kullanılmıştır.

Elde edilen objektif verilerin farklı kumaş/giysi sistemleri için istatistiksel olarak anlamlı farklar gösterip göstermediği Duncan Çoklu Dağılım Testi kullanılarak Tek Yönlü ANOVA Testi ile analiz edilmiştir.

Objektif veriler arasındaki korelasyonlar Pearson, subjektif verilerin kendi aralarındaki ve objektif verilerle olan ilişkileri ise Spearman Sıralama Korelasyon Katsayılarının belirlenmesi ile incelenmiştir.

Subjektif veriler (tanımlayıcı sıfatlar, anket sonucu elde edilen parametreler) faktör analizi metodu ile aralarındaki ilişkilere göre faktör alt gruplarına ayrılmıştır. Faktör analizi, bir grup özellik/sıfat arasındaki ilişkilere dayalı olarak onları gruplara ayırmaya yarayan bir istatistiksel yöntemdir. Faktör analizi veriler arasındaki ilişkilere dayanarak verilerin daha anlamlı ve özet bir biçimde sunulmasını sağlayan çok değişkenli istatistiksel analiz türüdür. Amaç esas olarak değişkenler arasındaki karşılıklı bağımlılığın kökenini araştırmaktadır. Bu metot ile elde edilen bileşen matrisine uygulanan döndürme (rotation) işlemi, faktörlerin pozisyonlarına göre yani faktör ağırlıklarının yüksek (1 veya -1'e yakın) veya düşük (0'a yakın) olmasına göre grupların tekrar düzenlenmesini sağlar. Böylece bileşenlerin faktör alt gruplarına ayrılması daha anlaşılır bir hale gelir (Wong, 2002)

Subjektif sıcaklık, ıslaklık ve konfor algılarının jüri tekrarları için ve kumaşlar için uyumu Kendal Uyumluluk Analizi ile kontrol edilmiştir. Bu yöntem üç veya daha fazla sayıda nesne/olayın belirli özellikler açısından değerlendirilmesiyle elde edilen sonuçlar arasındaki uyum oranının belirlenmesi için kullanılır. Jüri içi güvenilirlik olarak da adlandırılan bu yöntem ile hesaplanan Kendal Uyum Katsayısı (W), m sayıda sıralamaya dayanan veri grubu için n sayıdaki jüri üyesi arasındaki uyumun bir göstergesidir ve bu değer 0 ile 1 arasında değişir. W değerinin 1'e yaklaşması değerlendirilen parametre için jüri üyeleri arasındaki uyumun yüksek olduğunu gösterir. (Sheskin, 2004). Bu çalışmada Kendal Uyum Katsayısı (W)

denemeye katılan kişilerin tekrarlı değerlendirme sonuçlarının ve farklı kişilerin aynı kumaş için yaptıkları değerlendirmelerin tutarlılıklarının belirlenmesi amacıyla kullanılmıştır

Kumaş/giysi tiplerine göre farklılıklarının istatistiksel analizi ise non-parametrik varyans analizi metotlarından Kruskall Wallis ve Mann-Whitney U Metotları ile analiz edilmiştir. Bu metot, çok sayıdaki bağımsız değişkenin aynı populasyondan olup olmadığını test eder. Kruskall Wallis Metodu'nun uygulanabilmesi için değişkenlerin sürekli ve ordinal tipte olması gerekir. Kruskall Wallis Metodu'nda parametrik varyans analizi metotlarından farklı olarak veri grubunun normal dağılım yapması veya varyans eşitliği şartları aranmaz. Bu metotta, birçok non-parametrik metotta olduğu gibi verilerin değerleri yerine sıralama numaraları kullanılarak hesaplamalar yapılır. Kruskal-Wallis H testi iki grup için Mann-Whitney U Testi ile aynı sonucu verir. Bu sebeple üç ve daha fazla gruba ilişkin dağılımın karşılaştırılması sonucu gruplar arasında anlamlı bir fark bulunması durumunda farklılığın kaynağını tespit etmek için gruplar, ikili olarak Mann-Whitney U Testi ile karşılaştırılabilir (www.statsdirect.com-14.01.2009).

haznesinin sıcaklığının ayarlanması ve bu suyun gövde içerisinde pompalar yardımıyla devir daim ettirilmesiyle sağlanmakta ve 20 adet yüzey sıcaklık sensörü ile kontrol edilmektedir. Gövdenin iç kısmında dolaşan suyun sıcaklığı mankene giriş ve çıkış su sıcaklıkları vasıtasıyla kontrol edilmektedir. Ayrıca manken gövdesinin içinin sıcaklığı da su içine yerleştirilmiş iki adet sıcaklık sensörüyle kontrol edilmektedir. Sistemden alınan sıcaklık ve bağıl nem verileri kaydedilip bir yazılım ile bağlı bulunan bilgisayara aktarılmaktadır. Kuru halde termal direnç ölçümlerinin yapılabildiği termal manken sistemi, yüzeyinin deriyi simüle etmek üzere su geçirmez fakat su buharını belirli oranda geçiren bir nefes alabilir kumaşla kaplanması ve bakır gövde-kaplama kumaşı arasına belirli basınçta su buharı pompalanması ile terlemeyi de simüle edebilir hale getirilmiştir. Bunun için mankenin vücudu beş bölüme ayrılmış ve her bir bölüm için basınç sensörlerine bağlı pompa sistemleri ve sisteme verilen sıvının tüketim miktarının hassas bir şekilde ölçülebildiği bir su buharı pompalama ve ölçme ünitesi uygun yazılımı ile birlikte sisteme eklenmiştir. Kaplanmış manken yüzeyinde pompalarla basılan su buharının yüzeyde oluşturduğu su buharı basıncı giyim denemelerinde de kullanılan portatif sıcaklık ve bağıl nem kayıt sistemleri ile iki noktadan ölçülüp kaydedilmiştir. Direnç hesapları için gerekli bir parametre olan sistemin ayarlanan değerlerde kararlı halde tutulabilmesini sağlayan ısı güç ise sistemin toplam ısı kapasitesinin ölçüm sırasında sistem ısıtıcısının çalıştığı sürenin toplam ölçüm süresine oranlanmasıyla elde edilen katsayıyla çarpılmasıyla elde edilmiştir. Bahsedilen termal manken sistemi Şekil 2.11’de görülmektedir.

BÖLÜM ÜÇ

ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

Giysi termal konforunun objektif ve subjektif ölçümlere dayalı bir yöntemle belirlenmesi amacıyla gerçekleştirilen çalışmada farklı özelliklerdeki sportif giysilik örme kumaşlar için elde edilen bulgular ve ölçülen parametrelerin termal konfor üzerindeki etkileriyle ilgili elde edilen analiz sonuçları bu bölümde ortaya konmuştur.

3.1. Subjektif Yöntemlerle Elde Edilen Sonuçlar

3.1.1 Anket Sonuçları

Kişilerin konfor algı mekanizmaları ve giysi tercihlerinde dikkat ettikleri parametreler birçok fizyolojik ve psikolojik faktörü içerdiği için oldukça karmaşık bir olaydır. Çalışmanın bu bölümünde, 325 kişilik bir gruba uygulanan anket çalışmasıyla, kişilerin giysi konforuyla ilgili bilinç düzeyleri, giysi tercih davranışları ve konfor problemleri ile ilgili veriler alınmış ve bu konuda Türk toplumuna özgü sonuçlar ortaya konmuştur. İncelenen parametreler ırk, coğrafi bölge, sosyal ve kültürel durum gibi birçok parametreye göre değiştiği için elde edilen sonuçlar sadece anketin uygulandığı grup için geçerlidir.

Anketin ilk bölümünde 23 adet kumaş/giysi özelliği konfor üzerindeki etki durumlarına göre ‘hiç önemli değil’ ve ‘olmazsa olmaz’ arasında değişen tanımlı beşli sınıflama skalası ile değerlendirilmiştir. Elde edilen ortalama değerlendirme sonuçları Tablo 3.1’de görülmektedir.

Tablo 3.1 Kumaş/giysi özelliklerinin konfor üzerindeki etkileri açısından önem dereceleri

Özellik	Ortalama Değerlendirme Sonucu	Standart Sapma
<i>Kumaş Özellikleri</i>		
Dayanıklılık, sağlamlık	3,74	0,84
Esneklik	3,19	0,78
Yumuşaklık	3,46	0,73
Pürüzlülük	2,98	0,95
Kalınlık	2,74	0,84
Dolgunluk	2,70	0,78
Hacimlilik	2,66	0,83
Tokluk, sıklık	2,88	0,76
Dökümlülük	3,15	0,86
Tüylülük	2,81	1,11
Elle dokunulduğunda kumaşın kişide oluşturduğu hisler (tutum)	3,76	0,90
Ağırlık	3,04	0,93
Örgü, desen	3,46	0,97
Hava geçirgenliği/gözeneklilik	3,54	0,87
Statik elektriklenme	3,50	1,03
Alerjik tepkilere neden olma	4,05	0,89
Hareket sırasında kumaş sürtünmesinden kaynaklanan ses	3,58	1,04
<i>Giysi Özellikleri</i>		
Soğuk havalarda sıcak, sıcak havalarda serin tutma (yalıtım)	4,21	0,74
Giysiyle vücudun ilk temasında hissedilen soğukluk/sıcaklık hisleri	3,43	0,95
Terin vücuttan emilerek uzaklaştırılması ve kuruluşun sağlanması	4,23	0,72
Model	3,84	0,98
Renk	3,83	0,99
Beden ve model açılarından vücuda uygunluk	4,37	0,74

Tablo 3.1’de de görüldüğü gibi değerlendirme puanları 2,66 kumaş hacimliliği ile 4,37 beden ve model açılarından vücuda uygunluk arasında değişmektedir. Sonuçlar incelendiğinde, konfor üzerinde daha fazla etkili olduğu düşünülerek katılımcılar tarafından giysi özelliklerinin kumaş özelliklerine göre daha yüksek puanlarla değerlendirildiği görülmektedir. Bu sonucun, katılımcıların, günlük hayata daha yakın olduğu için, giysiyle konfor arasında kumaşla olduğundan daha yakın bir ilişki kurabilmelerinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Genel olarak bakıldığında, konfor üzerinde en fazla etkili kumaş/giysi özellikleri; vücuda uygunluk, terin vücuttan uzaklaştırılması, yalıtım, alerjik problemler ve model olarak sıralanabilir.

Bir grup parametrenin aralarındaki ilişkilere göre gruplara ayrılması gerektiği durumlarda kullanılan faktör analizi yöntemi ile elde edilen döndürülmüş (rotated) bileşen matrisi, her bir değişkenin bileşen veya faktör içerisindeki ağırlığını gösterir. Her bir faktör toplam varyansın yani incelenen parametrenin belirli bir oranını açıklar. Kumaş/giysi özellikleri için elde edilen döndürülmüş bileşen matrisi Tablo 3.2’de verilmiştir. Eigen değerinin 1’den büyük olduğu durumda değişkenler, toplam varyansın % 60,33’ünü açıklayacak şekilde 7 faktör grubu altında toplanmıştır. 8 faktörlü durum için de analiz yapılmış ve bu şekilde de toplam varyansın % 64,34’ünün açıklandığı tespit edilmiştir, fakat 7 faktörlü gruplamanın konfor alt bileşenlerine daha uygun olduğuna karar verilmiştir.

Tablo 3.2 Konfor üzerinde etkili kumaş/giysi özelliklerinin döndürülmüş bileşen matrisi (Kaplan ve Okur, 2008b)

Özellik	Faktör Grupları						
	Estetik	Yapısal	Termal	Rahatsız edici	Dokunsal	Mekanik	Diğer
Renk	0,88	----	----	----	----	----	----
Model	0,88	----	----	----	----	----	----
Beden ve model açılarından vücuda uygunluk	0,66	----	----	----	----	----	----
Örgü, desen	0,62	----	----	----	----	----	----
Dolgunluk	----	0,79	----	----	----	----	----
Hacimlilik	----	0,72	----	----	----	----	----
Tokluk, sıkılık	----	0,68	----	----	----	----	----
Kalınlık	----	0,64	----	----	----	----	----
Soğuk havalarda sıcak, sıcak havalarda serin tutma (yalıtım)	----	----	0,78	----	----	----	----
Terin vücuttan emilerek uzaklaştırılması ve kuruluşun sağlanması	----	----	0,75	----	----	----	----
Hava geçirgenliği/gözeneklilik	----	----	0,66	----	----	----	----
Statik elektriklenme	----	----	----	0,76	----	----	----
Hareket sırasında kumaş sürtünmesinden kaynaklanan ses	----	----	----	0,75	----	----	----
Alerjik tepkilere neden olma	----	----	----	0,62	----	----	----
Ağırlık	----	----	----	0,51	----	----	----
Tüylülük	----	----	----	----	0,70	----	----
Pürüzlülük	----	----	----	----	0,68	----	----
Elle dokunulduğunda kumaşın kişide oluşturduğu hisler (tutum)	----	----	----	----	0,47	----	----
Esneklik	----	----	----	----	----	0,77	----
Yumuşaklık	----	----	----	----	----	0,60	----
Dayanıklılık, sağlamlık	----	----	----	----	----	0,54	----
Dökümlülük	----	----	----	----	----	----	0,73
Giysiyle vücudun ilk temasında hissedilen soğukluk/sıcaklık hisleri	----	----	----	----	----	----	0,47
<i>Açıklanan Varyans (%)</i>	20,76	9,90	8,66	6,48	5,20	4,96	4,38

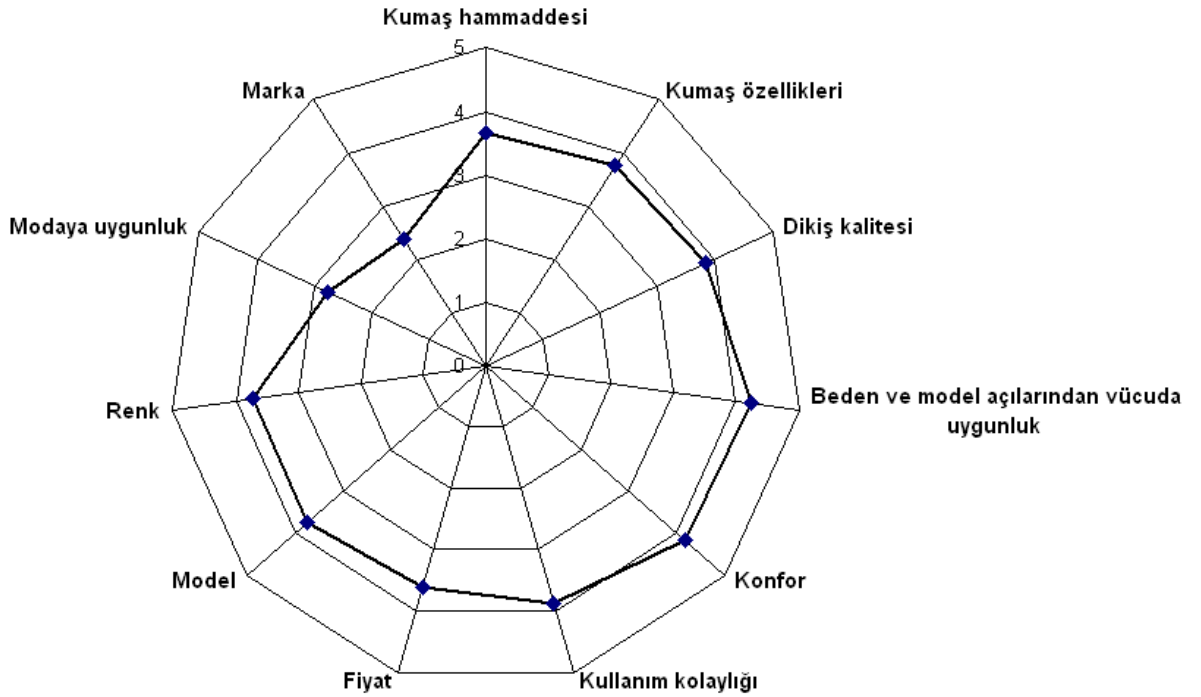
Faktör ağırlıklarından 0.45 veya - 0.45'ten küçük olanlar '----' olarak işaretlenmiştir.

Tablo 3.2'de de görüldüğü gibi 'estetik' adı altında gruplanabilecek renk, model, vücuda uygunluk ve örgü/desen özellikleri en yüksek varyans oranını açıklayan (% 20,76) birinci faktör grubunu oluşturmuştur. Bu sonuç, giysinin insan psikolojisi ve sosyal hayatındaki önemini göstermektedir. Giysinin sadece çevresel şartlara karşı

bir koruyucu değil, toplum standartlarına uygun bir görüntü kazandırarak kişinin kendini iyi hissetmesini sağlayan bir faktör olduğu bu sonuçla da vurgulanmıştır. Dolgunluk, hacimlilik, sıklık ve kalınlığı içeren ikinci faktör grubu ‘yapısal’ olarak adlandırılmıştır. Termal yalıtım, terin uzaklaştırılması, hava geçirgenliği/gözeneklilik gibi termal konfor üzerinde birinci derece etkili özelliklerden oluşan üçüncü faktör grubu ‘termal’ olarak adlandırılmıştır. Kişide fizyolojik veya psikolojik rahatsızlık oluşturan statik elektriklenme, sürtünmeden kaynaklanan ses ve alerjik problemler ‘rahatsız edici’ başlığı ile dördüncü faktör grubunu oluşturmuştur. Kumaş ağırlığı da bu faktör grubunda yer almıştır ve birçok parametre üzerinde etkili bu özelliğin bahsedilen rahatsızlık durumlarını artırabileceği düşünülmektedir. Son üç faktör grubunda bulunan değişkenler farklı faktör grup sayılarına göre değişiklik göstermişlerdir, ilk dört faktör grubu kadar kararlı değillerdir. Beşinci ve altıncı faktör grupları kumaşın dokunsal ve mekanik özelliklerinin gruplanmasıyla oluşmuşlardır ve bu isimlerle adlandırılmışlardır. Giysiye ilk temasta ortaya çıkan soğukluk hissi ile kumaş dökümlülüğü farklı faktör grup sayıları için hep aynı grupta yer almıştır. Bu durumun, dökümlülüğün deri-kumaş temasını, dolayısıyla da ortaya çıkan hisleri etkilemesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Faktör grupları kadın ve erkekler için ayrı ayrı incelendiğinde, birkaç fark dışında genellikle aynı eğilimi gösterdikleri tespit edilmiştir. Bu farklar, erkeklerin mekanik ve termal özellikleri, kadınların ise yapısal özellikleri daha iyi gruplamaları ve kadınların kumaş tutumunu etkileyen özellikleri daha iyi ayırd edebilmeleridir. Sonuçlar katılımcıların mesleklerine göre incelendiğinde ise sayısal bilimlerle ilgili mesleklere sahip olan kişilerin estetik, yapısal, termal, dokunsal ve rahatsız edici başlıkları altındaki faktör gruplarını tam olarak oluşturdukları, sosyal bilimlerle ilgili çalışan katılımcıların ise mekanik özellikleri tam olarak gruplayabildikleri tespit edilmiştir. Buradan, sayısal konularda çalışan kişilerin kumaş/giysi özellikleri arasındaki ilişkileri daha iyi analiz edebildikleri sonucu ortaya çıkmaktadır.

Kişilerin giysi tercihlerinde dikkat ettikleri kumaş/giysi özelliklerini beş noktalı sınıflama skalası ile değerlendirmeleri istenmiş ve elde edilen sonuçlar Şekil 3.1’de verilmiştir. Şekilde de görüldüğü gibi giysinin vücuda uygunluğu ve konforu giysi tercihlerinde en fazla önem verilen özelliklerdir. Bu sonuç literatürdeki daha önceki

çalışmalarda (Zhang, 2002, Li, 2006) da tespit edilmiştir ve farklı ırklardan ve coğrafi bölgelerden insanlar için ortaktır. Şekil 3.1 incelendiğinde, modaaya uygunluk ve marka dışında diğler özelliklerin hemen hemen eşit değlerlendirme puanlarına sahip oldukları, yani katılımcıların bu özellikler için belirgin bir tercihlerinin bulunmadığı görülmektedir. Modaaya uygunluk ve markanın en düşük değlerlendirme puanına sahip olması da literatürdeki diğler çalışmalarla uyumludur.



Şekil 3.1 Giysi tercihlerini etkileyen özellikler (Kaplan ve Okur, 2008b)

Giysi tercihlerinde etkili olan 11 özelliğe faktör analizi uygulanması sonucu elde edilen döndürülmüş bileşen matrisi Tablo 3.3'te görülmektedir. Eigen değeri 1'den büyük olan değişkenler 3 faktör grubu oluşturmuşlardır. Fakat bu özelliklerin toplam varyansın % 65,30'unu açıklayan dört faktör grubu altında toplanmasının giysi tercihlerini etkileyen özelliklerin aralarındaki ilişkilere daha uygun olduğu düşünülmektedir.

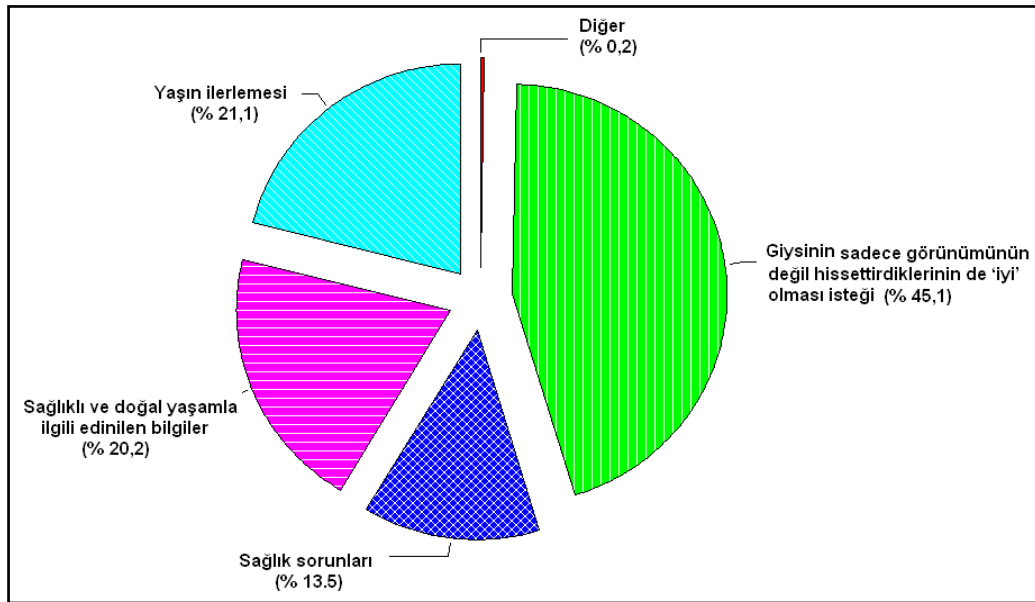
Tablo 3.3 Giysi tercihlerini etkileyen özelliklerin döndürülmüş bileşen matrisi (Kaplan ve Okur, 2008b)

Özellik	Faktör Grupları			
	1	2	3	4
Model	0,85	----	----	----
Renk	0,83	----	----	----
Fiyat	0,54	----	----	----
Kumaş özellikleri (dayanıklılık, esneklik, dökümlülük, tutum, vb.)	----	0,79	----	----
Kumaş hammaddesi (pamuk, yün, vb.)	----	0,70	----	----
Beden ve model açılarından vücuda uygunluk	----	0,60	----	----
Konfor (rahatlık)	----	0,51	----	----
Kullanım kolaylığı (yıkama, ütüleme, saklama koşulları vb.)	----	----	0,87	----
Dikiş kalitesi	----	----	0,59	----
Marka	----	----	----	0,89
Modaya uygunluk	----	----	----	0,60
<i>Açıklanan Varyans (%)</i>	31,21	14,58	10,78	8,73

Faktör ağırlıklarından 0,45 veya - 0,45'ten küçük olanlar '----' olarak işaretlenmiştir.

Tablo 3.3'teki faktör grupları incelendiğinde, kişileri görsel açıdan etkileyen giysinin model ve renginin yani estetik özelliklerinin fiyatla aynı grupta olduğu görülür. Kumaş hammadde ve özellikleri ile vücuda uygunluk ve konforun aynı grupta olması, katılımcıların konforla ilgili özellikleri ve aradaki ilişkileri ayırd edebildiklerini göstermektedir. Giysinin günlük hayattaki kullanımı sırasındaki performansını etkileyen kullanım özellikleri ve dikiş kalitesi üçüncü faktör grubunu oluşturmuştur. Giysinin direkt olarak yapısı ile ilgili olmayan ve dış etkenler tarafından büyük oranda etkilenen marka ve modaya uygunluk özellikleri ise en düşük varyans yüzdesini açıklayan dördüncü faktör grubunu oluşturmuşlardır. Sonuçlar kadın ve erkekler için ayrı ayrı incelendiğinde, en yüksek varyans açıklama yüzdesine sahip birinci gruba kadınların modaya uygunluk özelliğini, erkeklerin ise konfor ve vücuda uygunluk özelliğini ekledikleri ve bu durumda ortaya çıkan faktör grubunun toplam varyansın yaklaşık % 30'unu açıkladığı tespit edilmiştir. Bu sonuç, kadınların giysi yapısıyla ilgili olmayan ve sosyo-kültürel özelliklerden etkilenen estetik özellikler ve modaya uygunluğa giysinin fonksiyonel ve performans özelliklerinden daha fazla önem verdiklerini göstermektedir ki bu beklenen bir sonuçtur.

Katılımcılara hayatları boyunca giysi konforuna verdikleri önemin değişip değişmediği sorulduğunda % 83,4'ü konforun kendileri için daha önemli olduğunu belirtirken % 15,4'ü bu konuda bir değişiklik olmadığını belirtmiştir. Şekil 3.2'de konforun hayatlarında daha önemli hale geldiğini belirten katılımcıların bu durum için gösterdikleri sebepler özetlenmiştir. Şekilde de görüldüğü gibi giysinin sadece görünümünün değil hissettirdiklerinin de 'iyi' olması isteği bu sebepler içerisinde ilk sırada yer almıştır ki bu sonuç genç ve yoğun iş temposuna sahip katılımcı grubu için beklenen bir durumdur. Medyadan veya başka kaynaklardan sağlıklı ve doğal yaşamla ilgili edinilen bilgiler de giysi konforunun kişiler için daha önemli hale gelmesini sağlamıştır. Bu durumun da büyük bir hızla gerçekleşen teknolojik gelişmelerin etkilerinden biri olduğu düşünülmektedir.



Şekil 3.2 Konforun önemini artıran parametreler

Katılımcılara giysi tercihlerinde giysinin hammaddesine önem verip vermedikleri sorulduğunda % 66,5'i her zaman, % 28,9'u ise bazen (model, fiyat ve moda uygunluğunun daha önemli olabileceği durum) giysinin hammaddesine dikkat ettiklerini belirtmişlerdir. % 4,6'lık bir grup ise giysinin hammaddesinin kendileri için önemli olmadığını belirtmişlerdir. Giysi tercihlerinde hammaddeye önem veren gruba bu durumun sebepleri sorulduğunda, elde edilen sonuçlar önem derecelerine göre Tablo 3.4'te özetlenmiştir.

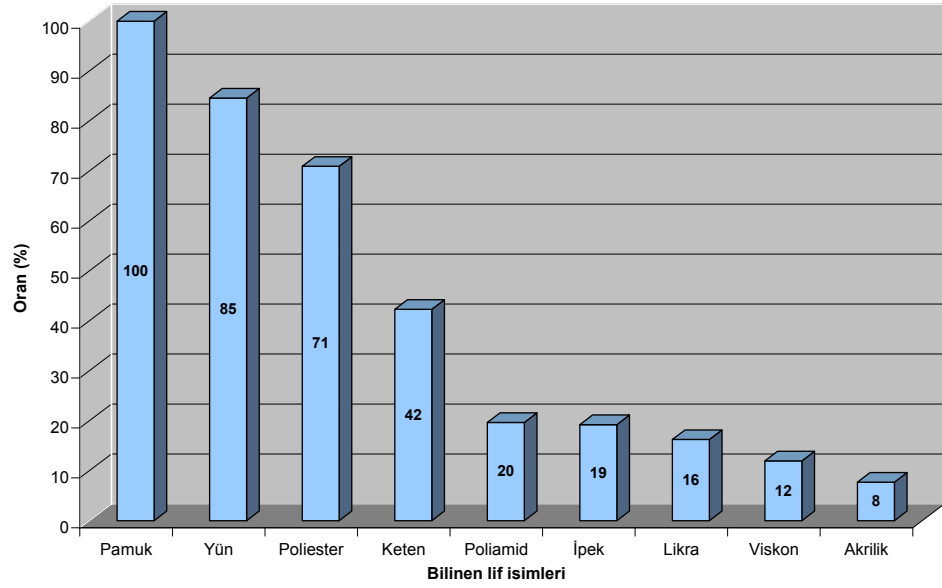
Tablo 3.4 Giysi tercihlerinde kumaş hammaddesine dikkat edilmesinin sebepleri

Sebepler	Önem derecelerine göre oranlar (%)		
	1. derece	2. derece	3. derece
Giysinin serin/sıcak tutması	31,0*	14,5	14,8
Giysinin terletmesi	10,0	11,0	9,4
Giysinin vücutta oluşan teri emme ve kuru tutma özelliği	10,3	24,5*	16,5
Giysinin sağladığı hareket rahatlığı	14,8	16,8	20,3*
Giysinin meydana getirdiği kaşıntı/batma hisleri	17,7	10,0	10,3
Giysinin meydana getirdiği karıncalanma hisleri	1,0	7,7	4,5
Giysinin vücut üzerindeki duruşu ve dökümlülüğü	8,7	9,7	9,7
Giysinin kullanım özellikleri (yıkama, ütüleme, saklama koşulları vb.)	5,8	5,8	14,5

*: En yüksek tercih yüzdesine sahip olan özelliği göstermektedir.

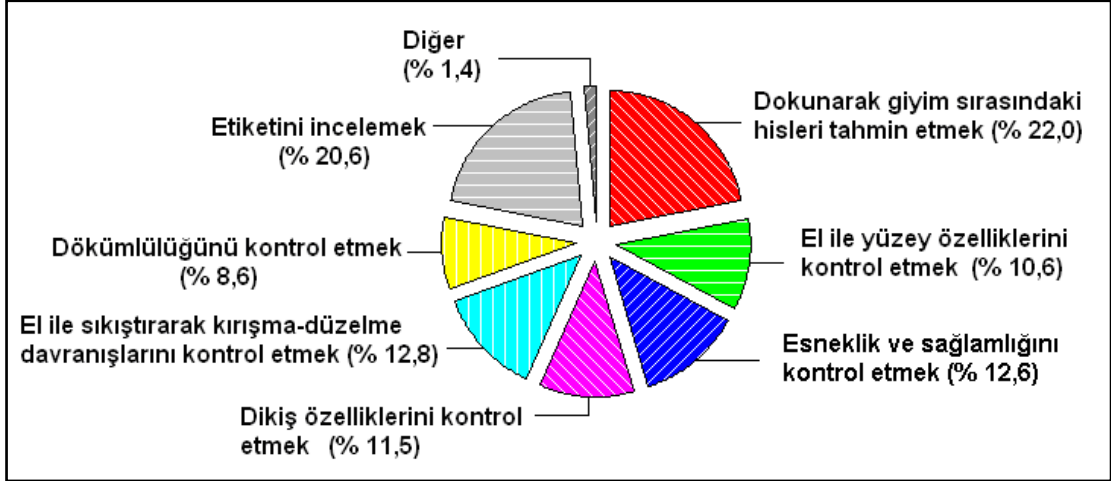
Tablo 3.4'te de görüldüğü gibi giysinin serin/sıcak tutması ve oluşan teri uzaklaştırarak kuru tutması gibi termal konforla ilgili özellikleri giysi hammaddesine dikkat edilmesinin en önemli sebepleri olarak gösterilmiştir. Konforun ana bileşenlerinden biri olan giysi hareket konforu veya basınç konforu ile ilgili olan giysinin sağladığı hareket rahatlığı özelliğinin de giysinin hammaddesi ile ilişkilendirildiği tespit edilmiştir.

Anketin bir bölümünde, kişilerin bildikleri tekstil liflerini yazmaları istenmiştir. 325 katılımcı içerisinde 234'ü bu boşlukları doldurmuştur. Elde edilen sonuçlar Şekil 3.3'te verilmiştir. Şekilde de görüldüğü gibi doğal lifler büyük oranda katılımcılar tarafından tanınmaktadır ve pamuk bu bölümde görüş bildirenlerin tamamı tarafından listeye eklenmiştir. Bu sonuç daha önceki bir çalışma (Kazuya ve ark., 2004) sonucuyla da uyumludur ve kişilerin çoğunun pamuklu bir giysiye sahip olmasının bu sonuca neden olduğu düşünülmektedir. Yün, keten ve ipek de pamuğa göre daha az kullanılmalarına rağmen katılımcılar tarafından tanınan doğal liflerdir. Sentetik lifler grubundan en fazla tanınan lif ise poliesterdir; poliesterin bazı katılımcılar tarafından sentetik lif grubunun tümünün genel ismi olarak kullanıldığı da tespit edilmiştir.



Şekil 3.3 Katılımcılar tarafından bilinen lifler

Bir ürün satın alırken ürünün gelecekteki performansı ile ilgili genel olarak belirli beklentilerin bulunduğu ve bu konuda tahminler yapıldığı belirtilmiştir (Richards, 1984). Kişiler satın alacakları ürünün görsel özellikleri dışında, performansını ve kalite seviyesini belirlemek için kendilerine göre bazı pratik yöntemler uygularlar. Katılımcılara giysi alışverişlerinde aradıkları kalite performansı konusunda fikir edinmek için kullandıkları pratik uygulamalar sorulmuş ve Şekil 3.4'te verilen sonuçlar elde edilmiştir. Bu soruda kişilere verilen yaygın uygulanan yöntemlerin dışında eklemeler yapabilmelerine de imkan tanınmıştır. Şekilde de görüldüğü gibi giysiye dokunarak giyim sırasındaki hislerin tahmin edilmesi ve giysinin etiketinin incelenmesi alışveriş sırasında katılımcıların en fazla uyguladıkları pratik yöntemlerdir. Kişinin eliyle giysi kumaşının mekanik ve yüzey özellikleri ile giysinin dikiş özelliklerini incelemesi de kişiler tarafından kullanılan pratik uygulamalardır.



Şekil 3.4 Giysinin kalitesinin belirlenmesi için uygulanan yöntemler

Katılımcılara üzerlerindeki giysinin günlük hayatlarını olumsuz yönde etkilediği durumlar yaşayıp yaşamadıkları sorulduğunda % 85,8'i bu soruya 'evet' demişlerdir. Konfor sorunu yaşadıkları belirtilen grubun yaşadıkları sorunları önceliklerine göre sıralamaları istendiğinde elde edilen sonuçlar Tablo 3.5'te özetlenmiştir. Sonuçlar incelendiğinde, kumaş esnekliğinin yetersizliği nedeniyle rahat hareket edememe en önemli konfor sorunu olarak gösterilmiştir. Buradan, katılımcıların en önemli konfor problemlerinin vücut hareket veya basınç konfor bileşeniyle ilgili olduğu ortaya çıkmaktadır. Kişilerin günlük hayatlarını olumsuz yönde etkileyen konfor problemlerinden biri de konforun termal bileşeniyle ilgili bir parametre olan terlemenin verdiği ıslaklık hissi olarak tespit edilmiştir. Giysinin model veya beden uygunsuzluğundan kaynaklanan problemler de kişilerin giysi konforuyla ilgili günlük hayatta karşılaştıkları sorunlar arasındadır. Bu konudaki sorunları yaşayan kişiler için Şekil 3.1'de görüldüğü gibi giysinin vücuda uygunluğu konforla birlikte satın alma tercihlerinde kişilerin en fazla önem verdikleri özellikler arasındadır. Dokunsal konforla ilgili özellikle yünlü giysilerin vücutta oluşturduğu kaşıntı ve batma hisleri ise kişiden kişiye değişmekle birlikte önemli konfor problemleri arasında sayılmıştır.

Tablo 3.5 Temel konfor problemleri

Konfor Problemleri	Önem Derecelerine Göre Oranlar (%)		
	1. derece	2. derece	3. derece
Kumaş esnekliğinin az olması nedeniyle rahat hareket edememe	32,1*	12,7	15,1
Normalden fazla terleme	23,5	15,0	10,4
Vücutta kaşıntı ve batma	10	18,8*	9,9
Vücutta karıncalanma	-	0,9	4,2
Vücutta alerjik tepkiler ve tahriş oluşumu	4,5	8,5	8,9
Terlemeden sonra soğukluk ve ıslaklık hisleri	8,6	13,1	17,7
Giysi bedeninin uygun olmamasından kaynaklanan rahatsızlık (sıkma, dar gelme, bol gelme, vb.)	15,4	18,8*	13,5
Giysinin modelinden kaynaklanan rahatsızlık (sıkma, vücuda oturmama, vb.)	5,9	11,7	19,3*

*: En yüksek orana sahip olan konfor problemi

İkisi farklı ortam şartlarını içeren ayrı bölümlerden oluşan beş durumu tanımlayan senaryolar (Tablo 3.6) ile katılımcılara verilen tanımlayıcı sıfatlardan o anki hislerini yansıtanları seçmeleri veya yeni eklemeler yapmaları istenmiştir. Bu senaryolar, kişilerin üzerlerindeki giysileri, ortam şartlarını ve aktivite seviyesini tanımlayan, herkesin günlük hayatta yaşayabileceği kısa hikayeler şeklinde hazırlanmıştır. Anketin bu kısmı ile elde edilen sonuçlar, giyim denemelerinde kullanılan psikolojik skalaların hazırlanmasında da göz önünde bulundurulmuştur. Sonuçta, katılımcıların verilen seçenekler arasından tercih yapmak dışında hislerini ifade etmek amacıyla yeni tanımlayıcı sıfatlar ekleme konusunda başarılı olmadıkları tespit edilmiştir. Bu yüzden tespit edilen sıfatlar literatürde verilen ve araştırmacılar tarafından tespit edilenlerden çok farklı değildir. Sadece katılımcıların küçük bir kısmı senaryolarda tanımlanan durumlardaki hislerini cümlelerle ifade etmişlerdir.

Tablo 3.6 Farklı çevresel şartlarda konforsuzluğu tanımlamak için kullanılan sıfatlar

Senaryo	Çevresel Şartlar	Giysi Tipi	Aktivite	Tanımlayıcı sıfatlar*
1	Rüzgarlı ve yağmurlu (dış ortam)	Pamuklu iç çamaşırı ve t-shirt, eşofman takımı, yağmurluk	Yürüyüş	Sıcaklık ve bunalma, ıslaklık, yapışkanlık, vücudun nefes alamaması, ağırlık
2	Güneşli ve sıcak (dış ortam)	Pamuklu iç çamaşırı, yünlü kazak	Orta seviyede günlük aktivite	Sıcaklık ve bunalma, batma, kalınlık, vücudun nefes alamaması, ıslaklık, vücutta tahriş hissi, yapışkanlık ve sarmalanma
3	Sıcak (iç ortam)	Sentetik liften üretilmiş, vücuda dar gelen ve esnekliği olmayan bir gece kıyafeti	Oturma	Sıcaklık ve bunalma, yapışkanlık ve sarmalanma, vücudun nefes alamaması, ıslaklık, rahatsızlık ve mide bulantısı
4	Yağmurlu ve çok nemli (dış ortam)	Pamuklu iç çamaşırı, t-shirt ve kot pantolon	Yürüyüş	Üşüme-ürperme, nemlilik, ağırlık
5	Serin (iç ortam)	Sentetik karışımli pantolon, sentetik karışımli bir gömlek (atletsiz)	Oturma	Üşüme-ürperme, ilk temasta hissedilen soğukluk, incelik, giysi yokmuş hissi, giysinin sarmaması

*: Tanımlayıcı sıfatlar soldan sağa doğru en yüksek orana sahip olandan itibaren sıralanmıştır.

Anket ile elde edilen sonuçların tümü dikkate alındığında, daha önceki çalışmalarda da belirtildiği gibi (Li, 2001) kişilerin giysileriyle ilgili özellikleri ve hislerini ifade etme yetenekleri beyinlerinde bahsedilen özelliklerle ilgili yaptıkları ilişkilendirmelere göre daha az gelişmiştir. Anketin tümü için geçerli olan serbest yazma alanları çoğunlukla boş bırakılmıştır. Buradan, bir hatırlatıcının olmadığı durumda kişilerin hislerini ifade etme konusunda zayıf oldukları sonucu ortaya çıkmaktadır. Bu tür çalışmalarda kişilerin psikolojileriyle ilgili çok sayıda kontrol dışı parametre olması ve hislerle ilgili doğru verilerin direkt sorularla elde edilmesinin güç oluşu nedeniyle sonuçların doğruluğu ve tekrarlanabilirliği sınırlıdır. Buna rağmen, konforun çoğunlukla psikolojiyle ilgili açığa kavuşturulmamış yönlerinin incelenmesi için farklı özelliklerdeki gruplara uygulanan bu tür çalışmaların oldukça yararlı olduğu düşünülmektedir.

3.1.2 Önkol Testi

Subjektif giyim denemelerinden önce bir ön çalışma olarak giyim denemelerinde incelenen beş kumaş da içeren on kumaşın temas sırasında kişilerde oluşturdukları soğukluk ve ıslaklık hisleri önkol (forearm) testi ile incelenmiştir. Çalışmanın bu bölümü giyim denemeleri için gönüllü olan yedi kişilik grupla gerçekleştirilmiştir. Bu bölüm kapsamında, kumaşların ön kolun iç kısmına teması sırasında kişilerde ortaya çıkan soğukluk ve ıslaklık hisleri ile ilgili değerlendirmeleri hazırlanan beşli sınıflama skalaları ile alınmış, ayrıca temas sırasındaki deri yüzey sıcaklık düşüşü de saniyede bir yapılan devamlı sıcaklık ölçümleri ile tespit edilmiştir. Test, ortam şartlarıyla denge halindeki kumaşın yanında farklı oranlarda (% 10 ve % 20) rutubet içeren kumaşlarla da gerçekleştirilmiştir. Test sonucunda elde edilen subjektif veriler ve deri yüzey sıcaklık düşüşü değerleri temel fiziksel/yapısal özelliklerin yanında temas sırasındaki termal hisler üzerinde etkili pürüzlülük, sürtünme, gözeneklilik gibi kumaş özellikleri ile birlikte değerlendirilerek kumaşların temas sırasında ortaya çıkardıkları soğukluk ve ıslaklık hisleriyle ilgili yorumlar yapılmıştır. Önkol testi sırasında beşli sınıflama skalaları ile elde edilen soğukluk ve ıslaklıkla ilgili değerlendirme sonuçları Tablo 3.7’de verilmiştir.

Tablo 3.7 Önkol testi ile farklı kumaş rutubet oranları için elde edilen soğukluk ve ıslaklık hisleri değerlendirme sonuçları

Kumaş Kodu	Soğukluk Hissi Değerlendirme Sonucu			Islaklık Hissi Değerlendirme Sonucu	
	Kuru (S. Sapma)	% 10 Fazla Rutubet (S. Sapma)	% 20 Fazla Rutubet (S. Sapma)	% 10 Fazla Rutubet (S. Sapma)	% 20 Fazla Rutubet (S. Sapma)
1	2,71 (0,64)	1,86 (0,66)	1,71 (0,72)	2,00 (0,84)	2,34 (0,97)
2	2,34 (0,48)	1,86 (0,85)	1,38 (0,50)	2,67 (0,97)	2,95 (1,24)
3	1,96 (0,59)	1,86 (0,91)	1,86 (0,73)	2,39 (0,67)	2,57 (1,12)
4	2,39 (0,74)	1,95 (0,74)	1,95 (0,67)	1,72 (0,72)	1,91 (0,77)
5	2,24 (0,70)	1,81 (0,51)	1,71 (0,64)	2,34 (1,16)	2,86 (1,15)
6	2,48 (0,60)	2,05 (0,87)	1,67 (0,80)	1,95 (0,97)	2,43 (1,08)
7	2,29 (0,56)	2,05 (0,74)	2,33 (0,91)	1,91 (0,83)	2,10 (0,77)
8	2,76 (0,70)	2,48 (0,51)	2,24 (0,70)	1,77 (0,70)	2,14 (0,66)
9	1,91 (0,63)	1,76 (0,77)	1,62 (0,50)	2,53 (1,12)	2,62 (1,12)
10	2,72 (0,56)	2,00 (0,71)	2,10 (0,54)	2,10 (1,00)	2,19 (0,87)

Tüm subjektif testlerde olduğu gibi önkol testinde de subjektif verilerin (soğukluk ve ıslaklık hisleri değerlendirme sonuçları) denemeye katılan kişiler (jüri) ve kumaşlar bazında tutarlılık ve tekrarlanabilirliğinin incelenmesi amacıyla verilere Kendal Uyum Analizi uygulanmıştır. Bu yöntem üç veya daha fazla sayıda jüri/olayın belirli özellikler açısından değerlendirilmesiyle elde edilen sonuçlar arasındaki uyum oranının belirlenmesi için kullanılır. Bu çalışmada Kendal Uyum Katsayısı (W) denemeye katılan kişilerin tekrarlı değerlendirme sonuçlarının tutarlılığı ve farklı kişilerin aynı kumaş için yaptıkları değerlendirmelerin tutarlılıklarının belirlenmesi amacıyla kullanılmıştır. Tablo 3.8’de de görüldüğü gibi Kendal Uyum Analizi sonuçlarına göre jüriler ve kumaşlar arasında fark olsa da bu fark % 10 fazla rutubet oranı için soğukluk hissi değerlendirmelerinin jüriler arasındaki uyumu dışında 0,05 güven seviyesinde önemli değildir ($p < 0,05$). Tablo 3.7’de tek ölçüm değerlerine dayalı olarak hesaplanan standart sapma değerleri kontrol edildiğinde bu durumun subjektif veriler arasındaki varyasyondan değil

Kendal Testi uygulanan jüri sayısının (7) düşüklüğünden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Tablo 3.8 Kendal uyum analizi sonuçları

		Soğukluk Hissi			Islaklık Hissi (% 10 Fazla Rutubet)	Islaklık Hissi (% 20 Fazla Rutubet)
		Kuru	%10 Fazla Rutubet	%20 Fazla Rutubet		
Jüri uyumu	W	0,544	0,224	0,464	0,424	0,389
	p	0,000	0,117	0,001	0,002	0,004
Kumaş tekrar uyumu	W	0,223	0,126	0,256	0,217	0,216
	p	0,000	0,005	0,000	0,000	0,000

Elde edilen subjektif verilerin uyumlu ve tekrarlanabilir olduğu belirlendikten sonra bu verilerle deri yüzeyinden kaydedilen sıcaklık düşüşü ile kumaşın geçirgenlik ve yüzey özellikleri arasındaki ilişkiler incelenmiştir.

Önkol testi ile kumaşın deriyle teması sırasındaki deri yüzey sıcaklık düşüşü, kolun iç kısmına sabitlenen film şeklindeki bir sıcaklık sensörü ile kaydedilmiştir. Sıcaklık ölçümü % 10 ve % 20 fazla rutubet içeren kumaşların deri ile teması sırasında da sürekli devam etmiş, tüm durumlar için kişilerin termal hisleri ile objektif olarak ölçülen deri sıcaklık düşüşü arasındaki ilişkiler incelenmiştir. Test süresince saniyede bir yapılan sıcaklık ölçümlerine dayalı olarak hesaplanan sıcaklık düşüşü değerleri Tablo 3.9’da verilmiştir.

Tablo 3.9 Önkol testi ile ölçülen deri sıcaklık düşüş değerleri

Kumaş Kodu	Sıcaklık düşüşü (°C)		
	Kuru (S. Sapma)	% 10 Fazla Rutubet (S. Sapma)	% 20 Fazla Rutubet (S. Sapma)
1	0,33 (0,14)	1,21 (0,75)	1,26 (0,64)
2	0,43 (0,17)	1,40 (0,61)	1,37 (0,47)
3	0,47 (0,14)	1,41 (0,43)	1,43 (0,44)
4	0,54 (0,16)	1,58 (0,44)	1,48 (0,42)
5	0,53 (0,14)	1,52 (0,45)	1,52 (0,42)
6	0,58 (0,17)	1,48 (0,44)	1,52 (0,36)
7	0,55 (0,16)	1,54 (0,42)	1,53 (0,44)
8	0,61 (0,20)	1,46 (0,37)	1,45 (0,39)
9	0,59 (0,23)	1,48 (0,47)	1,50 (0,41)
10	0,62 (0,24)	1,21 (0,44)	1,13 (0,55)

Kumaşın yüzey özelliklerini belirlenmesi için yapılan pürüzlülük ve sürtünme testleri ile optik gözeneklilik ölçümü ile elde edilen sonuçlar Tablo 3.10'da verilmiştir. Tabloda verilen kumaşların su ve hava geçirgenlik özelliklerinin de önkol testi ile elde edilen sonuçlar üzerindeki etkileri incelenmiştir.

Tablo 3.10 Önkol testi ile incelenen kumaşların yüzey özellikleri

Kod	Ra	Rz	Rq	Fk (gf) (çubuk)	Fk (gf) (sıra)	Fs (gf) (çubuk)	Fs (gf) (sıra)	Sapma D. (gf) (çubuk)	Sapma D. (gf) (sıra)	Optik Gözen. .(%)
1	30,19 (0,65)	166,93 (9,34)	37,59 (1,21)	19,55 (1,23)	19,58 (1,07)	24,38 (1,65)	20,87 (0,64)	2,55 (0,24)	2,85 (0,17)	23,30 (1,89)
2	34,05 (1,31)	156,87 (11,33)	42,54 (1,28)	27,50 (1,73)	23,95 (0,71)	29,88 (1,92)	25,43 (0,67)	2,48 (0,86)	2,08 (0,13)	16,21 (2,13)
3	38,45 (2,14)	183,87 (5,03)	46,22 (2,27)	26,50 (1,29)	17,27 (0,79)	28,00 (0,50)	19,00 (0,60)	2,17 (0,55)	3,00 (0,67)	13,32 (2,59)
4	17,58 (1,40)	90,08 (6,19)	22,19 (1,09)	29,90 (0,73)	18,05 (0,50)	31,40 (0,69)	19,20 (0,50)	1,27 (0,34)	1,23 (0,17)	2,98 (1,03)
5	30,59 (0,44)	145,73 (4,59)	37,25 (1,11)	30,58 (1,57)	18,70 (1,64)	34,03 (1,96)	21,78 (0,95)	1,70 (0,59)	1,65 (0,34)	40,46 (6,31)
6	30,11 (1,37)	156,37 (2,27)	38,84 (0,92)	34,20 (0,68)	28,75 (0,51)	36,00 (0,60)	31,00 (0,50)	2,85 (0,19)	3,00 (0,41)	18,14 (1,02)
7	15,12 (0,43)	76,23 (2,07)	18,72 (0,26)	29,55 (0,44)	24,25 (0,96)	34,50 (1,22)	27,20 (1,81)	1,27 (0,43)	1,10 (0,22)	4,86 (1,67)
8	15,31 (1,46)	73,92 (1,40)	19,94 (1,78)	32,70 (0,24)	26,50 (0,71)	36,63 (0,85)	29,78 (1,30)	1,45 (0,40)	0,83 (0,17)	17,58 (2,74)
9	16,61 (0,70)	72,72 (3,28)	20,02 (0,83)	30,15 (0,44)	17,08 (0,30)	31,50 (0,50)	18,13 (0,81)	1,15 (0,25)	0,65 (0,34)	0,59 (0,41)
10	23,42 (2,52)	118,43 (11,45)	30,17 (2,27)	28,00 (0,82)	33,35 (0,24)	29,25 (0,35)	35,38 (0,43)	3,58 (0,26)	0,93 (0,22)	8,30 (2,03)

Tabloda parantez içindeki değerler standart sapmaları göstermektedir.

Subjektif sıcaklık ve ıslaklık değerlendirme sonuçları ile objektif sıcaklık düşüşü, yüzey, gözeneklilik ve geçirgenlik ölçüm sonuçları arasındaki ilişkilerin incelenmesi için korelasyon analizi uygulanmıştır. Elde edilen anlamlı ilişkileri gösteren korelasyon katsayıları Tablo 3.11’de görülmektedir.

Tablo 3.11 Objektif ve subjektif ölçüm sonuçları arasındaki korelasyonlar (Kaplan ve Okur, 2008a)

	Islaklık ² Hissi	Fk (gf) (sıra)	Fk (gf) (çubuk)	Fs (gf) (sıra)	Hava Geçirgen. (l/m ² /s)	Sürtünme graf. maks. sapma değ. (sıra)	Rz	Ra
Soğukluk hissi		0,770* (s)		0,709* (s)	0,697* (s)			
Sıcaklık düşüşü			0,807** (p)			-0,682* (p)	-0,701* (p)	-0,655* (p)
Islaklık ¹ Hissi	0,903** (s)							
Islaklık ² Hissi								0,685* (s)

* ve **: Sırasıyla korelasyonun 0.05 ve 0.01 önem seviyelerinde anlamlı olduğunu gösterir.

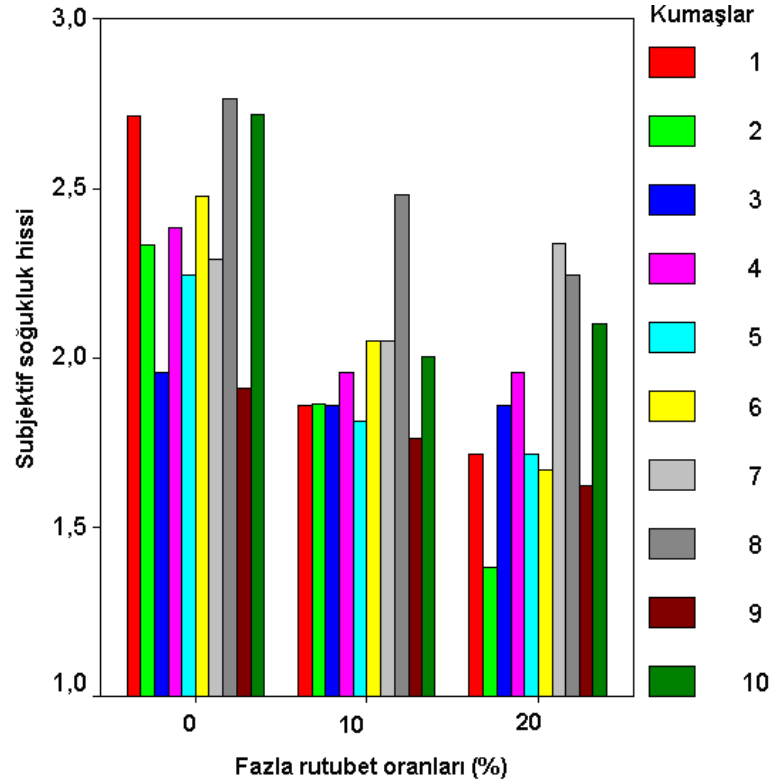
1 ve 2: Sırasıyla % 10 ve % 20’lik fazla nem oranları ile sağlanan ıslaklığı ifade eder.

s and p: Spearman ve Pearson korelasyon katsayıları.

Tablo 3.11’de de görüldüğü gibi subjektif soğukluk hissi hem kumaş geçirgenliği hem de yüzey özellikleriyle ilişkilidir. Ayrıca sıra ve çubuk yönlerinde ölçülen

kinetik ve statik sürtünme dirençleri (F_k ve F_s) de deri-kumaş arasındaki ısı transferi, dolayısıyla da hisedilen subjektif soğukluk/sıcaklık hissi üzerinde etkilidir. Buradaki ilginç bir sonuç, geçirgenlik özelliklerinden su buharı geçirgenliğinin değil de yüzeydeki tüylerin etkisinin basınçlı hava ile ortadan kalktığı hava geçirgenliği test sonucunun sıcaklık hissi üzerinde etkili olmasıdır. Optik gözeneklilik değerlerinin soğukluk hissi değerlendirmeleriyle anlamlı bir ilişkisinin tespit edilememesinin ise kumaş tüylülüğünün yapılan gözeneklilik hesabına tam olarak yansıtılmaması ve çift katlı kumaşlar için dış kumaş katmanını oluşturan ipliklerin de temas yüzeyine katkıda bulunmadıkları halde gözeneklilik hesabına katılmalarından kaynaklandığı düşünülmektedir. Deri yüzeyindeki sıcaklık düşüşünün algılanan soğukluk hissiyle önemli bir ilişkisinin bulunmaması ise kaydedilen sıcaklık düşüşlerinin sadece kumaş özelliklerinden değil test sırasında kumaşın yerleştirilmesi anında oluşan hava akımından da kaynaklanabileceğini akla getirmektedir. Analiz sonuçları, beklendiği üzere kumaşın sürtünme ve pürüzlülük özellikleri arasındaki anlamlı ilişkileri de ortaya çıkarmıştır.

Şekil 3.5'te kumaşın rutubet içeriği arttıkça algılanan soğukluk hissini değişimi görülmektedir. Kumaş rutubet içeriğinin artması, genel olarak subjektif soğukluk hissinde artışa yani termal skala değerlerinde azalmaya neden olmuştur (skalada 1 en soğuk durumu temsil etmektedir). Bu durumun istisnası, iç yüzeyleri poliester (3), modifiye poliester (coolmax) (4), viskon (7) ve poliester-modifiye poliester (viloft) karışımına sahip (10) kumaşlardır. Bu kumaşların oluşturdukları soğukluk hissini kumaş rutubet değerinin % 10'dan % 20'ye çıkartılması ile artmamasının kumaşların hammaddelerinden çok deri-kumaş temasını etkileyen yüzey özelliklerinden kaynaklandığı düşünülmektedir.



Şekil 3.5 Kumaş rutubet içeriğine bağlı olarak subjektif soğukluk hissi değerlendirmeleri (Kaplan ve Okur, 2008a)

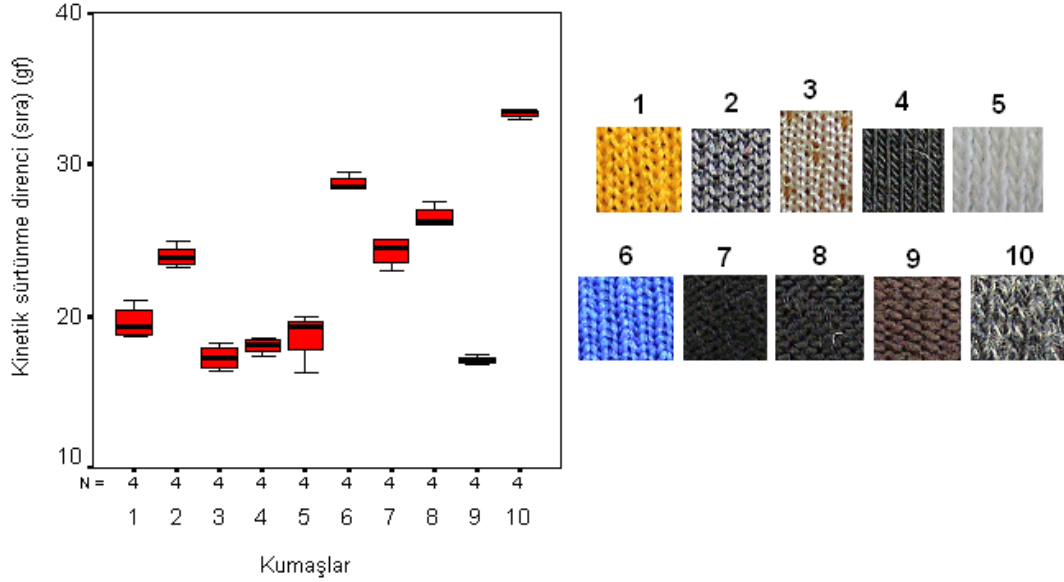
Farklı fazla rutubet oranlarına sahip kumaşların oluşturdukları soğukluk his değerlendirilmeleri arasındaki farkların istatistiksel olarak anlamlı olup olmadığının tespiti için subjektif verilere Tek Yönlü ANOVA Testinin non-parametrik eşdeğeri olan Kruskal -Wallis H Testi uygulanmıştır. Sonuçlara göre kuru (çevre havasıyla dengede) ve % 20 oranında fazla rutubet içeren kumaşlar için elde edilen soğukluk değerlendirme sonuçları arasındaki farklar istatistiksel olarak anlamlıdır ($p < 0,05$). İkili karşılaştırmalarla kumaşlar arasındaki farkların istatistiksel olarak anlamlı olup olmadığının tespiti ise Student t testinin non-parametrik karşılığı olan Mann-Whitney U Testi ile gerçekleştirilmiştir. Mann-Whitney U Testi ile elde edilen sonuçlar Tablo 3.12’de özetlenmiştir. İlk sütunda verilen kumaşlarla verdikleri subjektif soğukluk hisleri açısından istatistiksel olarak anlamlı farka sahip olan kumaşlar tabloda aynı satırda verilmiştir.

Tablo 3.12 Kuru ve ıslak kumaşların varyans analizi test sonuçları

Kumaş Kodu	İstatistiksel Olarak Anlamlı Farka Sahip Olan Kumaşlar	
	Kuru Haldeki Soğukluk His Değerlendirmeleri	Islak Haldeki Soğukluk His Değerlendirmeleri (% 20 fazla rutubet)
1	2, 3, 5, 7, 9	7, 8, 10
2	1, 3, 8, 9, 10	3, 4, 7, 8, 10
3	1, 2, 4, 6, 8, 10	1, 2
4	3, 9	2
5	1, 8, 10	7, 8, 10
6	3, 9	7, 8
7	1, 8, 9	1, 2, 5, 6, 9
8	2, 3, 5, 7, 9	1, 2, 5, 6, 7, 9
9	1, 2, 4, 6, 7, 8, 10	7, 8, 10
10	2, 3, 5, 9	1, 2, 5, 9

Şekil 3.5'te görülen kumaşlara ait grafikte kuru (çevre havasıyla dengede) durum için (3), (5) ve (9) kodlarına sahip kumaşlar, en fazla soğukluk hissi anlamına gelen en düşük soğukluk hissi değerlendirme sonucunu vermişlerdir. Deriyle temas eden iç yüzeyleri poliester (3), pamuk (5) ve poliamid (9) olan bu kumaşlar için elde edilen bu sonucun çok farklı higroskobiklik derecelerine sahip kumaş hammaddeleri ile açıklanması mümkün değildir. Özellikle gruptaki kumaşların çoğundan istatistiksel olarak anlamlı farklara sahip soğukluk hisleri veren (3) ve (9) numaralı kumaşlar için düşük pürüzlülük ve optik gözeneklilik değerleri nedeniyle oluşan yüksek deri-kumaş temas alanının bu sonuca neden olduğu düşünülmektedir. (5) numaralı pamuklu kumaşın higroskobik yapısına bağlı olarak ortaya çıkarması beklenen yüksek soğukluk hissini kumaşın yüzey özelliklerine bağlı olarak ortaya çıkan düşük temas alanı nedeniyle azaldığı düşünülmektedir. Aynı durum (7) ve (8) numaralı hammaddeleri büyük oranda viskon olan fakat yüzey tüylülük değerleri de yüksek olan kumaşlar için de geçerlidir. Modifiye viskon (viloft) ve poliesterden üretilen kumaşın (10) yüksek termal değerlendirme sonucu, yani sıcaklık hissi vermesinin ise viloft lifinin özelliğinin yanı sıra daha büyük oranda bu kumaşın yüksek tüylülük değerlerinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Kumaşların oluşturdukları soğukluk hisleri arasındaki fark, Şekil 3.6'da görülen kuru halde soğukluk hissi ile anlamlı korelasyona (0,770) sahip kumaşın sıra yönündeki kinetik sürtünme direnci (Fk) için elde edilen kutu diyagramında da görülmektedir. Kinetik yüzey sürtünme verilerine Duncan Çoklu Dağılım Testi kullanılarak tek yönlü

ANOVA testi uygulanmış ve kumaşların yüzey özellikleri arasındaki anlamlı farklar tespit edilmiştir.



Şekil 3.6 Sıra yönündeki kinetik sürtünme direnci kutu diyagramı

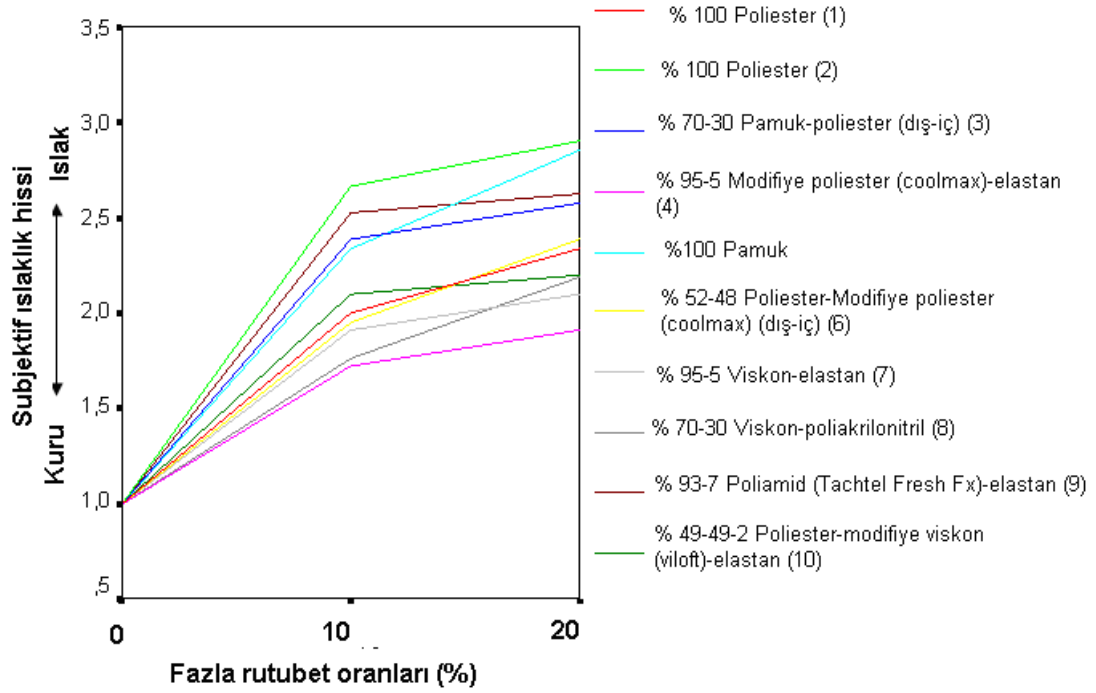
Şekil 3.6, kumaşların temas sırasında oluşturdukları soğukluk hissi konusundaki performanslarıyla ilgili fikir vermektedir. Şekilde de görüldüğü gibi 3, 4, 5 ve 9 numaralı kumaşların kinetik sürtünme direnç değerleri diğerlerinden daha düşüktür, yani bu kumaşların yüzeylerinin daha pürüzsüz olmasına bağlı olarak daha yüksek soğukluk hissi vermeleri beklenmektedir. Şekil 3.5'te görüldüğü gibi (3), (5) ve (9) numaralı kumaşlar için bu durum geçerlidir. 0,770'lik korelasyon katsayısı ile subjektif soğukluk hissi ile ilişkili bir parametre olan sıra yönündeki kinetik sürtünme direncinin bu subjektif parametre ile ilgili büyük oranda fikir verdiği görülmektedir.

Kumaşların ıslak halde oluşturdukları soğukluk hisleri incelenecek olursa, Şekil 3.5'te görüldüğü gibi % 20 oranında fazla rutubet içeren kumaşlar arasında (2) ve (9) numaralı kumaşların en düşük subjektif soğukluk değerlendirme sonucunu verdikleri görülür. Çevre havasıyla denge halindeki (kuru) kumaşlar arasında da aynı performansa sahip olan (9) numaralı kumaşın düşük pürüzlülük değerlerinin, (2) numaralı poliester kumaşın ise çift katlı örgü yapısının sağladığı yüksek sıvı

absorblama kapasitesinin bu sonuca neden olduğu düşünülmektedir. Her iki kumaş yüzeyinin düşük tüylülüğe sahip olmasının da sonuç üzerinde etkili olduğu düşünülmektedir. Beklenildiği üzere ıslak durumda kumaşların hammadde veya konstrüksiyonlarına bağlı olarak değişen sıvı absorpsiyon kapasiteleri ortaya çıkan soğukluk hissi üzerinde kuru durumda olduğundan daha etkilidir. Fakat kumaş yüzey özellikleri deri-kumaş temas alanını etkilediği için ıslak haldeki termal hisler üzerinde de etkilidir. Hammadde karışımlarında büyük oranda viskon içeren kumaşlar (7 ve 8) ile modifiye viskon (viloft)–poliesterden oluşan kumaşın (10) en yüksek termal değerlendirme sonuçlarını verdikleri tespit edilmiştir. Bu durumun viskonun yüksek sıvı absorpsiyon kapasitesine rağmen her üç kumaşın da yüksek tüylülük değerlerine bağlı olarak oluşan düşük deri-kumaş temas alanından kaynaklandığı düşünülmektedir.

İstatistiksel analiz sonuçlarına göre subjektif soğukluk ve ıslaklık hisleri de birbirleriyle -0,701’lik bir korelasyon katsayısıyla ilişkilidirler. Buradan, bir kumaşın verdiği ıslaklık hissi arttıkça soğukluk hissini de artacağı (değerlendirme sonucunun düşeceği) sonucu doğrulanmıştır. Şekil 3.7’de görüldüğü gibi farklı oranlarda rutubet içeren kumaşların verdikleri ıslaklık hisleri hammadde ve yüzey özelliklerine göre farklılık göstermektedir. Şekilde de görüldüğü gibi kumaşa verilen fazla rutubet oranı arttıkça (% 10’dan % 20’ye) algılanan ıslaklık hissinde de artış görülmektedir ve bu iki durum için algılanan ıslaklık hisleri arasında da beklenildiği gibi yüksek bir korelasyon vardır (0,903). Farklı rutubet içeriğindeki kumaşların oluşturdukları ıslaklık hisleri arasındaki farklar da soğukluk hissinde olduğu gibi Kruskal-Wallis ve Mann Whitney U Metotları ile analiz edilmiştir. Sonuçlar incelendiğinde, kumaşların oluşturdukları ıslaklık hisleri arasındaki farkların genellikle istatistiksel olarak anlamlı olmadığı tespit edilmiştir. Fakat soğukluk hissi ile ilgili sonuçları destekleyecek şekilde sırasıyla poliester ve poliamidden üretilmiş (2) ve (9) numaralı kumaşlar düşük yüzey tüylülüğü ve optik gözeneklilik değerlerine bağlı olarak oluşan yüksek temas alanı nedeniyle daha fazla ıslaklık hissine sebep olmuşlardır. Kumaşlara eklenen fazla rutubet oranları her iki lifin de rutubet absorblama kapasitelerinden (poliester için standart atmosfer koşullarında yaklaşık % 0,4, poliamid için % 4,1) yüksektir ve eklenen sıvı kumaş içerisindeki boşluklarda serbest

olarak kalmıştır. Bu durumda poliamid kumaşın (9) poliester göre daha az ıslaklık hissine sebep olmasının hammadde özelliklerine de bağlı olduğu söylenebilir. Poliesterin konstrüksiyonuna bağlı olarak artırılan sıvı emme kapasitesinin sıvının aktarılacağı bir higroskopik dış katman olması durumunda daha etkili olabileceği düşünülmektedir. İç yüzeyi poliester dış yüzeyi pamuktan iki katlı olarak üretilmiş (3) numaralı kumaş ise özel olarak yüksek terleme şartlarında sıvının poliester iç katmandan pamuk dış katmana aktarılması ve burada yayılarak kısa sürede buharlaşması amacıyla tasarlanmıştır. Şekil 3.7'ye bakıldığında bu kumaşın performansının % 20'lik fazla rutubet oranı için % 100 pamuklu kumaşa göre daha iyi olmakla birlikte yüksek sıvı absorpsiyon kapasitesi için bal peteği şeklinde jakarlı interlok örgüye sahip klasik (1) ve modifiye poliester (coolmax) (6) iç yüzeye sahip kumaşlara göre daha düşük olduğu gözlenmiştir. Benzer örgülere sahip (1) ve (6) numaralı kumaşlardan (6) numaralı kumaşın iç yüzünün sıvı absorpsiyon ve transfer kapasitesi yüksek modifiye poliester (coolmax) kumaştan üretilmesi Şekil 3.7'de de görüldüğü gibi bu kumaşa bir avantaj sağlamamıştır. Hammaddeleri büyük oranda viskon olan (7) ve (8) numaralı kumaşların düşük ıslaklık hissine sebep olmalarının tüylü yüzeylerinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Hammaddesi (6) numaralı kumaşta olduğu gibi modifiye poliester (coolmax) olan (4) numaralı kumaş Şekil 3.7'de görüldüğü gibi en düşük ıslaklık hissine neden olmuştur. Kesikli elyaftan üretilen bu kumaşın yüksek yüzey tüylülüğü ile aynı lifin filament formuna göre sıvı absorpsiyonu ve yüzey temas alanı konusunda sağladığı fark ile ıslaklık hissi açısından belirgin oranda farklı bir performans gösterdiği tespit edilmiştir.



Şekil 3.7 Kumaş rutubet içeriğine bağlı olarak subjektif ıslaklık hissi değerlendirmelerindeki değişim

3.1.3 Subjektif Giyim Denemeleri

İncelenen kumaşlardan Tablo 3.1’de 1-5 arasında kodlara sahip olan kumaşlardan belirli modellerde üretilen üst giysilerle beş profesyonel sporcuyla kontrollü çevre şartlarında (24 °C, % 60 bağıl nem) oturma, dinlenme ve yürüyüş bandında yürüyüş ve koşuyu içeren bir aktivite programına göre giyim denemeleri gerçekleştirilmiştir. Kontrollü çevre şartlarında gerçekleştirilen giyim denemelerinde aktivite süresince vücutta meydana gelen fizyolojik değişimlerden deri yüzey sıcaklığı ve deri-kumaş arasındaki hava tabakasının (mikroklima) sıcaklık ve bağıl nemi, nabız ve terleme oranı gibi fizyolojik parametreler ölçülmüştür. Ayrıca aktivitenin her aşamasında kişilerin üzerlerindeki giysilere bağlı olarak algıladıkları sıcaklık, ıslaklık ve konfor hisleri de psikolojik skalalarla alınmıştır. Burada değerlendirilen termal his ‘sıcaklık’ olarak adlandırılmıştır çünkü giyim denemesi protokolü, kişilerin termal algıları başlangıçta ‘nötr’ olacak ve ilerleyen aşamalarda artacak şekilde hazırlanmıştır. Denemenin sonunda giysinin konfor performansı katılımcılar tarafından negatif sıfatların beşli skala ile derecelendirildiği ayrı bir form ile değerlendirilmiştir.

Giyim denemeleri sırasında her bölüm için alınan sıcaklık, ıslaklık ve konfor his değerlendirme sonuçları Tablo 3.13'te verilmiştir. Her bölüm için jüri üyelerinin tekrarlı sıcaklık, ıslaklık ve konfor durumlarına ait değerlendirmeleri Kendal Uyum Testi ile analizi denenmiştir. Fakat bu test beş farklı jüri üyesinin kumaşlar için yaptıkları değerlendirmelerin tutarlılığının kontrolü için kullanılamamıştır, çünkü beş kişi bu metodun uygulanabilmesi için yetersiz kalmıştır. Bu durumda, önkol testi için yapılan Kendal Testi sonuçlarına dayanılarak giyim denemesi ile her kumaş için beş jüri üyesinden elde edilen veriler incelenerek varyasyonun bir ileri analize engel oluşturacak düzeyde olmadığı tespit edilmiştir.

Tablo 3.13 Subjektif giyim denemeleri sırasında değerlendirilen hisler

	Kumaş Kodu	Sıcaklık	Islaklık	Konfor
1. Bölüm**	1	2,80* (0,56)	1,00 (0,00)	4,00 (0,76)
	2	3,00 (0,00)	1,00 (0,00)	4,07 (0,59)
	3	3,07 (0,59)	1,00 (0,00)	3,27 (1,16)
	4	3,07 (0,26)	1,00 (0,00)	4,33 (0,49)
	5	3,00 (0,38)	1,00 (0,00)	4,33 (0,49)
2. Bölüm	1	2,93 (0,46)	1,00 (0,009)	4,00 (0,76)
	2	2,93 (0,26)	1,27 (0,70)	3,93 (0,70)
	3	3,07 (0,46)	1,00 (0,00)	3,33 (1,11)
	4	3,07 (0,26)	1,00 (0,00)	4,33 (0,49)
	5	3,00 (0,38)	1,00 (0,00)	4,33 (0,49)
3. Bölüm	1	3,47 (0,99)	1,2 (0,41)	3,8 (0,86)
	2	3,93 (0,70)	1,13 (0,35)	3,73 (0,59)
	3	4,00 (0,76)	1,27 (0,46)	3,07 (1,28)
	4	3,80 (0,68)	1,40 (0,51)	4,07 (0,59)
	5	3,47 (0,52)	1,13 (0,35)	3,80 (0,68)
4. Bölüm	1	4,27 (0,70)	2,33 (0,62)	3,33 (0,90)
	2	4,47 (0,64)	2,67 (0,72)	2,93 (0,59)
	3	4,80 (0,41)	2,87 (0,52)	2,20 (0,94)
	4	4,53 (0,64)	2,67 (0,49)	3,27 (0,46)
	5	4,60 (0,51)	2,93 (0,26)	3,07 (0,46)
5. Bölüm	1	3,33 (0,72)	2,00 (0,65)	3,53 (0,83)
	2	3,27 (0,96)	2,27 (0,59)	3,07 (0,46)
	3	3,80 (0,68)	2,40 (0,51)	2,33 (1,05)
	4	3,67 (0,82)	2,40 (0,51)	3,53 (0,52)
	5	3,80 (0,41)	2,67 (0,49)	3,20 (0,41)

*: Tabloda verilen birinci değer jüri üyelerinin belirtilen hisle ilgili değerlendirme sonucu, ikinci değer ise bu değere ait standart sapmadır.

** : Bölümler, giyim denemelerinin farklı seviyelerde aktiviteler içeren kısımlarını göstermektedir.

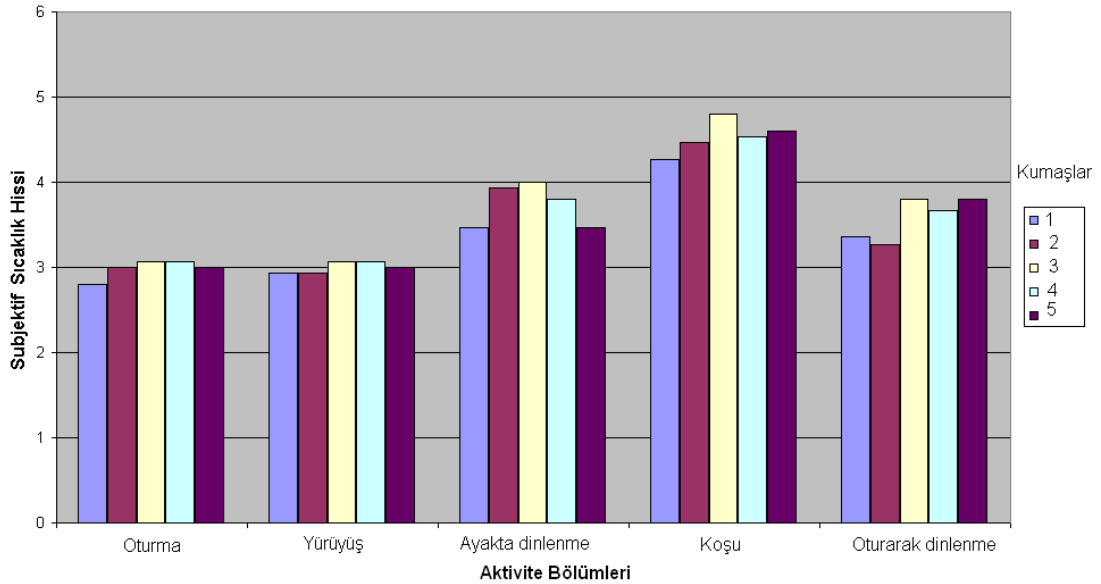
Giyim denemelerinin her bölümü sonunda yapılan sıcaklık, ıslaklık ve konfor değerlendirmeleri ile elde edilen subjektif verilere Kruskall Wallis ve Mann-Whitney U Testleri'nin uygulanmasıyla kumaşlar arasındaki farklara ait elde edilen sonuçlar Tablo 3.14'te özetlenmiştir. Tabloda da görüldüğü gibi düşük aktiviteyi (oturarak kitap okuma, müzik dinleme, vb.) içeren birinci bölümde farklı giysiler için yapılan konfor değerlendirmeleri arasında, yoğun aktiviteyi ve sonrasında dinlenme periyodunu içeren dördüncü ve beşinci bölümlerde ise ıslaklık ve konfor değerlendirmeleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklar tespit edilmiştir. Tablo 3.14'te ilk sütunda verilen giysilerle aynı satırda subjektif hisler konusunda istatistiksel olarak farklı olduğu tespit edilen kumaşlar sıralanmıştır.

Tablo 3.14 Giyim denemeleri sırasında yapılan subjektif değerlendirmelere ait Kruskall Wallis ve Mann-Whitney U Testleri sonuçları

Kumaş Kodu	Belirtilen Parametre için İstatistiksel Olarak Anlamlı Farka Sahip Kumaşlar					
	1. Bölüm	2. Bölüm	4. Bölüm		5. Bölüm	
	Konfor	Konfor	Islaklık	Konfor	Islaklık	Konfor
1	-	-	3, 5	3	5	3
2	3	-	-	3	-	3, 4
3	2, 4, 5	4, 5	1	1, 2, 4, 5	-	1, 2, 4, 5
4	3	3	-	3	-	2, 3
5	4	3	1	3	1	3

Şekil 3.8'de aktivite sırasında farklı özelliklerdeki kumaşlardan üretilmiş giysilere bağlı olarak denemeye katılan kişilerin sıcaklık hissiyle ilgili değerlendirmeleri görülmektedir. Tablo 3.14'te de görüldüğü gibi Kruskall Wallis Testi sonucunda sıcaklıkla ilgili yapılan değerlendirmelerin farklı giysi tipleri için istatistiksel olarak anlamlı bir farka sahip olmadığı tespit edilmiştir. Şekil 3.8'de de görüldüğü gibi giyim denemeleri boyunca aktivitenin şiddeti arttıkça giysi özelliklerinin algılanan sıcaklık üzerindeki etkisi artmaktadır. Giysiler genel olarak değerlendirildiğinde, (3) numaralı poliester ve pamuktan çift katlı olarak üretilen kumaşın diğerlerine göre daha yüksek sıcaklık hissine sebep olduğu gözlenmiştir. Bu kumaşın deriyle temas eden iç yüzü poliester dış yüzü ise pamuktur ve gruptaki diğer kumaşlardan daha yüksek gramaj ve kalınlık değerlerinin aktivite sırasında hissedilen sıcaklığı artırdığı düşünülmektedir. Farklı örgülere sahip klasik poliester lifinden üretilen kumaşların (1 ve 2) ise daha düşük sıcaklık hislerine sebep oldukları tespit

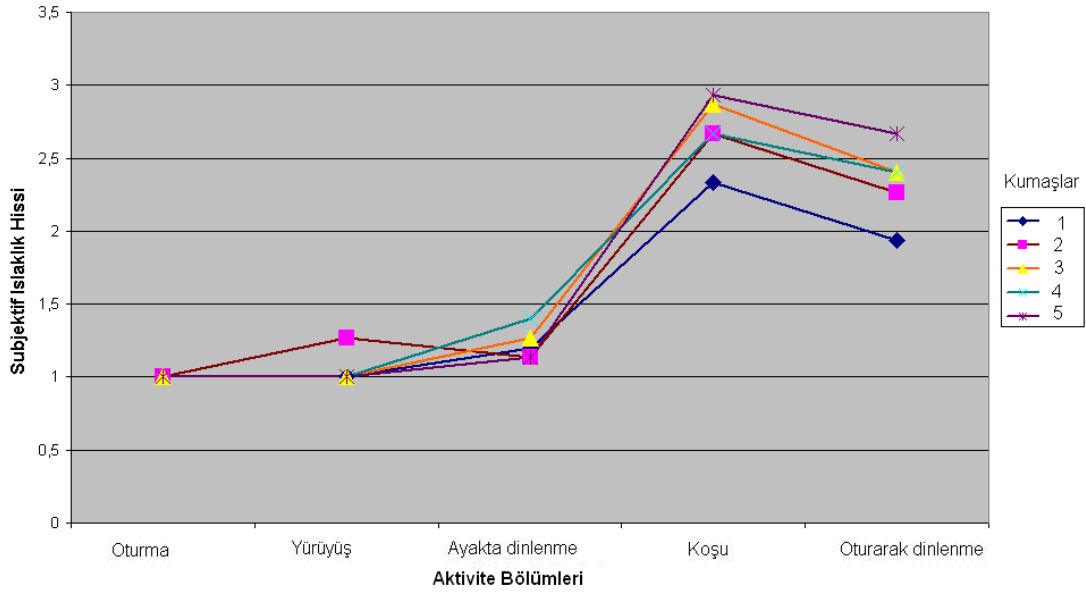
edilmiştir. Bu durumun bu kumaşların sahip oldukları gözenekli ve geçirgen yapı sayesinde hareketli halde havanın giysi içerisine nüfuz etmesine izin vermelerinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Sıvı terin bulunmadığı düşük aktivite sırasında hissedilen sıcaklık hissi üzerinde kumaşların hammaddesinden çok yüzey ve geçirgenlik özelliklerinin etkisinin olduğu belirtilebilir. Aktiviteler arasındaki dinlenme periyotlarında ortam sıcaklığının düşük olması veya dinlenme periyodunun uzun olması durumunda oluşan terin soğuması sonucu kumaşların teri vücuttan uzaklaştırma performanslarının oluşan sıcaklık hissini büyük oranda etkileyeceği düşünülmektedir. Bu durumda higroskopik yapısı nedeniyle yüksek oranda ter emen pamuğun teri üst katmanlara transfer edememesi nedeniyle aktivite sonrası soğukluk ve ürpermeye neden olabileceği düşünülmektedir.



Şekil 3.8 Kumaşların farklı aktivite seviyelerinde değerlendirilen subjektif sıcaklık değerlendirme sonuçları

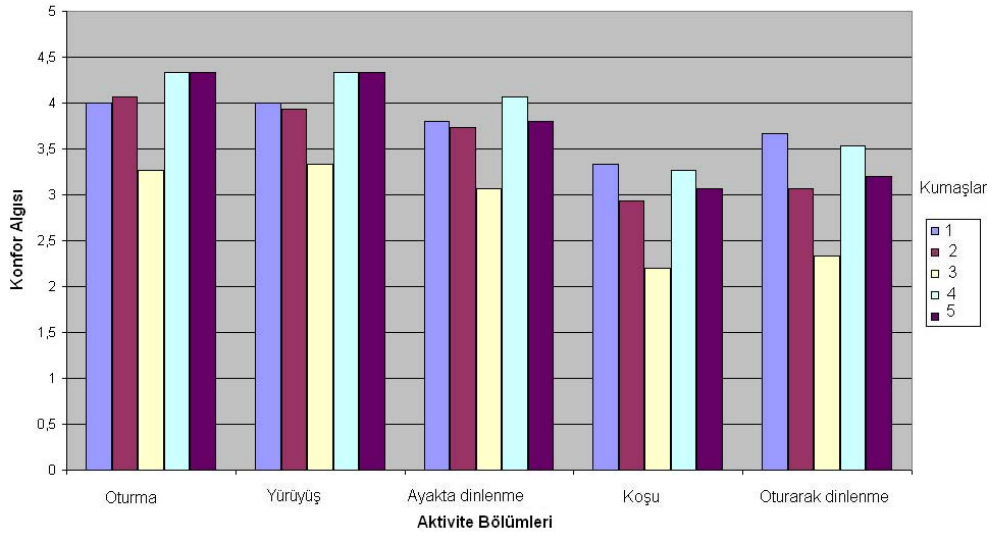
Aktivitenin ilk kısmında kişilerin giysiyi ilk giydikleri anlardaki termal his değerlendirilmeleri ile önkol testi ile elde edilen sonuçlar karşılaştırıldığında, önkol testinde kumaşlar arasındaki farklılıkların daha belirgin olduğu görülmektedir. Bu durumun, kumaşın giysi formunda vücut hareketi ve deri-kumaş arasındaki hava tabakasının dağılımına bağlı olarak vücudun büyük bir kısmına temasının çok farklı termoreseptörleri uyarması nedeniyle ortaya çıkan hislerin sadece önkolda bulunan termoreseptör tepkilerinden farklı olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Şekil 3.9’da aktivite sırasında farklı özelliklerdeki kumaşlardan üretilmiş giysilerin sebep oldukları ıslaklık hissiyle ilgili performansları görülmektedir. Şekilde de görüldüğü gibi aktivitenin hafif olduğu ilk bölümlerde farklı kumaşların ıslaklıkla ilgili performansları birbirine yakındır ve Kruskall Wallis analiz sonuçlarına göre aralarındaki farklar istatistiksel olarak anlamlı değildir. Fakat asıl terlemenin meydana geldiği yüksek aktivite (koşu) ve sonrasındaki dinlenme bölümlerinde (dördüncü ve beşinci bölümler) lif özelliklerine dayalı bir sonuç ortaya çıkmıştır. Buna göre, sıvıyı büyük oranda absorbe edebilen fakat dış katmana transfer konusunda yetersiz olan pamuklu kumaş (5) ve sıvı transferi konusunda avantajlı olduğu ileri sürülen poliester-pamuk (iç-dış) çift katlı kumaş (3) en yüksek ıslaklık hissine, jakarlı yapısıyla sıvıyı absorpsiyon kapasitesi artırılmış (1) numaralı poliester kumaş ise en düşük ıslaklık hissine neden olmuştur. Sıvı absorpsiyonu ve transferi açısından avantajlı olduğu ileri sürülen modifiye poliester lifinden (coolmax) üretilmiş kumaşın (4) klasik poliester lifinden jakarlı örgü ile üretilen kumaşlardan (1 ve 2) ıslaklık performansı açısından farklı olmadığı tespit edilmiştir. Burada, klasik poliesterden üretilen kumaşların (1 ve 2) sahip oldukları sıvı absorpsiyon kapasitesini artıran jakarlı interlok örgü nedeniyle suprem örgüye sahip coolmax kumaşla (4) benzer performansı gösterdiği gözlenmiştir. Karşılaştırılan kumaşların yapısal parametrelerinin farklılığı nedeniyle sadece hammaddeye dayalı bir yorum yapılamamakla birlikte sıvı transferi açısından avantaj sağlamak amacıyla klasik poliesterden jakarlı örgüler veya çift katlı yapılarda farklı iplik numaralarının kullanılmasının (2 numaralı kumaşta olduğu gibi) kumaşın konfor performansında belirgin iyileşmeler sağladığı belirtilebilir. Sportif giysilik olarak terin uzaklaştırılmasında avantaj sağladığı belirtilen çift katlı (iç yüzü poliester, dış yüzü pamuk) kumaşın da pamuktan daha iyi bir performansa sahip olmakla birlikte beklenen etkiyi göstermediği tespit edilmiştir. Daha önceki bir çalışmada (Long, 1999), bu tür bir kumaş yapısının poliesterin transfer, pamuğun ise sıvıyı absorblama ve yayma özelliklerine bağlı olarak terin vücuttan uzaklaştırılmasında avantaj sağladığı belirtilmiştir.



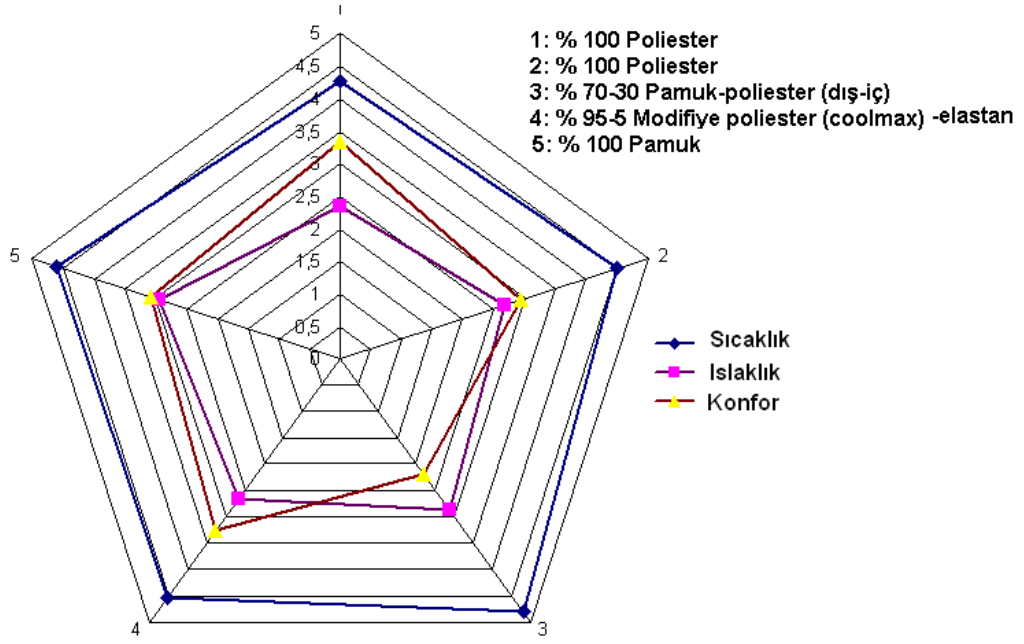
Şekil 3.9 Kumaşların farklı aktivite seviyelerinde değerlendirilen subjektif ıslaklık değerlendirme sonuçları

Şekil 3.10’da kumaşlar için yapılan konfor değerlendirmeleri görülmektedir. Şekilde de görüldüğü gibi (3) numaralı poliester-pamuk çift katlı kumaş, oluşturduğu yüksek sıcaklık ve ıslaklık hislerine bağlı olarak, kullanılan ortam şartları için diğer kumaşlardan daha düşük konfor performansına sahiptir. Bu kumaşın performansı Tablo 3.14’te verilen Mann Whitney U testi sonuçlarına göre özellikle yoğun aktivite ve sonrasında dinlenmeyi içeren dördüncü ve beşinci bölümlerde diğer kumaşlardan istatistiksel olarak anlamlı derecede farklıdır. (1) ve (2) numaralı jakarlı örgüye sahip klasik poliester kumaşlar benzer performanslar göstermişlerdir fakat (1) numaralı kumaşın avantajı özellikle yüksek aktivite içeren dördüncü ve beşinci bölümlerde belirgindir. Modifiye poliester lifinden (coolmax) üretilen kumaşın (4) ise aktivitenin artışıyla pamuğa göre performansını koruduğu fakat konfor performansının klasik poliesterden üretilen kumaşlardan (1 ve 2) belirgin bir farklılığının bulunmadığı tespit edilmiştir. Yüksek aktiviteyi takip eden dinlenme periyodunda (2) numaralı interlok örgüye sahip poliester kumaştan daha iyi bir performans göstermiştir. Pamuklu kumaşta (5) da aktivitenin ilerleyen aşamalarında artan ıslaklık hissine bağlı olarak konfor performansında bir düşüş gözlenmiştir fakat bu düşüş diğer kumaşlardan anlamlı derecede farklı olacak düzeyde değildir.



Şekil 3.10 Kumaşların farklı aktivite seviyelerinde değerlendirilen subjektif konfor performansları

Subjektif giyim denemeleri sırasında alınan subjektif sıcaklık, ıslaklık ve konfor değerlendirmelerinin birbirleriyle anlamlı ilişkileri tespit edilemese de aktivitenin en yoğun bölümü olan dördüncü bölümünde beş farklı kumaş için yapılan subjektif değerlendirmeler Şekil 3.11’de görülmektedir. Şekilde (3) numaralı çift katlı poliester-pamuk kumaşın düşük, (1) numaralı klasik poliesterden üretilmiş jakarlı interlok örgüye sahip ve (4) numaralı coolmax lifinden üretilmiş suprem kumaşların ise yüksek konfor performansları göze çarpmaktadır. Burada ayrıca (4) numaralı coolmax kumaşın ıslaklık ve sıcaklık hisleri konusundaki performansları diğerlerinden çok farklı değil iken konfor performansının yüksek olması ilginç bir sonuçtur ve bu durumun incelenen üç his arasındaki ilişkinin anlamlı olmasını engellediği düşünülmektedir.



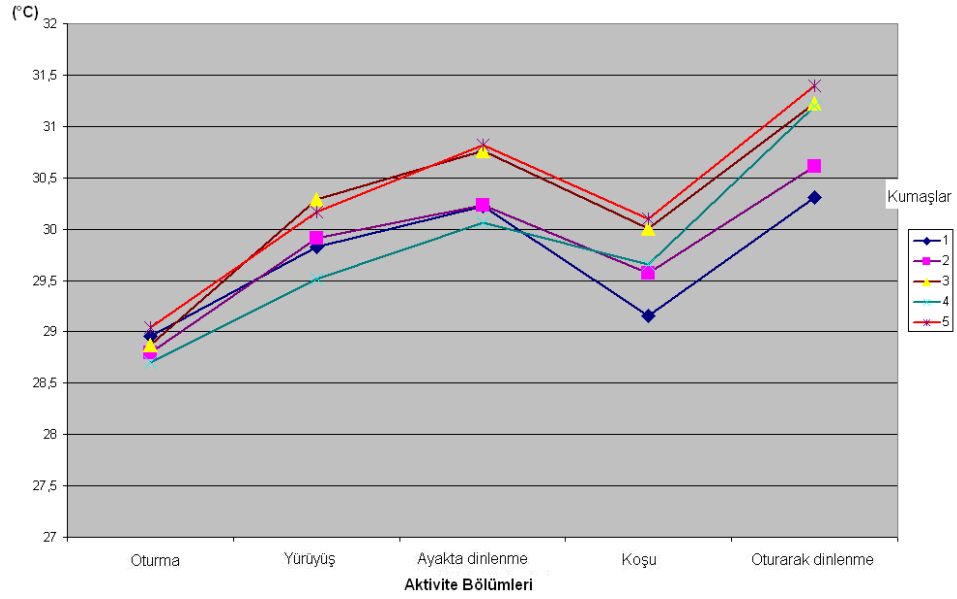
Şekil 3.11 Sıcaklık, ıslaklık ve konfor hislerinin beş kumaş için değişimi

Giyim denemeleri sırasında kaydedilen fizyolojik parametreler Tablo 3.15'te görülmektedir. Tabloda verilen birinci değer jüri üyelerinin belirtilen hisle ilgili değerlendirme sonucunu, ikinci değer ise bu değere ait standart sapmayı göstermektedir. Ayrıca tabloda bölümlerle, giyim denemelerinin farklı seviyelerde aktiviteler içeren kısımları kastedilmiştir.

Tablo 3.15 Subjektif giyim denemelerinde kaydedilen fizyolojik veriler

	Kumaş Kodu	Deri Yüzeý Sıcaklığı (°C)		Mikroklima Sıcaklığı (°C)		Mikroklima Bağlı Nemi (%)		Nabız (bpm)
		Göğüs	Sırt	Göğüs	Sırt	Göğüs	Sırt	
1. Bölüm	1	33,75* (0,99)	34,94 (1,23)	28,95 (0,76)	27,71 (0,95)	53,40 (10,58)	52,27 (15,32)	83,32 (6,19)
	2	33,92 (0,71)	34,54 (0,82)	28,79 (0,67)	27,82 (0,64)	52,80 (5,89)	51,47 (8,51)	83,62 (5,37)
	3	33,90 (0,78)	34,74 (1,09)	28,87 (0,83)	28,06 (0,81)	53,10 (9,70)	47,67 (7,70)	86,35 (9,98)
	4	33,58 (1,17)	34,40 (0,67)	28,71 (0,87)	27,90 (0,98)	57,70 (8,71)	54,58 (8,27)	84,97 (9,12)
	5	33,96 (0,93)	34,58 (1,22)	29,05 (0,95)	28,35 (0,92)	51,64 (5,51)	48,34 (6,95)	80,84 (5,91)
2. Bölüm	1	34,47 (0,71)	35,49 (0,93)	29,83 (0,85)	29,40 (0,88)	52,94 (10,47)	56,49 (12,53)	113,36 (7,86)
	2	34,72 (0,66)	35,18 (1,07)	29,91 (0,72)	29,37 (0,48)	55,40 (6,91)	58,21 (10,34)	110,91 (7,18)
	3	34,80 (0,63)	35,78 (0,95)	30,29 (0,96)	29,97 (0,82)	54,93 (7,31)	55,56 (6,95)	113,97 (10,91)
	4	34,48 (0,73)	35,29 (0,63)	29,51 (0,87)	29,25 (1,17)	59,24 (7,64)	64,46 (9,77)	111,84 (10,19)
	5	34,84 (0,64)	35,40 (0,84)	30,17 (0,65)	29,50 (0,77)	51,90 (4,83)	54,22 (6,57)	109,39 (6,85)
3. Bölüm	1	34,94 (0,54)	36,10 (0,52)	30,22 (0,93)	29,75 (1,06)	64,64 (8,97)	69,61 (13,33)	105,01 (9,85)
	2	35,04 (0,64)	35,93 (1,08)	30,23 (0,93)	29,74 (0,87)	63,61 (7,42)	65,86 (8,38)	103,82 (11,48)
	3	35,29 (0,67)	36,20 (0,89)	30,76 (0,99)	30,37 (0,68)	62,79 (5,39)	61,97 (5,04)	107,53 (13,81)
	4	34,98 (0,69)	35,81 (0,46)	30,06 (0,79)	29,49 (0,96)	65,68 (6,87)	67,03 (10,68)	106,01 (11,74)
	5	35,38 (0,56)	35,94 (0,66)	30,82 (0,89)	27,83 (7,72)	59,98 (4,89)	55,51 (15,67)	101,44 (6,67)
4. Bölüm	1	35,27 (0,49)	36,25 (1,16)	29,16 (0,75)	28,59 (0,74)	66,42 (11,29)	71,31 (13,98)	153,15 (11,67)
	2	35,27 (0,53)	36,48 (1,26)	29,57 (0,59)	28,91 (0,68)	68,43 (7,07)	74,00 (11,58)	149,80 (10,29)
	3	35,45 (0,70)	36,47 (0,85)	30,01 (0,82)	29,17 (0,62)	70,39 (4,45)	71,62 (6,34)	153,54 (13,14)
	4	35,41 (0,50)	36,42 (0,53)	29,65 (0,54)	29,33 (0,80)	72,21 (6,20)	82,80 (10,73)	152,10 (11,99)
	5	35,66 (0,48)	36,14 (0,46)	30,10 (0,74)	29,26 (0,62)	67,66 (6,11)	72,76 (8,63)	148,76 (9,82)
5. Bölüm	1	35,71 (0,38)	36,83 (0,86)	30,31 (0,83)	29,34 (0,82)	78,18 (8,14)	81,38 (13,43)	105,66 (13,08)
	2	35,88 (0,50)	36,42 (0,79)	30,61 (0,77)	29,66 (0,76)	79,18 (6,10)	78,91 (11,77)	101,45 (12,55)
	3	36,01 (0,67)	36,79 (0,89)	31,22 (0,96)	30,08 (0,80)	80,68 (4,21)	75,14 (8,04)	103,52 (11,61)
	4	36,06 (0,44)	36,91 (0,71)	31,20 (0,75)	29,77 (0,67)	82,71 (6,17)	79,87 (9,93)	102,86 (9,93)
	5	35,96 (0,53)	36,66 (0,65)	31,40 (0,83)	29,86 (0,73)	78,08 (5,94)	73,63 (10,10)	100,36 (7,66)

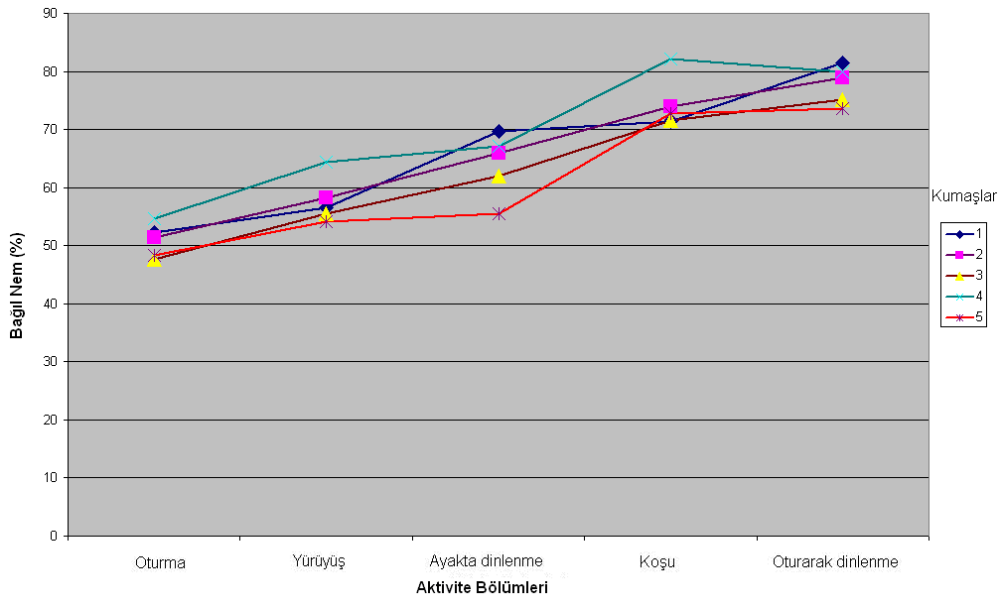
Yüksek aktivite içeren koşu ve onu izleyen dinlenme bölümleri için subjektif sıcaklık ve ıslaklık hisleriyle önemli oranda korelasyona sahip (sıcaklık ve ıslaklık hisleriyle ilişkilerini yansıtan korelasyon katsayıları sırasıyla 0,900* ve 0,975**'tir.) olan göğüs mikroklima sıcaklığının farklı aktivite seviyelerinde kumaşlara göre değişimi Şekil 3.12'de görülmektedir. Şekilde de açıkça görüldüğü gibi koşu bölümünde (4. bölüm) ortaya çıkan yüksek orandaki terin buharlaşmasıyla mikroklima sıcaklığı azalmıştır. Bu parametre için de (1) ve (2) numaralı klasik poliester kumaşların yüksek, (3) ve (5) numaralı poliester-pamuk ve % 100 pamuk kumaşların düşük performansları göze çarpmaktadır. Bu sonucun kumaşların konstrüksiyonlarına bağlı olarak değişen hava ve su buharı geçirgenlik sonuçlarıyla da uyumludur. Sahip oldukları jakarlı yapı sayesinde yüksek hava ve su buharı geçirgenlik değerlerine sahip olan (1) ve (2) numaralı poliester kumaşlar diğerlerinden daha düşük mikroklima sıcaklık değerlerine neden olmuştur. Ha ve arkadaşları (1999), higroskopik yapısı nedeniyle pamuklu kumaşın ortaya çıkardığı hissedilir düzeydeki absorpsiyon ısısının da deri yüzeyi veya mikroklimadaki sıcaklık yükselmesine katkıda bulunduğunu belirtmişlerdir. Bu çalışmada incelenen kumaşlara bu açıdan bakıldığında, hammaddesine bağlı olarak yüksek oranda sıvı absorblayan pamuklu kumaşın daha fazla sıcaklık yükselmesine neden olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 3.12 Göğüs mikroklima sıcaklığının aktivite programı boyunca kumaşlara göre değişimi

Aktivitenin tüm bölümleri için kumaşlar arasındaki farklılıkları en belirgin şekilde ortaya koyan parametre olan sırt mikroklima bağıl neminin farklı aktivite seviyelerinde kumaşlara göre değişimi Şekil 3.13'te görülmektedir. Sırt mikroklima bağıl neminin kumaşlar arasındaki farklılıkları daha iyi yansıtmaları Ha ve arkadaşlarının (1999) da uyguladıkları giyim denemeleri sonucunda elde ettikleri bir sonuçtur. Tüm aktivite bölümleri için farklı kumaşlarla yapılan aktivitelerde ölçülen deri yüzey sıcaklığı değerleri arasında anlamlı farklar tespit edilmemiş, fakat mikroklima sıcaklık ve bağıl neminin kumaşlar arasındaki farkı daha iyi yansıttığı tespit edilmiştir. Aktivitenin yürüyüşü içeren ikinci bölümünden itibaren sırt mikroklima bağıl nemi farklı giysiler için anlamlı farklar göstermeye başlamıştır. Şekil 3.13'te de görüldüğü gibi sıvıyı vücuttan uzaklaştırma konusunda avantajlı olduğu belirtilen coolmax kumaşın (4) düşük performansı (sırt mikroklima bağıl nem değerinin yüksek olması) yüksek sıvı emme kapasitesiyle (5) numaralı % 100 pamuklu kumaşın ise yüksek performansı dikkati çekmektedir. Burada göz önünde bulundurulması gereken bir konu, (5) numaralı kumaşın maksimum sıvı absorbe ederek mikroklima bağıl nemini düşürmekle birlikte ıslak kumaşın deriyle teması sonucu da maksimum ıslaklık hissi vermiş olmasıdır. Yani kumaşların konfor performanslarının değerlendirilmesinde objektif ölçüm sonuçlarının yanında subjektif verilerin de gerekliliği burada da ortaya çıkmaktadır. Genel olarak göğüs ve

sırt mikroklima bağıl nem değerleri incelendiğinde, orta ve yüksek aktiviteyi içeren ikinci ve dördüncü bölümlerde sırt mikroklima bağıl neminin düşük aktivite ve dinlenme bölümlerinden farklı olarak göğüsten ölçülen mikroklima bağıl neminden yüksek olduğu gözlenmiştir. Giysinin termal konfor performansının artırılması için yapılan tasarımlar için bu sonucun yararlı olabileceği ve özellikle sırt bölgesinde oluşturulacak açıklıklarla terin oluşturduğu konforsuzluğun azaltılabileceği düşünülmektedir.

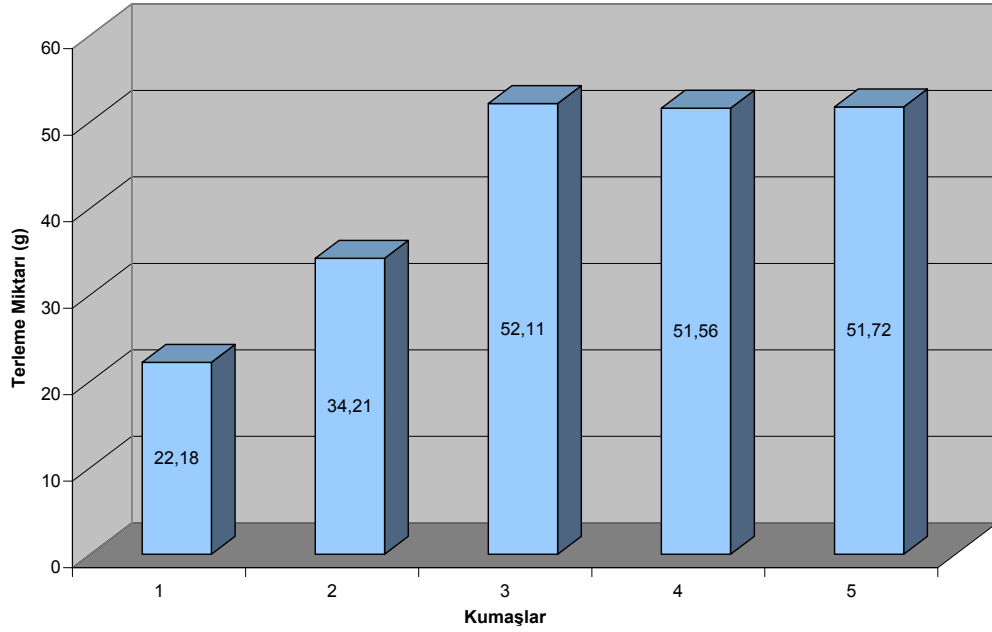


Şekil 3.13 Sırt mikroklima bağıl neminin aktivite programı boyunca kumaşlara göre değişimi

Aktivite sonunda incelenen üst giysilerdeki ağırlık değişimine bağlı olarak belirlenen terleme miktarlarının kumaşlara göre değişimi Şekil 3.14'te görülmektedir. Kumaşların absorbe ettiği ter miktarına göre belirlenen bu parametrenin farklı özelliklerdeki kumaşlarda istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar gösterdiği gözlenmiştir. Varyans analizi sonuçlarına göre jakarlı örgüye sahip poliester kumaşın (1) absorbe ettiği terin minimum olduğu, bu kumaşı (2) numaralı poliester kumaşın izlediği ve bu iki kumaşın ter absorblama performansları arasındaki farkların istatistiksel olarak anlamlı olduğu tespit edilmiştir. (3), (4) ve (5) numaralı çift katlı poliester-pamuk, modifiye poliester (coolmax) ve pamuktan üretilen kumaşların absorbladıkları ter miktarları arasında ise istatistiksel olarak anlamlı farklar tespit edilmemiştir. Tekstil materyallerinin sıvı transfer özelliklerinin

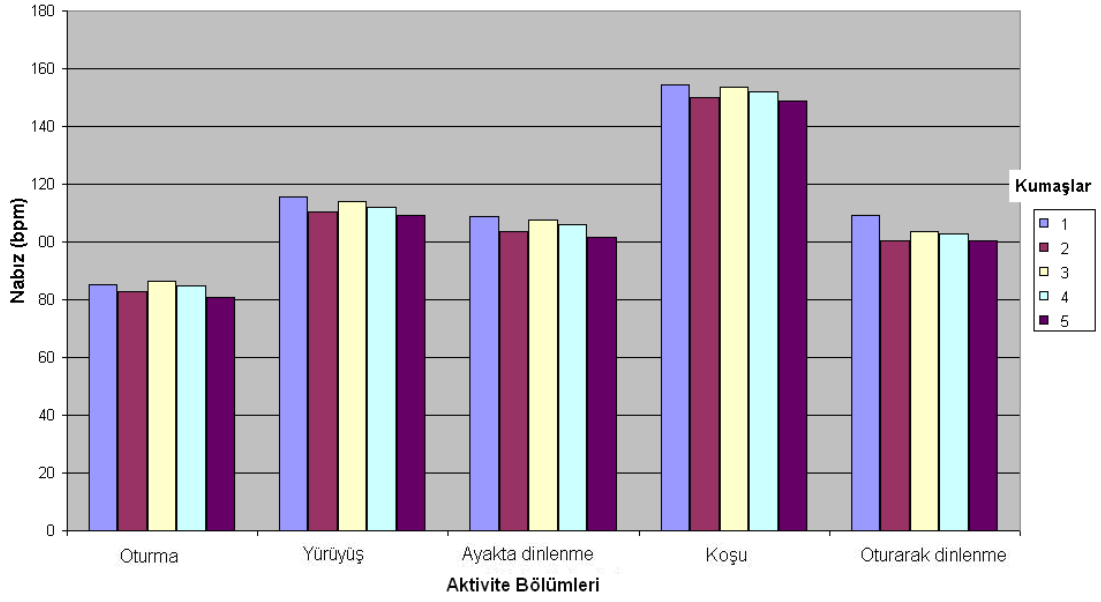
yapısal parametrelerinden çok hammaddelerine bağlı olduğu düşünülürse bu sonucun lif özellikleriyle uyumlu olduğu belirtilebilir. (5) numaralı pamuklu kumaş için elde edilen bu sonuç pamuğun yüksek sıvı absorblama kapasitesine bağlanabilir. (3) numaralı çift katlı iç yüzü poliester dış yüzü pamuk olan kumaşın ise üst katmandaki pamuklu katman sayesinde daha yüksek oranda teri absorbe ettiği belirtilebilir. Yüksek sıvı absorpsiyonunun bu kumaşın incelenen diğer kumaşlara göre daha yüksek gramaja sahip olmasıyla da ilişkili olduğu düşünülmektedir. (4) numaralı coolmax kumaşın ise kanallı lif yapısı sayesinde aynı özellikteki klasik poliester kumaşa göre daha fazla ve pamukla aynı oranda sıvıyı absorbe ettiği gözlenmiştir. İstatistiksel olarak farklı olmayan oranlarda sıvı absorblayan (3), (4) ve (5) numaralı kumaşların kişilerde oluşturduğu ıslaklık hisleri arasında anlamlı farklar bulunmadığı ve diğer kumaşlardan yüksek olduğu tespit edilmiştir. İncelenen kumaşlarla yapılan aktivite sırasında ölçülen mikroklima bağıl nem değerleriyle kumaşların sıvı absorblama performansları (4) numaralı kumaş dışında uyumludur. Çünkü (4) numaralı coolmax kumaş yüksek sıvı absorblama özelliğine karşın mikroklima bağıl neminin yeterince düşmesini sağlayamamıştır. Yüksek sıvı absorblama kapasitesine sahip diğer kumaşların (3 ve 5) ise daha düşük mikroklima bağıl nem değerleri sağladıkları fakat oluşturdukları ıslaklık hissinin de sıvının vücuda temas eden yüzeyden transfer edilememesi (5) veya kumaşın ağırlığı (3) nedeniyle daha fazla olduğu gözlenmiştir. (3) numaralı kumaşın sıvıyı üstteki pamuklu kumaşa transfer edip kuruluşu sağlamadaki performansının beklenilenin aksine iyi olmadığı, yüksek sıvı absorpsiyon kapasitesinin daha çok yüksek gramajından kaynaklandığı belirtilebilir. (1) ve (2) numaralı jakarlı örgülere sahip klasik poliesterden üretilmiş kumaşların düşük sıvı absorpsiyon miktarlarına rağmen oluşturdukları ıslaklık hissinin de düşük olması, bu kumaşlarla yapılan giyim denemeleri sırasında oluşan ter miktarının minimum olması veya oluşan terin yüksek su buharı ve hava geçirgenliği değerlerine bağlı olarak çok kısa sürede çevre havasına transfer edilmesi ile açıklanabilir. Giyim denemeleri sırasında oluşan ter miktarının tespiti için gönüllülerin vücut ağırlıklarının da denemenin başlangıcında ve sonunda tespit edilmesi gerekmektedir. Bu çalışmada bu parametre ölçülemediği için oluşan ter miktarı konusunda kesin bir yorum yapılamaz. Giysilerin absorbladıkları ter miktarı ve ortaya çıkan ıslaklık hisleri bu konuda bir fikir verebilir. Ayrıca denemeye katılan

kişilerin yaş, fiziksel özellik ve kondisyon durumları gibi parametreler açısından düşük varyasyona sahip olmalarına karşın vücudun fizyolojik işleyişindeki farklılıklardan dolayı terleme miktarları arasında büyük farklılıklar mevcuttur. Bu durum terleme oranı için giysi ağırlık değişimine bağlı olarak alınan verilerin varyasyonunun yüksek olmasına neden olmuştur.



Şekil 3.14 Aktivite sırasında ölçülen terleme miktarlarının (g) kumaşlara göre değişimi

Aktivite programı boyunca kişilerin nabız değerlerindeki değişim farklı kumaşlar için farklılık göstermemiştir. Şekil 3.15'te de görüldüğü gibi yüksek aktiviteyi içeren 'koşu' bölümünde beklenildiği şekilde diğer bölümlerden daha yüksek nabız değerleri tespit edilmiştir fakat kumaşlar arasındaki farkların en belirgin olması beklenen bu bölüm için bile mevcut farkların istatistiksel olarak anlamlı olmadığı tespit edilmiştir. Bu sonuç daha önce Ha ve arkadaşlarının (1999) geçirgenlikleri farklı poliester ve pamuk giysilerle gerçekleştirdikleri giyim denemeleri sonucunda da elde edilmiştir. Literatürdeki diğer bir çalışmada (Kwon, 1988), nabız değerlerinin deri yüzey sıcaklığına bağlı olarak değiştiği belirtilmiştir. Bu durum, farklı giysilerle yapılan denemelerde ölçülen deri yüzey sıcaklığı ve nabız değerlerinin istatistiksel olarak anlamlı farklara sahip olmadığı bu çalışma için de geçerlidir.



Şekil 3.15 Nabız (bpm) değerlerinin aktivite programı boyunca kumaşlara göre değişimi

Giyim denemelerinin her aşamasında alınan sıcaklık, ıslaklık ve konfor değerlendirmelerinin yanında denemenin sonunda kişilerin üzerlerindeki giysiyle ilgili diğer hislerini de belirtilen tanımlayıcı sıfatlarla (veya kendi ekleyecekleri sıfatlarla) beşli skala kullanarak ifade etmeleri istenmiştir. Burada '5' kişilerin tanımlayıcı sıfatla ifade edilen hissi tamamen algılamalarını göstermektedir. Tüm kumaşlar için elde edilen sonuçlar ve standart sapmaları Tablo 3.16'da gösterilmiştir.

Tablo 3.16 Giyim denemeleri sonucu beş kumaşa ait tanımlayıcı sıfat değerlendirmeleri

Algılar	Ortalama	Standart Sapma
Islaklık	3,60	0,84
Yapışkanlık ve sarmalanma	2,32	0,95
Sıvının emilmemesi	2,89	1,05
Vücudun nefes alamaması	2,27	1,08
İlk temas sırasında soğukluk	1,79	0,96
Statik elektriklenme	1,07	0,3
Kaşıntı	1,32	0,55
Vücutta tahriş	1,07	0,25
Rahat hareket edememe (esnek olmama)	2,0	0,96
Ağırlık	1,72	1,11
Kalınlık	1,99	1,17
Pürüzlülük	1,60	0,94
Sertlik	1,68	1,04
Batma	1,25	0,62
Kalıp gibi olma (dökümlü olmama)	1,99	1,15

Bu subjektif verilerin de tekrar uyumları ve kumaş içi uyumları Kendal Uyumluluk Analizi ile kontrol edilmiş ve verilerin ileri analiz için tutarlı ve tekrarlanabilir olduğu tespit edilmiştir. Daha sonra tüm kumaşlar için elde edilen verilerin faktör analizi yöntemi ile gruplandırılmasıyla % 68.93'lük varyans açıklama yüzdesiyle Tablo 3.17'de verilen faktör grupları oluşmuştur. Bu gruplama için temel bileşen analizi, verilerin gruplar bazında sıralanması (rotation) için ise Kaiser Normalizasyonu ile Varimax Yöntemi kullanılmıştır. Sıfatlar üç ve beş faktör grubu için de gruplanmış fakat konfor alt bileşenlerine uygunluk açısından en mantıklı gruplamanın dört faktör grubuyla elde edildiği sonucuna varılmıştır. Tabloda da görüldüğü gibi kumaş fiziksel/yüzey özelliklerinden kaynaklanan hisleri tanımlayan sıfatlar en büyük varyans açıklama oranıyla birinci grubu oluşturmuş, 'yapışkanlık ve sarmalanma' ve 'ıslaklık' gibi termal konfor parametreleri 'rahat hareket edememe' ve 'dökümlülük' özellikleriyle aynı grupta yer almıştır. İkinci ve üçüncü gruplardaki termal konfor parametreleri farklı faktör sayıları için yapılan denemelerde tek bir grupta toplanamamıştır.

Tablo 3.17 Tanımlayıcı sıfatlarla oluşan faktör grupları

Algular	Faktör Grupları			
	1	2	3	4
Pürüzlülük	0,87	----	----	----
Sertlik	0,81	----	----	----
Ağırlık	0,79	----	----	----
Kalınlık	0,75	----	----	----
Vücutta tahriş	0,72	----	----	----
Batma	0,68	----	----	----
Kaşıntı	0,65	----	----	----
Yapışkanlık ve sarmalanma	----	0,89	----	----
Islaklık	----	0,75	----	----
Rahat hareket edememe (esnek olmama)	----	0,53	----	----
Kalıp gibi olma (dökümlü olmama)	----	0,51	----	----
İlk temas sırasında soğukluk	----	----	0,81	----
Vücutun nefes alamaması	----	----	0,58	----
Sıvının emilmemesi	----	----	0,45	----
Statik elektriklenme	----	----	----	0,82
<i>Açıklanan Varyans (%)</i>	29,41	15,63	13,00	10,89

Faktör ağırlık değerlerinden 0,45'ten küçük veya -0,45'ten büyük değerler '----' şeklinde işaretlenmiştir.

Giyim denemeleri sonunda giysiyle ilgili hislerin negatif tanımlayıcı sıfatlarla tanımlanması sonucu elde edilen veriler giysilerin konfor performanslarının belirlenmesi ve karşılaştırılması için kullanılmıştır. Bunun için Searle'ün (1990) kullandığı basit hesaplama yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntemde her kumaş için sıfat değerlendirme sonuçlarının toplanması ve olabilecek maksimum değerlendirme sonucuna oranlanmasıyla bir yüzde performans değeri elde edilmiştir. Her bir kumaşın konfor performansının belirlenmesi için sütunlarda görülen subjektif değerlendirme sonuçları 5'e oranlanarak yüzdeler tolanmıştır. Bu çalışmada kullanılan sıfatların tümü negatif olduğu için hesaplanan değerler (%) düşük olması kumaşın konfor performansının yüksek olduğunu göstermektedir. Bahsedilen şekilde hesaplanan kumaş konfor performansları Tablo 3.18'de verilmiştir.

Tablo 3.18 Tanımlayıcı sıfatlara dayalı olarak hesaplanan kumaş performansları

Algılar	Kumaşlar				
	1	2	3	4	5
Islaklık	3,07	3,60	3,67	2,67	4,00
Yapışkanlık ve sarmalanma	2,07	2,80	1,87	2,47	2,40
Sıvının emilmemesi	3,07	3,33	3,00	2,53	2,53
Vücudun nefes alamaması	1,53	2,53	3,13	2,20	1,93
İlk temas sırasında soğukluk	2,07	1,60	2,20	1,27	1,80
Statik elektriklenme	1,00	1,13	1,20	1,00	1,00
Kaşıntı	1,47	1,33	1,53	1,07	1,20
Vücutta tahriş	1,00	1,00	1,33	1,00	1,00
Rahat hareket edememe (esnek olmama)	1,73	2,53	2,53	1,53	1,67
Ağırlık	1,53	1,20	3,53	1,20	1,13
Kalınlık	1,73	1,67	3,67	1,60	1,27
Pürüzlülük	2,13	1,13	2,60	1,07	1,07
Sertlik	1,60	1,20	3,20	1,20	1,20
Batma	1,40	1,00	1,67	1,13	1,07
Kalıp gibi olma (dökümlü olmama)	1,60	2,47	2,80	1,53	1,53
Hesaplanan Konfor Performans (%)	36,00	38,04	50,58	32,62	33,07

Farklı giysilerle yapılan giyim denemeleri sonunda tanımlayıcı sıfatlarla yapılan değerlendirmeye göre hesaplanan konfor performansı kumaşların denemenin farklı bölümleri için değerlendirilen konfor durumları ile kısmen uyum sağlamaktadır. Burada (3) numaralı giysinin düşük konfor performansı her iki değerlendirme için de geçerli iken, diğer kumaşların birbirine yakın konfor performanslarına sahip oldukları görülmektedir. (4) ve (5) numaralı kumaşların hesaplanan konfor performanslarının diğer kumaşlardan iyi olduğu ve bu durumun giyim denemelerinin düşük ve orta düzeydeki aktiviteleri içeren ilk üç bölümüyle uyumlu olduğu söylenebilir. Giyim denemeleri sonunda hislerin ifade edilmesinde kullanılan tanımlayıcı sıfatlar Tablo 3.18’de görüldüğü gibi sadece termal konforla ilgili değildir. Dokunsal konfor bileşenleriyle ilgili sıfatların da listede bulunmasının kumaş performansları arasındaki farkı ortaya çıkarmış olabileceği düşünülmektedir. Sıcaklık ve ıslaklık hisleri konusunda değerlendirmelerle karşılaştırıldığında konfor konusundaki değerlendirmelerde öne çıkan (4) numaralı coolmax kumaşın hesaplanan konfor performansının da yüksek olduğu görülmektedir.

3.2. Objektif Yöntemlerle Elde Edilen Bulgular

Çalışmada geliştirilen objektif ölçüm sistemleri (dinamik terleyen levha ve termal manken) ile seçilen kumaş grupları üzerinde yapılan ölçümlerle elde edilen sonuçlar, subjektif veriler ve kumaşların diğer fiziksel/yapısal ve geçirgenlik özellikleriyle birlikte değerlendirilerek termal konfor özellikleriyle ilgili sonuçlar ortaya konmuştur. Tablo 3.19'da standart yöntemlerle ölçülen hava ve su buharı geçirgenlik değerleri görülmektedir.

Tablo 3.19 İncelenen kumaşların geçirgenlik ve direnç değerleri

Kod	Hava Geçir. (l/m ² /s) (S.Sapma)	Su Buharı Geç. (g/24saat/m ²) (BS 3424) (S. Sapma)	Su Buharı Geç. (g/24saat/m ²) (ASTM E 398) (S. Sapma)
1	1854,0 (41,42)	962,43 (32,39)	10461,66 (994,29)
2	1317,0 (71,66)	965,98 (31,72)	10396,01 (532,02)
3	398,8 (21,22)	876,39 (42,61)	7626,05 (477,56)
4	210,1 (6,14)	937,00 (29,72)	10588,14 (1767,45)
5	468,0 (28,80)	997,91 (181,23)	8470,23 (309,17)
10	619,4 (27,41)	893,00 (159,18)	-
11	1580,0 (93,21)	980,84 (75,94)	7300,58 (523,57)
12	320,8 (21,26)	872,84 (25,54)	6967,75 (483,18)
13	2724,0 (123,76)	927,84 (31,57)	8043,31 (935,50)
14	69,07 (2,26)	1012,70 (217,90)	5127,82 (129,92)
15	270,3 (16,49)	959,18 (35,66)	8439,57 (24,75)
16	936,8 (46,53)	867,00 (76,28)	7139,99 (1330,98)
17	817,3 (90,92)	919,00 (159,45)	-

Standart yöntemlerle gerçekleştirilen su buharı geçirgenliği test sonuçlarına varyans analizi testi uygulanmıştır. Elde edilen sonuçlara göre BS 3424 standardına uygun olarak yapılan testte kumaşların su buharı geçirgenlikleri arasında fark

gözlenmezken ASTM E398 standardına göre yapılan testin kumaşlar arasındaki performans farklarını daha iyi yansıtabildiği ortaya çıkmıştır. Buna göre tabloda (14) numarayla gösterilen futter örgüye sahip poliamid kumaş diğerlerinden anlamlı derecede düşük su buharı geçirgenliğine sahiptir. Ayrıca subjektif giyim denemelerinde konfor değerlendirmeleri açısından avantaja sahip olan (1) ve (2) numaralı klasik poliesterden üretilmiş ve jakarlı interlok örgüye sahip kumaşlar ile suprem örgüye sahip coolmax kumaşın (4) diğerlerinden daha yüksek su buharı geçirgenliği değerlerine sahip oldukları gözlenmiştir. Subjektif giyim denemeleri sırasında sıvı transferi konusunda belirtilen avantajları gözlenmeyen (4) numaralı coolmax kumaşın su buharı geçirme performansı konusundaki avantajının hammaddesinden çok yapısal özelliklerinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

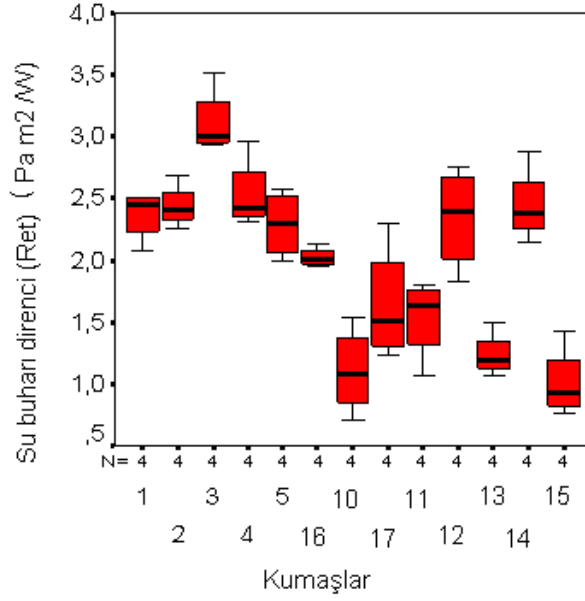
3.2.1 Dinamik Terleyen Levha Sistemi Ölçüm Sonuçları

Dinamik terleyen levha sisteminde ölçülen parametrelerden termal ve su buharı dirençleri ve su buharı geçirme performansı (B) ($\text{g/m}^2\text{sPa}$) için elde edilen sonuçlar Tablo 3.20’de verilmiştir. Sonuçlar incelendiğinde, kumaşların çoğunluğunun istatistiksel olarak farksız su buharı geçirme performanslarına sahip oldukları tespit edilmiştir. Bu özellik için istisna, (1) numaralı klasik poliesterden üretilmiş jakarlı interlok örgüye sahip kumaşın (2) numaralı kumaş dışında diğerlerinden anlamlı şekilde yüksek su buharı geçirme performansına sahip olmasıdır. Bahsedilen iki kumaşın diğer yöntemlerle gerçekleştirilen su buharı geçirgenlik test sonuçları ve giyim denemeleriyle elde edilen subjektif ölçüm sonuçları da bu sonucu desteklemektedir ve eldeki tüm verilere dayanılarak bu kumaşların orta ve yüksek düzeyde aktivite sırasındaki termal konfor performanslarının diğerlerinden yüksek olduğu belirtilebilir.

Tablo 3.20 Dinamik terleyen levha ile ölçülen parametreler

Kod	Su Buharı Geç. Perf. ($B \cdot 10^{-5}$) (g /m ² sPa) (S. Sapma)	Termal Direnç ($R_{et} \cdot 10^{-3}$) (m ² °C/W) (S. Sapma)	Su Buharı Direnci (R_{et}) (Pa m ² /W) (S. Sapma)
1	1,76 (0,33)	12,08 (2,54)	2,35 (0,24)
2	1,54 (0,38)	14,38 (3,00)	2,21 (0,38)
3	1,05 (0,29)	12,98 (2,51)	3,25 (0,38)
4	0,99 (0,12)	15,5 (4,16)	2,46 (0,30)
5	1,37 (0,31)	14,9 (3,93)	2,32 (0,33)
10	1,29 (0,16)	29,83 (1,27)	1,22 (0,40)
11	1,10 (0,19)	15,23 (3,07)	1,54 (0,28)
12	1,17 (0,18)	17,60 (3,99)	2,43 (0,41)
13	1,21 (0,29)	13,70 (2,02)	1,38 (0,36)
14	1,12 (0,39)	16,10 (2,97)	2,45 (0,31)
15	0,94 (0,35)	11,97 (3,36)	1,03 (0,25)
16	1,31 (0,22)	10,40 (0,85)	1,90 (0,28)
17	0,92 (0,35)	11,4 (2,27)	1,67 (0,42)

Kumaşların su buharı direnç değerlerinin (R_{et}) (Pa m² /W) ise kumaşlar arasındaki farkları göstermede daha ayırıcı olduğu tespit edilmiştir. Şekil 3.16'da, yapılan varyans analizi sonucunda elde edilen kutu diyagramı görülmektedir. Sonuçlara göre (3) numaralı çift katlı poliester-pamuk kumaşın su buharı direnci diğerlerinden anlamlı derecede yüksektir ve bu sonuç bu kumaşın subjektif giyim denemelerindeki düşük performansı ile de uyumludur. Daha önceki çalışmalarda kumaşın hammaddesinden çok yapısal özelliklerine bağlı olarak değişen bir özellik olarak ortaya konan bu parametre, (10), (11), (13), (15) ve (17) numaralı doğal ve sentetik lif karışımlarından üretilmiş kumaşlarda diğerlerine göre daha düşüktür. (15) numaralı kumaş dışındaki kumaşlar için bu durumun daha gözenekli ve açık yapılarından veya düşük kalınlık değerlerinden kaynaklandığı düşünülmektedir.



Şekil 3.16 Kumaşların su buharı direnç (Ret) değerleri kutu diyagramı

Kumaşların termal direnç değerleri (R_{ct}) ($m^2 \cdot ^\circ C/W$) için elde edilen sonuçlara göre, (14) numaralı poliamid kumaşla (10) numaralı poliester-modifiye viskon (viloft) karışımı kumaş diğerlerinden daha yüksek termal direnç değerlerine sahiptir. Termal direncin lifin ısı transfer kapasitesi ve daha büyük oranda da kumaşın içerisinde hapsediği hava miktarına bağlı olduğu düşünülürse, bu durumun büyük oranda (10) numaralı rib örgüye sahip kumaşın kalın ve hacimli yapısına bağlı olduğu söylenebilir. Bu kumaşın hammaddesi (poliester-viloft) ve yüzeyine uygulanan şardonlama işleminin de termal direncinin artmasında etkili olduğu belirtilebilir. Yüksek kalınlık değeri ve yalıtım konusunda avantajlı olduğu belirtilen modifiye poliester lifi (thermolite) ve pamuktan üretilen ve iç kısmı şardonlanarak daha hacimli bir yapı kazandırılan (12) numaralı suprem kumaşın ise gruptaki diğer kumaşlardan farklı olmayan termal direnç değerleri vermesi ilginç bir sonuçtur.

Tasarlanan sistemler dışında standart ölçüm cihazlarıyla ölçülen kumaş fiziksel/yapısal ve geçirgenlik özellikleri arasındaki ilişkiler de incelenmiş ve BS 3424:1993 standardına göre ölçülen su buharı geçirgenliğinin kumaşın kalınlığıyla (-0.702^*), gramajın ise su buharı direnci (0.713^*) ve kalınlıkla (0.831^{**}) anlamlı düzeyde korelasyona sahip olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 3.21’de giyim denemelerinde incelenen beş kumaş için elde edilen tüm objektif ve subjektif veriler (yüksek aktivite içeren dördüncü bölüm için) arasındaki anlamlı ilişkileri gösteren korelasyon katsayıları verilmiştir. Tabloda da görüldüğü gibi subjektif sıcaklık ve ıslaklık değerlendirmeleri deri-giysi arasındaki hava tabakasının (mikroklima) sıcaklığı ile anlamlı ilişkiye sahiptir. Sonuçlara göre subjektif sıcaklık hissiyle (önkol testi ile elde edilen) anlamlı ilişkiye sahip olan tek objektif özellik kumaşın su buharı geçirgenliğidir.

Tablo 3.21 Giyim denemelerinde incelenen kumaşların objektif ve subjektif ölçümleri arasındaki ilişkiler

	Subjektif sıcaklık (Giyim denemesi)	Subjektif konfor (Giyim denemesi)	WVTR (ASTM E 398) (g/m ² /24saat)	Mikroklima sıcaklığı (°C) (göğüs)
Subjektif sıcaklık (Önkol testi)	-0.900* (s)	0.900* (s)	0.900* (s)	
Subjektif ıslaklık (Giyim denemesi)				0.975** (s)
Subjektif sıcaklık (Giyim denemesi)				0.900* (s)

* ve **: Sırasıyla korelasyonun 0.05 ve 0.01 önem seviyelerinde anlamlı olduğunu gösterir.
s ve p: Spearman ve Pearson korelasyon katsayıları.

3.2.2 Termal Manken Sistemi Ölçüm Sonuçları

Termal manken sistemiyle 1-5 arasındaki kodlara sahip kumaşlardan üretilen üst giysiler için elde edilen termal direnç değerleri Tablo 3.22’de gösterilmiştir. Bu testler sırasında mankene giydirilen alt giysi sabit tutulmuş, aradaki farkların sadece incelenen üst giysilerden kaynaklanması sağlanmıştır. Yapılan istatistiksel analiz sonucunda seçilen kumaşlardan üretilmiş giysilerin termal direnç değerleri arasında anlamlı farklar gözlenmemiştir. Bu durumun kullanılan ortam şartlarında (25 °C sıcaklık, % 50 bağıl nem) alt giysi ile birlikte hesaplanan giysi sisteminin toplam termal direncinin üst giysilerin performanslarının ayırt edilmesini engellemesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Deri yüzey sıcaklığına göre daha düşük ortam sıcaklık değerlerinde yapılan termal direnç testlerinde ayırıcılığın daha fazla olacağı

düşünülmektedir. Bu denemelerde belirtilen ortam şartları karşılaştırma yapılabilmesi amacıyla dinamik terleyen levha sisteminde sağlanan şartlara uygun olarak seçilmiştir.

Tablo 3.22 Termal manken sistemiyle ölçülen termal direnç değerleri

Kumaş	Termal Direnç (R_{ct}) ($m^2\text{°C/W}$)
1	0,01275
2	0,0202
3	0,01585
4	0,01385
5	0,0140

Termal manken sistemiyle gerçekleştirilen su buharı direnç ölçümleri ise istenilen performansta gerçekleştirilememiştir. Mankenin kaplandığı nefes alabilir kumaşın altında kalan boşluktan verilen belirli basınç ve sıcaklıktaki su buharı ile çevre havasının su buharı basıncı arasında yeterli fark oluşturulamamış, bu yüzden de aradaki su buharı basınç farkına dayalı hesaplar sağlıklı bir şekilde gerçekleştirilememiştir. Bu konuyla ilgili çalışmalar devam etmektedir.

Dinamik terleyen levha sisteminde kumaşlar üzerinden ölçülen termal ve su buharı direnç değerlerinden aynı kumaşlardan üretilen giysilerin direnç değerleri arasındaki ilişkilerin kurulması eldeki verilerle mümkün olamamıştır. Bunda, veri sayısının yetersiz olmasının yanında bir giysi sisteminde deri-giysi arasındaki hava tabakasının farklı noktadaki kalınlıklarının belirlenmesindeki zorluklar da etkili olmuştur. Bu konuda daha sonra görüntü alma tekniklerinin kullanılmasıyla mankenin üzerinde giysi olmadan ve giysili görüntülerinden yola çıkılarak bir hesaplamanın yapılabileceği, daha fazla kumaş tipi için ölçülecek direnç değerlerinin kullanılmasıyla aradaki ilişkilerin daha net bir şekilde belirlenebileceği düşünülmektedir.

BÖLÜM DÖRT

SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu çalışma, giysi termal konforunun objektif ve subjektif ölçümlere dayalı bir yöntemle belirlenmesi amacıyla gerçekleştirilmiştir. Bu konudaki çalışmalarda kumaşların termal ve su buharı direnç değerlerinin belirlenmesi için kullanılan sistemlerden dinamik terleyen levha sistemi ve giysi sistemleri için aynı parametrelerin belirlenebildiği termal manken sistemi çalışma kapsamında tasarlanıp üretilmiştir. Ayrıca konfor değerlendirmesinin psikolojik yönünün incelenebilmesi amacıyla bir grup profesyonel sporcu ile subjektif giyim denemeleri gerçekleştirilmiştir. Giysi termal konforu üzerinde etkili olan kumaş fiziksel, yapısal ve geçirgenlik özellikleri de bu çalışma kapsamında belirlenmiş ve bu veriler kumaşların termal konfor performanslarıyla ilgili yorumların yapılmasında kullanılmıştır. Ayrıca bu özelliklerin subjektif sıcaklık, ıslaklık ve konfor algıları ile geliştirilen objektif ölçüm sistemleriyle ölçülen, bir kısmı bu çalışma kapsamında önerilen parametrelerle ilişkileri de incelenmiştir.

Farklı özelliklerde, termal konfor açısından avantajlı (farklı hammadde ve yapısal özelliklere bağlı olarak) olduğu belirtilen kumaşlar ve klasik pamuklu kumaştan oluşturulan bir grupla giyim denemeleri ve termal manken ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Dinamik terleyen levha sistemi ile yapılan ölçümlerde ise daha fazla sayıda kumaş termal ve su buharı dirençleri ile su buharı geçirme performansları açılarından incelenmiştir. Çalışmanın amacı, objektif ve subjektif ölçüm sonuçları arasındaki ilişkilerin incelenmesi ile termal konforun daha kolay ve düşük maliyetli bir yöntemle belirlenmesi olduğu için incelenen kumaş sayısı artırılmamıştır. Bunun yerine, tasarlanan ve üretilen ölçüm sistemlerinin doğru ve tekrarlanabilir sonuçlar verip vermediğinin kontrolü amacıyla farklı kumaşlarla çok tekrarlı ön denemeler yapılmıştır. Öncelikle seçilen kumaşların termal konfor performansları üzerinde etkili fiziksel, yapısal ve geçirgenlik özellikleri ayrıntılı bir şekilde incelenmiştir. Geliştirilen ölçüm sistemleriyle belirlenen parametreler arasındaki ilişkiler ve objektif parametrelerin subjektif konfor değerlendirmelerini

hangi oranda yansıttığı da elde edilen tüm verilerin birlikte analizi sonucu belirlenmiştir.

Çalışmanın başlangıç aşamalarında, subjektif giyim denemelerinde kişilerin konforsuzluğunu ifade etmeleri için kullanılacak tanımlayıcı sıfatların belirlenmesi amacıyla gerçekleştirilen anket çalışması, çalışmanın giyim denemeleri bölümü için yararlı sonuçlar vermiştir. Tanımlayıcı sıfatların yanında kişilerin konfor hakkındaki bilgi seviyelerinin, konforla ilişkili olduğunu düşündükleri kumaş özelliklerinin ve konfor problemlerinin belirlendiği çalışma sonucunda Türkiye'ye ve incelenen gönüllü grubuna özgü önemli sonuçlar elde edilmiştir. Sonuçlara göre konfor son yıllarda kişilerin hayatlarında daha önemli bir hale gelmiştir. Ayrıca kişilerin kumaş/giysi özelliklerinin konforla ilişkilerini belirlerken konfor alt gruplarına uygun bir değerlendirme yaptıkları da bu çalışmayla tespit edilmiştir. Belirtilen bölümler dışında kişilerin giysi seçiminde dikkat ettikleri kriterler, kumaş hammaddeleri hakkındaki bilinç seviyeleri, giysi seçiminde uyguladıkları yöntemler gibi birçok soru ile elde edilen sonuçların tüketici davranışları hakkında fikir sahibi olması gereken üretici firmalar için yararlı olacağı düşünülmektedir. Subjektif giyim denemelerinde kullanılması düşünülen Türkiye'ye özgü tanımlayıcı sıfatlar konusunda ise anket sonucunda literatürden çok farklı sonuçlar elde edilmemiştir. Ayrıca çalışmanın bu bölümünde kişilerin psikolojik skalaları kullanma konusundaki becerileriyle ilgili de fikir sahibi olunmuş ve subjektif giyim denemelerinde bu sonuç göz önünde bulundurulmuştur.

Çalışmanın subjektif ölçümler kısmında, subjektif giyim denemelerinden önce, denemelere bir hazırlık olması amacıyla denemeye katılan kişilere farklı özelliklerdeki bir grup kumaşla önkol testi uygulanmıştır. Bu test, deri-kumaş teması sonucu ortaya çıkan soğukluk ve ıslaklık hislerinin ve bu hislerin bağlı olduğu parametrelerin belirlenmesi amacıyla yapılmaktadır. Çalışmanın bu bölümünde elde edilen sonuçlara göre soğukluk ve ıslaklık hisleri büyük oranda kumaşın yüzey ve geçirgenlik özelliklerine bağlıdır. Yüzey temas alanının yüksek pürüzlülük değerleri nedeniyle düşük olduğu durumda kumaşın hammaddesinin özellikle temas sırasında hissedilen soğukluk hissi üzerinde önemli bir etkisinin bulunmadığı da çalışma

sonucunda tespit edilmiştir. Ayrıca sonuçlara göre, kumaşın hammaddesinin, farklı oranlarda sıvı içeren kumaşların deriyle teması sonucu ortaya çıkan ıslaklık hissi üzerinde soğukluk hissinden daha fazla etkili olduğu da belirtilebilir.

Çalışma kapsamında geliştirilen dinamik terleyen levha sistemi, tasarımı, ölçülen parametreler ve bu parametrelerin bazılarının (su buharı direnci ve geçirme performansı) belirlenme yöntemleri açısından daha önce geliştirilen sistemlerden farklılık göstermektedir. Sistemin tasarlanması ve üretimi aşamalarından sonra standartlarda belirtilen veya ortaya konulan yeni ölçüm yöntemi için gerekli şartların sağlanabilmesi için sistemde bazı değişikliklerin yapılması gerekli olmuştur. Geliştirme sürecinin her aşamasında yapılan tekrarlı deneme ölçümleri ile sistemin eksiklikleri tespit edilmiş, bu eksikliklerin giderilmesine yönelik iyileştirmeler yapılmıştır. Sabit şartlarda termal ve su buharı direnci değerlerinin yapılan ölçümlerle belirlenebildiği sistemde ayrıca aktif terleme durumunu simüle etmek amacıyla dinamik şartlarda birim zamanda birim alandan transfer olan su buharı miktarı (gram) da su buharı basınç farkına bağlı olarak hesaplanabilmektedir. Bu parametre, terlemenin başlangıcını simüle etmek amacıyla sistemde nefes alabilir kumaş tabakası ile mikroklimayı temsil eden hava tabakası arasındaki kapağın açılıp bir süre sonra terlemenin bitişini temsil edecek şekilde kapatılması sırasında yapılan sıcaklık ve bağıl nem ölçümleriyle belirlenmektedir. Uluslararası standartlarda belirtilen şartların sağlanmasıyla belirlenen su buharı direnci için ise aradaki mikroklima tabakasının bağıl neminin ölçülmesine dayanan yeni bir ölçüm yöntemi bu çalışma kapsamında önerilmiştir. Bu yöntem, geliştirilen termal manken sistemindeki giysiler için gerçekleştirilen su buharı direnç ölçümlerinde de kullanılmıştır.

Çalışma kapsamında mevcut bir sistem üzerinde yapılan değişikliklerle tasarlanıp üretilen terleme fonksiyonuna sahip termal manken sisteminde giyim denemelerinde incelenen üst giysilerin termal ve su buharı direnç değerleri yapılan ölçümlerle belirlenmiştir. Termal manken ölçümleri sırasında incelenen kumaşlardan diktirilen üst giysiler dışında mankene tüm ölçümler sırasında giyim denemelerinde de kullanılan poliester alt giysi giydirilmiştir. Daha önceki çalışmalar kapsamında

üretmiş olan manken sistemi, bakır dökümden bir gövde, kontrollü çevre şartlarının (hava sıcaklığı, bağıl nemi ve hızı) sağlanabildiği bir hazne, yüzey sıcaklık sensörleri ve verilerin aktarılıp kaydedildiği bir yazılımdan oluşmakta idi. Sistemde gövde kısmının nefes alabilir özel bir kumaşla kaplanmasıyla ve manken gövdesi ile kaplama kumaşı arasında belirli basınç ve sıcaklıkta su buharı pompalanmasıyla mevcut sistem terleyen manken sistemi haline getirilmiştir. Bahsedilen terleme fonksiyonu için sisteme yeni bir bölüm ve buna uygun bir yazılım eklenmiştir. Manken gövdesi beş bölüme ayrılarak her bir bölüme basınç kontrollü beş ayrı pompa ile ayrı bir su haznesinde deri yüzey sıcaklığında oluşturulan su buharı belirli bir basınçla pompalanmış ve deriyi simüle eden nefes alabilir kumaş tabakasının yüzeyinde, oluşan terin buharlaşmasına benzer şekilde su buharı basıncı oluşturulmuştur. Nefes alabilir kumaş-giysi arasındaki hava tabakasında (mikroklima) ayarlı basınç pompaları ile oluşturulan su buharı basıncı ile çevre havasının su buharı basıncı arasındaki farka ve terleme için harcanan sıvı miktarına dayanılarak, standartlarda belirtildiği şekilde incelenen giysinin su buharı direnç değerleri hesaplanmıştır. Termal manken sistemiyle gerçekleştirilen su buharı direnç ölçümlerinde mikroklima-ortam arasında istenen oranda buhar basınç farkı yaratılamadığı için ölçümler sağlıklı bir şekilde gerçekleştirilememiştir. Kaplama kumaşının su buharı geçirgenliği ve manken gövdesi-kaplama kumaşı arasında oluşturulan hava tabakasına beslenen buharın sıcaklığı ve pompa gücüyle ilgili olan bu sorunun ortadan kaldırılması için çalışmalara devam edilmektedir.

Termal manken sistemindeki termal direnç ölçümleri, sistemin gövde kısmı nefes alabilir kumaşla kaplanmadan kuru halde gerçekleştirilmiştir. Termal direnç ölçümlerinde farklı giysilerin termal direnç performansları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklar gözlenmemiştir. Bu durumun ölçümler sırasında seçilen çevre hava sıcaklığının deri yüzey sıcaklığı ile yeterince büyük bir fark oluşturamamasından kaynaklandığı düşünülmektedir (Bu şartlar dinamik terleyen levha sisteminde termal direnç ölçümleri için sağlanan şartlara göre ayarlanmıştır). Çalışmanın sonraki aşamalarında farklı ortam şartlarında ölçümlere devam edilmesi ile daha düşük ortam sıcaklığı değerlerinde daha belirgin sonuçların alınabileceği düşünülmektedir.

Objektif ölçüm sistemleriyle elde edilen verilerin subjektif giyim denemeleriyle elde edilen psikolojik his değerlendirmeleri ve fizyolojik ölçümlerle birlikte analiz edilmesiyle parametreler arasındaki ilişkiler belirlenmiştir. Buna göre, tüm ölçüm sistemleriyle incelenen beş kumaş arasında jakarlı örgülere sahip klasik poliesterden üretilen (1) ve (2) numaralı kumaşların subjektif değerlendirme sonuçlarına göre konfor performanslarının yüksek olduğu tespit edilmiştir. Sıvı absorblama konusunda avantaja sahip olduğu belirtilen coolmax karışımı kumaş ise, kumaşlar arasında diğer fizyolojik verilere göre ayırıcılığı yüksek bir parametre olan sırt mikroklima bağlı nemi sonuçlarında en yüksek değerleri vermiştir. Buna bağlı olarak hissedilen ıslaklık hissi konusunda da bir avantaj sağlamayan bu kumaş ter absorblama miktarı açısından ise beklenildiği üzere pamuk ve çift katlı pamuk-poliester kumaşla benzer performansı göstermiştir. Gruptaki belirgin şekilde yüksek kalınlık ve gramaja sahip (3) numaralı pamuk-poliester çift katlı kumaş subjektif giyim denemeleri için belirlenen ortam şartlarında düşük termal konfor performansı göstermiştir. Ayrıca bu kumaşın su buharı transfer özellikleriyle ilgili yapılan ölçümlerinde de düşük geçirgenlik değerlerine sahip olduğu gözlenmiştir. Bu kumaşın gruba katılmasının sebebi, ölçüm yöntem ve sistemlerinin farklı kumaşlar arasındaki ayırıcılık konusundaki performanslarını tespit etmektir ve bu amaca da ulaşılmıştır. Dinamik terleyen levha sisteminde ölçülen direnç değerleri kumaşların büyük çoğunluğunda istatistiksel olarak anlamlı farklara sahip olmasa da daha hacimli ve kalın kumaşlarda termal direnç değerlerinin artış gösterdiği gözlenmiştir. Yalıtım açısından avantajlı olduğu belirtilen thermolite lifinden üretilen şardonlanmış ve kalınlığı yüksek kumaşın termal direncinin diğer kumaşlardan istatistiksel olarak farksız performansa sahip olması ise bu konuda elde edilen ilginç bir sonuçtur. Kumaş yoğunluk değerlerinin, dolayısıyla da kumaş içerisine hapsolan hava miktarının birbirine yakın olmasının kumaşların termal direnç değerleri arasındaki farkların istatistiksel olarak anlamlı olmasını engellediği düşünülmektedir.

Su buharı transfer özellikleriyle ilgili mevcut standart testlerden ikisine (BS 3424 ve ASTM E 398 standartları) göre yapılan ölçüm sonuçları ile dinamik terleyen levha sisteminde yapılan su buharı geçirme performansı (B) ve su buharı direnci (Ret) ölçüm sonuçları analiz edildiğinde, ASTM standardına göre yapılan su buharı

geçirgenlik testi ile dinamik terleyen levha sisteminde ölçülen su buharı direnç değerlerinin kumaşlar arasındaki farkları daha belirgin şekilde ortaya koyabildiği sonucu ortaya çıkmıştır.

Bu çalışmanın amaçlarından biri de, objektif ve subjektif termal konfor parametreleri ve kumaşlar ve giysiler üzerinden ölçümlerin yapıldığı iki objektif ölçüm sisteminin sonuçları arasındaki ilişkilerin belirlenmesidir. Dinamik terleyen levha sistemi ve termal manken sistemi ölçümleri arasında anlamlı ilişkilerin tespit edilebilmesi durumunda, giysi sisteminin termal konfor performansının kumaşlar üzerinden yapılan ölçümlerle belirli oranda tahmin edilebileceği ve böyle bir tahminleme çalışmasının objektif konfor değerlendirmelerinde büyük kolaylık sağlayacağı düşünülmektedir. Bu varsayımın test edilebilmesi için şu ana kadar yapılan çalışmalarda kesin sonuçlara ulaştırabilecek yeterlilikte veri elde edilememiştir. Fakat elde edilen verilerin bu çalışmanın ileri aşamalarında yapılacak iyileştirmelere ve bu alanda yapılacak diğer çalışmalara büyük oranda katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Termal konforla ilgili çalışmalarda ölçümlerin gerçeği hangi oranda yansıttığının belirlenebildiği tek yöntem olan subjektif giyim denemeleri ile de farklı kumaşların termal konfor performansları ve elde edilen parametrelerin ilişkili olduğu özellikler konusunda sonuçlar elde edilmiştir. Termal konfor değerlendirmelerinde kullanılan objektif ve subjektif ölçüm sistem ve yöntemlerinden büyük çoğunluğunun kullanıldığı bu çalışmanın tümünün Türkiye’de gerçekleştirilmiş ve Dokuz Eylül Üniversitesi Tekstil Mühendisliği Bölümünde termal konfora ilişkin objektif ölçümler yapılabilecek bir ortam oluşturulmuş olması çok önemli bir kazanım olarak değerlendirilmektedir. Ayrıca elde edilen sonuçlar ve deneyimin proje ekibinin konfor alanındaki sonraki çalışmaları için büyük öneme sahip olduğu düşünülmektedir.

Çok uzun yıllardır üzerinde çalışılmasına rağmen hala açıklığa kavuşturulamamış noktalara sahip olan giysi termal konforu konusu ile ilgili çalışmalara bundan sonraki süreçte de devam edilmesi planlanmaktadır. Bu tez çalışması kapsamında, termal konfor değerlendirmeleri için geliştirilen objektif ve subjektif ölçüm metodlarının çoğunluğu kullanılmış ve temel prensipler aynı kalmak şartıyla daha önceki

çalışmalarda objektif ölçümlerle ilgili ortaya konan yöntemlerle ilgili bazı değişiklikler önerilmiştir. Yapılan çalışmalarla elde edilen deneyimle bundan sonra geliştirilen ölçüm sistemleri ile ilgili yapılacak iyileştirmelerin veya yeni sistem tasarımlarının daha isabetli olacağı düşünölmektedir. Termal manken sistemi ile ilgili karşılaşılan problemlerin giderilmesi ile dinamik terleyen levha sisteminde kumaşlar üzerinde yapılan ölçümler ile giysi termal özelliklerinin belirli oranda tespit edilebileceği konusundaki hipotezin kontrolü için çalışmalara devam edilecektir. Ayrıca dinamik terleyen levha sisteminde farklı özelliklerdeki tekstil materyallerinin test edilmesinin de farklı materyallerden üretilen kumaşlar için bir veri tabanı oluşturma yönünde yarar sağlayacağı düşünölmektedir.

Çalışmada kullanılan yöntem ve sistemlerle farklı materyallerin test edilmesi sonucu veri sayısının artırılması ile farklı istatistiksel analiz yöntemleri yanında yapay zeka yöntemlerinden yapay sinir ağları ve bulanık mantık gibi alternatif yöntemlerin kullanılmasıyla da subjektif değerlendirme sonuçlarından konfor değerlendirme sonucunun tahmini veya objektif kumaş/giysi özelliklerinden termal direnç veya kumaşın su buharı transfer özellikleriyle ilgili parametrelerin tahmininin yapılabileceği düşünölmektedir.

Tüm test yöntemlerinde olduğu gibi termal konforla ilgili objektif ve subjektif test yöntemlerinde de gerçek hayatı simüle etme konusundaki yeterlik arttıka daha doğru sonuçların elde edileceği şüphesizdir. Bunun için objektif ölçüm sistemleri ile ilgili iyileştirmelerin yanında subjektif giyim denemeleri sırasında gerçekleştirilen fizyolojik ölçümlerin psikofiziksel yasaların uygulanabileceği şekilde tıbbi yöntemlerin de kullanılmasıyla daha hassas ve ayrıntılı yapılabilmesinin de bu konudaki çalışmalara katkıda bulunacağı düşünölmektedir. Ayrıca termal konforla ilgili farklı mekanizmaları simüle etmek amacıyla ortaya konan kapsamlı teorik modeller için gerekli verilerin eldesi ve sonuçların doğrulanması için lif, kumaş ve giysi için mevcut sistemlere ek ölçüm düzenek veya cihazlarının geliştirilmesinin de yararlı olacağı düşünölmektedir.

KAYNAKLAR

- Adler, M. M. ve Walsh, W. K. (Mayıs 1984). Mechanisms of Transient Moisture Transport Between Fabrics. *Textile Research Journal*, 334-342.
- Advansa, *Coolmax ve Thermolite lifleri ile ilgili ürün bilgileri*. 07.01.2009, <http://www.coolmax-thermolite.com/coolmax.htm>
- Antonen, H., Holmer, I. ve Meinendar, H. (2003). Subzero Project: Manikin Measurements-Exact or not. *Proceedings of the 2nd European Conference on Protective Clothing*, Montreux, Switzerland.
- American Standards for Testing Materials (ASTM) D 1518-85. (1998). *Standart Test Method for Thermal Transmittance of Textile Materials*.
- American Standards for Testing Materials (ASTM) E96 (1995). *Standard Test Methods for Water Vapor Transmission of Materials*.
- Barker, R. L. (2002). From Fabric Hand to Thermal Comfort: The Evolving Role of Objective Measurements in Explaining Human Comfort Response to Textiles. *International Journal of Clothing Science and Technology*, 14, 3/4, 181-200.
- Barnes, J.C. ve Holcombe B.V., (1996). Moisture Sorption and Transport in Clothing During Wear. *Textile Research Journal*, 66 (12), 777-786.
- Brownless,N.J., Anand, S.C., Holmes, D.A. ve Rowe, T. (1996). The Dynamics of Moisture Transportation Part I: The Effect of Wicking on the Thermal Resistance of Single and Multi-Layer Fabric Systems. *Journal of the Textile Institute*, 87, 1, 172-182.
- Cardello, A. V., Winterhalter ve C., Schutz, H.G. (2003). Predicting the Handle and Comfort of Military Clothing Fabrics from Sensory and Instrumental Data:

Development and Application of New Psychophysical Methods. *Textile Research Journal*, 73 (3), 221-237.

Chen, Y.S., Fan, J. ve Zhang, W. (2003). Clothing Thermal Insulation During Sweating. *Textile Research Journal*, 73 (2), 152-157.

Dent, R. W. (2001). Transient Comfort Phenomena Due to Sweating. *Textile Research Journal*, 71 (9), 796-806.

Deri enine kesiti. 05.01.2009, http://www.infovisual.info/03/036_en.html.

Dolezal, I. ve Hes, L. (2003). P-Test-Computerized Instrument for Testing of the Water Vapour and Thermal Resistance of Fabrics. *IEEE*, 880-885.

Dozen, Y., Aratani, Y., Saitoh, T., Tsuchida, K., Harada, K. ve Takenishi, S. (1989). A Model of Sweating Thermal Manikin. *Journal of the Textile Machinery Society of Japan*, 37, 4, 101-112.

D'Silva, A.P., Greenwood, C., Anand, S.C., Holmes, D.H. ve Whatmough, N. (2000). Concurrent Determination of Absorbtion and Wickability of Fabrics: A New Test Method. *Journal of the Textile Institute*, 91, 3, 383-396.

EN ISO 15831 (2004). *Clothing – Physiological Effects – Measurement of Thermal Insulation by Means of a Thermal Manikin (TS EN ISO 15831:2004)*

Factor Analysis. 01.05.2007, <http://www.psych.cornell.edu/Darlington/factor.htm>.

Fan, J. ve Qian, X. (2004). New Functions and Applications of Walter, The Sweating Fabric Manikin. *European Journal of Applied Physiology*, 92, 641-644.

- Frydrych, I., Dziworska, G. ve Biliska, J. (Kasım/Aralık-2002). Comparative Analysis of the Thermal Insulation Properties of Fabrics Made of Natural and Man-Made Cellulose Fibres. *Fibres and Textiles in Eastern Europe*, 40-44.
- Fohr, J.P., Couton, D. ve Treguier, G. (2002). Dynamic Heat and Water Transfer Through Layered Fabrics. *Textile Research Journal*, 72 (1), 1-12.
- Fukazawa, T., Lee, G., Matsuoka, T., Kano, K. ve Tochihara, Y. (2004). Heat and Water Vapour Transfer of Protective Clothing Systems in a Cold Environment Measured with a Newly Developed Sweating Thermal Manikin, *European Journal of Applied Physiology*, 92, 645-648.
- Gibson, P., Rivin, D. ve Kendrick, C. (2000). Convection/Diffusion Test Method for Porous Textiles. *International Journal of Clothing Science and Technology*, 12, 2, 96-113.
- Guolian, L. ve Haiyan, W. (2004). Study on Students' Idea of Consumption and Its Influence on Their Purchasing Behaviors of Costume. *Proceedings of the Textile Institute 83rd World Conference*, 23-27 Mayıs, Shangai, China.
- Güneşoğlu, S. (2005). *Sportif Amaçlı Giysilerin Konfor Özelliklerinin Araştırılması*, Doktora Tezi, Uludağ Üniversitesi, Bursa, Türkiye.
- Ha, M., Tokura, H., Yanai, Y., Moriyama, T. ve Tsuchiya, N. (1999). Combined Effects of Fabric Air Permeability and Moisture Absorbption on Clothing Microclimate and Subjective Sensation During Intermittent Exercise at 27 °C. *Ergonomics*, 42, 7, 967-979.
- Harrison, P.W. (editor) (1993). *The Thermal Insulation Properties of Fabrics*. The Textile Institute Publications, Textile Progress, Vol. 24, No. 4, 57 s. England.

- 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*, 11, 2/3, 105-115.
- Hong, L. ve Guolian, L. (2004). The Research About College Students' Clothing Attitudes and Purchasing Behavior. *Proceedings of the Textile Institute 83rd World Conference*, 23-27 Mayıs, Shanghai, China.
- Holcombe, B.V. ve Hoschke, B.N., (Haziran 1983). Dry Heat Transfer Characteristics of Underwear Fabrics. *Textile Research Journal*, 368-374.
- Holmer, I. (2001). Validation of Manikin Insulation Values in Wear Trials. *Proceedings of the Fourth International Meeting on Thermal Manikins*, 27-28 Eylül, EMPA, Switzerland.
- Holmer, I. (2004). Thermal Manikin History and Applications. *European Journal of Applied Physiology*, 92, 614-618.
- Huang, J. (2006). Sweating Guarded Hotplate Test Method. *Polymer Testing*, 25, 709-716.
- Kadolph, S. J. (1998). *Quality Assurance for Textiles and Apparel*. IOWA State University, Fairchild Publications, 581 s., New York, USA.
- Kaplan, S. ve Okur, A. (2008a). Investigating the Relations Between Fabric Properties and Coolness to Touch Sensation with Forearm Test. *AUTEX 2008 World Textile Conference*, 24-26 Haziran, Biella, Italy.
- Kaplan, S., Okur, A. (2008b). The Meaning and Importance of Clothing Comfort and Sensory Descriptors Used to Describe Discomfort: A Case Study for Turkey. *Journal of Sensory Studies*, 23, 688 – 706.

- Kazuya, S., Naomi, I. ve Hiroko, S. (2004). Handling Evaluated by Visual Information to Consider Web-Consumers. *International Journal of Clothing Science and Technology*, 16, 1/2, 153-162.
- Kılınç, F. S. (2004). *A Study of Nature of Fabric Comfort: Design-Oriented Fabric Comfort Model*. PhD Thesis, Auburn University, Auburn, Alabama.
- Kim, S.H., Lee, J.H. ve Lim, D.Y. (2003). Dependence of Sorption Properties of Fibrous Assemblies on Their Fabrication and Material Characteristics. *Textile Research Journal*, 73(5), 455-460.
- Kim, E., Yoo, S.J. ve Shim, H. (2006). Performance of Selected Clothing Systems Under Subzero Conditions: Determination of the Performance by a Human-Clothing-Environment Simulator. *Textile Research Journal*, 76(4), 301-308.
- Konarska, M., Soltynski, K., Sudol-Szopinska ve I., Chojnacka, A. (2006). Aspects of Standardisation in Measuring Thermal Clothing Insulation on a Thermal Manikin. *Fibres and Textiles in Eastern Europe*, 14, 4(58), 58-63.
- Konarska, M., Soltynski, K., Sudol-Szopinska, I. ve Chojnacka, A. (2007). Comparative Evaluation of Clothing Thermal Insulation Measured on a Thermal Manikin and on Volunteers. *Fibres and Textiles in Eastern Europe*, 15, 2(61), 73-79.
- Kwon, Y. ve Drayton, M.A. (1987). Factors Affecting the Selection of Clothes on Daily Basis: Male and Female Differences. *Journal of Consumer Studies and Home Economics*, 11, 57-69.
- Kwon, A., Kato, M., Kawamura, H., Yanai, Y. ve Tokura, H. (1988). Physiological Significance of Hydrophilic and Hydrophobic Textile Materials During Intermittent Exercise in Humans Under the Influence of Warm Ambient Temperature with and without Wind. *European Journal of Applied Physiology*, 78, 487-493.

- Li, Y. ve Luo, Z.X. (2000). Physical Mechanisms of Moisture Diffusion into Hygroscopic Fabrics During Humidity Transients. *Journal of Textile Institute*, 2, 302-316.
- Li, Y. (2001). *The Science of Clothing Comfort*. Textile Institute Publications, Textile Progress, Volume: 31, Number: 1/2, 138 s., UK.
- Li, Y. ve Zhu, Q. (2003). Simultaneous Heat and Moisture Transfer with Moisture Sorption, Condensation and Capillary Liquid Diffusion in Porous Textiles. *Textile Research Journal*, 73 (6), 515-524.
- Li, Y. ve Wong, A.S.W. (2006). *Clothing Biosensory Engineering*. The Textile Institution Publications, 391 s. USA.
- Long, Hai-Ru. (1999). Water Transfer Properties of Two-Layer Weft Knitted Fabric. *International Journal of Clothing Science and Technology*, 11, 4, 198-205.
- McCullough, E., Kwon, M. ve Shim, H., A. (2003). Comparison of Standard Methods for Measuring Water Vapour Permeability of Fabrics. *Measurement Science and Technology*, 1402-1408.
- Meilgaard, M., Civille, G.V. ve Carr, B.T. (1999). *Sensory Evaluation Techniques*. 3rd Edition, 387 s, CRC Press, USA.
- Meinander, H. (2001). Use of Thermal Manikin for the Standardised Assessment of Subzero Clothing. 4th *International Thermal Manikin Symposium*, 27-28 Eylül, EMPA, İsviçre.
- Morton, W. E. ve Hearle, J. W. S. (1993). *Physical Properties of Textile Fibres*. Textile Institute Publications, (3rd Press), Manchester, UK.

- Nelson, D.A., Curlee, J.S., Curan, A.R., Ziriak, J.M. ve Mason, P.A. (2005). Determining Localized Garment Insulation Values From Manikin Studies: Computational Method and Results. *European Journal of Applied Physiology*, 95, 464, 473.
- Ng, W. G. (1999). *Literature Survey and Modeling of Thermal Comfort*. Master Thesis, Mississippi State University, Mechanical Engineering Department, Mississippi.
- Nilsson, H. (1997). Prediction of Motion Effects from Static Manikin Measurements. *Proceedings of a European Seminar on Thermal Manikin Testing*, National Institute for Working Life.
- Non-Parametric Statistical Methods.* 14.01.2009,
http://www.statsdirect.com/help/nonparametric_methods/krusk.htm
- Okur, A. (Ağustos 2002). A Study On The Frictional Properties of Plain-Knitted Cotton Fabrics. *Textile Asia*, 32-34.
- Önder, E. ve Sarier, N. (2003). Improving Thermal Regulation Functions of Textiles. *4th AUTEX World Textile Conference*, 22-24 Haziran, Roubaix, Fransa.
- Özışık, N. (1977). *Basic Heat Transfer*. McGraw-Hill Book Company, USA.
- Philippe, F., Schacher, L., Adolphe, D.C. ve Dacremont, C. (2003). The Sensory Panel Applied to Textile Goods – A New Marketing Tool. *Journal of Fashion Marketing and Management*, Vol: 7, No: 3, 235-248.
- Plante, A.M., Holcombe, B.V. ve Stephens, L.G., (1995). Fiber Hygroscopicity and Perception of Dampness Part I: Subjective Trials. *Textile Research Journal*, 65(5), 293-298.

- Prahsarn, C., Barker, R.L. ve Gupta, B.S. (2005). Moisture Vapor Transport Behaviour of Polyester Knit Fabrics. *Textile Research Journal*, 75 (4), 346-351,
- Qian, X. (2005). *Prediction of Clothing Thermal Insulation and Moisture Vapour Resistance*. PhD Thesis, The Hong Kong Polytechnic University, Institute of Textiles and Clothing, Hong Kong.
- Redartier, B. (1997). Experiences with Manikin Measurements at ITF. *Proceedings of a European Seminar on Thermal Manikin Testing*, National Institute for Working Life.
- Ren, Y. J. ve Ruckman, J. E. (2004). Condensation in Three-layer Waterproof Breathable Fabrics for Clothing. *International Journal of Clothing Science and Technology*, 16, 3, 335-347.
- Richards, L. ve Horridge, P. (1984). The Clothing Attitudes and Activities of Home Economists Employed in Business. *Journal of Consumer Studies and Home Economics*, 129-143.
- Ruckman, J.E., Murray, R. ve Choi, H.S. (1999). Engineering of Clothing Systems for Improved Thermophysiological Comfort. *International Journal of Clothing Science and Technology*, 11, 1, 37-52.
- Saville, B. P. (2000). *Physical Testing of Textiles*. The Textile Institute Publications, 310 s., England.
- Scott, R. A., (Editör) (2005). *Textiles for Protection*. The Textile Institute Publications, CRC Press, USA.
- Schacher, L., Adolphe, D.C. ve Drean, J.Y. (2000). Comparison Between Thermal Insulation and Thermal Properties of Classical and Microfibres Polyester Fabrics. *International Journal of Clothing Science and Technology*, 12, 2, 84-95.

- Schneider, A.M., Holcombe, B.V. ve Stephens, L.G. (1996). Enhancement of Coolness to the Touch by Hygroscopic Fibers Part I: Subjective Trials. *Textile Research Journal*, 66(8), 515-520.
- Schutz, H.G. ve Phillips, B.A., (1976). Consumer Perceptions of Textiles. *Family and Consumer Sciences Research Journal*, 5, 1.
- Searle, C. M. (1990). *Evaluation of the Comfort Properties of Selected Lingerie Fabrics*. PhD Thesis, Kansas State University, College of Human Ecology, Manhattan, Kansas.
- Sheskin, D. J. (2004). *Handbook of Parametric and Nonparametric Statistical Procedures*. Third Edition, CRC Press, USA.
- Shishoo, R. (Ed.) (2005). *Textiles in Sport*. The Textile Institute Publications, Woodhead Publishing and CRC Press 364 s. USA.
- Simile, C. B. (2004). *Critical Evaluation of Wicking in Performance Fabrics*. Master Thesis, Georgia Institute of Technology, USA.
- Slater K. (1993). *Physical Testing and Quality Control*. The Textile Institute Publications, Textile Progress, Number: 23, No: 1/2/3, 171 s., England.
- Song, C. Y. (2003). *The Development of a Perspiring Fabric Manikin for the Evaluation of Clothing Thermal Comfort*. Phd Thesis, The Hong Kong Polytechnic University, Hong Kong.
- Sular, V. ve Okur, A. (2007). New Application of a Surface Roughness Tester on Fabrics. *AATCC Review*, 7, 9, 39-43.

- Suprun, N. (2003). Dynamics of Moisture Vapour and Liquid Water Transfer Through Composite Textile Structures. *International Journal of Clothing Science and Technology*, 15, 3/4, 218-223.
- Swinker, M.E. ve Hines, J.D. (2006). Understanding Consumers' Perception of Clothing Quality: A Multidimensional Approach. *International Journal of Consumer Studies*, 30, 2, 218-223.
- Tamura, T. (2006). Development of a Two-Layer Movable Sweating Thermal Manikin. *Industrial Health*, 44, 441-444.
- TS EN 31092 (2000). *Tekstil-Fizyolojik Özelliklerin Tayini-Kararlı Şartlarda Isıl Direncin ve Su Buharına Karşı Direncin Ölçülmesi (Buğuya Karşı Korunmuş Kızgın Plaka Deneyi)*.
- TS 5720 EN ISO 6330 (2002). *Tekstil-Tekstil Deneyleri için Ev Tipi Çamaşır Makinası ile Yıkama ve Kurutma İşlemleri*.
- Wang, Z. W. (2002). *Heat and Moisture Transfer and Clothing Thermal Comfort*. PhD Thesis, The Hong Kong Polytechnic University, Institute of Textiles and Clothing, Hong Kong.
- Wang, Z., Li, Y. ve Kowk, Y.L., (2002). Mathematical Simulation of the Perception of Fabric Thermal and Moisture Sensations. *Textile Research Journal*, 72 (4), 327-334.
- Wang, G., Zhang, W., Postle, R. ve Philips, D. (2003). Evaluating Wool Shirt Comfort with Wear Tirals and the Forearm Test. *Textile Research Journal*, 73 (2), 115-119.
- Wang, L. ve Li, C. (2005). A New Method for Measuring Dynamic Fabric Heat and Mositure Comfort. *Experimental Thermal and Fluid Science*, 29, 705-714.

- Wang, D., Zhang, H., Arens, E. ve Huizenga, C. (2007). Observations of Upper-Extremity Skin Temperature and Corresponding Overall-Body Thermal Sensations and Comfort. *Building and Environment*, 42, 3933-3943.
- Weder, M. (1997). Sweating Articulated Manikin SAM for Thermophysiological Assessment of Complete Garments. *Proceedings of a European Seminar on Thermal Manikin Testing*, National Institute for Working Life.
- Wilbik-Halgas, B., Danych, R., Wiecek, B. ve Kowalski, K., (Temmuz/Eylül 2006). Air and Water Vapor Permeability in Double-Layered Knitted Fabrics with Different Raw Materials. *Fibres and Textiles in Eastern Europe*, 14, 3(57), 77-80.
- Wong, A. S. W. (2002). *Prediction of Clothing Sensory Comfort Using Neural Networks and Fuzzy Logic*. PhD Thesis, Institute of Textiles and Clothing, The Hong Kong Polytechnic University, Hong Kong.
- Wu, J. ve DeLong, M. (2006). Chinese Perception of Western-Branded Denim Jeans: A Shanghai Case Study. *Journal of Fashion Marketing and Management*, 10, 2, 238-250.
- Yao, B., Li, Y., Hu, J., Kwok, Y. ve Yeung, K. (2006). An Improved Test Method for Characterizing the Dynamic Liquid Moisture Transfer in Porous Polymeric Materials. *Polymer Testing*, 25, 677-689.
- Yoon, H. N. ve Buckley, A. (Mayıs 1984). Improved Comfort Polyester Part I: Transport Properties and Thermal Comfort of Polyester/Cotton Blend Fabrics. *Textile Research Journal*, 289-298.

Zhang, P., Gong, R.H., Yanai, Y. ve Tokura, H. (Ocak 2002). Effects of Clothing Material on Thermoregulatory Responses. *Textile Research Journal*, 72 (1), 83-89.

Zhang, Z., Li, Y., Gong, C. ve Wu, H. (2002). Casual Wear Product Attributes A Chinese Consumers' Perspective. *Journal of Fashion Marketing and Management*, 6, 1, 53-62.

EKLER

EK 1

**GIYSİ KONFORUYLA İLGİLİ SIKÇA KULLANILAN
TERİMLER VE TANIMLAYICI SIFATLARIN TÜRKÇE
KARŞILIKLARI**

TERMAL KONFOR KONUSUNDAKİ ÇALIŞMALARDA SIKÇA KULLANILAN TERİMLER

Absorption: Emme, içine çekme, soğurma, absorpsiyon.

Adsorption: Yüzeye tutunma, adsorpsiyon.

Sorption: Absorpsiyon veya adsorpsiyon olayları vasıtasıyla soğurma, içine çekme, emme, sorpsiyon.

Desorption: Koyverme, yüzden salma, geri bırakma, desorpsiyon.

Humidity: Havada bulunan su buharı, nem, hafif ıslaklık.

Moisture: Materyalin ıslaklığı, içerisinde bulundurduğu buhar veya sıvı miktarı.

Hygroscopicity: Bir materyalin, çevresinde bulunan rutubeti emme yeteneği, higroskopiklik.

Hydrophilicity: Suyu karşı yüksek afiniteye sahip olma (suyu çekme), suyla ıslanabilme, hidrofillik.

Capillary Action: Kapilar kuvvetlerin etkisi ile sıvının kumaş içerisinde ilerlemesi.

Buffering: Tamponlama, deri yüzeyinde oluşan buhar veya sıvı halindeki nemin giysi tarafından vücuttan uzaklaştırılma kapasitesi için kullanılır.

Perception: Algı, kavrayış, sezış

Sensory: Duyusal

Tactile: Dokunsal

**GİYSİ KONFORUYLA İLGİLİ HİSLERİN TANIMLANMASINDA
KULLANILAN SIFATLAR**

- Warmth:** Sıcak, ılık
- Snug:** Rahat ve sıcak
- Hot and sultry:** Sıcak ve bunaltıcı
- Cool:** Serin
- Chill:** Tüyleri ürpertecek şekilde soğuk
- Damp:** Islak
- Non-absorbent:** Sıvı absorblamayan
- Unbreathable:** Vücudun nefes alamaması
- Sticky:** Yapışkan
- Clammy:** Soğuk ve nemli
- Clingy:** Yapışıp sarmalayan
- Heavy:** Ağır
- Stiff:** Sıkı
- Coarse:** Kalın
- Loose:** Gevşek
- Lightweight:** Hafif
- Sheer:** İnce ve şeffaf
- Bulky:** Hacimli
- Crisp:** Gevrek
- Limp:** Gevşek ve yumuşak
- Crushable:** Kolay kırışan
- Resilient:** Diri
- Rigid:** Sert
- Harsh:** Yüzey özellikleri açısından sert
- Itchy:** Kaşındıran
- Prickle:** Batan, karıncalandıran
- Rough:** Pürüzlü
- Scratchy:** Tırmalayan
- Picky:** Acı verecek düzeyde tırmalayan
- Lacy:** Dantel gibi oymalı

Silky: İpeksi

Tickling: Gıdıklayan

Inflammable: Kızarıklık ve tahriş oluşturan

Pressure: Baskı uygulayan

Sticky: Statik elektriklenme nedeniyle vücuda sarmalanan

Flowing: Akıcı, kaygan

EK 2

**GIYSİ KONFORUYLA İLGİLİ YAPILAN ANKET
ÇALIŞMASI**

- 6) Giysi seçiminde etkili özelliklerden aşağıda sıralananların size göre önem derecelerini tabloda işaretleyiniz.

Özellikler	Hiç önemli değil	Önemli değil	Önemli	Çok önemli	Olmazsa olmaz
Kumaş hammaddesi (pamuk, yün, vb.)					
Kumaş özellikleri (dayanıklılık, esneklik, dökümlülük, tutum, vb.)					
Dikiş kalitesi					
Beden ve model açılarından vücuda uygunluk					
Konfor (rahatlık)					
Kullanım kolaylığı (yıkama, ütüleme, saklama koşulları vb.)					
Fiyat					
Model					
Renk					
Modaya uygunluk					
Marka					
Diğer (açıklayınız).....					

- 7) Giysi seçiminde dikkat ettiğiniz kriterler içerisinde konforun yeri hayatınızın farklı dönemlerinde değişti mi?
 Hayır, değişmedi.
 Evet, daha önemli hale geldi.
 Evet, daha önemsiz hale geldi.
- 8) Giysi seçiminde konfor daha önemli hale geldiyse bunun nedenleri nelerdir? (Birden fazla işaretleme yapabilirsiniz)
 Sağlık sorunları
 Hızlı yaşam temposu içerisinde artık giysinin sadece görünümünün değil hissettirdiklerinin de 'iyi' olması isteği
 Son yıllarda dünyada ve ülkemizdeki sağlıklı ve doğal yaşama olan ilgi ve bu konuda edindiğim bilgiler
 Yaşın ilerlemesi
 Diğer (açıklayınız).....
- 9) Giysi seçiminde giysinin üretildiği hammaddeye (pamuk, yün, polyester, vb.) dikkat eder misiniz?
 Evet, giysinin üretildiği hammaddeye her zaman dikkat ederim.
 Model, fiyat, modaya uygunluk gibi diğer özellikler bazen giysinin üretildiği hammaddeden daha önemli olabilir.
 Hayır, giysinin üretildiği hammadde giysi seçiminde dikkat ettiğim bir özellik değildir.
- 10) Giysinin üretildiği hammaddeye (pamuk, yün, polyester, vb.) dikkat ediyorsanız bunun nedeni hangi giysi özellikleridir? **(Seçtiğiniz özellikleri 1'den 5'e kadar öncelik sırasına göre sıralayınız)**
 Giysinin serin/sıcak tutması
 Giysinin terletmesi
 Giysinin vücutta oluşan teri emme ve kuru tutma özelliği
 Giysinin sağladığı hareket rahatlığı
 Giysinin meydana getirdiği kaşıntı/batma hisleri
 Giysinin meydana getirdiği karıncalanma hisleri
 Giysinin vücut üzerindeki duruşu ve dökümlülüğü
 Giysinin kullanım özellikleri (yıkama, ütüleme, saklama koşulları vb.)
 Diğer (açıklayınız).....
- 11) Satın aldığınız giysilerin hammaddelerinden bildiklerinizi yazınız.

12) Giysi seçiminde giysinin görünüşünün dışında diğer özellikleriyle ilgili fikir sahibi olabilmek için neler yaparsınız? **(Bu gözlem ve uygulamalar giysilere göre farklılık gösterebilir ve birden fazla seçenek işaretleyebilirsiniz)**

- Giysiye dokunarak giyim sırasında oluşturacağı hisleri tahmin etmeye çalışırım.
- Elimin iç kısmını giysi üzerinde gezdirerek yüzey özelliklerini kontrol ederim.
- Giysiyi iki elimle tutup çekerek esneklik ve sağlamlık özellikleriyle ilgili fikir sahibi olurum.
- Giysinin dikiş noktalarından tutup iki elimle çekerek dikişle ilgili çıkabilecek problemleri (dikiş sağlamlığındaki yetersizlik, dikiş kayması, vb.) tahmin etmeye çalışırım.
- Giysinin bir kısmını elimde sıkıştırarak kırıma ve düzelme davranışlarını kontrol ederim.
- Giysinin bir noktasından tutup diğer ucunu serbest bırakarak dökümlülüğüne bakarım.
- Giysinin etiketini incelerim.
- Diğer (açıklayınız).....

13) Üzerinizdeki giysinin günlük hayatınızda performansınızı olumsuz yönde etkilediği oldu mu?

- Evet Hayır

14) Üzerinizdeki giysi nedeniyle günlük hayatınızın olumsuz yönde etkilendiğini düşünüyorsanız ne tür bir tecrübe yaşadınız? **(Üzerinizdeki giysiye bağlı olduğunu düşündüğünüz bu problemleri 1'den başlayarak öncelik sırasına göre sıralayınız)**

- Kumaş esnekliğinin az olması nedeniyle rahat hareket edememe
- Normalden fazla terleme
- Vücutta kaşıntı ve batma
- Vücutta karıncalanma
- Vücutta alerjik tepkiler ve tahriş oluşumu
- Terlemeden sonra soğukluk ve ıslaklık hisleri
- Giyinirken vücutla ilk temas sırasında soğukluk hissi
- Giysi bedeninin uygun olmamasından kaynaklanan rahatsızlık (sıkma, dar gelme, bol gelme, vb.)
- Giysinin modelinden kaynaklanan rahatsızlık (sıkma, vücuda oturmama, vb.)
- Diğer (açıklayınız).....

15) Terleme nedeniyle ıslak bir giysi ile kalmak zorunda olduğunuzda vücut sıcaklığı korunduğu sürece bu ıslaklık sizi ne kadar rahatsız eder?

- Hiç rahatsız etmez
 Biraz rahatsız eder
 Ciddi derecede rahatsız eder
 Çok rahatsız eder
 Tahammül edilemeyecek derecede rahatsız eder

16) Aşağıda ayrıntıları verilen şartlarda bulunduğunuzu düşünerek çevre şartları, psikolojik durumunuz ve üzerinizdeki giysiye bağlı olarak ortaya çıkan hislerinizi seçeneklerde verilen sıfatlarla ifade ediniz. (Hislerinizi ifade eden sıfat seçenekler içerisinde bulunmuyorsa ekleme yapabilirsiniz)

Senaryo 1:

Haftasonu katıldığınız bir doğa yürüyüşünde pamuklu iç çamaşırınızın üzerine kısa kollu, vücuda oturmayan pamuklu bir t-shirt, onun üzerine önden fermuarlı bir sweat-shirt ve en üste de yağmurluk olarak da kullanılabilen bir mont giydiniz. Hava kapalı ve rüzgarlı. Yürüyüş tirmanış şeklinde olacağı için rüzgardan korunmak amacıyla montunuzu çıkarmadınız ve tempolu bir şekilde yürüyüşe başladınız. Vücudunuzun yavaş yavaş ısındığını hissettiniz fakat montunuzu çıkarmak için molayı beklediniz. Bir süre sonra artık iyice terlediğinizi hissettiniz, fakat üzerinizdeki montu çıkarmanın sizi hasta edebileceğini düşündünüz. Bu şekilde yürüyüşe devam ediyorsunuz. O andaki hisleriniz (Birden fazla işaretleme yapabilirsiniz):

- Sıcaklık ve bunalma

- Vücutun nefes alamaması
- Islaklık
- Yapışkanlık
- Kaşıntı
- Giysinin ağırlığı
- Diğer (açıklayınız).....

Senaryo II:

Eskiden beri yünlü giysilerin vücudunuza temasından rahatsız olursunuz. Fakat bir yünlü kazak aldınız. Ertesi gün kazağınızı atletinizin üzerine giydiniz. O anki hisleriniz (Birden fazla işaretleme yapabilirsiniz):

- Kaşıntı
- Gıdıklanma
- Karıncalanma
- Batma
- Tırmalanma
- Sıcaklık
- Elektriklenme
- Diğer (açıklayınız).....

Yünlü kazağınızı giydiğiniz o gün dışarı çıktınız ve kazağınızın bu sıcaklıktaki bir gün için kalın olduğunu düşündünüz. Bu ortamda bir süre kaldıktan sonraki hisleriniz (Birden fazla işaretleme yapabilirsiniz):

- Sıcaklık ve bunalma
- Vücutun nefes alamaması
- Kazağın yapışıp vücudunuzu sarmalaması
- Batma hissinde artış
- Gıdıklanma hissinde artış
- Karıncalanma hissinde artış
- Vücutta tahriş hissi
- Ürperme
- Islaklık
- Kalınlık
- Diğer (açıklayınız).....

Senaryo III:

Bir yaz günü bir yakınınızın düğününe davet edildiniz. Bu tür durumlar için gardrobunuzda özel bir giysiniz var (Erkekler için giysi sentetik bir gömlek ve pantolon, bayanlar için askılı tafta bir elbise). O akşam geldi ve son zamanlarda biraz kilo aldığınız için giysinizi zor da olsa giydiniz. O anki hisleriniz (Birden fazla işaretleme yapabilirsiniz):

- Giysi kumaşının kalıp gibi olmasından (dökümlü olmaması) kaynaklanan hareket kısıtları
- Bedenin uygunsuzluğundan kaynaklanan sıkılık
- Giysi kumaşının birbirine sürtünmesinden çıkan sestene rahatsızlık
- Elektriklenme
- Diğer (açıklayınız).....

Hava çok sıcak ve düğünün yapılacağı salona vardığınızda ortamın çok kalabalık ve havasız olduğunu gördünüz. Bu ortamda bir süre kaldıktan sonraki hisleriniz (Birden fazla işaretleme yapabilirsiniz):

- Vücutun nefes alamaması
- Sıcaklık ve bunalma
- Islaklık
- Yapışkanlık ve sarmalanma
- Rahatsızlık ve mide bulantısı
- Diğer (açıklayınız).....

Senaryo IV:

Havanın kapalı ve nem oranının çok yüksek olduğu rüzgarlı bir gün pamuklu iç çamaşınızın üzerine kot pantolon ve pamuklu bir penye bluz giyerek dışarı çıktınız. Bu ortamda bir süre kaldıktan sonraki hisleriniz (Birden fazla işaretleme yapabilirsiniz):

- Üşüme, ürperme
- Giysinin vücuda teması sonucu hissedilen soğukluk
- Ağırılık
- Nemlilik
- Diğer (açıklayınız).....

Senaryo V:

Havaların ısınmaya başladığı bir ilkbahar günü kumaş bir pantolon ve sentetik bir gömlek giyerek işe gittiniz. Gömleğinizin içine atlet giymediniz ve işyerinize girdiğinizde içerisinin dış ortama göre serin olduğunu fark ettiniz. Oturarak birkaç saatlik bir çalışma yaptınız. Bu ortamda bir süre kaldıktan sonraki hisleriniz (Birden fazla işaretleme yapabilirsiniz):

- Üşüme, ürperme
 - Giysinin vücuda teması sonucu hissedilen soğukluk
 - Giysinin vücudu yeterince sarmaması
 - Üzerinde giysi yokmuş hissi
 - İncelik
 - Diğer
- (açıklayınız).....

EK 3

**SUBJEKTİF GİYİM DENEMELERİNDE KULLANILAN
FORMLAR VE BELGELER**

ETİK İZİN ALMA PROSEDÜRÜ İÇİN KULLANILAN GÖNÜLLÜ BİLGİLENDİRME FORMU

Giysi konforu, kişilerin günlük hayatlarını ve iş performanslarını önemli derecede etkileyen bir özelliktir. Termal konfor ise konforun bileşenlerinden biridir ve kişinin bulunduğu ortamda termal dengesini koruyabilmesi veya bu ortamda sıcaklık/soğukluk, ıslaklık gibi hislerden uzak olarak bulunduğu şartlardan memnun olma durumudur. Kişinin beyinde çevre şartları ve üzerindeki giysi grubuyla ilgili herhangi bir düşünce yok ise, kişide bu faktörlere dayalı negatif bir his oluşmamış demektir ve bu durumda kişi termal açıdan konforlu sayılır.

Konfor değerlendirmesi, çevre şartlarına ve kişinin üzerindeki giysi grubuna bağlı olarak duyu organları vasıtasıyla alınan uyarıların merkezi sinir yolları vasıtasıyla beyne gönderilmesi, burada geçmiş tecrübeler ve o anki psikolojik duruma göre bir sonuç ortaya konması şeklinde gerçekleşir. Bu değerlendirme kişinin fizyolojik ve psikolojik durumuna göre değiştiği için kişiden kişiye farklılık gösterir.

Bu çalışmada, giysilerin termal konfor özelliklerinin incelenmesi amacıyla sıcaklık ve bağıl nem değerleri kontrol altında bulunan bir ortamda belirlenen bir aktivite programı çerçevesinde giyim denemeleri yapılacaktır. Bu sırada gönüllülerden incelenecek giysi grubunu (iç çamaşırı ve üst giysiler) giymeleri istenecek, bahsedilen aktivite programı ise oturma, yürüyüş bandında farklı hızlarda yürüyüş/koşu ve ayakta dinlenme periyotlarını içerecektir. Denemelere başlamadan bir süre önce gönüllülerin denemelerin yapılacağı ortama gelip ortam şartlarına uyum sağlamaları istenecektir. Denemelere başlamadan önce ve işlem sonunda kişilerin üzerlerindeki giysi ağırlıkları kaydedilecektir. Denemeler sırasında ise gönüllülerin sırt ve göğüs bölgelerinin üst kısmına ikişer adet sıcaklık ve bağıl nem sensörü medikal bir bantla sabitlenecektir. Bu sensörler medikal uygulamalar için uygundur ve deriyle teması herhangi bir sorun yaratmayacaktır. Ayrıca gönüllülerin hareketli halde nabız, tansiyon ve oksijen harcamalarını ölçen bir nabız ölçer saat sisteminin ölçüm kısmını kemer şeklinde göğüslerinin alt kısmına, kayıt kısmı olan saati ise kollarına takmaları istenecektir. Farklı yoğunlukta aktiviteleri içeren giyim

denemelerinin her aşamasından sonra kişilere üzerlerindeki giysilerle ilgili hisleri (sıcaklık, ıslaklık, konfor ve tanımlayıcı sıfatlarla ifade edilen batma, ağırlık gibi hisler) sorulacak, bu hisleri hazırlanan psikolojik skalalar üzerine işaretlemeleri istenecektir. Deneme sona erdikten sonra kişilerin üzerlerindeki giysileri çıkarıp araştırmacılara teslim etmeleri istenecektir. Bu işlem bir günde yaklaşık 1.5 saat sürecek ve incelenen her giysi için üç kez tekrarlanacaktır.

Bu çalışma için gerekli masraflar ve emeğin karşılığı olarak gönüllülere toplam 200'er YTL ödeme yapılacaktır. Ayrıca deneme programına başlamadan önce gönüllülerin sağlık kontrolünden geçirilmesi sağlanacak, orta derecede aktiviteye engel olacak bir sağlık sorunlarının bulunmadığından emin olunacaktır. Denemeler sırasında ortaya çıkabilecek herhangi bir sağlık sorununa karşı bir sağlık görevlisi de denemelerin yapılacağı ortamda hazır bulunacaktır.

Gönüllü, bu çalışmaya başladıktan sonra herhangi bir açıklama yapmaksızın devam etmeme hakkına sahiptir. Bununla birlikte araştırmacı da gönüllüden elde ettiği verileri kendi inisiyatifiyle değerlendirme dışı bırakabilir. Ayrıca gönüllünün denemelerin yapılacağı ortama vaktinde gelmemesi ve araştırma prosedürlerini aksatması da araştırmadan çıkartılması için gerekçe sayılacaktır.

Yukarıda gönüllüye araştırmadan önce verilmesi gereken bilgileri okudum. Bunlar hakkında bana yazılı ve sözlü açıklamalar yapıldı. Bu koşullarla söz konusu denemeye kendi rızamla, hiçbir baskı ve zorlama olmaksızın katılmayı kabul ediyorum.

Gönüllünün;

Adı ve Soyadı:

Tarih:

İmza:

Olur Alma İşlemine Başından Sonuna Kadar Tanıklık Eden Kuruluş Görevlisinin

Adı ve Soyadı:

Tarih:

İmza:

Araştırma Yapan Araştırmacının

Adı ve Soyadı:

Tel:

Tarih:

İmza:

GIYİM DENEMELERİNDE KULLANILAN GÖNÜLLÜ BİLGİLENDİRME FORMU

Bu çalışmada, bir grup sportif giysinin termal konfor özelliklerinin incelenmesi amacıyla sıcaklık ve bağıl nem değerleri kontrol altında bulunan bir ortamda bir koşu bandında belirlenen bir aktivite programı çerçevesinde giyim denemeleri yapılacaktır. Bu denemeler sırasında, sportif giysilerin konfor performanslarıyla ilgili tercihleriniz ve vücudunuzda bu giysilere bağlı olarak meydana gelen fizyolojik değişiklikler (deri sıcaklığı, nabız, vb.) tespit edilecektir.

Bunun için belirlenen zamanda denemelerin yapılacağı Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi'nde bulunup 2-3 gün aralıklarla tekrarlı denemelere katılmanız gerekmektedir. Denemelere başlamadan önce yaklaşık yarım saat ortamda kalarak ortam şartlarına uyum sağlamanız, bu arada da uygulanacak prosedürle ilgili bilgi almanız sağlanacaktır. Daha sonra hazırlanan giysi grubunu (iç çamaşırı, üst giysiler ve çorap) ve günlük hayatta kullandığınız ve rahat ettiğiniz spor ayakkabınızı giymeniz istenecektir. Denemeler sırasındaki fizyolojik ölçümler için üst sırt ve göğüs bölgenize birer adet sıcaklık ve bağıl nem sensörü medikal bir bantla sabitlenecektir. Ayrıca, hareketli halde vücudun nabız değerlerini ölçen sistemle ilgili göğsünüzün alt kısmına bir bant ve bir kol saati takmanız gerekecektir. Aktivite programı, oturarak yapılan hafif günlük işler ile 15 dakikalık belirli hızlardaki yürüyüş/koşular ve aradaki 5'er dakikalık dinlenmeleri kapsamaktadır. Aktivite süresince belirli aralıklarla üzerinizdeki giysi grubuyla ilgili hisleriniz (sıcaklık, ıslaklık, genel konfor) hazırlanan skalalar yardımıyla alınacaktır.

Bir günde, hazırlıklarıyla birlikte yaklaşık 2 saat süren tek bir giyim denemesine katılmanız ve diğer tekrarları günün size uygun olan aynı saatlerinde gerçekleştirmeniz gerekmektedir. Yaklaşık üç ayı kapsayacak bu çalışma süresince size uygun olduğunu belirttiğiniz günlerde 2-3'er gün aralıklarla denemelere katılmanız gerekmektedir. Bu çalışma için gerekli masraflar ve emeğin karşılığı için size 200 YTL'lik ödeme yapılacaktır. Denemelerle ilgili herhangi bir sağlık riski bulunmamakla birlikte mevcut bir sağlık sorununun belirlenmesi amacıyla deneme programına başlamadan önce genel bir sağlık kontrolü yapılacak ve orta derecede

aktiviteye engel olacak bir sağlık sorununuzun bulunup bulunmadığı tespit edilecektir.

Denemelere katılacağınız gün alkol veya ilaç alımına bağlı herhangi bir algi eksikliğinin veya herhangi bir sebeple fiziksel bir rahatsızlığınızın bulunması durumunda deneme ertelenecektir. Denemeye katılmadan bir saat önce herhangi bir şey yiyip içmemeniz gerekmektedir. Ayrıca normalde kullanmadığınız, sizde rahatsızlık oluşturabilecek bir kozmetik ürününü de kullanmanız değerlendirme sonuçlarını etkileyebileceği için uygun değildir.

Bu çalışmaya başladıktan sonra herhangi bir gerekçe göstermeksizin devam etmeme hakkına sahipsiniz. Bununla birlikte, denemelerin yapılacağı ortama vaktinde gelmeme veya araştırma prosedürlerini aksatma durumlarında araştırmacıların sizi çalışma kapsamından çıkartma hakları da mevcuttur.

Bu çalışma, seçilen sportif giysi grubunun konfor performansının belirlenmesine yönelik olup, sizden alınan veriler sadece bilimsel amaçlar için kullanılacaktır. Herhangi bir sorunda, tüm denemelerde de görev alacak olan Arş.Gör. Sibel Kaplan'ı verdiği telefon numaralarından arayabilirsiniz.

GÖNÜLLÜ BİLGİ FORMU**Adı ve Soyadı:****Adres:**
.....**Telefon:****Yaş:****Giysi Bedeni:** S..... M..... L..... XL.....**Gönüllü Numarası:****Deneme için uygun bulduğunuz zaman:** Sabah (09.30).....
Öğleden sonra (13.30).....

GIYİM DENEMESİ UYGULAMA PROSEDÜRÜ

Daha önceden yapılmış plana göre giyim denemesine katılacağınız gün belirlenen saatte Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi'nde bulunmanız gerekmektedir. Denemelere katılacağınız günden bir gün önce alkol almamış olmanız, o gün genel fiziki durumunuzu ve algılarınızı etkileyecek herhangi bir ilaç kullanmıyor olmanız ve denemelere katılmadan önceki bir saat içerisinde herhangi bir şey yiyip içmemeniz gerekmektedir. Denemelerin yapılacağı ortama girdikten sonraki prosedür aşağıda ayrıntılarıyla açıklanmıştır:

- 1) Giyim denemesinin yapılacağı ortama girdikten sonra koşullara adapte olmanız için burada en az 20 dakika mevcut üst giysinizle oturmanız gerekmektedir. Bu sırada araştırmacı, aktivite programının ayrıntıları, skalaların kullanımı ve anlaşılmayan kelime ve kavramlarla ilgili ayrıntılı bilgi verecektir.
- 2) Adaptasyon süresinin bitiminde hazırlanan iç çamaşırı ve üst giysileri uygun bir kabinde giymeniz istenecektir. Denemede kullanılan üst ve alt giysi grupları her tekrardan sonra yıkanacaktır. Tüm denemeler sırasında, daha sonra size ait olacak aynı iç çamaşırlarını giymeniz sağlanacaktır. Ayakkabı olarak kendi alışık olduğunuz spor ayakkabınızı kullanmanız mümkün olacaktır.
- 3) İncelenecek üst giysiyi giymeden önce üst göğüs ve sırt bölgelerinize birer adet sıcaklık ve bağıl nem sensörü medikal bir bantla sabitlenecektir. Sıcaklık ve nem sensörlerinin kayıt sistemi aktivite sırasında kablo ile size bağlı olacaktır. Ayrıca nabız ölçer saat sisteminin bant şeklindeki parçası da göğüs altına kemer şeklinde sabitlenecek, sistemin kayıt bölümü olan saat ise kolunuza takılacaktır.
- 4) Bu aşamada üst giysiyi ilk giydiğiniz anda sıcaklık, ıslaklık ve genel konfor hisleriyle ilgili skalayı doldurmanız istenecektir.
- 5) Bu şekilde 20 dakika masa başında okuma veya müzik dinleme aktiviteleriyle konuşmadan 20 dakika geçirmeniz gerekmektedir. Bu süre sonunda sıcaklık, ıslaklık ve genel konfor algısıyla ilgili skalayı doldurmanız istenecektir.
- 6) Daha sonra koşu bandına çıkıp 15 dakika orta hızda (6 km/saat) yürüyüş yapmanız gerekmektedir. Bu süre sonunda sıcaklık, ıslaklık ve genel konfor

algısıyla ilgili skalayı doldurmanız istenecek ve 5 dakika ayakta dinlenmeniz için süre verilecektir.

- 7) Koşu bandında daha yüksek hızda (9 km/saat) 15 dakika koşmanız istenecektir. Bu bölümün sonunda da sıcaklık, ıslaklık ve genel konfor algısıyla ilgili skalayı doldurmanız istenecek ve aktivitenin sonunda 15 dakikalık dinlenme kısmında oturarak dinlenmeniz sağlanacaktır.
- 8) Bahsedilen dinlenme bölümünde o anki hislerinizi yansıtan konfor tanımlayıcı sıfatlarını (yapışkanlık, tırmalama, vb.) uygun bir skalayla derecelendirmeniz istenecektir.
- 9) Bu aşamadan sonra aktivite sona ermiştir, üzerinizdeki giysilerin tümünü en kısa sürede çıkarıp araştırmacılara teslim etmeniz gerekmektedir.

EK 4

**GIYSİ TERMAL KONFORUYLA İLGİLİ ÖLÇÜMLERDE
KULLANILAN STANDARTLAR**

TERMAL KONFORLA İLGİLİ STANDARTLAR

Standart No	Standart Adı	Açıklama
<i>Hava Geçirgenliği ile İlgili Standartlar</i>		
ASTM D737-04(2008)	Standard Test Method for Air Permeability of Textile Fabrics	ASTM D737'ye dayanan diğer standartlar: TAPPI T251; ISO 9237; EDANA 140.1-81; JIS L 1096
ASTM F778-88(2007)	Standard Methods for Gas Flow Resistance Testing of Filtration Media	Daha hassas sonuçlar verdiği için konfor çalışmalarında kullanılmaktadır.
ASTM F2298-03	Standard Test Methods for Water Vapor Diffusion Resistance and Air Flow Resistance of Clothing Materials Using the Dynamic Moisture Permeation Cell	Aynı anda hava ve su buharı geçirgenlik değerlerinin belirlenebildiği bir metottür.
ASTM D6476-08	Standard Test Method for Determining Dynamic Air Permeability of Inflatable Restraint Fabrics	
BS 3424-16:1995	Testing Coated fabrics-Part 16: Method 18. Determination of Air Permeability	
DIN BS EN ISO 9237:1995	Textiles-Determination of the Permeability of Fabrics to Air	BS 5636-90'ın yerini almıştır.
TS 391 EN ISO 9237	Kumaşlarda Hava Geçirgenliğinin Tayini	
<i>Su Buharı Geçirgenliği ile İlgili Standartlar</i>		
ASTM E96/E96M-05	Standard Test Methods for Water Vapor Transmission of Materials	
ASTM F2298-03	Standard Test Methods for Water Vapor Diffusion Resistance and Air Flow Resistance of Clothing Materials Using the Dynamic Moisture Permeation Cell	Aynı anda hava ve su buharı geçirgenlik değerlerinin belirlenebildiği bir metottür.
BS EN 13515:2002	Footwear. Test methods for uppers and lining. Water vapour permeability and absorption	
BSI BS EN ISO 15496:2004	Textiles. Measurement of Water Vapour Permeability of Textiles for the Purpose of Quality Control	
BS	Specification for Water Vapour Permeable	

7209:1990	Apparel Fabrics	
BS 3424: Part 34:1992	Testing Coated Fabrics.Method 37. Method for Determination of Water Vapour Permeability Index (WVPI)	
ISO 17699:2003	Footwear-Test methods for uppers and lining- Water vapour permeability and absorption	
TS EN ISO 15496	Tekstil-Tekstillerin Su Buharı Geçirgenliğinin Kalite Kontrol Amaçları İçin Ölçülmesi	Kaynak: EN ISO 15496:2004 (31.3.2005)
<i>Absorbsiyon, Islanma ve Su İticilik ile İlgili Standartlar</i>		
AATCC 127- 2008	Water Resistance: Hydrostatic Pressure Test	
BS EN 13518:2002	Footwear. Test methods for uppers. Water resistance	
BS 5066:1974	WIRA Shower Test (Water Repellency)	
BS 3449:1990	Method for resistance of fabrics to water absorption (static immersion test)	
BS 4554:1970	Method of Test for Wettability of Textile Fabrics	
BSI BS EN 20811	Textiles-Determination of Resistance to Water Penetration-Hydrostatic Pressure Test	
BS EN 24920	Textiles-Determination of Resistance to Surface Wetting (Spray test) of Fabrics	
BS 3424: Part 18: 2003	Testing Coated Fabrics Part 18: Methods for 21A and 21B. Methods for Determination of Resistance to Wicking and Lateral Leakage	
BS 3424: Part 26: 1990	Testing Coated Fabrics: Methods 29A, 29B, 29C, 29D for determination of resistance to water penetration and surface wetting	
DIN 53923:1978	Testing of Textiles; Determination of Water Absorption of Textile Fabrics	
ISO 811:1981	Textile Fabrics-Determination of Resistance to Water Penetration-Hydrostatic Pressure Test	
ISO 22958:2005	Textiles-Water Resistance -- Rain Tests: Exposure to a Horizontal Water Spray	
ISO 17702:2003	Footwear-Test Methods for Uppers-Water Resistance	
TS 10057:1992	Tekstil-Kumaşlar-Su Geçirmezlik Derecesinin Tayini-Yağmur Metodu	
TS EN 29865:1996	Tekstil Mamulleri-Kumaşlarda Su İticiliği Tayini-Bundesmann Yağmur-Duş Metodu	
TS 257 EN 20811:1996	Su Geçirmezlik Tayini-Hidrostatik Basınç Deneyi	Kaynak: BS EN 20811
TS 259 EN	Kumaşlar-Yüzey Islanmasına Karşı Direncin	Kaynak: BS EN

24920:2001	Tayini (Püskürtme Metodu)	24920
<i>Termal Direnç ile İlgili Standartlar</i>		
ASTM D1518- 85(2003)	Standard Test Method for Thermal Transmittance of Textile Material	
ASTM D7024-04	Standard Test Method for Steady State and Dynamic Thermal Performance of Textile Materials	
ISO 5085- 2:1990	Textiles-Determination of Thermal Resistance-Part 2: High Thermal Resistance	
DS/EN ISO 7345: 1996	Thermal insulation -- Physical quantities and definitions	
TS EN ISO 7345: 1996	Isıl Yalıtım - Fiziksel Büyüklükler ve Tarifler	Kaynak: ISO 7345
<i>Sıcak Terleyen Levha ve Termal Manken Sistemleri ile İlgili Standartlar</i>		
ASTM F1868-02	Standard Test Method for Thermal and Evaporative Resistance of Clothing Materials Using a Sweating Hot Plate	
ASTM C177- 04	Test Method for Steady-State Heat Flux Measurements and Thermal Transmission Properties by Means of the Guarded-Hot- Plate Apparatus	
ISO 11092:1993	Textiles-Physiological Effects-Measurement of Thermal and Water Vapour Resistance Under Steady-state Conditions (sweating guarded-hotplate test)	
ISO 11079: 2007	Ergonomics of the Thermal Environment-Determination and Interpretation of Cold Stress When Using Required Clothing Insulation (IREQ) and Local Cooling Effects	
TS EN 31092: 2000	Fizyolojik Özelliklerin Tayini-Kararlı Şartlarda Isıl Direncin ve Su Buharına Karşı Direncin Ölçülmesi (Buğuya Karşı Korunmuş Kızgın Plaka Deneyi)	
ASTM F1291-05	Standard Test Method for Measuring the Thermal Insulation of Clothing Using a Heated Manikin	
ASTM F2371-05	Standard Test Method for Measuring the Heat Removal Rate of Personal Cooling Systems Using a Sweating Heated Manikin	
ISO 15831:2004	Clothing-Physiological Effects-Measurement of Thermal Insulation by Means of a Thermal Manikin	
TS EN ISO 15831:2004	Giyecekler-Fizyolojik Etkiler-Isıl Manken Aracılığıyla Isıl Yalıtımın Ölçülmesi	Kaynak: ISO 15831:2004

Subjektif Giyim Denemeleri ile İlgili Standartlar		
ASTM F2300-05	Standard Test Method for Measuring the Performance of Personal Cooling Systems Using Physiological Testing	
ANSI/ASHRAE 55-2004	Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy	
BS EN ISO 9920:2003	Ergonomics of the Thermal Environment. Estimation of the Thermal Insulation and Evaporative Resistance of a Clothing Ensemble	
CEN EN ISO 7250:1997	Basic Human Body Measurements for Technological Design	
ISO 7250-1 (2008)	Basic Human Body Measurements for Technological Design-Part 1: Body Measurement Definitions and Landmarks	
ISO 8996:2004	Ergonomics of the thermal environment-Determination of Metabolic Rate	
ISO 9886:2004	Ergonomics-Evaluation of thermal strain by physiological measurements	
BS EN ISO 10551:2001	Ergonomics of the Thermal Environment Assessment of the Influence of the Thermal Environment Using Subjective Judgement Scales	
ISO 7730:2005	Ergonomics of the Thermal Environment-Analytical Determination and Interpretation of Thermal Comfort Using Calculation of the PMV and PPD Indices and Local Thermal Comfort Criteria	
BSI BS EN ISO 7726:2001	Ergonomics of the Thermal Environment-Instruments for Measuring Physical Quantities.	
ISO 7243: 1989	Hot environments - Estimation of the Heat Stress on Working Man based on the WBGT-index (wet bulb globe temperature).	
TS EN ISO 7730:2002	Orta Dereceli Termal Ortamlar- PMV ve PPD İndislerinin Tayini Termal Rahatlık İçin Şartların Belirlenmesi	Kaynak: ISO 7730
TS EN ISO 7726:2001	Isıl Ortamın Ergonomisi- Fiziksel Büyüklükleri Ölçme Aletleri	Kaynak: BS EN ISO 7726
TS EN 27243: 2002	Sıcak Ortamlar - WBGT (Yaş - Hazne Küre Sıcaklığı) İndeksine Göre Isının Çalışan Üzerindeki Baskısının Tahmini	

TS EN ISO 9886:2004	Ergonomi-Isıl Zorlamaların Fizyolojik Ölçümlerle Değerlendirilmesi	Kaynak: ISO 9886
TS EN ISO 9920:2008	Isıl Çevrenin Ergonomisi – Bir Giyecek Takımının Isıl Yalıtımının ve Buharlaşma Direncinin Tahmin Edilmesi	Kaynak: EN ISO 9920